



universidad  
de león

*Departamento de Educación Física y Deportiva*

Estudio de la influencia de un programa de entrenamiento de la fuerza en diferentes factores de rendimiento, en jugadores de golf de élite.

TESIS DOCTORAL

MARIA ÁLVAREZ PLAZA.  
León, 2011



Parte de los resultados de esta tesis doctoral han sido objeto de las siguientes publicaciones y comunicaciones:

#### **ARTÍCULOS ORIGINALES**

Álvarez, M.; Sedano, S.; Cuadrado, G. y Redondo, J.C.:(En prensa). *Effects of an 18-week strength training program on golf performance in elite players*. Journal of Strength and Conditioning Research.

#### **COMUNICACIONES**

Álvarez, M.; Sedano, S.; De Benito, A.; F. Flores, J.; Cuadrado, G. y Redondo, J.C.: Efectos del entrenamiento de la fuerza en el rendimiento en el swing de golf. VI Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. Elche, 2010.

Álvarez, M.; Sedano, S.; De Benito, A.; F. Flores, J.; Cuadrado, G. y Redondo, J.C.: Efectos del entrenamiento de la fuerza en el rendimiento en el swing de golf. VI Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. Elche, 2010.



# *ÍNDICES*



**ÍNDICE GENERAL**

ÍNDICE DE TABLAS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
RESUMEN.....	ix
1- ANTECEDENTES.....	1
1.1.- FACTORES DE RENDIMIENTO DE CARÁCTER TÉCNICO.....	7
1.1.1.- El swing o golpeo de la bola .....	11
1.1.2.- Características generales del swing.....	11
1.1.3.- Factores determinantes del swing o golpeo de la bola.....	25
1.2.1.- Factores de rendimiento de carácter antropométrico en golf .....	36
1.2.- FACTORES DE RENDIMIENTO DE CARÁCTER ANTROPOMÉTRICO .....	35
1.3.- FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN GOLF.....	38
1.3.1.- La velocidad de la cabeza del palo.....	42
1.3.2.- La fuerza en el golf.....	46
2- OBJETIVOS .....	61
2.1.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	63
3- METODOLOGÍA .....	65
3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA .....	67
3.2.- MATERIAL.....	67
3.2.1.- Material empleado en la toma de datos antropométricos.....	67
3.2.2.- Material empleado en la toma de datos referentes a la fuerza de las extremidades inferiores y superiores .....	68
3.2.3.- Material empleado en la toma de datos relativos a la velocidad de golpeo la bola y aceleración del palo .....	68
3.2.4.- Material empleado en la validación del protocolo de medición de la velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo (acelerómetro SignalFrame-An).....	70
3.2.5.- Material empleado en el entrenamiento específico.....	71
3.2.6.- Material empleado en el almacenamiento y tratamiento de datos .....	71
3.3.- PROCEDIMIENTO.....	72
3.3.1.- Toma de datos antropométricos .....	73
3.3.2.- Toma de datos de fuerza explosiva.....	75
3.3.3.- Toma de datos de velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo .....	76
3.3.4.- Toma de datos de la fuerza máxima y fuerza isométrica en el grip.....	81
3.3.5.- Variables estudiadas.....	83
3.3.6.- Características generales del programa de entrenamiento de la fuerza. ....	83
3.3.7.- Controles efectuados.....	88
3.3.8.- Tratamiento estadístico de los datos. ....	89
4- RESULTADOS.....	91
4.1.- RESULTADOS DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD .....	93

4.2.- RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS .....	94
4.2.1.- Resultados obtenidos en las variables antropométricas.....	94
4.2.2.- Resultados obtenidos en las variables de fuerza explosiva. ....	95
4.2.3.- Resultados obtenidos en las variables de velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo.....	97
4.2.4.- Resultados obtenidos en las variables de las zonas de trabajo del entrenamiento de la fuerza máxima.....	99
4.3.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS VALORES INICIALES EN TODAS LAS VARIABLES ENTRE GC Y GE. ....	102
4.4.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO EN AMBOS GRUPOS (GC Y GE). ....	102
5- DISCUSIÓN .....	111
5.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA. ....	116
5.2.- VARIABLES DE FUERZA EXPLOSIVA Y FUERZA ISOMÉTRICA DEL GRIP Y EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA. ....	119
5.3.- VARIABLES DE VELOCIDAD DE GOLPEO DE LA BOLA Y ACELERACIÓN DEL PALO Y EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA. ....	124
6- CONCLUSIONES .....	129
7- REFERENCIAS .....	133
9- ANEXOS.....	149

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Categoría de hándicap según la EGA.....	4
Tabla 1.2: Músculos que intervienen en el backswing .....	19
Tabla 1.3: Músculos que intervienen en el downswing. ....	22
Tabla 1.4: Músculos que intervienen en el follow-trough.....	23
Tabla 3.1: Características del GC.....	67
Tabla 3.2: Características del GE. ....	67
Tabla 3.3: Estadísticos descriptivos de los sistemas 3D y SF-An. Valores de aceleración expresados en $ms^2$ . ....	78
Tabla 3.4: Correlación entre la aceleración del sistema 3D y el SF-An.....	78
Tabla 3.5: Régimen de entrenamiento del GE y GC durante el estudio.....	85
Tabla 3.6: Regimen del programa de entrenamiento de la fuerza. ....	86
Tabla 4.1: Resultados de la prueba Z de K-S en las variables analizadas en cada una de las pruebas del estudio.....	93
Tabla 4.2: Resultados obtenidos en variables antropométricas en GC y GE en las cinco pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD. ....	94
Tabla 4.3: Resultados obtenidos en variables de fuerza explosiva en GC y GE en las cinco pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD. ....	95
Tabla 4.4: Resultados obtenidos en variables de velocidad de la bola y en la aceleración media del palo en GC y GE en las cinco pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD .....	97
Tabla 4.5: Resultados obtenidos en variables de zona de trabajo de la fuerza máxima en GC y GE en las cinco pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.....	99
Tabla 4.6: Resultados obtenidos en la prueba t para muestras independientes. Diferencia significativa: $p < 0.05$ .....	102
Tabla 4.7: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables a lo largo de la intervención del programa de entrenamiento. ....	103

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: El entrenamiento deportivo como objeto multifactorial, (García Manso y cols., 1996).	5
Figura 1.2.: Fases en el aprendizaje de la técnica deportiva, (García Manso y cols. 1996).	7
Figura 1.3: Diferentes formas de agarre del palo. Fuente: Elaboración propia	13
Figura 1.4: Músculos que intervienen en el grip. Fuente: Maddalozzo, J.G.F. (1987)	14
Figura 1.5: Músculos que intervienen en el backswing Fuente: Maddalozzo, J.G.F. (1987).	19
Figura 1.6: Músculos que intervienen en el downswing. Fuente: Maddalozzo, J.G.F. (1987)	22
Figura 1.7: Músculos que intervienen en el follow-trough. Fuente: Maddalozzo, J.G.F. (1987)	24
Figura 3.1: Material utilizado en la toma de datos antropométricos.	68
Figura 3.2: Material empleado en la toma de datos de la fuerza explosiva, Sport Jump System y Sport JUMP 2.0 <sup>®</sup>	68
Figura 3.3: Material empleado en la toma de datos de aceleración del palo (Signal Frame- A) y velocidad de la bola (Radar Stalker modelo PRO <sup>®</sup> )	69
Figura 3.4: Material empleado en la validación del protocolo de medición de la velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo.	70
Figura 3.5: Material empleado en el entrenamiento específico.	71
Figura 3.6: Protocolo de ejecución del SJ.	75
Figura 3.7: Colocación del reflectante de sistema 3D y del transductor del SignaFrame-An.	77
Figura 3.8: Relación lineal entre el sistema 3D-Vicon y el SF-An	79
Figura 3.9: Esquema de validación de la velocidad de la bola.	79
Figura 3.10: Protocolo de validación de la medición de la velocidad de golpeo de la bola.	80
Figura 3.11: Medición de la fuerza isométrica del grip y de la RM de press banca horizontal, remo en máquina sentado, prensa de piernas, press militar sentado, extensión de gemelos sentado, tríceps con cable hacia abajo.	82
Figura 3.12: Swing acelerado con un sistema de gomas.	88
Figura 4.1: Evolución de la masa corporal en el GC y en el GE. Media $\pm$ SD	94
Figura 4.2: Evolución del porcentaje de masa grasa en el GC y el GE. Media $\pm$ SD.	94
Figura 4.3: Evolución del porcentaje de masa muscular en el GC y el GE. Media $\pm$ SD.	95
Figura 4.4: Evolución de la altura en CMJ en el GC y en el GE. Media $\pm$ SD	96
Figura 4.5: Evolución de la altura en SJ en el GC y en el GE. Media $\pm$ SD	96

Figura 4.6: Evolución de la dinamometría derecha en el GC y en el GE. Media $\pm$ SD.	96
Figura 4.7: Evolución de la dinamometría izquierda en el GC y en el GE. Media $\pm$ SD.	97
Figura 4.8: Evolución de la velocidad de la bola en el GC y el GE. Media $\pm$ SD.	98
Figura 4.9: Evolución de la aceleración media del palo en el GC y el GE. Media $\pm$ SD.	98
Figura 4.10: Evolución de la aceleración media del palo, en el backswing, en el GE.	98
Figura 4.11: Evolución del press banca en el GC y el GE. Media $\pm$ SD	99
Figura 4.12: Evolución de la prensa de piernas en el GC y el GE. Media $\pm$ SD	100
Figura 4.13: Evolución de Press militar sentado en el GC y el GE. Media $\pm$ SD	100
Figura 4.14: Evolución de los Extensión gemelos sentado en el GC y el GE. Media $\pm$ SD	100
Figura 4.15: Evolución del tríceps con cable abajo en el GC y el GE. Media $\pm$ SD	101
Figura 4.16: Evolución del remo sentado en el GC y el GE. Media $\pm$ SD	101
Figura 4.17: Porcentaje de masa grasa en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	104
Figura 4.18: Porcentaje de masa muscular en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	104
Figura 4.19: Altura de salto en SJ en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	105
Figura 4.20: Altura de salto en CMJ en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	105
Figura 4.21: Velocidad de golpeo de la bola en ambos grupos en cada una de las pruebas. Media $\pm$ SD.	106
Figura 4.22: Aceleración del palo en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	106
Figura 4.23: 1 RM Press banca en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	107
Figura 4.24: 1 RM Sentadilla en ambos grupos en cada una de las pruebas. Media $\pm$ SD.	107
Figura 4.25: 1 RM Remo en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	108
Figura 4.26: 1 RM Tríceps con cable en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	108
Figura 4.27: 1 RM Extensión gemelos sentado en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	108
Figura 4.28: 1 RM Press militar sentado en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media $\pm$ SD.	109
Figura 4.28: Representación gráfica del somatotipo para GE y GC. (somatocarta)	109

# ABREVIATURAS

**2D:** Dos dimensiones.

**3D:** Tres dimensiones.

**ABK:** Abalakov.

**ANOVA:** Análisis de varianza de un solo factor.

**CEA:** Ciclo de Estiramiento-Acortamiento.

**CMJ:** Salto con contramovimiento (counter movement jump).

**CMJB:** Salto con contramovimiento con los brazos libres.

**DJ:** Drop Jump.

**EGA:** Asociación Europea de Golf.

**EE.UU:** Estados Unidos.

**ej :** Ejemplo.

**etc:** etcétera.

**F:** F de Snedecor.

**GC:** Grupo control.

**GE:** Grupo experimental.

**GREC:** Grupo Español de Cineantropometría.

**K-S:** Kolmogorov-Smirnov.

**N:** Número.

**NSCA:** National Strength and Conditioning Association

**P1:** Primera prueba.

**P2:** Segunda prueba.

**P3:** Tercera prueba.

**P4:** Cuarta prueba.

**P5:** Quinta prueba.

**RJ:** Repeated Jump.

**RM:** Repetición máxima.

**R<sub>xy</sub>:** Coeficiente de correlación de Pearson.

**SD:** Desviación estándar.

**Sig:** Significación asintótica.

**SJ:** Squat Jump.

# UNIDADES DE MEDIDA

cm: Centímetros.  
Hz: Herzios.  
kg: Kilogramos.  
km: Kilómetros.  
km/h: Kilómetros por hora.  
m: Metros.  
min: Minutos.  
mm: Milímetros.  
mph: Millas por hora.  
m/s: Metros por segundo.  
s: Segundos.



# RESUMEN



El propósito del presente estudio es determinar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza de 18 semanas de duración, dividido en tres partes, sobre las características antropométricas, la fuerza explosiva de las extremidades inferiores, rendimiento con el drive, la fuerza máxima y la fuerza isométrica de agarre (grip) en jugadores de élite masculinos. La hipótesis es que, tras el programa de entrenamiento de fuerza, de 18 semanas de duración, realizados durante la temporada de competición, que sustituye parcialmente al programa de acondicionamiento físico habitual, el grupo experimental demuestre un mayor incremento en la fuerza explosiva, rendimiento con el drive, en la fuerza máxima y en la fuerza isométrica de agarre del grip.

### *Objetivos.*

Valorar la influencia de un programa de entrenamiento de la fuerza en el golpeo de la velocidad de la bola en golf y evaluar las diferencias existentes en variables antropométricas y físico-técnicas entre dos grupos de hombres jugadores de golf de élite con hándicaps de 0 a 5. Por otro lado, también se pretende establecer las correlaciones existentes entre la velocidad de golpeo de la bola y distintas variables de fuerza explosiva

### *Muestra.*

La muestra empleada estaba compuesta por 10 hombres jugadores de golf diestros divididos aleatoriamente en dos grupos:

- Grupo de control (GC): 5 jugadores de golf (edad media  $23,9 \pm 6,7$  años) que realizaban un programa estandar de acondicionamiento físico de golf
- Grupo experimental (GE): 5 jugadores (edad media  $24,2 \pm 5,4$  años) que participaban en un programa de entrenamiento de fuerza dividido en tres partes: entrenamiento de fuerza máxima, de fuerza explosiva combinando pesas con pliometría y un programa de entrenamiento específico de golf realizando swings acelerados con un palo de golf lastrado.

### *Mediciones*

- Antropométricas: Se registraron la talla, la masa corporal, la altura trocantérea, seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo y medial de la pierna), cuatro perímetros (brazo relajado, brazo contraído y flexionado, muslo y pierna) y tres diámetros (biepicondíleo del húmero, bicondíleo del fémur y biestiloideo). Posteriormente se calcularon la masa grasa, masa ósea, masa residual y masa muscular con sus respectivos porcentajes utilizando para ello las fórmulas de Faulkner (1968), Rocha (1975), Würch (1974) y Matiegka (1921). El somatotipo se determinó a través método antropométrico de Heath-Carter (Carter, 1975).
- Fuerza explosiva: Se midió la altura en salto con contramovimiento y squat jump y la fuerza máxima e isométrica del grip.

### *Resultados.*

La prueba *t* para muestras independientes utilizada para comparar los valores iniciales de las distintas variables no revela la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos en ninguno de los parámetros analizados.

ANOVA reveló la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre niveles la masa grasa, la masa muscular y en componentes del somatotipo. Los resultados muestran una mayor, masa grasa y endomorfia en los golfistas que no llevaban a cabo el programa de entrenamiento de la fuerza (GC), mientras que el porcentaje de masa muscular y la ectomorfia son mayores en GE. La somatocarta revela que tanto el GC como el GE se sitúan dentro del somatotipo endo-ectomórfico aunque existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos.

Por su parte para las variables de fuerza explosiva, ANOVA indica la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo tanto para el salto con contramovimiento como para el squat jump y todas la variables relacionadas con la fuerza máxima, pero no en la fuerza de agarre del grip. Las pruebas post-hoc de Scheffe indicaron que en el caso del GE existían diferencias estadísticamente significativas en ambos tipos de salto entre P1 por un lado y P2, P3, P4 y P5 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias significativas entre P2, P3,P4 y P5. De manera similar a lo que ocurría en el caso de las variables de fuerza explosiva, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción para la velocidad de golpeo y la aceleración del palo. Las pruebas post-hoc de Scheffe localizaron dichas diferencias entre P1 y P3, P4 y P5 en el GE. Sin embargo, no se localizaron diferencias significativas entre P2, P3,P4 y P5. Respecto a la fuerza máxima ANOVA

### *Conclusiones.*

- El programa de entrenamiento propuesto, de dieciocho semanas de duración, contribuye en la mejora de la fuerza explosiva y máxima en jugadores de golf.
- Esas mejoras en la fuerza pueden transferirse al rendimiento en el golpeo de la bola en términos de velocidad de golpeo de la bola y de la aceleración media del palo, aunque dicho proceso requiere tiempo.
- El trabajo de 6 semanas de entrenamiento de fuerza máxima provoca mejoras significativas, y aunque estas no son transferidas como ganancia al movimiento específico, tampoco lo empeoran.
- Se necesitan al menos 12 semanas, incluyendo el entrenamiento de fuerza explosiva, para transferir las mejoras de fuerza a la mejora en swing, mejorando la velocidad de salida de la bola.
- Las mejoras logradas con el entrenamiento de fuerza, tanto en fuerza explosiva, máxima como en velocidad de golpeo de la bola y aceleración media del palo, pueden mantenerse durante varias semanas continuando con el entrenamiento regular de golf.

- En general se observa un pobre desarrollo de la fuerza los jugadores de golf, llegando a la conclusión de que la práctica del golf en sí misma no es un estímulo adecuado y suficiente para el desarrollo de esta capacidad física. Se plantea, por tanto, la necesidad de complementar el entrenamiento con programas específicos encaminados al desarrollo de la misma.
- Se registran diferencias significativas entre grupos en el caso de las variables antropométricas, en la masa grasa y la masa muscular, tras el periodo de entrenamiento.



# 1- ANTECEDENTES



## 1.- ANTECEDENTES

Podemos decir que la gran expansión del golf se ha producido a finales del siglo XX ( National Sporting Goods A., 2001; Farrally, M.R., Cochran, A.J., Crews, D.J., Hurdzan, M.J., Price, R.J., Snow, J.T. y Thomas, P.R., 2003) paralelamente a la invención de la bola con núcleo de goma y el gran “boom” en la construcción de campos de golf. De hecho, es practicado por más de 35 millones de personas en el mundo entero, con jugadores de todas las edades y niveles de habilidad (Farrally y cols. 2003). Con los campos nuevos se creó la figura del profesional del golf para enseñar a los principiantes y se empezó a transformar en el deporte popular que es hoy en día (Farrally, M.R., Cochran, A.J., Crews, D.J., Hurdzan, M.J., Price, R.J., Snow, J.T. y Thomas, P.R., 2003; Hume, P.A., Keogh, J., y Reid, D., 2005). La gran demanda que existe ahora está produciendo un nuevo gran auge, promovido por los torneos y competiciones internacionales y el reconocimiento como “estrellas del deporte” de los mejores jugadores. Además, es un deporte que tradicionalmente ha sido visto como un juego de habilidad en el cual lo importante eran las habilidades con la bola pero en el que ahora importa es el desarrollo físico. (Fletcher y 2004 Hartwell, Lephart y cols. 2007, Keogh y cols. 2009). Por otra parte, los métodos, las técnicas, los propios campos y el equipo (Cochran, A.J., 2002) están en continuo cambio y esto hace que la gente tenga un mayor interés y curiosidad por este deporte.

En el golf, antiguamente, lo que importaba era la técnica, la táctica y los aspectos mentales pero hoy en día la preparación física se considera un factor clave (Lennon, H.L., 1996)

Por eso es interesante descubrir las características generales del juego del golf, así, el golf es un deporte cuyo objetivo radica en jugar una bola desde el lugar de salida, denominado “tee” y golpear la bola a lo largo del terreno hasta llegar al “green”, que es una zona de hierba corta que rodea al hoyo, y una vez aquí mediante un golpeo denominado “pateo”, se deberá meter la bola en el hoyo. El jugador que utilice menos golpes para introducir la bola en el hoyo, habrá ganado.

Un recorrido en golf consiste en realizar 18 hoyos con un número de golpes, aproximado entre 70-72 golpes (par del campo) si el hándicap que se posee, que es la ventaja en golpes que recibe el amateur sobre el par del campo, es cero. El hándicap se divide en 6 categorías según la EGA (Asociación Europea de Golf), esta última, la sexta, reservada a benjamines, alevines e infantiles. El hándicap es el nivel de juego, una clasificación que controla la presencia de los jugadores en el campo y el orden de salida en los campeonatos. Los mejores jugadores tienen un hándicap cero o inferior y los que empiezan un handicap 36. Para obtener el handicap al principio hay que hacer unas prácticas para demostrar unos conocimientos básicos del deporte. El handicap se modifica por el nivel del juego sobre el par del campo en competiciones homologadas por la federación. Existe un órgano, el Comité de Competición que en cada torneo establece el orden y la variación del hándicap de cada jugador. De hecho para poder jugar en un campo homologado se debe estar en posesión del hándicap

por parte de la federación y a su vez estar federado. Los ingleses aseguran que saber jugar al golf significa tener un hándicap entre 0 y 10. Ahora mismo en este deporte se establecen seis categorías de hándicap.

CATEGORIAS	HANDICAP
1	4,4 o menos
2	de 4,5 a 11,5
3	de 11,5 a 18,4
4	de 18,5 a 26,4
5	de 26,5 a 36, incluidos caballeros
6	de 36, 5 a 48, reservada a los jugadores benjamines, alevines e infantiles.

*Tabla 1.1: Categoría de hándicap según la EGA.*

A nivel profesional no existe el hándicap, aunque para obtener la licencia de jugador profesional se debe tener como máximo hándicap 1. Para ello se debe competir dos vueltas por debajo de uno y superar un examen de reglas.

El espacio en el que se desarrolla el juego del golf es al aire libre y está formado por 18 hoyos, los cuales nunca se reducen ni aumenta en caso de competición, a no ser que los participantes junto con el Comité de Competición lleguen a un acuerdo. El golf presenta diferentes obstáculos en su espacio que deben ser evitados, como son los “bunkers”, terreno normalmente en depresión en el que el césped ha sido sustituido por arena, y los “obstáculos de agua”, que pueden ser un lago, mar, río, estanque, zanja, etc....

El tiempo de desarrollo de juego no viene determinado en el Reglamento. Cada jugador puede tomarse todo el tiempo que quiera, salvo que esto entorpezca a un grupo de jugadores que venga detrás y entonces deberá permitirles que pasen y no podrá volver a golpear hasta que estos jugadores estén fuera de su alcance. Si se está realizando una competición, el tiempo sí que viene marcado por el Reglamento. La hora de salida de cada jugador viene marcada por el Comité de Competición y tendrá 5 minutos para llegar al lugar de salida desde su hora fijada. Si no se comienza a jugar a su hora, se penalizará con la pérdida del primer hoyo a jugar, en el juego por hoyos o de dos golpes en el primer hoyo, si se juega a golpes.

Se puede decir, que el golf se trata de un juego de habilidad en el que hay que golpear la bola con distancia y precisión (Adlington, G.S., 1996; Milburn, P.D., 1982; Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002; Hume, P.A., Keogh, J. y Reid, D., 2005; Maddalozzo, J.G.F., 1987). La mejora en cualquiera de los aspectos relacionados con el golf implica una mejora en el propio juego pero la base fundamental de este deporte es el swing (Geisler, P.R., 2001; Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002) y sobre este se van a fundamentar el resto de movimientos de dicho deporte. Sin embargo, la preparación física es ahora un componente integral en el entrenamiento de los jugadores de la élite, ya que el golf es

un juego físico que exige, no sólo destreza, si no también generar fuerza explosiva a través del movimiento (Wells y cols., 2009)

Los diferentes requerimientos relacionados con el nivel de rendimiento en la ejecución del swing son muy diferentes, el nivel de rendimiento de las acciones motrices depende de las capacidades de condición física, técnica, táctica y psíquica. La importancia de las mismas variará en función de las características del deporte, del gesto deportivo, etc; por ejemplo, en los deportes de resistencia la condición física es la capacidad más determinante (Grosser y Neumaier, 1986). Sin embargo, en el golf el dominio técnico es el factor determinante para la obtención del máximo rendimiento (Dillman, C.J. y Lange, G.W., 1994; Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002; López de Subijana, C., De Antonio, R., Juárez, D. y Navarro E., 2008) ya que el swing es el gesto en el cual se basa este deporte y se trata de una acción técnica muy compleja y difícil de dominar.

El rendimiento motor de un individuo está condicionado por una serie de variables que afectan directamente al resultado final de la acción y que se denominan factores de rendimiento. En este sentido García Manso y cols. (1996) hablan del entrenamiento deportivo como un objeto multifactorial, ya que está constituido por diferentes componentes y comportamientos que actuando en conjunto conducen a ese rendimiento. (Figura 1.1).

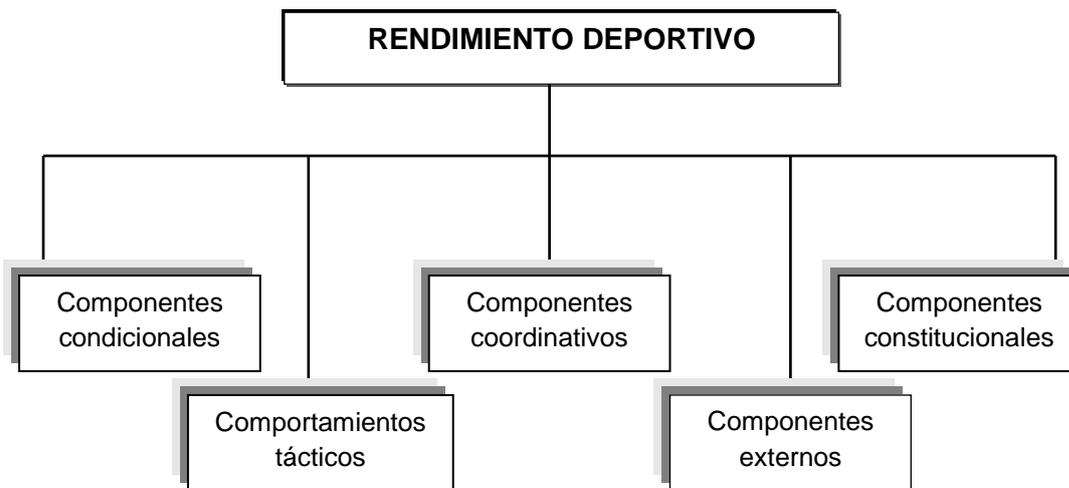


Figura 1.1: El entrenamiento deportivo como objeto multifactorial, (García Manso y cols., 1996).

A continuación se explican esos factores:

- *El rendimiento técnico del swing (componente coordinativo):* determinado por la adecuada reproducción del modelo técnico básico. El dominio técnico es el factor determinante para la obtención del máximo rendimiento. El objetivo principal al ejecutar un swing es provocar la máxima distancia, exactitud, consistencia y control en cada uno de los golpes ( Maddalozzo, J.G.F., 1987)
- *El rendimiento táctico (comportamiento táctico):* la implicación táctica en el deporte del golf es bastante baja, más bien que de táctica, podríamos hablar de estrategia. Depende de la modalidad del campo, del resultado y del orden de

clasificación que se lleve y sobre todo del dominio de la técnica que se posea (Montaner, L., 2007). La estrategia variará si en el desarrollo del juego la diferencia respecto al adversario es amplia. En este caso, se debería intentar mantener el nivel de juego y no arriesgar. Por el contrario, si se trata de una situación en la que uno de los jugadores está muy aventajado en golpes respecto a otro, será el propio jugador en desventaja el que deba pensar que la acción que más le conviene sea arriesgar. Pero realmente no se puede decir que exista una táctica y/o estrategia concreta a utilizar, sino que dependerá de cada situación y del dominio técnico que se tenga. También va a ser diferente dependiendo de la modalidad que se esté jugando, ya que no es lo mismo jugar contra un adversario, contra más de uno, jugar con compañeros o jugar con la mejor bola. El tipo de competición también influye. La estrategia de juego de un partido de match-play es diferente a la de medal-play. En el primer caso el juego se modificará en función de los resultados del adversario, si este domina el partido habrá que arriesgar, mientras que si ocurre lo contrario habrá que ser más prudente. En el caso del medal-play sólo se correrán riesgos si merece la pena (Pasini, W. y Garañalde, J., 1991).

- *La variabilidad del espacio y las condiciones meteorológicas (lluvia, viento...)* (componente externo): De la misma forma habrá que tener en cuenta estos aspectos que pueden influir a la hora de ejecutar los golpes. La lluvia tiene su influencia en los resultados, sobre todo si es muy intensa, pues encharca los greens y resulta incómodo jugar, obligando a veces a la suspensión temporal o definitiva. Estos factores climatológicos, hacen que el campo cambie, es decir, si el campo se ve sometido durante muchas jornadas al viento pasa a estar más duro en general, notándose esto por ejemplo en la dureza de los greens lo cual influye también en su velocidad, cuando el jugador utiliza el putt. (Montaner, L., 2007)
- *El rendimiento psíquico (componentes condicionales)*: las características físicas y la constitución determinan la técnica de ejecución pero no sería correcto decir que los límites de un jugador son ante todo técnicos. Las limitaciones psicológicas llevan con frecuencia a las limitaciones técnicas (Pasini, W., 1991). Concentrarse durante largos periodos de tiempo es cansado y da como resultado niveles elevados de tensión (Keogh, B.K. y Smith, C.E., 1985), por lo tanto, es necesario saber controlar, dirigir la atención y concentrarse en los momentos en los que realmente se requiera.
- *La condición física (componentes constitucionales)*: se debe basar en las necesidades requeridas en la ejecución de la técnica básica. El golf es un juego de habilidad. Supone golpear la bola con precisión y distancia. (Adlington, G.S., 1996; Milburn, P.D., 1982; Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002; Hume, P.A., Keogh, J. y Reid, D., 2005). La mejora en cualquier área implica una mejora en el juego del golf.

### 1.1.- FACTORES DE RENDIMIENTO DE CARÁCTER TÉCNICO

Manno (1991) define la técnica como “el proceso, o conjunto de procesos, que se aprenden a través del ejercicio, los cuales permiten realizar lo más racional y económicamente posible y con la máxima eficacia una determinada tarea del movimiento”. Según García Manso y cols. (1996) el objetivo principal del entrenamiento técnico es “educar el comportamiento motor del deportista de acuerdo a las características objetivas y generales de la técnica estándar a partir de las características propias del deportista”.

Peitersen (2003) indicaba que el proceso de aprendizaje y dominio de una técnica ha de desarrollarse en diferentes etapas, etapas ineludibles si se quiere que el desarrollo del movimiento sea correcto. En este sentido Neumaier (1995) (citado por García Manso y cols. 1996) habla de dos fases:

- Adquisición de la estructura básica.
- Optimización. (Perfeccionamiento, estabilización y automatización, variación y selección en función de la situación).

Por su parte García Manso y cols. (1996) hablan de tres fases en el aprendizaje de la técnica deportiva. En una primera fase, el practicante elabora una configuración motora general para resolver el problema motor. En una segunda fase el individuo toma conciencia con carácter asociativo y finalmente, en una tercera fase, el deportista automatiza el movimiento, lo que le permite atender a otras variables a la vez que ejecuta el gesto. Estos autores plantean el siguiente esquema del entrenamiento de la técnica deportiva (figura 1.2.):

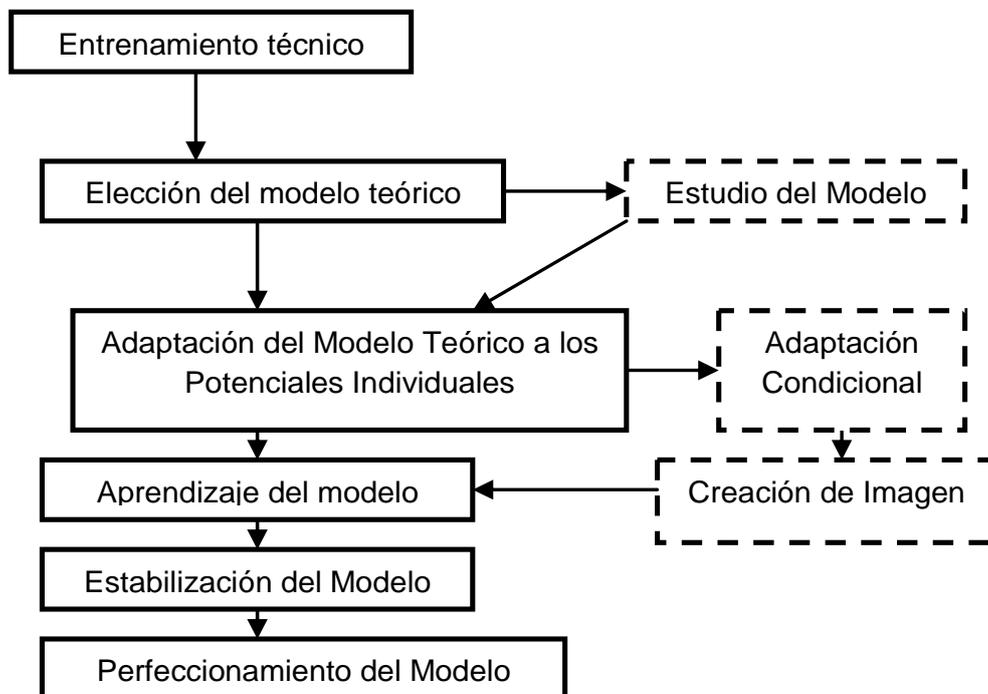


Figura 1.2.: Fases en el aprendizaje de la técnica deportiva, (García Manso y cols. 1996).

El golf y concretamente el gesto del swing, es una acción técnica muy compleja y difícil de dominar que requiere grandes exigencias coordinativas. El dominio técnico es el factor determinante para la obtención del máximo rendimiento. El objetivo principal del swing es utilizar el drive para golpear la bola tan lejos como sea posible (Hume y cols., 2005, Wallace y cols., 2007), lo que constituye una acción explosiva de gran actividad muscular. De hecho, es un movimiento complejo de estiramiento - acortamiento de todo el cuerpo y que pone varias articulaciones del cuerpo bajo tensión para transferir la potencia a la pelota de golf (Lindsay y cols., 2000, Fletcher y Hartwell, 2004; Hume y cols., 2005; Thompson y cols., 2007; Wells y cols., 2009) y que provoca gran estrés en puntos determinados del cuerpo pudiendo llegar a producir lesiones (Hides, J.A., Richardson, C.A. y Jull, G.A., 1996; Hosea, T. y Gatt, C.T, 1996; Lindsay, D.M, Horton, J.F. y Vandervoort, A.A., 2000). Se trata de una cadena cinética, es decir, una secuencia de acciones (Kreighbaum, E. y Barthels, K.M., 1981), una compleja acción que requiere la actividad coordinada de numeroso grupos musculares para realizar una ejecución correcta (Gorman, J., 2001) y la obtención de la máxima velocidad (Okuda, I., Armstrong, CW., Tsunezumi, H. y cols., 2002; Kreighbaum, E. y Barthels, K.M. (1981) El swing es un movimiento muy complejo provocado por la fuerza que realiza la cadera y zona lumbar de la columna vertebral (Mc.Teigne, Lamb, Mohram...1994) y los hombros (Williams y Canavah, 1983). Según Gatt, C.J., Pavol, M.J., Parker, RD. y cols. (1998), el swing es, en principio, una actividad muscular del tren superior pero una parte de la potencia del swing provienen del tren inferior y que afecta directamente a la parte baja del cuerpo si la musculatura es débil y limitada (Pedersen, M., 2005)

Existen numerosos estudios sobre el análisis del swing, unos autores definen el swing como un modelo matemático de doble péndulo (Cochran, A.J. y Stobbs, J., 1968; Milburn, P.D., 1982; Campbell, K.R., y Reid, R. E., 1985; Sprigings, E. J. y Neal, R.J., 2000; Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002), otros como un modelo de dos segmentos con un eje de aceleración (Jorgensen, T., 1970; Jorgensen, T.,1994) o como un modelo complejo de 3D con variaciones en el plano que marca el brazo izquierdo y la posición de la cabeza del palo (Coleman, S. G. S. y Rankin, A. J., 2005; Neal, R.J. y Wilson, B.D.,1985; McLaughlin, P.A., 1994). Al tratarse de un movimiento en 3D, este tipo de análisis es el preferido para las investigaciones (Morgan, D. Cook, F., Banks, S. y cols., 1998). Por lo tanto, según Flick, J. (1984) el swing tiene 3 dimensiones, una vertical, que implica las manos, una lateral, los brazos y una rotacional, que es el giro del cuerpo.

Autores como Campbell, K.R., y Reid, R. E. (1985) o Sprigings, E. J. y Neal, R.J. (2000) consideran al swing como un modelo de 3 segmentos con rotación pero Vaughan, C.L. (1981) puntualiza, sobre este modelo, que el plano del mango del palo no es constante. Otros autores indican que el swing es un análisis del movimiento del hombro, del brazo izquierdo y del palo pero que estos segmentos no se encuentran en el mismo plano durante el downswing (Coleman, S. G. S. y Rankin, A. J., 2005; Lowe, B., 1994). Según los estudios de Lowe, B., (1994); Budney, D. R. y Bellow, D. G.,

(1982) y Milburn, P.D. (1982), el swing es un movimiento que se ejecuta sobre un plano de dos dimensiones. Coleman, S. y Anderson, D. (2007), analizaron si existía un único plano en el swing de golf y llegaron a la conclusión de que matemáticamente era posible encontrar un plano único para el swing pero que variaba entre jugadores y palos utilizados por lo que se encuentran planos únicos diferenciados para cada palo.

El swing consiste en un movimiento que implica la unión de varios componentes del cuerpo, de las manos y del palo, por lo que se trata de un movimiento dinámico de estos elementos unido al del torso en el que se debe controlar la dirección y la velocidad de la cabeza del palo (Leadbetter, D. 1990). Al tratarse de un movimiento complejo, se puede decir que el éxito del swing depende de la ejecución en la acción secuencial que conlleva el propio movimiento (Richards, J., Farrell, M., Kent, J., y Kraft, R., 1985).

Existen contradicciones entre si existe un único tipo de swing o existen diferentes swing. Numerosos autores consideran que existen diferentes estilos de swing dependiendo de factores como las características físicas de los palos de golf (Kaneko, Y. y Sato, F., 1993; Budney, D. R. y Bellow, D. G., 1982; Coleman, S. y Anderson, D., 2007; Wallace, E.S., Otto, R.S. y Nevill, A, 2007; Neal, R.J., Abernethy, B. y Moran, M. J., 1990), el arco del swing (Nagao, N. y Sawada, Y., 1977), la rotación o la transferencia de peso (Yessis, M., 2000). Neal, R. (1998) señala la existencia de dos estilos de swing, de izquierda a derecha y el estilo rotacional, mientras que Koslow, R. (1994) señala que son tres en función de los resultados que se observan en la transferencia de peso en la plataforma de fuerzas, haciendo hincapié que los jugadores noveles no realizan una transferencia de peso completa al realizar el swing.

También se ha estudiado sobre si existen diferencias entre el swing de hombres y de mujeres (Egret, C.I., Nicolle, B., Weber, J., Dujardin, F. H y Chollet, D. (2006). Aunque las diferencias no se pueden considerar significativas a pesar de que los hombres consigan más distancia (Jobe, F.W., Perry, J. y Pink, M., 1989), se dice que la diferencia viene dada por la técnica individual (López de Subijana, C., De Antonio, R., Juárez, D. y Navarro E. (2008)

No es que exista un swing particular para cada jugador, pero si cada jugador tiene uno (Adlington, G.S., 1996; López de Subijana, C., De Antonio, R., Juárez, D. y Navarro E., 2008) . A su vez, existen discrepancias sobre las diferencias en el swing respecto a la utilización de los diferentes tipos de palos, Nagao, N. y Sawada, Y. (1973) consideran que existen puntos comunes, pero también diferentes entre la utilización de un drive y de un hierro 9, mientras que Budney, D. R. y Bellow, D. G. (1982) señalan que el swing es idéntico para maderas y hierros y Richards, J., Farrell, M., Kent, J., y Kraft, R. (1985) señalan que esta diferencia viene dada por la velocidad en el swing y no por que existan diferentes tipos de swing.

Ericsson, K.A. (1997; 2001) considera que la ejecución perfecta del swing viene dada por la práctica.

El swing implica un orden de acciones en la fase de aceleración y según Milburn, P.D. (1982) es el siguiente: brazo izquierdo, muñeca izquierda y cadera derecha. Nesbit, S.M., y Serrano, M. (2005) señalan que el swing se trata de una secuencia de máximos en la cadena cinética que forman la cadera izquierda, cadera derecha, el tronco, hombro izquierdo, hombro derecho, codo izquierdo y codo derecho y las muñecas izquierda y derecha. Estos mismos autores indican que la secuencia temporal en el swing está basada en el trabajo de los segmentos, en donde la máxima velocidad del palo se produce un 5% antes del impacto en relación al tiempo total del swing. Además establecen diferencias entre hombres y mujeres en el orden secuencial de la cadena cinética. Para los hombres el orden es la cadera, codo y hombro izquierdos y la cabeza del palo, aunque señalan que los hombros llegan a su máximo antes que los codos ( Nesbit, S.M., y Serrano, M., 2005 y López de Subijana, C., De Antonio, R., Juárez, D. y Navarro E., 2008) y en las mujeres el orden de la secuencia no se concreta si las caderas van antes que los codos ( Nesbit, S.M., y Serrano, M., 2005).

López de Subijana, C., De Antonio, R., Juárez, D. y Navarro E. (2008) indican en su estudios que el codo izquierdo y las caderas se mueven a la vez, al igual que lo hace el hombro izquierdo y el palo.

El desplazamiento de la bola de golf es una función directa a la velocidad lineal de la cabeza del palo en el momento de impacto entre el palo y la bola (Hume y cols. 2005, Wallace y cols., 2007) y esto es un componente vital para el éxito en este deporte.

Las acciones del cuerpo de un golfista y del palo deben estar coordinadas en una secuencia que comienza con los grandes músculos de las caderas y las piernas y pasar la fuerza a la palanca de hombros, brazos y manos (Hay, 1985) Por lo tanto, es necesaria una buena técnica para que la potencia del músculo se transfiera a la cabeza del palo.

La velocidad de la cabeza del palo y de la bola vienen determinados por la capacidad técnica de los jugadores de golf a la hora de realizar el swing y también por su capacidad para contraer con fuerza los músculos implicados en el movimiento (Hume y cols., 2005; Lephart y cols., 2007; Wallace y cols., 2007).

Por lo tanto, teniendo en cuenta todo lo señalado, se puede decir que si bien es interesante de cara al análisis de un deporte clasificar los diferentes elementos que lo componen en categorías, también consideramos que es necesario tomar dichas clasificaciones con suma cautela, teniendo en cuenta que el desarrollo real del juego implica interdependencia de todos los elementos que lo componen.

### **1.1.1.- El swing o golpeo de la bola**

El swing o golpeo de la bola está considerado por la mayoría de los autores como la habilidad fundamental para el desarrollo del juego y el rendimiento del golfista por ser el gesto básico y casi único del deporte del golf. El swing completo es el gesto más utilizado y en el que se basa cualquier otro tipo de golpeo (Wells y cols. 2009). En él, el jugador trata de imprimir diferentes niveles de velocidad y trayectorias sobre la bola, todo con un alto nivel de precisión. Newton, R.U.; Kraemer, W.J., Häkinnen, K., Humpries, B.J. y Murphy, A.J. (1996) señalan que los profesionales se encuentran más capacitados para rotar su swing más rápido que los amateurs. En este mismo sentido, Lennon, H.L. (1996) indica que los amateurs poseen una menor eficiencia en el swing que los profesionales por un retraso en la ejecución mecánica del swing y por los aspectos físicos.

Existen variantes del golpeo, dependiendo de factores como el palo a utilizar, el efecto que se le quiera dar a la bola, la posición de la bola o la naturaleza e intención del swing. Según la Asociación Americana de Profesionales de Golf los gestos técnicos que utiliza principalmente el golfista son el swing completo y el putt. Wallace, E.S., Otto, R.S. y Nevill, A. (2007) afirman que el objetivo del drive es golpear la bola con el mayor control, lo más lejos posible y que quede en la calle. Dentro del golf todos los golpes son importantes, por supuesto, pero quizás este es uno de los más cruciales porque empezar bien un hoyo es vital a la hora de hacer un buen recorrido.

### **1.1.2.- Características generales del swing.**

Tradicionalmente se han utilizado los estudios de tipo fotogramétrico y 2D para dividir el gesto del swing. Actualmente se utilizan los análisis en 3D para dividir el gesto del swing en diferentes fases y analizar los factores que pueden considerarse determinantes para la adecuada ejecución del mismo.

El swing completo de golf consta de tres fases principales: a) - la fase de preparación: que consiste en el grip, la postura, y la posición de la bola, b) - la fase de ejecución: el backswing y el downswing y c) - la fase de recuperación o follow-through. (Maddalozzo, J.G.F., 1987) Según Ball, K.A. y Best, R.J. (2006), los instantes más importantes en el swing son el stance, el top del backswing, la pausa final y el impacto.

Fases que a continuación se explican más detalladamente:

#### **a)- La fase de preparación: el grip, la postura y la posición de la bola.**

Para realizar un buen swing es necesario un buen "grip" (empuñadura o agarre) y la colocación del cuerpo y los pies.

Wadlinton, R. (1974) afirma que el grip es la base de un buen swing de golf. El propósito fundamental es asegurar que las manos y muñecas trabajen juntas, en orden, para transferir la fuerza generada por el cuerpo y la acción de las piernas

durante el balanceo hacia la pelota (Maddalozzo, J.G.F, 1987.). Es de gran importancia tener una buena empuñadura, la colocación de las manos al agarrar el palo, y permitir así el control de este a lo largo de toda la ejecución del swing (Allis, P.; Trevillion, P., 2001)

A la hora de llevar a cabo un golpe es fundamental la acción de las manos, es decir, que el grip sea sólido y no se modifique a lo largo del mismo, ya que esto provocará que la posición de la cara del palo varíe, al igual que la longitud y dirección, y consecuentemente se realizarán golpes no deseados.

Básicamente podemos diferenciar tres tipos diferentes de empuñaduras o grip. Meadows, C. (2001) Las clasifica en tres formas de agarre

- Baseball grip o con las 2 manos: no existe enlace entre las dos manos y normalmente la usan aquellas personas que no tienen mucha fuerza en éstas.
- Interlocking o entrelazada: consiste en entrelazar el dedo meñique de la mano derecha con el índice de la mano izquierda.
- Overlapping o Vardon: el dedo meñique de la mano derecha se coloca entre el primer y segundo dedo de la mano izquierda.

La diferencia entre estos tres tipos de grips radica en la colocación del dedo meñique de la mano derecha y el índice de la mano izquierda. Diferentes investigaciones sugieren que ningún tipo de grip tiene ventaja significativa sobre los otros en lo que respecta a la distancia y precisión de los golpes (Wadlington, R., 1974). Los dos últimos son los más comunes. El grip interlock crea la sensación de que se tiene agarrado el palo con seguridad y el overlap, es el más utilizado.

Independientemente del grip que elija el jugador, los principios básicos fundamentales son los mismos para los tres tipos.

A la hora de agarrar el palo de golf, el primer paso que se debe dar, en el caso de un jugador diestro, es sostener el palo con la palma y los dedos de la mano izquierda. El palo se sostiene principalmente con los tres últimos dedos de la mano izquierda. El pulgar se coloca ligeramente a la derecha del centro del mango y se forma una "V" con el dedo índice y pulgar. Esta "V" apuntará al hombro derecho. La mano izquierda es la mano de apoyo y proporciona la fuerza. La mano derecha aplica el golpe y el agarre es más con los dedos. Los dos dedos medios ejercen la mayor presión, esto asegura un mayor control y sensibilidad. La mano derecha se puede unir con la izquierda mediante alguna de las dos formas anteriormente mencionadas, debiendo ocultar el pulgar izquierdo y formando una "V" entre el pulgar derecho y el índice. El vértice de la "V" que forma la mano izquierda debe apuntar entre la barbilla y el hombro derecho, al igual que la "V" que se forma en la mano derecha.



Figura 1.3: Diferentes formas de agarre del palo. Fuente: Elaboración propia

Es fundamental agarrar el palo de golf con la fuerza adecuada, es decir, mantenerlo bien sujeto pero con suavidad y sin ejercer demasiada fuerza con los músculos del antebrazo. (Allis, P.; Trevillion, P., 1998) Puede ocurrir que al elevar el palo, el grip se afloje, influyendo así en la cara del palo y, por tanto, en la ejecución del golpe, variando la longitud y dirección del mismo. Las manos deben mantenerse juntas firmemente, pero no rígidas y adecuadamente alineadas con la cara del palo. Es muy importante la acción de la muñeca izquierda, ya que es fundamental para que la cara del palo no se desvíe (Williams, D., 1983)

Los músculos que principalmente se utilizan en el agarre del palo se pueden observar en la figura 1.4 y son:

- deltoides:
- recto abdominal:
- palmar largo
- flexor corto del pulgar
- abductor corto del pulgar.

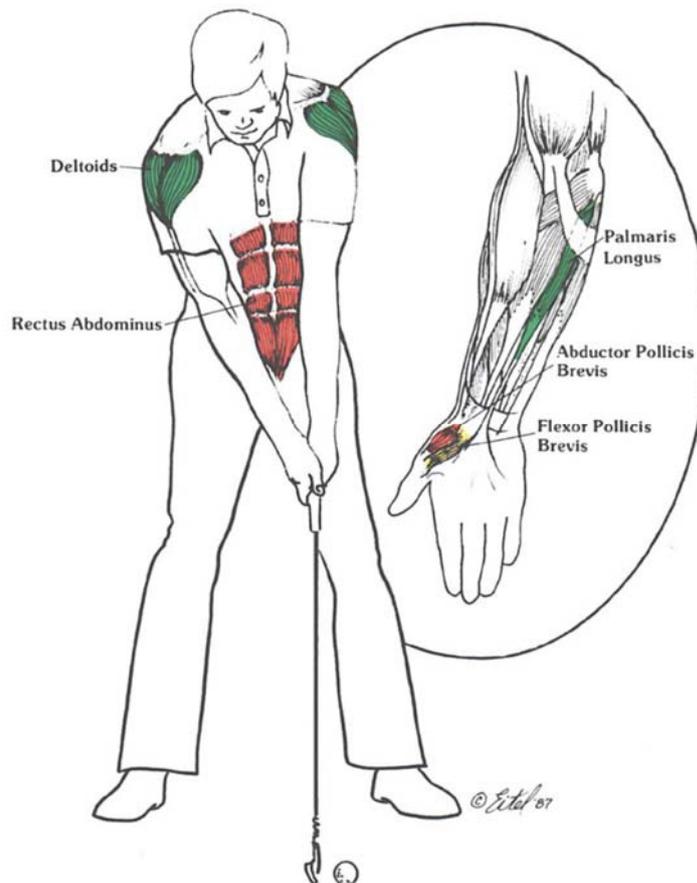


Figura 1.4: Músculos que intervienen en el grip. Fuente: Maddalozzo, J.G.F. (1987)

La colocación del cuerpo (el stance) proporciona la base del movimiento (Cochran, A.J. y Stobbs, J., 1968) Este es el único aspecto del swing en el que el golfista es consciente del control al 100% (Maddalozzo, J.G.F., 1987) Si la posición del cuerpo no es correcta, el dominio y control sobre el swing y la bola no será el mismo. Según Nagao, N. y Sawada, Y. (1973), el stance aumenta con la longitud del palo.

