

TESIS DOCTORAL

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA

UNIVERSIDAD DE GRANADA



ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LOS GOLPEOS CLEAR, DROP Y REMATE EN BÁDMINTON

AUTOR

ALBERTO CARAZO PRADA

DIRECTORES

**Dr. MARCOS GUTIÉRREZ DÁVILA
Dr. DAVID CABELLO MANRIQUE**

Esta Tesis Doctoral ha sido financiada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deportes a través de los Programas de Ayudas a Universidades y Entidades Públicas con el expediente 08/UPB31/03-Consejo Superior de Deportes

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. MARCO CONCEPTUAL Y REGLAMENTARIO DEL DEPORTE	16
1.2. ANÁLISIS DE LOS GOLPEOS DE MANO ALTA: CLEAR, DROP Y REMATE	23
1.2.1. Concepto de ejecución técnica en bádminton.....	26
1.2.2. Presa de raqueta	28
1.2.3. Posiciones.....	33
1.2.4. Análisis de la técnica del clear.....	37
1.2.5. Análisis de la técnica del drop.....	41
1.2.6. Análisis de la técnica del remate	46
1.2.7. Consideraciones sobre la técnica del revés en los golpes de mano alta	51
1.2.8 Análisis de la técnica de los desplazamientos	52
1.3. LA BIOMECÁNICA COMO PERSPECTIVA DE ANÁLISIS DE LOS GOLPEOS DE MANO ALTA: CLEAR, DROP Y REMATE	58
1.3.1. Aplicación de los fundamentos de la biomecánica al bádminton.....	61
1.3.2. Contribuciones prácticas de la biomecánica al análisis y mejora de la técnica en el bádminton.....	65
1.3.3. Las cadenas cinéticas.....	67
1.3.4. Las cadenas cinéticas abiertas y secuenciales en bádminton	69
1.4. ESTADO DEL ARTE O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	78
1.5. OBJETIVOS	98
CAPÍTULO II. METODO	103
2.1. ESTUDIO DE MUESTRA NACIONAL	104
2.1.1. Sujetos	104
2.1.2. Criterios para la selección de los registros.....	105
2.1.3. Diseño	106
2.1.4. Procedimiento	107
2.1.5. Instrumental	115
2.1.6. Factores de análisis.....	116
2.2. ESTUDIO DE MUESTRA INTERNACIONAL	119
2.2.1. Sujetos	119
2.2.2. Factores de Análisis.....	121

2.2.3. Procedimiento	121
CAPÍTULO III. RESULTADOS	127
3.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA MUESTRA NACIONAL	127
3.1.1. Factores de producto.....	127
3.1.2. Factores de proceso	130
3.1.3. Cadena cinética de los golpes de mano alta.....	137
3.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA MUESTRA INTERNACIONAL	149
3.2.1. Factores de producto.....	149
3.2.2. Factores de proceso	151
3.2.3. Cadena cinética de los golpes de mano alta.....	161
3.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL SOBRE LAS MUESTRAS NACIONAL E INTERNACIONAL	165
3.4. ESTADÍSTICA INFERENCIAL SOBRE TODOS LOS SUJETOS	167
3.4.1. Factores de producto.....	167
3.4.2. Factores de proceso	169
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN	179
4.1. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PARA LA MUESTRA NACIONAL	179
4.1.1. Velocidad tangencial de salida del volante.....	179
4.1.2. Ángulo de salida del volante.....	180
4.1.3. Análisis temporal.....	182
4.1.4. Cadena cinética	184
4.1.5. Análisis espacial.....	193
4.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS PARA LA MUESTRA INTERNACIONAL	197
4.2.1. Velocidad tangencial de salida del volante.....	197
4.2.2. Ángulo de salida del volante.....	198
4.2.3. Análisis temporal.....	200
4.2.4. Cadena cinética	202
4.2.5. Análisis espacial.....	205
4.3. ANÁLISIS COMPARADO ENTRE LAS MUESTRAS	208
4.4. ANÁLISIS INFERENCIAL DE LOS RESULTADOS GLOBALES	209
4.4.1. Factores de producto.....	209
4.4.2. Factores de proceso	210

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS.....	219
5.1. Conclusiones	219
5.2. Perspectivas futuras.....	222
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	227
ÍNDICE DE TABLAS	243
ÍNDICE DE FIGURAS	247
ANEXO I.....
ANEXO II.....
ANEXO III.....

