

TESIS DOCTORAL

**EFFECTO DE UN ENTRENAMIENTO EN EL TREN
SUPERIOR BASADO EN EL CICLO ESTIRAMIENTO-
ACORTAMIENTO SOBRE LA VELOCIDAD DEL BALÓN
EN EL REMATE DE VOLEIBOL**

Doctorando: **David Valadés Cerrato.**

Directores: **Paulino Padial Puche, Aurelio Ureña Espa, Pedro Femia Marzo.**

Programa de doctorado: **Nuevas perspectivas en la investigación de ciencias del deporte.**

Departamento: **Educación física y deportiva.**

Universidad de Granada

ÍNDICE

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: David Valades Cerrato
D.L.: Gr. 600 - 2005
ISBN: 84-338-3316-2

INDICE GENERAL

RESUMEN	XI
---------------	----

CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO

1.- MARCO TEÓRICO	1
1.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL JUEGO DE VOLEIBOL.....	1
1.2.- ASPECTOS QUE DETERMINAN EL RENDIMIENTO DEL REMATE	4
1.3.- DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DEL REMATE	7
1.3.1.- Técnica básica	7
1.3.1.1.- <i>Fase de carrera de aproximación</i>	<i>11</i>
1.3.1.2.- <i>Fase de batida (salto)</i>	<i>15</i>
1.3.1.3.- <i>Fase de preparación del golpeo.....</i>	<i>20</i>
1.3.1.4.- <i>Fase de golpeo</i>	<i>27</i>
1.3.1.5.- <i>Fase de caída</i>	<i>31</i>
1.3.2.- Técnicas avanzadas	34
1.4.- FACTORES MEJORABLES DE LA EJECUCIÓN DEL REMATE.....	36
1.4.1.- <i>Altura de golpeo (altura del salto)</i>	<i>37</i>
1.4.2.- <i>Velocidad de golpeo</i>	<i>39</i>
1.5.- ENTRENAMIENTO FÍSICO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEL REMATE	42
1.5.1.- <i>Criterios de referencia generales en el diseño del entrenamiento de potencia.....</i>	<i>43</i>
1.5.2.- <i>Criterios de referencia en la periorización del programa de fuerza para mejorar la altura del salto y de la velocidad del balón en el remate.....</i>	<i>45</i>
1.5.3.- <i>Factores que influyen en el desarrollo de la potencia.....</i>	<i>47</i>
1.5.4.- <i>Métodos de trabajo de fuerza para mejorar la potencia</i>	<i>51</i>
1.5.5.- <i>Estudios desarrollados en voleibol sobre la mejora del salto.....</i>	<i>59</i>
1.5.6.- <i>Estudios desarrollados sobre el aumento de la velocidad del remate.....</i>	<i>64</i>
2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	71
2.1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	71
2.1.1.- <i>Diseño propuesto de trabajo pliométrico para el tren superior.....</i>	<i>74</i>
2.2.- OBJETIVOS CIENTÍFICOS	78
2.3.- HIPÓTESIS	80

CAPITULO II. MÉTODO

1.- SUJETOS	82
2.- DISEÑO	83
3.- VARIABLES	84
3.1.- VARIABLES DEPENDIENTES	84
3.2.- VARIABLE INDEPENDIENTE	85
3.3.- VARIABLES CONTAMINANTES	87
3.3.1.- Variables contaminantes propias de los sujetos de investigación	87
3.3.2.- Variables contaminantes relacionadas con el investigador	88
3.3.3.- Variables contaminantes relacionadas con el procedimiento	88
3.3.4.- Variables contaminantes relacionadas con los aparatos	89
3.3.5.- Variable contaminante de error progresivo	89
3.3.6.- Variable contaminante propia de la investigación	90
4.- INSTRUMENTAL	90
4.1.- INSTRUMENTO Y MATERIAL UTILIZADO PARA MEDIR Y CONTROLAR LAS VARIABLES DEL ESTUDIO	90
4.1.1.- Instrumentos y material utilizados en la toma de datos antropométricos	91
4.1.2.- Instrumentos y material utilizado para medir la fuerza y la potencia	91
4.1.3.- Instrumentos y material usado para medir la velocidad del balón en el golpeo y en el remate	92
4.1.4.- Instrumentos y material utilizado en el análisis fotogramétrico de la ejecución técnica	93
4.2.- MATERIAL USADO EN LOS EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO ESPECÍFICOS	94
4.3.- INSTRUMENTAL USADO PARA ALMACENAR Y PROCESAR LOS DATOS	95
5.- PROCEDIMIENTO	95
5.1.- TEMPORALIZACIÓN DE LAS FASES EXPERIMENTALES DE ACUERDO CON LA PLANIFICACIÓN DEL EQUIPO	95
5.2.- FASES EXPERIMENTALES	101
5.2.1.- Fase A: establecimiento de la línea base	102
5.2.1.1.- Organización de las sesiones con los test de registro de la velocidad del balón en el remate y en el golpeo	103
5.2.1.2.- Organización de la última semana de la fase “A” para realizar el pre-test de todas las variables de medidas puntuales	104

5.2.2.- Fase B: tratamiento	105
5.2.2.1.- <i>Organización de las sesiones de los días de trabajo pliométrico del tren superior</i>	106
5.2.2.2.- <i>Descripción de los ejercicios específicos de la fase de tratamiento</i>	107
5.2.3.- Fase A': retención del tratamiento	112
5.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TESTS UTILIZADOS	113
5.3.1.- Tests para conocer de las características antropométricas de los sujetos	114
5.3.1.1.- <i>Medidas realizadas para conocer las características generales de la muestra</i>	114
5.3.1.2.- <i>Medidas realizadas para controlar el área muscular y total de ambos brazos</i>	117
5.3.2.- Tests para controlar la fuerza producida por los sujetos	118
5.3.2.1.- <i>Test de control de la fuerza máxima (1RM) del tren superior</i>	119
5.3.2.2.- <i>Test de control de la potencia del tren superior</i>	123
5.3.3.- Tests para controlar la velocidad del balón en el remate y en el golpeo	125
5.3.3.1.- <i>Descripción del test de control de la velocidad del balón en el remate</i>	127
5.3.3.2.- <i>Descripción del test de control de la velocidad del balón en el golpeo</i>	130
5.3.4.- Control de la ejecución técnica del remate y del golpeo	132
5.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO	136
5.4.1.- Análisis estadístico de los datos de las variables con medidas puntuales	137
5.4.2.- Análisis estadístico de los datos de las variables con medidas repetidas	136
5.4.2.- Correlaciones entre la velocidad del balón en el remate y el resto de variables del estudio	141

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE MEDIDAS PUNTUALES ...	144
1.1.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ÁREA TOTAL Y MUSCULAR DE LOS BRAZOS	145
1.1.1.- Resultados del área total y muscular de los brazos	145
1.1.2.- Discusión de los resultados del área total y muscular de los brazos	148
1.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA FUERZA (1RM)	149
1.2.1.- Resultados de los tests de fuerza	149
1.2.2.- Discusión de los resultados de los tests de fuerza	150

1.3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL TEST DE POTENCIA.....	151
1.3.1.- Resultados del test de potencia	151
1.3.2.- Discusión de los resultados del test de potencia	153
2.- RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE MEDIDAS REPETIDAS	154
2.1.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL GOLPEO (REMATE SIN SALTO).....	156
2.1.1.- Resultados de la velocidad del golpeo	156
2.1.2.- Discusión sobre los resultados obtenidos en la velocidad del golpeo	160
2.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL REMATE	162
2.2.1.- Resultados de la velocidad del remate	162
2.2.2.- Discusión sobre los resultados obtenidos en la velocidad del remate con salto	167
3.- CORRELACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL REMATE Y EL RESTO DE VARIABLES DEL ESTUDIO	168
3.1.- RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DEL REMATE Y EL RESTO DE VARIABLES.....	169
3.2.- DISCUSIÓN DE LAS CORRELACIONES OBTENIDAS ENTRE LA VELOCIDAD DEL REMATE Y EL RESTO DE VARIABLES	172

CAPITULO IV. CONCLUSIONES

1.- RELATIVAS A LAS HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	175
2.- APORTE AL CAMPO DEL ENTRENAMIENTO	175
3.- PERSPECTIVAS FUTURAS DE ESTUDIO.....	176

CAPITULO V

REFERENCIAS BIBILOGRÁFICAS	179
----------------------------------	-----

CAPITULO VI

ANEXOS	189
--------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO

Figura I-1. Componentes que condicionan el rendimiento de las acciones motrices deportivas (adaptado de Grosser y Neumaier 1986, pp. 15).	5
Figura I-2. Esquema de las fases del remate en función de sus objetivos.	8
Figura I-3. Secuencia de salto de remate con batida sobre una pierna y con dos piernas (tomado de Huang, 1999).	10
Figura I-4. Secuencia de preparación del golpeo con armado alto "arquero" y armado circular (tomado de Selinger y Ackerman, 1985).	11
Figura I-5. Fotoseriación de la carrera de aproximación.	12
Figura I-6. Trayectoria de desplazamiento de un jugador diestro y otro zurdo para realizar un ataque por la zona 4 y por la zona 2.	13
Figura I-7. Fotoseriación de la fase de batida del remate.	15
Figura I-8. Análisis de la técnica de salto de jugadores avanzados y noveles, donde "Vh" es la velocidad horizontal en cada fase (adaptado de Ciapponi et al., 1996).	17
Figura I-9. Subfases de impulso de frenado y aceleración (adaptado de Gutiérrez et al., 1992).	18
Figura I-10. Fotoseriación de la fase de preparación del golpeo.	21
Figura I-11. Representación del incremento de la velocidad angular durante la cadena cinética del golpeo en el remate (Kreighbaum y Barthels, 1981, adaptada por Gutiérrez, 1992).	24
Figura I-12. Fotoseriación de la fase de golpeo del remate.	27
Figura I-13. Trayectorias descritas por remates a 72Km/h, desde 3m de altura, a distintas velocidades de rotación, 0, 2, 6, 8 y 10 rev/seg (tomado de Kao et al., 1994).	29
Figura I-14. Diferencia de alturas de golpes en función de la posición corporal (modificado de Vint, 1998).	30
Figura I-15. Fotoseriación de la fase de caída del remate.	32
Figura I-16. Parámetros claves de la eficacia mecánica del remate.	36
Figura I-17. Descomposición de las alturas que condicionan la altura de golpeo (adaptado de Gutiérrez et al., 1992 y de Vint, 1994).	37
Figura I-18. Componentes de la velocidad tangencial de la mano (adaptado de Gutiérrez et al., 1994).	41
Figura I-19. Criterios para en el diseño de programas de entrenamiento (adaptado de Binkley 2004).	43
Figura I-20. Progresión tradicional del entrenamiento para mejorar la altura del salto.	46
Figura I-21. Evolución de los principales ejercicios de fuerza del tren superior propuestos para la mejora del remate.	47
Figura I- 22. Procesos seguidos en la sincronización nerviosa (adaptados de Cometti, 1988).	48
Figura I-23. Representación gráfica del proceso seguido por el reflejo miotático (García Villalón, Web página docente).	49
Figura I-24. Áreas de superficies de las fibras musculares, durante el entrenamiento de fuerza y el desentrenamiento (tomado de Häkkinen, 1989).	50
Figura I-25. Representación gráfica de los componentes musculares (Bosco, 1994).	50
Figura I-26. Métodos de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza (Zatsiorski, 1966, tomado de Cometti, 1988).	52
Figura I-27. Tipos de contracciones musculares (modificado de Cometti, 1998).	54
Figura I-28. Efecto de los métodos de entrenamientos según el tipo de contracción sobre la hipertrofia muscular (tomado de Cometti, 1998).	57
Figura I- 29. Test de saltos utilizados para controlar la potencia del tren inferior.	60
Figura I-30. Ejercicios de fuerza propuestos tradicionalmente para mejorar la eficacia mecánica del remate (altura del salto y velocidad del balón).	73
Figura I-31. Ejercicios con el ciclo estiramiento-acortamiento del tren superior con lanzamiento del balón medicinal.	76

CAPITULO II. MÉTODO

Figura II-1. Instrumentos utilizados en la toma de datos antropométricos.	91
Figura II-2. Instrumentos y materiales utilizados en los tests de fuerza y de potencia.	92
Figura II-3. Instrumental y material utilizado para el control de la velocidad del remate y del golpeo	93
Figura II-4. Materiales usados en los ejercicios pliométricos del tren superior.	95