Uno de los principales objetivos de la postura, además del control, dominio y ritmo de los golpes, es el de apuntar con el cuerpo y el palo hacia el objetivo y la finalidad principal es colocar el cuerpo en la mejor posición posible para imprimir velocidad a la cabeza del palo.

Se sabe que, en el golf, la secuencia completa de movimientos que un golfista genera descansa sobre sus pies. La postura general del cuerpo consiste en colocar los pies paralelos y separados a la anchura de los hombros, las rodillas algo flexionadas; el peso del cuerpo debe descansar sobre la planta de los pies; los brazos deben estar estirados, pero no rígidos; el brazo izquierdo, en caso de que el jugador sea diestro, y el mango del palo deberán formar una línea recta que se extienda desde el hombro izquierdo hasta la bola, evitando mantener el brazo izquierdo muy rígido y colocando el brazo derecho pegado al cuerpo ; en los hombros debe existir una basculación, ya que

al estar una mano por delante de la otra, los hombros no pueden estar a la misma altura, porque de esta forma se daría a la bola un efecto no deseado.

Todo ello manteniendo el cuerpo erguido, que es otro aspecto importante de la colocación, ya que uno de los defectos de los jugadores de hándicap alto es que se encorvan demasiado sobre la bola por lo que el swing resulta bastante inconexo y forzado.

La cabeza debe estar levantada y es esencial que se mantenga inmóvil durante la ejecución del swing e incluso después de haber finalizado el golpe.

La colocación de los pies es la parte fundamental a la hora de realizar el swing y cada jugador deberá colocar los pies según ande, ya que es la manera de andar la que proporciona el equilibrio perfecto (Allis, P., 1991). Si a un jugador se le fuerza la posición de los pies provocará en él falta de ritmo y pérdida de equilibrio. La colocación ideal de los pies parece ser aquella en la que la parte interior de los talones se coloca aproximadamente a la anchura de los hombros. El peso del golfista se distribuirá regularmente sobre ambos pies durante el golpeo de la bola. Para mantener el equilibrio, el jugador debe mantener su centro de gravedad dentro y directamente sobre su base de apoyo. El equilibrio puede mejorar aprendiendo a relajarse; la tensión excesiva debe evitarse durante la fase de preparación (Torbert, M., 1985) El peso del cuerpo debe estar repartido para mantener el equilibrio con el centro de gravedad dentro de la base de apoyo (Torbert, M., 1985).

Las rodillas del golfista deben flexionarse ligeramente en la fase de preparación. Esto baja el centro de gravedad, lo cual en el giro aumenta el equilibrio debido a que el centro de gravedad está más cercano a la base. La ligera flexión de las rodillas también permite al golfista: producir una rotación del torso, poner los músculos extensores de la pierna en extensión, aplanar el arco del swing, es decir, incrementar el área de impacto, y absorber gradualmente la fuerza. La posición de stance suele asociarse a un ángulo concreto en la articulación de las rodillas, el cual es mayor en hombres respecto al de las mujeres, un 64, 3+-4 frente a un 52,6 +- 3,1 respectivamente (Nagao, N. y Sawada, Y., 1973)

Para obtener la postura correcta, el jugador de golf dibuja una línea recta imaginaria desde la bola hasta el blanco u objetivo. Luego el golfista se alinearán asimismo, así que sus pies, caderas y hombros están paralelos a la línea del objetivo.

Mientras en esta posición, las rodillas se encuentran ligeramente flexionadas, la espalda recta (para mejorar la rotación del tronco) y las caderas ligeramente rotadas hacia delante. Esta ligera rotación facilita un swing más recto permitiendo a los brazos un swing más libre. El brazo izquierdo del golfista debe estar recto mientras que el codo derecho estará ligeramente flexionado y extendido hacia su lado. Un brazo izquierdo recto habilita al golfista a incrementar la velocidad y el margen de movimiento por el cual la cabeza del palo puede moverse. Doblando el brazo izquierdo se origina una variación del radio, lo que disminuye la posibilidad de que la cabeza del palo descienda coincidiendo con el punto exacto en el cual está la bola. La cabeza del

jugador se colocará directamente sobre la bola. La posición alineada influye en la rotación adecuada de las caderas, en la transferencia de peso y en la capacidad para mantener el equilibrio (Kirby, R. y Roberts, J.A., 1985). Según Hume, P.A., Keogh, J. y Reid, D. (2005) el alineamiento de la parte superior del cuerpo equivale al alineamiento de los hombros, lo que implica a su vez un alineamiento del torax (Grimshaw, P.N. y Burden, A.M., 2000; Mitchell, K., Banks, S. Morgan, D. y Sugaya, H. ; 2003).

Se han realizado numerosas investigaciones para medir la rotación de la parte superior del cuerpo y el alineamiento del tórax. Para el alineamiento del tórax se han realizado utilizando marcas en el acromio (Elliot, B., Wallis, R., Sakurai, S., Lloyd, D. y Besier, T. (2002; Stockhill, N. y Barlett, R., 1996) y con giroscopios y potenciómetros (Cheetham, P.J., Martin, P.E., Mottram, R.E. y St. Laurem, B.F., 2001; Lindsay, D.M y Horton, J.F., 2002; Lindsay, D.M., Horton, J.F. y Paley, R.D., 2002; McTeigue, M., Lamb, S.R., Mottram, R.E. y Pirozzolo, F., 1994). Mientras que para medir la rotación de la parte superior del cuerpo se ha utilizado la proyección del lado transversal de un vector a través de las marcas colocadas en el acromio derecho e izquierdo (Burden, A. M., Grimshaw, P.N. y Wallace, E.S., 1998; Egret, C.I., Vincent, O., Weber, J., Dujardin, F. H y Chollet, D., 2003; Grimshaw, P.N. y Burden, A.M., 2000; Mitchell, K., Banks, S. Morgan, D. y Sugaya, H., 2003). Otros autores han investigado en el bateo del cricket esta relación entre alineamiento del hombro con el del tórax, y se encuentran diferencias sistemáticas y aleatorias entre  $-0,0^{\circ}$  y  $-4,2^{\circ}$  con un gran coeficiente de correlación ( $R=0,90$ ), sugiriendo una gran concordancia entre estos coeficientes de correlación intraclases (Elliot, B., Wallis, R., Sakurai, S., Lloyd, D. y Besier, T., 2002).

Con el pitch, en el stance, la posición de los hombros está más adelantada con respecto a las caderas de 178 grados a 193 (Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002).

En cuanto a la posición de la bola, el objetivo fundamental en la posición de la bola de golf es colocarla en el punto más bajo del swing completo. La bola se situará en el lado izquierdo del centro de la línea que indica el objetivo al que se pretende llegar y hacia el interior del talón izquierdo.

A la hora de colocarse respecto a la distancia de la bola, las manos deberán estar alejadas del cuerpo, en especial con los palos largos, pero lo importante es sentirse cómodo y relajado, ya que la tensión tanto en los brazos como en las piernas lo único que consigue son golpes malos (Lawerson, D., 1997). La cara del palo debe hallarse en ángulo recto detrás de la bola. Si no existe una buena posición, la bola cogerá efectos, como irse a la derecha o izquierda del objetivo, coger mucha altura pero sin distancia, ..., por lo que la posición del jugador para la ejecución de un buen golpe es fundamental.

El jugador de golf para generar la máxima potencia debe restringir el uso de sus caderas para generar la máxima potencia, ya que si la postura es demasiado estrecha, el jugador carece de estabilidad y equilibrio. Esta posición impide el uso completo del impulso de la pierna izquierda como origen de la potencia que produce

movimientos laterales de las caderas y de la parte baja del torso (Cochran, A.J. y Stobbs, J., 1968).

Los músculos que trabajarán principalmente son:

deltoides

abdominales

glúteos

abductores

### ***b) Fase de ejecución: el backswing y el downswing.***

El swing de golf tiene lugar en dos planos y se desarrolla en 3 dimensiones: 1- la vertical, el movimiento de subida y de bajada, 2- lateral, el movimiento de lado a lado y 3- rotatorio, el movimiento alrededor del cuerpo. La dimensión vertical está controlada por las manos del golfista, los movimientos laterales están influenciados por los brazos y el rotatorio está controlado por el giro del cuerpo (Flick, J.M, 1984)

En el backswing la finalidad es colocar el palo en la mejor posición desde la que iniciar el swing descendente, para ello hay que establecer un equilibrio perfecto que se consigue manteniéndose dentro del plano del backswing.. El plano del backswing se describe como un ángulo de inclinación que se extiende desde la bola hasta los hombros. Este ángulo está predeterminado por dos factores: 1- la altura de los hombros del jugador y 2- la distancia que mantiene hasta la bola. (Hogan,B. y Wind,W.H., 1957). Esta distancia viene determinada por lo alto que es el golfista y la longitud del palo.

El plano correcto del swing se encuentra determinado por el ángulo de giro de los brazos, por ello son los que tienen mayor importancia en la conformación del swing hacia atrás. En el backswing la cabeza del palo, las manos y los hombros deben empezar un mismo movimiento. El peso de los pies durante las posturas cambia (Cooper, J.M. y Glassow, R.B.,1976) lateralmente desde la parte delantera del pie hasta la parte trasera del mismo. (Leadbetter, D., 1995). La mayoría de los golfistas llevan entre un 50 y un 60% el peso del cuerpo al pie trasero (Barrentine, S.W., Fleisig, G.S., Jonhson H. y cols., 1994). Este cambio de peso provoca un aumento en el alcance de rotación de las caderas, y a su vez, también aplana el arco del swing (Cooper, J.M. y Glasgow, R.B., Torbert, M.,1985; Harper, T. E. ; Roberts, J.R. y Jones, R., 2005). Como el peso se desplaza a la parte trasera del pie, la rotación lateral de la cadera izquierda aparta a la pelvis del vuelo de la bola (Cooper, J.M. y Glasgow, R.B., 1976). En el backswing se mantiene el codo izquierdo estirado pero sin que origine tensión y el derecho pegado al costado del cuerpo. La parte superior del cuerpo girará mientras que la parte inferior se resistirá.

En la parte más alta del backswing, los hombros se giran, las manos se balancean a gran altura y los brazos están extendidos. Los hombros deberán hacer un giro de 90° para formar un ángulo recto respecto a su posición inicial y sin apuntar en

dirección hacia la bola. Es fundamental el giro de los hombros. Si no existe giro el swing ejecutado no será correcto, y provocará que la bola no salga en la dirección deseada. Lo ideal es que el hombro izquierdo pase por debajo de la barbilla y si se realiza una rotación correcta de los hombros, las caderas realizarán por sí solas su cometido. Si los hombros, brazos y manos siguen el recorrido apropiado en el plano del backswing, se asegura que la parte superior del cuerpo y los brazos estén alineados adecuadamente en el punto crítico del swing, es decir, cuando acaba el backswing y comienza el downswing. Si la energía de las caderas, hombros, brazos y manos se liberan en el orden correcto, se originará una cadena de reacción perfecta (Kreighbaum, E. y Barthels, K.M., 1985). Según subimos el palo, la rodilla izquierda apuntará hacia la bola y el palo quedará en horizontal apuntando directamente hacia el objetivo. No hay que oscilar hacia un lado al subir el palo, sino que lo que se debe hacer es una rotación de los hombros, ya que la oscilación alterará la posición de la cabeza y alterará el swing. La cabeza sigue siendo el centro de la acción, hay que tratar de mantenerla inmóvil para evitar una modificación al golpear la bola. Si en el backswing la energía de las caderas, los hombros, los brazos y de las manos se libera en el orden correcto, la cadena de reacción del movimiento del swing, es perfecta (Kreighbaum, E. y Barthels, K.M., 1985).

En el top del backswing es importante maximizar la rotación entre el tronco y los hombros (Cheetham, P.J., Martin, P.E., Mottram, R.E. y St. Laurem, B.F.; 2001) y que el ángulo de rotación de las caderas en ese punto sea aproximado a unos 45 grados (Cochran, A.J. y Stobbs, J., 1968).

Se han realizado numerosos estudios respecto a la duración del backswing obteniéndose resultados muy similares. Según Cochran, A.J. y Stobbs, J. (1968) la duración es de 0,82 segundos y Burden, A. M., Grimshaw, P.N. y Wallace, E.S. (1998) lo fijan en 0,95. Mientras que Milburn, P.D. (1982) y Neal, R.J. y Wilson, B.D. (1985) reducen el tiempo a 0,23. También se establecen diferencias entre hombres y mujeres (Egret, C.I., Nicolle, B., Weber, J., Dujardin, F. H y Chollet, D., 2006 y Coleman, S. G. S. y Rankin, A. J., 2005), 0,81 +- 0,10 para los hombres y 0,99 +- 0,08 para las mujeres López de Subijana, C., De Antonio, R., Juárez, D. y Navarro E. ( 2008) . Con el drive se ha estimado que la duración media es menor a un segundo (0,82) Cochran, A.J. y Stobbs, J. (1968)

Paradisis, G. y Rees, J. (2002) en su estudio afirman que los jugadores de bajo hándicap realizan un menor backswing que los de alto hándicap aunque consiguen alcanzar al misma distancia.

Autores como Craigh, C.M., Delay, D. Graely, M.A. y cols. (2000) y Fairweather, M.M. (2002), señalan que en los putts largos los jugadores aumentan la longitud del backswing y disminuye la duración del downswing.

Así pues, en la tabla 1.2 se relacionan los músculos que se utilizan principalmente en el backswing (ver figura 1.5):

Bíceps	deltoide posterior	dorsal ancho	tríceps
redondo menor.	redondo mayor.	oblicuos externos de la cara izquierda	recto abdominal
Glúteos	cuadriceps	gemelos	sóleo.
extensor cubital del carpo.	flexor cubital del carpo		

Tabla 1.2: Músculos que intervienen en el backswing .

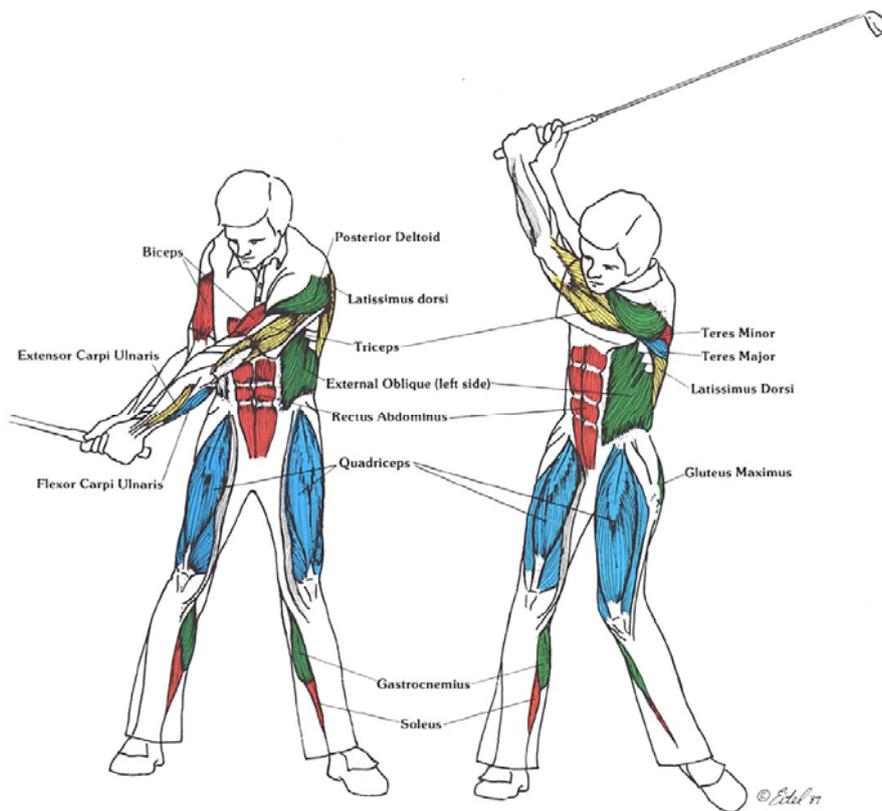


Figura 1.5: Músculos que intervienen en el backswing Fuente: Maddalozzo, J.G.F. (1987).

Para desarrollar la máxima aceleración en la fase de downswing, el golfista puede aplicar o desarrollar los siguientes principios:

1- el principio reflejo de estiramiento: cuando el músculo está estirado, el eje del estiramiento del músculo provoca una contracción reflejo de sus músculos principales. Aplicado al backswing este principio da un mayor alcance de movimiento durante la fase de fuerza del movimiento y aumenta el estiramiento del músculo. Como resultado, la fuerza contráctil del músculo aumenta y facilita el retroceso del tejido elástico. Esto puede referirse a la 3ª Ley de Newton (acción-reacción). Este principio puede desarrollarse más por un incremento en la flexibilidad de los grupos musculares principales. Esto permitirá al golfista un mayor giro en la parte superior del cuerpo, lo que se traduce en una mayor velocidad en la cabeza del palo y aumento de la distancia al golpearla.

2- La mayor aceleración se produce al principio del gesto, en lo más alto del backswing. Esto se lleva a cabo debido a un acortamiento del radio (la palanca del brazo). El jugador realiza este gesto doblando su codo derecho durante el backswing.

Un aspecto muy importante (Grant, T., Bann, S., Lynch, D., 1996; Leadbetter, D., 1995; Norman, G., 1995) de la fase del backswing es el cambio de peso o transferencia de pesos que se produce en los pies a la hora de realizar este gesto. Para ver la distribución del peso en los pies durante los movimientos de golf, se utilizan sistemas de presión (Wallace, E.S, Graham, D. y Beakley, E.W., 1990; Barrentine, S.W., Fleisig, G.S., Jonhson H. y cols., 1994) .

Existen numeroso estudios sobre la importancia de la transferencia de peso. Autores como Neal, R. (1998); Koslow, R., (1994); Bates, B.T. (1996) señalan que existen diferentes factores que influyen es este aspecto, como son los diferentes estilos de swing. La transferencia de peso es la distribución de las fuerzas verticales entre los pies (Robinson, R.L., 1994; Mason, B.R., Mac Gann, B y Herbert, R., 1995; Wallace, E.S, Graham, D. y Beakley, E.W., 1990), también llamado centro de presión o fuerzas de reacción contra el suelo. Algunos autores señalan que encuentran diferencias significativas en este aspecto entre jugadores de diferente habilidad (Kawashima, K. Meshizuka, T. y Takaeshita, S., 1998) y que existen mayores fuerzas de reacción contra el suelo, mayor amplitud y velocidad en la transferencia en jugadores de bajo hándicap (Koenig, G., Tamres, M. y Mann, R.W., 1994), mientras que otros estudios informan que no hay diferencia en la transferencia de peso entre jugadores de alto y bajo hándicap (Richards, J., Farrell, M., Kent, J., y Kraft, R., 1985). Leadbetter, D. (1995) afirma que si la transferencia de pesos se realiza a gran velocidad, esta se tranfiere a la cabeza del palo y la bola, lo que implica una mayor distancia de golpeo.

Cuando falta potencia en el swing es porque el cuerpo no produce energía suficiente en el backswing porque no se ha realizado completo y no hay torsión suficiente (Pedersen, M., 2005).

Respecto al downswing Milburn, P.D. (1982) indica que se trata de un sistema motor complejo explicado por teoría doble péndulo, el cual está formado por un segmento superior (brazo/ hombro) que pivota en el hombro, que se encuentra unido a la muñeca, y un segmento inferior (palo) y que comienza en las muñecas continuando por los hombros, manos y palo de golf para moverse conjuntamente como un cuerpo rígido respecto a un eje de rotación fijo. La fase del downswing se inicia con una rotación de las caderas y por la acción excéntrica de los músculos del tronco (Okuda, I., Armstrong, C.W., Tsunazumi, H. y cols., 2002). En este momento el golfista debe alargar la palanca del brazo, lo que origina un incremento en la aceleración de la cabeza del palo (Torbert, M., 1985). Casi simultáneamente con el giro de las caderas ocurre una transferencia de peso. El peso se traslada lateralmente a la parte delantera del pie. Este traslado de peso en la posición aplana el arco del swing, el cual en el giro aumenta el área de impacto y mejora la precisión, sobre todo en jugadores principiantes.

El downswing está en el mismo plano que el backswing y es la fase de reacción de la Ley de Acción- Reacción de Newton. En el mejor de los casos, las manos y los brazos mueven el palo y el balanceo de los brazos gira los hombros. Cuando el downswing se inicia por las caderas y el giro de las mismas desgira, la parte superior del cuerpo, los hombros, brazos y manos fluyen fácilmente dentro del swing. Esto se refiere al principio de la suma de las fuerzas (Torbert, M., 1985). En el impacto, las muñecas se ponen rectas y con la fuerza producida por el tronco y otras partes del cuerpo, se origina un golpeo de esfuerzo máximo. Kreighbaum y Barthels (1985) indicaron en una investigación fundada que las muñecas eran un factor importante para el mantenimiento de la máxima velocidad de la cabeza del palo. Esta investigación concluyó que el no girar las muñecas demasiado pronto en el downswing provocaba una desaceleración en el movimiento del brazo; por lo tanto, esto disminuía el movimiento angular del swing completo y además el no girar las muñecas en el momento adecuado del downswing, constituye un elemento mecánico importante del swing, el cual no debe ser sobreenfatizado. Este gesto conlleva la aceleración secuencial de las caderas, el tronco, los hombros, los brazos, las manos y la cabeza del palo (Burden, A. M., Grimshaw, P.N. y Wallace, E.S., 1998; Enoka, R. M., 1994), produciéndose al final de esta fase una supinación del antebrazo izquierdo (Cochran, A.J. y Stobbs, J., 1968). El movimiento del palo en el downswing se fija en un plano único (Coleman, S. y Anderson, D., 2007) pero no es plano en ningún momento del mismo (Neal, R.J. y Wilson, B.D., 1985).

Al igual que con el backswing, existen numerosos estudios sobre la duración del downswing, con resultados muy similares. Burden, A. M., Grimshaw, P.N. y Wallace, E.S. (1998) lo fijan en 0,26 segundos, Milburn, P.D. (1982) y Neal, R.J. y Wilson, B.D. (1985) en 0,32s. y Cochran, A.J. y Stobbs, J. (1968) hablan de una

duración media de 0,23s. También se establecen diferencias mínimas entre hombres y mujeres, estableciendo para los primeros 0,27s. +- 0,02 y en las segundas 0,35s. +- 0,03 (López de Subijana, C., De Antonio, R., Juárez, D. y Navarro E., 2008; Egret, C.I., Nicolle, B., Weber, J., Dujardin, F. H y Chollet, D., 2006; Coleman, S. G. S. y Rankin, A. J., 2005).

Tal y como se expresa en la tabla 1.3 (ver figura 1.6), una vez que comenzamos la bajada del palo utilizaremos los siguientes músculos en mayor medida:

extensor cubital del carpo.	flexor cubital del carpo	deltoide posterior
tríceps	dorsal ancho	oblicuos externos de la cara derecha
recto abdominal	glúteos mayores	cuadriceps
gastrocnemios	soleo	

Tabla 1.3: Músculos que intervienen en el downswing.

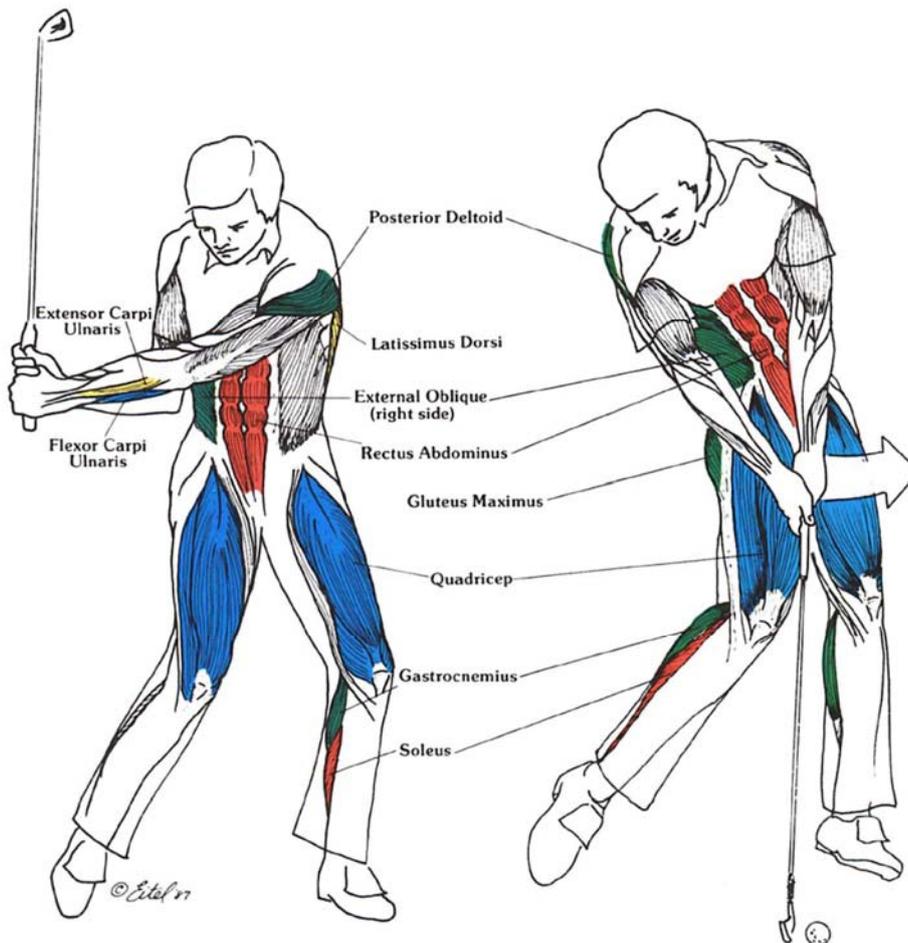


Figura 1.6: Músculos que intervienen en el downswing. Fuente: Maddalozzo, J.G.F. (1987)

**c)- Fase de recuperación o follow-trough:**

Durante la fase de recuperación del swing de golf el máximo esfuerzo ha disminuido (Nicklaus, J. y Bowden, K., 1980; Torbert, M., 1985). El objetivo de esta fase es desacelerar el cuerpo y la cabeza del palo mediante acciones musculares excéntricas (Pink, M., Perry, J. Jobe, F.W., 1993) . El brazo derecho comienza a rotar y la mano derecha comienza a elevarse sobre la izquierda (Jones, B., 1969; Nicklaus, J. y Borden, K., 1980). La cabeza del golfista, la cual permanece fija durante todo el swing, finalmente se para y rota hacia delante por el giro del tronco y el impulso del swing (Jones Bobby, R.T., 1969.). Aunque el máximo esfuerzo ha bajado, todavía es extremadamente importante que el golfista acelere durante el impacto. La razón viene dada por tres motivos. El primero: reduce el peligro de desaceleración en el impacto; el segundo, disminuye la posibilidad de lesión y por último aumenta la precisión (Nicklaus, J. y Borden, K., 1980; Torbert, M., 1985).

Al finalizar el swing, las manos deben estar levantadas, el cuerpo en dirección al objetivo y lo más importante, mantener el equilibrio perfectamente con la punta del pie derecho apuntando hacia el suelo. El tronco se dirige hacia el objetivo con una hiperextensión y flexión lateral y con gran actividad en los oblicuos para estabilizar la postura (Abernethy, B., Neal R.J, Moran, M.J. y cols., 1990; Pink, M., Perry, J. Jobe, F.W.; 1993; Horton, J.F., Lindasy, D.M. y MacIntosh B.R., 2001). En esta fase la cabeza del palo debe permanecer siempre por detrás de las manos hasta después de haber golpeado la bola.

En la tabla 1.4 se relacionan los músculos que intervienen (ver figura 1.7):

deltoides posterior	tríceps	Trapezio
redondo menor	redondo mayor	recto abdominal
dorsal ancho	cuadriceps	isquiotibiales
gastronecmios	sóleo	

*Tabla 1.4: Músculos que intervienen en el follow-trough.*

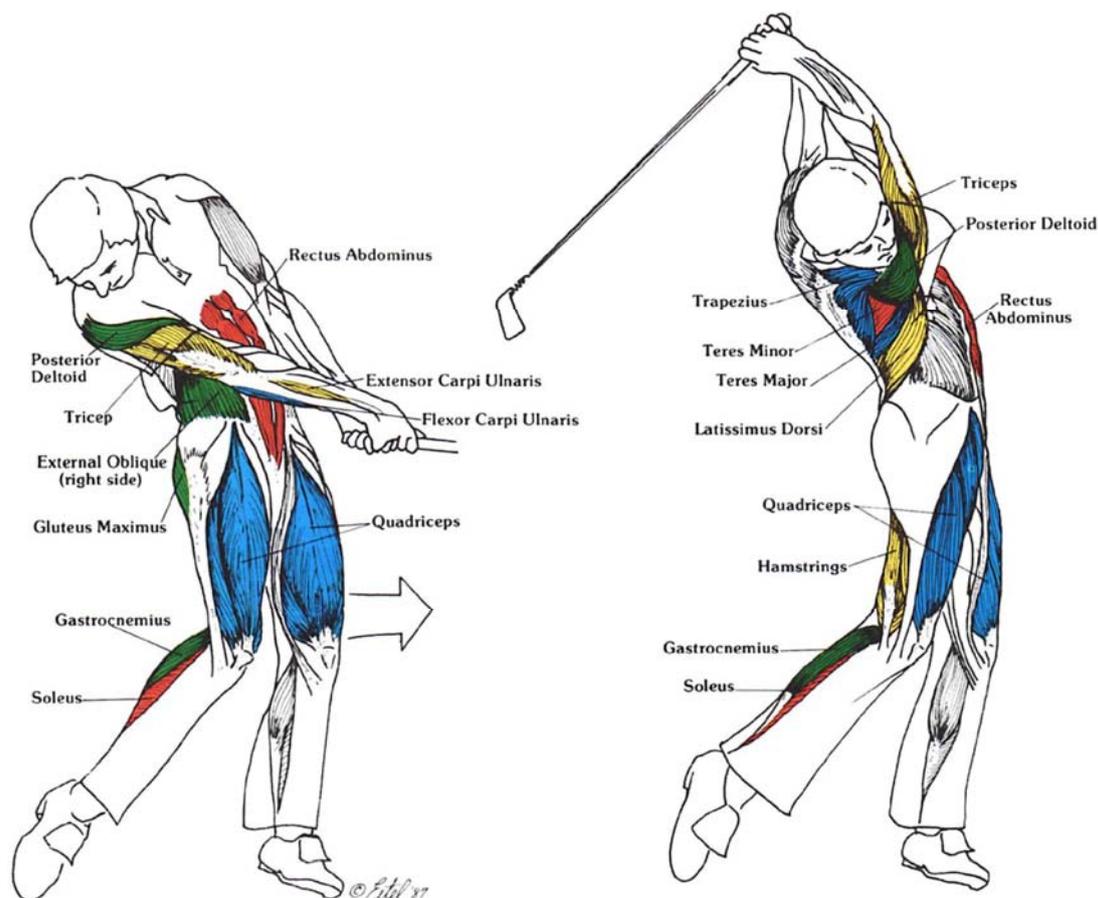


Figura 1.7: Músculos que intervienen en el follow-through. Fuente: Maddalozzo, J.G.F. (1987)

Okuda, I., Armstrong, C.W., Tsunozumi, H. y cols. (2002) señalan que las electromiografías muestran cuáles son los músculos que actúan durante el swing: los de la rodilla ( Bechler, J.R., Jobe, F.W., Pink, M. y cols., 1995), los del tronco (Pink, M., Perry, J. Jobe, F.W., 1993 y Watkins, R.G., Uppal, G.S., Perry, J. y cols., 1987), los escapulares (Kao, J.P., Pink, M., Jobe, F.W. y Perry, J., 1995) y los de los hombros (Pink, M., Perry, J. Jobe, F.W., 1993; Bradley, J.P., y Tibone, J.E., 1990; Jobe, FW, Perry, J y Pink, M, 1989).

Paradisis, G. y Rees, J. (2002) en su estudio afirman que los jugadores de bajo hándicap realizan un menor follow-through que los de alto hándicap aunque consiguen alcanzar a la misma distancia.

El ritmo es un factor de vital importancia en el swing. La secuencia de movimientos que se produce durante la ejecución de un swing y su coordinación es altamente complicada y si esta se ejecuta sin ritmo es muy difícil que la realización sea la correcta. No consiste en que el ritmo sea rápido o lento, sino en poseerlo. Debemos adaptar el cuerpo a este tipo de movimientos para ejecutarlos con la mayor naturalidad posible, ya que no son gestos rutinarios. Si el swing se ejecuta con ritmo parecerá fácil, mientras que si su ejecución requiere mucho más esfuerzo parecerá un swing artificioso y de gran complejidad.

### **1.1.3.- Factores determinantes del swing o golpeo de la bola.**

Aunque el swing constituya el elemento fundamental para el desarrollo del juego, la técnica es un elemento que va evolucionando, aún teniendo siempre unas bases, y esto se debe sobre todo a la elaboración de nuevos materiales en los implementos que se utilizan. Dentro del material nos encontramos con dos elementos muy importantes que están en constante evolución y determinan el rendimiento, los palos y las bolas (Cochran, A.J., 2002). Observamos que existe una gran variedad de golpes en función de los palos que se empleen y consecuentemente su técnica de ejecución también será diferente. Al igual que ha ocurrido con la evolución de la bola. Otros aspecto como la velocidad de la bola, la longitud del palo o el factor X (diferencia entre el giro de las caderas y los hombros; McLean, J., 1992) son aspectos que determinan el rendimiento del swing.

A continuación pasamos a explicar más detalladamente las características de cada uno de estos factores:

#### **a)- Los palos.**

Aunque existen unas normas generales para todos los fabricantes, lo cierto es que la variedad de palos es cada vez más amplia. Los fabricantes intentan crear palos que faciliten el swing y la ejecución del golpe y las empresas dedicadas a la fabricación de materiales de golf emplean mucho tiempo y esfuerzo en mejorar los palos y las bolas para conseguir una mejor interacción con los jugadores y poder obtener mejores resultados (Van Tijn, S. y Griffing, C.W., 1977; Whittaker, A.R., 1998) Además los ángulos de apoyo (loft) tienden a ser cada vez más rectos, las cabezas más grandes para aumentar la tolerancia en los golpes descentrados y las varillas son cada vez más largas y ligeras para generar mayor distancia. A continuación pasamos a describir los diferentes tipos de palos y cómo varía el swing en su utilización:

Las **maderas**: son los palos que mayor distancia permiten alcanzar al golfista. Su numeración varía de la 1 a la 9 y se diferencian por los grados de la cara del palo. En la actualidad las maderas son mucho más grandes, largas y ligeras. Ese aumento de longitud de varilla propicia un incremento de la velocidad de la cabeza del palo, lo que genera una mayor distancia. Los drivers no sólo son más largos sino que también tienen lofts más verticales. El cambio más indudable en el diseño de los drivers se halla en la forma y volumen de las cabezas. Anteriormente, el volumen estándar oscilaba entre 170 c.c y 220c.c, mientras que ahora varía entre 250c.c. y 370c.c., gracias a la introducción de elementos como el titanio y aleaciones metálicas más duras y ligeras en el acero. El incremento del volumen de las cabezas deriva en una mejor respuesta en los golpes descentrados. Además las caras de los drivers pueden ser rígidas o flexibles, en este último caso con un efecto trampolín que impulsa la bola en busca de una mayor distancia. Las maderas de calle también han sufrido cambios, como los drivers, con excepción del loft; ahora son mucho más fuertes, en algunos casos 3 grados más que antiguamente. Estos palos han adquirido un nuevo status, no

sólo como alternativa al driver para hacer distancia con más loft, ya que garantiza altura y muchos metros aunque su control no sea el mismo que con un hierro largo. A la hora de utilizar las maderas el swing a ejecutar será el explicado en el apartado de técnica, es decir, a media subida del palo, las caderas comenzarán a girar y el brazo derecho estará pegado al cuerpo mientras que el izquierdo se mantendrá estirado. Una vez que el palo apunta hacia el objetivo las caderas iniciarán el desgiro. Lo único que varía respecto al swing es la colocación frente a la bola. Si normalmente la bola se encuentra en el centro de los dos pies, aunque esto varía en función de la dirección que queremos que tome la bola, cuando golpeamos con el driver, la bola estará colocada más próxima al pie izquierdo.

Los **hierros**: su función es llevar las bolas al green o lo más cerca posible. Estos palos han sufrido una evolución similar a la de las maderas, aunque en menor grado. Ahora son 1'27cm de media más largos y el loft también es ahora más recto pasando por ejemplo de los 59 grados a los 62 grados de ahora en un hierro 5. El motivo de este desarrollo es que el jugador de golf actual suele balancearse mucho en el swing y necesita hierros más rectos. Los lofts son ahora más cerrados, especialmente en los hierros cortos superando en 2 grados a los de antes, que combinado con una varilla más larga, se traduce en golpes con mayor distancia. Existe, por lo tanto, una amplia gama en el mercado que permite cubrir las necesidades de la inmensa mayoría de los golfistas. Así los jugadores con hándicap medio o alto se pueden beneficiar de las cabezas oversizes de cavidad posterior, con distribución periférica de masas y de los insertos en la suela, que ofrecen una mayor tolerancia a los impactos descentrados y ayudan a elevar más fácilmente la bola.

Podemos hacer una pequeña distinción entre hierros largos, medios y cortos. Los hierros largos los componen aquellos cuya numeración va del 1 al 4. Los hierros 1 y 2 son los más difíciles debido a que su cara es casi la mitad de la de las maderas y el loft es bastante bajo. El swing no varía apenas: flexión ligera de rodillas con la cabeza mirando a la bola y sin alterar la posición de las manos en el grip. La subida del palo será de tres cuartos con rotación completa de hombros. Se deberá intentar "barrer" la bola. Es importante mantener un buen ritmo y no perder el equilibrio al realizar el golpe.

Los hierros medios: abarcan del 5 al 7. Con los golpes con estos hierros se pretende colocar la bola en el green. El mango de estos hierros es más corto que en los largos lo que permite acercarse más a la bola y, por lo tanto, controlar más el golpe. La técnica para la utilización de estos palos es muy similar a la utilizada con los hierros largos. Se juntarán un poco más los pies y bastará con subir el hierro unos tres cuartos y controlar el movimiento.

Los hierros cortos: son el 7, 8 y 9. Requieren más precisión que potencia. La posición que se debe adoptar es la habitual pero con la bola centrada hacia la izquierda. Tanto el control como el ritmo son esenciales a la hora de realizar el swing. Debido a que las varillas son más cortas habrás que colocarse más cerca de la bola y se deberá doblar un poco más las rodillas, lo que provocará una mayor inclinación del

tronco. El backswing será más corto que el que se realiza generalmente, dando así mayor control y precisión del golpe.

Los wedges, se consideran wedge a cualquier hierro con un ángulo de cara más abierto que el correspondiente al número 9. Nos encontramos con diferentes tipos: el wedge de menos apertura es el pitching wedge (48°), el wedge de ataque o gap wedge (52°), pensado para atacar la bandera a una distancia entre 30 y 50 metros y el sand wedge (56°) que es el palo que se utiliza para sacar la bola de la arena; y, por último, el lob wedge, que determinará el auténtico approach de precisión para un golpe que detenga en seco la bola en el green. En general, ahora son ligeramente más cerrados de loft y más verticales que los de antes, pero los cambios más notables se centran en el bounce. Se trata del ángulo formado por la superficie plana del suelo y la inclinación de la suela del wedge apoyado correctamente en el suelo, cuya abertura oscila entre los 4 y 16 grados. Los tres primeros han aumentado significativamente la cantidad de bounce.

Con estos últimos palos podemos llevar a cabo diferentes golpes:

- El pitch, abarca varios golpes con una distancia máxima de 90 metros a la bandera. Se trata de un golpe para dar altura a la bola y backspin. El pitch básico necesita medio swing, es decir, llevar el palo hacia atrás hasta la horizontal y luego hacia delante hasta la misma posición (Lawerson, D.,1997). La bola se colocará en el centro con los hombros apuntando hacia la izquierda del objetivo y con el peso del cuerpo en el lado izquierdo.
- Otro golpe es el chip, cuyo objetivo es sacar la bola baja y que ruede. Para realizar este golpe se debe coger el palo un poco más corto y con un grip firme. El stance será el habitual con la bola colocada en medio y las rodillas ligeramente flexionadas. No se debe girar las muñecas, sino que hay que golpear como si se ejecutara un putt. Como máximo la subida del palo debe ser de un metro. Para sacar la bola de la arena nos encontramos con los golpes desde el bunker. La técnica básica consiste en colocar la bola en el centro del stance con los pies mucho más juntos, realizar medio swing, como cuando se realiza un golpe de pitch, y completar el follow-through con ritmo. Se debe intentar golpear la arena, uno 5 centímetros por detrás de la bola para coger una capa limpia de arena. Cuanto mas larga sea la sacada del bunker, más cerca habrá que golpear a la bola.

El putt: es el palo que se utiliza en el green para intentar embocar la bola en el hoyo. El golpeo con este palo no tiene nada que ver con el swing habitual. Al realizar el golpe con este palo se debe tener en cuenta que el golpeo sea rítmico y suave y que las manos permanezcan firmes durante el mismo. La bola deberá golpearse con el centro de la cara del putter. Se pueden observar diferentes empuñaduras a la hora de coger el putt: el ***grip normal***, el que se coloca el índice de la mano izquierda sobre los dedos de la mano derecha, lo que provoca una mayor sensación de que las manos

controlan mejor el palo; y el ***grip en el que la mano derecha agarra el palo*** y el brazo izquierdo a la vez, muy poco ortodoxo y poco utilizado.

Es importante que a la hora de ejecutar un golpe con el putt se evalúe el nivel del terreno, la dirección de la hierba, si el green es liso y rápido, si está cuesta abajo...ya que influirá de forma determinante.

Un aspecto que influye a su vez en los palos, es la longitud de los mismos. Se trata de otro factor que tendrá efecto en la distancia de golpeo. Como el impulso es proporcional a la masa y a la longitud de la palanca del brazo, un mango largo y una cabeza del palo pesada podría generara más potencia. Sin embargo, existen dificultades técnicas en el manejo de un palo largo y pesado. Así la longitud y peso de los palos de golf no varía significativamente entre golfistas. Yu-Ching, L., Der-Chia, L. y Tzyy-Yuang, S. (2001) indican que no existen diferencias por el material del mango del palo en la velocidad de la cabeza del palo ni en la velocidad de la bola. Por el contrario, Martin, J.P. (1967) verificó el efecto de los palos largos sobre la distancia. Matbly, R. (1995) señala que las alteraciones en la longitud y la masa del palo podrían interactuar con otras propiedades del palo, como la flexibilidad del mango, el peso, el swing y el momento de inercia y que realizando un swing con un palo con peso es equivalente a una combinación de masas de cada componente, especialmente la masa relacionada con el mango, el grip y la cabeza del palo.

Según Reyes, M.G. y Mitterdorf, A. (1999) si el drive es más largo, implica transmitir una gran velocidad en la cabeza del palo. Mediante análisis cinemático, Wallace, E.S., Hubbell, J.E. y Rogers, M.J. (2004) concluyeron en su estudio que la longitud del mango en un drive influye en la postura o stance y en el tempo o ritmo del swing.

Mason, D.R. (1972) varió los pesos de los mangos de los drivers. Utilizó acero, aluminio y fibra de vidrio y observó que a máxima velocidad se obtenía con el mango de aluminio.

Las últimas innovaciones son los mangos de grafito. Brown, G.S. (1973) disminuyó el peso del driver de 13´5 onzas a 12, lo que provocaba una mejora en la cabeza del palo y en la velocidad. Un driver de grafito, ciertamente, podría añadir desde el tee unas 30 yardas a cada golpe (Hettinger, T., 1974, citado por Jensen, C.R.).

Este aspecto genera gran controversia y autores como Cochran, A.J. y Stobbs, J. (1968); Werner, F.D. y Greig, R.C. (2000); Williams, K.R. y Sih, B. L. (2002); Harper, T. E. ; Roberts, J.R. y Jones, R. (2005) señalan que el aumento de la longitud del mango genera un conflicto entre distancia conseguida y control de la bola, es decir, que lo que ocurre es que la distancia de la bola aumenta peor se disminuye el control sobre la misma.

Los golpes, de manera similar a los lanzamientos, tienen como finalidad conseguir una gran velocidad del segmento distal, para lo cual utilizan un patrón de movimiento que consiste en un desplazamiento del sistema más una secuencia de

rotaciones segmentarias denominada cadena cinética, movimiento que se inicia con el desplazamiento angular del segmento más estable, seguida de la rotación del segmento distal contiguo y así hasta alcanzar el segmento más distal, (Gutierrez M. y Soto, V.M.,1992). Para que el último segmento obtenga una gran velocidad, es necesario que durante dicha secuencia de movimientos exista una transferencia de lo que se conoce como momento angular.

Además de todas las indicadas, también se han señalado otro tipo de variables como factores determinantes del rendimiento en el golpeo: arco del swing, rotación transferencia de peso (Yessis, M., 2000; Neal,R.,1998; Koslow, R.; 1994).

De manera general Newton, R.U.; Kraemer, W.J., Häkinnen, K., Humpries, B.J. y Murphy, A.J. (1996) y cols. (2002) señalaban que en los jugadores profesionales existe una menor variabilidad en los componentes de ejecución del swing, se encuentran más capacitados para rotar más rápido, que en los jugadores noveles o con poca experiencia, de lo que se puede deducir que los amateurs tienen una menor eficiencia en el swing debido a un retraso en la mecánica de ejecución y a aspectos físicos Lennon, H.L. (1996).

### ***b)- La bola.***

Para entender la historia del juego del golf, resulta útil conocer los diferentes tipos de bolas de golf que se han usado. Un elemento importante en la evolución de las bolas de golf es la variedad de materiales usados para fabricarlas. Cada nuevo material cambia las características del vuelo de la bola. Cada tipo de bola que se emplea afecta a aspectos del juego como el diseño de los palos, el estilo de juego y la longitud de los campos.

Entre 1.400 y 1.960 ha habido cuatro Periodos en función del tipo de bolas.

#### *1- El periodo de la bola de madera:*

No ha quedado mucha información de este periodo. Las bolas de madera se hacían de árboles de madera dura como la raíz. Probablemente se emplearon entre 1.400 y entrado el siglo XVII. Esto se basa en conjeturas en función de la documentación escrita que se ha encontrado ya que prácticamente no existen materiales de este periodo.

#### *2- El periodo de la bola de cuero:*

Podemos decir que éste periodo empieza entre los años 1400 y 1600 y termina sobre el 1850. Las bolas usadas hasta el 1700 pudieron ser de madera o de cuero relleno de lana o pelo.

Las bolas de cuero se fabricaban con tres piezas de un ancho de 1/16 de pulgada, normalmente de toro o de caballo. Las piezas se cerraban mediante dos trozos rectangulares de 5/32 de pulgada. El relleno era de pluma de ganso o de pollo. Al mojar la bola, la piel tiende a encogerse apretando a las plumas cuando se seca,

mientras que las plumas tienden a expandirse al secarse. La combinación de estas dos acciones producía una bola dura que resultaba jugable.

Una vez acabada la bola se pintaba de blanco para hacerla más visible.

Al principio probablemente no existía un estándar de tamaño, peso o modo de fabricación. La numeración de la bola indicaba su tamaño, pero posteriormente pasó a indicar su peso. Los golfistas escogían la bola en función de su nivel de juego y de las condiciones del campo. Aunque no se podía cambiar de bola durante un hoyo, sí era legal cambiar al comienzo de un nuevo hoyo. Si una bola en juego resultaba dañada tenía que ser jugada hasta acabar el hoyo. Los buenos golpes afectaban a la bola, pero un golpe mal dado podía destruirla. El juego se basaba más en la precisión que en la distancia. Bajo condiciones normales, el promedio de distancia con el drive se situaba entre los 135 y los 165 metros. Los hoyos eran más cortos que en la actualidad. Era sencillo hacerle un corte a una bola de cuero. Hasta el 1800, los palos que se usaron eran casi exclusivamente maderas. Se solían emplear hierros cuando la bola estaba en una posición mala en la que se pudiera dañar una madera. Las bolas de cuero no eran perfectamente redondas. A pesar de eso volaban y rodaban bastante bien. En las duras superficies de los greens de esa época, estas bolas adquirían más precisión que en los actuales y perfectos greens. Aunque las bolas de cuero fueron la tecnología predominante durante cientos de años, tenían dos grandes desventajas: su duración y la dificultad de conseguirlas.

### *3- El periodo de la bola de Gutta Percha:*

A principios de la década de 1.850, las bolas de gutta percha hicieron de las bolas de cuero artículos de coleccionista. El periodo de la bola de gutta percha va desde aproximadamente 1848 hasta bien entrado el 1900. La gutta percha es un material parecido a la goma que procede de árboles del este de Asia. Las primeras bolas de gutta percha se hacían calentando el material en agua. Luego se las hacía redondas moldeándolas a mano mientras estaban calientes. Después de algunos años, se empezaron a usar moldes de metal. Un buen fabricante de bolas podía hacer al menos seis docenas de bolas al día, 25 veces lo que hacía un fabricante de bolas de cuero. Este volumen de producción provocó que el precio de las bolas bajara a la mitad permitiendo la incorporación al juego de golfistas con menos ingresos.

El reverendo James Paterson tiene reconocida como suya la realización de la primera bola de gutta percha en 1845. A esa bola se la conocía como la de 'patente Patersons' y se fabricaba de forma que se pareciera físicamente a la de cuero.

Pronto los jugadores empezaron a darse cuenta de que sus golpes eran más predecibles. Esto provocó la adición de marcas en la superficie de la bola intentando conseguir mayor estabilidad aerodinámica. Las primeras marcas simulaban cortes hechos con un hierro. Sobre 1880 las marcas se realizaban directamente con el molde. Los primeros patrones empleados para las marcas fueron circulares radiando desde los polos de la bola. El promedio de distancia con el driver de un jugador normal

usando una bola de gutta percha era de entre 155 y 170 metros, unos 25 metros más que con una de cuero.

La dureza de las bolas de gutta percha hacía que no se cortaran con facilidad al golpearlas con los hierros, pero las maderas de cabeza grande que se usaban para jugar las bolas de cuero no permitían repetir golpes centrados con las nuevas bolas de gutta percha. El perfil de las cabezas de las maderas se volvió más fino. Al golpear una bola de gutta percha se producía un sonido similar al que producen dos bolas de billar al chocar entre ellas. Al igual que las bolas de cuero, las de gutta percha tenían varios defectos. Debido a su dureza dañaban a menuda las caras de las maderas. Muchos jugadores detestaban el sonido y la sensación, resistiéndose a cambiar la bola de cuero. En los días fríos de invierno la bola de gutta percha tiene tendencia a partirse. Esto provocó un cambio en las reglas para prevenir la circunstancia de una bola que se rompía en el desarrollo de un hoyo. El jugador tenía derecho a dropar una bola lo más cerca posible del trozo más grande de la bola rota. En los días más calurosos del verano la bola de gutta percha llegaba a reblandecerse y no llegaba tan lejos como normalmente. Pero ninguno de estos problemas disminuyó la popularidad de estas bolas. Las bolas, una vez moldeadas, eran de color marrón oscuro. Se las pintaba y estaban listas para jugar. Después de varios partidos había que volver a pintarlas. Si se las volvía a calentar se podía volver a moldearlas, con lo que se recuperaban las bolas viejas que se revendían a un precio inferior a las nuevas. Las bolas de gutta percha reemplazaron a las de cuero debido a su menor coste y sus mejores cualidades. Cuando la bola recubierta de goma reemplazó a la de gutta percha lo hizo por las cualidades de juego y mayor distancia que alcanzaba a pesar de que costaba casi el doble.