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Esta parte introductoria tiene como objetivo situar el estudio en el marco científico teórico y perspectiva histórica, especificando la importancia que ésta tiene en el ámbito del conocimiento. Para ello hemos partido del área general y objeto de estudio, estableciendo un marco conceptual y reglamentario del deporte con el propósito de significar aquellos aspectos más representativos del bádminton y que pueden afectar a nuestro estudio.

En un segundo apartado de esta introducción se concreta el objeto de estudio en las acciones del clear, drop y remate, describiendo todas las modalidades y características técnicas más significativas, así como el estudio de la realización de los desplazamientos previos y posteriores al golpeo y de las posiciones básicas y defensivas, como elementos técnicos específicos de la propia estructura del gesto, entendiéndolo como la suma de los desplazamientos más la ejecución del golpeo.

Con el propósito de acotar las perspectivas científicas que se utilizarán para abordar el estudio de los gestos técnicos del clear, drop y remate, se ha desarrollado un tercer apartado introductorio, donde se describe la biomecánica como la perspectiva científica que se utilizará para el análisis, así como las contribuciones más significativas que esta perspectiva científica ha tenido en el estudio del bádminton y, especialmente, el análisis de las cadenas cinéticas implicadas en los golpesos.

En un cuarto apartado de esta introducción se describe el estado del arte, exponiendo el resumen de las investigaciones más significativas que hacen referencia al estudio de los golpesos en bádminton desde el punto de vista de la biomecánica, lo que nos ha permitido acotar el objeto de estudio así como exponer una hipótesis explorativa antes de obtener nuestra evidencia empírica y exponer los objetivos generales y específicos del estudio.

1.3.2. Contribuciones prácticas de la biomecánica al análisis y mejora de la técnica en el bádminton

El conocimiento de los fundamentos biomecánicos esquematizados anteriormente ayudan al entrenador a desarrollar la técnica del jugador a través del entrenamiento, lo cual se traduce en una mejora del rendimiento.

Elliot (2001), en un análisis de las acciones mecánicas en el saque de tenis, describe los momentos y movimientos que conllevan a una efectividad en la acción, destacando para esta habilidad que la clave para un saque efectivo es el ritmo o la secuencia adecuada de movimientos coordinados producidos por los elementos clave de velocidad de la raqueta, la altura del impacto y la trayectoria de la raqueta.

Según podemos deducir de las aportaciones científicas comentadas, se ha demostrado que la velocidad de rotación del brazo ejecutor y la altura del impacto son dos diferencias básicas entre los jugadores de élite y los de menor nivel, por lo que se convierten en características que deben tenerse en cuenta en el análisis de los gestos que aquí se describen. En esta línea también existen estudios que destacan la importancia de un orden adecuado en la sucesión de los movimientos segmentarios durante la ejecución. Así, Fleising et al. (2002) establecen que la cadena cinética desarrollada por tenistas de máximo nivel mundial durante la ejecución del saque de tenis comienza con el movimiento de rotación del tronco, seguido de la pelvis, rotación interna del hombro, la extensión del codo y la flexión de la muñeca, encontrándose datos similares en cuanto al orden de ejecución entre hombres y mujeres y diferencias significativas en cuanto al momento en el que se consigue la máxima velocidad angular de hombros en el movimiento de rotación, siendo ésta antes en mujeres que en hombres. Datos similares se han encontrado en estudios comparativos del lanzamiento en jugadores de balonmano, pitchers en béisbol y quarterbacks en fútbol americano (Fradet et al., 2002).