Figura II-5. Ajuste de la planificación anual del equipo y de las fases de la investigación.....	100
Figura II-6. Representación esquemática de las fases experimentales	101
Figura II-7. Estructura básica de los microciclos y sesiones de entrenamiento de la tarde en los periodos competitivos.....	103
Figura II- 8. Ejercicios específicos de entrenamiento de la fase de tratamiento.	108
Figura II-9. Ejercicio de recepción y lanzamiento del balón medicinal desde el pecho hacia arriba.....	109
Figura II-10. Ejercicio de recepción y lanzamiento del balón medicinal por encima de la cabeza hacia delante.....	111
Figura II-11. Toma de datos de las características generales de la muestra.....	115
Figura II-12. Secuencia del test de salto del remate.....	117
Figura II-13. Imágenes de la toma de pliegues y perímetro del brazo derecho de una jugadora (de izquierda a derecha).....	118
Figura II-14. Ejecución del ejercicio press de banca.	121
Figura II-15. Ejecución del ejercicio pull-over.	122
Figura II-16. Visión lateral y frontal de la ejecución del test de lanzamiento de balones medicinales.	124
Figura II-17. Visión lateral del test de remate con salto.....	130
Figura II-18. Test de control de la velocidad del balón en el golpeo (remate sin salto).	132
Figura II-19. Proceso realizado en el análisis de la técnica del golpeo y del remate, filmación, captura y digitalización.....	133
Figura II-20. Digitalización de los 20 puntos articulares en la acción del remate.....	134
Figura II- 21. Representación del recorrido de la mano de golpeo en función del tipo de armado (jugadora 7).	135
Figura II- 22. Medida del ángulo de la mano en el momento del golpeo.....	135

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura III-1. Área total y porcentaje muscular de ambos brazos a nivel de grupo en cada fase (T1, T2 y T3).	147
Figura III-2. Evolución de la fuerza en el ejercicio del press de banca y del pull-over en cada fase (T1, T2 y T3).	149
Figura III-3. Evolución del pre-test, al post-test y al re-test (T1, T2, y T3), de la distancia alcanzada en el test del lanzamiento de balones medicinales de diferentes pesos.	152
Figura III-4. Evolución de la velocidad del golpeo (km/h) de cada jugadora en cada fase experimental.	157
Figura III-5. Diagramas de dispersión que representan, los cinco datos registrados en cada sesión y la línea de regresión lineal de cada fase, en cada jugadora y a nivel de grupo.	159
Figura III-6. Evolución de la velocidad del remate (km/h) de cada jugadora en cada fase experimental.	163
Figura III-7. Diagramas de dispersión que representan, los cinco datos registrados en cada sesión y la línea de regresión lineal de cada fase, en cada jugadora y a nivel de grupo.	165

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO I. FUNDAMENTACIÓN DEL ESTUDIO

Tabla I-1. Duración de fases activas y pasivas de voleibol según diversos autores (adaptado de Gómez, 2003).....	1
Tabla I-2. Duración de los encuentros de voleibol.....	2
Tabla I-3. Porcentajes de puntos logrados con las distintas acciones de juego (adaptado de Benedetti (2002); Mignani (2002); Palao (2001); Web oficial ATHENS 2004; Web oficial RFEVB).	3
Tabla I-4. Proporcionalidad de puntos logrados en competición (tomado de Zhang, 2000).	3
Tabla I-5. Estudios que correlacionan las acciones de juego con el resultado de los partidos (adaptado de Palao, Santos, y Ureña, 2004).	3
Tabla I-6. Descripción y fotoseriación de las fases del remate, objetivos, inicio-fin y temporalidad.	9
Tabla I-7. Actuaciones musculares durante la fase de carrera de aproximación del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).....	14
Tabla I-8. Actuaciones musculares durante la fase de batida del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).	20

Tabla I-9. Actuaciones musculares durante la fase de vuelo del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).....	26
Tabla I-10. Actuaciones musculares durante la fase de golpeo del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).....	31
Tabla I-11. Actuaciones musculares durante la fase de caída del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).....	33
Tabla I-12. Variaciones en la técnica del salto de ataque (modificado a partir de Burchuck et al., 1993 y Ureña 1998).....	34
Tabla I-13. Técnicas de variaciones en el golpeo de ataque (modificado a partir de Burchuck et al., 1993; Ureña, 1998 y, Selinger y Ackerman, 1985).....	35
Tabla I-14. Directrices del entrenamiento interválico para voleibol (Fox et al., 1988, citado por Cisar y Corbelli, 1989).....	44
Tabla I-15. Características de las fibras musculares (adaptado de Cometti, 1998).....	49
Tabla I-16. Características metodológicas del método anisométrico (tomado de Bompa 2000).....	55
Tabla I-17. Características metodológicas del método balístico (tomado de Bompa 2000).....	55
Tabla I-18. Características metodológicas del método de potencia resistida (tomado de Bompa 2000).....	56
Tabla I-19. Tipos de ejercicios pliométricos según el nivel de impacto (tomado de Bompa, 2005).....	57
Tabla I-20. Estudios realizados para mejorar la altura del salto en jugadores de voleibol.....	60
Tabla I-21. Revisión de los estudios realizados para analizar la velocidad del remate.....	64
Tabla I- 22. Estudio realizado para mejorar la velocidad del balón el remate (tomado de Dupuis, 2001b).....	66
Tabla I-23. Propuestas y estudios realizados para mejorar la velocidad del remate en voleibol.....	67
Tabla I-24. Diferentes protocolos de trabajo de fuerza, aplicados en disciplinas deportivas con movimientos similares a la fase de preparación y golpeo del remate, en deportistas de diferentes niveles.....	68
Tabla I-25. Propuesta metodológica de trabajo pliométrico para mejorar la velocidad del balón en el remate.....	78

CAPITULO II. MÉTODO

Tabla II-1. Características generales de los sujetos de estudio.....	83
Tabla II-2. Fases de la investigación.....	84
Tabla II-3. Evolución del trabajo de fuerza desarrollado en el tren superior.....	87
Tabla II- 4. Material utilizado en el control de medidas antropométricas y de salto.....	91
Tabla II-5. Material utilizado en la para realizar los tests de fuerza.....	91
Tabla II-6. Material utilizado durante los tests de remate y de golpeo.....	92
Tabla II-7. Instrumental usado para realizar el análisis técnico del remate y del golpeo.....	93
Tabla II-8. Material utilizado en la ejecución de los ejercicios especiales de entrenamiento.....	94
Tabla II-9. Evolución del trabajo de fuerza en función del periodo específico de la temporada.....	97
Tabla II-10. Velocidades del remate medidas con el radar situado a diferentes distancias de la red.....	128

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla III-1. Media de las medidas (centímetros) registrados de ambos brazos, a cada jugadora en las tres fases (T1, T2 y T3).....	146
Tabla III-2. Área total y porcentaje muscular de ambos brazos de cada jugadora y la media grupal, en el pre-test, post-test y en el re-test (T1, T2 y T3).....	146
Tabla III-3. Contraste global de las tres fases mediante la prueba de Friedman del área total y del porcentaje muscular de ambos brazo.....	147
Tabla III-4. Nivel de significación en la prueba de post-hoc de Wilcoxon para muestras apareadas del área total del brazo dominante y del porcentaje muscular de ambos brazos.....	148
Tabla III-5. Resultados de los tests de de fuerza de 1RM en el pre-test, post-test y re-test (T1, T2 y T3) del press de banca y del pull-over.....	149
Tabla III- 6. Contraste global de las tres fases mediante la prueba de Friedman del press de banca y del pull-over.....	150
Tabla III- 7. Nivel de significación en la prueba de post-hoc de Wilcoxon para muestras apareadas de la fuerza (1RM).....	150
Tabla III-8. Metros lanzados en el test de lanzamiento de balones medicinales de distintos pesos en cada fase (T1, T2 y T3).....	152
Tabla III- 9. Contraste global de las tres fases mediante la prueba de Friedman de la distancia	

alcanzada con cada tipo de balón medicinal.	152
Tabla III- 10. Nivel de significación en la prueba de post-hoc de Wilcoxon para muestras apareadas de la distancia alcanzada con cada tipo de balón.	153
Tabla III-11. Datos descriptivos de la velocidad del golpeo (km/h) de cada jugadora, en cada fase.....	156
Tabla III-12. Pendiente, error típico y nivel de significación de la regresión lineal de cada jugadora en cada fase.....	158
Tabla III-13. Nivel de significación, entre cada fase experimental de la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se han confrontado las medias obtenidas entre todos los datos de cada fase, la media de los máximos y de los mínimos registrados en cada sesión.....	160
Tabla III-14. Nivel de significación del modelo autorregresivo de primer orden con variables indicadoras de fase para la media obtenida como resultado de cada sesión.....	160
Tabla III-15. Datos descriptivos de la velocidad del remate (km/h) de cada jugadora en cada fase.....	163
Tabla III-16. Pendiente, error típico y nivel de significación de la regresión lineal de cada jugadora en cada fase.....	164
Tabla III-17. Nivel de significación entre cada fases experimental de la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se han confrontado la media de todos los datos registrados en cada fase, la media de los datos máximos y los datos mínimos registrados en cada sesión.....	166
Tabla III-18. Nivel de significación del modelo autorregresivo de primer orden con variables indicadoras de fase para la media obtenida como resultado de cada sesión.....	166
Tabla III-19. Datos descriptivos de las características de la muestra en cada fase.....	169
Tabla III-20. Correlación entre la media de la velocidad del balón en el remate en cada fase experimental con las características generales de la muestra.....	169
Tabla III-21. Datos obtenidos del análisis cinematográfico del la ejecución del remate de las jugadoras en cada fase.....	170
Tabla III-22. Correlación entre la velocidad del balón en el remate y el análisis técnico.....	170
Tabla III-23. Datos obtenidos de las variables registradas en el pre-test, post-test y re-test.....	171
Tabla III-24. Correlación entre la media de la velocidad del balón en el remate en cada fase experimental con las variables registradas en el pre-test, post-test y re-test.....	171
Tabla III- 25. Datos de la velocidad media obtenida en cada fase experimental en el golpeo y el remate	172
Tabla III-26. Correlación entre la velocidad del balón en el remate con la del golpeo en cada fase.....	172

RESUMEN

En el voleibol, el remate constituye la acción de juego más importante en cuanto a la aportación de puntos logrados. Esta acción aporta más del 60% de los puntos logrados por un equipo en competición (Zhang, 2000).

Desde el punto de vista de la eficacia mecánica, el rendimiento del remate depende de dos aspectos; a) altura de golpeo y b) velocidad del balón golpeado (Coleman et al., 1993; Gutiérrez et al., 1994)

En la literatura científica específica, del campo deportivo de voleibol, se han desarrollado numerosos estudios dirigidos hacia el incremento de la altura del salto. Se han aplicado diferentes métodos específicos de trabajo de fuerza con el objetivo de mejorar la altura del golpeo. En cambio, existe un menor grado de investigación sobre la efectividad del trabajo de fuerza sobre velocidad del balón en el remate.

En esta investigación se ha desarrollado un trabajo específico de fuerza, basado en el ciclo estiramiento-acortamiento, con el objetivo de incrementar la velocidad del balón en el remate de siete jugadoras de alto nivel.

La base del trabajo ha estado compuesta por tres ejercicios, dos de ellos consistían en provocar una dinámica similar al Drop jump, es decir, recepción de impacto, estiramiento y acortamiento, mientras que el tercer ejercicio consistía en realizar el gesto específico del remate.

Los ejercicios de recepción, estiramiento y acortamiento se realizaron con balones medicinales, ajustando la altura de caída del balón para que produjesen una fuerza de impacto del 30% de 1RM de cada jugadora (Ebben, 1999). El primer ejercicio consistía en realizar el lanzamiento desde el pecho, este ejercicio se asemeja al clásico press de banca, y el segundo ejercicio consistía en lanzar el balón por encima de la cabeza, siguiendo una estructura de ejecución similar al pull-over. Tras la ejecución de ambos ejercicios se realizaba el tercer ejercicio, los remates.

Tras la fase de entrenamiento se ha producido un incremento de la velocidad del remate ($p < 0,05$) en seis de las siete jugadoras, aumentando la velocidad media del grupo un 3,8%. Este aumento nos indica la efectividad del entrenamiento realizado, pero dicha efectividad del entrenamiento reside de forma especial en el hecho de compaginar los ejercicios de fuerza con la ejecución específica del remate.

CAPÍTULO I.

FUNDAMENTACIÓN

DEL ESTUDIO

1.- MARCO TEÓRICO

1.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL JUEGO DE VOLEIBOL

El voleibol es un deporte colectivo con secuencias de movimientos acíclicos, que requiere velocidad, potencia y resistencia para obtener un alto rendimiento (Bompa, 2000).