#### *4- El periodo de la bola del núcleo de goma:*

Empezó a finales de la década de 1890. Al principio las bolas se hacían a mano tejiendo gomas elásticas muy tensionadas alrededor de un núcleo de goma. Después se la recubría inicialmente de gutta percha y posteriormente de balata y otros materiales. En el 1900 se patentó la máquina tejedora de bolas que permitió que la bola de núcleo de goma fuera masivamente producida.

La distancia con el drive con las primeras bolas de goma estaba entre los 190 metros y los 245 metros. Era una bola más fácil de golpear, por lo que no era preciso tener tanto nivel para poder jugar. Los campos tuvieron que alargarse y los pares cinco se convirtieron en pares cuatro. Se usaban más palos aunque la limitación ya estaba fijada en 14 con lo que se mejoraron los resultados, se varió la estrategia del juego y se cambió el diseño de los campos. Las primeras bolas de goma no aterrizaban tan suavemente como las de gutta percha pues tenían tendencia a botar. Parte de esos problemas provenía del tipo de molde que se empleaba. A comienzos de la década de 1900, los moldes se habían mejorado. El problema de que la bola no aterrizara con suavidad cambió la estrategia de juego. A finales de esa década se resolvió ese problema al mejorar la aerodinámica y el spin. Al principio, las bolas de cuero eran

más caras que las de gutta percha. Después de unos años, el precio se fue reduciendo hasta un nivel que permitió a los jugadores comprarlas.

Podemos decir que el mercado de las bolas de golf se encuentra en constante evolución amparándose en los avances tecnológicos. Eso sí, todos los modelos y marcas buscan lo mismo, que la bola vuele mucho, que ruede más lejos con el driver, que responda de manera lógica al impacto, que se detenga rápidamente en green con los hierros y el wedge y que sea fiel al toque de putt. Todo ello sin contar con que debe ser apropiada al perfil, a las preferencias y al nivel de juego del jugador. Con todo, los fabricantes han trabajado en los últimos tiempos para buscar el equilibrio, es decir, una bola que permita hacer compatibles dos propiedades hasta ahora opuestas: sensación y distancia. Hay muchos factores que afectan en el comportamiento de la bola y los cambios que se pueden realizar afectan a la cubierta, a los alvéolos y al núcleo. El factor más común que se mira cuando vamos a seleccionar una bola es el número de capas. Podemos encontrar bolas de una, dos, tres o multicapa con núcleo sólido. Las de una sola pieza actualmente solo se usan en los campos de prácticas. Las de dos piezas son las más usadas por los jugadores aficionados por su duración y por la distancia que alcanzan. Son duras y generan escaso spin. Las de tres piezas buscan proporcionar al jugador mayor sensación y spin. Son menos resistentes a los cortes. En las multicapas se intenta combinar la duración, la sensación y la distancia. Estas aprovechan al máximo la velocidad inicial y la capacidad de distancia, generan muy poco spin de salida cuando el golpe es más potente, reaccionan con mayor sensación a los golpes más lentos y se detienen más rápidamente en el green.

Otros factores como el peso, el tamaño, el tipo de cubierta, el acabado o el tipo de bola son factores que también influyen:

- *Peso*: El peso de la bola no debe sobrepasar los 45,9 gramos. Sin embargo está permitido cualquier peso inferior. La razón es que una bola más pesada puede alcanzar mayor distancia. Además las bolas más ligeras se elevan más cuando el swing es lento. Es posible encontrar en el mercado bolas que son ilegales por exceder el peso y bolas superligeras, pero que sí son legales, para quien tenga un swing lento.

- *Tamaño*: Una bola no puede tener un tamaño menor de 6,55 cm. Una bola menor vuela a mayor distancia al ofrecer menos resistencia. Las bolas extra grandes son legales y están diseñadas para reducir el "hook" y el "slice".

- *La cubierta*: Los materiales con los que se fabrican las cubiertas de las bolas son principalmente Balata, Surlyn, Zylín y Elastómero.

- **LA BALATA**: Es una goma extraída del ficus. Tiene un extraordinario tacto y elasticidad. Actualmente se usa balata sintética. Las bolas de cubierta de balata las utilizan los jugadores que buscan una mayor sensación a cambio de una menor duración de la bola y un mayor riesgo de cortarla con un golpe mal impactado.
- **EL SURLYN**: Es el compuesto más popular en la cubierta de las bolas debido a su mayor duración. Surlyn es el nombre comercial de un grupo de resinas

termoplásticas desarrollado por la Corporación Dupont. Actualmente se consiguen versiones de Surlyn más blandas.

- ZYLIN: logra una mayor distancia y precisión.
- ELASTOMER: cobertura externa.

- *Acabado*: La pintura de la bola se mezcla con el Surlyn en el proceso de fabricación. Después se dan dos capas transparentes de poliuretano. El acabado final lo da un abrillantador óptico.

#### \*BOLA DE UNA SOLA PIEZA

Se trata de bolas fabricadas en goma que cuentan con una cobertura medianamente gruesa de “surlyn”, que hace que no se estropeen con facilidad. Como principales inconvenientes señalaremos que son algo difíciles de controlar y que no cogen mucha distancia. Generalmente son las de menor precio, por lo que suelen aconsejarse a principiantes (que con facilidad perderán un gran número de bolas en sus prácticas). Normalmente sólo se ven en los campos de prácticas.

#### \*BOLA DE DOS PIEZAS

Tecnológicamente más avanzadas que las anteriores. Su núcleo está realizado en una resina que primeramente se contrae y que al golpear la bola se expande, lo que nos permitirá alcanzar mayor distancia. Por fuera cuenta con una gruesa cobertura de surlyn. Las bolas de dos piezas son más duras que las de una sola, lo que nos proporcionará un mayor control de la misma, al tiempo que mejoran los resultados en cuanto a la distancia alcanzada, tal y como antes hemos comentado. Son adecuadas para handicaps medios y altos, preocupados por alcanzar grandes distancias.

#### \*BOLA DE TRES PIEZAS

Su núcleo puede ser sólido o líquido y estará rodeado por tiras elásticas. Su cobertura puede ser de surlyn o de balata (sustancia que proporciona un toque de gran calidad al golpear la bola). No nos permitirán alcanzar la distancia que conseguiremos con la bola de dos piezas, pero ganaremos en cuanto a control. Si la cobertura es de surlyn, será una bola adecuada para un jugador de hándicap bajo que precise un mejor control de la bola. Si estamos ante una bola de tres piezas con cobertura de balata, seguramente se tratará de un jugador profesional. Este tipo de bolas produce un efecto “backspin” a la hora de la pegada, lo que hace que muchos profesionales se decanten por ella. Se trata de una bola con la que hay que tener gran cuidado, puesto que se deforma si no se golpea correctamente; a lo que se suma su elevado coste.

#### \*BOLAS MULTICAPAS:

En estas bolas, cada capa tiene como misión mejorar un tipo de golpe: un núcleo para conseguir distancia con el driver, capas intermedias para los golpes con hierros y envolturas para sensación máxima y spin.

### c)- El viento.

El viento es uno de los peores enemigos del jugador de golf, pues resulta muy difícil controlar la bola ya que influye en la distancia y en la dirección.

El viento a favor afecta menos a la distancia de vuelo de la bola que el viento en contra (Wright, N., 2006). Si añadimos dos palos para golpear contra el viento, sólo deberemos rebajar uno para jugar a favor de ese mismo viento. El viento de cara exagera los “hooks” y los “slices”. Un viento que sopla bajo duplica su velocidad a los 30 metros del suelo, por lo que a una bola baja le afectará menos.

34

Cuando el viento sopla en contra, con respecto a la bandera, se debe jugar uno o dos números de hierro más para conseguir que el vuelo de la bola sea más bajo y así lograr la distancia que deseamos. Ejemplo: Tenemos que jugar un hierro 7, es aconsejable jugar un hierro 5 ó 6 dependiendo de la intensidad o fuerza de viento; también es aconsejable situar la bola un poco hacia el pie derecho y hacer un swing más firme en la acción de brazos-manos para, de esta manera, lograr un golpe bajo. (Lorenzo Pérez, M., 2011)

En la situación contraria, es decir con el viento a favor, es aconsejable jugar hierros más abiertos para facilitar la altura y adquirir más distancia, y adelantar ligeramente la bola hacia el pie izquierdo, para lograr mediante un ángulo de ataque ascendente un tipo de bola más alta de lo normal; la distancia en determinadas ocasiones llega a ser de 40 metros más de lo normal, lo cual es muy agradable para el jugador. (Lorenzo Pérez, M., 2011)

Cuando el viento viene de lado también hay que contar con él, y apuntar hacia el lado que corresponda (aunque a veces esto suponga apuntar a un obstáculo) para que la bola vuele favorable al viento y finalice junto a la bandera, que es el objetivo del jugador. (Lorenzo Pérez, M., 2011)

### d)- La compresión.

Sólo un jugador de hándicap bajo será capaz de notar la diferencia entre una bola de compresión 90 o 100. (Ballingall, P., 1991) El jugador de hándicap bajo y los profesionales saben que cuanto más fuerte le peguen a la bola más la comprimirán y distorsionarán en el impacto. Así, los pegadores necesitan bolas de mayor compresión. El resto de los jugadores (medios y altos) no tienen por qué preocuparse de la compresión, pero puestos a escoger será mejor normalmente una bola de compresión 90. También hay que tener en cuenta que la compresión sólo es importante en las bolas de tres piezas, pues las de dos apenas sufren deformación, incluso cuando se las golpea con el driver.

Partiendo de la descripción realizada de la técnica básica del swing, el rendimiento en su ejecución está determinado por la velocidad de la cabeza del palo y por el agarre del grip.

## 1.2.- FACTORES DE RENDIMIENTO DE CARÁCTER ANTROPOMÉTRICO

Ross y cols. (1972) definieron originalmente el término cineantropometría como la “disciplina científica que estudia el tamaño, las proporciones, la ejecución del movimiento, la composición del cuerpo humano y sus principales funciones”. En 1991 Ross hablará de la cineantropometría como “el nexo de unión cuantitativo entre la anatomía y la fisiología y entre la estructura y la función”.

Tradicionalmente, los campos básicos de estudio de esta ciencia han sido tres:

- **Determinación del somatotipo:** Carter (1975) definió el somatotipo como la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado. Según este autor, son varios los factores que pueden influir en el somatotipo: edad, sexo, actividad física, crecimiento, alimentación, medio socio-cultural y factores ambientales.

Conocer el somatotipo de un deportista es importante desde el punto de vista del rendimiento deportivo porque permite compararlo con el somatotipo que pudiera considerarse “ideal” para esa modalidad deportiva así como valorar el somatotipo de ese mismo individuo en diferentes momentos de su carrera deportiva.

El método más extendido y utilizado en la actualidad en la determinación del somatotipo es el de Heath–Carter, que fue creado por Heath en 1964 con la colaboración de Carter, basándose en los estudios realizados por la primera entre 1948 y 1953 (Esparza y cols. 1993). Este método expresa el somatotipo en función de tres números que representan a los tres componentes corporales: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

Íntimamente ligado al concepto de somatotipo está la somatocarta que puede definirse como la representación gráfica de los valores numéricos que se obtienen con las medidas antropométricas utilizadas en el método de Heath–Carter. Dicha representación gráfica consiste en un triángulo equilátero (triángulo de Reuleaux) con los lados curvos, que corresponden a arcos de circunferencia con centros en los vértices del triángulo. Está dividido por tres ejes (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) que se cruzan en el centro formando ángulos de 120° entre sí. Cada uno de los ejes representa un componente, ubicándose el componente endomorfo en la izquierda, el mesomorfo en la parte superior y el ectomorfo en la derecha. El somatotipo se clasifica en función de la situación de las coordenadas obtenidas a través de las medidas antropométricas de cada individuo, teniendo en cuenta que hay 13 posibles (Esparza y cols., 1993).

- **Estudio de la proporcionalidad:** El análisis de la relación que se establece entre los distintos segmentos del cuerpo humano constituye el estudio de la proporcionalidad y complementa el del somatotipo y la composición corporal (García Manso y cols., 1996).

El método más utilizado en la actualidad para la valoración de la proporcionalidad es el sistema “Phantom” desarrollado por Ross y Wilson (1974). En éste, las medidas antropométricas obtenidas en cada individuo se comparan con un modelo teórico, bilateralmente simétrico y unisexual conocido como Phantom obtenido a partir de multitud de datos extraídos de sujetos de ambos sexos y de diferentes edades.

- **- Valoración de la composición corporal:** Según Esparza y cols. (1993) el campo de la composición corporal “es el más importante y emblemático en el ámbito de la actividad física y el deporte, por cuanto la capacidad del individuo para realizar cualquier tipo de esfuerzo está íntimamente relacionada con la mayor o menor presencia de sus tejidos corporales fundamentales”.

La valoración de la composición corporal, tal y como se conoce hoy puede basarse en métodos conceptualmente diferentes entre sí. El criterio más utilizado para su clasificación tiene un carácter metodológico (Esparza y cols., 1993).

Métodos directos: Basados en la disección de cadáveres.

Métodos indirectos: “*Son aquellos en los que para calcular cualquier parámetro se utiliza la medida de otro, presuponiendo una relación cuantitativa constante entre ambas variables*”. Entre estos métodos se encuentran los siguientes tipos: Físicos (pletismografía acústica), químicos (dilución isotópica, espectrometría fotónica), basados en la exploración de la imagen (por ej. ultrasonidos, tomografía axial computerizada., resonancia magnética nuclear) y densiometría.

Métodos doblemente indirectos: Son el resultado de ecuaciones o nomogramas derivados de alguno de los métodos indirectos, (conductividad eléctrica corporal total, impedancia bioeléctrica, reactancia de luz subinfrarroja, antropometría). Dentro de éstos, el método antropométrico es uno de los más extendidos en la valoración del deportista, por su accesibilidad y bajo coste (García Manso y cols., 1996).

### **1.2.1.- Factores de rendimiento de carácter antropométrico en golf**

Algo que caracteriza y ha caracterizado siempre al golf es la existencia de diversas tipologías en los jugadores y de rendimientos muy dispares en golfistas con tipología similar.

La realización de estudios antropométricos en este deporte, permite entender el proceso de crecimiento, el ejercicio, el rendimiento deportivo y nutricional para poder

analizar y compara al golfista (Esparza Ros, F. y Alver Cruz, J.R., 1993). El cálculo del somatotipo es importante para la valoración del deportista y el estudio del crecimiento y maduración (Aragonés, M.T., 1985 y Carter, J.E.L., 1980).

#### **1.2.1.1. Estudios que analizan la composición corporal en golfistas**

Según Burke, L. y Hawley, J. (2000), en su libro “Rendimiento deportivo: estrategias para el entrenamiento y la nutrición en el deporte” señalan que en algunos deportes, sobre todo, basados en la habilidad técnica (p.ej., el golf, el tiro con arco...), el rendimiento es en gran medida independiente de la grasa corporal. Tanto la selección como los factores de preparación física suelen permitir la presencia de niveles más altos de grasa corporal en estos deportistas. De hecho, los mejores pueden llegar a estar sobrados de peso según los baremos normales”. Pero la composición corporal es un aspecto relevante de la condición física para los golfistas, ya que un nivel bajo de grasa corporal incluyen mejoras físicas y mecánicas debido al aumento de la relación entre masa corporal y potencia, o simplemente a la reducción del “peso muerto” que los deportistas están obligados a mover (Burke, L. y Hawley, J., 2000).

Además, las características morfológicas de los practicantes de golf deben ser tenidas en cuenta para determinar las condiciones por las cuales las habilidades de los deportistas puedan mejorar (Martín Fernández, M.C., Sánchez Arjona, C., Melero Romero, C. y Ruiz Martínez, Y., 2008).

#### **1.2.1.2. Estudios que analizan el somatotipo en golfistas**

Según Esparza y cols. (1993) los deportistas muestran tendencias marcadas al predominio del componente mesomórfico, aunque señala que no siempre los mejores resultados deportivos coinciden con aquellos deportistas que manifiestan mayor valor en ese componente.

En el caso del somatotipo apenas se encuentran estudios que analicen dichas magnitudes en jugadores de golf. Por norma general, a medida que desciende el nivel competitivo disminuye la endomorfia y aumenta la mesomorfia y la ectomorfia. Según Martín Fernández, M.C., Sánchez Arjona, C., Melero Romero, C. y Ruiz Martínez, Y. (2008) el somatotipo predominante en los chicos es la mesomorfia. Estos resultados similares se encontraron en estudios japoneses (Kawashima, K., Kat, K. y Miyazaki, M., 2003) y argentinos (Letini, N.A., Gris, G.M., Cardey, M.L. y Aquilino, G., 2006).

En el caso de las chicas, el somatotipo es más mesomórfico (Martín Fernández, M.C., Sánchez Arjona, C., Melero Romero, C. y Ruiz Martínez, Y., 2008) pero en estudios argentinos (Letini, N.A., Gris, G.M., Cardey, M.L. y Aquilino, G., 2006) muestran un mayor componente endomórfico pero las muestras utilizadas eran más pequeñas y de edades diferentes.

Las investigaciones también indican que hay una correlación directa entre el nivel de grasa corporal y el rendimiento (Myers, R., 1998). De acuerdo con Myers (1998), los golfistas con menores niveles de grasa corporal tienen una mayor movilidad de las caderas, lo que les permite generar una mayor velocidad en la cabeza del palo en el momento de golpear la pelota. Por lo tanto, estos son capaces de enviar la pelota más lejos en comparación con los golfistas con mayores porcentajes de grasa corporal.

### **1.2.1.3. Estudios que analizan la influencia del entrenamiento de fuerza explosiva en la composición corporal**

Aunque no es una de las variables más analizadas, hay algunos autores que valoran la influencia que el entrenamiento de fuerza explosiva a través del CEA tiene en determinados factores antropométricos.

Por ejemplo Potteiger y cols. (1999) señalaban que en sujetos físicamente activos que no realizaban un entrenamiento sistemático en ninguna modalidad deportiva, el entrenamiento pliométrico no producía alteraciones en la masa corporal pero sí generaba una hipertrofia tanto en las fibras tipo I como en las fibras tipo II. De hecho, estos autores atribuyen la mejora en la capacidad de producción de potencia en la musculatura a ese incremento en el tamaño de las fibras musculares.

Por otro lado Siegler y cols. (2003) señalaban que un entrenamiento combinado de pliometría y trabajo anaeróbico de alta intensidad producía incrementos en la masa magra a la vez que disminuciones estadísticamente significativas en el porcentaje de masa grasa.

Herrero y cols. (2005) efectuaron un trabajo en el que comparaban los efectos de un trabajo combinado de electroestimulación y pliometría y los efectos de un programa exclusivamente pliométrico en diferentes aspectos. Estos autores no encuentran modificaciones estadísticamente significativas en la masa corporal si bien su programa tiene una duración de sólo 4 semanas y la frecuencia de entrenamiento es muy baja.

## **1.3.- FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN GOLF.**

A continuación se detallan los factores que influyen en el rendimiento: características generales del esfuerzo en golf; tiempo efectivo; características del desplazamiento y acciones explosivas.

### ***a)- Características generales del esfuerzo en golf.***

Para definir las demandas de una actividad deportiva y sus factores de rendimiento es fundamental analizar las acciones y movimientos que se realizan durante la competición.

La actividad del jugador de golf se caracteriza por desplazamientos continuos de intensidad baja donde la energía es suministrada por el sistema aeróbico, con numerosos esfuerzos de corta duración y máxima intensidad (swing) en los que la contribución principal procede del metabolismo anaeróbico aláctico y, aunque menores en número, las acciones del putt y juego corto determinan el desarrollo del partido, por lo que se puede establecer como factor determinante del rendimiento, la capacidad de los golfistas para ejecutar gestos de alta intensidad de manera repetida, durante el tiempo que dura un partido de golf.

Desde sus comienzos el golf se ha desarrollado a través de numerosas fases progresivas. Los campos de golf han crecido en calidad y cantidad, los palos han cambiado de madera a acero, aluminio o grafito, las bolas son duraderas, consistentes, etc. El swing con todas estas modificaciones ha experimentado una evolución. Expertos han analizado el swing de golf como un movimiento que no existe en otros deportes. Por otro lado, factores como la fuerza, flexibilidad, capacidad cardiovascular y cómo ellos influyen en el jugador de golf no tienen paralelismo en el desarrollo del juego y la escasez de investigaciones en los factores de las capacidades físicas podrían ser el resultado de la naturaleza del juego. Pero estas conclusiones referentes a la condición física son el resultado de estudios realizados en la época de los 70, situación que ha cambiado totalmente en la actualidad y que constituyen un elemento fundamental para el adecuado y máximo rendimiento en el juego del golf.

A la hora de analizar las cualidades físicas que requiere un jugador de golf podemos dividirlos en función de, que el jugador sea profesional o que por el contrario simplemente practique golf como diversión, diferenciación que se puede realizar en cualquier deporte pero que en este hay que resaltar. Un jugador que practica golf como una actividad de ocio no requiere ningún tipo de preparación física especial, que a diferencia de otros deportes practicados también a este nivel sí que requiere un mínimo de condición física. Un jugador de alto nivel tiene que haber tenido una preparación física anterior a la consolidación como jugador de este nivel. Este tipo de jugadores ya saben que tienen que tener una condición física adecuada que permita el desarrollo de su juego en las mejores condiciones. La técnica del swing también varía en función de la constitución física del jugador.

Según Pedersen, M. (2005) los golfistas se abstienen de trabajar la fuerza porque lo consideran una pérdida de tiempo, un ejercicio aburrido, además de tener que ir al gimnasio y Bosco, C. Y Comí, P. (1979) que no trabaje ni la fuerza ni la condición física por miedo a disminuir su rango de movimiento pudiendo causar rigidez muscular y disminuir su rendimiento. La forma física en el golf es tan importante como en cualquier otro deporte. Sin embargo, a veces no se le da la importancia que debiera tener. Los objetivos de un programa de acondicionamiento y fortalecimiento deben ser diseñados para mejorar la fuerza, la resistencia muscular y cardiovascular y la flexibilidad, con el objetivo de mejorar el potencial del golfista y disminuir el riesgo de lesiones y no solo eso, si no también su rendimiento como se puede observar de los estudios realizados (Batt, M., 1993; Stover, C. y Stoltz, J., 1996; Jobe, F. y Schwab,

D., 1991; Westcott, W., Dolan, F. y Cavicchi, T., 1996; Palank, E.A. y Hargreaves, E.H., 1990; Pedersen, M., 2005; Parchman, L.L., 1970; Pink, M.M., Jobe, F.W., Yocum, F.A. y Mottram, R., 1996).

En principio, un jugador de golf requiere la necesidad de tener desarrolladas unas capacidades físicas y cualidades motrices más que otras ( fuerza, flexibilidad, etc.). Un profesional no tiene por qué poseer alguna capacidad física que destaque en él, pero el golf es un deporte que requiere un esfuerzo físico importante y por lo tanto, necesita una adecuada preparación; por lo que se deberá trabajar sobre una preparación física general y sobre una preparación física específica. Ambas son mejorables con el entrenamiento y fundamentales para la mejora del juego del deportista.

- Velocidad: El tipo de velocidad que se desarrolla en el golf es la velocidad gestual, lo que va a permitir realizar el gesto del swing en el menor tiempo posible a la velocidad máxima no referida a la máxima velocidad que se puede ejecutar este movimiento, sino a la velocidad que va a permitir realizar el movimiento en las mejores condiciones, es decir, eficazmente. Se trata de una capacidad a tener en cuenta debido a que el ritmo en el golf influye considerablemente a la hora de realizar el gesto técnico del swing.
- Flexibilidad: al tratarse de una capacidad que involuciona con el paso del tiempo sería conveniente trabajarla. Es importante entrenarla, ya que en el golf se realizan movimientos totalmente antinaturales, sobre todo en la parte superior del cuerpo y al ser una capacidad basada en la movilidad articular, si no se entrena limitará de forma considerable los movimientos específicos de este deporte (subida del palo, giro y desgiro de los hombros, etc.).
- Resistencia: se considera, de forma general, como *“la capacidad física y psíquica que posee un deportista para resistir a la fatiga”* (Weineck, 1992). Por norma general, en un partido de golf de 18 hoyos se recorren entre 7-9 kilómetros, lo que supone andar durante 4-5 horas. Cualquier persona no es capaz de realizar esta actividad, máxime cuando esta se realiza junto con otro esfuerzo físico, el golpeo de la bola. Si una persona no es capaz de aguantar este ritmo durante 3-4 días, que es lo que suele durar una competición, difícilmente podrá participar en los circuitos de golf.

El tipo de resistencia que se desarrolla en este deporte en función de la vía energética predominante, es la resistencia aeróbica, ya que aunque son esfuerzos de larga duración en ningún momento a lo largo del proceso de trabajo existe deuda de oxígeno.

- Fuerza: en el golf debemos tener en cuenta que no por tener más fuerza la bola saldrá más lejos; es una concepción totalmente

equivocada. Pero sí hay que decir que al golpear la bola lo que se pretende es realizar un incremento de fuerza en el menor tiempo posible aplicando una fuerza grande para vencer una resistencia relativamente pequeña (contracción explosivo balística). Por lo tanto, el trabajo de fuerza explosiva será muy importante sobre todo a la hora de golpear con el driver o alguna madera (en condiciones técnicas similares llegará más lejos aquel que tengo una mayor capacidad de fuerza explosiva).

Es importante también el trabajo sobre la musculatura de los antebrazos para fortalecer el grip, ya que, si este no está bien asentado provocará que el golpeo de la bola no sea el correcto y por lo tanto, el vuelo y trayectoria de la bola no sea el esperado.

Así mismo, se deberá incidir en la espalda, por ser la zona que más sufre durante el desarrollo del juego; los hombros y zona abdominal.

Hoy en día, aquellos que juegan y enseñan golf están empezando a darse cuenta de la necesidad del entrenamiento de fuerza. De hecho, varias investigaciones han afirmado que el rendimiento de golf se puede mejorar con el entrenamiento con pesas, el entrenamiento pliométrico y con un entrenamiento combinado de fuerza y flexibilidad (Jones y cols., 1996; Westcott y Parziale; 1997 Hetuy cols., 1998; Thompson y Osness, 2004; Fletcher y Hartwell, 2004; Doan y cols., 2006; Lephart y cols., 2007; Thompson y cols., 2007). Sin embargo, los efectos del entrenamiento de fuerza en el rendimiento en golf se han realizado principalmente en jugadores masculinos jóvenes y seniors amateurs (Jones y cols., 1996; Westcott y Parziale, 1997; Hetu y cols. 1998; Thompson y Osness, 2004; Doan y cols., 2006: Lephart y cols., 2007; Thompson y cols., 2007) con un sólo estudio reciente sobre estos efectos en jugadores de élite (Fletcher y Hartwell, 2004).

Fletcher y Hartwell (2004) elaboraron un entrenamiento combinado con trabajo de pesas y ejercicios pliométricos durante de 8 semanas con 6 jugadores de élite masculinos. Se registraron mejoras significativos en la distancia de golpeo con el drive (entre 5,1 y 17,3 m) y en la velocidad de la cabeza del palo (entre 0,7 y 2,7 km / h) en relación a los jugadores del grupo control, que continuó con su programa habitual de acondicionamiento físico y no registró variaciones en estas variables. Además, en varios de los estudios mencionados, que señalaron mejoras significativas en el rendimiento de golf siguiendo programas de entrenamiento de la fuerza, sin utilizar grupos de control (Westcott y Parziale, 1997; Hetu y cols., 1998; Doan y cols., 2006; Lephart y cols., 2007) . Por lo tanto, es difícil afirmar que las variaciones se deben al programa de entrenamiento específico.

Debido a la falta de estudios relacionados, el conocimiento sobre la influencia de los diferentes programas de entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento en el golf en los jugadores de élite debe ser más investigado.

**b)- Tiempo efectivo de juego.**

En un partido de golf de 18 hoyos de categoría absoluta, tanto femenina como masculina, supone una duración entre 3 y 5 horas. Una parte importante del mismo la ocupan los desplazamientos que se realizan para acudir al lugar al que se ha mandado la bola y poder ejecutar el siguiente golpe, además del tiempo de espera, de carácter obligatorio que se produce cuando el contrario está golpeando o yendo a buscar su bola. Se puede concluir que el tiempo real de juego en un partido oscila entre los 4 y los 4 minutos y medio, considerando un promedio de 4 segundos por swing 4, lo que supone un 1,7 - 2% del tiempo de juego del partido.

**c)- Desplazamientos efectuados y características de los mismos.**

Por norma general, en un partido se recorren entre 7-9 kilómetros. Cualquier persona no es capaz de realizar esta actividad, máxime cuando esta se realiza junto con otro esfuerzo físico, el golpeo de la bola. Si una persona no es capaz de aguantar este ritmo durante 3-4 días, que es lo que suele durar una competición, difícilmente podrá participar en los circuitos de golf.

La distancia total recorrida por los jugadores a lo largo de un partido sirve para basar el proceso de entrenamiento en el trabajo de resistencia aeróbica. No obstante, más importante que determinar la distancia total recorrida en un partido, es valorar la intensidad, duración, forma y dirección de los swings que se realizan esa distancia global.

**d)- Acciones explosivas**

Según Mel C. Siff y Y. Verkhonshansky (2000) "la fuerza es un componente esencial para el rendimiento de cualquier ser humano y su desarrollo formal no puede ser olvidado en la preparación de los deportistas".

Hoy en día se considera importante la distancia total recorrida pero se considera más importante aún las acciones explosivas (swing) realizadas durante el partido y van a tener como factor determinante la fuerza. En el swing también es fundamental el nivel técnico del deportista.

En términos generales, los jugadores ejecutan de unos 70 a 80 swings por partido. Se puede decir que el número de acciones explosivas ejecutadas por los jugadores aumenta a medida que desciende el nivel competitivo, ya que la precisión en la distancia en los swing es menor que en los profesionales.

**1.3.1.- La velocidad de la cabeza del palo**

La velocidad de la cabeza del palo ha sido analizado como una variable dependiente (Hetu, F.E., Christie, C.A. y Faigenbaum, A.D., 1998; Wescott, W.L. y Parziale, J.R., 1997; Jones, D., 1998). Según Herring y Chapman (1992), se trata de una función dependiente de la secuencia de velocidad de los segmentos implicados en el swing. La velocidad en la cabeza del palo es el resultado del nivel de habilidad

(destreza, técnica) del jugador para coordinar el swing, así que el sistema de palancas proporcionará la máxima aceleración; la dinámica del palo de golf, es decir, la longitud del mango y la masa de la cabeza del palo (Hay, 1990) y la potencia ejercida por el músculo para potenciar el sistema de palanca. (Stone y Kroll, 1991). El swing correcto utiliza fuerzas centrífugas y conserva el momento angular para ganar la máxima velocidad en la cabeza del palo en el momento del impacto (Milburn, P.D., 1982).

Hay (1990) manifiesta que todas las acciones del cuerpo de un golfista y el palo deben estar coordinadas dentro de una secuencia suave y tranquila que comienza con los grandes músculos de las caderas y piernas y pasa la fuerza a la palanca de hombros-brazos-manos rotando sobre un eje a través de la parte superior del tórax y la palanca del palo, que rota sobre el eje de las manos. Jorgensen, T. (1970) señala que en la velocidad de la cabeza del palo influye la torsión y la habilidad del jugador. Según Milburn, P.D. (1982) existen 3 factores que afectan a la cabeza del palo: la fuerza muscular aplicada en las extremidades, la distancia sobre la que actúan las fuerzas y la secuencia de acción. Todas ellas mejoran la velocidad final de golpeo e implica un aumento en la velocidad de la cabeza del palo y en la ejecución con el drive y son mejorables con el entrenamiento. En este tipo de movimientos de swing, la mayor energía se ejercita por la rotación del tronco. Job y cols. (1989) manifestó que la gran diferencia entre golfistas de alto y bajo hándicap está en la rotación del tronco.

Por lo tanto, una buena técnica con un movimiento coordinado es necesario para transmitir velocidad a la cabeza del palo para golpear con mayor potencia y así transferir la potencia del músculo a la cabeza del palo para los drivers largos (Budney, D. R. y Bellow, D. G., 1982; Jorgensen, T., 1970; Nagao, N. y Sawada, Y., 1973; Neal, R.J., Abernethy, B. y Moran, M. J., 1990; Yu-Ching, L., Der-Chia, L. y Tzzy-Yuang, S., 2001; Matbly, R., 1995).

Según Kraemer, y cols. (1995), la velocidad de la cabeza del palo aumenta por el aumento de la fuerza muscular, por el aumento en la velocidad de contracción muscular, disminuyendo los desequilibrios ente las fuerzas y aumentando la flexibilidad y también cuanto mayor es el ángulo entre el palo y el plano del brazo izquierdo (Cochran, A. J. y Stobbs, J., 1968) Para poder mantener la máxima velocidad en la cabeza del palo, la acción de las muñecas es muy importante (Kreighbaum, E. y Barthels, K.M., 1985). Sprignings, E. J. y Neal, R. J. (2000) señalan que la torsión de las muñecas mejora la velocidad de la cabeza del palo en el momento del impacto de la bola si se consigue esta torsión por un tiempo óptimo y así no llegar a poner el peligro la posición del palo en el impacto. La máxima velocidad se obtiene cuando los generadores de la torsión del cuerpo comienzan en orden secuencial a activarse, de zona proximal a la zona distal . Cochran, A.J. y Stobbs, J. (1968) y Jobe, F.W.. Moynes, D.R. y Antonelli, D.J. (1986) mostraron por electromiografía que la musculatura de los brazos se activaba durante el swing y contribuía a la velocidad de la cabeza del palo durante el downswing.

Según Milburn, P.D. (1982) el movimiento de las caderas y del torso representa un 10% de la velocidad lineal total y aumenta la velocidad de la cabeza del palo.

Además, numerosos autores señalan para aumentar la velocidad de la cabeza del palo se deben generar fuerzas de reacción en el suelo (Richards, J. Farrell, M., Kent, J. y cols., 1985; Williams, K.R., Cavanagh, P.R., 1983; Vaughan, C.L., 1981).

Las velocidades en la cabeza del palo puede superar los 160 km / h y se tarda sólo 0,2 segundos en acelerar el palo a dicha velocidad, llegando a realizarse de 30-40 veces por partido (Wells y cols. 2009). Van Gheluwe, B., Deporte, E., y Ballegeer, K. (1990) indican que consiguiendo la máxima velocidad en la cabeza del palo se genera máxima velocidad a la bola. Por lo tanto, los golfistas necesitan un tipo de fuerza específica importante, especialmente en tareas como un swing completo, donde la habilidad del golfista para utilizar la fuerza muscular eficazmente, juega un papel importante en el rendimiento de golf. Consecuentemente, uno de los objetivos más importantes de los programas de entrenamiento debería ser mejorar la fuerza específica del golf para optimizar la mecánica del swing y el rendimiento de golf.

Se han realizado varios estudios sobre si existe diferencias en la velocidad de cabeza de la bola entre hombres y mujeres (144.+15.9 km/h en hombres vs 136+- en mujeres). Egret, C.I., Nicolle B., Dujardin, F. H, Weber, J., y Chollet, D. (2006) indican que las diferencias entre ambos sexos es debida a la propia condición física del sexo y no por diferencias en el swing. Tampoco se observan diferencias estadísticamente significativas en la velocidad en los estudios de Burden, A. M., Grimshaw, P.N. y Wallace, E.S. (1998) con velocidades de 128,5 +-1,4 km/h, ni en el estudio de Hetu, F.E., Christie, C.A. y Faigenbaum, A.D. (1998), con velocidades de 134+- 23,2 Km/h, tras un programa de entrenamiento, aunque Jobe, F.W., Perry, J y Pink, M. (1989) sí observan diferencias tras el entrenamiento ya que en las mujeres sí se observan mejoras en la distancia de golpeo.

En otros estudios en los que se utilizaba el driver como palo para medir la velocidad de la cabeza del mismo, se encontraron diferencias entre hombres y mujeres pero éstas se debían al alto nivel de los jugadores masculinos . Budney, D. R. y Bellow, D. G. (1982), señalan que la velocidad que alcanza la cabeza se fija en unos 189,3 km/h, mientras que Milburn, P.D. (1982) la establece en 203,5 km/h para los hombres. Lee, Erikson y Cherveny (2002) indicaron que las velocidad del drive variaba ente 45-54 m/s en función del nivel del jugador, mientras que establecía en 41,8 m/s para los amateurs y 48,3 m/s para los profesionales. Con el drive, Egret, C., Leroy, D., Chollete, D. y cols. (2000) concluyeron que la máxima velocidad en el punta del palo en hombres correspondía a 40,1 m/s y en mujeres a 37,7 m/s. Otros autores como Nesbit, S.M. y Serrano, M., (2005) obtuvieron resultados similares en las velocidades lineales en la cabeza del palo, entre 40,5 m/s y 52,6 m /s con el drive. Estos mismos autores estudiaron también las velocidades con el hierro 5 y el resultado fue que las velocidades lineales con este palo eran menores en chicas que en chicos, corroborando así los estudios de Milburn, P.D. (1982).

López de Subijana, C., De Antonio, R., Juárez, D. y Navarro E. (2008) señalan en su estudio que la velocidad angular de la cabeza del palo es mayor en hombres que en mujeres.

Los valores máximos con el hierro 5 se han estimado en velocidades entre 37,7 m/s con una variación de +- 0,4 m/s (Burden, A. M., Grimshaw, P.N. y Wallace, E.S., 1998). Estos valores los obtienen similares Williams, K.R. y Sih, B. L. (2002).

Se han realizado a su vez estudios con el Pitching. Jorgensen, T. (1994) indica que la velocidad de la cabeza de un pitch puede aumentar de forma natural si se retrasa la acción de las muñecas y es mayor cuanto mayor es la flexión de la rodilla derecha y el brazo está paralelo al suelo y aumenta en el downswing, obteniendo la máxima velocidad en el momento del impacto o cercano a él (Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002). La velocidad del pitching es de 24,9 m/s y se obtiene una distancia media de 91,25 m (Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002).

Sanders, R. (2003) y Paradisis, G. y Rees, J. (2002), estudiaron la velocidad de la cabeza con un putt y afirman que un retraso en la torsión de la manos desde el inicio del downswing hasta el impacto con la bola implica una mayor aceleración de la de la cabeza en el momento del impacto, si se entrena.

#### **1.3.1.1. Estudios que valoran la velocidad de golpeo de la bola.**

El golpeo de la bola o swing es difícil de analizar debido a la compleja interacción de factores que lo determinan y al hecho de que es un movimiento en varios planos. Son numerosos tanto los métodos que se han empleado para analizar esta habilidad técnica como los objetivos perseguidos con esos análisis, pero son muy pocos los estudios que se refieren a la valoración de la velocidad del golpeo de la bola, si no que están más relacionados con análisis cinemáticos y cinéticos del swing de golf (Budney, D. R. y Bellow, D. G., 1979; Neal, R. J., Wilson, B. D., 1985; Gatt, C. J., Pavol, M. J., Parker, R. D. y Grabiner, M. D., 1998; Neal, R. J., Sprigings, E. J., 1999; Campos Granell, J., Pablos Monze, A. y Pablo Abella, C., 2002; Wheat, J. S., Vernon, T. y Milner, C. E., 2007; Lephart, S. M., Smoliga, J. M. Myers, J. B., Sell, T. C. y Tsai, Y. S., 2007; Coleman, S. y Anderson, D., 2007).

A continuación se describen brevemente estudios realizados con anterioridad por otros autores, divididos en función de la metodología empleada en la medición:

- **Las videocámaras**

La utilización de videocámaras para analizar el golpeo de la bola ha sido una de las metodologías más frecuentemente utilizadas en la investigación. Generalmente las grabaciones efectuadas han servido para la realización de estudios fotogramétricos bidimensionales o tridimensionales. No obstante, teniendo en cuenta que durante el movimiento del swing se rota en diferentes ejes, la cinemática del swing puede definirse plenamente en un análisis tridimensional.

Egret, C.I., Vincent, O., Weber, J., Dujardin, F. H y Chollet, D. (2003) ya utilizaron 5 cámaras para evaluar si la utilización de palos diferentes (drive, un hierro 5 y un

pitching) influía sobre los patrones cinemáticos del swing y sobre todo en la velocidad de la cabeza del palo antes del impacto.

Wallace, E.S., Otto, R.S. y Nevill, A (2007) en su estudio analizaron cómo influían las diferentes longitudes de los palos en la velocidad de la bola. Para ello, utilizaron 2 cámaras que medían cada golpeo de la bola tras el impacto y obtuvieron como resultado, que la mayor velocidad inicial en el lanzamiento de la bola se obtenía cuando la bola se golpeaba con el mango más largo, pero podría resultar afectado por factores como las características de los jugadores, el material y la relación entre ellos.

### **1.3.2.- La fuerza en el golf.**

La fuerza es determinante en la ejecución de las distintas acciones técnicas. Además la capacidad física de fuerza se considera fundamental como base de la capacidad condicional de velocidad, factor de rendimiento que cada vez cobra más importancia en este deporte, ya que es muy importante la velocidad que se transmite en el swing a la cabeza del palo. Es más, autores como Sedano y cols. (2009) hablan de la existencia de un nexo de unión entre las diferentes manifestaciones de la velocidad y las distintas manifestaciones de la fuerza explosiva en los deportistas en general.

Además de la importancia de la fuerza en la ejecución técnica, otros autores destacan la función de esa capacidad para aumentar la velocidad de la cabeza del palo, gracias a un entrenamiento de fuerza, flexibilidad y pliometría (Hetu, F.E., Christie, C.A. y Faigenbaum, A.D., 1998; Fletcher, I.M. y Hartwell, M., 2004.; Jones, D, 1998; Thompson, C.J. y Osness, W.H., 2004; Wescott, W.L. y Parziale, J.R., 1997)

Respecto a los objetivos del trabajo de fuerza en los golfistas, Cochran A.J. (1968) señalaba la importancia de la fuerza y la potencia, ya que en cada swing de golf ambas se transfieren desde las piernas por todo el cuerpo hasta llegar al palo. Para Maddalozzo, J.G.F (1987) la forma física es muy importante, por lo que hay que diseñar entrenamientos dirigidos a ese trabajo específico de fuerza cuyo objetivo es dotar al golfista de un nivel óptimo acorde con las funciones y misiones a desarrollar, a fin de que disponga de un rango amplio de utilización de la fuerza específica para hacer frente a los requerimientos propios del juego y así elevar el potencial del jugador y a su vez disminuir el riesgo de lesiones.

Numerosos autores señalan que el trabajo de la fuerza y de la flexibilidad provocan numerosos beneficios en los golfistas:

1º Mejorar la ejecución del swing, realizando así un swing más efectivo (Pedersen, M., 2005; Fletcher, L.M. y Hartwell, M., 2004; Hetu, F.E., Christie, C.A. y Faigenbaum, A.D., 1998).

2º Aumenta la velocidad de la cabeza del palo y consecuentemente provoca un aumento en la distancia del alcance de la bola (Wescott, W.L. y Parziale, J.R.,

1997; Hetu, F.E., Christie, C.A. y Faigenbaum, A.D., 1998; Jones, D., 1998; Lennon, H.L., 1996).

3º Reducir el riesgo de lesiones (Westcott, W., Dolan, F. y Cavicchi, T., 1996).

En este sentido Jobe, F. y Schwab, D. (1991), Leslie, D.K. Y Frekany, G.A. (1975); Pink, M.M., Jobe, F.W., Yocum, F.A. y Mottram, R. (1996); Stover, C. y Stoltz, J. (1996); hablan de la importancia de poseer un buen nivel de elasticidad en los músculos implicados en los movimientos propios del golf y del entrenamiento de la flexibilidad, junto con la fuerza, ya que mejora de manera efectiva el rango de movimiento en las articulaciones implicadas en este deporte.

Según González Badillo y Gorostiaga (1997) dentro de los picos de fuerza que podemos encontrar en un deportista, cobra especial importancia aquel que tiene que alcanzar el sujeto cuando realiza un gesto técnico específico. Según Olaso y cols. (2004) la mejora de la fuerza aplicada se erige en un elemento determinante del rendimiento en la mayoría de las modalidades deportivas. Cometti (1999) afirma que los progresos conseguidos con el entrenamiento de fuerza deben materializarse en el propio juego por lo que el entrenamiento de esta capacidad física debe combinarse con ejercicios próximos a la técnica específica de la disciplina.

### 1.3.2.1. La fuerza de agarre en el grip

Wadlington, R. (1974) afirma que el grip es la base de un buen swing.

Los golfistas constantemente están haciendo esfuerzos para encontrar la forma de golpear la bola desde el tee a una mayor distancia. El fracaso de muchos deportistas para ganar distancia es el resultado de un error en el swing más que una escasez de fuerza muscular. Pero una escasez de fuerza tiene por resultado una incapacidad para conducir la bola a largas distancias. La fuerza no es el único factor influyente pero sí es un requisito definitivo para un drive largo, aunque no se sabe cuánto efecto tiene la fuerza muscular en el drive de golf.

Muchos jugadores son reacios a entrenarse por sí mismos o a trabajar con pesas por miedo a desarrollar unos músculos exageradamente grandes o tensos. Esta tensión, creencia injustificada de los golfistas, piensan que les conduce a una pérdida en el control del swing.

Cochran A.J. y Stobbs, J. (1968) estudiaron a muchos sujetos altamente hábiles para realizar ejercicios relacionados con el golf, utilizando una gran variedad de material, manifestando en *“La Búsqueda del Swing Perfecto”* lo siguiente: *“Cuando nos hacemos la pregunta sobre entrenamiento y ejercicio para el golf, en contraposición a la práctica, nos metemos en un campo bastante inseguro. Se conoce realmente poco sobre la efectividad de ejercicios concretos. No existe duda de que los ejercicios particularmente, los de resistencia progresiva (entrenamiento con pesas) ayudan a mejorar la fuerza muscular. La mayoría de los golfistas, sin embargo, no están convencidos de que la fuerza sea necesaria para el golf. Son conscientes de*

*que en términos de energía total gastada, andar por el campo de golf es el principal esfuerzo que se realiza. Esta investigación ha mostrado, sin embargo, que para la corta duración del swing, los músculos trabajan muy fuerte...”.*

Si se piensa que la fuerza muscular podría incrementar la distancia del drive de golf ¿qué efecto tendría este aumento en la distancia sobre el resultado en jugadores expertos? Cochran A.J. y Stobbs, J. (1968) estudiaron a un grupo de jugadores profesionales y dicho estudio reveló un 100% y 20 yardas extra en los golpes, por lo que se podía ganar 2,2 golpes por vuelta o recorrido.

Esta ganancia, 2,2 golpes por vuelta, no parece significativa hasta que se compara con la de los profesionales. Johnny Miller primero en el ranking de ganancias de la PGA (Asociación de jugadores Profesionales de Golf) tenía una media de resultados de 70,13. Larry Hinson acabó en la posición 60 (1974) de ganancias, su media de resultados fue 71,94. Esto representa una diferencia de 1,81 en los resultados. Ambos Miller y Hinson, tenían el control sobre sus golpes y eran buenos pateadores. Hinson sin embargo, no tenía la fuerza muscular de otros jugadores profesionales (Landford, E.E., 1976).

#### **1.3.2.2. Estudios que valoran la influencia del entrenamiento de fuerza en la velocidad de la cabeza del palo, velocidad gestual.**

Como se describirá a continuación, son muchos los autores que han tratado de determinar la influencia que el entrenamiento de fuerza explosiva, y más concretamente el entrenamiento pliométrico, tiene sobre diferentes factores de rendimiento tanto en deportistas de diferentes modalidades y niveles como en no deportistas.

Según Atha, J. (1981), tradicionalmente los atletas utilizaban las resistencia y la fuerza para para mejorar el rendimiento, pero normalmente solo utilizaban métodos de entrenamiento con pesas trabajando al 80% - 90% del máximo con pocas repeticiones. Actualmente numerosos autores señalan que existen variados sistemas de entrenamiento para mejora las fuerza y potencia, como son la pliometría, los pesos dinámicos, y entrenamiento combinado de pesas y pliometría para mejorar el rendimiento. (Blattner, S. y Noble, L., 1979; Hakkinen, K., Komi, P.V. y Suei, K., 1985; Bakley, J.B. y Southard, D., 1989; Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J. y Humpries, B.J.,1993).

Milburn, P.D. (1982) señala que el aumento de la fuerza muscular provoca que exista una mayor aceleración secuencial en los segmentos corporales que actúan durante la ejecución del swing y por tanto una mayor velocidad final, lo que conlleva también a un aumento de la distancia con el drive.

Fatouros y cols. (2000) indicaban que el entrenamiento pliométrico es interesante en las modalidades deportivas que requieren movimientos explosivos, especialmente en aquellas en las que la capacidad de salto vertical es importante en el rendimiento. Según Potteiger y cols. (1999) el entrenamiento pliométrico mejora la capacidad del

sujeto para generar potencia en el salto gracias fundamentalmente a un incremento en el tamaño de las fibras musculares. De hecho señala que existen correlaciones significativas entre los cambios provocados por el entrenamiento pliométrico en el rendimiento muscular y el tamaño de las fibras. Thompson y cols. (2007) señalan que tal y como han demostrado numerosos autores, la velocidad de la cabeza del palo puede mejorarse a través de programas de entrenamiento pliométrico que duren unas 8 semanas provocando así mejoras en el rendimiento. Aquellos sujetos que presentan un menor nivel por lo general exhiben incrementos mayores en la velocidad de la cabeza del palo, el grupo experimental aumentaba la velocidad de la cabeza del palo en unos 5,3 Km/h y de 10 a 15 m. más de distancia con el drive, mientras que el grupo control, disminuía al no realizar el programa de entrenamiento.

En esta misma línea, Hetu y cols. (1998) llevan a cabo un programa de entrenamiento durante ocho semanas, con trabajo de resistencia, de estiramientos estáticos y pliometría y mejoraba la velocidad de la cabeza del palo en 4,8 km/h. Jobe, F y Moynes, D. (1986); Lennon, H.L. (1996); Jones, D (1998); Thompson, C.J. y Osness, W.H. (2004); Wescott, W.L. y Parziale, J.R. (1997), obtuvieron en un programa de entrenamiento de fuerza y flexibilidad que la velocidad de la cabeza del palo aumentaba en un 8,1 Km/h y Jobe, F. y Moynes, D. (1986) corroboran los estudios de Hetu (1998). Otros autores como Hill y cols., (1993), Chu, D.(1996), y Litttle y cols., (1996) indican que el trabajo pliométrico o un combinado de pesas y pliometría es la mejor forma para provocar mayores mejoras en la acción pliométrica. Adams y cols. (1992) se mostraban partidarios de ese entrenamiento combinado, señalando que el trabajo de fuerza con pesas combinado con el entrenamiento pliométrico ofrece mejores resultados que esos entrenamientos de manera aislada. Westcott, W.L., Dolan, F. y Cavicchi, T. (1996) efectuaron un trabajo de 8 semanas de duración incluyendo ejercicios de fuerza y flexibilidad y los resultados obtenidos fueron la disminución de grasa corporal y ante todo el aumento en la velocidad de la cabeza del palo. Fletcher, I.M. y Hartwell, M. (2004) demostraron en jóvenes jugadores que tras un entrenamiento de fuerza combinado de pesas y pliometría de 8 semanas de duración, centrado principalmente en ejercicios rotacionales, obtenían como resultado una mejora en la velocidad de la cabeza del palo entre 0,7 y 2,7 Km/h y un aumento en la distancia con el drive de 5,1 a 17,3 m.