En el caso concreto de los golpes de mano alta, para poder mejorar el rendimiento en su ejecución, el jugador debe estar preparado para ser capaz de obtener de la cabeza de la raqueta la máxima velocidad en el momento del impacto. En primer lugar, utilizando los diversos rangos de movimientos en todas las articulaciones principales que actúan en la cadena cinética de los golpes de mano alta (incluyendo las caderas, el tronco y el hombro). El desarrollo y mejora de la amplitud de movimiento (elasticidad y movilidad articular) y la fuerza en las articulaciones que participan en la cadena cinética, mejorará los rangos de movimiento así como la fuerza muscular que puede desarrollarse.

En segundo lugar, se debe hacer la secuencia correcta del movimiento ya que la incapacidad de utilizar todos los segmentos de manera secuencial llevaría a una pérdida de velocidad en los segmentos más distales y por tanto de la cabeza de la raqueta momentos antes del impacto (Lees, 2001).

Está claro que la técnica de los golpes de mano alta en bádminton es compleja y los entrenadores necesitan observar y analizar dicha técnica con precisión. Debido a la gran velocidad a la que se produce la acción completa (sobre todo la última parte de la cadena cinética), no es posible observar a simple vista todos los aspectos del movimiento con la suficiente eficacia como para poder valorar la ejecución técnica. Por ello se recomienda la utilización de cámaras de video a 50 fps que permiten la grabación (en condiciones de entrenamiento ó competición) y una posterior visualización adecuada de gran parte de los movimientos de la cadena cinética, sobre todo de los segmentos más proximales con velocidades de acción reducidas. Sin embargo, en ocasiones estos medios no permiten analizar adecuadamente los movimientos de los segmentos más distales y la cabeza de la raqueta en el momento del impacto, debido a la gran velocidad a la que se desarrollan, y para ello es necesario acudir a sistemas que permiten registrar imágenes a alta velocidad (+ 200 fps) y, generalmente, en condiciones de laboratorio. (Waddell y Gowitzke, 1977; Gowitzke y Waddell, 1978; Gowitzke y Waddell, 1979; Jack y

Adrian, 1979; Gowitzke y Waddell, 1986; Elliot, Marshall y Noffal, 1995; Fleising et al., 2002; Huang et al., 2002).

1.3.3. Las cadenas cinéticas

Hochmuth (1973), describe la cadena cinética como *“un sistema de segmentos parciales unidos mutuamente e interrelacionados por medio de las articulaciones, formando un sistema móvil denominado cadena cinética”*.

Partiendo de esta definición obtenemos dos ideas fundamentales en relación con las cadenas cinéticas, por un lado, el conjunto de articulaciones que forman y participan en el movimiento producido por la cadena cinética y por otro la capacidad de encadenar de manera apropiada el movimiento de estas articulaciones.

De entre todos los factores implicados en la efectividad de una cadena cinética hay que destacar los *grados de movilidad*. El grado de movilidad es un concepto superlativo en los casos de cadenas cinéticas y corresponde a los grados de libertad entendidos como movimientos posibles de flexo-extensión, abducción-adducción, etc., de las distintas articulaciones que participan en el movimiento que produce la cadena cinética. En términos generales se puede afirmar que los grados de movilidad de los miembros superiores son siempre mayores que los de los miembros inferiores.

Otros factores relacionados con la efectividad de las cadenas cinéticas son descritos por Atwater (1980). La importancia de cada uno de estos factores dependerá del tipo de cadena cinética a la cual se refiera y en conjunto son: **a) las posiciones de los segmentos en el espacio; b) la contribución de los músculos que mueven los segmentos, y c) la secuencia temporal de participación segmentaria.**

1.5. Objetivos

Considerando los antecedentes expuestos y teniendo en cuenta que se trata de un estudio descriptivo a partir de una situación real de competición, donde se comparan tres técnicas de golpeo en bádminton, los objetivos generales deben basarse en el desarrollo de una metodología que, además de dar la posibilidad de obtener unos registros biomecánicos fiables y de fácil adquisición, permitan transferir los resultados al ámbito del entrenamiento de una forma dinámica. Estos objetivos generales se pueden resumir en los siguientes:

- a) *Desarrollar una metodología y las técnicas instrumentales adecuadas para el análisis biomecánico de los elementos técnicos de los golpes de mano alta en bádminton: Clear, Drop y Remate.*
- b) *Establecer las estrategias oportunas que permitan transferir los resultados evaluando su desarrollo mediante la contrastación científica basada en parámetros biomecánicos.*
- c) *Desarrollar protocolos para la selección y estudio de las variables biomecánicas relacionadas con la ejecución técnica de los golpes del Clear, Drop y Remate.*

Teniendo en cuenta que, para llevar a cabo el análisis de los gestos técnicos que se desarrollan durante el juego del bádminton desde el fondo de la pista y evaluar objetivamente los factores que determinan su eficacia, es necesario utilizar técnicas fotogramétricas tridimensionales (3D), las cuales se basan en la utilización de soportes lógicos y físicos que regulan, automatizan y controlan de forma rigurosa el proceso de obtención de datos, tratamiento y exposición de resultados, los objetivos específicos se podrían resumir en los siguientes:

cálculo de la energía cinética en base a velocidades angulares, centrándonos exclusivamente en el cálculo de esta energía en base a velocidades tangenciales de los centros articulares. Por otra parte, también se realizaron pequeñas modificaciones durante el proceso de obtención de las imágenes, debido especialmente a la particularidad de la competición en la que se tomaron las muestras, así como las limitaciones que nos exigía la organización del mismo en cuanto a la utilización del instrumental necesario en las zonas de competición.

Así pues, cada uno de los estudios los dividiremos en cuatro subapartados, de tal forma que en el primero se describa la muestra utilizada, distinguiendo los sujetos de las acciones analizadas en cada uno de ellos. En el segundo apartado se presentan las características del diseño utilizado, para continuar, en un tercer apartado, con la descripción de los factores de análisis utilizados en nuestro estudio. Finalmente, en el apartado dedicado al procedimiento utilizado para la obtención de datos, se describe el modelo mecánico y parámetros inerciales seleccionados, el sistema de referencia que permitirá la reconstrucción tridimensional, el procedimiento y equipos necesarios para la filmación y, finalmente, el proceso de computerización de los datos que nos conducirá a la obtención de los resultados.

2.1. Estudio de muestra nacional

2.1.1. Sujetos

La muestra utilizada fueron 4 jugadores nacionales (2 hombres y 2 mujeres) que fueron finalistas en el Máster Nacional de Bádminton celebrado en Granada. La selección de los jugadores se hizo de manera conjunta con los técnicos especializados de la Federación Española de Bádminton y la toma de datos se realizó durante el desarrollo de dicho torneo. A cada uno de los jugadores les fueron analizados golpes desde el fondo de la pista: **a) clear**

desde el fondo derecho; **b)** clear desde el fondo izquierdo; **c)** drop desde el fondo derecho; **d)** drop desde el fondo izquierdo; **e)** remate desde el fondo derecho, y **f)** remate desde el fondo izquierdo.

Del registro de toda la competición, y considerando el criterio técnico de los especialistas y entrenadores, se seleccionaron 24 registros de las acciones técnicas indicadas, de las cuales se analizaron 21, todo ello debido a las dificultades que caracterizan el desarrollo de una filmación en situación real de juego (interferencias de los jueces, el oponente, el público, las cámaras de televisión, etc). Las características más relevantes de los jugadores objeto de estudio se muestran la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Características de los jugadores nacionales, donde SN1, SN2...corresponden al sujeto analizado, Rr y Rd, corresponden a los remates rectificad y derecho, Cr y Cd, al clear rectificad y derecho, Dr y Dd al drop rectificad y derecho, respectivamente, en cada caso.