El análisis de los esfuerzos realizados en competición, muestra la realización de movimientos intensos y rápidos durante las fases activas del juego (cuando el balón está en juego). La duración media de las fases activas es de 7,5 segundos, mientras que la duración media de las fases pasivas es 14,7 segundos (Tabla I-1).

Los estudios realizados antes del cambio reglamentario del sistema de puntuación en por la Federación Internacional de Voleibol en 1998, indican que la ratio, tiempo de actividad y tiempo de pausa, es de 1:2. Sin embargo, los estudios realizados con el sistema de puntuación actual "acción-punto" (Gómez, 2003; Vescovi, 2002), muestran que la ratio, tiempo de actividad y tiempo de pausa, en los encuentros esta entre 1:2,4 y 1:3 (Tabla I-1).

Tabla I-1. Duración de fases activas y pasivas de voleibol según diversos autores (adaptado de Gómez, 2003).

Autores	Sistema de puntuación	Fases activas	Fases pasivas	Ratio Actividad:Pausa
Vargas, 1982	Recuperación	10"-20"	20"	--
Naar, 1982	Recuperación	5"-7"		--
Ivoilov, 1987	Recuperación	1"-7"	7"-8"	1:2
Viitasalo, 1991	Recuperación	7,6"	14,1"	1:2
Polglaze, 1992	Recuperación	3"-9"	15,8"	1:2
Tant, 1993	Recuperación	2"-20"	--	--
Iglesias, 1994	Recuperación	5,9"	12,6"	1:2
Fritzler, 1994	Recuperación	7"-12"	12"-15"	1:2
Hernández, 1996	Recuperación	7,14"	11,56"	1:2
Vescovi, 2002	Recuperación	7,4"	16,1"	1:2,2
Vescovi, 2002	Acción-Punto	7,2"	17,5"	1:2,4
Gómez, 2003	Acción-Punto	6,59"	18,81"	1:3
Promedio	-----	7,5"	14,7"	1:2

Las características de los esfuerzos, unidas a la duración de los partidos (Tabla I-2) hacen que el voleibol sea considerado como *"un deporte aeróbico, caracterizado por la realización de esfuerzos que apelan a la potencia anaeróbica"*

aláctica, con una frecuencia que permite largos intervalos de recuperación” (Viitasalo, 1991 y Padial, 1993). Es decir, el mecanismo anaeróbico, es el que abastece de energía a la actividad motora de los jugadores en las fases activas, y los procesos aeróbicos son los encargados de restablecer las reservas de energía en las fases pasivas, (Belyaev, 1988).

Tabla I-2. Duración de los encuentros de voleibol.

Autores	Sistema de puntuación	Duración de los partidos
Polglaze (1992)	Recuperación	105 minutos
Ureña et al. (2000)	Recuperación	96,1 minutos
Ureña et al. (2000)	Acción-punto	66,86 minutos

El gasto energético realizado durante las fases activas depende del tipo de acciones realizadas. Las denominadas acciones terminales, se realizan a mayor intensidad con un mayor gasto energético (saque, bloqueo y remate), mientras que las llamadas acciones de transición (recepción, defensa y colocación), se realizan a una intensidad media y con un menor gasto energético (Iglesias, 1994).

Las acciones terminales son aquellas con las que se realizan los puntos, mientras que con las de transición no se pueden conseguir puntos. Sin embargo, el buen rendimiento de las acciones de transición, mejora la eficacia de las acciones terminales (Eom y Schutz, 1992a,b; Palao, 2001; Ureña, 1998).

Dentro de los tres tipos de acciones terminales, proporcionalmente, el remate es el más importante. Los puntos logrados por el remate suponen más del 70% de los puntos logrados en competición (Tabla I-3).

En la Tabla I-3, se observa como la proporción de puntos conseguidos por las distintas acciones, presentan valores similares tanto en función del género como en función de los distintos niveles de competición (Juegos Olímpicos, competiciones nacionales).

Tabla I-3. Porcentajes de puntos logrados con las distintas acciones de juego (adaptado de Benedetti (2002); Mignani (2002); Palao (2001); Web oficial ATHENS 2004; Web oficial RFEVB).

Competiciones		Género	Saque	Remate	Bloqueo
Competiciones internacionales	Olimpiada Sydney 2000	masculino ♂	5.5%	79.4%	15.1%
		femenino ♀	4.4%	80%	15.6%
	Olimpiada Atenas 2004	masculino ♂	8,1%	76,8%	15,0%
		femenino ♀	5,7%	79,8%	14,5%
Competiciones nacionales	Liga Italiana 2001/02	masculino ♂	6.2%	77.8%	16%
		femenino ♀	5.7%	78.7%	15.6%
	Liga Española 2003/04	masculino ♂	7,5%	77,3%	15,2%
		femenino ♀	8%	76,3%	15,7%
C.D.U. Granada	Temporada 2002/03	femenino ♀	9%	77%	13%
	Temporada 2003/04	femenino ♀	8,3%	78,4%	13,3%

Nota: se han incluido los datos del equipo de voleibol femenino del Club Deportivo Universidad de Granada (liga española), por ser el equipo objeto de estudio del presente trabajo de investigación.

Durante un partido de voleibol, también es posible lograr puntos gracias a los errores del contrario. Si tenemos en cuenta el número de puntos logrados de esta forma, el remate sigue siendo la acción principal, pero los puntos conseguidos por los errores del oponente se sitúan en segundo lugar (Tabla I-4).

Tabla I-4. Proporcionalidad de puntos logrados en competición (tomado de Zhang, 2000).

Competición	Género	Saque	Remate	Bloqueo	Errores Oponente
National League (CVL) 1998	♂	2.8%	63.6%	13%	20.7%
	♀	3.2%	63.9%	12.5%	19.5%

El remate es la acción de juego con la que mayor número de puntos se obtienen por partido, además, es la acción que presenta mayor correlación con el resultado final de los partidos (Tabla I-5). Es decir, es la acción que diferencia a los ganadores de los perdedores, independientemente del género.

Tabla I-5. Estudios que correlacionan las acciones de juego con el resultado de los partidos (adaptado de Palao, Santos, y Ureña, 2004).

Autor/es	Nivel / Competición	Género	Partidos	Resultados
Cox (1973)	Liga Universitaria de Estados Unidos	♂	107 sets	Remate acción más influyente para predecir el éxito del equipo.
Coleman (1975)	Campeonato del Mundo 1974	♂	15 partidos	Saque, recepción y bloqueo acciones con mayor correlación con el rendimiento final en el campeonato.
Eom (1989)	Copa del Mundo 1987	♂	36 partidos	Bloqueo y remate son las acciones más importantes para determinar el éxito del equipo / Relación entre recepción-colocación, colocación-remate, y recepción-remate.

Autor/es	Nivel / Competición	Género	Partidos	Resultados
Santos (1992)	Clasificatorio para el campeonato del Mundo 1989	♀	39 partidos	<u>Remate</u> y bloqueo significativamente relacionados con la victoria.
Fellingham et al. (1994)	Juegos Olímpicos 1988	♂	12 partidos	Posibilidad de calcular la victoria o derrota a partir del rendimiento de la salida de recepción y de la defensa.
Díaz (1996)	Juegos Olímpicos 1992	♂	44 partidos	Colocación y <u>remate</u> determinantes para el éxito.
McCughton (1998)	Copa del Mundo 1995	♂	11 partidos	Relación entre el <u>remate</u> positivo y la salida de recepción, y entre el bloqueo positivo y la defensa.
Marelic et al. (1998)	Liga Yugoslavia (1997-1998)	♂	149 sets	<u>Remate</u> y errores son los elementos más influyentes sobre el marcador.
Häyrinen et al. (2000)	Campeonato de Europa 1999	♂	3 partidos	<u>Remate</u> y bloqueo acciones más significativas con el resultado del set.
Moutinho (2001)	Liga Mundial y Campeonato de Europa 1999	♂	29 partidos	<u>Remate</u> y salida de recepción son indicadores de la victoria.
Palao et al. (2004)	Juegos Olímpicos 2000	♂♀	55 partidos	Hombre: <u>remate</u> y bloqueo acciones más significativas con el resultado del set. Mujeres: <u>remate</u> acción más significativa con el resultado del set.
Häyrinen et al. (2004)	Liga Mundial y Campeonato de Europa 2003	♂	10 partidos	<u>Remate</u> , bloqueo y errores del oponente aspectos más significativos sobre resultado del set.

Los estudios revisados sobre el rendimiento de las acciones de juego en voleibol (Tabla I-1, Tabla I-3, Tabla I-4 y Tabla I-5), indican que el remate es la acción de juego más determinante en el resultado final del encuentro.

Selinger y Ackerman (1985), afirman que un equipo con un ataque contundente, puede lograr el éxito aun con una defensa mediocre, pero un equipo sin ataque contundente, no puede lograr el éxito.

1.2.- ASPECTOS QUE DETERMINAN EL RENDIMIENTO DEL REMATE

El nivel del rendimiento de las acciones motrices depende de las capacidades de condición física, técnica, táctica y psíquica (Figura I-1).

La importancia de las distintas capacidades varía en función de las características del deporte, del gesto deportivo, etc. Por ejemplo, en deportes de resistencia, la condición física es la capacidad más determinante (Grosser y Neumaier 1986).

En cambio en voleibol y de forma concreta en el remate, el dominio técnico es la capacidad determinante para la obtención del rendimiento, ya que el remate es una de las acciones técnicas más compleja y difícil de dominar (Carrero, 1973; Cisar y Corbelli, 1989; Chung, 1988; Haley, 1992; Madden, 1997; Zhelezniak, 1993). Su dificultad radica en la necesidad de combinar las habilidades de salto con carrera previa y golpeo, con grandes exigencias coordinativas (Ureña, 1998).

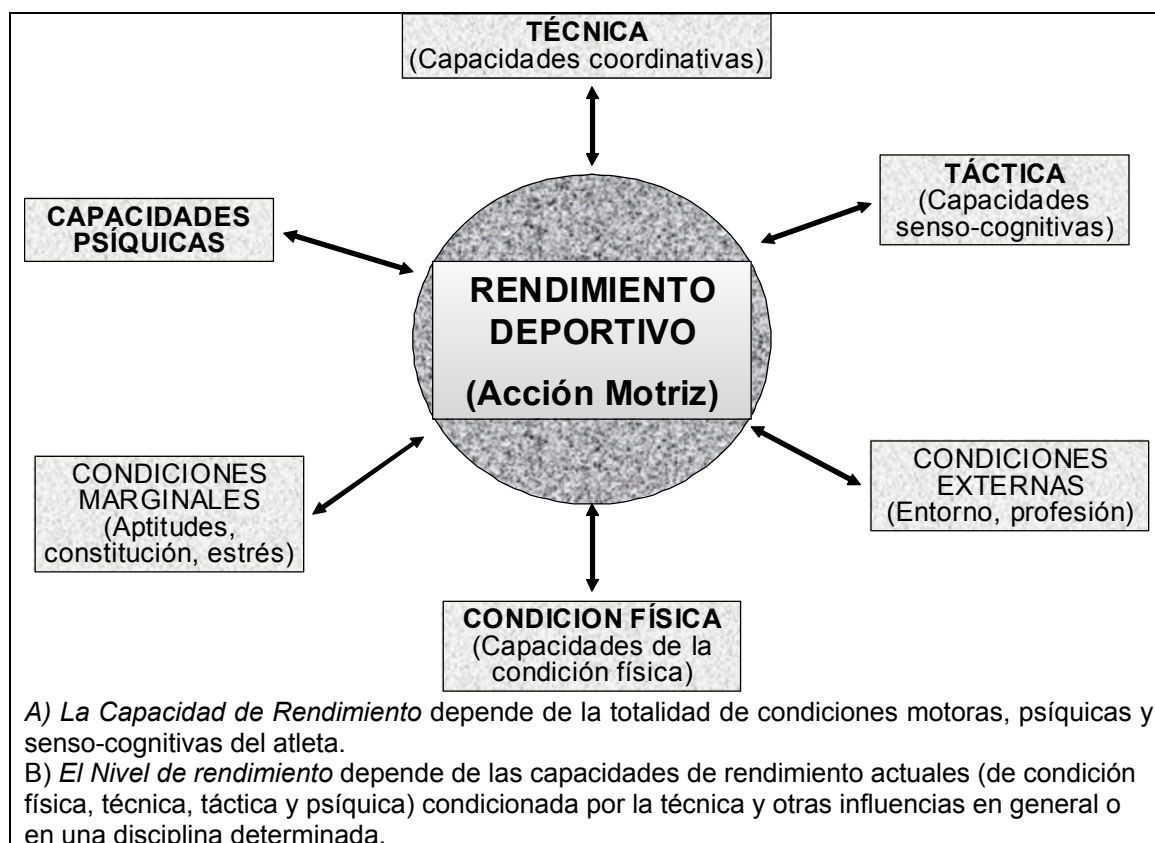


Figura I-1. Componentes que condicionan el rendimiento de las acciones motrices deportivas (adaptado de Grosser y Neumaier 1986, pp. 15).