Doan, B.K., Newton, R.U., Young-Hoo Kwon y Kraemer, W.J. (2006) realizaron un estudio de 11 semanas de duración en el que se trabajaba la fuerza, potencia y flexibilidad y obtuvieron como resultados un aumento en la velocidad de la cabeza del palo. Zatsiorsky, V.M. (1995) señaló que la fuerza explosiva en mujeres es menor que en hombres y que con el entrenamiento el aumento en la velocidad de la cabeza del palo es mayor. En este sentido Thomas, J.R. y Nelson, J.K. (1996), corroboran el estudio de Zatsiorsky, V.M. (1995) observando que tras un trabajo de fuerza existía una mejora en la velocidad de la cabeza del palo y que este aumento era mucho más significativo en mujeres.

Como ya se indicó con anterioridad, la fuerza explosiva es un factor de rendimiento de condición física en golf ya que es determinante en el gesto principal del golf, el swing o golpeo de la bola.

Aunque ya se han señalado algunos casos, es necesario hacer referencia a que es frecuente encontrarse trabajos que tratan de analizar la influencia del entrenamiento pliométrico en combinación con otras modalidades de entrenamiento de la fuerza.

Son muchos los autores que han desarrollado programas de entrenamiento pliométrico con sujetos que sin ser sedentarios tampoco participan en ninguna actividad deportiva sistematizada. Por ejemplo, Gehri y cols. (1998) llevan a cabo un programa de entrenamiento de carácter pliométrico de doce semanas de duración consiguiendo mejoras significativas tanto en la altura de salto vertical como en la producción de energía. Estos autores llegan a la conclusión de que en este tipo de poblaciones la utilización del CMJ o del DJ son igual de efectivos en la mejora de la capacidad de salto vertical ya que los mecanismos para incrementar la altura de salto se basan en una mejora del componente contráctil más que en el componente elástico.

Lund, R.J. (1997) realizó un estudio con jugadores de béisbol que tras un entrenamiento de resistencia y ejercicios de fuerza realizando rotaciones con balón medicinal, aumentaba la velocidad del bateo. Por el contrario, y con anterioridad, Newton, R.U. y McEvoy (1994), compararon un entrenamiento solo con balón medicinal y entrenamiento con pesas en béisbol y concluyeron que el entrenamiento de la fuerza solo con balón medicinal no provocaba mejoras en la velocidad de carrera ni en el lanzamiento.

Por ejemplo, Rodríguez y García Manso (1997) efectuaron un trabajo con jugadores de voleibol en el que durante ocho semanas un grupo efectuaba ejercicio combinado anisométrico y pliométrico para mejorar la fuerza del tren inferior y otro grupo efectuaba únicamente trabajo anisométrico. Tras ese programa se observó una mejora significativa en el grupo combinado mientras que un empeoramiento en la capacidad de salto en el grupo anisométrico.

Maffiuletti y cols. (2002) desarrollaron un programa de entrenamiento con jugadores de voleibol durante seis semanas en el que combinaban el entrenamiento pliométrico con el trabajo de electroestimulación. Dicho programa tenía una frecuencia de entrenamiento de tres sesiones semanales y el objetivo del mismo era valorar su influencia en la capacidad de salto. Al finalizar el programa los autores llegan a la conclusión de que este entrenamiento combinado incrementa de manera significativa la fuerza voluntaria máxima de los extensores de rodilla y de los flexores plantares así como la altura de diferentes tipos de salto vertical.

En esta misma línea Herrero y cols. (2005) observaban que un entrenamiento combinado de electroestimulación y pliometría incrementaba de manera significativa la capacidad de salto y la velocidad del sprint en hombres físicamente activos, además

de incrementar la fuerza máxima y la hipertrofia muscular. Estos mismos autores comparaban ese programa de entrenamiento con un programa exclusivo de pliometría de 4 semanas de duración en el que no se observaron cambios significativos en dichas variables. Según los autores dicha ausencia de cambios puede relacionarse con un estímulo de entrenamiento insuficiente ya que el programa es corto (4 semanas) y la frecuencia de entrenamiento también es baja (2 sesiones a la semana).

En este sentido Valadés (2005) efectúa una revisión de trabajos que pretenden mejorar la capacidad de salto con el entrenamiento de fuerza, llegando a la conclusión de que la combinación de trabajo pliométrico con métodos anisométricos es más efectiva que el uso aislado del método anisométrico.

Independientemente de que sean muchos los autores que han demostrado la efectividad del entrenamiento pliométrico en diferentes poblaciones. Fatouros y cols. (2000) insisten en la existencia de una controversia entre los autores que sí la han demostrado (Blattner y cols. 1979; Bosco y cols. 1982; Adams y cols. 1984; Brown y cols. 1986; Anderst y cols. 1994) y aquellos que han señalado justo lo contrario (Blakey y Southard, 1987; Poole y Maneval, 1987; Wilson y cols. 1993). También señalan que existen contradicciones entre los autores que en sus estudios concluyen que el entrenamiento pliométrico es más efectivo (Verkhoshanski y Tatyán, 1983), igual de efectivo (Adams y cols., 1992; Anderst y cols., 1994) e incluso menos efectivo (Ford y cols., 1983) que el trabajo con pesas para mejorar la capacidad de salto.

Debido a la existencia de la controversia anteriormente mencionada Fatouros y cols. (2000) señalan que, en términos generales, no se ha llegado a un acuerdo sobre la efectividad del entrenamiento pliométrico ya que ésta depende en gran medida de las características del programa: duración, frecuencia de entrenamiento, volumen e intensidad y de las características de los sujetos, en especial el nivel de entrenamiento previo.

### **1.3.2.3. Estudios que valoran la influencia del entrenamiento de fuerza explosiva en el rendimiento técnico en golpes y lanzamientos**

Manolopoulos y cols. (2006) indican que si bien el conocimiento de la actividad neuromuscular durante el golpeo es interesante, la evaluación de cómo se modifican las características del mismo con el entrenamiento es aún más útil.

En primer lugar, es necesario señalar que son muchas las controversias que ha generado la posible interferencia negativa que el entrenamiento de fuerza puede provocar en la ejecución de determinadas acciones técnicas. Sin embargo, autores como Moreno y cols. (2000) afirman que no existe interferencia entre el desarrollo de la fuerza y la ejecución técnica, sino que existen ciertas metodologías del entrenamiento de la fuerza que pueden afectar de forma negativa a distintas ejecuciones técnicas. Según éstos, en el entrenamiento de cada deporte han de elegirse aquellos ejercicios que más contribuyan al desarrollo de la fuerza específica. Estos ejercicios han de ser ejecutados a una velocidad similar a la real, minimizando

de esa manera las posibles interferencias sobre un patrón técnico automatizado. La realización de ejercicios cuya intervención muscular diste de manera significativa de la que se desarrolla en el gesto específico de competición podría provocar dichas interferencias.

Son muchos los autores que han valorado la influencia de distintos programas de entrenamiento de la fuerza, fundamentalmente fuerza explosiva, en diferentes elementos de carácter técnico como los lanzamientos o los golpesos.

Una de las modalidades que más atención ha suscitado en este sentido ha sido el béisbol. Uno de los primeros estudios fue el de DeRenne y cols. (1990) en el que los autores llevaron a cabo un programa de entrenamiento de la fuerza durante diez semanas utilizando lanzamientos con bolas lastradas de diferente peso. En todos los grupos de trabajo se observaron incrementos en la velocidad de lanzamiento, algo que vincularon a la especificidad del trabajo puesto que, utilizaban el movimiento propio del lanzamiento. Brylinski y cols. (1992) compararon dos programas de entrenamiento de la fuerza efectuados con bolas lastradas y con bolas normales respectivamente. Tras seis semanas de trabajo se produjo una mejora en ambos grupos, mejora que fue superior en el caso del grupo que trabajaba con bolas más pesadas. Otro deporte en el que el entrenamiento técnico con balones lastrados para mejorar la velocidad de lanzamiento ha sido frecuente es el balonmano (Kotzamanidis y cols., 2003; Skoufas y cols., 2003).

También en beisbol, Newton y McEvoy (1994) llevaron a cabo un programa de entrenamiento pliométrico con balones medicinales durante ocho semanas con el objetivo de mejorar la fuerza del tren superior y ver como se veía afectada la velocidad de lanzamiento de la bola. Tras la realización de dicho programa los autores no constataron mejoras estadísticamente significativas en esa velocidad de lanzamiento. En 1998 estos mismos autores introdujeron otro programa de entrenamiento pliométrico durante diez semanas en el que sí se observaron diferencias estadísticamente significativas. Señalaron como posible causa de esa mejora en la velocidad de lanzamiento la naturaleza balística de los ejercicios empleados (Carter y cols., 2007). Por su parte Heiderscheit y cols. (1996) compararon los efectos de un programa de entrenamiento pliométrico de bajo volumen y un programa isocinético centrados en los rotadores internos del hombro. Tras ocho semanas de entrenamiento no se observaron diferencias significativas en el rendimiento en el lanzamiento en ninguno de los dos grupos. Lachowetz y cols. (1998) sí registraron mejoras significativas en la velocidad de lanzamiento siguiendo un programa de entrenamiento de la fuerza de carácter no pliométrico durante ocho semanas, llegando a la conclusión de que la velocidad de lanzamiento puede mejorarse a través de un entrenamiento de fuerza estructurado. Por su parte Fortun y cols. (1998) obtuvieron incrementos significativos en la distancia de lanzamiento de la bola, utilizando un programa de entrenamiento pliométrico centrado en los rotadores internos del tronco. Más recientemente Carter y cols. (2007) desarrollaron un programa pliométrico de alto volumen durante ocho semanas centrado en los músculos implicados en la articulación

del hombro. Estos autores observaron mejoras significativas en la velocidad de lanzamiento sin que existieran variaciones en la fuerza isocinética. No obstante, también señalaban que las valoraciones isocinéticas no son las más apropiadas para determinar la efectividad de un programa de entrenamiento basado en el CEA.

A pesar de las diferencias de tipo mecánico existentes entre un lanzamiento y un golpeo, también existen estudios de este tipo en modalidades deportivas en las que el elemento técnico a valorar es un golpeo.

Por ejemplo Dupuis y Tourny-Chollet (2001) controlaron la velocidad de remate en jugadores de voleibol tras la realización de un entrenamiento específico de fuerza en circuito de siete semanas de duración con ejercicios basados en los métodos anisométricos y balísticos. Los autores observaron una ligera mejora de esa velocidad en el grupo experimental, diferencia que sin embargo no llega a ser estadísticamente significativa. Por su parte en el grupo control, que continuó con su entrenamiento habitual, lo que se produce es un descenso de la velocidad de remate.

Valadés (2005) aplicó un programa de entrenamiento pliométrico de ocho semanas de duración para comprobar los efectos del mismo en el remate con y sin salto. Este autor no encontró efectos estadísticamente significativos en la velocidad de golpeo en el ejercicio de remate sin salto, sin embargo sí encontró mejoras en la velocidad del balón en el remate con salto, algo que relacionaba no sólo con el trabajo y la mejora de la fuerza y la potencia sino con el trabajo técnico de remate que se efectuó. Este mismo autor, tras realizar una revisión de los estudios existentes, afirma que en voleibol la velocidad de golpeo puede mejorarse a través del entrenamiento específico de fuerza pero aún existe mucha controversia en cuanto a cuál es el método de entrenamiento más adecuado para conseguirlo. Coincidiendo con los métodos recomendados por Bompa (2000) este autor recomienda el trabajo a través de los métodos anisométrico y balístico.

Por otro lado, Lyttle y cols. (1996) efectuó un trabajo pliométrico del tren superior durante ocho semanas, a razón de dos sesiones a la semana con deportistas de diferentes modalidades, llegando a la conclusión de que un trabajo combinado pliométrico–anisométrico produce mejoras estadísticamente significativas en la distancia de lanzamiento.

Otro deporte en el que se han efectuado trabajos de este tipo es el fútbol, De Proft y cols. (1988), llevaron a cabo un programa de entrenamiento de la fuerza explosiva utilizando para ello trabajo con pesas durante toda una temporada, con una frecuencia de dos sesiones a la semana, observando un incremento significativo de la fuerza excéntrica de los flexores de rodilla (77%) y concéntrica de los extensores de rodilla (25%) y, lo que es más importante, un incremento en el rendimiento en el disparo. Según estos autores, los resultados demuestran que es interesante introducir programas de entrenamiento de la fuerza para mejorar no sólo esa capacidad sino también el rendimiento en el disparo. Además con ese entrenamiento también se

produjo un incremento en la correlación existente entre el rendimiento en el disparo y la fuerza.

Heyden y cols. (1988) observaron que tras aplicar un entrenamiento de fuerza máxima en futbolistas se apreciaba un incremento en la velocidad de la punta del pie y el tobillo mientras que la velocidad lineal de rodilla y cadera no se vieron alteradas. Si, como ya se ha explicado, la velocidad del golpeo depende en parte de la velocidad de esos segmentos distales en el momento de contacto, cabe esperar por tanto que con ese entrenamiento se produzca un incremento en la velocidad de golpeo del balón.

Jelusic y cols. (1992) llevaron a cabo un programa de entrenamiento pliométrico en jugadores de fútbol jóvenes de la primera categoría de la liga yugoslava. Estos autores observaron una mejora de un 25% en la velocidad de golpeo. Sus ejercicios consistían básicamente en atar a la pierna dominante el extremo libre de una cuerda que estaba conectada a través de una polea a un peso de 7 kg. En cada repetición se dejaba caer dicho peso desde una altura de 2,5 m y los sujetos debían frenarlo bruscamente desde una posición similar a la que se adopta en el balanceo hacia atrás (backswing), anteriormente explicado, e inmediatamente después efectuar el movimiento de golpeo (forward swing) con la mayor velocidad posible. Este ejercicio se repitió 18 veces por sesión (3 series de 6 repeticiones) dos veces por semana durante 15 semanas. Por otro lado existía un grupo de control que se limitaba a continuar con su entrenamiento habitual de fútbol y en el que sólo se detectó una mejora de un 4% en la velocidad de golpeo del balón. Tras diez semanas de entrenamiento reducido se observó que las mejoras alcanzadas fueron parcialmente retenidas. Los autores indicaban que incluso una pequeña cantidad de entrenamiento de fuerza adicional a través del CEA puede mejorar considerablemente el rendimiento en movimientos balísticos como el golpeo.

Aagaard y cols. (1993) analizaron la relación entre la capacidad de fuerza de los extensores de rodilla y el rendimiento en el golpeo tras llevar a cabo diferentes tipos de entrenamiento de fuerza centrados en los músculos extensores y flexores de la rodilla. Los autores dividieron a los jugadores voluntarios en cuatro grupos, uno que trabajaba la fuerza con resistencias altas, otro que trabajaba con bajas resistencias, un tercer grupo que lo hacía con movimientos específicos de golpeo del balón con una carga externa y sin balón y finalmente un último grupo que servía como grupo de control, continuando con su entrenamiento habitual de fútbol. En ninguno de los grupos se produjo una mejora significativa de la velocidad de golpeo aunque sí se apreció un incremento en la potencia y fuerza muscular. Se observa por tanto una escasa transferencia de esa ganancia en la fuerza y la potencia a la ejecución de una habilidad específica del fútbol como es el golpeo. Escasez que en parte puede deberse a que el trabajo de fuerza se encaminaba única y exclusivamente a esos grupos musculares, dejando de lado a aquellos implicados en la articulación de la cadera o el tobillo, que, como bien se ha señalado, también son importantes en el resultado final del golpeo. Por otro lado, la fuerza se valoró de manera aislada en cada grupo muscular mientras que el rendimiento en el golpeo depende de una acción

coordinada de los músculos de las piernas. La coordinación intermuscular es determinante y no se valora en los movimientos efectuados por músculos aislados. Estos autores llegan a la conclusión de que conseguir incrementos en la fuerza en grupos musculares aislados no tiene sentido, sino que es preferible trabajar la coordinación intermuscular con movimientos globales. En esta misma línea Trolle y cols. (1993) utilizaron el mismo conjunto de grupos que Aagaard y cols. (1993) llegando a la conclusión de que ninguno de los métodos de trabajo de la fuerza es ideal para conseguir mejoras en el rendimiento específico en el disparo ya que el control del movimiento y, sobre todo, la coordinación intermuscular son determinantes en este sentido. También indicaron que los regímenes de entrenamiento empleados probablemente tengan efectos más positivos en sujetos cuya habilidad técnica no esté tan desarrollada.

Taïana y cols. (1993) señalaban la existencia de un incremento en la velocidad máxima de golpeo del balón de hasta un 7% tras diez semanas de entrenamiento orientado a incrementar la fuerza máxima de los flexores de cadera, los extensores de rodilla y los flexores plantares de tobillo, a razón de una sesión a la semana. Sin embargo en este estudio no se puede determinar si las mejoras se deben precisamente a la introducción de ese programa de entrenamiento o al entrenamiento específico de fútbol, puesto que carece de grupo control.

Dutta y Subramanium (2002) trataron de valorar la influencia de un programa de entrenamiento isocinético de seis semanas de duración combinado con el entrenamiento específico de la habilidad técnica de golpeo en el rendimiento en este mismo elemento técnico. Estos autores compararon los efectos de ese entrenamiento con los efectos que provoca de manera aislada el entrenamiento específico de la habilidad técnica. Llegan a la conclusión de que el entrenamiento isocinético durante seis semanas mejora la fuerza máxima y la fuerza explosiva de los flexores y extensores de la cadera, de los flexores de rodilla y de los extensores del tobillo, mejora que se acompaña de un incremento en el rendimiento en el disparo con el empeine de ambas piernas, valorado en términos de distancia y precisión. Por otro lado, curiosamente esas seis semanas de entrenamiento isocinético tienen efectos negativos en la fuerza máxima de los extensores de rodilla de ambas piernas, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa. Según los autores la mejora en el rendimiento en el disparo puede atribuirse al hecho de que la velocidad en el golpeo se mejora a través de un incremento en la fuerza máxima y en la fuerza explosiva de la mayor parte de los músculos del tren inferior, gracias por un lado a una mejora en el control motor provocada por el entrenamiento isocinético y por otro lado también a una mejora de carácter técnico provocada por el aprendizaje. Estos autores concluyen que si bien el entrenamiento específico de técnica puede incrementar la fuerza en los músculos implicados en el golpeo, es el entrenamiento combinado el que provoca un mayor incremento en los niveles de fuerza y en el rendimiento en el disparo.

Manolopoulos y cols. (2004) afirmaban que uno de los factores que más influye en la velocidad alcanzada por el balón son las características del CEA en los músculos

implicados en el golpeo. Estos autores desarrollaron un entrenamiento de la fuerza del tren inferior durante ocho semanas como complemento al entrenamiento habitual de fútbol. Tras la realización de ese programa de entrenamiento se observó un incremento en la fuerza máxima isométrica y en la fuerza relativa. En lo que se refiere a los parámetros biomecánicos del golpeo se observó un aumento en la velocidad lineal de la punta del pie y del tobillo, de las rodillas y de la cadera, incrementos que se acompañaban de un aumento en la velocidad del balón. En este estudio los autores prestaron especial atención a la ejecución técnica de los ejercicios de golpeo, lo que podría considerarse una de las posibles razones que explican la mejora de la velocidad del balón. Con el entrenamiento propuesto se produce una mejora en la capacidad de transmisión de energía de los segmentos proximales a los distales, desembocando en una mayor velocidad del balón.

Posteriormente Manolopoulos y cols. (2006) efectuarán un estudio en el que tratarán de examinar los cambios en las características cinemáticas, electromiográficas y de fuerzas de reacción del suelo en el golpeo con el empeine tras la realización de un programa de entrenamiento que tenía como objetivo mejorar la fuerza y la técnica usando tareas específicas de fútbol. Estos autores desarrollaron un programa de diez semanas de duración con una frecuencia de entrenamiento de tres sesiones a la semana. Durante las dos primeras semanas utilizaron ejercicios de varios grupos musculares contra resistencias, las dos semanas siguientes consistieron en un trabajo que mezclaba ejercicios pliométricos y tareas específicas de golpeo y finalmente las cinco últimas semanas trataban de mejorar la fuerza específica de los miembros inferiores, incluyendo ejercicios específicos de golpeo y de juego contra resistencias. Tras la realización de ese programa de entrenamiento los autores observaron la existencia de incrementos significativos en la velocidad del balón en el grupo experimental con respecto al grupo control. El grupo experimental aumentaba además su fuerza isométrica máxima, su fuerza relativa, la fuerza explosiva y el nivel de desarrollo de la fuerza. También se producen mejoras significativas en la velocidad de desplazamiento. Estos autores concluyen que el entrenamiento combinado de fuerza y coordinación conlleva incrementos tanto en la velocidad de balón como en varios parámetros cinemáticos.

Por su parte Pérez-Gómez y cols. (2008) señalan que seis semanas de entrenamiento combinando trabajo con pesas y pliometría es efectivo para incrementar de manera significativa el rendimiento en distintas variables de condición física relacionadas con el éxito en el fútbol, entre las que se incluye el rendimiento en el golpeo. No obstante, hay que tener en cuenta que su estudio no se efectúa con futbolistas sino con hombres estudiantes de educación física, por lo que la generalización de los resultados resulta más complicada.

En lo que hace referencia al golf, Fletcher y Hartwell (2004) compararon el efecto de ocho semanas de entrenamiento sobre la velocidad alcanzada por la bola en jugadores de golf de alto nivel. El grupo que efectuó un entrenamiento pliométrico

combinado con anisométrico mejoró más la velocidad de la bola que áquel que únicamente realizó trabajo anisométrico.

Burke, R.E. (1986) indica que el entrenamiento de la fuerza, la potencia y la flexibilidad mejora en el control de la distancia del putt al mejorar el reclutamiento de las unidades motoras con este entrenamiento.

Otros como Pink, M. M., Perry, J. y Jobe, F. W. (1993) afirmaban que el entrenamiento de fuerza con balón medicinal combinado con un entrenamiento de resistencia, provocaba una mayor activación muscular en el tronco, lo que conllevaba una mejora en el swing de golf.

Según Westcott, W. L., Dolan, F. y Cavicchi, T. (1996) realizaron un estudio de 8 semanas de duración para analizar los efectos de la fuerza y flexibilidad en el físico y en el rendimiento, los resultados que obtuvieron fueron que el trabajo de la fuerza y flexibilidad mejoraba la fuerza muscular y disminuía la grasa y tensión arterial y además, aumentaba la velocidad de la cabeza del palo.

Autores como Lyttle, A. D., Wilson, G. J. y Ostrowsi, K. J. (1996) efectuaron un estudio de 8 semanas para comparar los beneficios en el rendimiento derivados del entrenamiento de potencia máxima o de un entrenamiento combinado de pesas y pliometría y el resultado fue que se obtenían mejoras significativas en el tren superior e inferior, pero el entrenamiento combinado mejora aún más en aquellas actividades que implican un ciclo de acortamiento estiramiento.

Wescott, W.L. y Parziale, J.R. (1997) señalaban la existencia de mejoras con el entrenamiento de pesas y por consiguiente una mejora en el rendimiento del swing.

Otros autores como Hetu, F.E., Christie, C.A. y Faigenbaum, A.D. (1998) llevaron a cabo un programa de entrenamiento de 8 semanas de duración de fuerza y flexibilidad y observaron que tras este trabajo había mejoras significativas en la ejecución pero se realizó sin grupo control.

Thompson, C.J. y Osness, W.H. (2004) estudiaron los efectos de un programa variado de 8 semanas de duración basado en fuerza y flexibilidad y el resultado fue que se incrementaba de manera significativa la fuerza muscular, el rango de movimiento y la media en la velocidad de la cabeza del palo.

Pedersen, M. (2005) observó que un trabajo combinado de fuerza, flexibilidad, coordinación, equilibrio y estabilidad implicaba que el swing resultase más efectivo y que un entrenamiento de fuerza era fundamental para la mejora del juego. Numerosos autores respaldan esta afirmación (Wenzel, D., 1967; Strohmeyer, D.D., 1973; Landford, E.E., 1976; Lennon, H.L., 1996; Fleck, S. y Kraemer, W., 1997; Jones, D., 1998).

Por su parte, Doan, B.K., Newton, R.U., Young-Hoo Kwon y Kraemer, W.J. (2006) realizaron un estudio cuyo objetivo era determinar los efectos de un programa de condición física sobre la velocidad de la cabeza del palo y el control y la distancia en el putt. Tras 11 semanas de entrenamiento observaron que aumentaba la velocidad

de la cabeza del palo en un 1'6% aproximadamente, sin afectar de forma negativa al control del putt y que aumentaba en menor medida en los jugadores de élite.

#### 1.3.2.4. Evaluación de la fuerza explosiva.

A pesar de que la mayor parte de las acciones cotidianas y deportivas se componen de una mezcla de contracciones, las condiciones experimentales diseñadas para estudiar la producción de fuerza están normalmente dirigidas a examinar los diferentes tipos de acciones de manera aislada (Izquierdo y Aguado, 1997). Sin embargo, la capacidad de salto ha sido utilizada tradicionalmente como expresión de la potencia muscular. Entre los factores principales que influyen en esta acción cabe destacar la fuerza desarrollada por los músculos de la cadera, la rodilla y el tobillo y la velocidad con la que se manifiesta esa fuerza (Newton y cols. 1999). De manera general, las pruebas de salto vertical fueron diseñadas para estimar la capacidad de los músculos extensores del miembro inferior para generar potencia en un corto período de tiempo, (Izquierdo y Aguado, 1997). Según Cometti (2007) una de las ventajas de la utilización del salto vertical reside en la gran variedad de posibilidades de evaluación existentes así como en la simplicidad de las pruebas utilizadas.

En 1974 Asmussen y Bonde-Petersen (citados por Bosco, 1994) plantean por primera vez la idea de medir la elevación del centro de gravedad del sujeto durante la prueba de salto a través de la medición del tiempo de vuelo. De ahí surgió la idea de diseñar un aparato que permitiera medir el tiempo de vuelo y extraer la altura de salto a través de procedimientos matemáticos, apareciendo de esa manera el Ergojump Bosco System en 1980. Una vez diseñado el aparato y con el objetivo de estandarizar en la medida de lo posible su utilización, fue el propio Bosco quien diseñó una batería de tests que pasó a denominarse *Batería de Bosco* y que se compone de seis pruebas básicas (Bosco, 1994). Si bien existen más pruebas estandarizadas para la evaluación de la capacidad de salto, es esta batería la que se ha utilizado de una manera más extensa y, de hecho, para el presente trabajo se han extraído pruebas de dicha batería, de ahí que a continuación se explique de manera más detallada en qué consiste cada una de esas pruebas:

- 1- *Squat Jump (SJ)* o salto "de parado": Consiste en un salto vertical sin contramovimiento partiendo de la posición de medio squat (rodilla flexionada a 90°) con el tronco recto y las manos en la cadera. Permite la valoración de la **fuerza explosiva** (no pliométrica) de los miembros inferiores.
- 2- *Counter Movement Jump (CMJ)*: Se trata de un salto vertical con contramovimiento que se realiza partiendo de una posición de parado, con el tronco erguido y las manos en las caderas. Según Cometti (2007) esta prueba permite medir la capacidad del músculo para desarrollar fuerza en tiempo más largo que para el SJ.
- 3- *Drop Jump (DJ)* o salto vertical con caída desde una altura variable (20 – 100 cm): También se le conoce como salto pliométrico. En su ejecución, el sujeto

se encuentra erguido, con las piernas extendidas y las manos en las caderas sobre un cajón de una altura determinada. Desde ahí cae y al tomar contacto con el tapiz, realiza un salto vertical a la máxima altura. Con ella se evalúa la **fuerza elástico- explosivo – reactiva**.

- 4- *SJ con elevación de cargas variables* (20 – 100 Kg, con barra sobre los hombros): La ejecución es similar al SJ pero soportando sobrecargas que pueden oscilar entre 20 y 100 Kg en una barra sobre los hombros. Permite la valoración de la fuerza dinámica máxima con cargas ligeras y pesadas y la capacidad de reclutamiento nervioso.
- 5- *Repeated Jump (RJ)* con saltos tipo CMJ repetidos con una duración de 5 a 60 segundos: El método de ejecución de los saltos es igual que el CMJ pero en esta ocasión se realizan de forma seguida durante el tiempo que se haya establecido. La flexión de las piernas en cada salto debe alcanzar un ángulo de 90°. Permite valorar la **resistencia a la fuerza veloz**.
- 6- *RJ con la rodilla bloqueada* y con una duración de entre 5 y 7 segundos con y sin obstáculos: Consiste en la ejecución de algunos saltos verticales en los que se busca la mayor altura estando en contacto con el suelo el menor tiempo posible. Las rodillas deben bloquearse al máximo y se pueden usar los brazos. Se valora la **capacidad reactiva en saltos repetidos**.

Aunque no se incluye dentro de la Batería de Bosco tenemos que hacer una reseña al test de Abalakov (ABK), también denominado por Cometti (2007) counter movement jump con los brazos (CMJB). Esta prueba está basada en el test original planteado por Abalakov en 1938 pero utilizando la plataforma para calcular la elevación del centro de gravedad. Es similar al CMJ, con la diferencia de que los brazos no permanecen fijos en la cadera sino que existe un balanceo de los mismos de atrás hacia adelante.



## 2- OBJETIVOS



## 2.1.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El estudio pretende valorar la influencia que tiene el nivel competitivo y de entrenamiento en factores (variables) de tipo antropométrico, de condición física y de tipo técnico en jugadores de golf de élite.

Se pretende intervenir directamente en el proceso del entrenamiento para ver en qué medida un programa concreto de trabajo de la fuerza de 18 semanas de duración influye en las variables valoradas anteriormente.

Teniendo en cuenta lo anterior se plantea como objetivo principal el siguiente:

- 1- Valorar la influencia de un programa de entrenamiento de la fuerza de 18 semanas de duración en las diferentes variables analizadas, especialmente en las que afectan al rendimiento en el swing.

Y como objetivos secundarios:

- 2- Estudiar la evolución del rendimiento durante el proceso de intervención.
- 3- Observar si se mantienen las mejoras en las variables tras la finalización del periodo de entrenamiento.
- 4- Analizar la influencia del entrenamiento de fuerza sobre las variables antropométricas



## 3- METODOLOGÍA



### 3.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Para el estudio se extrajeron 10 jugadores de golf de élite masculinos diestros pertenecientes a diferentes clubs de golf, que se dividieron en 2 grupos atendiendo al tipo de programa de entrenamiento asignado de forma aleatoria, en un grupo control (GC) y en un grupo experimental (GE) y con hándicap 5 o menor de 5 y sin diferencias significativas en los años de práctica:

- *Grupo Control (GC) (N=5)*: Hombres jugadores de golf que entrenaban con una frecuencia media de  $18 \pm 6,2$  horas a la semana y con años de práctica entre  $10.2 \pm 4.5$  años y que realizaban al menos una vez a la semana una ronda en el campo de golf, 18 hoyos y competían.

GC N=5	Edad (Años)	Hándicap	Talla (cm)	Masa corporal (kg)	Longitud brazo (cm)
Media $\pm$ SD	$23,9 \pm 6,7$	$1.6 \pm 1.1$	$172.1 \pm 4$	$70.76 \pm 7.1$	$177.22 \pm 3$

Tabla 3.1: Características del GC

- *Grupo experimental (GE) (N=5)*: Hombres jugadores de golf que entrenaban con una frecuencia media de  $18 \pm 6,2$  horas a la semana y con años de práctica entre  $9.7 \pm 6.1$  años y que realizaban al menos una vez a la semana una ronda en el campo de golf, 18 hoyos y competían.

GE N=5	Edad (Años)	Hándicap	Talla (cm)	Masa corporal (kg)	Longitud brazo (cm)
Media $\pm$ SD	$23,9 \pm 6,7$	$2.1 \pm 2.3$	$171.9 \pm 7$	$68.09 \pm 8.3$	$171.62 \pm 6$

Tabla 3.2: Características del GE.

### 3.2.- MATERIAL

A continuación se enumera y describe todo el material empleado e instrumentos utilizados durante la realización del estudio.

#### 3.2.1.- Material empleado en la toma de datos antropométricos

- Báscula electrónica SECA® ATRAX 770 (capacidad de medición de 0 a 150 kg y precisión de 0,1 kg).
- Tallímetro SECA®, modelo 240, (capacidad de medición entre 60 y 209 cm y precisión de 0,1 cm).
- Calibre Lafayette® (capacidad de medición entre 0 y 12 cm y precisión de 0,1 cm)

- Cinta métrica inextensible Holtain® (capacidad de medición de 0 a 100 cm y precisión de 0,1 cm).
- Plicómetro Holtain® (British Indicators® Ltd) (capacidad de medida de 0 a 40 mm y precisión de 0,2 mm).
- Lápiz dermatográfico.



Figura 3.1: Material utilizado en la toma de datos antropométricos.

### 3.2.2. Material empleado en la toma de datos referentes a la fuerza de las extremidades inferiores y superiores

- Plataforma de contacto Sportjump System® conectada a un ordenador portátil Intel® Core™2 Duo con el sistema operativo Windows® XP (Profesional) y el Software SportJUMP 2.0® diseñado específicamente para el registro y análisis de los datos procedentes de la plataforma.
- Dinamómetro de mano Grip Track, Jtech Medical Industries.



Figura 3.2: Material empleado en la toma de datos de la fuerza explosiva, Sport Jump System y Sport JUMP 2.0®

### 3.2.3.- Material empleado en la toma de datos relativos a la velocidad de golpeo la bola y aceleración del palo

- Bolas de prácticas de golf nuevas (RANGE, dos piezas, Surlyn, dureza 90).
- Tees nuevos de varias alturas para que pudieran elegir en función de las preferencias particulares.
- Driver de mango rígido (varilla Staff), cada jugador utilizaba el suyo propio

- Manómetro KIRTCHEN® modelo DM.
- Cinta métrica de 10 m.
- Pistola Radar Stalker modelo PRO® (Professional Sports Radar) basado en el procesamiento digital de las señales:
  - Rango de velocidad 1-400 km/h
  - Precisión +/- 0,1852 km/h (0,1 mph)
  - Tiempo de captación del objetivo: 0,01s en números enteros y 0,04 s en números decimales.
  - Distancia máxima de registro: 3.048 m (10.000 pies)
  - Ka Band: 34,7 GHz.
  - Trípode, modelo Velbon® DF40 con una carcasa especialmente diseñada para la colocación de la pistola radar.
- Cinta adhesiva de color blanco.
- Signal Frame- An (Sportsmetrics, S.L. Valencia):
  - Acelerómetro del equipo de medida SignalFrame-An. Transductor piezoeléctrico de 50g
  - Cable de 94 cm para comunicar el acelerómetro con el ordenador
  - Monitor de medición de datos.



Figura 3.3: Material empleado en la toma de datos de aceleración del palo (Signal Frame- A) y velocidad de la bola (Radar Stalker modelo PRO®)

**3.2.4.- Material empleado en la validación del protocolo de medición de la velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo (acelerómetro SignalFrame-An)**

Para llevar a cabo el proceso de validación del funcionamiento del radar y del acelerómetro SignalFrame-An con el protocolo específico a utilizar, se empleó el mismo material enumerado anteriormente para la prueba de evaluación de la velocidad de golpeo además de los siguientes elementos:

- Videocámara digital JVC® GR-DVX 10 y Trípode Velbon® DF 40 para la cámara de video
- Sistema de análisis de movimiento Kinescan/IBV® 2001 basado en la tecnología de fotogrametría vídeo.
- Sistema 3D Vicon Oxford Metrics T160 con fotogrametría de captura automática con 6 cámaras con focos de luz infrarrojos sincronizadas a 200 Hz.

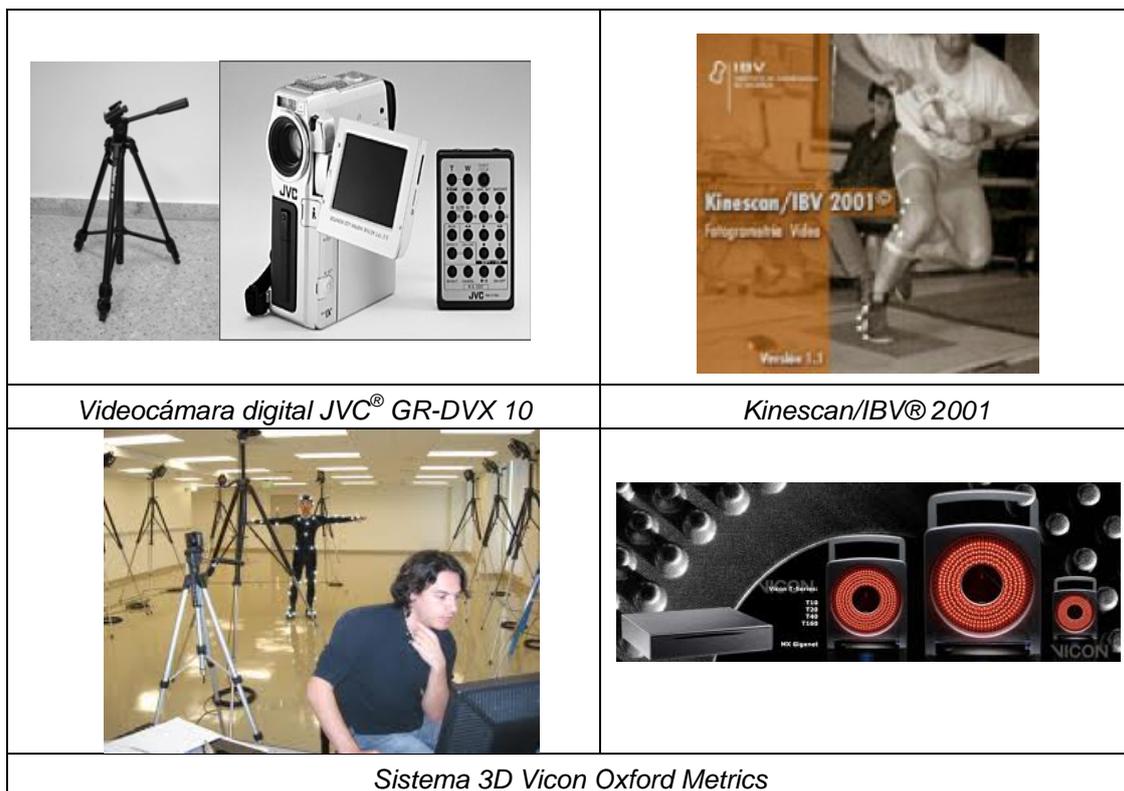


Figura 3.4: Material empleado en la validación del protocolo de medición de la velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo.

### 3.2.5.- Material empleado en el entrenamiento específico

- Pesas y barra de pesas Salter®
- Palo lastrado de golf (300g)
- Sistema de entrenamiento con palo acelerado (figura 3.5).
- Máquinas para el trabajo de pesas.

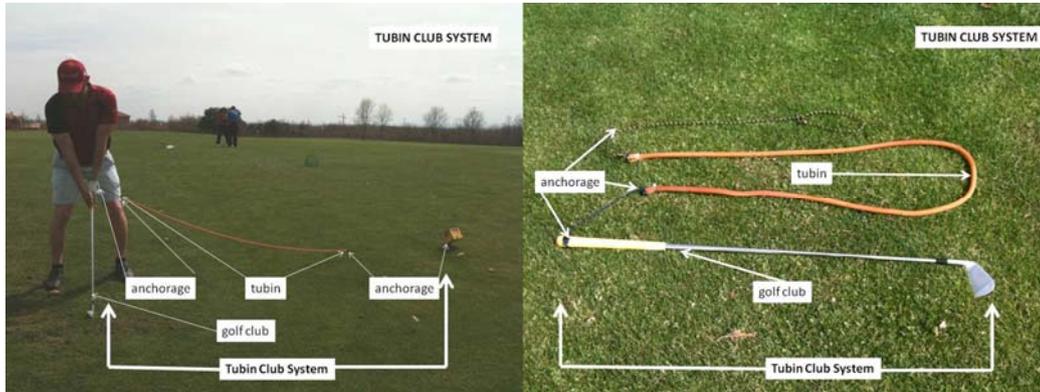


Figura 3.5: Material empleado en el entrenamiento específico.

### 3.2.6.- Material empleado en el almacenamiento y tratamiento de datos

- Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio I, (ANEXO N° 1).
- Hoja de registro de datos personales y deportivos I. (ANEXO N°2).
- Hoja de registro de datos antropométricos. (ANEXO N° 3).
- Hoja de registro de velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo.(ANEXO N° 4).
- Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio II, (ANEXO N° 5).
- Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio III, (ANEXO N° 6)
- Hoja de registro de datos personales y deportivos II. (ANEXO N° 7).
- Ordenador portátil Intel® Core™2 Duo con el sistema operativo Windows® XP (Profesional).
- Editor de texto Microsoft Word 2010.
- Hoja de cálculo Microsoft Excel 2010.
- Paquete SPSS 15.0 para Windows.
- Impresora RICOH Aficio SP C222SF PCL 6.

### 3.3.- PROCEDIMIENTO

Después de planteado y diseñado el estudio se informó del procedimiento y de los objetivos a todos los responsables de los clubes de golf, entrenadores de los jugadores y a los propios jugadores, solicitando su permiso y su adscripción voluntaria. Antes del inicio de la evaluación, cada participante cumplimentó el documento de consentimiento de participación voluntaria I (Anexo I), siendo éste un requisito indispensable para la participación en el estudio.

Una de las premisas de la investigación fue la de interferir lo menos posible en la dinámica general de los entrenamientos de los participantes. Para ello se seleccionaron pruebas de fácil y rápida realización con el objetivo de contar con una buena predisposición por parte de los responsables de los clubes de golf y de los propios jugadores. Se escogieron pruebas de campo en las que los examinadores se desplazaban al lugar de entrenamiento, adaptándose al horario de cada grupo. En todas las evaluaciones se desplazaron mínimo tres examinadores experimentados al lugar de realización, cada uno con sus funciones asignadas de antemano, para agilizar la realización de las pruebas y evitar la sobrecarga de trabajo en un solo examinador.

Antes de efectuar las pruebas específicas cada voluntario rellenó la hoja de registro de datos individuales, personales y deportivos I (Anexo II).

El orden de realización de las pruebas fue siempre idéntico: en primer lugar se tomaban los datos antropométricos correspondientes para, posteriormente, realizar un calentamiento estandarizado previo a la ejecución de las pruebas fuerza explosiva (SJ y CMJ); una vez finalizadas estas pruebas se concedía a las participantes un período de 10 minutos para la realización de swings y para familiarizarse con el protocolo de ejecución de la prueba de evaluación de la velocidad de la bola y aceleración del palo; por último y a medida que acababan las pruebas anteriores, antes de realizar las pruebas de fuerza isométrica del grip y de fuerza máxima, realizaban un calentamiento específico de fuerza.

El calentamiento estandarizado fue dirigido por un licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, encargado de hacer que siempre fuese idéntico a fin de que las condiciones de realización de las pruebas fuesen, en la medida de lo posible, las mismas para todas las participantes. El calentamiento consistió en los siguientes ejercicios:

- 3 minutos de carrera con ejercicios de movilidad articular intercalados.
- 3 minutos de estiramientos dirigidos, centrados especialmente en la musculatura del tren inferior.
- 3 minutos en los que se efectuaban series de saltos utilizando el protocolo propio del CMJ y el SJ.
- 5 minutos de golpes con bola.

### 3.3.1.- Toma de datos antropométricos

La toma de datos antropométricos se efectuó en una habitación convenientemente habilitada, con temperatura e iluminación adecuadas. Los datos fueron registrados con los voluntarios en pantalón corto y descalzos.

Todas las medidas necesarias para la determinación de la composición corporal y el somatotipo fueron tomadas por un evaluador experimentado, siguiendo los protocolos de medidas antropométricas establecidos por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC), (Esparza y cols. 1993). Este evaluador contó con la colaboración de un ayudante que anotaba las medidas obtenidas en la ficha de datos antropométricos. Dichas medidas se registraron tras efectuar la adecuada calibración de los instrumentos y después de marcar con lápiz dermatográfico los puntos anatómicos de referencia, siempre en el lado derecho del sujeto estudiado, independientemente de que fuera o no su lado dominante.

Se registraron las siguientes medidas, siguiendo un procedimiento de arriba hacia abajo y manipulando los instrumentos de medida con la mano derecha. (Esparza y cols. 1993).

- **Talla y masa corporal.**
- **Altura trocantérea:** Distancia entre el punto trocantéreo y el plano de sustentación.
- **Pliegues** (Esparza y cols., 1993): En la toma de pliegues el sujeto se colocaba en posición anatómica o *posición de atención antropométrica*, salvo en las excepciones que se señalen. De cada pliegue se registraban tres medidas para calcular posteriormente la media de las mismas.
  - **Tríceps:** En la parte posterior del brazo, en el punto medio acromio-radial. Es vertical y discurre paralelo al eje longitudinal del brazo.
  - **Subescapular:** En el ángulo inferior de la escápula, en dirección oblicua hacia abajo y hacia fuera, formando un ángulo de 45° con la horizontal.
  - **Supraíllaco anterior:** En la intersección entre la línea del borde superior del íleon y la línea imaginaria que va desde la espina iliaca antero-superior derecha hasta el borde axilar anterior. El pliegue forma un ángulo aproximado de 45° con la horizontal.
  - **Abdominal:** A la derecha de la cicatriz umbilical. Es vertical y discurre paralelo al eje longitudinal del cuerpo.
  - **Muslo anterior:** En el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal de la rótula, en la parte anterior del muslo. En este caso la jugadora se situaba sentada formando con sus rodillas un ángulo de 90°.

- *Medial de la pierna:* En el punto de máxima circunferencia de la pierna, en su cara medial. Es un pliegue vertical que discurre paralelo al eje longitudinal de la pierna. En este caso el voluntario se situaba con la pierna flexionada con la rodilla en ángulo recto y el pie colocado sobre un banco.
- **Diámetros** (Esparza y cols. 1993):
  - *Biepicondíleo del húmero:* Es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del húmero. El jugador colocaba el brazo horizontal y en antepulsión y el antebrazo flexionado a 90° y en supinación. Las ramas del calibre apuntaban hacia arriba en la bisectriz del ángulo recto formado a nivel del codo.
  - *Biestiloideo:* Es la distancia entre la apófisis estiloides del radio y el cúbito. El jugador de golf se situaba sentado, con el antebrazo en pronación sobre el muslo y la mano flexionada con la muñeca en un ángulo de unos 90°. Las ramas del calibre se dirigían hacia abajo en la bisectriz del ángulo de la muñeca.
  - *Bicondíleo del fémur:* Es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. El jugador se colocaba sentado, con la rodilla flexionada a 90°. Las ramas del calibre miraban hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto formado a la altura de la rodilla.
- **Perímetros** (Esparza y cols. 1993):
  - *Brazo relajado:* Se sitúa en el punto medio de la distancia acromio-radial. El golfista permanecía en posición anatómica.
  - *Brazo contraído y flexionado:* Es el perímetro máximo del brazo cuando éste se contrae voluntariamente. El brazo se coloca en antepulsión y horizontal. El antebrazo en supinación completa y aproximadamente a 45° de flexión. El voluntario tensaba al máximo los músculos flexores del codo registrándose el perímetro alcanzado.
  - *Medial del muslo:* Situado en el punto medio trocántero-tibial. El jugador se colocaba de pie con las piernas ligeramente separadas y el peso distribuido equitativamente entre ambas.
  - *Pierna:* Se mide a la altura de la máxima circunferencia de la pierna. El jugador se situaba en la misma posición que en la medición del pliegue medial del muslo.

El estudio de la composición corporal se realizó a partir de un modelo de 4 componentes: porcentaje de grasa + peso óseo + peso residual + peso muscular.

En el cálculo del porcentaje de grasa se empleó la ecuación propuesta por Faulkner (1968) utilizando seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo anterior y medial de la pierna). Para el cálculo de la masa ósea se

utilizó la fórmula de Von Döbeln modificada por Rocha (1975). Por su parte la masa residual se halló a partir de las constantes planteadas por Würch (1974). Finalmente la masa muscular se obtuvo a través de la fórmula de Matiegka (1921). Con los datos obtenidos se calculó posteriormente el porcentaje de cada componente, siendo esa referencia la que realmente se emplea en este estudio.

Para calcular el somatotipo se utilizó el método antropométrico de Heath – Carter (Carter, 1975), que propone dividir al individuo en tres componentes, (endomórfico, mesomórfico y ectomórfico) representados por tres cifras.

La representación gráfica del somatotipo se obtuvo mediante el triángulo de Reuleaux más conocido como somatocarta o somatograma (Carter, 1975).

### 3.3.2.- Toma de datos de fuerza explosiva

Para la evaluación de la fuerza explosiva se utilizaron dos pruebas de salto recogidas dentro de la batería de Bosco, cuyos protocolos originales han quedado reflejados en el apartado de antecedentes: SJ y CMJ. En la realización de estas pruebas los voluntarios debían llevar ropa y calzado deportivo.

- SJ: En esta prueba el atleta debe efectuar un salto vertical partiendo de la posición de media sentadilla (rodillas flexionadas a 90° grados), con el tronco erguido y con las manos dispuestas en la cintura. El individuo debe efectuar la prueba sin realizar contramovimiento hacia abajo. El salto, firme, y realizado sin la ayuda de los brazos, constituye una prueba sencilla de fácil aprendizaje y de elevada estandarización (figura 3.6). También se realizaron tres saltos, siguiéndose el mismo procedimiento que en el caso anterior para el posterior análisis estadístico. La recuperación entre ejecuciones fue de un minuto.
- CMJ: Salto hacia arriba con los brazos fijos en la cintura y realizando un contramovimiento. Cada participante realizó tres saltos utilizando como registro válido para el análisis estadístico el intento en el que se alcanzó mayor altura. Entre salto y salto mediaban cuarenta segundos de recuperación en los que la voluntaria realizaba estiramientos.



Figura 3.6: Protocolo de ejecución del SJ.

Entre el SJ y CMJ el mediaban tres minutos de recuperación en los que también se realizaban estiramientos.

Se anularon todos aquellos saltos en los que:

- La persona no caía en el mismo sitio en el que despegaba.
- Existía flexión de rodillas durante la fase de vuelo.
- En cualquier fase del movimiento se despegaban los brazos de la cintura.
- Existían movimientos de los pies justo antes de ejecutar el salto.
- El tronco no permanecía erguido.
- No se contactaba con el suelo en la misma posición del instante final de la batida: el tronco vertical, las rodillas extendidas y una flexión plantar completa.

Todos los saltos que no respetaban los criterios establecidos se consideraban nulos y se daba la posibilidad de repetirlos.

### **3.3.3.- Toma de datos de velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo**

Para constatar que las aceleraciones ofrecidas por el sistema SignalFrame-An utilizando el protocolo específico no ofrecían error se realizó un estudio piloto que sirvió como procedimiento de validación del funcionamiento del mismo.