JUGADOR	Sexo	Edad	Talla (cm)	Peso (kg)	Golpeos realizados	Mejor resultado
SN1	H	25	181	66	Rr, Rd, Cr, Cd, Dr, Dr	1º España
SN2	H	22	179	81	Rr, Rd, Cd, Cr, Dr	3º España
SN3	M	26	165	60	Rd, Cr, Cd, Dr, Dd	1º España
SN4	M	19	165	64	Rr, Rd, Cr, Dr, Dd	2ª España

2.1.2. Criterios para la selección de los registros

Del registro de todas las acciones técnicas que se realizaron a lo largo de los partidos, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios para la selección de los registros:

- a) Que el deportista hubiera llegado al menos a la ronda de semifinales en el Máster Nacional de Bádminton en las pruebas de individual masculino y femenino.

- ✓ *Sistema de referencia 3D* (157x314x157 cm.): El sistema de referencia nos permitió establecer una referencia espacial necesaria para el cálculo de las variables elegidas.
- ✓ 1 ordenador portátil-PC modelo Airis.
- ✓ 1 ordenador portátil-PC modelo Thosiba.

2.1.6. Factores de análisis

Para la elección y cálculo de los factores que determinan la eficacia de los golpes de mano alta se recurrió a las fuentes bibliográficas, tomando la decisión de agruparlos en factores de producto y factores de proceso. Los factores de producto son aquellos que determinan las acciones de rendimiento (p.e.: velocidad de salida del volante), mientras que los factores de proceso son los que intervienen durante el proceso, cuya modificación o alteración genera cambios en los factores de producto. (p.e.: secuencia temporal, velocidades tangenciales, angulares, etc.).

Factores de producto

Con respecto a los factores de producto se tuvieron en cuenta los siguientes:

a) *Velocidad tangencial de salida del volante*: Medida como el promedio de la velocidad instantánea del centro de gravedad (CG) del volante en el intervalo de los tres primeros fotogramas después del impacto (V_t). El cálculo de la velocidad instantánea del volante se realizó a partir de la derivada del vector posición con respecto al tiempo a partir de las funciones de splines de quinto grado.

c) *Trayectoria del volante*: Ángulo de desplazamiento del CG del volante en el intervalo de los tres primeros fotogramas después del impacto. Para ello se

determinó el vector desplazamiento de las coordenadas espaciales de las tres posiciones del volante a partir de la regresión lineal. Obtenido el vector desplazamiento, el ángulo de salida se determinó a partir del producto escalar del vector determinado, y su proyección en el plano horizontal según la siguiente expresión:

$$\cos \theta = \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}}{|\mathbf{a}| \cdot |\mathbf{b}|}$$

En la figura 2.6. se presentan las notaciones para el cálculo.

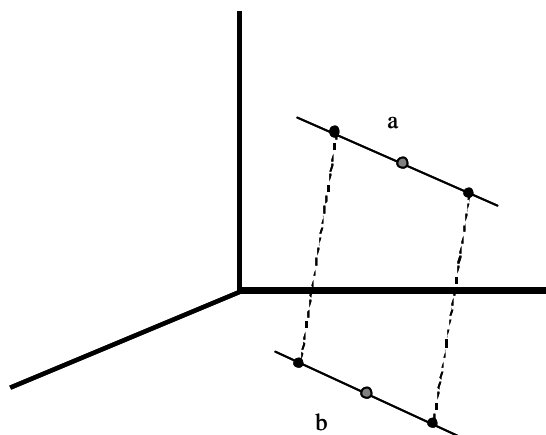


Figura 2.6. Notaciones para el cálculo del ángulo de salida del volante.