A continuación, se muestra un análisis de las distintas capacidades relacionadas con el nivel del rendimiento en la ejecución del remate:

a) *La capacidad de rendimiento técnico del remate*, viene determinada por la adecuada reproducción del modelo técnico básico. Este modelo, busca rentabilizar al máximo las posibilidades motrices del cuerpo humano, y está diseñado a partir de su eficacia mecánica.

El modelo técnico básico del remate, busca cumplir con dos objetivos mecánicos claves para la obtención del máximo rendimiento: 1º) conseguir la máxima altura de golpeo y 2º) conseguir imprimir la máxima velocidad posible al balón rematado (Coleman, Benham y Northcott, 1993; Gutiérrez, Santos y Soto, 1992; Gutiérrez, Ureña y Soto, 1994).

b) *La capacidad de rendimiento táctico en la ejecución del remate*, viene marcada por la habilidad del jugador para adaptar sus acciones a la situación del juego. Cuando estas adaptaciones suponen una modificación de la técnica básica, se les denomina técnicas avanzadas de ataque. Dichas acciones, son realmente variaciones de alguno de los parámetros de la técnica básica y persiguen crear mayor incertidumbre en la defensa adversaria para conseguir el punto (Burchuck y Burchuck, 1993; Gutiérrez et al., 1994; Selinger y Ackerman, 1985; Ureña, 1998; Zhang, 1999).

Este concepto táctico sobre el rendimiento del remate se refiere a la táctica individual. El rendimiento táctico colectivo del ataque, implica la puesta en acción de numerosas acciones motrices de diferentes jugadores y la coordinación entre ellos.

c) *La capacidad de rendimiento psíquico*, en relación a la ejecución de la técnica básica, está representada por el adecuado desarrollo de los mecanismos, de percepción, decisión y ejecución, que favorecen la adaptación de la respuesta a los estímulos recibidos del ambiente (Pittera y Riva, 1982).

Así, la eficacia de la ejecución del remate, no reside únicamente en el buen dominio técnico. El adecuado desarrollo de la percepción de trayectorias de del balón, va a permitir al jugador decidir el momento y lugar exacto en el que realizar la batida, siendo esto un aspecto crítico para su rendimiento (Sardinha y Bootsma, 1993). Aquel jugador que no sea capaz de precisar el momento y lugar en el que realizar la batida, no podrá golpear el balón en el punto más alto del salto, perdiendo de esta forma, eficacia en su ejecución.

d) *El desarrollo de la capacidad de condición física*, debe partir de las necesidades requeridas en la ejecución de la técnica básica. Teniendo en cuenta que el remate es una acción explosiva de apenas dos segundos de duración, no sería eficaz diseñar un programa de entrenamiento con ejercicios a baja velocidad y de larga duración.

Es preciso adecuar el programa de entrenamiento de tal forma que permita el desarrollo de las necesidades físicas y fisiológicas específicas, requeridas en la ejecución técnica del remate, y con ello mejorar los objetivos mecánicos del rendimiento.

1.3.- DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DEL REMATE

Las características propias de la acción del remate, señalan al dominio técnico como el factor determinante del nivel de rendimiento. En este apartado se describe detalladamente la técnica básica de dicha acción.

Por otra parte, en este apartado también se realiza una breve descripción de las técnicas avanzadas de ataque, entendiéndose que estas ejecuciones son modificaciones sobre la técnica básica. Su ejecución incide negativamente sobre alguno de los dos objetivos de eficacia mecánica, máxima altura de golpeo y máxima velocidad del balón rematado.

1.3.1.- Técnica básica

El remate consiste en realizar un salto con carrera previa y un golpeo al balón hacia la pista contraria por encima de la red, durante la fase de vuelo (Gutiérrez, et al., 1994; Lucas, 2000). Partiendo de esta definición, observamos dos partes con objetivos interdependientes: el salto y el golpeo (Figura I-2).

El objetivo del salto es conseguir la máxima altura posible del centro de gravedad (Cg.), y consecuentemente, contactar con el balón en el punto más alto posible. Cuanto mayor sea la altura del golpeo, mayor será la posibilidad de sobrepasar la red y el bloqueo del adversario.

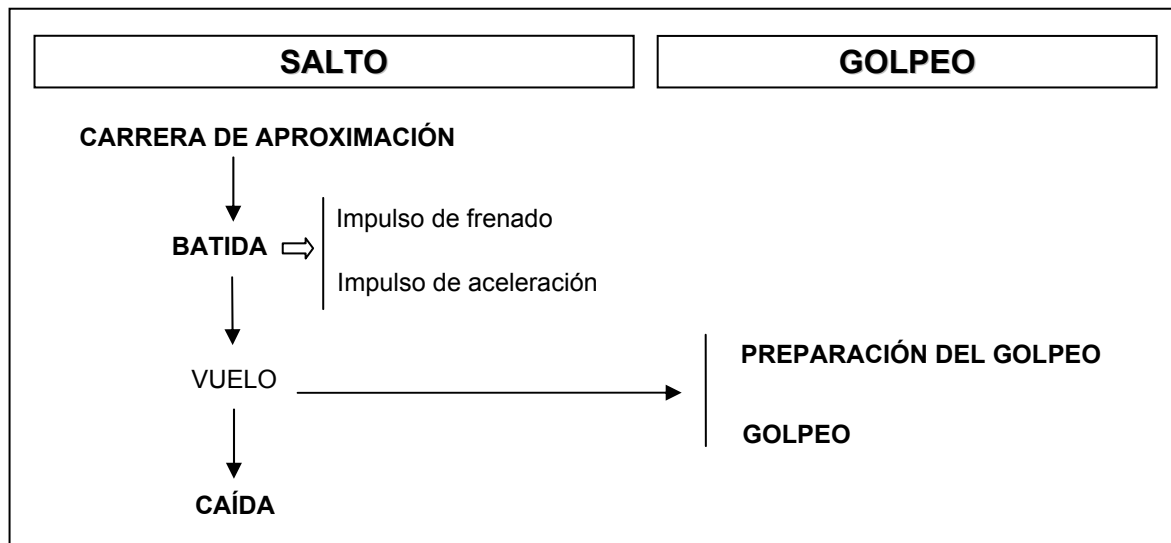


Figura I-2. Esquema de las fases del remate en función de sus objetivos.

El objetivo del golpeo es conseguir imprimir la máxima velocidad posible al balón. Cuanto mayor sea la velocidad del balón, menor será el tiempo de reacción del que dispongan los defensores. Además, cuanto mayor sea la velocidad del balón, mayor será la fuerza que este lleve (Ecuación 1), dificultándose su control en las acciones defensivas.

$$F = m \times v/t$$

Ecuación 1. Relación física entre fuerza “F”, masa “m”, velocidad “v” y tiempo “t”.

Para conseguir estos dos objetivos, el remate se compone de una secuencia temporal de cinco fases: 1- carrera de aproximación, 2- batida (salto), 3- preparación del golpeo, 4- golpeo y 5- caída (Tabla I-6). Las dos primeras fases, están orientadas hacia la consecución de la máxima altura del centro de gravedad, las dos siguientes, hacia la producción de la máxima velocidad posible en el balón, y la caída es la última fase del remate, cuyo objetivo reside en amortiguar el impacto contra el suelo.

Autores como Abendroth-Smith y Kras (1999), Cisar y Corbelli (1989), Hernández (1992) e Ivoilov (1986) diferencian sólo cuatro fases, agrupando en una única fase, la preparación de golpeo y la batida, a la que llaman “fase de salto”. Sin embargo, a la hora de realizar el análisis pormenorizado de cada fase, estos

autores describen de forma individualizada la fase de armado, debido a su gran importancia en la velocidad final del balón.

Otros autores como Gutiérrez et al. (1992) y Coleman et al. (1993), describen cinco fases, pero unifican la fase de preparación de golpeo y la de golpeo, en una única fase, e identifican las dos partes de la batida como dos fases distintas; el impulso de frenado y el impulso de aceleración.

Tabla I-6. Descripción y fotoseriación de las fases del remate, objetivos, inicio-fin y temporalidad.

Fases	Carrera Aproximación	Batida	Preparación golpeo	Golpeo	Caída
Objetivos	Adquirir la velocidad horizontal apropiada	Lograr la máxima altura posible del centro de gravedad	Generar la máxima velocidad posible en la mano	Transmitir la velocidad de la mano al balón	Amortiguar la recepción al suelo tras el salto.
Inicio-fin	Pasos de ajuste – penúltimo apoyo	Penúltimo apoyo – despegue del suelo	Despegue del suelo – contacto de la mano y el balón	Contacto de la mano con el balón – recobro del brazo	Contacto de los pies en el suelo – estabilización del cuerpo
Temporalidad	–	0,30”–0,37”	0,34”	0,12”	–



En la Tabla I-6 se observa a través de la fotoseriación, la técnica básica del remate realizada con la batida sobre dos pies y con el armado “bow and arrow” o en forma de “arquero” (Abendroth-Smith y Kras, 1999; Cisar y Corbelli, 1989; Coleman et al., 1993; Chung, 1988; Gutiérrez et al., 1992; Gutiérrez et al., 1994; Ferris, Signorile y Caruso, 1995; Haley, 1992; Ivoilov, 1986; Selinger y Ackerman, 1985).

En categoría femenina, es usual el remate con batida de una pierna, este tipo de acciones solo suponen el 16% de los saltos totales de ataque que se realizan en competición (Tillman, Hass, Brunt y Bennett, 2004). Con este tipo de batida (Figura I-3), se obtiene menor altura de salto que con la batida de dos pies, pero se alcanza una velocidad del balón ligeramente superior (Huang, Liu y Sheu, 1999; Selinger y Ackerman, 1985; Vint y Hinrichs, 1996).

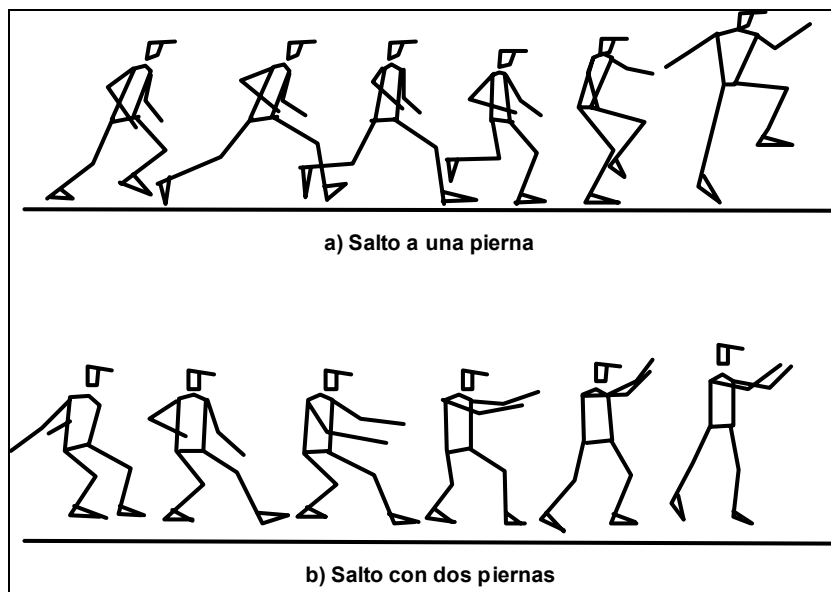


Figura I-3. Secuencia de salto de remate con batida sobre una pierna y con dos piernas (tomado de Huang, 1999).

Con respecto al armado, hay jugadores que utilizan el armado circular (Figura I-4). Selinger y Ackerman (1985) y Bowman (2001) indican que los jugadores que utilizan este armado, consiguen mejores resultados en la velocidad alcanzada por el balón, pero peores resultados de la altura del salto con respecto al remate realizado con la técnica de “arquero”. Sin embargo, Oka (1976, citado por Coleman et al., 1993) y Coleman et al. (1993), no encontraron diferencias significativas entre ambos tipos de armados y la velocidad del balón.