Para la validación del “acelerómetro” participaron 7 jugadores de golf aparentemente sanos, de los cuales 3 eran mujeres y 4 hombres, con edades comprendidas entre los 9 y 31 años con una media de  $16,01 \pm 4,41$  y un hándicap entre 0-36 y una media de  $11,94 \pm 9,28$ . Se trata, en su totalidad, de jugadores habituales de golf con entrenamientos semanales y algunos diarios y con programas de acondicionamiento físico y que compiten habitualmente, a los que previamente se familiarizó con el protocolo de la prueba y con los objetivos del estudio piloto, solicitando su participación voluntaria y su consentimiento informado (documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio II, anexo 5).

El protocolo establecido consistió en realizar un calentamiento general de 15 minutos y luego una serie de golpes hasta la familiarización. Se capturó, de cada jugador, un único golpeo contra la red con la intención de ejecutar el mejor swing posible, es decir, dentro de su propia percepción.

La toma de datos se realizó con 2 sistemas simultáneos con el objeto de validar los datos obtenidos con el SignalFrame -An (a la hora de medir la aceleración del palo de golf durante el back swing con un drive) al ser comparado con un modelo patrón que son los datos de aceleración obtenidos con el sistema 3D-Vicon.

Con el sistema 3D Vicon Oxford Metrics se obtuvieron datos mediante fotogrametría de captura automática con 6 cámaras con focos de luz infrarrojos sincronizadas a 200 hercios.

En nuestro caso, el modelo mecánico del sistema 3D se basó en la posición espacial de un marcador reflectante colocado en la cara frontal del palo (figura 3.7) a 10 centímetros del final del grip. El marcador tenía un diámetro de 14 mm. El sistema determinaba la posición 3D del marcador en 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 fue de menos de 2 mm y el sistema de calibración estático determinó los ejes del sistema de referencia inercial.

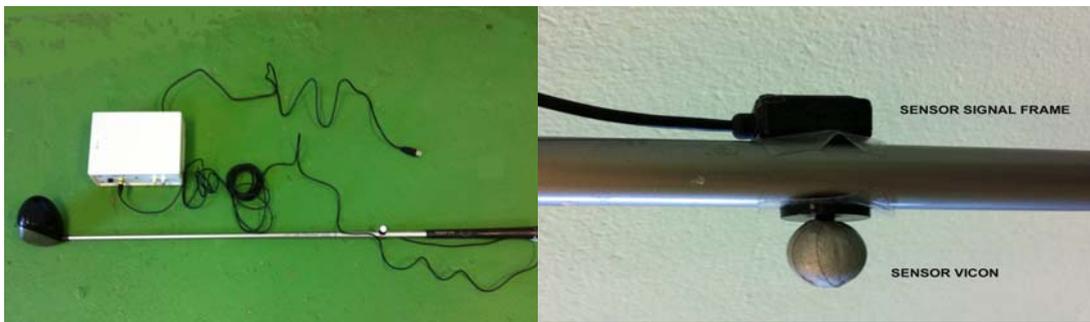


Figura 3.7: Colocación del reflectante de sistema 3D y del transductor del SignalFrame-An.

Por otra parte, el sistema SignalFrame-An permite la filmación y visualización de imagen junto a la medición y adquisición de señales provenientes de diferentes transductores como: células de carga, acelerómetros (figura 3.3), medidor de velocidad/distancia, etc. La adquisición de señal analógica son presentadas por la aplicación sincronizadas en tiempo real con una frecuencia de muestreo de 200 hercios que pueden almacenarse para un estudio posterior.

En nuestro caso, el modelo mecánico del sistema SignalFrame -An, se basó en la posición del sensor de aceleración colocado en la cara posterior del palo a 10 centímetros del final del grip. Y el cable que conecta el sensor con el ordenador, se hacía pasar por dentro de la ropa de los jugadores de forma que generase el menor rozamiento y molestia posible. Los golpes con el driver marca Taylor Made modelo r7 con varilla stiff y se llevaron a cabo sobre una alfombrilla de césped artificial contra una red colocada a 5 m.

Con ambos sistemas se registraron tanto la duración del backswing y como del downswing. Siendo con ambos sistemas la variable cinemáticas considerada la aceleración lineal.

Al no poder sincronizar automáticamente ambos sistemas se hizo manualmente el ajuste temporal partiendo del valor máximo de aceleración obtenido en cada medición. Así, se tomó como primer dato común la aceleración máxima registrada por cada sistema y hechos los ajustes por el desfase de captura explicados anteriormente se compararon los datos retrocediendo en intervalos de tiempo de 0,005 segundos,

llegando únicamente hasta el momento del inicio del downswing. Este punto resultó ser, además, fácilmente identificable en el sistema 3D-Vicon ya al pasar del movimiento de backswing al de downswing los valores de aceleración cambian de negativos a positivos

El análisis estadístico se realizó con el software SPSS 15.0 con el fin de establecer la correlación existente entre el sistema 3D-Vicon y el SignalFrame -An. La relación entre los dos sistemas fue analizada con el coeficiente de correlación de Pearson que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas.

Según la metodología explicada, tal y como se observa en la tabla 3.3, el estudio ha tenido en cuenta 64 valores de cada uno de los sistemas, extraídos de 7 mediciones a diferentes golfistas . Los valores obtenidos se encuentran en un rango que tiene unas aceleraciones mínimas de 7,24 ms<sup>2</sup> y 20,00 ms<sup>2</sup> y máximos de 107,70 ms<sup>2</sup> y 476,25 ms<sup>2</sup> para el 3D-Vicon y para el SF-An respectivamente.

**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo
3D-Vicon	64	7,24	107,70
SF-An	64	20,00	476,25
N válido (según lista)	64		

Tabla 3.3: Estadísticos descriptivos de los sistemas 3D y SF-An. Valores de aceleración expresados en ms<sup>2</sup>.

Se observa que el coeficiente de correlación lineal de Pearson (tabla 3.4) es de 0,985, lo que muestra una correlación alta entre los valores del sistema 3D-Vicon y el SignalFrame -An, siendo p=0,000 por lo que se puede rechazar la hipótesis nula de R<sub>xy</sub>= 0 (variables sin correlación lineal) para un nivel de significación de 0,01. Por ello, puede concluirse que existe una correlación significativa entre las mediciones de ambos sistemas.

**Correlaciones**

		SF-An	3D-Vicon
SF-An	Correlación de Pearson	1	,985**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	64	64
3D-Vicon	Correlación de Pearson	,985**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	64	64

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 3.4: Correlación entre la aceleración del sistema 3D y el SF-An

Teniendo en cuenta la correlación lineal existente se realizó un análisis de regresión lineal y como se observa en la figura 3.8, se obtuvo con un ajuste del 97%. Por lo que se concluye, en función de los resultados anteriores, que las mediciones del sistema SignalFrame -An pueden ser utilizadas como alternativa a las del sistema 3D-Vicon para medir la aceleración del palo en el downswing.

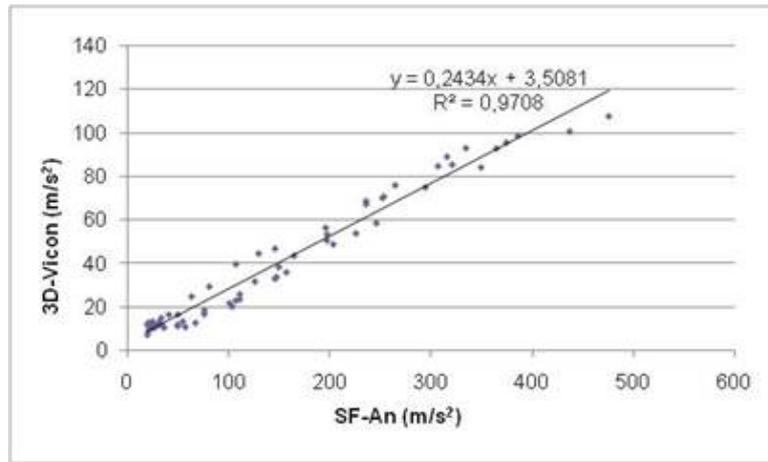


Figura 3.8: Relación lineal entre el sistema 3D-Vicon y el SF-An

Por otra parte, para la validación de la velocidad de la bola, expresada en Km/h, con el radar de hiperfrecuencia, Pistola Radar Stalker modelo PRO® (Stalker Professional Radar, Radar Sales, Plymouth, MA, USA) se estableció un protocolo en el que este fue colocado a 3 m. detrás del tee y 50 cm. sobre el suelo, apuntando directamente a la bola y un evaluador se encargaba de registrar los datos ofrecidos por el radar en una hoja de anotación mientras otro evaluador controlaba una cámara de vídeo, situada fija sobre un trípode, perpendicular a la dirección del lanzamiento a 7 m a la derecha del lanzador (figura 3.9). Previamente se había grabado el mismo *plano-escena* colocando un sistema de referencia tubular en forma de cubo de un metro de lado que permitiría realizar posteriormente el estudio fotogramétrico.

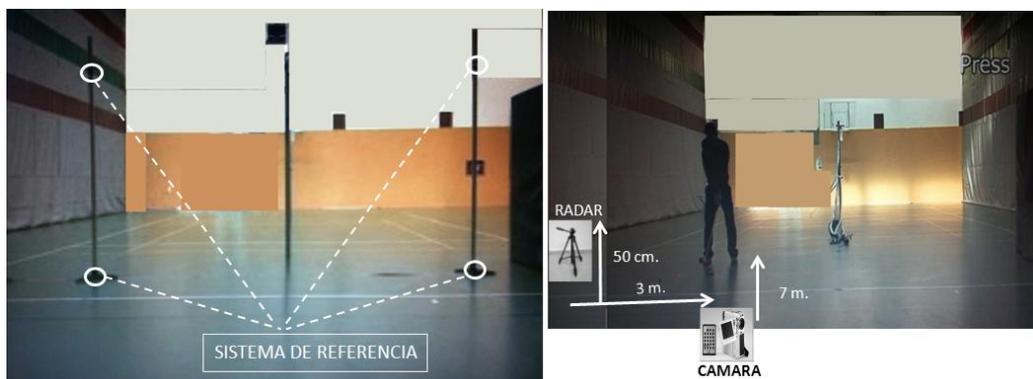


Figura 3.9: Esquema de validación de la velocidad de la bola.

En esta validación, participaron de forma voluntaria de cuatro jugadores de golf (2 varones y dos mujeres) con niveles de experiencia diferentes (edad media  $21,6 \pm 8,4$  años; masa corporal  $78 \pm 10,1$  kg.; talla  $182 \pm 10,8$  cm.; experiencia  $10,2 \pm 4,6$  años) a los que previamente se familiarizó con el protocolo de la prueba y con los objetivos del estudio piloto, solicitando su participación voluntaria y su consentimiento informado (documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio II).

Estos voluntarios efectuaron 40 lanzamientos (10 cada uno) en un rango de velocidad de 84 a 218 km/h (según registros del radar), respetando el protocolo que se quería validar de manera que entre golpeo y golpeo se asegurase un descanso de 2

minutos. Todos aquellos disparos desviados se eliminaban y se concedía al voluntario la posibilidad de repetirlos.

Grabados y codificados los golpes, se fueron analizando uno a uno a través del sistema de análisis de movimiento Kinescan/IBV<sup>®</sup> 2001. Cada lanzamiento fue digitalizado y transformado en una secuencia de fotogramas, gracias al cual, y estableciendo en cada una de ellas como punto cinemático de referencia el centro de la bola, se hallaba la velocidad pico alcanzada por éste en cada uno de los golpes.

Una vez analizados los golpes, se compararon los resultados ofrecidos por el radar con los datos obtenidos a través del estudio fotogramétrico.

Con el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre los resultados ofrecidos por el radar y los obtenidos en el análisis fotogramétrico, obteniendo un resultado de  $R_{xy} = 0.994$ ;  $p < 0.05$  (figura 3.10). Se observa por tanto una asociación significativa y directamente proporcional entre ambos métodos de medición, algo que está en línea con lo mostrado por DeRenne y cols. (1990), Kraemer y cols. (2000) y Valadés (2005) cuando validaban el funcionamiento del radar para diferentes disciplinas deportivas.

A continuación se describe el protocolo validado según el procedimiento anterior (figura 3.10):

- La pistola radar se colocaba detrás del tee, a una altura de 50 cm, en una superficie horizontal y regular donde pudiera mantenerse estable.
- A 3 m por detrás del tee se colocaba el radar, en línea recta hacia la bola, se efectuaba una marca sobre el césped sobre la que se colocaba el tee en la ejecución de los golpes, consiguiendo de esa manera que su ubicación fuera siempre la misma.
- Cada jugador efectuó, cinco golpes de bola utilizando su propio. Quedaban registrados los datos referentes a todos los golpes, utilizando posteriormente el mejor registro para el análisis estadístico. Entre un golpeo y otro mediaban 1 minuto de recuperación.

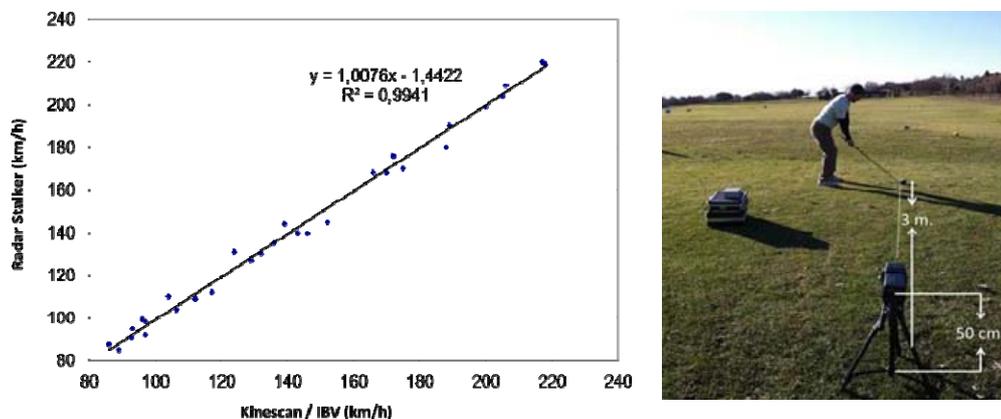


Figura 3.10: Protocolo de validación de la medición de la velocidad de golpeo de la bola.

La prueba se realizó con ropa y calzado específico de golf. Al igual que en el caso de las pruebas de salto, se anulaban todos los golpes en los que se apreciaba algún error de protocolo.

En caso de que se considerase nulo el disparo, el jugador contaba con un nuevo intento, insistiendo en que no disminuyese la velocidad de golpeo con el objetivo de mejorar la precisión del mismo.

Antes de la realización de las evaluaciones se llevaba a cabo el proceso de autodiagnóstico que ofrece el propio radar (*self test*) con el objetivo de comprobar todos los circuitos críticos, las funciones y la calibración.

De entre todos los programas que ofrece el radar se seleccionó el *Peak Mode*, que permite activar una ventana en la que automáticamente queda registrada la velocidad más alta capturada por el aparato. Se seleccionó la función de limpieza que permitía al evaluador disponer de la velocidad máxima en pantalla durante un período de 4 s, tiempo que éste aprovechaba para anotar el registro en la hoja de observación.

En cuanto a la posibilidad de seleccionar diferentes intervalos de velocidad con el objetivo de afinar el rendimiento del radar, se escogió el H400 – Lo1 de manera que el radar ignoraba las señales no deseadas que aparecían más allá de ese intervalo de velocidades (1– 400 km/h).

Durante el proceso de evaluación se utilizó el modo “X-MIT” o de transmisión continua que es el apropiado en operaciones con trípode en las que no se requiere una actuación adicional por parte del evaluador sobre la pistola radar.

Es necesario indicar que el error más común que se produce con las pistolas radar está relacionado con los objetivos y los ángulos. Todas las pistolas radar trabajan sobre el principio Doppler por lo que necesitan captar objetivos que, o bien se mueven directamente hacia la pistola o bien se alejan de la misma. En el presente protocolo es necesario que la bola se dirija directamente hacia el radar porque de lo contrario se produciría lo que se conoce como error de ángulo, siendo la velocidad registrada en pantalla inferior a la real.

La pistola ofrecía varias posibilidades en cuanto a las unidades de los registros “UNIT” (mph/km/h/nudos). Finalmente se seleccionó registrar los resultados en km/h y con números decimales.

### **3.3.4.- Toma de datos de la fuerza máxima y fuerza isométrica en el grip**

Antes de realizar la segunda prueba de la sesión de test, los golfistas realizaron un calentamiento estandarizado de 20 minutos. Para medir la fuerza isométrica en el grip, se utilizó un dinamómetro de mano (GripTrack, Jtech Medical Industries, Salt Lake City, UT) en el que la posición del jugador era de pie y con el brazo totalmente estirado. Realizaron tres intentos con cada mano y el resultado máximo (kg) obtenido fue el utilizado para el análisis estadístico. El periodo de descanso entre los intentos fue de 1 minuto de duración.

Para medir la fuerza máxima se utilizó el test de una repetición máxima (1-RM) siguiendo el protocolo establecido por National Strength and Conditioning Association (NSCA). Ante todo, a los jugadores se los enseñó a que realizaran un calentamiento en el que levantarán una resistencia ligera que les permitiera realizar entre 5 -10 repeticiones. Después de un periodo de descanso de 1 minuto, se estimó una carga de calentamiento que permitiese a los jugadores completar de 3 -5 repeticiones añadiendo de 5-10% de carga en los ejercicios para el tren superior y entre un 10-20% para el tren inferior. Tras 2 minutos de descanso, se estimó una carga cerca a la máxima que permitiera al atleta completar entre 2-3 repeticiones añadiendo un 5-10% de carga a los ejercicios del tren superior y entre un 10-20% para ejercicios del ten inferior. Luego descansaron 3 minutos antes de realizar aumentos de carga consecutivos aumentando entre un 5-10% en el tren superior y de 10-20% en el tren inferior hasta que el jugador pudiera completar una sola repetición con la técnica del ejercicio correspondiente.

El test de 1 repetición máxima (1RM) se realizó con los mismos ejercicios utilizados en el programa de acondicionamiento y que siempre se realizaba en el mismo orden: press banca horizontal, remo en máquina sentado, prensa de piernas, press militar sentado, extensión de gemelos sentado, triceps con cable hacia abajo. Se establecieron 5 minutos de descanso entre ejercicios.



*Figura 3.11: Medición de la fuerza isométrica del grip y de la RM de press banca horizontal, remo en máquina sentado, prensa de piernas, press militar sentado, extensión de gemelos sentado, tríceps con cable hacia abajo.*

### **3.3.5.- Variables estudiadas**

A continuación se enumeran las variables estudiadas en esta primera fase del estudio, distinguiendo entre dependientes e independientes:

- Variables independientes: Aquí se incluye el grupo al que pertenecen los hombres evaluados: GC y GE.
- Variables dependientes:
  - Variables antropométricas:
    - Masa corporal.
    - Talla.
    - Composición corporal.
    - Somatotipo.
- Variables de fuerza :
  - Altura de salto en CMJ.
  - Altura de salto en SJ.
  - Fuerza isométrica del grip.
  - Fuerza máxima de : press banca horizontal, remo en máquina sentado, prensa de piernas, press militar sentado, extensión de gemelos sentado, tríceps con cable hacia abajo.
- Variables de golpeo de la bola y aceleración del palo en el swing
  - Velocidad de golpeo de la bola.
  - Aceleración del palo.

### **3.3.6.- Características generales del programa de entrenamiento de la fuerza.**

Una vez obtenidos los datos iniciales necesarios para realizar un estudio descriptivo de las características antropométricas y físico-técnicas de los jugadores, se inició el entrenamiento de la fuerza.

Se llevó a cabo una intervención directa en el proceso de entrenamiento durante doce semanas. Para ello, como ya se ha explicado, se contó con la participación voluntaria de los 10 jugadores que aportaron su consentimiento informado (documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio III, Anexo 6). Antes de proceder a dividir aleatoriamente a los jugadores en dos grupos éstos rellenaron la hoja de registro de datos personales y deportivos II (Anexo 7). En esa hoja se informaba de la existencia de lesiones previas, de manera que los jugadores que hubiesen padecido alguna dolencia en la articulación de la columna vertebral o de la

muñeca eran asignados directamente al GC. En este caso ningún jugador afirmó haber tenido con anterioridad una lesión de ese tipo.

Como ya se indicó con anterioridad, los voluntarios se dividieron aleatoriamente en dos grupos:

- **GC:** Los jugadores que componen este grupo continuaron con su entrenamiento habitual, dirigido en todo momento por el entrenador y por el preparador físico (Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte). El trabajo de condición física de este grupo estaba basado en los ejercicios que se enumeran a continuación:
  - Trabajo de resistencia con el método continuo variable.
  - Trabajo de fuerza con resistencias externas. Trabajo de fuerza como compensación (zona abdominal, zona lumbar y tren superior).
  - Trabajo de fuerza explosiva específica.
  - Trabajo de velocidad de reacción con estímulos específicos.
  - Flexibilidad.

Los jugadores entrenaban:

- Lunes y viernes: practicaban drives durante 60 minutos y posteriormente realizaban medio recorrido del campo de golf.
  - El martes, los jugadores practicaban drives durante 60 minutos y durante otra hora realizaban ejercicios de estabilidad, con el siguiente orden de rutina: ejercicios para las extremidades inferiores, a continuación para las extremidades superiores y para finalizar con ejercicio lumbares y abdominales.
  - El miércoles: los golfistas practicaban diferentes golpes con hierros y maderas durante 30 minutos, posteriormente realizaban medio campo y para finalizar ejercicios de flexibilidad enfocados a trabajar aquellos músculos más relacionados con el swing completo (deltoides, recto abdominal, bíceps, tríceps, oblicuos externos, cuádriceps, glúteo mayor, sóleo y músculos del antebrazo)
  - El jueves: practicaban con los hierros y maderas durante 60 minutos y tras esto realizaban ejercicios de fuerza general, enfocados a los músculos anteriormente mencionados durante 1 hora (Resistencias externas utilizando gomas elásticas, cuerdas o la ayuda del entrenador)
  - Sábados y domingos: los golfistas realizaban un recorrido completo del campo de golf (18 hoyos)
- **GE:** Estos jugadores, además de continuar con el entrenamiento habitual junto a los componentes del GC, llevaron a cabo un programa específico de entrenamiento de la fuerza.

Durante la intervención, los jugadores entrenaban veces a la semana. Los lunes, miércoles y viernes la sesión duraba aproximadamente 60 minutos además del tiempo que tardaran en realizar medio campo y los martes y jueves unos 120 minutos. En cada sesión de entrenamiento, el GC y el GE realizaban el mismo calentamiento y el programa técnico-táctico. Las partidas de entrenamiento de 18 hoyos se realizaban los fines de semana, al igual que las competiciones. Tal y como se ha señalado, el programa de preparación física fue diferente para los dos grupos. Tras la intervención de dieciocho semanas, tanto GC como GE continuaron con el entrenamiento habitual. Durante el estudio no se permitió a las voluntarios realizar ningún otro entrenamiento que pudiera influir en los resultados. En la tabla 3.5 se muestra el régimen de entrenamiento del equipo durante las doce semanas que duró la intervención.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
<i>GC - Grupo Control</i>						
<b>60 min</b> Golf drives	<b>60 min</b> Golf drives	<b>30 min</b> Golpeos golf (hierros y maderas)	<b>60 min</b> Golpeos golf (hierros y maderas)	<b>60 min</b> Golf drives	18 hoyos o descanso*	18 hoyos o descanso*
Medio campo (9 hoyos)	<b>60 min</b> Entrenamiento de estabilidad	Medio campo (9 hoyos)	<b>60 min</b> Entrenamiento fuerza general	Medio campo (9 hoyos)		
		<b>30 min</b> Ejercicios de flexibilidad				
<i>GE- Entrenamiento de fuerza máxima (6 semanas)</i>						
<b>60 min</b> Golf drives	<b>60 min</b> Golf drives	<b>80 min</b> Programa de fuerza máxima	<b>60 min</b> Golpeos golf (hierros y maderas)	<b>80 min</b> Programa de fuerza máxima	18 hoyos o descanso*	18 hoyos o descanso*
Medio campo (9 hoyos)	<b>60 min</b> Entrenamiento de estabilidad		<b>60 min</b> Entrenamiento fuerza general			
<i>GE- Entrenamiento de fuerza explosiva (6 semanas)</i>						
<b>60 min</b> Golf drives	<b>60 min</b> Golf drives	<b>90 min</b> Programa combinado de pesas y pliometria	<b>60 min</b> Golpeos golf (hierros y maderas)	<b>90 min</b> Programa combinado de pesas y pliometria	18 hoyos o descanso*	18 hoyos o descanso*
Medio campo (9 hoyos)	<b>60 min</b> Entrenamiento de estabilidad		<b>60 min</b> Entrenamiento fuerza general			
<i>GE -Entrenamiento específico de fuerza en golf (6 semanas)</i>						
<b>40 min</b> Ejercicios de fuerza específica de golf	<b>60 min</b> Golf drives	<b>40 min</b> Ejercicios de fuerza específica de golf	<b>60 min</b> Golpeos golf (hierros y maderas)	<b>80 min</b> Sesion entrenamiento fuerza explosiva	18 hoyos o descanso*	18 hoyos o descanso*
Medio campo (9 hoyos)	<b>60 min</b> Entrenamiento de estabilidad	Medio campo (9 hoyos)	<b>60 min</b> Entrenamiento fuerza general			

\*Los jugadores de golf realizan al menos una ronda completa (18 hoyos) el sabado o domingo.

Tabla 3.5: Régimen de entrenamiento del GE y GC durante el estudio

Asimismo es imprescindible señalar que todos los jugadores contaban con experiencia previa en el trabajo de fuerza y que conocían los tipos de ejercicios utilizados. A pesar de ello, se informó a todos los voluntarios del GE de las características de los mismos verbal y gráficamente antes de la primera sesión de entrenamiento.

Tal y como se ha señalado, la duración total del programa específico de entrenamiento fue de dieciocho semanas y estaba dividido en tres partes. A la hora de distribuir las sesiones de entrenamiento se tuvieron en cuenta tres criterios:

- Tiempo de recuperación necesario entre una sesión y otra.
- Situación de la competición, para evitar una posible influencia negativa en ella.
- Días en los que los jugadores entrenaban habitualmente.

<i>Entrenamiento de fuerza máxima (sesiones en Miércoles y viernes)</i>	
<i>Ejercicios de resistencia</i>	<i>Series/repeticiones/carga/recuperacion entre series</i>
Press banca horizontal	3 series x 5 reps x 85% / 4 minutos
Remo sentado	3 series x 5 reps x 85% / 4 minutos
Prensa de piernas	3 series x 5 reps x 85% / 4 minutos
Press militar sentado	3 series x 5 reps x 85% / 4 minutos
Extensión de gemelos sentado	3 series x 5 reps x 85% / 4 minutos
Triceps con cable hacia abajo	3 series x 5 reps x 85% / 4 minutos
<i>Entrenamiento de fuerza explosiva (sesiones en miércoles y viernes)</i>	
<i>Ejercicios combinados</i>	<i>Series/repeticiones/carga/recuperacion entre series</i>
Press banca+ Flexiones brazos con palmada	3 series (6 reps x 70 % + 10 reps) / 4 minutos
Remo sentado + Explosive pulldowns	3 series (6 reps x 70 % + 10 reps) / 4 minutos
Prensa de piernas + Salto vertical de vallas(45 cm)	3 series (6 reps x 70 % + 10 reps) / 4 minutos
Press militar sentado + Flexiones de brazos con palmada	3 series (6 reps x 70 % + 10 reps) / 4 minutos
Extension de gemelos sentado + Salto vertical de vallas(45 cm)	3 series (6 reps x 70 % + 10 reps) / 4 minutos
Triceps con cable hacia abajo + Flexiones brazos con palmada	3 series (6 reps x 70 % + 3 x 10 reps) / 4 minutos
<i>Entrenamiento específico de fuerza en golf (sesiones en Lunes y Miércoles*)</i>	
<i>Ejercicios</i>	<i>Series/repeticiones/descanso entre series</i>
Drives de golf con palos lastrados	3 series x 10 reps /4 minutos
Drives acelerados con sistema de aceleración del	3 series x 10 reps /4 minutos

\* Los viernes los jugadores de golf llevaron a cabo un entrenamiento de fuerza explosiva incluyéndolos mismos ejercicios de resistencia utilizados en la primera y segunda fase del estudio. Realizaron 3 series de 6 repeticiones al 70% de la carga máxima. El periodo de descanso entre repeticiones era de 4 minutos de duración.

*Tabla 3.6: Régimen del programa de entrenamiento de la fuerza.*

A continuación, se describen las características generales de los tres partes en las que se dividió el programa de entrenamiento de la fuerza empleados durante estas dieciocho semanas.

➤ **Entrenamiento de fuerza máxima**

- *Duración:* 6 semanas.
- *Descripción:*

El GE continuó con su entrenamiento habitual, el mismo que realizaban el GC, pero el miércoles y viernes, sustituyeron la sesión de entrenamiento antes descrita por una sesión de entrenamiento de fuerza máxima. Se utilizó el método de repeticiones II.

- *Características:*
  - 4 ejercicios de las extremidades superiores (press banca horizontal, tríceps con cable hacia abajo, press militar sentado, y remo sentado ).
  - 2 ejercicios de las extremidades inferiores (prensa de piernas y extensión de gemelos sentado).
  - 3 series de 5 repeticiones.
  - Recuperación entre series: 4 minutos.
  - Intensidad: al 85% de la carga máxima.
  - Velocidad ejecución: Alta, máxima posible.
  - Orden ejecución ejercicios: press banca horizontal, remo en máquina sentado, prensa de piernas, press militar sentado, extensión de gemelos sentado, triceps con cable hacia abajo.

➤ **Entrenamiento de la fuerza explosiva**

- *Duración:* 6 semanas.
- *Descripción:*

El miércoles y viernes, los jugadores del GE substituyeron las sesiones de entrenamiento mencionadas anteriormente por sesiones de entrenamiento de fuerza explosiva. Los golfistas realizaron ejercicios de pesos combinados con ejercicios pliométricos. Cada ejercicio de resistencia se combinaba con uno de pliometría. Trabajaron con el método de contrastes con cargas ligeras para trabajar la fuerza explosiva.

- *Características:*
  - 4 ejercicios de las extremidades superiores (press banca horizontal, tríceps con cable hacia abajo, press militar sentado y remo sentado ).
  - 2 ejercicios de las extremidades inferiores (prensa de piernas y extensión de gemelos sentado).
  - 3 series de 6 repeticiones.
  - Recuperación entre series: 4 minutos.
  - Intensidad: al 70% de la carga máxima.
  - Velocidad ejecución: Alta, máxima posible.
  - Orden ejecución ejercicios: press banca horizontal, remo en máquina sentado, prensa de piernas, press militar sentado, extensión de gemelos sentado, tríceps con cable hacia abajo.

➤ **Entrenamiento de fuerza específico de golf**

- *Duración:* 6 semanas.
- *Descripción:*

Los lunes y miércoles, los jugadores substituyeron las sesión de entrenamiento por ejercicios de fuerza específicos de golf . Realizaban swings con un palo lastrado de 300 grs. Por otro lado, realizaban swings acelerados con un sistema de gomas colocado en el palo (figura 3.12).

- *Características:*
  - 3 series de 10 repeticiones de cada ejercicio.
  - Recuperación entre series: 4 minutos.



Figura 3.12: Swing acelerado con un sistema de gomas.

Los viernes realizaban los mismos ejercicios de resistencia utilizados en el entrenamiento de la fase anterior, pero los ejercicios pliométricos no se realizaron en esta fase del estudio.

- *Características:*
  - 3 series de 6 repeticiones de cada ejercicio.
  - Intensidad: al 70% de la carga máxima.
  - Recuperación entre series: 4 minutos.
  - Velocidad ejecución: Alta, máxima posible.
  - Orden ejecución ejercicios: press banca horizontal, remo en máquina sentado, prensa de piernas, press militar sentado, extensión de gemelos sentado, tríceps con cable hacia abajo.

A lo largo del programa específico de entrenamiento de fuerza fue variando el volumen, la intensidad y el tipo de ejercicio, como ya se ha señalado, la velocidad de ejecución era siempre máxima. De esta manera, aunque la distribución de las sesiones en el microciclo fue siempre la misma, el componente de trabajo por cada entrenamiento de 6 semanas variaba; fuerza máxima, la primera semana, fuerza explosiva la segunda y por último, fuerza específica.

### **3.3.7.- Controles efectuados.**

*Situación de los controles en el tiempo:*

- Prueba nº 1 (P1): Control efectuado la semana anterior al inicio del programa de entrenamiento con el objetivo de establecer el nivel inicial (línea base) del cual partían tanto los componentes del GC como las del GE.
- Prueba nº 2 (P2): Control efectuado después de la sexta semana de entrenamiento con el objetivo de conocer el efecto del programa de fuerza máxima tras haber completado la primera parte del mismo.

- Prueba nº 3 (P3): Control efectuado la semana 12 tras la finalización del programa de entrenamiento de fuerza explosiva con el objetivo de conocer los efectos del mismo una vez completado.
- Prueba nº 4 (P4): Control efectuado después de la finalización del programa de entrenamiento de fuerza específica tras 18 semanas para conocer los efectos conseguidos.
- Prueba nº 5 (P5): Control efectuado 5 semanas después de la finalización del programa de entrenamiento de fuerza para conocer la retención de los efectos conseguidos. Hay que tener en cuenta que los jugadores, tanto de un grupo como del otro continuaron con su entrenamiento habitual.

### **3.3.8.- Tratamiento estadístico de los datos.**

En primer lugar se determinó la normalidad de la distribución de la muestra empleando para ello la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov para una muestra que nos permitiera afirmar que nuestras observaciones tienen una distribución normal.

Por otro lado, se calcularon los estadísticos descriptivos de las diferentes variables analizadas, para cada uno de los grupos y para cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2, P3, P4 y P5). En las tablas aparecen reflejados media  $\pm$  desviación estándar.

Para descartar la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos en las distintas variables antes de iniciar la intervención en el proceso de entrenamiento (P1), se efectuó una prueba  $t$  para muestras independientes, asumiendo un intervalo de confianza del 95%, de manera que las diferencias eran significativas cuando  $p < 0.05$ .

Para analizar los efectos del entrenamiento y determinar por tanto la existencia de diferencias significativas entre GC y GE en la evolución en el tiempo de las distintas variables analizadas se utilizó el análisis de varianza de dos factores (ANOVA) con medidas repetidas (grupo x tiempo). El factor intersujetos era el grupo y el factor intrasujetos el tiempo. Se tomó como estadístico de referencia la Lambda de Wilks, que permitía poner a prueba la hipótesis nula referida al efecto del factor tiempo. Cuando  $p < 0.05$  se rechazaba la hipótesis nula de igualdad de medias, constatando la existencia de diferencias significativas en la evolución en el tiempo de las variables entre ambos grupos, efectuando en tal caso las pruebas post-hoc de Scheffe con el objetivo de localizarlas en el tiempo. Tanto los niveles críticos como el intervalo de confianza fueron ajustados a través de la corrección de Bonferroni. Dicho ajuste permitió controlar la tasa de error dividiendo el nivel de significación entre el número de comparaciones llevadas a cabo. De nuevo, se asumió un intervalo de confianza del 95%, de manera que las diferencias eran estadísticamente significativas cuando  $p < 0.05$ .



## 4- RESULTADOS



A continuación se detallan los resultados obtenidos en el estudio divididos en cuatro partes tal y como se muestra en el siguiente esquema:

- Resultados de la prueba de normalidad.
- Resultados.
- Análisis comparativo de los valores iniciales en cada variable entre GC y GE.
- Análisis comparativo de la influencia del entrenamiento en ambos grupos.

#### 4.1.- RESULTADOS DE LA PRUEBA DE NORMALIDAD

En la tabla 4.1 se muestra el p-valor obtenido en cada variable analizada distinguiendo entre GC y GE. En todos los casos dicho valor es superior a 0.05 por lo que no se rechaza la hipótesis nula de distribución normal de la muestra.

Variable	Z de K-S (P1)	Z de K-S (P2)	Z de K-S (P3)	Z de K-S (P4)	Z de K-S (P5)
<b>GC (N= 5)</b>					
<i><b>Variables antropométricas</b></i>					
Talla	,912	,912	,912	,912	,912
Peso	,933	,910	,834	,931	,791
Masa ósea %	,808	,910	,943	,845	,558
Masa grasa %	,967	,924	,778	,877	,991
Masa muscular %	,973	,998	,916	1	,945
<i><b>Variables de fuerza explosiva</b></i>					
Altura CMJ	,989	,914	,698	,382	,343
Altura SJ	,921	,879	,920	,575	,357
Dinamometría Derecha	,969	,997	,992	,991	,994
Dinamometría Izquierda	,980	,973	,941	,806	,891
<i><b>Variables de golpeo de la bola y aceleración</b></i>					
Velocidad máxima	,950	,976	,995	,954	,950
Aceleración media	,987	,997	,998	,995	,986
<b>GE (N=5)</b>					
<i><b>Variables antropométricas</b></i>					
Talla	,608	,608	,608	,608	,608
Peso	1	1	1	1	1
Masa ósea %	1	,941	,938	,869	,856
Masa grasa %	,421	,987	,924	,891	,957
Masa muscular %	,996	,999	,974	,663	,959
<i><b>Variables de fuerza explosiva</b></i>					
Altura CMJ	,937	,925	1	,658	,934
Altura SJ	,957	,655	,974	,997	,989
Dinamometría Derecha	,810	,903	,928	,955	,946
Dinamometría Izquierda	,993	,991	,968	,980	,967
<i><b>Variables de golpeo de la bola</b></i>					
Velocidad máxima	1	,995	,575	,921	,883
Aceleración media	,865	,851	,807	,883	,638

Tabla 4.1: Resultados de la prueba Z de K-S en las variables analizadas en cada una de las pruebas del estudio

4.2.- RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS

4.2.1.- Resultados obtenidos en las variables antropométricas.

En la tabla 4.2 se ofrecen los resultados obtenidos en variables antropométricas en ambos grupos en los cinco momentos en los que se efectuaron mediciones (P1, P2, P3, P4 y P5). Únicamente se reflejan los valores obtenidos en el porcentaje de masa grasa y de masa muscular puesto que tanto la masa residual como la masa ósea permanecieron invariables en el tiempo.

Variable	P1	P2	P3	P4	P5
<b>GC (N=5)</b>					
Masa corporal (kg)	68.90 ±4.45	69.28 ± 3.7	69.76±4.20	71.84±3.70	73.06±3.40
% Grasa	17.42±2.70	17.25 ±2.53	17.06±2.24	17.56±2.20	17.93±1.95
% Muscular	45.66±2.94	45.54 ±2.86	45.70±2.38	45.53±2.45	45.29±2.53
<b>GE (N=5)</b>					
Masa corporal (kg)	70.76 ±4.65	70.24 ±4.04	70.42 ±4.45	69.94 ±3.99	70.00±3.94
% Grasa	17.73 ±1.32	16.52 ±1.41	15.59 ±1.56	15.25 ±1.27	15.5 ± 1.31
% Muscular	46.00 ±1.77	46.81 ±1.55	47.51 ±1.18	47.75 ±1.07	47.52±1.05

Tabla 4.2: Resultados obtenidos en variables antropométricas en GC y GE en las cinco pruebas efectuadas. Media ± SD.

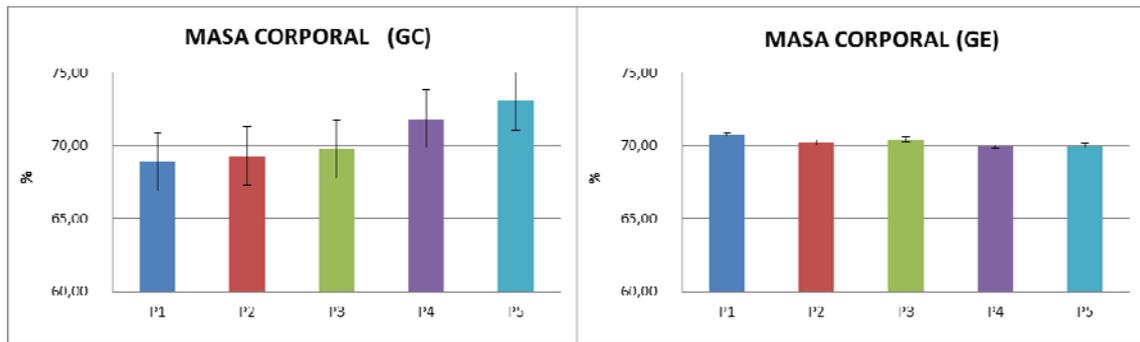


Figura 4.1: Evolución de la masa corporal en el GC y en el GE. Media ± SD

Al observar la figura 4.1 se aprecia como, a pesar de que en el GC la masa corporal aumenta ligeramente a lo largo de las doce semanas de entrenamiento hasta en 4 Kg, mientras en el GE dicha variable disminuye durante todo el programa, aumentando mínimamente en P5, aun así las variaciones en ambos casos son muy pequeñas.

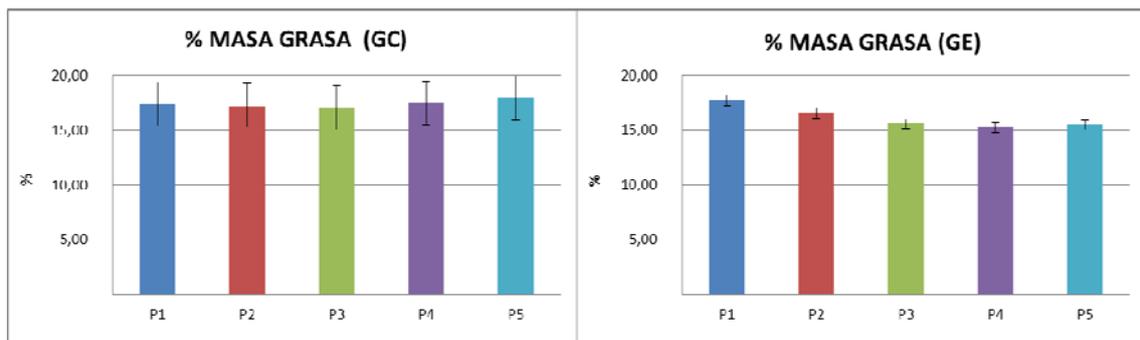


Figura 4.2: Evolución del porcentaje de masa grasa en el GC y el GE. Media ± SD.

Ocurre algo similar en el porcentaje de masa grasa (figura 4.2) con un aumento progresivo de esa variable en el GC y un descenso también progresivo acompañado de un pequeño repunte en la última medición son también difíciles de apreciar. Por otro lado, en el GE lo que ocurre es una disminución progresiva hasta P5, en donde se observa un ligero aumento.

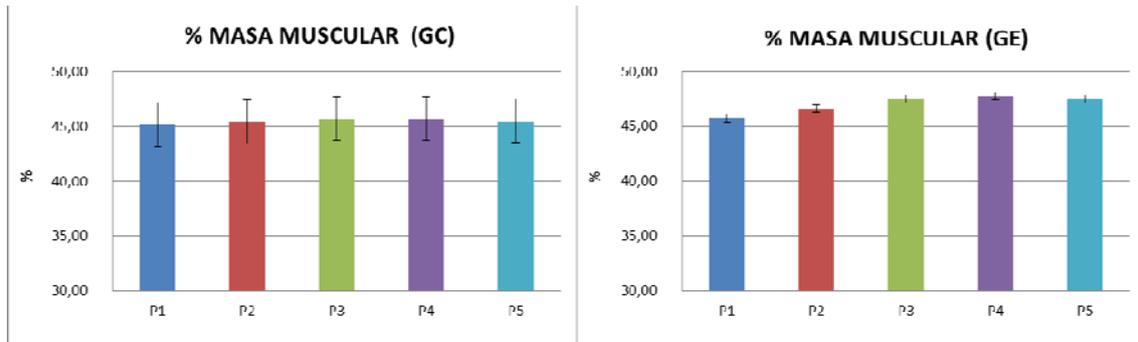


Figura 4.3: Evolución del porcentaje de masa muscular en el GC y el GE. Media  $\pm$  SD.

Por su parte el porcentaje de masa muscular (figura 4.3) se mantiene similar en las cinco mediciones en el GC, mientras que en el GE existe un aumento en las cuatro primeras pruebas seguido de un ligero descenso en la última medición, difícil de apreciar.

#### 4.2.2.- Resultados obtenidos en las variables de fuerza explosiva.

En la tabla 4.3 se ofrecen los resultados obtenidos en variables de fuerza explosiva en ambos grupos en las cinco mediciones efectuadas.

Variable	P1	P2	P3	P4	P5
<b>GC (N=5)</b>					
Altura CMJ (cm)	31.70 $\pm$ 4.29	32.60 $\pm$ 3.95	32.94 $\pm$ 2.62	33.06 $\pm$ 3.56	32.88 $\pm$ 3.55
Altura SJ (cm)	30.02 $\pm$ 2.86	30.56 $\pm$ 2.70	31.11 $\pm$ 2.09	33.12 $\pm$ 2.58	32.66 $\pm$ 2.60
Dinamometría derecha (Kg)	42.12 $\pm$ 5.49	43.28 $\pm$ 4.66	44.20 $\pm$ 6.24	46.30 $\pm$ 5.42	43.98 $\pm$ 6.14
Dinamometría izquierda (Kg)	38.78 $\pm$ 8.57	41.64 $\pm$ 6.20	42.84 $\pm$ 7.23	44.76 $\pm$ 7.11	44.20 $\pm$ 7.57
<b>GE (N=5)</b>					
Altura CMJ (cm)	35.55 $\pm$ 1.66 <sub>a</sub>	37.71 $\pm$ 1.29 <sub>b</sub>	38.86 $\pm$ 1.56 <sub>b</sub>	39.94 $\pm$ 2.05 <sub>b</sub>	38.08 $\pm$ 2.14 <sub>b</sub>
Altura SJ (cm)	33.40 $\pm$ 1.47 <sub>a</sub>	35.56 $\pm$ 0.90 <sub>b</sub>	37.08 $\pm$ 0.95 <sub>b</sub>	37.58 $\pm$ 0.87 <sub>b</sub>	36.28 $\pm$ 0.88 <sub>b</sub>
Dinamometría derecha (Kg)	45.92 $\pm$ 8.8	48.26 $\pm$ 6.6	48.50 $\pm$ 6.33	48.52 $\pm$ 6.32	48.44 $\pm$ 6.31
Dinamometría izquierda (Kg)	45.36 $\pm$ 9.01	47.14 $\pm$ 8.31	48.54 $\pm$ 7.63	48.40 $\pm$ 7.52	48.14 7.58

Tabla 4.3: Resultados obtenidos en variables de fuerza explosiva en GC y GE en las cinco pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD.

En la figura 4.4 se observan los resultados obtenidos en ambos grupos en el CMJ en las cinco mediciones. Si bien en el GE se observa una mejora en la capacidad de salto en todas las mediciones excepto en la última, donde dicha capacidad

disminuye ligeramente, en el GC se observan ligeras mejoras apenas perceptibles de una medición a otras en la capacidad de salto. En el caso del SJ (Figura 4.5) existe una mayor diferencia en los resultados con respecto a los del CMJ puesto que mientras en el GC se observa una leve mejoría, en el GE los valores aumentan progresivamente de forma muy significativa a lo largo de las cuatro mediciones, ya que en la última medición disminuye hasta llegar a valores de P2.

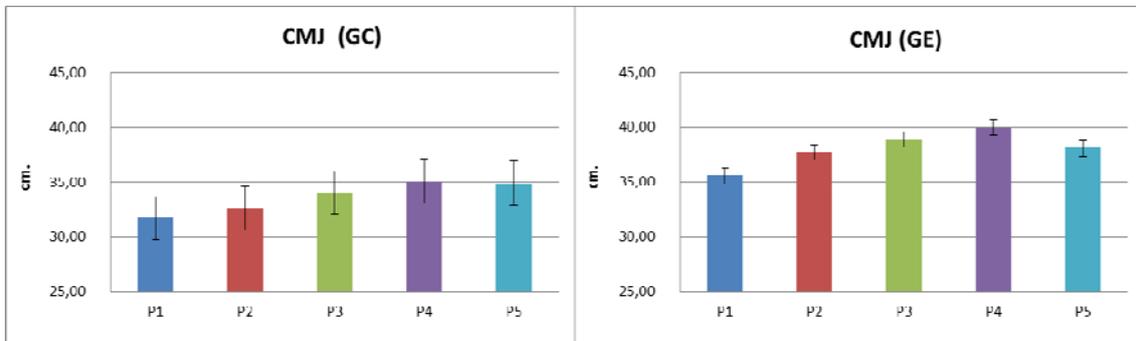


Figura 4.4: Evolución de la altura en CMJ en el GC y en el GE. Media  $\pm$  SD

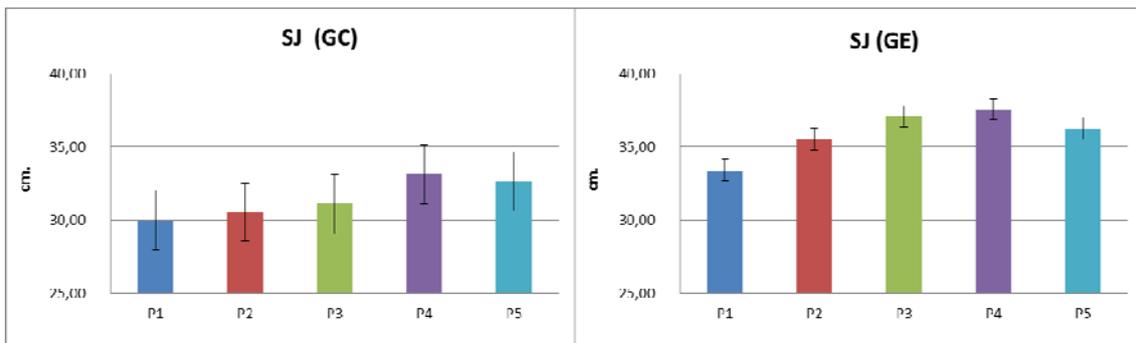


Figura 4.5: Evolución de la altura en SJ en el GC y en el GE. Media  $\pm$  SD

En la figura 4.6 en el GC se observa un aumento progresivo desde P1 hasta P4 con una ligera disminución en la última medida. Por otro lado en el GE, se observa que la dinamometría derecha aumenta en P2 y P3 se mantiene prácticamente invariable en el resto de mediciones.

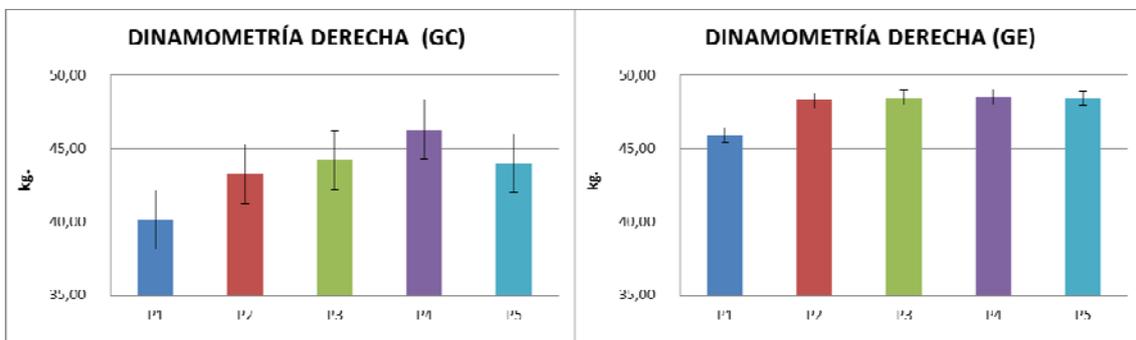


Figura 4.6: Evolución de la dinamometría derecha en el GC y en el GE. Media  $\pm$  SD.