Factores de proceso

Con respecto a los factores de proceso, se tuvieron en cuenta los siguientes:

a) *Análisis temporal*: Corresponde al tiempo empleado en cada uno de los eventos que determinan las fases y los momentos clave en cada uno de los gestos (**e₁**: fin apoyo penúltimo, **e₂**: inicio de la batida correspondiente al pie del primer apoyo, **e₃**: inicio batida del segundo apoyo (cuando existe), **e₄**: instante de despegue o fin de batida, **e₅**: impacto de la raqueta con el volante o golpeo,

e_6 : toma de contacto del pie con el suelo.) En la figura 2.4. se presentan estos instantes, a partir de los cuales se desglosa el gesto en fases.

b) *Análisis de la cadena cinética* en base a:

b.1) *Velocidades tangenciales* de:

- La articulación de la cadera ($V_{(cadera)}$).
- La articulación del hombro ($V_{(hombro)}$).
- La articulación del codo ($V_{(codo)}$).
- La articulación del muñeca ($V_{(muñeca)}$).
- El ápice de la raqueta ($V_{(raqueta)}$).

b.2) *Velocidad angular* de:

- La cintura pelviana a través del eje vertical ($W_{y(pelvis)}$).
- La cintura escapular a través del eje vertical ($W_{y(hombro)}$).
- Segmentaria del brazo, antebrazo y raqueta en 3D ($W_{(brazo)}$, $W_{(antebrazo)}$ y $W_{(raqueta)}$, respectivamente).

Para el cálculo de las velocidades tangenciales referidas se utilizó la derivada de las funciones splines que determinan la posición de los centros articulares mencionados con respecto al tiempo.

c) *Análisis espacial* de:

- c.1) *Altura vertical del CG* en los eventos e_2 (inicio batida pie 2) (h_1), y e_4 (despegue fin de batida) (h_2).
- c.2) *Máxima altura del CG* en fase aérea. ($h_{cg(máxima)}$).
- c.3) *Altura del CG en el impacto* ($h_{cg(impacto)}$).
- c.4) *Altura del volante en el impacto* ($h_{v(impacto)}$).

Para el cálculo del CG se ha utilizado el método descrito por Gutiérrez (1998) a partir de la siguiente función:

$$CG = \sum_{i=1}^{i=14} \{Gp_i - [K_i - (Gp_i - Gd_i)] \cdot p_i\}$$

, siendo CG el centro de gravedad del cuerpo, Gp el centro de rotación de la cadera, K la localización del centro de gravedad de cada segmento, Gd el centro de rotación de la rodilla y p cada uno de los segmentos.

En la figura 2.7. se presentan gráficamente las variables espaciales mencionadas.