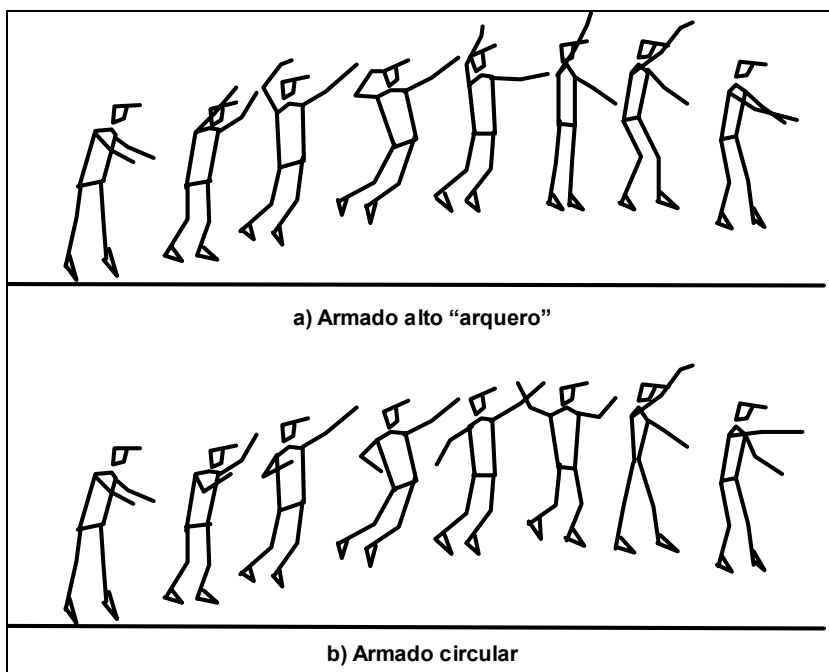


Figura I-4. Secuencia de preparación del golpeo con armado alto "arquero" y armado circular (tomado de Selinger y Ackerman, 1985).

A continuación, se describen las cinco fases del remate (Tabla I-6, pp. 9). En la descripción de cada una de las fases, se han diferenciado los siguientes apartados; A) objetivo perseguido en cada fase, B) inicio y final de la fase, C) descripción de la ejecución técnica, D) aspectos cinemáticos más relevantes de la fase, E) aspectos claves del movimiento, y F) análisis de la musculatura implicada en el movimiento.

1.3.1.1.- Fase de carrera de aproximación

A) Objetivos: con la carrera de aproximación se persigue un doble objetivo (Abendroth-Smith y Kras, 1999; Ivoilov, 1986; Zhang, 1999): en primer lugar, que el jugador alcance la velocidad horizontal adecuada para lograr la máxima altura de salto, al transformar la velocidad horizontal en vertical, y en segundo lugar, posibilitar la máxima precisión del lugar del salto, respecto a la trayectoria del vuelo del balón.

La velocidad adecuada de la carrera de aproximación, debe ser del 50-60% de la velocidad máxima de sprint del jugador (Huang, Liu y Sep, 1998). El estudio de Ciapponi, McLaughlin y Hudson (1996) señala que los jugadores avanzados consiguen una velocidad horizontal de 8,3 km/h. Selinger y Ackerman (1985)

afirman que una aproximación eficiente puede añadir de 12,7 a 20,32 centímetros a la altura del salto del rematador.

B) Inicio y fin: se inicia con un primer paso de ajuste, aumentando la velocidad de desplazamiento en los pasos siguientes, y se termina con el penúltimo apoyo antes del despegue del suelo (Figura I-5).

La duración de esta fase, está determinada por la trayectoria del balón, pues la carrera de aproximación, debe ajustarse a dicha trayectoria precisando el momento del salto con la posición del balón (Ivoilov, 1986; Sardinha y Bootsma 1993).



Figura I-5. Fotoseriación de la carrera de aproximación.

C) Ejecución técnica: la carrera de aproximación suele ser de tres o cuatro pasos, según la longitud de zancada del jugador. La velocidad de aproximación se incrementa gradualmente, al igual que la longitud de los pasos (Abendroth-Smith y Kras, 1999).

En la fase inicial, el jugador realiza uno o dos pasos preparatorios, mientras determina con mayor exactitud la trayectoria del balón. Una vez determinada la trayectoria de vuelo del balón, corrige su velocidad de movimiento, calculando el lugar y el momento en el que realizar el salto para interceptar el balón (Ivoilov, 1986).

La carrera puede ser de forma oblicua o recta hacia la red, dependiendo del lado por el que se realice el ataque y de la lateralidad del jugador (Figura I-6). Así, un jugador diestro, cuando remate por la izquierda (zona 4), realizará una carrera oblicua de 45-60 grados respecto a la red. En cambio, cuando remate por la derecha (zona 2), realizará una carrera más o menos recta, de unos 60-90 grados, esta orientación permite al jugador poder dirigir el balón con fuerza a cualquier ángulo del campo. Un jugador zurdo invierte el desplazamiento (Haley, 1992).

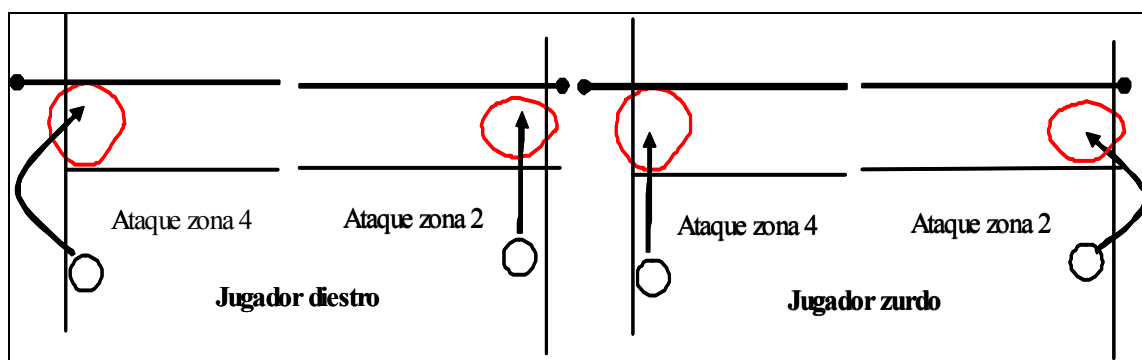


Figura I-6. Trayectoria de desplazamiento de un jugador diestro y otro zurdo para realizar un ataque por la zona 4 y por la zona 2.

D) Aspectos cinemáticos: la velocidad horizontal desarrollada durante esta fase, sirve al jugador para provocar un incremento de la fuerza que los pies ejercen contra el suelo en la siguiente fase. Dicha fuerza también provocará un aumento de la activación del ciclo estiramiento-acortamiento. Todo esto, mejorará el impulso neto de la componente vertical del salto (Abendroth-Smith y Kras, 1999; Ciapponi et al., 1996; Coleman et al., 1993; Gutiérrez et al., 1992; Padial, 1994).

$$I = F \times a$$

Ecuación 2. Relación entre el Impulso "I", la fuerza "F" y la aceleración "a".

En esta fase, se crea una velocidad horizontal que servirá para aumentar la velocidad vertical de la fase posterior, para mejorar la altura de salto alcanzada.

E) Aspectos claves: mediante la carrera de aproximación, el jugador debe ajustar el momento del comienzo, la velocidad y precisar el lugar de realización del salto de acuerdo con la trayectoria del balón.

La orientación de la carrera, descrita anteriormente, determinará la posición final del cuerpo respecto a la red. Esta posición incidirá sobre la eficacia de la fase posterior, al permitir el desarrollo completo de la “cadena cinética” del golpeo que describiremos en la fase que corresponde (Gutiérrez et al., 1992).

F) Implicaciones musculares: durante la carrera de aproximación se produce un movimiento cíclico de flexo-extensión de tobillos, rodillas, caderas y hombros. En este movimiento cíclico, se va alternando la actuación de la musculatura flexora de las caderas, piernas y pies (psoas, cuádriceps, aductores, grácil, gemelos y soleos) con la musculatura extensora (isquiotibiales, glúteos, aductores). La actuación de flexo-extensión coordinada de hombros (deltoides, pectoral mayor, dorsal ancho, redondo mayor), colabora de forma positiva durante la carrera.

Siguiendo a Cisar y Corbelli (1989), en la Tabla I-7 se muestran los músculos principales utilizados en la fase de acercamiento, junto con sus respectivas acciones y su localización gráfica.

Tabla I-7. Actuaciones musculares durante la fase de carrera de aproximación del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).

Músculos	Acciones	Gráfico
<p>Tren superior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deltoides - Pectoral mayor - Bíceps braquial - Braquial - Dorsal ancho - Redondo mayor - Tríceps braquial <p>Músculos tronco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recto abdominal - Erector Espinal <p>Tren Inferior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Psoas - Cuádriceps - Aductor mayor - Grácil - Glúteo mayor - Isquiotibiales - Gemelos - Soleos 	<p>Tren superior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexión y extensión del brazo - Flexión y extensión del brazo - Flexión del antebrazo - Flexión del antebrazo - Extensión del brazo - Extensión del brazo - Extensión brazo y antebrazo <p>Músculos tronco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexión tronco - Extensión del tronco <p>Tren Inferior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexión de muslo - Flexión muslo, extensión pierna - Flexión-extensión cadera - Flexión cadera y pierna - Extensión de la cadera - Extensión muslo y pierna - Flexión de la planta del pie - Flexión plantar del pie 	

1.3.1.2.- Fase de batida (salto)

A) **Objetivos:** en esta fase, el jugador realiza los movimientos necesarios para conseguir la máxima velocidad vertical, aprovechando la velocidad horizontal generada en la fase anterior (Abendroth-Smith y Kras, 1999; Coleman et al., 1993; Gutiérrez, et al., 1992; Ureña, 1998).

Esta fase está compuesta de dos partes: a) *el impulso de frenado* y b) *el impulso de aceleración* (Figura I-7). El objetivo del impulso de frenado es convertir la velocidad horizontal de la fase anterior en vertical, mientras que el objetivo del impulso de aceleración es crear la máxima velocidad vertical posible.

B) **Inicio y fin:** comienza con la realización del penúltimo apoyo de la carrera y finaliza en el momento del despegue de los dos pies del suelo (Figura I-7). Esta fase implica el último paso de la carrera, el cual se realiza en profundidad.

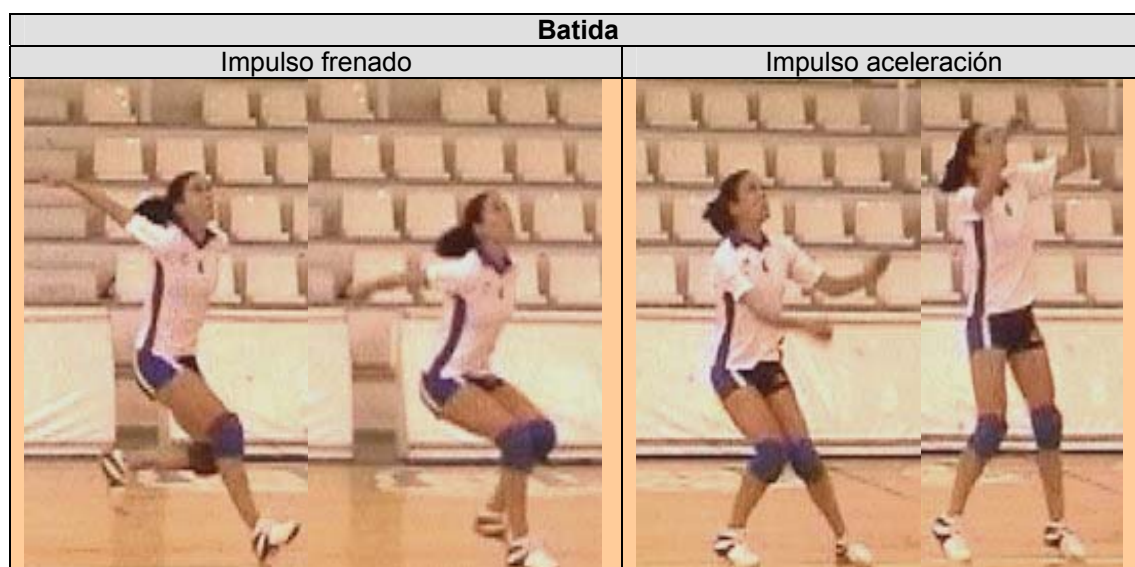


Figura I-7. Fotoseriación de la fase de batida del remate.

La suma de las dos subfases que la componen, tiene una duración de 0,30"-0,37" (Ciapponi et al., 1996; Gutiérrez et al., 1992; Vint y Hinrichs, 1996).

a) *El impulso de frenado*, comienza con el penúltimo apoyo de la carrera, y finaliza en el momento de máxima flexión de piernas. Tiene una duración aproximada de 0,17"-0,19".

b) *El impulso de aceleración*, comienza en el momento de máxima flexión de piernas para finalizar en el momento en el que los pies despegan del suelo, durando unos 0,13"-0,18".