En la figura 4.7 en el GC se observa un aumento progresivo desde P1 hasta P4 con un pequeño descenso en la última medición. Por otro lado en el GE, se observa que la dinamometría izquierda aumenta entre P2 y P4 y disminuye ligeramente en P5.

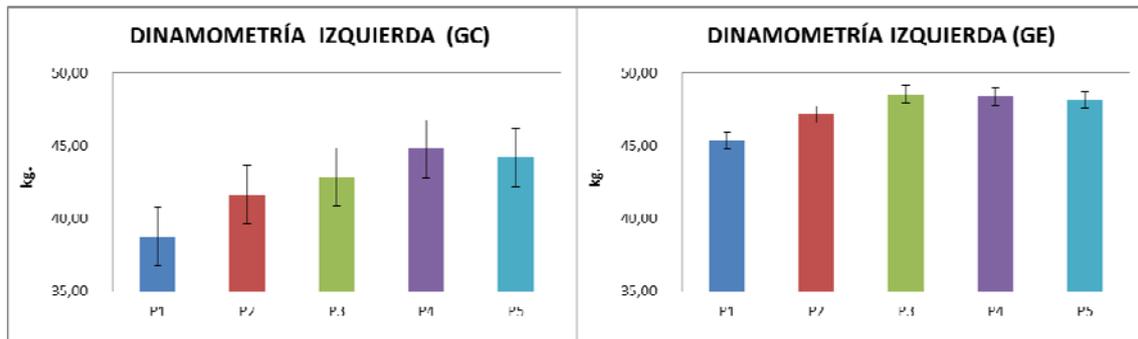


Figura 4.7: Evolución de la dinamometría izquierda en el GC y en el GE. Media  $\pm$  SD.

#### 4.2.3.- Resultados obtenidos en las variables de velocidad de golpeo de la bola y aceleración del palo.

Los resultados obtenidos en las variables de golpeo de la bola y aceleración del palo en ambos grupos en las cinco mediciones, vienen recogidos en la tabla 4.4.

Variables	P1	P2	P3	P4	P5
<b>GC (N=5)</b>					
Velocidad de la bola (Km/h)	211.00 $\pm$ 20.0	212.00 $\pm$ 20.5	210.00 $\pm$ 22.7	212.00 $\pm$ 21.8	211.00 $\pm$ 20.6
Aceleración media del palo (Km/h)	127,51 $\pm$ 24,00	128,77 $\pm$ 22,90	128,40 $\pm$ 23,74	128,87 $\pm$ 22,89	127,81 $\pm$ 23,40
<b>GE (N=5)</b>					
Velocidad de la bola (Km/h)	226.00 $\pm$ 12.8	236.00 $\pm$ 9.05	242.60 $\pm$ 8.32	249.60 $\pm$ 6.91	244.60 $\pm$ 8.61
Aceleración media del palo (Km/h)	149,94 $\pm$ 4,78	156,04 $\pm$ 7,65	160,27 $\pm$ 9,54	167,18 $\pm$ 5,74	152,63 $\pm$ 19,34

Tabla 4.4: Resultados obtenidos en variables de velocidad de la bola y en la aceleración media del palo en GC y GE en las cinco pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD

En la figura 4.8, en el GC se observan oscilaciones de una medición a otra con ligeras subidas y bajadas en la velocidad de la bola durante el swing en las cinco pruebas efectuadas. En el caso del GE se produce un aumento progresivo y considerable de la velocidad en las cuatro primeras pruebas, seguido de una ligera disminución en P5.

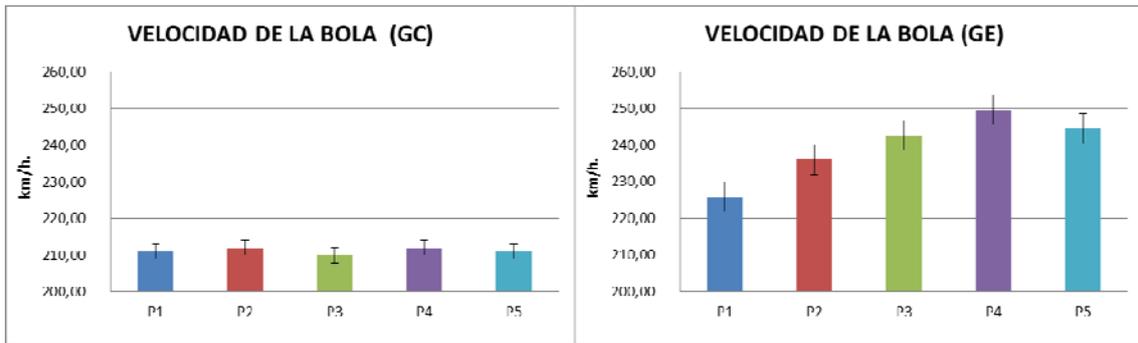


Figura 4.8: Evolución de la velocidad de la bola en el GC y el GE. Media  $\pm$  SD.

Por otro lado, respecto a la aceleración media del palo, en el GC se observan ligeras oscilaciones con subidas y bajadas pero muy débiles, difíciles de apreciar. En cambio en el GE, durante las cuatro primeras tomas existe un incremento progresivo y elevado seguido de una disminución importante en P5 llegando casi a niveles de P1 (figura 4.9).

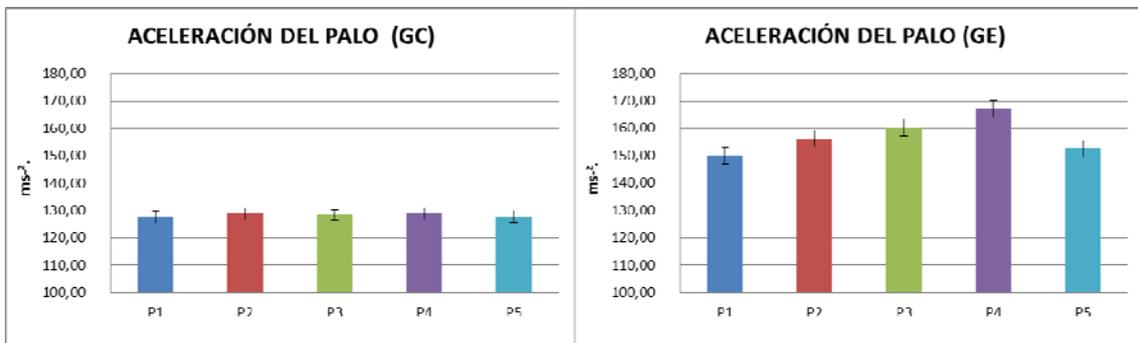


Figura 4.9: Evolución de la aceleración media del palo en el GC y el GE. Media  $\pm$  SD.

Asimismo en la figura 4.10 se observa cómo evoluciona de curva de la aceleración del palo, durante el backswing (0,23 segundos) durante el periodo de intervención de fuerza en el GE, desplazándose esta hacia la izquierda y hacia arriba como resultado de aumentar la aceleración en el mismo periodo de tiempo.

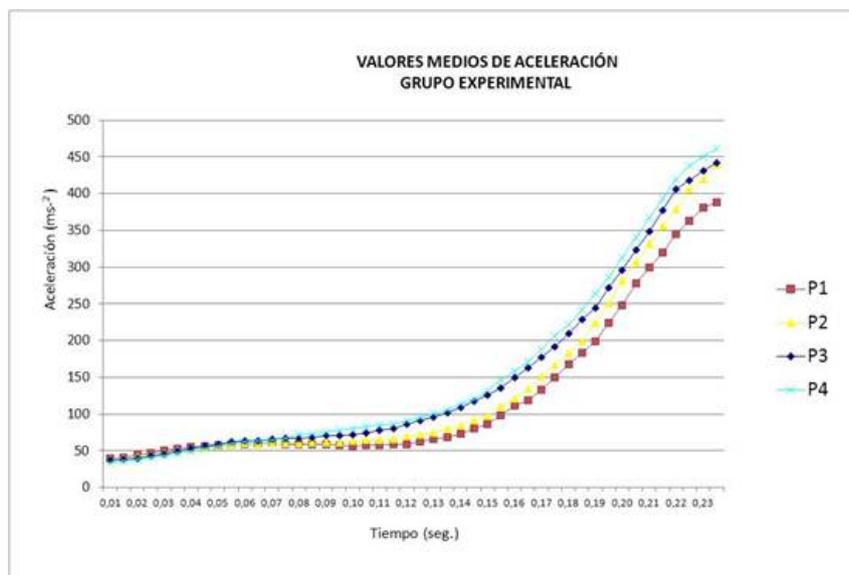


Figura 4.10: Evolución de la aceleración media del palo, en el backswing, en el GE.

**4.2.4.- Resultados obtenidos en las variables de las zonas de trabajo del entrenamiento de la fuerza máxima.**

Los resultados obtenidos en las variables de entrenamiento de la fuerza en ambos grupos en las cinco mediciones, vienen recogidos en la tabla 4.5.

VARIABLES	P1	P2	P3	P4	P5
<b>GC (N=5)</b>					
1-RM Press Banca (Kg)	47.48±12.92	47.44±13.09	48.06±13.24	47.58±12.40	48.04±12.53
1-RM Remo(Kg)	54.76±24.19	55.70±24.24	56.56±24.60	56.42±24.30	57.62±24.55
1-RMPrensa piernas (Kg)	100.26±8.37	100.82±8.53	101.76±8.81	102.48±9.11	102.16±28.49
1-RM Hombros(Kg)	39.82±15.31	39.85±15.35	40.20±15.81	40.04±15.19	40.04±15.37
1-RM Gemelos (Kg)	105.80±25.98	106.94±26.15	107.80±26.14	108.32±25.64	107.30±25.28
1-RM Tríceps(Kg)	20.86±2.65	21.20±2.64	21.30±2.60	21.38±2.86	21.52±2.71
<b>GE(N=5)</b>					
1-RM Press banca (Kg)	55.24±10.48 <sub>a</sub>	58.90±18.62 <sub>b</sub>	63.26±11.35 <sub>b</sub>	61.40±19.99 <sub>b</sub>	60.30±19.27 <sub>b</sub>
1-RM Remo(Kg)	60.66±22.35 <sub>a</sub>	70.70±23.82 <sub>b</sub>	80.10±21.94 <sub>b</sub>	77.04±18.89 <sub>b</sub>	75.34±21.56 <sub>b</sub>
1-RM Sentadilla(Kg)	131.30±30.31 <sub>a</sub>	146.58±30.80 <sub>b</sub>	172.66±30.40 <sub>b</sub>	177.12±28.59 <sub>b</sub>	166.18±23.94 <sub>b</sub>
1-RM Hombro (Kg)	40.98±16.94 <sub>a</sub>	46.74±15.40 <sub>b</sub>	50.56±16.96 <sub>b</sub>	49.72±16.93 <sub>b</sub>	47.72±16.28 <sub>b</sub>
1-RM Gemelos (Kg)	127.54±21.00 <sub>a</sub>	148.02±20.92 <sub>b</sub>	167.88±27.22 <sub>b</sub>	168.94±24.51 <sub>b</sub>	161.72±29.95 <sub>b</sub>
1-RM Tríceps (Kg)	23.64±2.55 <sub>a</sub>	26.26±3.17 <sub>b</sub>	30.16±3.37 <sub>b</sub>	28.76±2.58 <sub>b</sub>	28.38±2.70 <sub>b</sub>

Tabla 4.5: Resultados obtenidos en variables de zona de trabajo de la fuerza máxima en GC y GE en las cinco pruebas efectuadas. Media ± SD.

En la figura 4.11, en el GC se observan oscilaciones con subidas y bajadas variables en el press banca, mientras que en el GE hay un aumento elevado hasta P3 y una ligera disminución en P4 y P5.

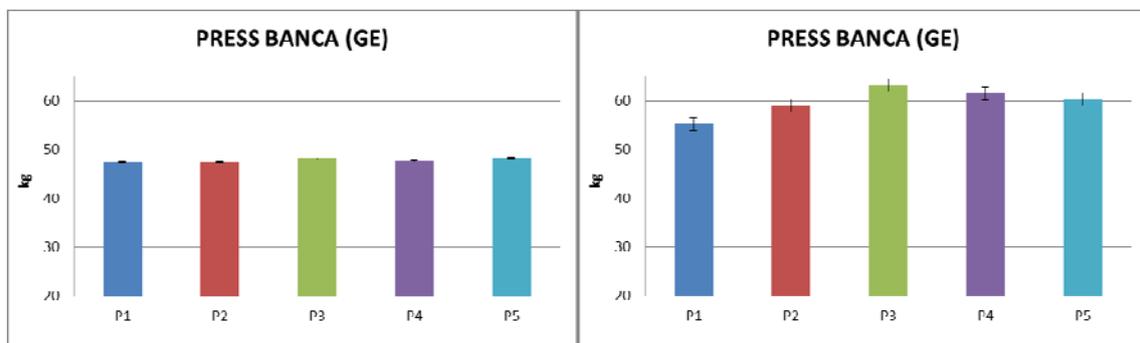


Figura 4.11: Evolución del press banca en el GC y el GE. Media ± SD

Respecto a las sentadillas, en la figura 4.12 el GC se observa una ligera mejoría en cada una de las mediciones. En el GE, se observa una gran aumento en todas las mediciones excepto en P5 en la que hay un ligero descenso.

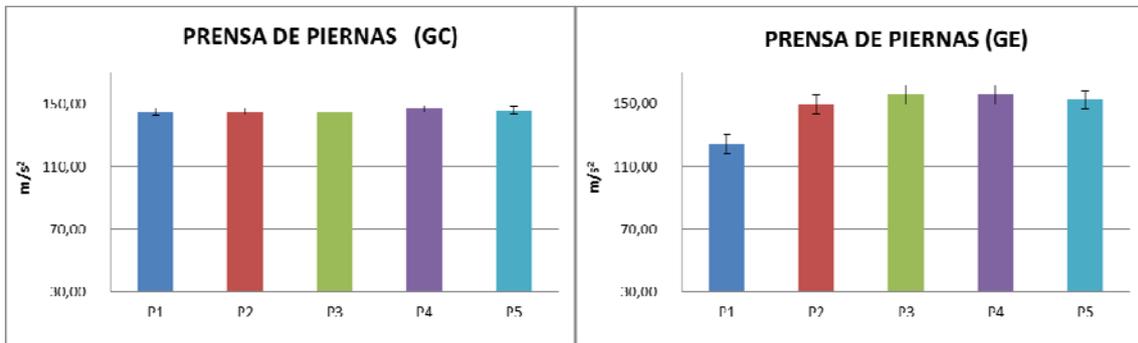


Figura 4.12: Evolución de la prensa de piernas en el GC y el GE. Media  $\pm$  SD

En relación al hombro, en la figura 4.13 se observa en el GC que apenas hay variación en cada una de las mediciones, es más, se observa una ligera disminución progresiva desde P3. Por otro lado, en el GE existe un aumento en las 3 primeras mediciones y una ligera disminución en P4 y P5 casi inapreciable.

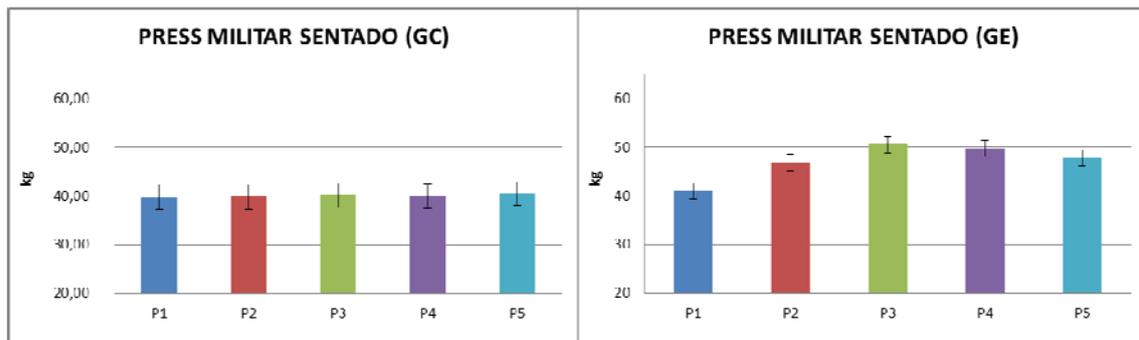


Figura 4.13: Evolución de Press militar sentado en el GC y el GE. Media  $\pm$  SD

En la figura 4.14 el GC se mantiene prácticamente igual durante las cinco mediciones. Con respecto al GE se observa un aumento progresivo y elevado en todas las mediciones y un ligero descenso en P5.

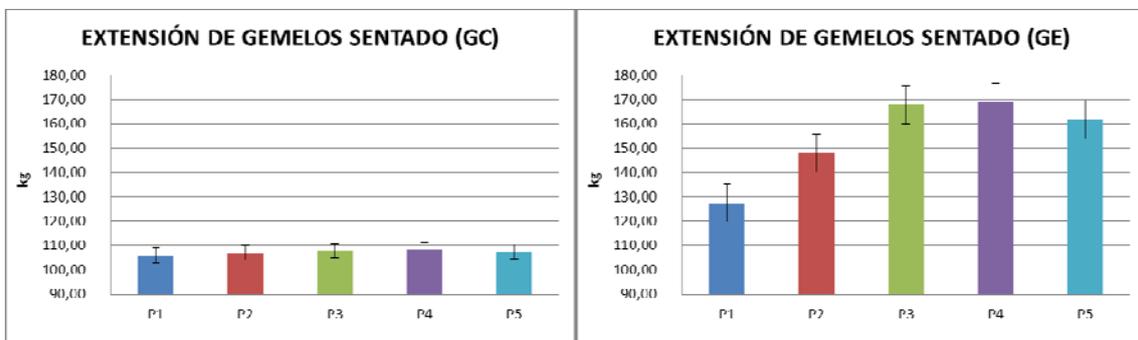


Figura 4.14: Evolución de los Extensión gemelos sentado en el GC y el GE. Media  $\pm$  SD

En la figura 4.14 en el tríceps, el GC se observa un gran descenso desde P2, mientras que en el GE existe un aumento hasta P3 y desciende ligeramente en P4 y P5.

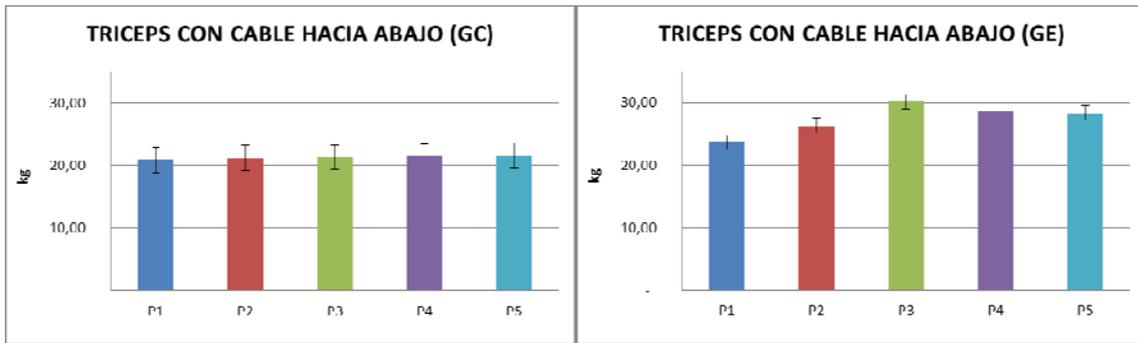


Figura 4.15: Evolución del tríceps con cable abajo en el GC y el GE. Media  $\pm$  SD

En las mediciones de remo, figura 4.16, el GC oscila con subidas y bajadas poco apreciables. Por el contrario en el GE, existe un aumento progresivo y considerable hasta P3 con ligero descenso en P4 y P5.

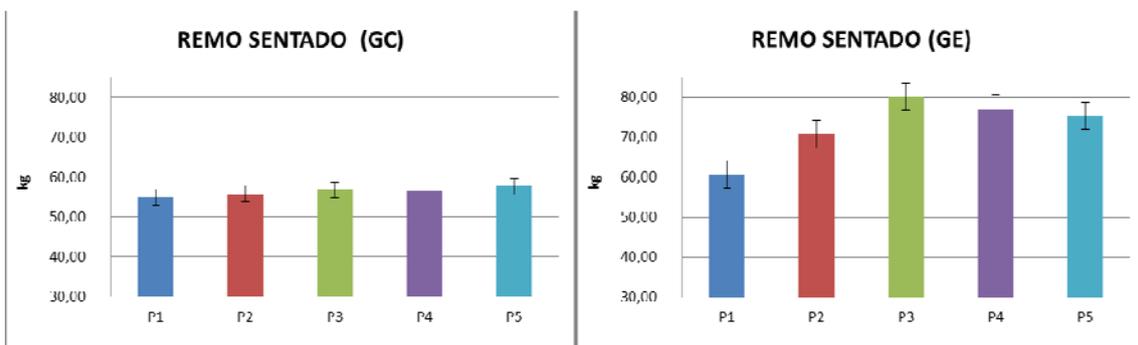


Figura 4.16: Evolución del remo sentado en el GC y el GE. Media  $\pm$  SD

**4.3.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS VALORES INICIALES EN TODAS LAS VARIABLES ENTRE GC Y GE.**

Tal y como se observa en la tabla 4.6 la prueba t para muestras independientes utilizada para comparar los valores iniciales de las distintas variables no revela la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos en ninguno de los parámetros analizados, de ahí que se pueda señalar que ambos grupos parten de un mismo nivel.

COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS: GC - GE .		
	F	P
Peso corporal (kg)	0.055	0.821
Porcentaje grasa	0.052	0.826
Porcentaje muscular	0.049	0.830
Fuerza isométrica del grip, mano izquierda (kg)	1.398	0.271
Fuerza isométrica del grip, mano derecha (kg)	0.670	0.437
SJ (cm)	5.528	0.057
CMJ (cm)	3.486	0.099
Velocidad de la bola (km/h)	1.950	0.200
Media de la aceleración del palo (m/s <sup>2</sup> )	1.228	0.300
1-RM Press banca horizontal (kg)	2.682	0.111
1-RM Prensa piernas (kg)	2.264	0.171
1-RM Remo en máquina sentado (kg)	0.775	0.404
1-RM Tríceps con cable hacia abajo (kg)	2.414	0.136
1-RM Extensión de gemelos sentado (kg)	1.047	0.336
1-RM Press militar sentado (kg)	2.747	0.136
<i>SJ=squat jump; CMJ=counter movement jump</i>		

Tabla 4.6: Resultados obtenidos en la prueba t para muestras independientes. Diferencia significativa:  $p < 0.05$

**4.4.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO EN AMBOS GRUPOS (GC Y GE).**

Como ya se señaló previamente, para efectuar el análisis comparativo de la evolución de las distintas variables en ambos grupos a lo largo de la intervención, se utilizó el análisis de varianza de dos factores (grupo x tiempo) con medidas repetidas. Cuando por medio de la Lambda de Wilks se constataba la existencia de diferencias significativas en la evolución de una variable entre grupos, se utilizaron las pruebas post-hoc de Scheffe para localizar dichas diferencias. En la tabla 4.7 se muestran los resultados obtenidos en dicho análisis comparativo.

Variable	Grupo	Tiempo					Grupo	Tiempo	Grupo x tiempo
		P1	P2	P3	P4	P5			
		F	F	F	F	F			
Peso corporal (kg)	GC	68.90 ± 4.45	69.28 ± 3.7	69.76 ± 4.20	71.84 ± 3.70	73.06 ± 3.40	0.656	0.976	3.883
	GE	70.76 ± 4.65	70.24 ± 4.04	70.42 ± 4.45	69.94 ± 3.99	70.00 ± 3.94			
Grasa corporal (%)	GC	17.42 ± 2.70	17.25 ± 2.53	17.06 ± 2.24	17.56 ± 2.20	17.93 ± 1.95	2.768	2.554	4.567*
	GE	17.73 ± 1.32 <sub>a</sub>	16.52 ± 1.41 <sub>b</sub>	15.59 ± 1.56 <sub>c</sub>	15.25 ± 1.27 <sub>c</sub>	15.5 ± 1.31 <sub>c</sub>			
Masa muscular (%)	GC	45.66 ± 2.94	45.54 ± 2.86	45.70 ± 2.38	45.53 ± 2.45	45.29 ± 2.53	2.112	1.968	5.846*
	GE	46.00 ± 1.77 <sub>a</sub>	46.81 ± 1.55 <sub>a</sub>	47.51 ± 1.18 <sub>b</sub>	47.75 ± 1.07 <sub>b</sub>	47.52 ± 1.05 <sub>b</sub>			
Fuerza isométrica del grip mano izquierda (kg)	GC	38.78 ± 8.57	41.64 ± 6.20	42.84 ± 7.23	44.76 ± 7.11	44.20 ± 7.57	0.756	1.554	1.536
	GE	45.36 ± 9.01	47.14 ± 8.31	48.54 ± 7.63	48.40 ± 7.52	48.14 ± 7.58			
Fuerza isométrica grip mano derecha (kg)	GC	42.12 ± 5.49	43.28 ± 4.66	44.20 ± 6.24	46.30 ± 5.42	43.98 ± 6.14	2.975	4.882	5.435
	GE	45.92 ± 8.8	48.26 ± 6.6	48.50 ± 6.33	48.52 ± 6.32	48.44 ± 6.31			
SJ (cm)	GC	30.02±2.86	30.56±2.70	31.11±2.09	33.12±2.58	32.66±2.60	4.756	4.354*	8.435*
	GE	33.40±1.47 <sub>a</sub>	35.56±0.90 <sub>b</sub>	37.08±0.95 <sub>b</sub>	37.58±0.87 <sub>b</sub>	36.28±0.88 <sub>b</sub>			
CMJ (cm)	GC	31.70±4.29	32.60±3.95	32.94±2.62	33.06±3.56	32.88±3.55	3.997	4.768*	7.663*
	GE	35.55 ± 1.66 <sub>a</sub>	37.71 ± 1.29 <sub>b</sub>	38.86 ± 1.56 <sub>b</sub>	39.94 ± 2.05 <sub>b</sub>	38.08 ± 2.14 <sub>b</sub>			
Velocidad de la bola (km/h)	GC	211.00±20.70	212.00±20.65	210.00±22.67	212.00±21.08	211.00±20.66	1.332	7.443*	10.232*
	GE	226.00±12.18 <sub>a</sub>	236.00±9.05 <sub>a</sub>	242.60 ± 8.32 <sub>b</sub>	249.60 ± 6.91 <sub>b</sub>	244.60 ± 8.61 <sub>b</sub>			
Aceleración media del palo (m/s <sup>2</sup> )	GC	144.79±17.33	145.08±16.86	144.97±16.28	146.81±17.88	145.81±16.72	2.121	6.468*	9.221*
	GE	124.18±17.79 <sub>a</sub>	149.44±12.68 <sub>a</sub>	155.91±17.88 <sub>b</sub>	155.99±20.88 <sub>b</sub>	152.63±19.34 <sub>b</sub>			
1-RM Press banca horizontal (kg)	GC	47.48±12.92	47.44±13.09	48.06±13.24	47.58±12.40	48.04±12.53	1.908	2.003	4.567*
	GE	55.24±10.48 <sub>a</sub>	58.90±18.62 <sub>b</sub>	63.26±11.35 <sub>b</sub>	61.40±19.99 <sub>b</sub>	60.30±19.27 <sub>b</sub>			
1-RM Prensa Piernas (kg)	GC	100.26±8.37	100.82±8.53	101.76±8.81	102.48±9.11	102.16±28.49	2.001	1.002	5.476*
	GE	131.30±30.31 <sub>a</sub>	146.58±30.80 <sub>b</sub>	172.66±30.40 <sub>b</sub>	177.12±28.59 <sub>b</sub>	166.18±23.94 <sub>b</sub>			
1-RM Remo sentado (kg)	GC	54.76±24.19	55.70±24.24	56.56±24.60	56.42±24.30	57.62±24.55	2.331	0.998	6.789*
	GE	60.66±22.35 <sub>a</sub>	70.70±23.82 <sub>b</sub>	80.10±21.94 <sub>b</sub>	77.04±18.89 <sub>b</sub>	75.34±21.56 <sub>b</sub>			
1-RM Tríceps con cable hacia abajo (kg)	GC	20.86±2.65	21.20±2.64	21.30±2.60	21.38±2.86	21.52±2.71	3.241	2.998	5.987*
	GE	23.64±2.55 <sub>a</sub>	26.26±3.17 <sub>b</sub>	30.16±3.37 <sub>b</sub>	28.76±2.58 <sub>b</sub>	28.38±2.70 <sub>b</sub>			
1-RM Extensión de gemelos sentado (kg)	GC	105.80±25.98	106.94±26.15	107.80±26.14	108.32±25.64	107.30±25.28	2.115	3.013	6.788*
	GE	127.54±21.00 <sub>a</sub>	148.02±20.92 <sub>b</sub>	167.88±27.22 <sub>b</sub>	168.94±24.51 <sub>b</sub>	161.72±29.95 <sub>b</sub>			
1-RM Press militar sentado (kg)	GC	39.82±15.31	39.85±15.35	40.20±15.81	40.04±15.19	40.04±15.37	0.958	1.995	4.918*
	GE	40.98±16.94 <sub>a</sub>	46.74±15.40 <sub>b</sub>	50.56±16.96 <sub>b</sub>	49.72±16.93 <sub>b</sub>	47.72±16.28 <sub>b</sub>			

\*p<0.05. Los promedios en la misma fila para la misma variable con el mismo subíndice no difieren significativamente a p <0.05. Los datos descriptivos de la características antropométricas, fuerza isométrica del grip, fuerza explosiva, velocidad de la bola, aceleración media del palo y fuerza máxima en el grupo control (GC) y en el grupo experimental (GE) en todos los momentos de la toma de datos (media ± SD)

Tabla 4.7: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables a lo largo de la intervención del programa de entrenamiento.

En lo que hace referencia a valores antropométricos, ANOVA no revela la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo para la masa corporal. Por el contrario se observa la existencia significativa de efectos de interacción para el porcentaje de masa grasa ( $p=0.01$ ) y para el de masa muscular ( $p=0.01$ ).

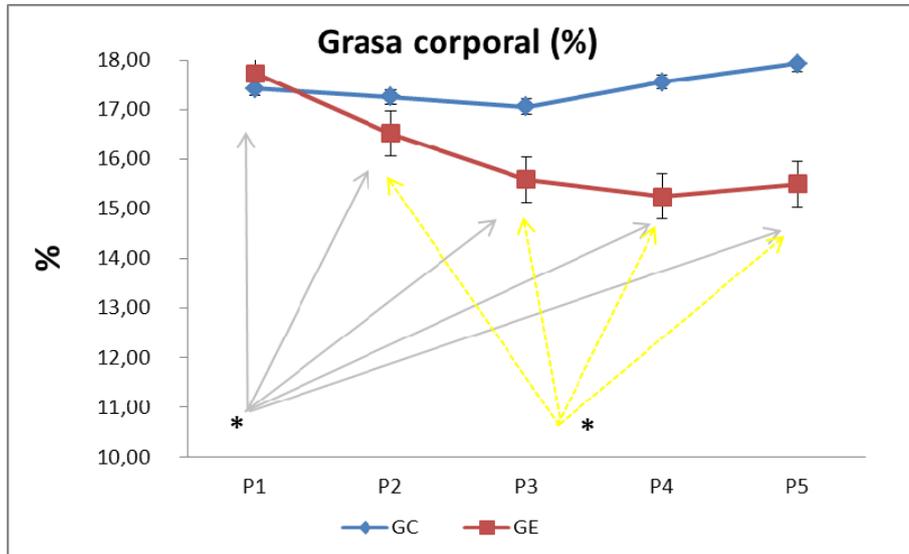


Figura 4.17: Porcentaje de masa grasa en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD.

\* Diferencias estadísticamente significativas, ( $p<0.05$ ).

Así, en la figura 4,17 se observa como para el GE el test post-hoc de Scheffe reveló diferencias entre P1, y P2 ( $p=0.001$ ), P3 ( $p=0.001$ ), P4 ( $p=0.002$ ), y P5 ( $p=0.001$ ), en la masa grasa. Por otra parte, en esta variable también se observan diferencias significativas entre P2 y P3 ( $p=0.001$ ), P4 ( $p=0.001$ ), y P5 ( $p=0.001$ ).

En lo que se refiere a la masa muscular, las diferencias se localizaron entre P1, por un lado y P3 ( $p=0.001$ ), P4 ( $p=0.002$ ), y P5 ( $p=0.001$ ), por otro.

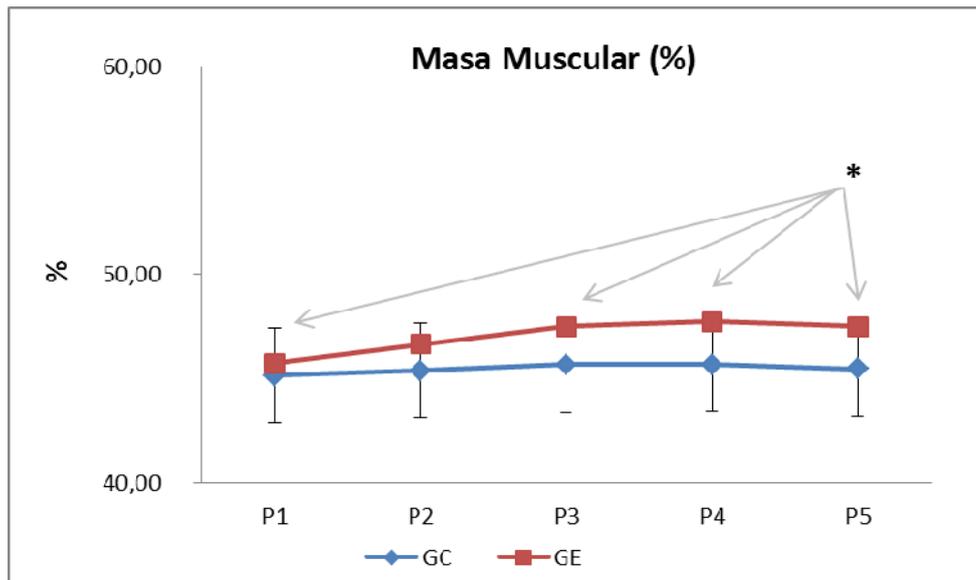


Figura 4.18: Porcentaje de masa muscular en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD.

\* Diferencias estadísticamente significativas, ( $p<0.05$ ).

Por su parte para las variables de fuerza explosiva de los miembros inferiores, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo tanto para el CMJ ( $p=0.01$ ) como para el SJ ( $p=0.001$ ). Las pruebas post-hoc de Scheffe indicaron que, en el caso del GE, existían diferencias estadísticamente significativas en ambos tipos de salto entre P1 y P2 ( $p=0.002/p=0.01$ ), P3 ( $p=0.001/p=0.01$ ), P4 ( $p=0.001/p=0.001$ ) y P5 ( $p=0.001/ p=0.002$ ). En las figuras 4.19 y 4.20 se puede observar de manera gráfica la distinta evolución de este tipo de variables en ambos grupos de entrenamiento.

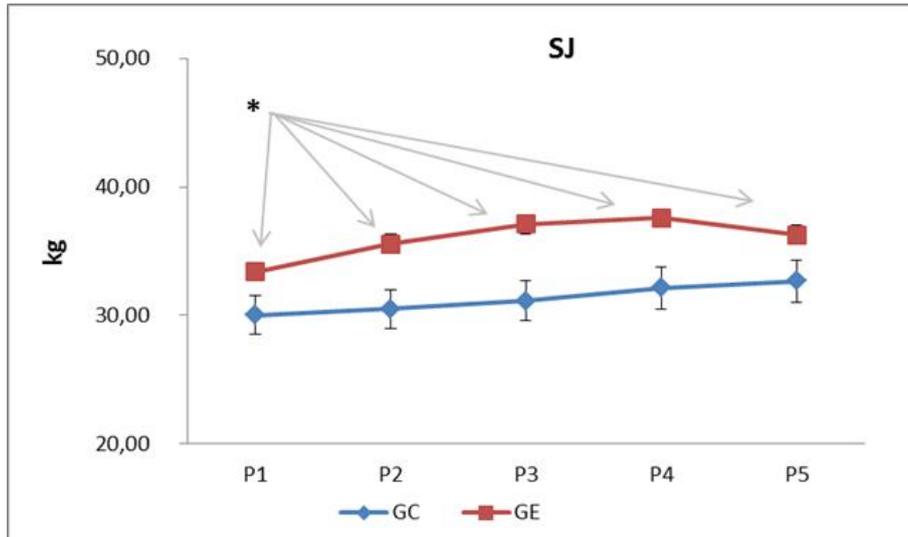


Figura 4.19: Altura de salto en SJ en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD. \* Diferencias estadísticamente significativas,  $p<0.05$ ).

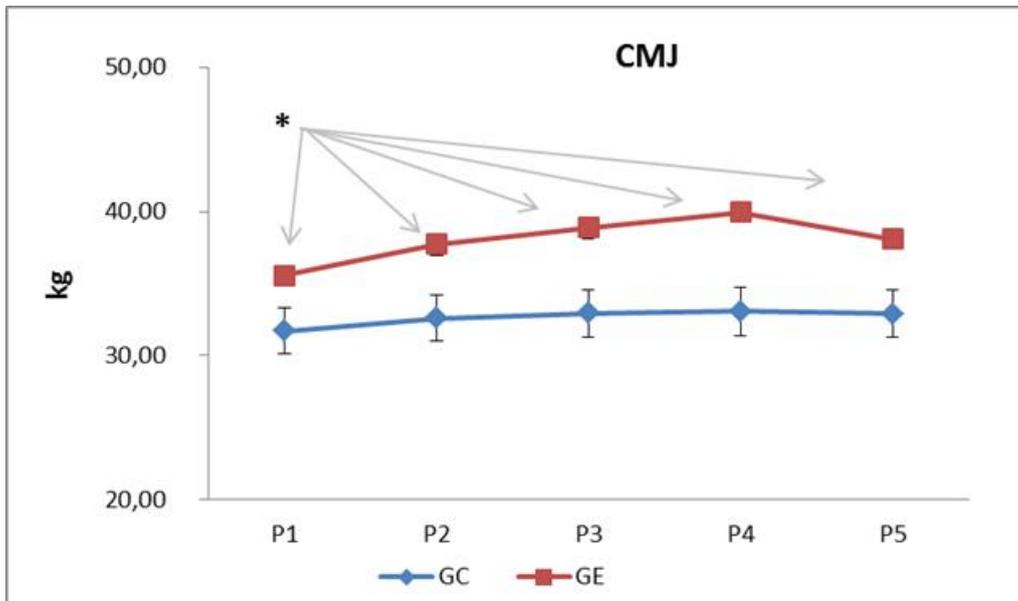


Figura 4.20: Altura de salto en CMJ en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD.

\* Diferencias estadísticamente significativas,  $p<0.05$ )

De manera similar a lo que ocurría en el caso de las variables de fuerza explosiva, en las figuras 4.21 y 4.22 podemos observar que ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción tanto para la velocidad de golpeo de la bola ( $p < 0.05$ ;  $p = 0.005$ ) como para la aceleración del palo ( $p < 0.05$ ,  $p = 0,004$ ). Las pruebas post-hoc de Scheffe localizaron dichas diferencias entre P1 y P3 ( $p = 0.001/p = 0.002$ ), entre P1 y P4 ( $p = 0.003/p = 0.001$ ), y entre P1 y P5 ( $p = 0.001/p = 0.002$ ), tanto en la velocidad de golpeo de la bola como en la aceleración media del palo en el GE.

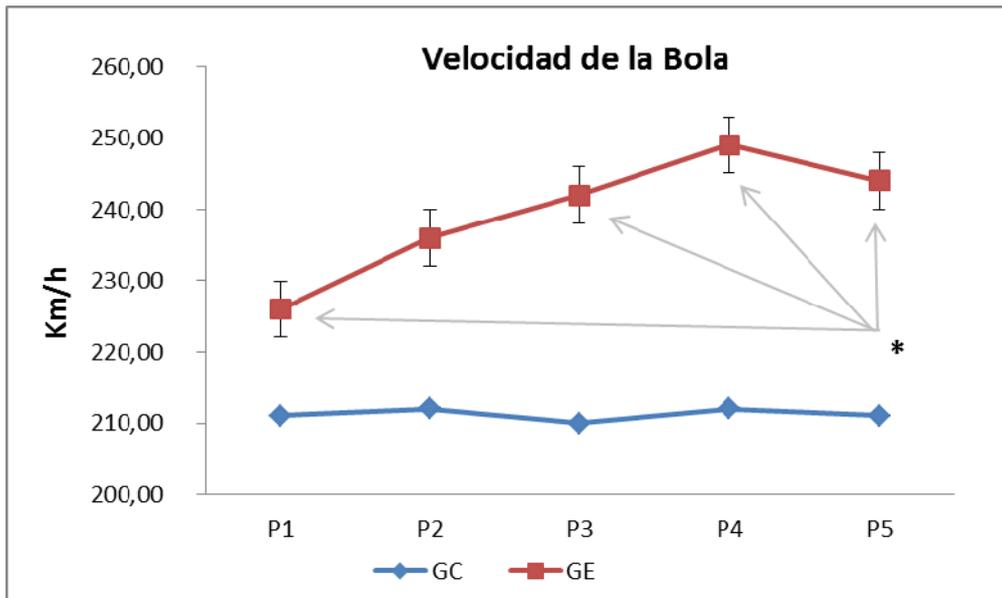


Figura 4.21: Velocidad de golpeo de la bola en ambos grupos en cada una de las pruebas. Media  $\pm$  SD. \*Diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0.05$ .

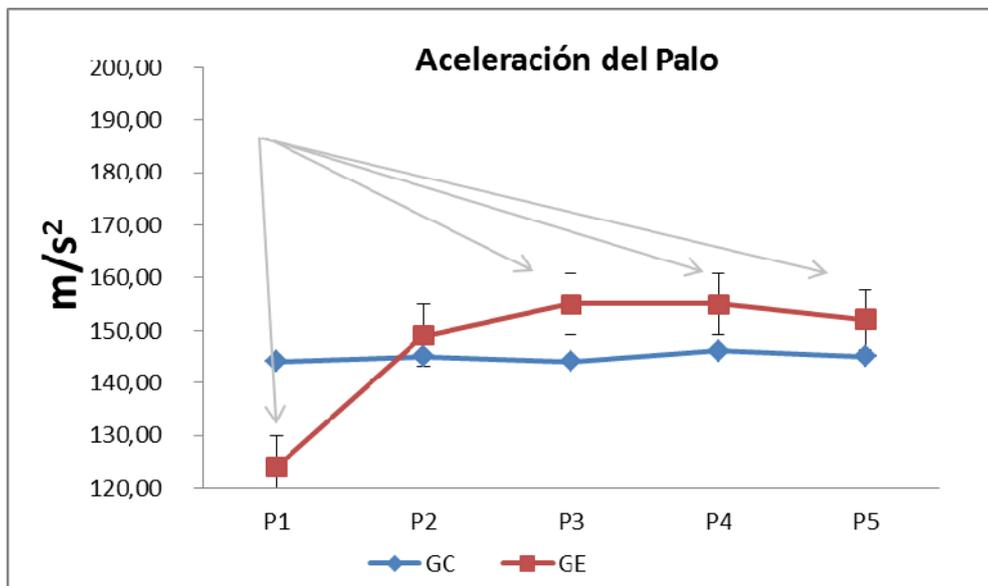


Figura 4.22: Aceleración del palo en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD. \*Diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0.05$ , 05.

En lo que hace referencia a los valores de fuerza isométrica en el grip, ANOVA no revela la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo. Por el contrario, como vemos en las figuras 4.23, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27 y 4.28, ANOVA si muestra la existencia significativa de efectos de interacción para todas las variable relacionadas con la fuerza máxima (Press banca horizontal 1 RM ( $p=0.001$ ), prensa sentado 1 RM ( $p=0.002$ ), remo sentado 1 RM ( $p=0.001$ ), tríceps con cable 1 RM ( $p=0.003$ ), extensión gemelos sentado 1 RM ( $p=0.001$ ) y press militar sentado 1 RM ( $p=0.002$ )).

Las pruebas post-hoc de Scheffe localizaron, en todos los ejercicio de fuerza máxima anteriormente mencionados, diferencias entre P1 y P2 ( $p=0.001/ p=0.001/ p=0.002/ p=0.001/ p=0.002/ p=0.002$ ), P3 ( $p=0.01/ p=0.01/ p=0.001/ p=0.002/ p=0.002/ p=0.001$ ) y P4 ( $p=0.001/ p=0.01/ p=0.001/ p=0.002/ p=0.001/ p=0.001$ ) y P5 ( $p=0.001/ p=0.01/ p=0.001/ p=0.01/ p=0.001/ p=0.001$ )

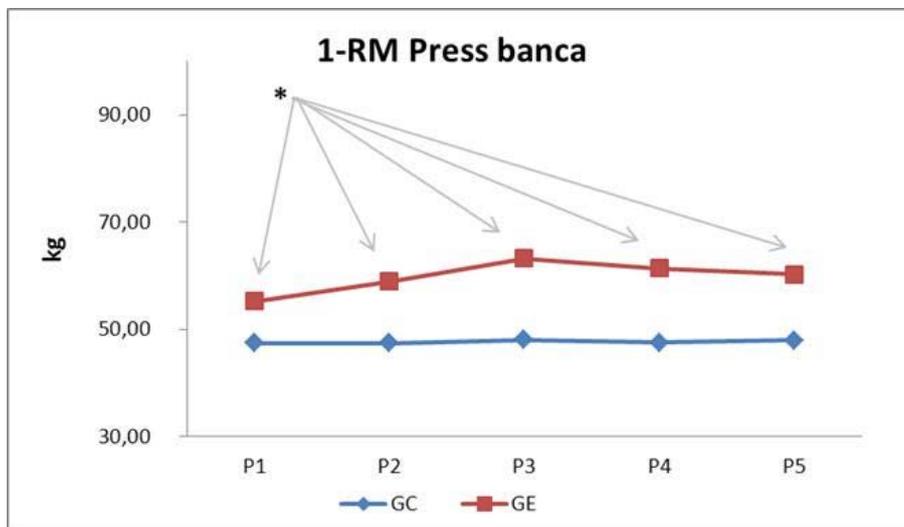


Figura 4.23: 1 RM Press banca en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD. \* Diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0.05$ , 05.

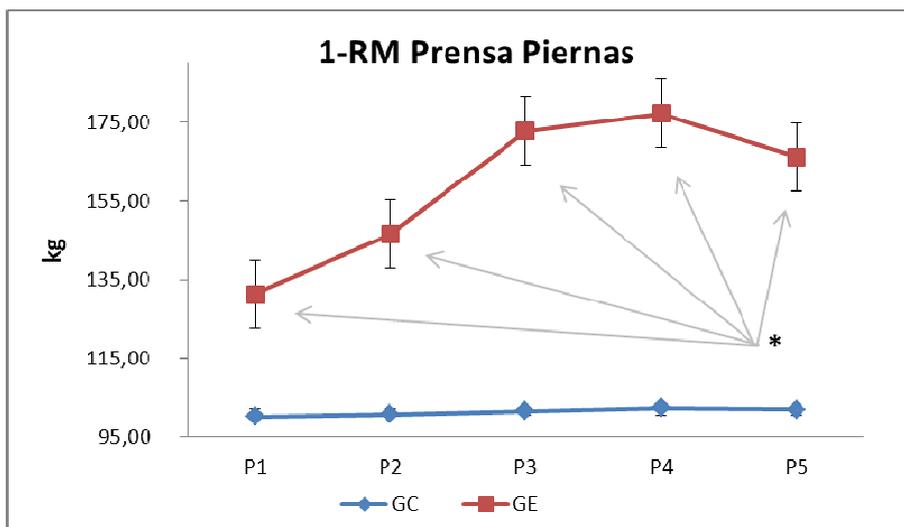


Figura 4.24: 1 RM Sentadilla en ambos grupos en cada una de las pruebas. Media  $\pm$  SD. \* Diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0.05$ , 05.

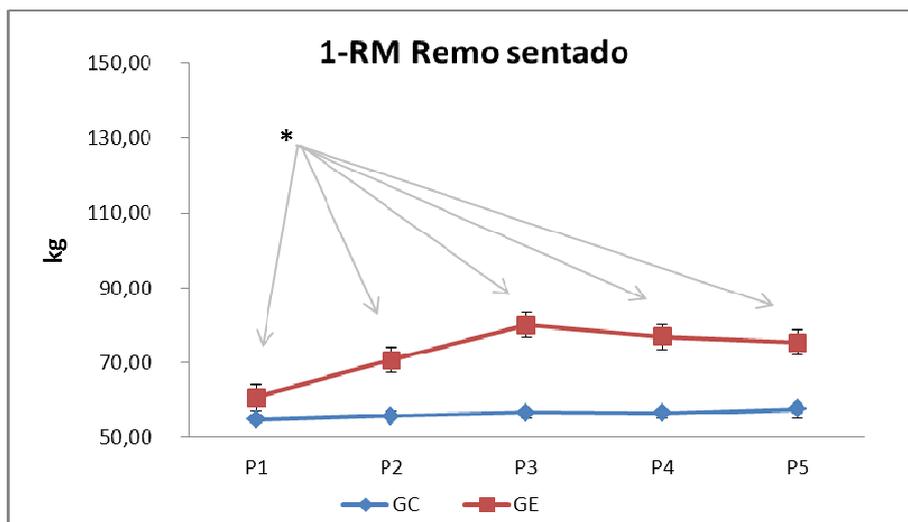


Figura 4.25: 1 RM Remo en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD. \* Diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0.05$ , 05

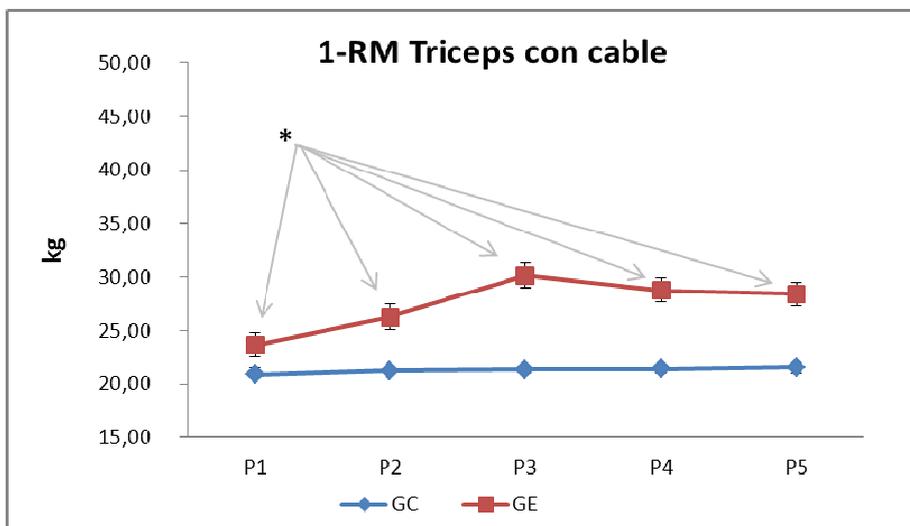


Figura 4.26: 1 RM Tríceps con cable en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD. \* Diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0.05$ , 05.