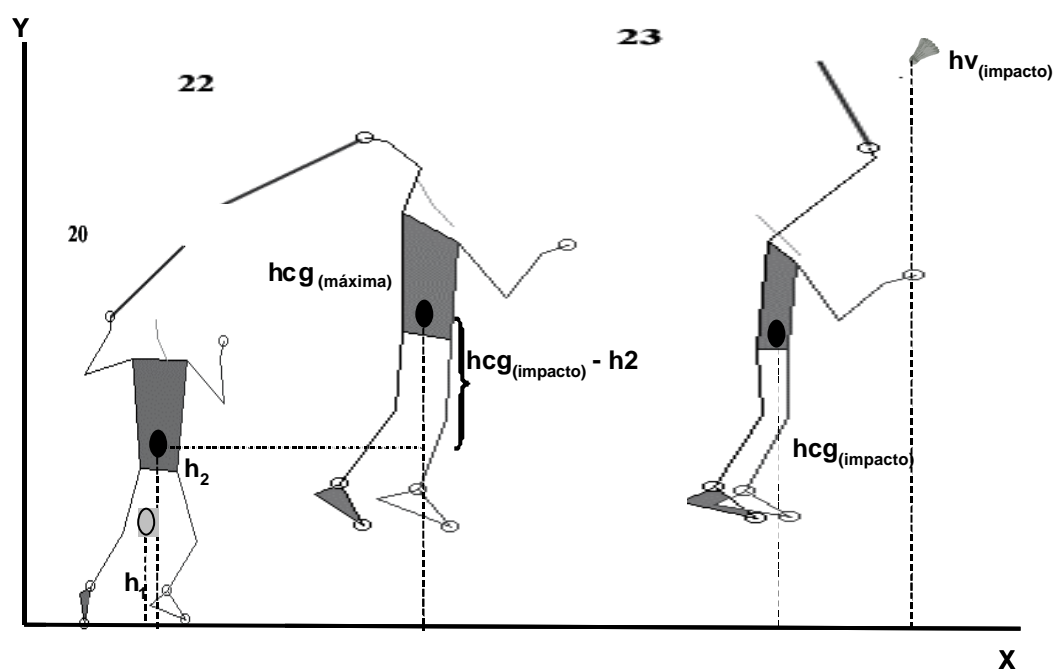


Figura 2.7. Representación gráfica de las variables espaciales analizadas.

2.2. Estudio de muestra internacional

2.2.1. Sujetos

La muestra utilizada para el análisis han sido 8 jugadores extranjeros (3 hombres y 5 mujeres) que fueron finalistas en el Campeonato del Mundo de Bádminton. La selección de los jugadores se hizo de manera conjunta con los técnicos especializados de la Federación Española de Bádminton y la toma de datos se realizó durante el desarrollo de esta competición. A cada uno de los

jugadores les fueron analizados golpes desde el fondo de la pista: **a)** *clear desde el fondo derecho*; **b)** *clear desde el fondo izquierdo*; **c)** *drop desde el fondo derecho*; **d)** *drop desde el fondo izquierdo*; **e)** *remate desde el fondo derecho*, y **f)** *remate desde el fondo izquierdo*. Se obtuvieron 48 filmaciones, de las cuales se analizaron 36. Todo ello debido a las dificultades que caracterizan el desarrollo de una filmación en situación real de juego (interferencias de los jueces, el oponente, el público, las cámaras de televisión, etc), especialmente en un torneo de esta importancia a nivel mundial. Las características más relevantes de los jugadores objeto de estudio se muestran en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Características de los jugadores internacionales, donde SI1, SI2...corresponden al sujeto analizado, Rr y Rd, corresponden a los remates rectificativo y derecho, Cr y Cd, al clear rectificativo y derecho, Dr y Dd al drop rectificativo y derecho, respectivamente, en cada caso.

JUGADOR	Sexo	Edad	Talla (cm)	Peso (kg)	Golpes realizados	Mejor resultado
SI1	H	24	184	70	Rr, Rd, Cd, Dr, Dd	2º Cto del Mundo
SI2	H	29	181	71	Rr, Rd, Cd, Cr, Dr	1º Cto. del Mundo
SI3	M	22	164	58	Rr, Cr, Dr, Dd	2ª Cto. del Mundo
SI4	M	20	162	59	Rr, Cr, Cd, Dr	1ª Cto. del Mundo
SI5	M	22	160	60	Rr, Rd, Cd, Cr, Dr, Dd	1ª Dutch Open
SI6	H	20	185	73	Rr, Dd	1º Open Singapoure
SI7	M	22	163	59	Rd, Cd, Cr, Dr, Dd	2ª Cto. del Mundo
SI8	M	26	165	61	Rr, Rd, Cd, Cr, Dr	3ª Cto. del Mundo

En la elección de los jugadores se tuvieron en cuenta los mismos criterios que en el estudio de muestra nacional, sin embargo para este caso en concreto, y debido a la complejidad en la filmación de los partidos en un evento de estas características como es el Campeonato del Mundo, tuvimos que atender a aquellos partidos donde obtuvimos los permisos correspondientes de la Federación Internacional para poder situar el material de investigación en las zonas de competición.

2.2.2. Factores de Análisis

Factores de proceso

Para el estudio de la muestra internacional, se utilizaron los mismos factores que los descritos para la muestra nacional, es decir, unos factores de producto (\mathbf{V}_t, θ) y unos factores de proceso (temporales, $h_1, h_2, hcg_{\text{máxima}}, hcg_{\text{impacto}}, hv_{\text{impacto}}$), descritos en el apartado dedicado al método de la muestra nacional.