C) Ejecución técnica: en la ejecución de la batida se distinguen dos partes, se comienza con *el impulso de frenado*, y se finaliza con el *impulso de aceleración* despegándose del suelo.

a) *El impulso de frenado*, se inicia cuando se produce el apoyo del talón del pie del mismo lado del brazo que ejecutará el remate.

Esta pierna comienza la subfase de frenado ligeramente extendida, y a medida que se va produciendo su flexión para frenar la velocidad horizontal de la carrera de aproximación, se realiza el segundo apoyo. El pie contrario al brazo ejecutor se sitúa ligeramente adelantado al anterior, dejando el cuerpo y las caderas orientados hacia el colocador (ataque por zona 4). Cuando se ha llegado al momento de máxima flexión de piernas, comienza el impulso de aceleración (Figura I-7).

En jugadores avanzados, el apoyo del pie contrario al brazo ejecutor se realiza con una ligera rotación interna, esta posición permite a los jugadores una mejor conversión de la velocidad horizontal en vertical (Ciapponi et al., 1996). En jugadores noveles, además de no producirse esa ligera rotación interna, el apoyo de ambos pies es casi simultáneo (Figura I-8).

b) *En el impulso de aceleración*, se produce una rápida extensión de las piernas, con el fin de crear la mayor velocidad vertical posible en la realización del salto.

Durante la fase de la batida, la secuencia de movimientos de brazos colabora para incrementar la altura del salto (Feltner, Franchetti y Crisp, 1999). Inicialmente, durante el impulso de frenado, se realiza una extensión de hombros, desplazando los brazos hacia atrás, posteriormente se realiza una flexión de

hombros, llevando los brazos hacia delante, y para terminar, durante el impulso de aceleración se realiza una flexión de hombros dirigiendo los brazos hacia arriba (Figura I-9).

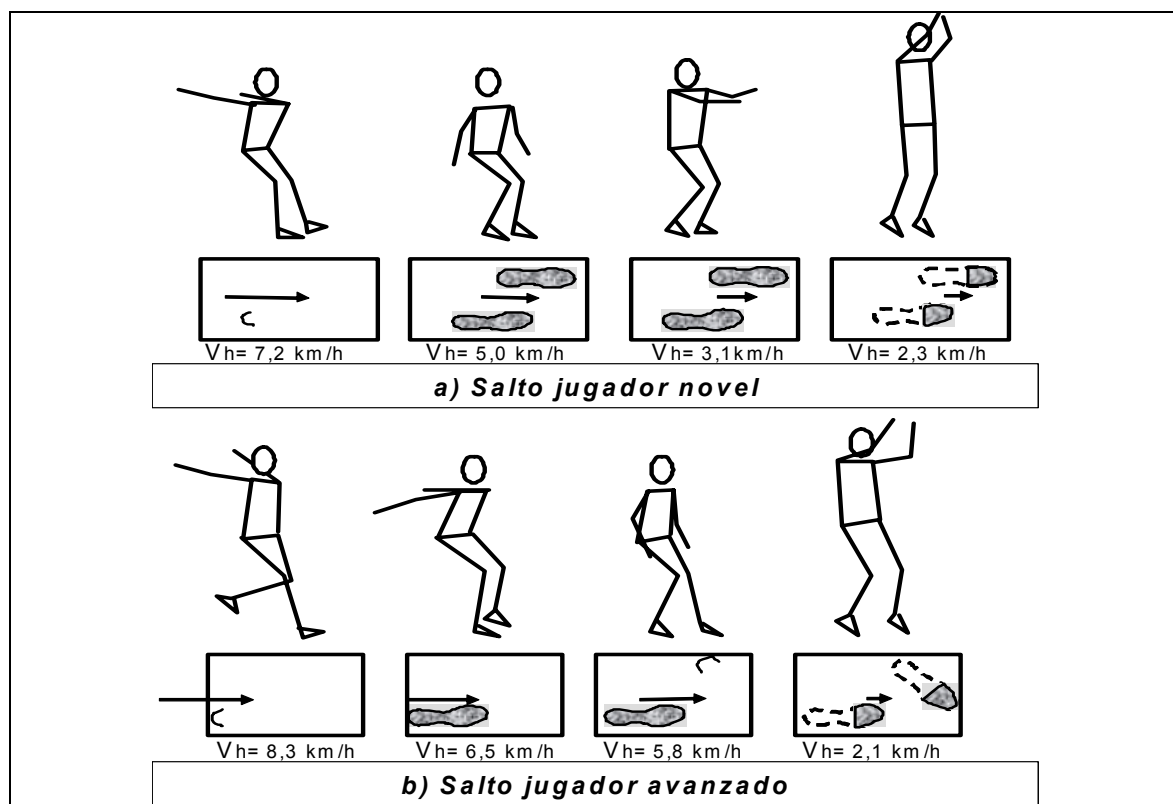


Figura I-8. Análisis de la técnica de salto de jugadores avanzados y noveles, donde “ V_h ” es la velocidad horizontal en cada fase (adaptado de Ciapponi et al., 1996).

D) Aspectos cinemáticos: la batida es el último paso de la carrera de aproximación y se caracteriza por realizarse en profundidad. Esta situación provoca que el centro de gravedad (Cg.) quede bajo y retrasado.

a) *En el impulso de frenado*, los pies empujan contra el suelo para obtener unas fuerzas de reacción que le permitan frenar la cantidad de movimiento desarrollado durante la carrera previa. El ángulo final de flexión de rodillas es importante para el resultado final del salto (Padial, 1994). Este ángulo, se sitúa entre 100° y 115° para jugadores de gran fuerza muscular en extremidades inferiores y de 120° a 130° , para jugadores de menor fuerza en dicha musculatura (Ivoilov, 1986). Por otra parte, Hernández (1992) nos habla de un ángulo de 90° a 110° para jugadores avanzados y de un ángulo de 110° a 130° grados para jugadores menos avanzados.

Este movimiento provoca la contracción excéntrica de la musculatura extensora de la cadera, rodillas y tobillos. Durante esta contracción se produce el estiramiento de los componentes elásticos musculares, almacenándose energía cinética. La energía almacenada, contribuirá para conseguir un mayor impulso neto de la componente vertical del salto durante la fase de impulso de aceleración (Gutiérrez et al., 1992).

El movimiento inicial de los brazos hacia atrás y hacia arriba en esta fase, con la extensión de hombros y codos, favorece la posición retrasada y baja del centro de gravedad (Figura I-9). La extensión de hombros, no debe superar los 45° , pues esto provocaría una inclinación del torso hacia delante, que reduciría la altura del salto (Haley, 1992; Vint, 1998).

El posterior movimiento pendular de brazos hacia abajo y hacia adelante, durante la fase intermedia de la batida, incrementa la fuerza corporal contra el suelo, lo cual, favorecerá la altura del salto según la “ley de acción-reacción” de Newton. Además, se favorece el estiramiento de los elementos elásticos de la musculatura extensora de cadera y rodillas, al incrementar la fuerza de la contracción excéntrica (Figura I-9).

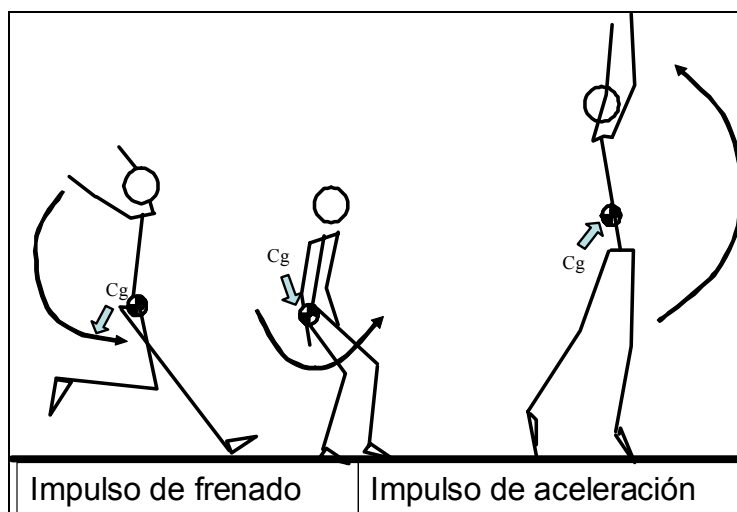


Figura I-9. Subfases de impulso de frenado y aceleración (adaptado de Gutiérrez et al., 1992).

b) *En el impulso de aceleración*, se produce la contracción concéntrica de la musculatura extensora de caderas, rodillas y tobillos. La fuerza generada por esta contracción, sumada a la fuerza de reacción generada durante el impulso

de frenado, y la almacenada por los factores elásticos de la musculatura, determinaran el impulso neto vertical del salto.

El movimiento pendular final de brazos hacia delante y hacia arriba (Figura I-9), produce un aumento de la altura del centro de masa corporal, que a su vez propicia el aumento de la altura del salto (Feltner, Franchetti y Crisp, 1999; Gutiérrez et al., 1992; Vint y Hinrichs, 1996; Wielki y Dangre, 1985; Wilkerson, 1985).

E) Aspectos claves: los estudios biomecánicos realizados sobre el salto del remate por Wielki y Dangre (1985) y Wilkerson (1985), muestran la importancia de la velocidad vertical generada por las extremidades inferiores, y resaltan el papel relevante de los movimientos corporales del tren superior, en la altura final del salto.

Otro aspecto clave en esta fase, y que influye sobre el resto de la ejecución, es la posición final de doble apoyo del jugador con el pie contrario al brazo ejecutor adelantado. Esta posición sitúa las caderas de los jugadores con una orientación de unos 45° respecto a la red, lo cual posibilita la correcta realización de la “cadena cinética” del golpeo.

La posición del salto con respecto al balón, debe permitir que el jugador quede ligeramente por detrás de este. El balón debe quedar por delante del hombro del brazo ejecutor. Esta posición posibilitará realizar el remate de potencia hacia todas las direcciones, a la diagonal, a la línea, etc. Por ejemplo, si el balón quedase demasiado escorado hacia uno de los laterales del brazo ejecutor, limitaría la posibilidad de realizar un remate de potencia hacia el lado opuesto (Chung, 1988; Selinger y Ackerman, 1985).

F) Implicaciones musculares: durante *el impulso de frenado* se produce una flexión de la cadera y rodillas. Se realiza una contracción excéntrica de glúteos y cuádriceps. Al mismo tiempo, y tras la extensión inicial de hombros y codos, da comienzo la flexión de hombros mediante la acción de los deltoides y pectoral mayor.

Durante *el impulso de aceleración* se produce la extensión de la cadera, rodilla y tobillo, mediante la contracción concéntrica de glúteos, cuádriceps, gemelos y soleo.

Los brazos continúan con su flexión, que llegará hasta casi los 180°. A este movimiento de brazos hacia arriba, se suma el movimiento de la cabeza, que se eleva para no perder de vista el balón.

Las acciones y la localización gráfica de los principales grupos musculares implicados, se muestran en la Tabla I-8 (Cisar y Corbelli, 1989).

Tabla I-8. Actuaciones musculares durante la fase de batida del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).

Músculos	Acciones	Gráfico
Tren superior: - Trapecio - Deltoides - Pectoral mayor	Tren superior: - Extensión de la cabeza - Flexión del brazo - Flexión del brazo	
Músculos tronco: - Erector Espinal	Músculos tronco: - Extensión del tronco	
Tren Inferior: - Cuádriceps - Glúteo mayor - Aductor - Isquiotibiales - Gemelos - Soleos	Tren Inferior: - Extensión de la pierna - Extensión del muslo - Extensión del muslo - Extensión de la cadera - Flexión de la planta del pie - Flexión de la planta del pie	

1.3.1.3.- Fase de preparación del golpeo

A) **Objetivo:** durante esta fase aérea, donde el cuerpo del jugador está suspendido en el aire, los rematadores deben realizar los movimientos necesarios para generar la máxima velocidad posible en la mano responsable del golpeo.

B) Inicio y fin: esta fase abarca desde el momento de despegue del suelo hasta el momento de contacto de la mano con el balón, momento en el que comienza la fase de golpeo (Figura I-10). En el estudio realizado por Chung (1988), con mujeres de bajo nivel deportivo, se registró una duración media de 0,34", en cambio, en el estudio realizado por Gutiérrez, et al. (1992), con jugadores de élite, se registró una duración media de 0,27".

En esta fase del remate, se distinguen tres partes (Figura I-10) de acuerdo al análisis de los movimientos realizados por el brazo responsable del golpeo (Rokito, Jobe, Pink, Perry y Brault, 1998):



Figura I-10. Fotoseriación de la fase de preparación del golpeo.