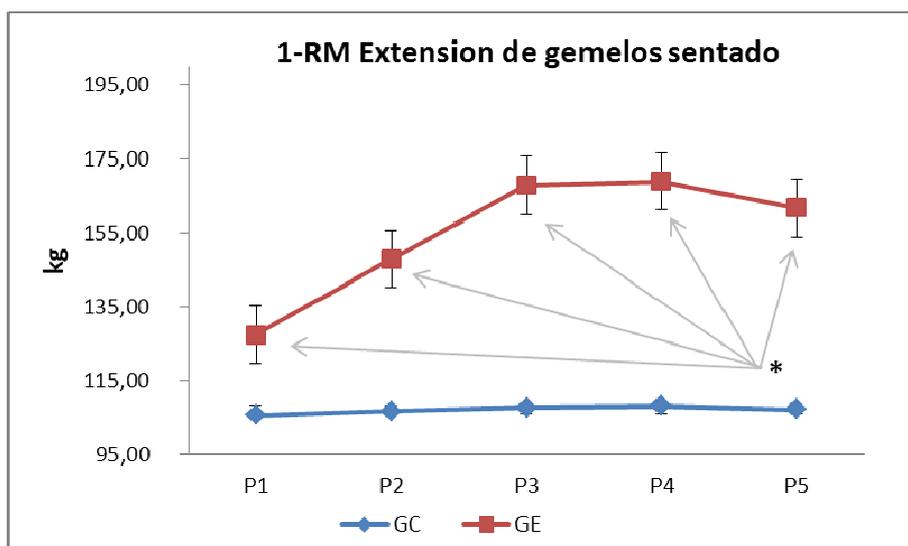


Figura 4.27: 1 RM Extensión gemelos sentado en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD. \* Diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0.05$ , 05

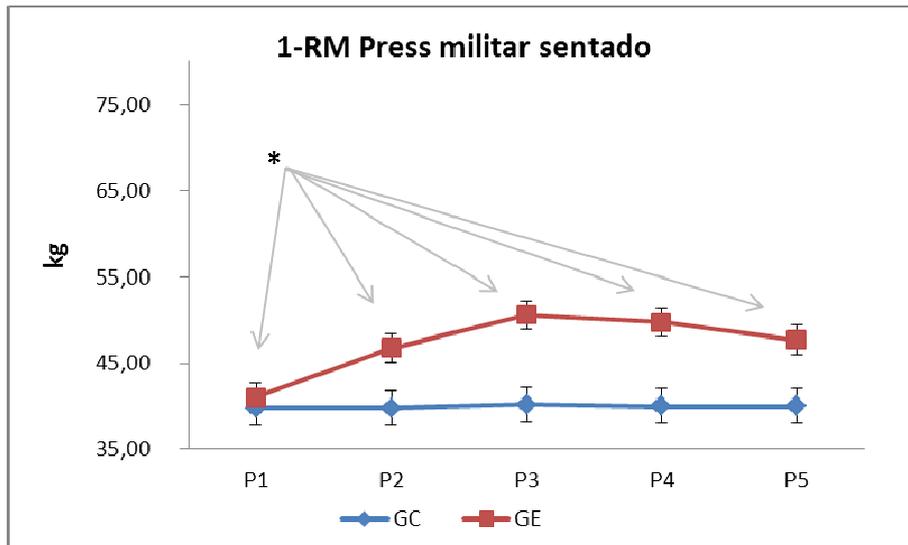


Figura 4.28: 1 RM Press militar sentado en ambos grupos en cada una de las pruebas efectuadas. Media  $\pm$  SD.

\* Diferencias estadísticamente significativas,  $p < 0.05$ , 05.

En relación al somatotipo, de los resultados se extrae que, tanto en uno como en otro grupo, el componente que predomina es el endomórfico, seguido por el ectomórfico y en último lugar el mesomórfico. Sin embargo, el GC muestra valores superiores en endomorfia en relación al GE e inferiores en el caso de la ectomorfia. (Figura 4.28)

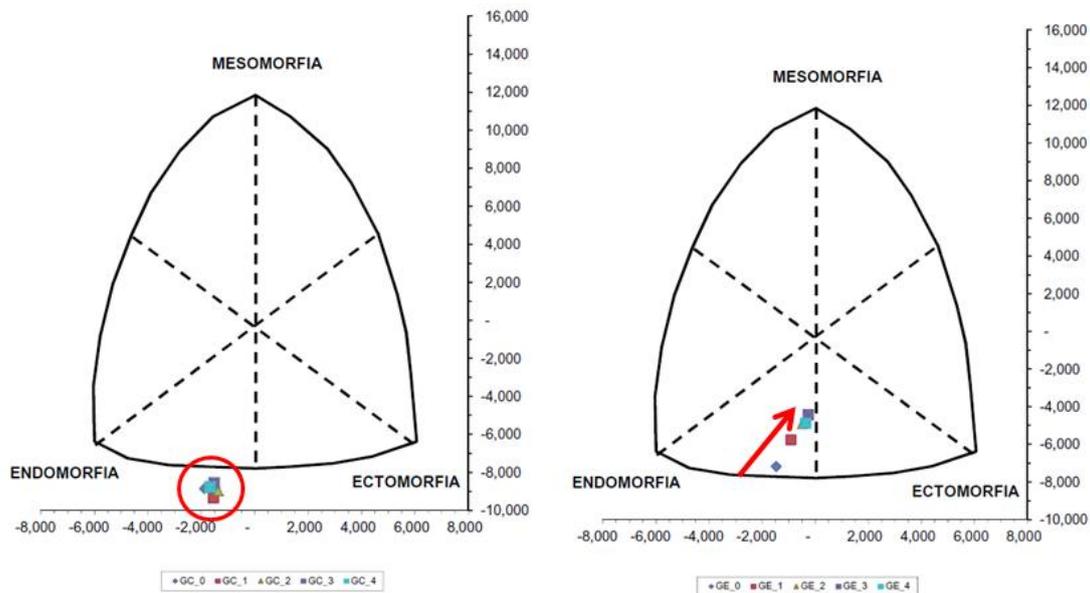


Figura 4.28: Representación gráfica del somatotipo para GE y GC. (somatocarta)

La somatocarta muestra que el GC se encuentra en todo momento estable en la zona de la endomorfia, mientras que el GE se evoluciona hacia la franja ocupada por el somatotipo denominado endo-ectomórfico, lo que significa que la endomorfia es dominante y la ectomorfia es superior a la mesomorfia. Aunque ambos grupos se hallan dentro de un somatotipo similar es evidente que existe una diferencia entre ellos. Para cuantificar esa diferencia se calculó la distancia de dispersión de los somatotipos medios, obteniendo un valor superior a 2, por lo que, siguiendo a Hebbelink y Borms (1987) la distancia, y por lo tanto la diferencia, es estadísticamente significativa entre ambos grupos de jugadores ( $p < 0.05$ ).

## 5- DISCUSIÓN



Como se ha mencionado anteriormente, el golf es un deporte que exige gran demanda física en el cual el rendimiento viene determinado por la capacidad de los jugadores para generar potencia a través de un gran rango de movimiento (Hume y cols. 2005, Lephart y cols. 2007, Wallace y cols. 2007, Pozos y cols. 2009). Por consiguiente, uno de los objetivos más importantes en la programación de un entrenamiento en jugadores de élite debería centrarse en el aumento de la fuerza específica de golf. Debido a la falta de estudios relacionados con el golf y más concretamente con jugadores de élite, el objetivo en el estudio presente era determinar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza de 18 semanas de duración sobre las diferentes variables relacionadas con el rendimiento en los jugadores de élite. Como se esperaba, las conclusiones principales indicaron que el programa, además de los ejercicios regulares y habituales de entrenamiento que se realizan en golf, aumentó la fuerza máxima, tanto en miembros superiores como inferiores, la fuerza explosiva de miembros inferiores y el rendimiento con el drive, en términos de velocidad de la bola y aceleración media del palo. Por el contrario, no hubo variaciones significativas en la fuerza isométrica del grip.

Varios investigadores han demostrado mejoras significativas de la fuerza muscular después de 8 semanas de un programa de acondicionamiento en jugadores aficionados (Westcott y Parziale, 1997, Hetu y cols. 1998, Thompson y Osness, 2004). Sin embargo, los beneficios estimados en atletas aficionados no pueden aplicarse a los de la élite, porque las adaptaciones de rendimiento medibles requieren un entrenamiento más intenso en atletas expertos (Hopkins y cols. 1999). Conclusiones presentes indican que realizando un programa de entrenamiento de fuerza máxima unas dos veces por semana, utilizando el protocolo descrito, se asocia con mejoras significativas en la fuerza máxima y explosiva. Estas mejoras son ya evidentes en las 6 primeras semanas de entrenamiento de la fuerza.

Diversos autores han sugerido que el tren inferior, el tren superior del cuerpo y la fuerza del brazo están correlacionadas con las medidas de rendimiento, especialmente con la aceleración y la velocidad alcanzada en el swing (Doan y cols. 2006, Wells y cols. 2009). Aunque sólo hay un informe de investigación sobre la influencia positiva del entrenamiento de la fuerza en la ejecución con el drive en jugadores de élite (Fletcher y Hartwell, 2004), esta influencia parece ser clara en jugadores aficionados (Westcott y Parziale de 1997, Hetu y cols. 1998, Thompson y Osness 2004, Doan y cols. 2006, Lephart y cols. 2007, Thompson y cols. 2007). Por lo tanto, los golfistas pueden beneficiarse de programas de entrenamiento de fuerza siempre que impliquen una transferencia positiva de los efectos de estos programas de entrenamiento a la ejecución del swing. Los resultados de nuestro estudio están de acuerdo con esta afirmación, ya que se demostró que el programa de entrenamiento de la fuerza aplicado provocó un aumento significativo en el rendimiento con el drive, tanto en velocidad de la bola y como en la aceleración media con el palo. Sin embargo, los datos revelan que a pesar de que las 6 semanas de entrenamiento de la fuerza

máxima es tiempo suficiente para producir mejoras significativas en la fuerza máxima y explosiva, los jugadores necesitan 12 semanas, incluyendo el entrenamiento de fuerza explosiva, para transferir estas ganancias al movimiento específico.

El swing de golf es una compleja acción coordinada que pone el cuerpo bajo estrés con el fin de transferir la potencia a la pelota de golf (Lindsay y cols. 2000, Fletcher y Hartwell 2004, Hume y otros. 2005, Thompson y cols. 2007, Wells y cols. 2009). Las mejoras en el rendimiento con el drive podrían estar relacionadas con cambios en las variables cinemáticas, que alteran la mecánica del swing (por ejemplo, una mayor transferencia de energía a partir de los segmentos proximal a distal) (Doan y cols. 2006). De hecho, las pequeñas diferencias, consistentes en la técnica, podrían haber existido (Doan y cols. 2006) y los jugadores necesitan tiempo para adaptarse a estas variaciones. Otros estudios, como un análisis de movimiento de alta velocidad de 3 dimensiones, proporcionaría un análisis cuantitativo de las alteraciones en la mecánica de swing debido al aumento de la fuerza (Doan y cols. 2006).

En otros deportes, en los que el movimiento técnico depende de una acción precisa y coordinada de los diferentes músculos, algunos autores han hecho hincapié en la importancia de mezclar el entrenamiento de fuerza con el entrenamiento de la técnica con el fin de transferir las ganancias (Manolopoulos y cols, 2006; Sedano y cols., 2009). Por otra parte, varios investigadores sugieren que la adición de los movimientos balísticos a un programa de entrenamiento de resistencia también es importante a fin de imitar el movimiento de estiramiento-acortamiento realizado por los músculos implicados en el swing de golf (Fletcher y Hartwell, 2004; Doan y cols., 2006). Por lo tanto, la naturaleza específica de los ejercicios empleados y el hecho de que los jugadores combinaron entrenamiento de fuerza y técnico se podrían considerar como factores clave del éxito en la transferencia de las mejoras de la fuerza al movimiento real (Fletcher y Hartwell, 2004; Manolopoulos y cols. 2006, Sedano y cols. 2009).

Doan y cols. (2006) indicó que varios estudios previos habían observado incrementos en la velocidad de la cabeza del palo o en la distancia en 4-7% después del entrenamiento de resistencia en los jugadores amateur. También afirmó que el aumento en golfistas expertos responden de manera diferente al entrenamiento de fuerza. En nuestro estudio, la velocidad de la bola se incrementó en un 7% después de 12 semanas de entrenamiento. Estas mejoras en el rendimiento con el drive tienen importancia a nivel estadístico y práctico, ya que se han correlacionado de manera positiva con la media de los resultados en golfistas ( $r = 0,64$ ) (Hopkins y cols., 1999). De hecho, se asocia una mejora de 5,3 kilómetros/hora en la velocidad del swing con el drive, si todas las otras variables de impacto se mantienen constantes, con un aumento de aproximadamente 10-15 metros de distancia desde el tee (Thompson y cols. 2007). Por lo tanto, se permiten lanzamientos más cortos, más precisos, golpes con el hierro, para colocar la bola dentro del green (Doan y cols. 2006, Thompson y Osness, 2006), lo que implica a su vez, menos fatiga y permite a los jugadores una mayor eficacia en el rendimiento, especialmente durante la última parte del recorrido

(Thompson y Osness, 2006). Sin embargo, podría haber sido interesante evaluar el impacto de los cambios registrados en la fuerza sobre la consistencia o control de la distancia con el putt (Doan y cols. 2009).

En cuanto a los mecanismos responsables de las adaptaciones motoras del rendimiento, la hipertrofia puede tener un papel en las adaptaciones ya que hay un aumento significativo de la masa muscular acompañada de una disminución significativa en la grasa corporal. Por otra parte, todos los ejercicios empleados en el programa de fuerza fueron elegidos sobre la base de que los músculos agonistas principales fueron muy activos en los movimientos específicos del golf. En consecuencia, las adaptaciones neurales, tales como una mayor activación y sincronización de las unidades de reclutamiento motoras y una inhibición reforzada por la actividad muscular antagonista puede tener un impacto importante en las mejoras (Doan y cols. 2006). De hecho, la mejora de la coordinación muscular después de los períodos de entrenamiento de fuerza máxima y fuerza explosiva podría deberse en parte a la naturaleza específica mencionada anteriormente de los movimientos utilizados y de un entrenamiento regular de la técnica (Fletcher y Hartwell 2004). Fletcher y Hartwell (2004) concluyeron que a pesar de que la hipertrofia puede tener un papel en el entrenamiento de la resistencia, las adaptaciones neurales tienen un impacto más importante.

Westcott y cols. (1996) declaró que un programa de entrenamiento de fuerza más específico puede tener un impacto aún mayor en el rendimiento del drive de los golfistas. Aunque los resultados actuales revelaron que los cambios logrados durante las primeras 12 semanas de entrenamiento de fuerza específica de golf se mantuvo inalterado o incluso aumentó ligeramente durante el programa de 6 semanas, no hubo incrementos significativos durante esa fase. Es probable que se deba a un efecto tope que se podrían encontrar en GE, donde los golfistas tienen relativamente velocidades muy altas en el swing (Thompson y Osness, 2006). Sin embargo, es importante destacar el efecto positivo de este tipo de entrenamiento con el fin de mantener las mejoras alcanzadas anteriormente. Esto podría estar relacionado con el hecho de que el período de desentrenamiento no afectó a los cambios registrados durante el programa de entrenamiento de fuerza de 18 semanas sobre las características antropométricas, la fuerza máxima, fuerza explosiva y rendimiento con el drive. Estos resultados concuerdan con los de otros autores que encontraron que un período de desentrenamiento, en los que se mantiene el entrenamiento regular del deporte específico, permite mantener los logros alcanzados anteriormente, factor clave para planificar la temporada (Maffiuletti y cols. 2002, Sedano y cols. 2009).

Por último hay que señalar que la fuerza del antebrazo se correlaciona con las medidas encontradas en el rendimiento del swing en golfistas, ya que un buen agarre es una base de un buen swing (Wells y cols. 2009). Sin embargo, en estudios actuales, el entrenamiento de la fuerza no parece tener ninguna influencia en la fuerza isométrica de agarre del grip pero se observaron mejoras en esta variable no sólo en el GC, sino también en GE y no resultaron significativas. Por lo tanto, aparentemente,

estas variaciones fueron provocadas por los ejercicios habituales que se realizan en un entrenamiento de golf. Podría ser interesante incluir ejercicios de fuerza específica a fin de mejorar el grip.

La discusión del estudio se divide en varios apartados: en el primero se hace referencia a los resultados obtenidos en las variables de carácter antropométrico; en segundo lugar a aquellos extraídos de las variables de fuerza explosiva; en tercer lugar a los registrados en variables de golpeo de la bola y aceleración del palo y, finalmente los efectos del entrenamiento de la fuerza.

### **5.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS Y EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA.**

Como dato preliminar se hace imprescindible señalar que es complicado encontrar un perfil antropométrico específico que pueda relacionarse con el éxito deportivo en el golf, ya que los parámetros que en aquél se engloban no siempre son determinantes en el rendimiento en la competición. De hecho, tal y como indican Kawashima, K. y cols. 2003 y Letini, N.A., (2006) existen diversas tipologías en los jugadores y se producen rendimientos muy dispares en golfistas con tipología similar, por una lado el primero señala que predomina el componente mesomórfico en jugadores de élite adultos, mientras que el segundo indica que el componente predominante en las mujeres es endomórfico (Martín Fernández, M.C. y cols., 2008). A pesar de ello, resulta interesante comparar variables antropométricas entre jugadores que están llevando a cabo un programa de entrenamiento de la fuerza explosiva y los que no, ya que permite ayudar a estimar las demandas exigidas por los procesos de entrenamiento y competición y de esa manera determinar las diferencias que pudieran encontrarse entre distintos jugadores y así poder analizar y comparar al golfista (Esparza Ros, F. y cols., 1993). En este mismo sentido resulta muy interesante determinar el perfil antropométrico para valorar al deportista con el objetivo de atender al principio de especificidad e individualización del entrenamiento e incidir en cada caso en los puntos débiles de los jugadores.

Antes de iniciarse la intervención no se observaban diferencias estadísticamente significativas entre grupos en ninguna de las variables antropométricas analizadas. Posteriormente el análisis de la varianza reveló que en la masa corporal no existían diferencias significativas, mientras que se revelan en la masa grasa y en la muscular por lo que puede concluirse que el entrenamiento de fuerza explosiva basado en el CEA tiene efectos significativos sobre ellas.

#### ***Masa corporal***

Cuando se efectúa el análisis comparativo de la variable masa corporal en función de los que han realizado entrenamiento y los que no, los datos confirman la no existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos. En esta misma línea, Herrero y cols. (2005) no hallaban modificaciones estadísticamente significativas en esta variable en un grupo de hombres estudiantes de educación física

que desarrollaron un programa de trabajo pliométrico durante cuatro semanas con una frecuencia semanal de dos sesiones. No obstante, esa inexistencia de diferencias significativas podría achacarse tanto a la corta duración del programa como a la baja frecuencia de trabajo, algo que cobra aún mayor importancia si se tiene en cuenta que los sujetos no son sedentarios, sino hombres físicamente activos en los que el volumen, la intensidad y la frecuencia han de ser incrementados para que los efectos del entrenamiento puedan apreciarse.

### ***Talla***

En el análisis comparativo en función del nivel competitivo se observa que los valores medios de la variable en GC y GE son casi idénticos, sin que se encuentren diferencias estadísticamente significativas entre grupos.

### ***Composición corporal***

En la presente muestra nos encontramos ante una distribución de los tejidos corporales distinta en ambos grupos de golfistas, existiendo diferencias estadísticamente significativas tanto en el porcentaje de masa grasa como en el de masa muscular. El GE posee un menor porcentaje de grasa y a su vez mayor porcentaje de músculo, de lo que se deduce que tiene que mover menos peso superfluo y a la vez la masa efectiva en esa movilización es mayor.

Si el programa de entrenamiento planteado consiguiese disminuir el porcentaje de masa grasa y aumentar en la medida de lo posible la masa muscular, los golfistas de élite se encontrarían en una posición todavía más ventajosa, no solo respecto al grupo de golfistas de menor nivel sino también respecto a los jugadores de su mismo nivel que no llevan a cabo este tipo de entrenamiento.

De la misma manera que Faina y cols. (1990) para el peso y la talla, Garrido y cols. (2004) señalan que en los hombres el porcentaje de grasa es menor que en las mujeres, mientras que el de masa muscular es mayor en los hombres. Esta diferencia es habitual en el ámbito deportivo, con independencia de la modalidad de la que se hable.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el porcentaje de masa grasa indican que el grupo que continúa con el entrenamiento habitual de condición física registra un aumento ligero y progresivo de los valores en esta variable a lo largo del período de intervención. Por su parte, el grupo de trabajo específico muestra una disminución del porcentaje de masa grasa a las seis y a las doce semanas de iniciarse el entrenamiento. En términos generales, se podría atribuir esa disminución en el porcentaje de grasa a la aplicación del entrenamiento basado en el CEA puesto que, en principio, es la única diferencia que encontramos en el entrenamiento de los dos grupos implicados. Se podría hablar por tanto de la existencia de un efecto favorable de cara al rendimiento en aquellos jugadores que llevan a cabo el trabajo de entrenamiento de la fuerza, puesto que la masa superflua que luego han de movilizar en las situaciones reales de juego se ve disminuida, como ya se ha comentado anteriormente.

En lo que atañe al porcentaje de masa muscular, el grupo que lleva a cabo el entrenamiento de fuerza experimenta un incremento progresivo en la masa muscular que de nuevo podría vincularse precisamente a ese entrenamiento puesto que, en los componentes del grupo control se produce una ligera disminución de los valores.

De manera general, los resultados hasta ahora señalados están en línea con lo señalado por Potteiger y cols. (1999) cuando analizan el efecto de un programa de entrenamiento de ocho semanas de duración con una frecuencia de tres sesiones semanales. Según estos autores, dicho entrenamiento no producía alteraciones en la masa corporal pero sí que generaba una hipertrofia que se hacía patente tanto en las fibras lentas como en las fibras rápidas. También observaron la existencia de incrementos en la potencia desarrollada por la musculatura del tren inferior, que atribuyeron al fenómeno hipertrófico provocado por el entrenamiento pliométrico. No obstante no podemos pasar por alto las características de su muestra puesto que se trataba de hombres no deportistas en los que la aplicación de cualquier programa de entrenamiento más o menos sistematizado es más susceptible de generar modificaciones evidentes. Esto podría explicar el hecho de que, aun siendo un programa de entrenamiento más corto que el del presente estudio (ocho semanas), se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la masa muscular.

Por otro lado, Valadés (2005) indicaba que tras la realización de un entrenamiento pliométrico de ocho semanas de duración, con el objetivo de incrementar la velocidad del balón en el remate en jugadoras de voleibol, se observó un efecto positivo sobre la hipertrofia muscular de ambos brazos. No obstante, este autor no contaba con un grupo control, de tal manera que los resultados no pueden atribuirse de manera fiable a ese entrenamiento de carácter pliométrico puesto que podrían estar vinculados al entrenamiento habitual de voleibol.

En futbolistas, Diallo y cols. (2001) desarrollan un entrenamiento pliométrico de diez semanas de duración con jugadores jóvenes (12-13 años), con una frecuencia de entrenamiento de tres sesiones. Estos autores sí llegan a observar diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de masa grasa y en el de masa muscular, con una disminución en el primero y un aumento en el segundo.

### **Somatotipo**

Si bien la composición corporal permitía valorar la distribución de los tejidos corporales, el somatotipo va a servir para evaluar la morfología del cuerpo, siendo un campo complementario al anterior. En este caso los resultados revelan que los jugadores GE tienen un valor más cercano a la endomorfia que el GC, teniendo a su vez un valor ectomórfico muy superior, existiendo en todos los casos una diferencia estadísticamente significativa.

Según Esparza y cols. (1993) en términos generales, los deportistas muestran tendencias marcadas al predominio del segundo componente del somatotipo (mesomorfia) algo que no ocurre en la muestra analizada ni en el GC ni en el GE. Este mismo autor también señala que no siempre los mejores resultados deportivos

coinciden con aquellos deportistas que manifiestan mayor valor de mesomorfia, algo que como ya se ha dicho, se hace patente aquí.

En lo que se refiere a la relación existente entre los valores del somatotipo y el GE y GC, en la muestra analizada se observa que, en los componentes del GC aumenta el valor de endomorfia y disminuye el de ectomorfia. Si analizamos detenidamente esta afirmación, observaremos que aparentemente surge una contradicción ya que en el caso de la composición corporal, en el GC aumentaba el porcentaje de grasa y disminuía el de masa muscular. El valor de endomorfia se relaciona con el porcentaje de grasa y en este caso, ambos aumentan. Por su parte, el valor de mesomorfia se relaciona con el porcentaje de masa muscular y en este caso, mientras el primero aumenta a medida que baja la categoría los otros dos disminuyen. Una posible explicación se encuentra en la idea planteada por Esparza y cols., (1993) de que son muchos los estudios que muestran una alta relación de la endomorfia con el porcentaje de grasa y una baja-moderada relación del peso libre de grasa con la mesomorfia (Dupertuis, 1951; Carter, 1969; Wilmore, 1969; Slaughter, 1976; Alvero, 1992, 1993).

Como ya se señaló en el apartado de antecedentes, los estudios que analizan el somatotipo en jugadores de golf son escasos. No obstante, cuando se comparan los resultados aquí obtenidos con los ofrecidos por otros autores en golf masculino se observa que mientras en este estudio predomina la endo-ectomorfia en el GE y la endomorfia en el GC, en otros estudios se constata la existencia de un predominio de mesomorfia en élites y adultos (Kawashima, K., y cols., 2003), al igual que en las mujeres, aunque existe un estudio argentino en el que el componente predominante es el componente endomórfico (Letini, N.A., y cols., 2006), resultado que se aprecia en este estudio.

## **5.2.- VARIABLES DE FUERZA EXPLOSIVA Y FUERZA ISOMÉTRICA DEL GRIP Y EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA.**

Los profesionales del golf realizan programas de entrenamiento para mejorar su rendimiento (Graves, R., 2000). Los entrenamientos que se realizan a alto nivel son mucho más intensos que los que realizan los amateurs y así se puede obtener una mayor mejoría (Hakkinen, K. y Komi, P., 1985; Hale, T. y Hale, G.T. 1990), ya que el entrenamiento mejora el rendimiento del golf (Hetu, F.E. y cols, 1998; Jones, D., 1998; Westcott, W.L. y Parziale, J.R., 1997) y los resultados (Westcott, W., Dolan, F. y Cavicchi, T., 1996), así como la condición física, la concentración y la respuesta al stress (Moya-Albiol, L., y cols., 2001), provocando a su vez cambios en el sistema músculo tendinoso y neuromuscular, ayudando a las fibras lentas que sean más rápidas (Chu, D., 1996; Lyttle, A.D., y cols. 1996).

Algunos golfistas temen que el trabajo de la fuerza y el acondicionamiento físico reduzca la flexibilidad y empeore la ejecución del swing (Westcott, W. (1996); Westcott, W.L., Dolan, F. Yçy Cavicchi, T., 1996; Konik, M., 1995), aunque se sabe

que el entrenamiento físico mejora la potencia y la fuerza muscular (Reyes, M.G. Hetu, F. y Faigenbaum, A., 1996; Jones, D., 1998). El trabajo de acondicionamiento físico mejora la fuerza muscular y la flexibilidad (Fleck, S. y Kraemer, W., 1997) y la ejecución del drive, así como un aumento en la velocidad de la cabeza del palo (Hetu, F. y Faigenbaum, A., 1996; Westcott, W., 1996; Westcott, W., y cols., 1996). Además de todos estos beneficios, la condición física del golfista es importante para prevenir lesiones (Palank, E.A. y Hargreaves, E.H., 1990; Pedersen, M., 2005), ya que un gran número de lesiones viene dadas por la falta de trabajo específico de fuerza y flexibilidad al no ser capaces de resistir la gran cantidad de fuerza que se realiza al ejecutar el swing (Pedersen, M., 2005).

Numerosos autores afirman que el entrenamiento con pesas con cargas altas y bajas repeticiones mejoran la fuerza (Atha, J., 1981; Berger, R., 1963; McDonagh, M.J.N., y cols., 1984; Willoughby, D., 1992) y que en 6 meses mejora de un 50-100% (Bemben, D.A. y cols., 2000; Brill, P.A. y cols., 1998, Frontera, W.R y cols., 1988).

El American College of Sports Medicine (1998a) señala que la realización de un entrenamiento regular provoca una mejora significativa en la fuerza en personas adultas y que el entrenamiento de la resistencia aumenta la fuerza muscular rápida (Braith, R.W., y cols.1993; Cavani, V. y cols., 2002; Evans, W.J., 1999; Frontera, W.R., y cols. 1998).

Como ya se indicó con anterioridad, la capacidad de salto ha sido utilizada con frecuencia como manifestación de la potencia muscular tanto en individuos sedentarios como en deportistas y como una de las variables tradicionalmente utilizadas para valorar el éxito o el fracaso de los entrenamientos de carácter pliométrico. Esto se debe a que, independientemente de que la técnica de salto sea importante en los resultados finales, uno de los factores determinantes de la altura alcanzada es la fuerza que es capaz de desarrollar la musculatura de los miembros inferiores en un período relativamente corto de tiempo. En el presente estudio se valora la manifestación elástico-explosiva y la explosiva (no pliométrica) a través del CMJ y el SJ respectivamente.

En lo que se refiere a la efectividad de estos entrenamientos, Fatouros y cols. (2000) hablan de la existencia de una controversia en los resultados, controversia que tiene su origen en la variabilidad de los protocolos de entrenamiento utilizados, en cuanto a duración, frecuencia, volumen e intensidad, así como variabilidad en el nivel previo de fuerza que manifiesten los sujetos implicados. Tourmi y cols. (2004) indicaban que, en general, la fuerza explosiva medida en términos de capacidad de salto puede mejorarse a través de programas pliométricos de entre seis y doce semanas. Por otro lado autores como Fatouros y cols. (2000) indicaban que un programa de entrenamiento pliométrico de doce semanas de duración, con una frecuencia semanal de tres sesiones, podía ser suficiente para la mejora del salto vertical en sujetos no deportistas, siempre y cuando se mantuvieran la intensidad y el volumen adecuados.

Los resultados obtenidos en el presente estudio revelan que, si bien el nivel inicial de fuerza explosiva del tren inferior era el mismo en ambos grupos, la introducción del entrenamiento de fuerza tiene un efecto significativo en la diferente evolución de dicha capacidad durante el período de intervención. Los resultados obtenidos en CMJ para el GC son superiores a los obtenidos en SJ, mientras que para el GE los resultados son similares en SJ y CMJ pero llegando a alcanzar en una medición valores muy elevados en el SJ con respecto al CMJ. Otro de los aspectos destacables de los resultados obtenidos en ambos tipos de salto es que existen diferencias significativas entre grupos en el CMJ y en el SJ. En CMJ los resultados son ligeramente superiores en GE mientras que en el SJ existe una mayor diferencia en los resultados, puesto que mientras en el GC se observa una leve mejoría, en el GE los valores aumentan progresivamente de forma muy significativa.

En lo que hace referencia a las causas que provocan las mejoras en la capacidad de salto del sujeto, también existen discrepancias en los resultados. Por un lado, autores como Potteiger y cols. (1999) afirmaban que el origen de esas mejoras habría que buscarlo fundamentalmente en modificaciones de carácter morfológico, concretamente en la hipertrofia muscular que se genera. De hecho, estos autores muestran la existencia de una correlación estadísticamente significativa entre la capacidad de salto y el tamaño de las fibras musculares. Por el otro, Diallo y cols. (2001) vinculan los incrementos en la capacidad de salto a modificaciones de tipo nervioso como la mejora en la capacidad de reclutamiento, en la sincronización de unidades motrices y en la coordinación motriz. Tourmi y cols. (2004) por su parte señalan que si no se observan variaciones significativas en el área de sección muscular, como en el caso que nos ocupa, los cambios en el nivel de fuerza se localizan fundamentalmente en adaptaciones provocadas a nivel del sistema nervioso. Teniendo en cuenta esta idea, las mejoras logradas en la capacidad de salto en el presente estudio podrían atribuirse a adaptaciones de tipo neural que, sin embargo, no se han evaluado de manera directa. Debido a esto, futuros estudios en esta línea podrían ser interesantes de cara a desvelar las causas concretas de mejora de la capacidad de salto.

Respecto al entrenamiento pliométrico, se sabe que mejora la potencia del músculo (Bakley, J.B. y Southard, D., 1989; Hakkinen, K., Komi, P.V. y Suei, K., 1985), al igual que el entrenamiento con pesas (Adams, K., O'shea, J., O'shea, K. y Climstein, M., 1992).

Varios autores señalan que un entrenamiento combinado de pesas y pliometría mejora el salto vertical (Adams, K., y cols., 1992; Clutch, D. y cols.; 1983; Polhemus, R. y cols., 1980) y mejora significativamente la fuerza máxima tanto en el tren superior como en el inferior (Atha, J., 1981; Fry, A.C., y cols., 1991). Wilkerson y cols. (2004) indicaban que los saltos pliométricos requieren altos niveles de desarrollo de la fuerza concéntrica y excéntrica, sin embargo, hay que tener en cuenta que en un trabajo de carácter pliométrico no sólo la fuerza desarrollada por el tren inferior es importante, sino que la coordinación neuromuscular y la ejecución técnica del movimiento juegan

un papel determinante (López-Calbet y cols. 1995c). En esta línea, Izquierdo y Aguado (1997) señalaban que la producción explosiva de fuerza en un salto vertical está estrechamente vinculada a factores como la coordinación intermuscular, ya que por ejemplo una falta de relajación en la musculatura antagonista del muslo puede disminuir la eficacia mecánica del movimiento, afectando negativamente a la altura de salto. Anteriormente se hizo referencia a la influencia que el nivel inicial de fuerza de los sujetos tiene en la efectividad de un programa de entrenamiento, factor que Tourmi y cols. (2004) señalan como determinante.

A pesar de la aparente efectividad del entrenamiento pliométrico en la mejora de la manifestación de la fuerza explosiva medida a través del salto vertical, son muchos los autores que abogan por la utilización de entrenamientos combinados en lugar de utilizar de manera aislada la pliometría. Por ejemplo Rodríguez y García Manso (1997) utilizaron una combinación de trabajo anisométrico y pliométrico con jugadores de voleibol obteniendo mejoras significativas en la capacidad de salto. En la misma dirección, Fatouros y cols. (2000) señalaban que el trabajo con pesas combinado con la pliometría es más efectivo que ambos por separado. Por otro lado, Maffiuletti y cols. (2002) combinaban el trabajo pliométrico con la electroestimulación observando incrementos significativos en la altura en distintos tipos de salto vertical, así como en la fuerza voluntaria máxima de los extensores de rodilla y de los flexores plantares. Por su parte Herrero y cols. (2005) también combinaban la electroestimulación con la pliometría consiguiendo mejoras tanto en la capacidad de salto como en la velocidad de desplazamiento, incrementos que no conseguían con un trabajo paralelo exclusivamente pliométrico. Finalmente, Valadés (2005) efectúa una revisión bibliográfica en la que concluye que la combinación de trabajo pliométrico con métodos anisométricos es más efectiva que el uso de esos métodos por separado. En la mayor parte de los trabajos el mejor resultado se obtiene con el trabajo combinado, sin embargo, cuando se comparan los otros por separado, es el pliométrico el método más efectivo. Newton y cols. (1999) anteriormente atribuyeron esa mayor efectividad a la similitud entre los movimientos empleados en el entrenamiento y en la evaluación, aspecto que influye directamente en la coordinación neuromuscular y en la ejecución técnica.

Además de valorar los cambios que los programas de entrenamiento provocan en la manifestación de la fuerza explosiva, también es importante determinar en qué medida estos cambios son retenidos por los deportistas. En el presente trabajo, se aprecia que cinco semanas después de la finalización de la intervención no se producen disminuciones estadísticamente significativas en la capacidad de salto en el grupo que ha desarrollado el trabajo de fuerza. Podría concluirse por tanto que la retención de los efectos conseguidos sobre la capacidad de salto tras un mes en el que los jugadores de golf continúan con su entrenamiento habitual es buena. Si bien el período valorado podría considerarse corto, autores como García y cols. (2005) observaron que en jugadoras aficionadas de voleibol las mejoras obtenidas con un trabajo pliométrico de ocho semanas de duración se mantenían tras siete semanas de

abandono de ese trabajo. Diallo y cols. (2001) observaron que tras ocho semanas de *entrenamiento reducido* no se producían diferencias significativas en la capacidad de salto en el grupo de futbolistas jóvenes que había llevado a cabo un programa pliométrico de diez semanas de duración con una frecuencia de tres sesiones semanales. Tanto en estos dos trabajos, como en el presente, la clave de esa retención de las mejoras obtenidas con el trabajo pliométrico podría estar en la continuación con el entrenamiento habitual del deporte en cuestión.

En la misma línea Maffiuletti y cols. (2000, 2002) indicaban que tras la realización de un programa de entrenamiento combinando pliometría y electroestimulación, dos semanas de cese de ese tipo de entrenamiento y de continuación con el entrenamiento habitual en jugadoras de voleibol no son suficientes para que se produzcan disminuciones en los niveles de capacidad de salto alcanzados. Es más, esos niveles continúan incrementándose durante esas dos semanas, lo que es importante si se tiene en cuenta que este tipo de entrenamiento puede utilizarse antes de un período de la temporada en el que otro tipo de trabajos alcancen una mayor importancia, puesto que los incrementos perduran e incluso se elevan.

En términos generales, se puede decir que la efectividad de un programa de entrenamiento de fuerza depende en gran medida de las características del mismo y de las de la muestra a la cual se dirige, especialmente el nivel inicial de fuerza explosiva. En la presente muestra, dieciocho semanas de entrenamiento son suficientes para obtener mejoras significativas, mejoras que tanto aquí como en estudios efectuados por otros autores se retienen de manera aceptable tras el abandono del entrenamiento, siempre y cuando se continúe con el entrenamiento habitual del deporte en cuestión.

Respecto a la fuerza isométrica del grip no se revelan diferencias significativas entre los dos grupos en esta variable, aunque sí se reflejan diferencias significativas en el resto de variables relacionadas con la fuerza máxima (press banca horizontal 1 RM ( $p=0.001$ ), prensa de piernas 1 RM ( $p=0.002$ ), remo sentado 1 RM ( $p=0.001$ ), tríceps con cable 1 RM ( $p=0.003$ ), extensión de gemelos sentado 1 RM ( $p=0.001$ ) y press militar sentado 1 RM ( $p=0.002$ )).

### 5.3.- VARIABLES DE VELOCIDAD DE GOLPEO DE LA BOLA Y ACELERACIÓN DEL PALO Y EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA.

Como ya se ha señalado, el swing es considerado por muchos autores como la habilidad esencial en el rendimiento de los jugadores de golf en la medida en que es la acción técnica más utilizada durante la competición. Este elemento técnico ha sido objeto de estudio constante por parte de diversos investigadores debido precisamente a la importancia que cobra en una situación real de juego y a su influencia en el rendimiento.

Tal y como establecían Okuda y cols., (2002) y Kreighbaum, E y cols., (1981) el swing es una compleja acción que requiere actividad coordinada de numerosos grupos musculares para que se obtenga la máxima velocidad y la precisión, ya que la velocidad de la cabeza del palo cuando impacta la bola es determinante en la distancia de la misma (Cochran, A.J., 1968). No se encuentran estudios relacionados con la influencia del entrenamiento de fuerza en una acción específica como es el golpeo de la bola en jugadores de golf. A pesar de ello, Myer y cols. (2005) indicaban que, en general, las mujeres deportistas podrían beneficiarse de manera especial de programas de entrenamiento de carácter neuromuscular (por ej. pliometría) porque habitualmente muestran niveles de fuerza y de potencia relativamente bajos en relación a hombres deportistas. Pero tampoco son frecuentes los trabajos de este tipo efectuados en poblaciones masculinas de golf, lo que dificulta enormemente la realización de comparaciones.

En el presente estudio se ha valorado la velocidad máxima de golpeo de la bola y la aceleración del palo, utilizando para ello un protocolo de medición que, si bien primaba la velocidad, no dejaba de lado el factor de precisión puesto que el propio funcionamiento del radar y acelerómetro así lo exigía.

En primer lugar, señalar que un programa de acondicionamiento mejora la ejecución del drive provocando a su vez un aumento en la velocidad de la cabeza del palo (Hetu, F.E y Faigenbaum, A.D.,1996), hasta en 23,2 km/h tras la realización del programa (Hetu, F.E., Christie, C.A. y Faigenbaum, A.D. (1998). En este sentido, el análisis de los resultados del presente estudio revela diferencias significativas en el GE tanto en la velocidad de golpeo de la bola como en la aceleración del palo. Estos resultados están en línea con lo señalado por Wescott, W.L. y Parziale, J.R. (1997) quienes indicaban que un entrenamiento de pesas aumentaba la fuerza muscular y la velocidad de la cabeza del palo en 3 millas/hora. Estos mismos autores revelan que un entrenamiento de flexibilidad y fuerza provoca mejoras significativas en la fuerza, flexibilidad y velocidad de la cabeza del palo hasta en 5 millas/hora.

Doan, B.K. y cols. (2006) también evalúan los efectos de un entrenamiento físico de fuerza, potencia y flexibilidad obteniendo como resultado que este entrenamiento aumenta la velocidad de la cabeza del palo, siendo más significativo este aumento en

mujeres (Thomas, J.R. y Nelson, J.K., 1996). Zatsiorsky (1995) señala que la fuerza explosiva en las mujeres es menor que en los hombres y que con un entrenamiento existe un mayor aumento en la velocidad de la cabeza del palo. En este sentido son muchos los autores que han estudiado los efectos de diferentes tipos de entrenamiento sobre la velocidad de golpeo de la bola y como determinados tipos de entrenamiento mejoran esta variable (Westcott y cols., 1996; Hetu, F.E. y cols., 1998; Jones, D., 1998; Lennon, H.L., 1996; Wescott, W.L. y cols., 1997). Según Kraemer, W.J. y cols., (1995), la velocidad de la cabeza del palo aumento si existe un aumento en la fuerza muscular, lo que implica un aumento en la velocidad de contracción de los músculos implicados y disminuyen los desequilibrios que puedan existir entre la fuerza y la flexibilidad.

Mientras Dutta y Subramanium (2002) indicaban que seis semanas de trabajo combinado de fuerza isocinética y técnica eran suficientes para registrar incrementos significativos en la velocidad de golpeo del balón en fútbol. Los resultados de nuestro estudio revelan que seis semanas de entrenamiento no son suficientes para provocar incrementos significativos en la velocidad de la bola, donde se requieren doce semanas. Parece evidente, por tanto, que los jugadores necesitan tiempo para convertir las ganancias en fuerza explosiva en cambios en esas variables cinemáticas y finalmente conseguir una mayor velocidad de golpeo.

Cuando se introduce un programa de trabajo de la fuerza, es conveniente no abandonar el trabajo específico de carácter técnico puesto que la realización de ambos de manera simultánea puede resultar beneficiosa de cara a conseguir un incremento en los índices de velocidad de balón

En relación al rendimiento en el golpeo de la bola o swing, es interesante señalar que, según Newton, R.U. y cols., (1996) los individuos que practican de manera más o menos sistemática este deporte, los profesionales, se encuentran más capacitados para rotar su swing más rápido que los amateurs, por lo que desarrollan un patrón de movimiento que optimiza la relación entre los segmentos corporales implicados en la ejecución, en comparación con aquellos sujetos que ni practican ni han practicado esta modalidad deportiva. Lennon, H.L. (1996) muestra la menor eficiencia del swing en los jugadores amateurs respecto a los profesionales, debido a un retraso en la mecánica del swing y a aspectos físicos.

Anteriormente se hizo referencia a la importancia que cobra la similitud entre los ejercicios utilizados en el entrenamiento y los movimientos utilizados en la situación real de juego y en la evaluación, para poder constatar el efecto positivo del entrenamiento. Según Moreno Hernández y cols. (2000), para que la ejecución técnica del golpeo del balón en fútbol no se vea afectada de manera negativa, es necesario seleccionar aquellos ejercicios directamente orientados a desarrollar la fuerza específica de aquellos grupos musculares directamente implicados en la acción y ejecutarlos a una velocidad similar a la utilizada en la situación real de juego. En lo que a especificidad se refiere, lo ideal sería trabajar el CEA con el movimiento real de golpeo tal y como se realiza en deportes como el beisbol o el balonmano (DeRenne y

cols. 1990; Brylinski y cols. 1992; Kotzamanidis y cols. 2003; Skoufas y cols. 2003) o como se ha realizado en este presente estudio. Un gran número de autores coinciden en afirmar que el trabajo de fuerza puede ayudar en la mejora del rendimiento en el golpeo de la bola, aunque insisten en la importancia de que la ejecución técnica esté suficientemente automatizada. Teniendo en cuenta esa importancia que aparentemente cobra la ejecución técnica y sin dejar de lado la influencia que la fuerza parece tener en el rendimiento final en el golpeo, son varios los autores que abogan por el diseño de entrenamientos en los que se combinen fuerza y técnica con el objetivo de mejorar el rendimiento en el golpeo (Bosco, 1994; Manolopoulos y cols. 2004, 2006).

Según Masuda y cols. (2005) los deportistas con mayor experiencia se caracterizan por una mayor eficiencia técnica en el uso de la cadena cinética del miembro inferior, lo que comporta un mayor aprovechamiento de su potencial de fuerza, derivando en un mejor rendimiento en el disparo, algo que no ocurre con los jugadores menos experimentados. Estos mismos autores señalan que la mejora en ese rendimiento no viene determinada exclusivamente por un incremento de la fuerza sino que es necesario el desarrollo de un control neuromuscular del movimiento, sugiriendo que los factores técnicos continúan siendo importantes a medida que la fuerza se incrementa. Gorostiaga y cols. (2005) comparan el rendimiento en el lanzamiento de balonmano en términos de velocidad del balón en dos grupos de jugadores. A diferencia de lo que ocurre en el presente estudio, estos autores sí encuentran diferencias a favor de los jugadores de élite frente a los aficionados en dos tipos de lanzamientos diferentes, en carrera y desde parado. Esas diferencias llegan a ser de hasta un 8 o un 9 %.

La utilización de entrenamientos de fuerza, algunos de ellos de carácter pliométrico, con el objetivo de influir en el rendimiento en determinados gestos técnicos, tanto en amateurs como en profesionales, se lleva a cabo en otros deportes. Así Fortun y cols. (1998) y Carter y cols. (2007) desarrollan programas de carácter pliométrico centrados en la musculatura del tren superior logrando mejoras significativas en la velocidad de lanzamiento en jugadores de béisbol. Por otro lado Dupuis y Tourny-Chollet (2001) efectuaron un entrenamiento específico de fuerza en circuito en jugadores de voleibol, consiguiendo mejoras en la velocidad de remate. Valadés (2005) aplicó un programa de entrenamiento pliométrico de ocho semanas de duración en jugadoras de voleibol sin apreciar efectos positivos y estadísticamente significativos en el remate sin salto. Sin embargo, este mismo autor sí observa incrementos en la velocidad del balón en el remate con salto, aunque al no disponer de grupo de control queda la duda de si atribuir esas mejoras al entrenamiento de fuerza o al trabajo de carácter técnico llevado a cabo. Por otro lado Lyttle y cols. (1996) llegan a la conclusión de que un trabajo combinado pliométrico-anisométrico produce mejoras significativas en el lanzamiento en jugadores de balonmano.

En relación al período de entrenamiento en el que se abandona el trabajo pliométrico, los resultados revelan que dicho período no afecta de manera significativa

a esas mejoras logradas durante las dieciocho semanas de intervención. En esta misma línea Jelusic y cols. (1992) señalan que tras diez semanas de entrenamiento reducido se observa que las mejoras alcanzadas con un programa de entrenamiento de quince semanas son parcialmente retenidas. El hecho de que tanto la fuerza explosiva como la velocidad de golpeo de la bola puedan mantenerse por medio del entrenamiento específico es muy importante de cara a la planificación de la temporada.

No solo el entrenamiento de la fuerza mejora la velocidad de la cabeza del palo en el swing de golf, numerosos autores señalan que el entrenamiento de la resistencia y de la flexibilidad aumenta la velocidad de la cabeza del palo y la distancia con el drive (Hetu, F.E. y cols., 1998; Jones, D.,1998; Landford, E.E.,1976; Lennon, H.L.,1996; Strohmeyer, D.D.,1973; Wenzel, D., 1967; Westcott, W.L., y cols., 1996 y Westcott, W.L. y Parziale, J.R.,1997).

En definitiva, se puede decir que la aplicación de un programa de entrenamiento de la fuerza es efectiva de cara a incrementar la velocidad de golpeo de la bola y a su vez el aumento de la aceleración del palo. Además, la retención de esas mejoras logradas con el entrenamiento puede considerarse aceptable y puede vincularse a la continuación del entrenamiento habitual de la modalidad deportiva en cuestión. Respecto a las causas que provocan esas mejoras en la velocidad de golpeo, existe controversia entre los autores, aunque en el caso que nos ocupa parece claro que el incremento en la fuerza explosiva tiene una relación directa con los resultados obtenidos en las variables de golpeo, si bien sería conveniente en futuros estudios valorar variables cinemáticas para comprobar los cambios que pudieran producirse en ese ámbito. Parece claro que la especificidad de la musculatura implicada en el entrenamiento así como la velocidad de ejecución de los ejercicios tiene una influencia determinante en el resultado final.



## 6- CONCLUSIONES



A la vista de los resultados obtenidos en el presente estudio, y en función de los objetivos planteados en su inicio, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1- El programa de entrenamiento propuesto, de dieciocho semanas de duración, contribuye en la mejora de la fuerza explosiva y máxima en jugadores de golf.
- 2- Esas mejoras en la fuerza pueden transferirse al rendimiento en el golpeo de la bola en términos de velocidad de golpeo de la bola y de la aceleración media del palo, aunque dicho proceso requiere tiempo.
- 3- El trabajo de 6 semanas de entrenamiento de fuerza máxima provoca mejoras significativas, y aunque estas no son transferidas como ganancia al movimiento específico, tampoco lo empeoran.
- 4- Se necesitan al menos 12 semanas, incluyendo el entrenamiento de fuerza explosiva, para transferir las mejoras de fuerza a la mejora en swing, mejorando la velocidad de salida de la bola.
- 5- Las mejoras logradas con el entrenamiento de fuerza, tanto en fuerza explosiva, máxima como en velocidad de golpeo de la bola y aceleración media del palo, pueden mantenerse durante varias semanas continuando con el entrenamiento regular de golf.
- 6- En general se observa un pobre desarrollo de la fuerza los jugadores de golf, llegando a la conclusión de que la práctica del golf en sí misma no es un estímulo adecuado y suficiente para el desarrollo de esta capacidad física. Se plantea, por tanto, la necesidad de complementar el entrenamiento con programas específicos encaminados al desarrollo de la misma.
- 7- Se registran diferencias significativas entre grupos en el caso de las variables antropométricas, en la masa grasa y la masa muscular, tras el periodo de entrenamiento.