Para el cálculo de las cadenas cinéticas se decidió calcular esta variable en base, exclusivamente, a las velocidades tangenciales de los centros articulares de los principales miembros que actúan durante el golpeo, debido, fundamentalmente, a la complejidad que exigía el cálculo de la velocidad angular de los segmentos así como su representación gráfica y la poca relevancia que tiene este factor en el análisis. Así pues, la cadena cinética se calculó en base a velocidades tangenciales de:

- La articulación de la cadera ($\mathbf{V}_{\text{(cadera)}}$).
- La articulación del hombro ($\mathbf{V}_{\text{(hombro)}}$).
- La articulación del codo ($\mathbf{V}_{\text{(codo)}}$).
- La articulación del muñeca ($\mathbf{V}_{\text{(muñeca)}}$).
- El ápice de la raqueta ($\mathbf{V}_{\text{(raqueta)}}$).

2.2.3. Procedimiento

Debido a la particularidad en la organización del Campeonato del Mundo durante el cual se obtuvieron las filmaciones, la construcción, ubicación y filmación del sistema de referencia, se realizó a primera hora de la mañana en la pistas donde, previsiblemente, se debían disputar los encuentros. Esto se hizo así puesto que una vez que comenzaban las jornadas de competición, no

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

El análisis biomecánico de las características de los golpes de mano alta en bádminton (clear, drop y remate) en competición constituye un elemento crucial para el establecimiento de las bases del entrenamiento técnico en función de las necesidades y exigencias reales de estos golpes.

Los objetivos del presente estudio buscan conocer y determinar los factores que inciden o diferencian significativamente a cada uno de los golpes, así como si su ejecución es distinta en función de la zona de la pista donde se ejecutan, comparando, a su vez, a los grupos de sujetos de la muestra nacional e internacional.

Los diferentes estudios relacionados con las variables motivo de estudio pueden ayudar al análisis de las diferencias entre las mismas, con la intención de establecer cuáles son las diferencias más importantes entre los jugadores nacionales y extranjeros.

En el presente capítulo se desarrolla un análisis de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, a través de la discusión y comparación con los estudios relacionados de cada una de las variables analizadas.

4.1. Discusión de los resultados para la muestra nacional

4.1.1. Velocidad tangencial de salida del volante

En cuanto a la velocidad de salida del volante, se han obtenido datos muy similares en cada uno de los golpes a los expuestos por Jack y Adrian (1979), Hong (1993) y Tsai et al. (1997). Concretamente se ha constatado que el remate es el tipo de golpeo con el que se obtiene mayor velocidad de salida

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

En este apartado se expondrán, a modo de resumen, aquellas características más significativas encontradas en este estudio con respecto a los golpes de clear, drop y remate analizados en condiciones reales de competición, la transferencia de los resultados al entrenamiento y las posibles deficiencias encontradas durante su desarrollo, tanto desde el punto de vista metodológico como de las variables analizadas. Comenzaremos exponiendo las conclusiones a las que se ha llegado durante la realización de este trabajo para, en un segundo apartado, exponer las perspectivas futuras.

5.1. Conclusiones

1. Se confirma la importancia que tienen los desplazamientos previos y posteriores a los golpes, ya que, como consecuencia de su rápida ejecución, permiten al jugador realizar la fase de golpeo en condiciones óptimas, llegando a ser determinantes para realizar un tipo u otro de golpeo desde el fondo de la pista, especialmente en el remate, que es el golpeo donde más tiempo se requiere en la fase preparatoria.
2. Teniendo en cuenta el tiempo requerido por el oponente para llegar al lugar donde se ha enviado el volante, y sin considerar elementos de carácter táctico determinados por la posición temporal del adversario, el remate debe de considerarse como el golpeo más eficaz desde el fondo de la pista, siendo el clear y el drop recursos alternativos a éste.
3. Al margen del tipo de técnica utilizada en el desplazamiento previo, debemos indicar que al final, las caderas y los hombros deben haber girado hacia el lado dominante para colocarse en una posición muy