- a) *Subfase de preparación o "wind-up"*, en esta descripción del remate, esta fase comprende desde el despegue del suelo de los pies, hasta el comienzo de la rotación externa del hombro. En el estudio de Rokito et al. (1998) se describen todos los movimientos realizados por el brazo ejecutor del golpeo, desde el comienzo de la batida hasta el comienzo de la rotación externa del hombro del brazo ejecutor, estos autores estiman una duración de 0,37" para esta fase.
- b) *Subfase de armado o "cocking"*, comienza con la rotación externa del hombro del brazo ejecutor, y finaliza al empezar la rotación interna de dicho brazo. En el análisis de Rokito et al. (1998) con jugadores de élite, se estima una

duración de 0,25". Chung (1988) en un estudio con jugadores noveles, estima una duración de 0,29" desde el despegue hasta la máxima rotación externa del brazo.

c) *Subfase de aceleración*, comienza con la rotación interna del hombro del brazo ejecutor y termina en el momento del contacto con el balón. Chung (1988, pp. 88) indica una duración de 0,05" y Rokito et al. (1998) señalan una duración media de 0,09".

C) Ejecución técnica: todos los movimientos que se realizan en esta fase, giran en torno al desarrollo de una cadena cinética que proporcione la máxima velocidad posible a la mano de golpeo (Madden, 1997).

En la subfase de preparación, se realizan los movimientos necesarios para adoptar la posición idónea que permita desarrollar la cadena cinética del golpeo. En la subfase de armado se perfila esta posición idónea, denominada "arco tenso" (Gutiérrez et al., 1994; Ivoilov, 1986). En la subfase de aceleración, se produce el desarrollo de la fase final de la cadena cinética, que comienza en la cadera y finaliza en la mano.

a) *Subfase de preparación o "wind-up"*: tras el despegue del suelo, la cadera del lado del brazo ejecutor, se mueve hacia atrás. El codo del brazo que no realiza el golpeo se mueve hacia delante y hacia arriba, mientras que el codo del brazo que sí realiza el golpeo, se mueve hacia arriba y hacia atrás. Al mismo tiempo, se eleva la cabeza, y se flexionan las piernas. Estos movimientos provocan el arqueamiento progresivo del tronco.

b) *Subfase de armado o "cocking"*: en este momento el cuerpo del jugador, adopta la posición de "arco tenso" (Figura I-10). Piernas flexionadas, tronco arqueado, brazo no ejecutor extendido y elevado, y brazo ejecutor flexionado, con una rotación externa pronunciada.

El tipo de armado que hemos descrito se conoce como "bow and arrow" o "arquero" (Cisar y Corbelli, 1989). Este movimiento del brazo, recuerda al

realizado por un arquero a la hora de tensar la cuerda, aunque en este caso el brazo esta algo más elevado.

c) *Subfase de aceleración*: comienza el encadenamiento segmentario de la cadena cinética del golpeo.

Primero, la cadera del brazo ejecutor se mueve hacia delante y ligeramente hacia arriba, produciéndose un pre-estiramiento tridimensional del torso.

A continuación el hombro del brazo ejecutor, ayudado por el pre-estiramiento del torso, comienza a rotar hacia delante y arriba, transfiriéndose ahora el pre-estiramiento a la musculatura de la parte superior del pecho y del hombro, tras dejar retrasado el brazo.

La velocidad del hombro se transfiere al codo, que comenzará su movimiento a la altura de la oreja, mientras se crea un pre-estiramiento del tríceps al dejar caer la mano hacia atrás, a la altura del cuello.

El pre-estiramiento de tríceps sirve para crear una mayor velocidad en la extensión del codo, llevando el antebrazo por encima del mismo, mientras se crea un pre-estiramiento en la muñeca, al llevarse la mano hacia atrás.

Toda la energía generada desde el inicio del movimiento en la cadera, es transferida a la mano a través de la muñeca, que envuelve a la pelota para otorgarle la máxima velocidad posible.

De forma simultánea al desencadenamiento de la cadena cinética del golpeo, descrita para el brazo ejecutor, se produce la extensión de piernas y el movimiento complementario, de arriba hacia abajo y hacia a delante, del brazo que no golpea al balón.

D) Aspectos cinemáticos: la justificación de los movimientos descritos para generar la máxima velocidad posible en la mano que ejecuta el golpeo, parten del principio de conservación del momento cinético o angular (Ecuación 3).

$$H = I \cdot \omega \longrightarrow H = \left[\sum_{i=1} (m_i \cdot r_i) \cdot \omega_i \right]$$

Donde "H" es el Momento Angular del cuerpo, "I" es el Momento de Inercia, que depende de la masa "m" de cada uno de los segmentos y del radio "r" de giro de cada segmento. "ω" es la Velocidad Angular segmentaria respecto al centro de gravedad total del cuerpo.

Ecuación 3. Principio de conservación del momento angular.

Según este principio, cada uno de los momentos angulares desarrollados en el salto, permanecen constantes una vez que el rematador despegue del suelo (Gutiérrez et al., 1992). Este principio justifica la importancia de la orientación de las caderas en el momento de la batida, instante en el que se genera el momento angular.

Si el momento angular debe permanecer constante, pero la masa de cada una de las partes del cuerpo que actúa en la cadena cinética del golpeo, es secuencialmente más pequeña, la velocidad angular de cada parte del cuerpo se irá incrementando: cadera, tronco, brazo, antebrazo y mano (Figura I-11).

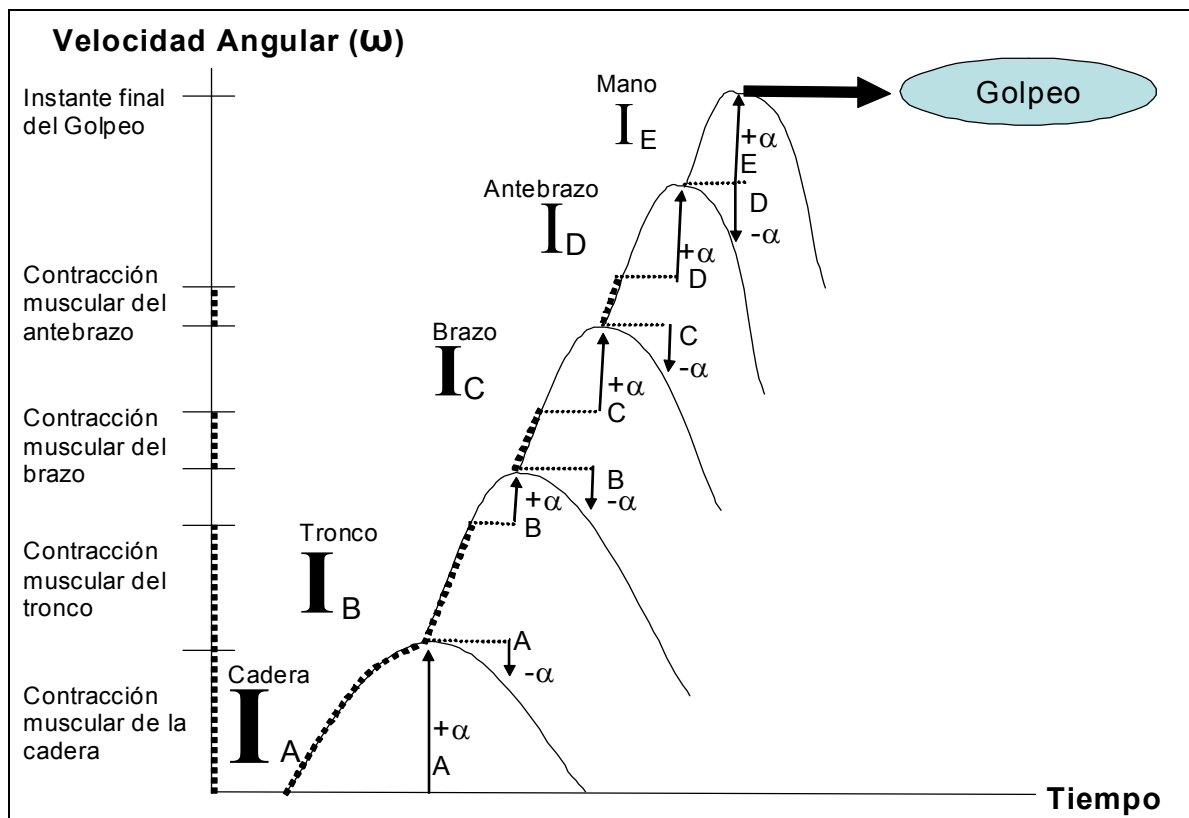


Figura I-11. Representación del incremento de la velocidad angular durante la cadena cinética del golpeo en el remate (Kreighbaum y Barthels, 1981, adaptada por Gutiérrez, 1992).

El principio de conservación del momento angular, también justifica la acción de piernas en la fase aérea. Los movimientos realizados por el tren inferior tienen como objetivo compensar los realizados por el tronco y brazos (Gutiérrez et al., 1994).

E) Aspectos claves: la velocidad final de la mano estará determinada por la adecuada coordinación de cada uno de los grupos musculares que intervienen en la cadena cinética del golpeo (Gutiérrez et al., 1994; Madden, 1997).

Por orden de importancia, Vint (1995) indica que la velocidad que la mano le transmitía al balón, dependía en un 46% de la extensión del codo, en un 20,5% de la rotación del hombro, en un 14,5% de la actuación de rotación del pecho, en un 7,5% del desplazamiento hacia delante del centro de gravedad durante el salto, en un 5,5% de la flexión de la muñeca y el restante 6% dependía de otros factores.

La adecuada participación secuencial en el tiempo, favorece la activación del ciclo estiramiento-acortamiento de cada grupo muscular, incrementándose la velocidad final de la mano (Gutiérrez et al., 1994). Esta activación del ciclo estiramiento-acortamiento se produce también, en otras disciplinas deportivas con similares cadenas cinéticas, como el lanzamiento de balonmano (Jöris, Edwards, Van Ingen y Kemper, 1985), el lanzamiento de jabalina (Campos, 1993) o el golpeo de kárate (Voigt y Klausen, 1990).

Otro aspecto clave en esta fase, es el movimiento realizado por el brazo que no golpea al balón. La posición flexionada y abducida es importante para seguir la pista y enfocar los ojos en el balón, al igual que para facilitar la rotación lateral del tronco para la posición de arquero.

F) Implicaciones musculares: los movimientos realizados en esta fase, son consecuencia de las acciones musculares descritas en la Tabla I-9. En este apartado, sólo describiremos las acciones y la musculatura que interviene en las subfases de preparación y de armado.

La descripción de la musculatura que interviene en la subfase de aceleración se realizará en la siguiente fase, es decir, la de golpeo. Los movimientos realizados en la fase de golpeo, son una continuación de los movimientos realizados en la subfase de aceleración, por lo tanto las acciones musculares son idénticas.

Tabla I-9. Actuaciones musculares durante la fase de vuelo del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).

Músculos	Acciones	Gráfico
<p>Brazo ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trapecio - Romboide - Deltoides - Pectoral mayor - Bíceps braquial - Braquial - Supraespinoso - Infraespinoso - Redondo mayor <p>Brazo no ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deltoides - Supraespinoso - Pectoral mayor <p>Músculos tronco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erector Espinal - Abdom. transverso - Oblicuos <p>Cadera y piernas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Isquiotibiales - Gráciles 	<p>Brazo ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extensión de la cabeza y retracción de la escápula - Rotación posterior escápula - Extensión y abducción brazo - Flexión del brazo - Flexión del antebrazo - Flexión del brazo - Abducción del brazo - Rotación lateral del brazo - Rotación lateral del brazo <p>Brazo no ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexión y abducción brazo - Abducción del brazo - Flexión del brazo <p>Músculos tronco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extensión del tronco - Rotación lateral del tronco - Rotación lateral del tronco <p>Cadera y piernas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexión de la pierna - Flexión de la pierna 	

La elevación de la cabeza se produce por la acción de los trapecios. La extensión del hombro es consecuencia de la actividad del deltoides y del supraespinoso. Los músculos infraespinoso y redondo mayor provocan la rotación externa del brazo ejecutor, mientras que la rotación interna y la flexión son consecuencia de la acción del pectoral mayor y el dorsal ancho. El bíceps braquial y el braquial realizan la flexión del codo, mientras que el tríceps realiza la extensión.

El brazo contrario al brazo de golpeo, comienza el movimiento de flexión y abducción del hombro, principalmente por la acción del deltoides, del pectoral mayor y del supraespinoso.

La rotación lateral del tronco y la extensión, se producen por la acción de los músculos espinales, abdomen transverso y oblicuo.

La flexión de rodillas y la extensión de cadera es fruto de la actividad de los isquiotibiales y los gráciles.

1.3.1.4.- Fase de golpeo

A) Objetivos: es la fase culmen del remate. En ella se pretende cumplir los dos objetivos mecánicos básicos del remate.