## 7- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- ABERNETHY, B., NEAL R.J., MORAN, M.J.; PARKER, A.W. (1990). Expert-novice differences in muscle activity during the golf swing. En *Science and Golf. Proceedings of the First World Scientific Congress of Golf*. (Editado por Cochran, A.J.) Jul 9-13; St. Andrews. London: E & FN Spon, 1990: 54-60.
- ADAMS, K., O'SHEA, J., O'SHEA, K.; CLIMSTEIN, M. (1992) The effect of six weeks of squat, plyometric, and squat-plyometric training on power development. *J. Appl. Sport Science Res.*, 6(1): 36-41.
- ADLINGTON, G.S. (1996). Proper swing technique and biomechanics of golf. *Clinical Sports Medicine*, 15: 9-25.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (1998a). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 992-1008
- ARAGONES, M.T. (1985). Análisis del somatotipo. Palma de Mallorca: *Actas del I Congreso Nacional de la Federación Española de Medicina del Deporte*, 1985 p. 131-6.
- ATHA, J. (1981) Strengthening muscle. *Exercise Sport and Science Rev.*, 9: 1-74.
- BAKLEY, J.B.; SOUTHARD, D. (1989) The combined effects of weight training and plyometrics on dynamic leg strength and leg power.. *Journal Applied Sport Science Res.*, 1(1): 14-16.
- BALL, K.A. y BEST, R.J. (2006) Different centre of pressure patterns within the golf stroke I: cluster analysis. *Journal of Sport Sciences*, 1-14, preview article.
- BALL, K.A., BEST, R.J., WRIGLEY, T. (2001) Centre of pressure correlations with clubhead speed in the golf swing. *XIX International Symposium on Biomechanics in Sports*; 2001 Jun 26, San Francisco.
- PETER BALLINGALL. (1991) *Aprender golf en un fin de semana*. Editorial Planeta.
- BARRENTINE, S.W., FLEISIG, G.S., JONHSON H.; WOOLLEY, T.W. (1994) Ground reaction forces and torques of professional and amateurs golfers. En *Science and golf II: Proceedings of the 1994 World Scientific Congress of Golf*; (Editado por Farrally, M.R., Cochran, A.J.) 1994; July.
- BATES, B.T. (1996). Single subject's methodology: an alternative approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28: 631-638.
- BECHLER, J.R., JOBE, F.W., PINK, M.; PERRY, J.; RUWE, P.A... (1995) Electromyographic analysis of the hip and knee during the golf swing. *Clin Journal Sport Medicine*; 5: 162-6.
- BEMBEN, D.A., FETTERS, N.L., BEMBEN, M.G., NABAVI, N. Y KOH, S. (2000). Musculoskeletal responses to high- and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 1949-1957.
- BERGER, R. (1963) Effects of static and dynamic training on vertical jumping. *Res Q. Exerc Sport*; 24, 419-424..
- BLATTNER, S. Y NOBLE, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Res Quar.*; 50: 583-588.
- BOMPA, T. (2000). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo: Barcelona.
- BOSCO, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Deporte y entrenamiento. Paidotribo: Barcelona.
- BOSCO, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. INDE: Barcelona.
- BOSCO, C.; KOMI, P. (1979). Potential mechanics behaviour of the human skeletal muscle through pre-stretching. *Acta. Physiol. Escandi.*, 106: 467-472.
- BRADLEY, J.P.; TIBONE, J.E, (1990). Electromyographic analysis of muscle action about the shoulder. *Clin Sport Med*: 10: 789-805.

- ▣ BRAITH, R.W., GRAVES, J.E., LEGGET, S.H.; POLLOCK, M.L. (1993). Effect of training on the relationship between maximal and submaximal strength. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 132-138.
- ▣ BRILL, P.A., MATTHEWS, M., MASON, J., DAVIS, D., MUSTAFA, T.; MACERA, C. (1998). Improving functional performance through a group-based free weight strength training program in residents of two assisted living communities. *Physical and Occupational Therapy in Geriatrics*, 15 (3), 57-69.
- ▣ BROWN, G.S., (1973). Power hitter goes on trial: graphite shaft. *Sports Illustrated*; 38, 30-31, June 4 .
- ▣ BUDNEY, D. R.; BELLOW, D. G. (1979). Kinetic analysis of a golf swing. *Res Q Exercise*; 50: 171-179.
- ▣ BUDNEY, D. R.; BELLOW, D. G. (1982). On the swing mechanics of a matched set of golf clubs. *Res Q Exercise Sport*: 53, 185-192.
- ▣ 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 Sport Sciences*: 16, 165-176.
- ▣ BURKE, R.E. (1986). The control of muscle force: Motor unit recruitment and firing patterns. En: *Human Muscle Power*. (Editores N.L.Jones, M. McCartney y McComas, A.J.) Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 97-106
- ▣ CAMPBELL, K.R.; REID, R. E. (1985).. The application of optimal control theory to simplified models of complex human motions: the golf swing. En *Biomechanics, IX-B* (pp.527-538) Cha. (Editado por D. A. Winter, R. W. Norman, R.P. Wells, K.C. Hayes y A. E. Patla).
- ▣ CAMPOS GRANELL, J., PABLOS MONZE, A.; PABLO ABELLA, C. (2002). Análisis cinemático del swing de golf en golpes de precisión. *Biomecánica*, 10 (2): 62-67.
- ▣ CARTER, J.E.L. (1980). The contributions of somatotyping to kinanthropometry. En *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press; p 411-24.
- ▣ CASAJÚS, J.A; ARAGONÉS, M.T. (1991). Estudio morfológico del futbolista de alto nivel. Composición corporal y somatotipo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 8(30): 147-51.
- ▣ CASAJÚS, J.A; ARAGONÉS, M.T. (1997). Estudio cineantropométrico del futbolista profesional español. *Archivos de Medicina del Deporte*, 14 (59): 177 – 84.
- ▣ CAVANI, V., MIER, C.M., MUSTO, A.A.; TUMMERS, N. (2002). Effect of a six-week resistance-training program on functional fitness of older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 10, 443-452.
- ▣ CHEETHAM, P.J., MARTIN, P.E., MOTTRAM, R.E.; ST. LAUREM, B.F. (2001). The importance of stretching the "X- Factor" in the downswing of golf: The "X - Factor Stretch". In *Optimising Performance in Golf* (Editado por P.R. Thomas) (pp. 192- 199). Brisbane, QLD: Aust.
- ▣ CHU, D. (1996) Explosive power and strength: Complex training for maximal results. Champaign, IL: Human Kinetics.
- ▣ CLUTCH, D., WILTON, M., MCGOWN, C.; BRYCE, G. (1983). The effects of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Res. Q .Exerc. Sport*; 54: 5-10.
- ▣ COCHRAN, A.; STOBBS, J. (1968). *The search for the perfect golf swing*, London: Heinemann.
- ▣ COCHRAN, A.; STOBBS, J. (1968). *The search of the perfect golf swing*, Philadelphia, PA: Lippincott.
- ▣ COCHRAN, A., STOBBS, J., NOBLE, D., DAISH, C.B.; FLOUD, W.F. (1968). Search for the perfect swing: *an account of the golf society of Great Britain Scientific Study*. Philadelphia, Lippincott Co.
- ▣ COCHRAN, A.J. (2002) .The impact of science and technology on golf equipment - a personal view. En *Engineering and Sport 4* (Editado por S.Ujjhashi and Hakee, S.J.) pp3-16. Oxford: Blackwell.

- 📖 COCHRAN, A.J.; STOBBS, J. (1968). The search for the perfect swing. New York: JB Lippincott, Co.
- 📖 COLEMAN, S. G. S.; RANKIN, A. J. (2005). A three-dimensional examination of the planar nature of the golf swing. *Journal of Sport Sciences*, 23, 227-234.
- 📖 COLEMAN, S.; ANDERSON, D. (2007). An examination of the planar nature of golf club motion in the swings of experienced players. *Journal of Sport Sciences*, May 2007; 25 (7): 739-748.
- 📖 COMETTI, G. (1998). *La Pliometría*. INDE: Barcelona.
- 📖 COMETTI, G. (1999). *Fútbol y musculación*. INDE: Barcelona.
- 📖 COMETTI, G. (2007). *Manual de pliometría*. Paidotribo: Barcelona.
- 📖 COOPER, J.M.; GLASSOW, R.B. (1976). *Kinesiology*. St. Louis: C.V. Mosby Co., pp.128-133.
- 📖 CRAIGH, C.M., DELAY, D. GREALY, M.A.; LEE, D.N: (2000). Guiding the swing in golf putting. *Nature* 2000, May; 405: 295-6.
- 📖 DILLMAN, C.J.; LANGE, G.W. (1994).. How has biomechanics contributed to the understanding of the golf swing? En *Science and Golf II: Proceedings of the 1994 World Scientific Congress of golf*. (Editado por A.J. Cohran y Farrally, M.R.) London: E & F Spon, pp.3-13.
- 📖 DOAN, B.K., NEWTON, R.U., YOUNG-HOO KWON; KRAEMER, W.J. (2006).. Effects of physical conditioning on intercollegiate golfer performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (1), 62-72.
- 📖 DOAN, B.K., NEWTON, R.U., KWON, Y.H.; KRAEMER, W.J. (2006). Effects of physical conditioning on intercollegiate golfer performance. *J. Strength Cond. Res.* 20(1): 62-72.
- 📖 DUPUIS, C; TOURNY-CHOLLET, C. (2001).. Les effets de la musculation sur la vitesse de balle lors d'un smash au volley-ball. *Volley France Tech.*, 1: 8-16.
- 📖 DUTTA, P; SUBRAMANIAM, S. (2002). Effect of six weeks isokinetic strength training combined with skill training on football kicking performance. En: *Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football*. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 333-40. Routledge: Nueva York.
- 📖 EGRET, C.T., LEROY, D., CHOLLET, D.; LORET, A.; WEBER, J. (2000). Golf: Approche scientifique du swing. *Educ Phys Sport Paris* ; 50 (286): 6-14.
- 📖 EGRET, C.I., NICOLLE B.,DUJARDIN, F. H, WEBER, J.; CHOLLET, D. (2006). Kinematic analysis of the golf swing in men and women experienced golfers.. *International Journal of Sports Medicine.* ; 27: 463-467.
- 📖 EGRET, C.I., VINCENT, O., WEBER, J., DUJARDIN, F. H; CHOLLET, D. (2003) Analysis of 3D kinematics concerning three different clubs in golf swing. *International Journal of Sports Medicine.* ; 24: 465-470
- 📖 ELLIOT, B., WALLIS,R., SAKURAI,S., LLOYD,D.; BESIER, T. (2002). The measurement of shoulder alignment in cricket fast bowling. *Journal of Sport Sciences*, 20, 507-510.
- 📖 ENOKA, R. M. (1994). *Neuromechanical basis of kinesiology*. Human Kinetics. Champaign, IL.
- 📖 ERICSSON, K.A. (1997). Deliberate practice and the acquisition of expert performance: An overview. En *Does Practice Make perfect? Current Theory and research on instrumental music practice* (editado por H. Jorgensen y A.C. Lehmann) Oslo: Norges Musikkhogskole.
- 📖 ERICSSON, K.A. (2001). The path to expert golf performance: insights from the masters or how to improve performance by deliberate practice. En *Optimising performance in golf* (Editado por P.R.Thomas), pp. 1-57. Brisbane, QLD: Australian Academic Press.
- 📖 ESPARZA ROS, F., ALVER CRUZ, J.R.. (1993). *Somatotipo*. FEMEDE. En manual de cineantropometría. Pamplona: monografías FEMEDE; p 67-94.
- 📖 ESPARZA, F; ALVERO, J.R; ARAGONÉS, M.T; CABAÑAS, M.D; CANDA, A; CASAJÚS, J.A; CHAMORRO, M; GALIANO, D; GONZÁLEZ, J.M; PACHECO, J.L;

- PORTA, J; RODRÍGUEZ, F; TEJEDO, A. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Monografías FEMEDE: Navarra.
- ▣ EVANS, W.J. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 12-17.
- ▣ FAINA, M; GALLOZI, C; LUPO, S; COLLI, R; SASSI, R; MARINI, C. (1988). Definition of the physiological profile of the soccer player. En: *Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football*. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.). 158-63. E & FN SPON: Londres.
- ▣ FAINA, M; MARINI, C; MIRRI, G.B. (1990). La mujer deportista. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 4 (2): 2-8.
- ▣ FAIRWEATHER, M.M. (2002). A critical examination of motor control and transfer issues in putting. En: *Science and golf VI. Proceedings of 2002 World Scientific Congress of golf*. (Editado por Thain E.) 2002 jul 23-26, St. Andrews London: E & FN Spon, 2002: 100-12.
- ▣ 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 Sport Sciences*, 21: 753-765.
- ▣ FARRALLY, M.R., COCHRAN, A.J.; CREWS, D.J. (2003). Golf science research at the beginning of the twenty-first century. *J Sports Sci* 21: 753-765.
- ▣ FATOUROS, I.G; JAMURTAS, A.Z; LEONTSINI, D; TAXILDARIS, K; AGGELOUSIS, N; KOSTOPOULOS, N; BUCKENMEYER, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J. Strength Cond. Res.*, 14(4): 470-76.
- ▣ FAULKNER, J.A. (1968). Physiology of swimming and diving. En *Human Exercise Physiology*. Baltimore, MD: Academia Press, pp. 87-95.
- ▣ FLECK, S.; KRAEMER, W. (1997). *Design resistance training programs*. (2nd edition) Champaign, IL: Human Kinetics.
- ▣ FLETCHER, I.M.; HARTWELL, M. (2004). Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *J. Strength Cond. Res.* 18(1): 59-62.
- ▣ FLETCHER, L.M.; HARTWELL, M. (2004). Effect on an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*: 18 (1), 59-62.
- ▣ FLICK, J. (1984). How you can build a swing to fit your body. *Golf Digest*, May, pp.60-65.
- ▣ FRONTERA, W.R., MEREDITH, C.N. O'REILLY, K.P., KNUTGEN, H.P.; EVANS,W.J. (1988). Strength and conditioning in older men: Skeletal muscle hypertrophy and improved function. *Journal of Applied Physiology*, 68, 1038-1044.
- ▣ FRY, A.C., KRAEMER, W.J., WESEMAN,C.A., CONROY,B.P., GORDON, S.E.; HOFFMAN, J.R.; MARESH, C.M. (1991). The effect of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women intercollegiate volleyball. *Journal Appl. Sport Scien*.
- ▣ GARCÍA MANSO, J.M; NAVARRO, M; RUIZ, A. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*. Gymnos Editorial: Madrid.
- ▣ GARCÍA-LÓPEZ, J., PELETEIRO, J., RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A., MORANTE, J.C., HERRERO, J.A.; VILLA, J.G. (2005).The validation of a new method that measures contact and flight times during vertical jump. *Int J Sports Med* 26: 294-302.
- ▣ GATT, C.J., PAVOL, M.J., PARKER, R.D.; GRABINER, M. D. (1998). Three-dimensional knee joint kinetics during a golf swing, influences of skill level and footwear. *American Journal of Sport Medicine* : 26, 285-294.
- ▣ GATT, C.J., PAVOL, M.J., PARKER, R.D.; GRABINER, M. D. (1998). A kinetic analysis of the knees during a golf swing. En *Science and Golf III : Proceedings of the 1998 World Scientific Congress of Golf*. (Editado por Farrally, M.R. y Cochran, A.J.)Champaign (IL): Human Kinetics, 1999.

- ▣ GATT, C.J., PAVOL, M.J., PARKER, RD.; GRABINER, M.D. (1998). Three dimensional knee joint kinetics during a golf swing: influences of skill level and foot wear. *American Journal Sports Medicine*; 26 (2): 285-294.
- 📖 GEISLER, P.R. (2001). En *ShamusE.* (Editado por ShamusJ) Sports injury prevention and rehabilitation. New York; McGraw-Hill.
- 📖 GONZÁLEZ BADILLO, J.J; GOROSTIAGA, E. (1997). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo* (2ª Ed). INDE: Barcelona.
- 📖 GONZÁLEZ BADILLO, J.J; RIBAS, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza.* INDE: Barcelona.
- 📖 GONZÁLEZ BADILLO, J.J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14(1): 5-16.
- ▣ GORMAN, J. (2001). In the swing: the shoulder's role in this complex golf stroke. *Sport Medicine Update*; 15(3): 7-12.
- ▣ GOROSTIAGA, E.M; GRANADOS, C; IBÁÑEZ, J; IZQUIERDO, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int. J. Sport Med.*, 26: 225-32.
- 📖 GRANT, T., BANN, S., LYNCH, D. (1996) *Play like the pros.* Melbourne, VIC: Wilkinson Books
- ▣ GRAVES, R. (2000) Extra: Health and fitness. *Golf Magazine*, September, 115-129
- ▣ GRIMSHAW, P.N.; BURDEN, A.M. (2000). Case report: Reduction of low back pain in a professional golfer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 13, 1667-1673
- ▣ GUTIÉRREZ, M. Y SOTO, V.M. (1992). Análisis biomecánico de la cadena cinética implicada en el golpeo en el fútbol con el empeine del pie. *Archivos de Medicina del Deporte*, vol IX, 34, 165-171.
- ▣ HAKKINEN, K.; KOMI, P. (1985) The effect of explosive type strength training on electromyography and force production characteristics of leg extensor muscle during concentric and various stretch-shortening cycle exercise. *Scand. Journal Sports Science* 7; 65-76.
- ▣ HAKKINEN, K.; KOMI, P.V.. (1985) Changes in electrical and mechanical behaviour of leg extensor muscles during heavy resistance strength training (Les modifications des comportements électrique et mécanique des muscles extenseurs de la jambe au cours d'un entraînement de musculation a haute resistance) *Scand. Journal Sports Science Finlande* 7 ; 55-64
- ▣ HAKKINEN, K., KOMI, P.V.; SUEI, K. (1985) Effect of explosive type strength training on isometrics force and relaxation time, electromyographic and muscle fiber characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiol. Scand* ; 125: 537-585
- 📖 HALE, T.; HALE, G.T. (1990) Lies, damned lies and statistics in golf. En *Science in golf, Proceedings of the First World Scientific Congress of golf.* (Editado por Cochran, A.J.). New York; E & F.N. Spon, pp 159-164
- 📖 HARPER, T. E. ; ROBERTS, J.R.; JONES, R. (2005). Driver swingweighting: A worthwhile process? In *Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 219; 385-393
- ▣ HERRING, R.; CHAPMAN, A. (1992). Effects of changes in segmental values and timing of both torque and torque reversal in simulated throws. *Journal of Biomechanics*, 25(10): 1173-1184.
- ▣ HETTINGER, T. (1974). Important influences in strength in athletes. *Athletic Journal*; 54, 68-69, Abril. (citado por JENSEN, C.R.).
- 📖 HETU, F.; FAIGENBAUM, A. (1996). Conditioning for golf: guidelines for safe and effective training. *Strength and Conditioning*, 18, 1996

- ▣ HETU, FE., CHRISTIE, CA.; FAIGENBAUM, AD. (1998). Effects of Conditioning on physical fitness and club head speed in mature golfers. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 811-815.
- ▣ HIDES, J.A., RICHARDSON, C.A.; JULL, G.A. (1996). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine*, 21: 2763-2769.
- 📖 HOGAN, B.; WIND, W.H. (1957). *The modern fundamentals of golf*. New York: Author.
- ▣ HOPKINS, W.G., HAWLEY, J.A., BURKE, L.M. (1999). Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med Sci Sports Exerc* 31: 472-485.
- ▣ HORTON, J.F., LINDASY, D.M.; MACINTOSH B.R. (2001). Abdominal muscle activation of elite male golfers with cronic low back pain. *Medicine Science Sport s Exercise*: 33 (10): 1647-54.
- ▣ HUME, P.A., KEOGH, J.; REID, D. (2005). The role of biomechanics in maximizing distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine*, 35, 429-449.
- ▣ HUME, P.; KEOGH, J.; REID, D. (2005). The role of biomechanics in maximizing distance and accuracy of golf shots. *Sports Med* 35 (5): 429-449.
- ▣ IZQUIERDO, M; AGUADO, X. (1997). Estimación de la producción explosiva de fuerza: Consideraciones y tópicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 14 (62): 493-503.
- 📖 JOBE, F; MOYNES, D. (1986). *30 Exercises for better golf*. Inglewood, CA: Champion Press.
- ▣ JOBE, F.; SCHWAB, D. (1991). Golf for the mature athlete. *Clinics in Sport Medicine*, 10, 269-282.
- ▣ JOBE, F.W., PERRY, J.; PINK, M. (1989). Electromyographic shoulder activity in men and women professional golfers. *American Journal of Sports Medicine*;17 : 782-787.
- ▣ JOBE, F.W.; MOYNES, D.R.; ANTONELLI, D.J. (1986). Rotator cuff function during a golf swing. *American Journal Sports Medicine*: 14 (5): 388-392.
- ▣ JOBE, FW, PERRY, J.; PINK, M (1989). Electromyographic shoulder activity in men and women professional golfers. *American Journal of Sports Medicine*, 17, 782-787.
- 📖 JONES BOBBY, R.T. (1969). *The basic golf swing*. Garden City, NY: Doubleday y Co., Inc.
- ▣ JONES, D. (1998). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility training on the club head speed of recreational golfers. En *Science and golf III: Proceedings of the 1998 World Scientific Congress of Golf* (Editado por M.R.Farrally y A.J. Cochran). pp. 46-50. Champaign, IL: Human Kinetics.
- ▣ 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*. (Editado por M.R.Farrally y A.J. Cochran. Champaign IL: Human Kinetics, 1999.pp.46-50.
- ▣ JORGENSEN, T. (1970). On the dynamics of the swing of a golf club. *American Journal of Physics*, 38, 644-651.
- 📖 JORGENSEN, T. (1994). *The Physics of golf*. New York: *American Institute of Physics Press*.
- ▣ KANEKO, Y.; SATO, F. (1993). The optimization of golf swing and its application to the golf club design. In : *Proceedings of XIV International Symposium on International Society of Biomechanics*: 652-653, Paris.
- ▣ KAO, J.P.; PINK, M.; JOBE, F.W.; PERRY, J. (1995). Electromyographic analysis of the scapular muscles during a golf swing. *American Journal of Sport Medicine*: 23, 19-23.
- ▣ KAWASHIMA, K.; MESHIZUKA, T.; TAKAESHITA, S. (1998). A kinematic analysis of foot force exerted on the soles during the golf swing among skilled and unskilled golfers. En *Science and Golf III : Proceedings of the 1998 World Scientific*

- Congress of Golf* (Editado por Farrally, MR. y Cochran, A.J.) Jul 20-24; St. Andrews. Champaign (IL): Human Kinetics, 1999:40-5 .
- ▣ KAWASHIMA, K., KAT, K.; MIYAZAKI, M. (2003). Body size and somatotype characteristics of male golfers in Japan. *Journal Sports Medicine Phys Fitness*, 43: 334-341.
- ▣ KEOGH, W.L., MARNEWICK, M.C., MAULDER, P.S., NORTJE, J.P., HUME, P.A.; BRADSHAW, E.J. (2009). Are anthropometric, flexibility, muscular strength and endurance variables related to clubhead velocity in low- and high- handicap golfers?. *J. Strength Cond. Res.* 23(6): 1841-1850.
- 📖 KIRBY, R.; ROBERTS, J.A. (1985). *Introductory biomechanics*. Ithaca, NY: Movements Publications, Inc.
- ▣ Koenig, G, Tamres, M. y Mann, R.W. (1994). The biomechanics of the shoe ground interaction in golf. *En Science and Golf II : Proceedings of the 1994 World Scientific Congress of Golf* ; (Editado por Farrally, MR. y Cochran, A.J. ) 1994 Jul 4-8; St. Andrews. London: E & FN Spon 1994:40-5.
- ▣ KOMI, P.V; GOLLHOFER, A. (1997). Stretch reflex can have an important role in force enhancement during SSC-exercise. *J. Appl. Biomech.*, 13: 451-60.
- ▣ KOMI, P.V. (2003). Stretch-shortening cycle. En: *Strength and power in sport*. (Editado por Komi, P.V.).184-202. Blackwell Science Limited: Oxford.
- ▣ KONIK, M. (1995). Gary Player: over 30 years with the PGA and still up to par. *Nautilus*: 5 ; 38-42.
- ▣ KOSLOW, R. (1994). Patterns of weight shift in the swing of beginning golfers. *Perceptual and Motor Skills*, 79; 1296-1298.
- ▣ KRAEMER, W.J, TRIPLET, N.T. FRY, A.C.,KOZIRIS, L.P., BAUER, J.E., LYNCH, J.M., MCCONELL, T, J.S., NEWTON, GORDON, S.E., NELSON, R.C.; KKNUTTGEN. (1995). An in-depth sports medicine profile of women college tennis players. *Sports Rehabil*: 4: 79-98.
- 📖 KREIGHBAUM, E. ; BARTHEL, K.M. (1981). *A qualitative approach for studying human movement. Biomechanics*. Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Co.
- 📖 KREIGHBAUM, E.; BARTHEL, K.M. (1985). *Biomechanics: a qualitative approach for studying human movement. (2nd ed.)* Minneapolis, MN: Burgess Publishing Co.
- ▣ KUBO, K; KANEHISA, H; FUKUNAGA, T. (2005). Effects of viscoelastic properties of tendon structures on stretch-shortening cycle exercise in vivo. *J.Sport Sci.*, 23(8): 851-60.
- 📖 LAWRENSON, D. (1997). *"Las bases del golf "*, Barcelona Paidotribo cop.
- 📖 LANDFORD, E.E. (1976). *Effect of strength training on distance and accuracy in golf*. Unpublished dissertation, Brigham Young University, Provo, UT.
- 📖 LEADBETTER, D. (1990). *The golf swing*. London: Penguin Books.
- 📖 LEADBETTER, D. (1995). *A lessons with Leadbetter. The swing*. London. Telstar video enterainment, Festival Records.
- ▣ LEE; ERICSSON; CHERVENY (2002). Measurement of behaviour of a golf club during the golf swing. En: *Science and golf III Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*. (Editado por A.J. Cochran & Farrally). Roudledge, London (pp.374-386).
- ▣ LENNON, H.L. (1996). Physiological profiling and physical conditioning for elite golfers. En: *Proceedings of the Second World Scientific Golf Congress*.
- ▣ 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 un recreational golfers. *Journal Strength Conditioning Res.*; 26 : 860-869.
- ▣ LESLIE, D.K.; FREKANY, G.A. (1975). Effects of an exercise program on selected flexibility measures of senior citizens. *The Gerontologist*, 4, 182-183.
- 📖 LETINI, N.A., GRIS, G.M., CARDEY, M.L.; AQUILINO, G. (2006.) *Estudio somatotípico en deportistas de alto rendimiento en Argentina*. PubliCE Standars

27/11/2006      Pid:      738.      Disponible      en      :      <http://www.sobrentrenamiento.com/Publico/Articulo.asp>.

▣ LINDSAY, D.M.; HORTON, J.F. (2002). Comparison of spine motion in elite golfers with and without low back pain. *Journal of Sports Sciences*, 20, 599-605.

▣ LINDSAY, D.M., HORTON, J.F. ; PALEY, R.D. (2002). Trunk motion of male professional golfers using two different clubs. *Journal of Applied Biomechanics*, 18, 366-378 .

▣ LINDSAY, D.M., HORTON, J.F.; VANDERVOORT, A.A. (2000). A review of injury characteristics, aging factors and prevention programmes for the older golfer. *Sports Med.* 30(2): 89-103.

▣ LÓPEZ DE SUBIJANA, C., DE ANTONIO, R., JUÁREZ, D.; NAVARRO E. ( 2008). El patrón de movimiento en el swing de golf en jóvenes promesas. *Apuntes. Medicina de léспорт*, 160: 173-80.

▣ LÓPEZ-CALBET, J.A; ARTEAGA, R; CHAVARREN, J; DORADO, C. (1995a). Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento (I). Aspectos biomecánicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 12 (46): 133-42.

▣ LÓPEZ-CALBET, J.A; ARTEAGA, R; CHAVARREN, J; DORADO, C. (1995b). Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento (II). Aspectos biomecánicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 12 (47): 219-23.

▣ LÓPEZ-CALBET, J.A; ARTEAGA, R; CHAVARREN, J; DORADO, C. (1995c). Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento (III). Aspectos biomecánicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 12 (48): 301-09.

▣ LORENZO PÉREZ, M. (2011). "Jugar en condiciones climatológicas adversas." <http://www.lawebdegolf.com/maestros/lorenzo/clima.php>.

▣ LOWE, B. (1994). Centrifugal force and the planar of the golf swing. En *Science and golf II: Proceedings of the Second World Scientific Congress of Golf* (Editado por A. J. Cochran y M. R. Farrally), pp. 59-64. London: E y FN Spon.

▣ LUND, R.J. (1997). *The effects of a torso Strengthening and rotational power program us strength training on angular hip, angular shoulder and linear bat head velocity in male college baseball players*. Eugene, OR: eastern Washington University.

▣ LYTTLE, A.D; WILSON, G.J; ASTROWSKI, K.J. (1996). Enhancing performance: Maximal power versus combined weights and plyometric training. *J. Strength Cond. Res*, 10(3): 173-79.

▣ MADDALOZZO, J.G.F. (1987). An anatomical and biomechanical analysis of the full golf swing. *NSCA Journal*, volume: 8, number 4, 6-8; 77-79.

▣ MAFFIULETTI, NA, DUGNANI, S, FOLZ, M, DI PIERNO, E.; MAURO, F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34:1638-1644.

▣ MANNO, R. (1991). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Paidotribo: Barcelona.

▣ MANNO, R. (1999). *El entrenamiento de la fuerza. Bases teóricas y prácticas*. INDE: Barcelona.

▣ MANOLOPOULOS, E, PAPAPOULOS, C, SALONIKIDIS, K, KATARTZI, E, y POLUHA, S. (2004). Strength training effects on physical conditioning and instep kick kinematics in young amateur soccer players during preseason. *Percept Motor Skills* 99: 701-710.

▣ MANOLOPOULOS, E; PAPAPOULOS, C; KELLIS, E. (2006). Effects of combined strength and kick coordination training of soccer kick biomechanics in amateur players. *Scan. J. Med. Sci. Sport*, 16 (2):102-10.

▣ MARTIN, J.P. (1967). A comparison of accuracy and distance using different golf driver lengths. *Health physical education and recreation*; 9, 112.

▣ MASON, D.R., (1972). The effects of different weight golf shafts on clubhead velocity prior to contact with the ball. *Health physical education and recreation*; 14, 66-67.

- 📖 MASON, B.R., MAC GANN, B; HERBERT, R. (1995). Biomechanical golf swing analysis. En *Proceedings of the XIII International Symposium for Biomechanics in Sport* (Editado por T. Bauer), pp(67-70) Thunder Bay, ONT : Lakehead University.
- 📖 MATBLY, R. (1995) *Golf club design, fitting, alteration and repair* (4th edition). Newark, NJ: Ralph Matbly Enterprises Inc.
- 📖 MATIEGKA, J. (1921). The testing of physical efficiency. *Am. J. Phys. Anthropol.* 4: 223-30.
- 📖 MCDONAGH, M.J.N.; DAVIES, C.M.T.(1984). Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *European Journal Applied Phys;* 52: 139-155.
- 📖 MCLAUGHLIN, P.A.(1994). *Three-dimensional kinematic analysis of the golf swing*. Unpublished Master's minor thesis: Victoria University of technology.
- 📖 MCLEAN, J. (1992). Widen the gap. *Golf Magazine;* 12: 49-53.
- 📖 MCTEIGUE, M., LAMB, S.R., MOTTRAM, R.E.; PIROZZOLO, F. (1994). Spine and hip motion analysis during the golf swing. En *Science and Golf II : Proceedings of the First World Scientific Congress of Golf* (Editado por Cochran, A.J. and Farrally ) (pp. 50-58). London.
- 📖 MEADOWS, C. (2001). *The encyclopedia of golf techniques*. Bath: Paragon.
- 📖 MEL C. SIFF;; Y.VERKHONSHANSKY (2000). *Superentrenamiento*. Ed. Paidotribo. 2 Ed. Colección Deporte y entrenamiento.
- 📖 MILBURN, P.D. (1982). Summation of segmental velocities in the golf swing. *Medicine and Science Sport Exercise*,14 : 60-64.
- 📖 MITCHELL,K., BANKS, S. MORGAN, D.; SUGAYA, H. (2003). Shoulder motions during the golf swing in amateur golfers. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 33, 196-203.
- 📖 MONTANER, L. (2007). Una estrategia realista. *Revista 'Hoyo 19' del Real Club de Golf de Sevilla*.
- 📖 MORENO, F. J., ÁVILA, F., Y REINA, R. (2000). La interferencia entre el entrenamiento de la fuerza y la técnica. RED. Revista de Entrenamiento Deportivo, XIV(4), 13-22.
- 📖 MORGAN, D. COOK, F., BANKS, S.; SUGAYA, H.; MORIYA, H. (1998). The influence of age on lumbar mechanics during the golf swing. In *Farrally, MR. and Cochran, AJ., editors. Science and Golf III : Proceedings of the 1998 World Scientific Congress of Golf*. Champaign (IL): Human Kinetics, 1998: 120-6.
- 📖 MOYA-ALBIOL, L., SALVADOR, A., COSTA, R., MARTÍNEZ-SANCHIS, S., GONZALEZ-BONO, E., RICARTE, J.; ARNEÑO, M. (2001). Psychophysiological responses to the Strop Task after a maximal cycle ergometry in elite sportsmen and physically active subjects. *International Journal Psychophysiol.*, 40 : 47-59.
- 📖 MYER, G.D; FORD, K.R; PALUMBO, T.E; HEWERR, T.E. (2005).. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 19(1): 51-60.
- 📖 MYERS R. (1998). *Studies by PGA National Resort & Spa shows that increasing ones overall health and fitness does the most to improve one's golf game*. PGA National Resort and Spa Newsletter, Nov. 17.
- 📖 NAGAO, N.; SAWADA, Y. (1973). A kinematic analysis in golf swing concerning driver shot and nº 9 iron shot. *Journal of Sport Medicine:* 13, 4-16.
- 📖 NAGAO, N.; SAWADA, Y. (1977). A kinematic analysis of the golf swing by means of fast motion picture in connection with wrist action. *Journal of Sport Medicine:* 17, 413-419.
- 📖 NATIONAL SPORTING GOODS A. (2001). Exercise walking remains America's favorite participant sport according to NSGA study. *NSGA news;* 14: 4.
- 📖 NEAL, R.J.; WILSON, B.D. (1985). 3D Kinematics and kinetics of the golf swing. *International Journal of Sport Biomechanics*,1,221-232.
- 📖 NEAL, R.J., ABERNETHY, B.; MORAN, M. J. (1990). The influence of club length and shot distance on the temporal characteristics of the swings of expert and novice

golfers. En *Science and Golf: Proceedings of the First World Scientific Congress* (Editado por Cochran, A. J.).

📄 NEAL, R.J.; SPRIGINGS, E.J. (1999). Optimal golf swing kinetics and kinematics. *Fifth IOC World Congress on Sport Sciences*; 1999 Oct 31- Nov 5; Sidney. Sidney: *Sports Medicine Australia*, 1999: 32.

📄 NEAL, R.J., WILSON, B.D. (1985). 3D kinematics and kinetics of the golf swing. *International Journal of Sports Medicine* ;1: 221-32.

📄 NEAL, R. (1998). *Golf swing styles: A kinetic and 3Dkinematic comparison*. Communication to the Australian Conference of Science and Medicine in Sport (available at [www.ausport.gov.au/fulltext/1998/acsm/smabs183.htm](http://www.ausport.gov.au/fulltext/1998/acsm/smabs183.htm))

📄 NESBIT, S.M.; SERRANO, M. (2005). Work and power analysis of the golf swing. *Journal of Sports Sciences and Medicine*, 4: 520-533.

📄 NEWTON, R.U; McEVOY, K.I. (1994). Baseball throwing velocity: A comparison of medicine ball training and weight training. *J. Strength Cond. Res.*, 8: 198-203.

📄 NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J., HÄKINNEN, K., HUMPRIES, B.J.; MURPHY, A.J. (1996) . Kinematics, kinetics and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal Applied of Biomechanics*, 12: 31-43.

📄 NEWTON, R.V; KRAEMER, W.J. (1994). Developing explosive muscular: implications for a mixed methods training strategy. *Strength and conditioning (N.C.S.A)*, 16(5): 20-31.

📄 NEWTON, U.R; KRAEMER, W.J; HÄKINNEN, K. (1999). Effect of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med.Sci. Sports Exerc.*, 31 (2), 323-30.

📖 NICKLAUS, J.; BOWDEN, K. (1980). *Play better golf: the swing from A - Z*. New York: Pocket Books.

📖 NORMAN, G. (1995). *Advanced golf*. Port Melbourne, VIC: Heinemann.

📖 NORTON, K, OLDS, T, OLIVE, S.; CRAIG, N. (1996) *Anthropometrica*. Marrackville: *UNSW Press*.

📄 OKUDA, I., AMSTRONG, CW., TSUNEZUMI, H.; YOSHIKE, H.. (2002) .Biomechanical analysis of professional golfer's swing. En. *Science and golf VI. Proceedings of the 2002 World Scientific Congress of Golf* (Editado por : Thain, E. ); 2002 jul 23-26; St. Andrews, London: E&F.

📖 ORTIZ CERVERA, V; GUE, N; NAVARRO, J.A; POLETAEV, P; RAUSELL, L. (1996). *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición*. INDE: Barcelona.

📄 PALANK, E.A.; HARGREAVES, E.H. (1990). The benefits of walking the golf course. *Phys. Sports. Med*, 314: 77-80.

📄 PARADISIS, G.; REES, J. (2002). Kinematic analysis of golf putting for expert and novice golfers. In *Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports* (Editado por Homg, Y.) ; 2002 Jul 23-26; Hong Kong: Departmente of Sport Sciences and Physic.

📖 PEDERSEN, M. (2005). *Improve golf driving distance*. The ultimate gold fitness guide..

📖 PEDERSEN, M. ( 2005) *Strength training for golf - No gym required*. The ultimate gold fitness guide.

📄 PINK, M., PERRY, J.; JOBE, F.W. (1993). Electromyographic analysis of the trunk in golfers. *American Journal of Sport Medicine*: 21, 385-388.

📄 PINK, M.M., JOBE, F.W., YOCUM, F.A.; MOTTRAM, R. (1996). Preventative exercises in golf. *Clinics in Sports Medicine*, 15,147-163

📖 PLATONOV, V.N; BULATOVA, M.M. (1993). *La preparación física*. Paidotribo: Barcelona.

📄 POLHEMUS, R., BURKHARDT, E., OSINA, M.; PATTERSON, M. (1980). The effects of plyometric training drills on the physical strength gains of collegiate football players. *NCSA journal*; 2 (5); 13-15 .

- ▣ POTTEIGER, J.A.; LOCKWOOD, R.H.; HAUB, M.D.; DOLEZAL, B.A.; ALMUZAINI, K.S.; SCHROEDER, J.M.; ZEBAS, C.J. (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *J. Strength Cond. Res*, 13 (3): 275-79.
- ▣ POTTEIGER, J.A., LOCKWOOD, R.H., HAUB, M.D. DOLEZAL, B.A., ALMUZAINI, K.S., ACHROEDER, J.M.; ZEBAS, C.J. (1999). Muscle power and fibre characteristics following eight weeks of plyometric training. *Jour. Applied of Physiol.*: 76, 1247-1255.
- 📖 PROFESSIONAL GOLF ASSOCIATION OF AMERICA. (1990). *PGA Teaching Manual: the art and science of golf instruction*. Palm Beach Gardens (Florida); Greenstone Roberts Advertising
- ▣ REYES, M.G.; MITTERDORF, A. (1999). A mathematical swing model for a long - driving champion. En *Science and golf III* (Editado por A.J. Cochran y Farrally, M. R.), (pp.13-19). Leeds, UK: human Kinetics.
- ▣ REYES, M.G. (2002). Maximal static contraction strengthening exercises and driving distance. En *Science and golf VI. Proceedings of the 2002 World Scientific Congress of Golf* (Editado por In Thain, E.); 2002 Jul 23-26, St. Andrews London: E & FN Spon, 2002: 45-53.
- ▣ RICHARDS, J., FARRELL, M., KENT, J.; KRAFT, R. (1985). Weight transfer patterns during the golf swing. *Res. Q. Exercise Sport*: 4, 361-365.
- ▣ ROBINSON, R.L. (1994). A study of correlation between swing characteristics and club head velocity. En *Science and Golf II : Proceedings of the 1994 World Scientific Congress of Golf* (Editado por Cochran, A.J. and Farrally) (pp. 84-90). London: E & FN Spon.
- ▣ ROCHA, M.S.L. (1975). Peso óseo do brasileiro de ambos sexos de 17 a 25 años. *Arq. Anat. Antropol.*, 1: 445-51.
- 📖 SANDERS,R. (2003). *Seeking Nicklaus-like consistency in putting: an experiment of the BBC*. The International Society of Biomechanics in Sport Coaches´ Information Service (on line). Available from <http://www.coachesinfo.com/category/golf/57/> (Accessed 2003 Jun 18).
- ▣ SEDANO, S., VAEYENS, R., PHILIPPAERTS, R., REDONDO, J.C., DE BENITO, A.M.,; CUADRADO, G. (2009). Effects of lower-limb plyometric training on body composition, explosive strength and kicking speed in female soccer players. *J. Strength Cond. Res*. 23(6):1714-1722.
- 📖 SIFF, M.C. y VERKHOSHANSKY, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Paidotribo: Barcelona.
- ▣ SPRIGINGS, E. J. y NEAL, R.J. (2000). An insight into the importance of wrist torque in driving the golf ball: a simulation study. *Journal of Aplied Biomechanics*: 16, 356-366.
- ▣ STOCKHILL, N. y BARLETT, R. (1996). Possible differences in measurement of shoulder alignment using 3D cinematography. In *Proceedings of the XIV International symposium in Biomechanics in Sports* (Editado por J. Abrantes ), (pp. 209-212). Lisbon: Edicoes.
- ▣ STOVER, C. y STOLTZ, J. (1996). Golf for that senior player. *Clinics in Sports Medicine*, 15 : 163-178.
- 📖 STROHMEYER, D.D. (1973). *Effect 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*. Unpublished Master´s thesis, University of Kansas, Law.
- 📖 THOMAS, J.R y NELSON, J.K. (1996). *Research methods in Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- ▣ THOMPSON, C.J. y 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. *J. Aging Phys. Activ.*, 11: 144-146.

- THOMPSON, C.J., COBB, K.M.; BLACKWELL, J. (2007). Functional training improves club head speed and functional fitness in older golfers. *J. Strength Cond. Res.* 21(1):131-137.
- TORBERT, M. (1985). *Secrets to success in sport and play*. Inglewood cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- TOURMI, H; BEST, T.M; MARTIN, A; GUYER, S.F; POURMARAT, G. (2004).. Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. *Int. J. Sports Med.*, 25: 391-98.
- VALADÉS, D. (2005). *Efecto de un entrenamiento en el tren superior basado en el ciclo estiramiento-acortamiento sobre la velocidad del balón en el remate de voleibol*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- VAN GHELUWE, B., DEPORTE, E.; BALLEGEER, K. (1990). The influence of the use of graphite shaft on golf performance and swing kinematics. En *Science and golf: Proceedings of the First World Scientific Congress of Golf* (Editado por A. J. Cochran), (pp.258-263). London: E & FN Spon.
- VAN TIJN, S.; GRIFFING, C.W. (1977). Search of the perfect golf ball. Extraordinary evolution of the dimpled orb maximum test. Why how the USAG is setting overall distance standards for golf balls and clubs. *Financial Post Magazine* 20; 10-12.
- VAUGHAN, C.L. (1981). A three-dimensional analysis of the forces and torques applied by a golfer during the downswing. In *Biomechanics* (Editado por A. Morecki, K. Fidelus, K. Kedzior y A. Witt) VII-B (pp-325-331). Baltimore, MD: University Park Press.
- VERKHOSHANSKY, Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico. Medios y métodos para el entrenamiento y la mejora de la fuerza explosiva*. Paidotribo: Barcelona.
- WADLINTON, R. (1974). *A comparative study of the effectiveness for teaching beginning golf*. Unpublished master's thesis, Southeast Missouri State University, Cape Girardeau, MO.
- WALLACE, E.S, GRAHAM,D.; BEAKLEY, E.W. (1990). Foot to ground pressure patterns during the golf drive: A case study involving a low handicap player and high handicap player. En *Science and Golf: Proceedings of the First World Scient* (Editado por Cochran, A. J.).
- WALLACE, E.S., HUBBELL, J.E.; ROGERS, M.J. (2004). Driver shaft length influences on posture and swing tempo in skilled golfers. In *The Engineering of Sport 5* (editado por M. Hubbard, R.D. Metha y J.M. Pallis), (pp. 216-223). Sheffield, UK: International Sports Engineering Association.
- WALLACE, E.S., OTTO, R.S.; NEVILL, A. (2007). Ball launch conditions for skilled golfers using drivers of different lengths in an indoor testing facility. *Journal of Sports Sciences*, 25 (7) : 731-737.
- WALLACE, ES.; GRIMSHAW, PN.; ASHFORD, RL. (1994). Discrete pressure profiles of the feet and weight transfer patterns during the golf swing. En: *Science and Golf II : Proceedings of the 1994 World Scientific Congress of the First World Scient* (Editado por Cochran, A.J. y Farrally).
- WATKINS, R.G., UPPAL, G.S., PERRY, J.; PINK, M.; DINSAY, J.M. (1987). Dynamic electromyographic analysis of trunk musculature in professional golfers. *American Journal Sport medicine*: 24 (4) : 535-8.
- WELLS, G.D., ELMI, M.; THOMAS, S. (2009). Physiological correlates of golf performance. *J. Strength Cond. Res.* 23(3): 741-750.
- WENZEL, D. (1967). *Weight training and its effect on the golf drive*. Unpublished Master's Thesis, University of North Dakota, Grand Forks, ND.
- WERNER, F.D.; GREIG, R.C. (2000). *How golf clubs really work and how to optimize their design*. Jackson: Origin Inc.

- WESCOTT, W.L. y PARZIALE, J.R. (1997). Golf power: Strength training takes its place alongside flexibility training for improving both power and speed in the golfer's swing. *Fitness Management*, 13 : 39-41.
- WESCOTT, W.L. y PARZIALE, J.R. (1997). Golf Power. *Fitness Management*, December 13: 39-41.
- WESTCOTT, W. (1996). Pumping irons. *Nautilus*, 4 38-42.
- WESTCOTT, W., DOLAN, F.; CAVICCHI, T. (1996). Golf and strength training are compatible activities. *Strength and Conditioning*, 18 (4), 54-56.
- WHEAT, J.S., VERNON, T.; MILNER, C.E. (2007). The measurement of upper body alignment during the golf drive. *Sport Science*;25 :749-755.
- WHITTAKER, A.R. (1998). A study of the dynamics of the golf club. *Sports Eng*, 1 ; 115-124.
- WILKERSON, G.B; COLSTON, M.A; SHORT, N.I; NEAL, K.L; HOEWISCHER, P.E; PIXLEY, J.J. (2004). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *J. Athl. Train.*, 39(1): 17-23.
- WILL, K.E.; VOIGHT, M.L. (1993). *The athletic shoulder*. New York: Churchill Livingstone.
- WILLIAMS, D.(1983). The dynamics of the golf. *Quarterly Journal Mechanics Applied Mathematics*, 20, pp. 247-255.
- WILLIAMS, K.R.; SIH, B. L. (2002). Changes in golf clubface orientation following impact with the ball. *Sport Engineering*, 5, 65-80.
- WILLIAMS, K.R.; CAVANAGH, P.R. (1983). The mechanics of the foot action during the golf swing and implications for shoe design. *Medicine and Science Sport Exercise*;15: 247-55.
- WILLOUGHBY, D. (1992). A comparison of three selected weight training programs on the upper and lower body strength of trained males. *Appl. Res. Coach & Athl Am.* pp. 124-146, March.
- WILSON, G.J., NEWTON, R.U., MURPHY, A.J.; HUMPRIES, B.J. (1993). The optimal training load for the development dynamic athletic performance. *Medicine Science and Sport Exercise*; 25: 1279-1286.
- WRIGHT, NICK (2006). *Mejore su hándicap "Menos de 10 en 10 semanas"*. Edit. CEAC.
- WÜRCH, A. (1974). La femme et le sport. *Med Sport* 4 : 441-445.
- YESSIS, M. (2000). *Explosive golf*, Chicago, IL: Masters Press.
- YU-CHING, L., DER-CHIA, L.; TZYY-YUANG, S. (2001). The effects of golf shaft and clubhead on the velocity of clubhead and club. En: *Proceedings of XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (Editado por Blackwell, J. R.): 367-370. San Francisco. Exerc.
- ZATSIORSKY, V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign, IL: Human Kinetics.



## 9- ANEXOS



**ANEXO N° 1: Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio I**

Tras haber sido correctamente informado/a por escrito de los objetivos de la primera fase del estudio titulado ***“Estudio de la influencia de diferentes factores antropométricos, técnicos y de condición física en la velocidad de golpeo y en la aceleración del palo en el swing de golf”*** acepto de forma voluntaria la participación en el mismo.

Y para que así conste firmo el presente documento en

\_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Firma

Nombre del deportista:  
Club de procedencia

**ANEXO Nº 2: Hoja de registro de datos personales y deportivos I.**

152

NOMBRE Y APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FECHA DE NACIMIENTO: \_\_\_\_\_

CLUB DEPORTIVO AL QUE PERTENECE: \_\_\_\_\_

AÑOS DE EXPERIENCIA EN GOLF CON LICENCIA FEDERATIVA: \_\_\_\_\_

HANDICAP: \_\_\_\_\_

ZURDO O DIESTRO: \_\_\_\_

OBSERVACIONES; \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





**ANEXO N° 5: Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio II**

Tras haber sido correctamente informado por escrito de los objetivos del estudio titulado **“Validación de un protocolo de medición de la velocidad de golpeo de la bola y en la aceleración del palo en el swing de golf”** acepto de forma voluntaria la participación en el mismo.

Y para que así conste firmo el presente documento en

\_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Firma

Nombre del voluntario:

**ANEXO N° 6: Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio III**

Tras haber sido correctamente informado por escrito de los objetivos de la segunda fase del estudio titulado "***Estudio de la influencia de diferentes factores antropométricos, técnicos y de condición física en la velocidad de golpeo y en la aceleración del palo en el swing de golf***" acepto de forma voluntaria la participación en el mismo.

Y para que así conste firmo el presente documento en

\_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

Firma

Nombre del deportista:

**ANEXO Nº 7: Hoja de registro de datos personales y deportivos II.**

NOMBRE Y  
APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FECHA DE  
NACIMIENTO: \_\_\_\_\_

CLUB DEPORTIVO AL QUE  
PERTENECE: \_\_\_\_\_

AÑOS DE EXPERIENCIA EN GOLF CON LICENCIA FEDERATIVA: \_\_\_\_\_

HANDICAP: \_\_\_\_\_

ZURDO O DIESTRO: \_\_\_\_

¿HA SUFRIDO LESIONES PREVIAS?  
¿CUÁLES? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBSERVACIONES; \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ficha para golfistas