B) Inicio y fin: comienza en el momento en el que la mano entra en contacto con el balón, y finaliza tras la pérdida de contacto (Figura I-12). Gutiérrez et al. (1992) contrastan, en su estudio con jugadores de élite, una duración de 0,120". Otro estudio realizado por Christopher (2001), establece una duración de 0,097" en hombres, y de 0,081" en mujeres de la liga Americana de Voleibol.



Figura I-12. Fotoseriación de la fase de golpeo del remate.

El contacto con la pelota se produce con un ángulo en el hombro de 170-140° (Kugler, Krüger, Reininger, Trouillier y Rosemeyer, 1996). En el estudio de Gutiérrez et al. (1994) se obtuvo un ángulo medio de 157,6°.

C) Ejecución técnica: la fase de golpeo es la culminación de la subfase de aceleración. En ella se completa la extensión del codo y se continúa el movimiento del brazo hacia delante y hacia abajo. Durante esta fase, también se realizan los movimientos compensatorios del tren inferior, produciéndose la extensión de rodillas y la flexión con rotación medial del tronco.

A la hora de realizar el golpeo al balón, según Haley (1992), hay que colocar la mano en forma de copa, con los dedos juntos. Esta posición de la mano, permite asegurar el control del balón y transmitirle la máxima velocidad posible. Golpear el balón con la mano abierta y los dedos muy separados, permite mayor control sobre la dirección del balón, pero va en detrimento de la velocidad transmitida (Ivoilov, 1986).

Durante el golpeo, también se realizará un movimiento de flexión de la muñeca. Dicho movimiento, no supone un aumento de la velocidad de salida del balón, pero favorece que la mano contacte con la parte superior del balón y provoque una rotación de éste hacia delante (Gutiérrez et al., 1994; Kao, Sellens y Stevenson, 1994).

Una vez que la mano pierde contacto con el balón, se produce la desaceleración del brazo, esta acción es importante para que el brazo no choque con el cuerpo del jugador (Rokito et al., 1998).

D) Aspectos cinemáticos: la velocidad del balón en el remate es directamente proporcional a la velocidad de la mano (Vint, 1995). Durante el golpeo, es preciso evitar la pérdida de energía generada en la mano.

La energía perdida en el contacto, depende de las características de deformación, tanto de la mano como del balón. Cuanto más rígida esté la mano y más duro el balón, menos energía se perderá en el golpeo (Ivoilov, 1986). Este hecho, justifica

la posición de la mano en forma de copa con los dedos juntos durante el golpeo, puesto que si la mano estuviese abierta y con los dedos separados, reduciría su rigidez.

Aunque desde el punto de vista de la cinemática, la velocidad aplicada al balón sería máxima, si la línea de fuerza aplicada pasase por el centro de gravedad del balón, es necesario contar con el “efecto Magnus” (Ivoilov, 1986, pp. 45-48; Kao et al., 1994). Este efecto, es el rozamiento que se produce en el balón con el aire del ambiente. Si le aplicamos al balón una rotación hacia delante, conseguiremos que este rozamiento favorezca una trayectoria más rápida hacia el suelo (Figura I-13).

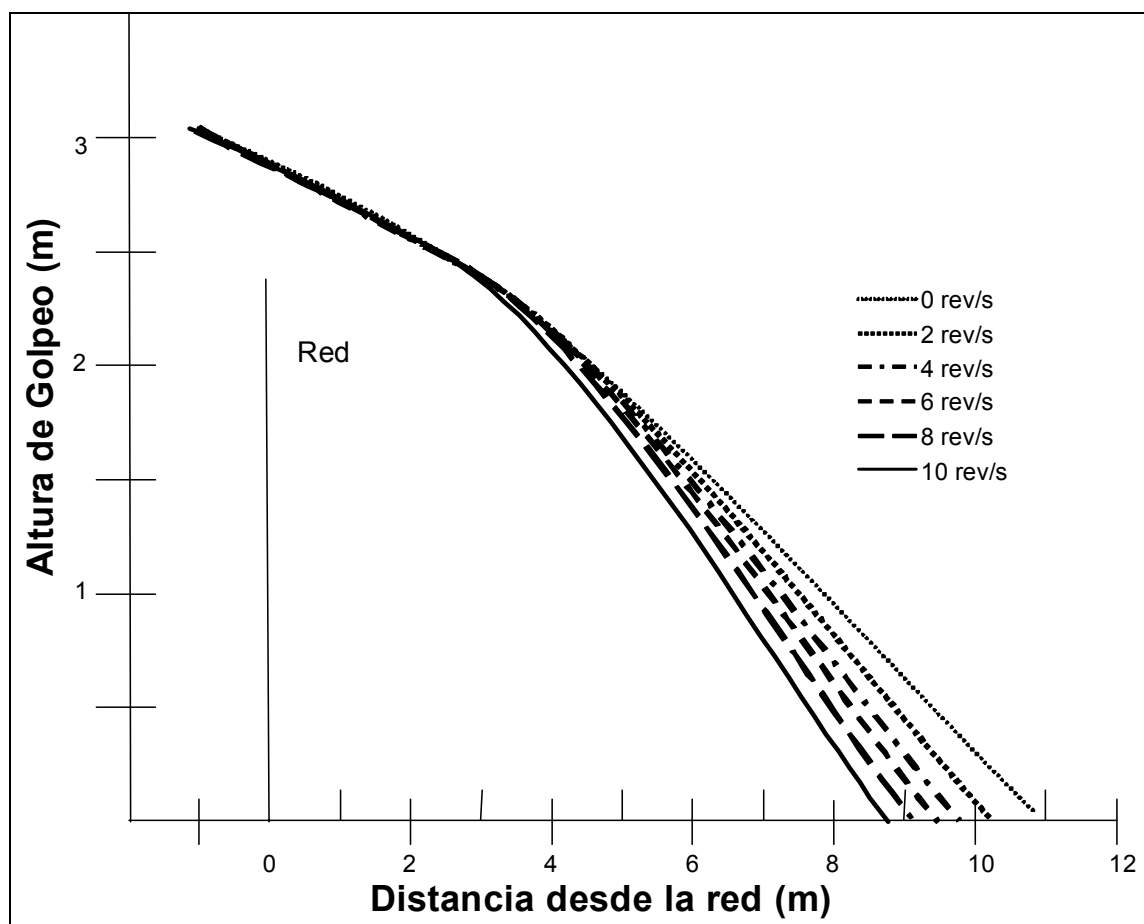


Figura I-13. Trayectorias descritas por remates a 72Km/h, desde 3m de altura, a distintas velocidades de rotación, 0, 2, 6, 8 y 10 rev/seg (tomado de Kao et al., 1994).

Para lograr imprimir al balón, una rotación hacia delante sobre su eje horizontal, hay que realizar el golpeo en la parte superior, y acompañar el movimiento con una flexión de muñeca (Gutiérrez et al., 1994).

E) Aspectos claves: en esta fase se consuman los dos objetivos mecánicos del remate, máxima altura de golpeo y máxima velocidad. Para cumplir el primer objetivo, será necesario que en el inicio del golpeo, el cuerpo esté totalmente extendido y perpendicular al suelo (Figura I-14), no perdiendo altura por posiciones no deseadas (Vint, 1998).

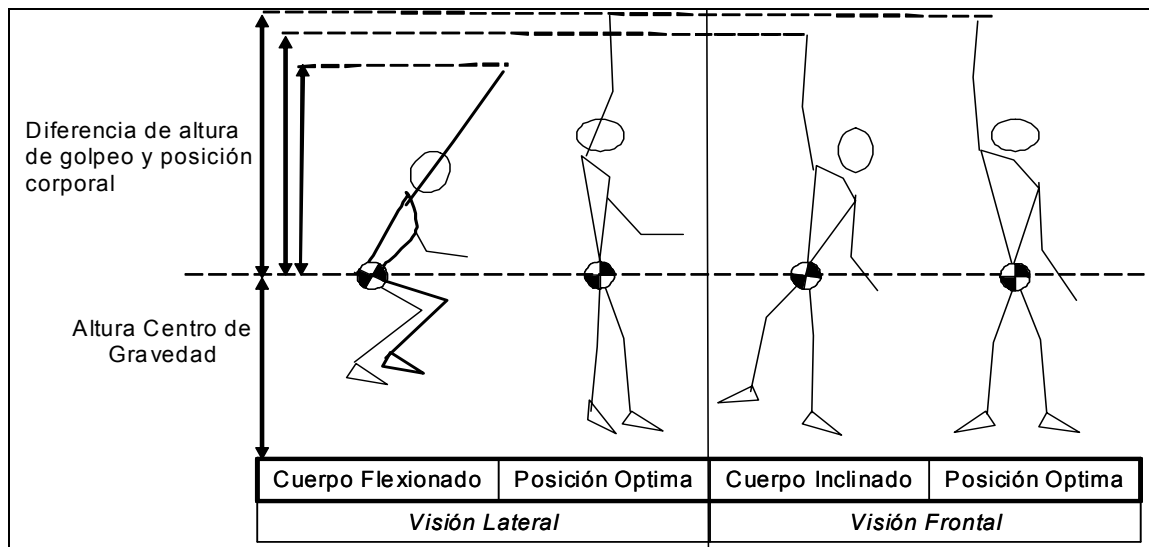


Figura I-14. Diferencia de alturas de golpes en función de la posición corporal (modificado de Vint, 1998).

Para cumplir el segundo objetivo, es preciso que se realice el contacto tal y como lo hemos descrito anteriormente. Además, el balón debe estar situado ligeramente por delante del jugador y sobre el hombro del brazo de golpeo. Lograr esta posición, dependerá sobre todo de la carrera previa y del ajuste preciso del lugar de batida.

F) Implicaciones musculares: durante el golpeo, es importante mantener la estabilidad en la articulación del hombro del bazo ejecutor. Esta función recae sobre el trapecio y el serrato mayor. La extensión del hombro esta a cargo del pectoral mayor, deltoides, dorsal ancho y redondo mayor. El subescapular es el máximo responsable de la rotación medial del hombro.

La extensión del codo se realiza por la acción del tríceps, mientras que los pronadores del antebrazo hacen su función y los flexores de la mano flexionan la muñeca.

El brazo contrario realiza un movimiento de extensión y abducción en el que participan el deltoides, pectoral mayor, tríceps, dorsal ancho y redondo mayor.

El recto abdominal provoca la flexión del tronco, mientras que el abdominal transverso y los oblicuos realizan la rotación medial del tronco. En las piernas, se realiza la extensión total mediante la acción de los cuádriceps.

En la Tabla I-10 tomado de Cisar y Corbelli (1989), podemos ver la musculatura que actúa, sus acciones y su localización en el cuerpo humano.

Tabla I-10. Actuaciones musculares durante la fase de golpeo del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).

Músculos	Acciones	Gráfico
<p>Brazo ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trapecios - Serrato mayor - Deltoides - Pectoral mayor - Tríceps - Dorsal ancho - Redondo mayor - Subescapular - Pronadores antebrazo - Flexores antebrazo <p>Brazo no ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deltoides - Pectoral mayor - Tríceps - Dorsal ancho - Redondo mayor <p>Músculos tronco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recto abdominal - Abdominal transverso - Oblicuos <p>Cadera y piernas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuádriceps 	<p>Brazo ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabilización - Extensión y estabilización - Extensión del brazo - Extensión del brazo - Extensión brazo y antebrazo - Extensión, abducción brazo - Extensión, abducción brazo - Rotación medial brazo - Pronación antebrazo - Flexión de la mano <p>Brazo no ejecutor:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extensión del brazo - Extensión del brazo - Extensión del brazo - Extensión y abducción brazo - Extensión y abducción brazo <p>Músculos tronco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexión del tronco - Rotación medial del tronco - Rotación medial del tronco <p>Cadera y piernas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extensión de la pierna 	

1.3.1.5.- Fase de caída

A) Objetivos: el objetivo principal en esta fase, es reducir el stress que puede producir el impacto contra el suelo sobre las articulaciones de tobillos, rodillas, cadera y columna vertebral (Hernández, 1992; Tillman et al., 2004; Ureña, 1998).

B) Inicio y fin: es la última fase, comienza cuando los pies contactan con el suelo, y finaliza cuando el jugador se ha equilibrado tras el impacto (Figura I-15).



Figura I-15. Fotoseriación de la fase de caída del remate.

C) Ejecución técnica: lo primero que contacta con el suelo son las puntas de los dos pies. Se continúa con una cadena cinética de amortiguación, tobillo-rodilla-cadera, con un ángulo similar al del salto.

La caída debe ser sobre los dos pies, con el fin de repartir la fuerza de impacto sobre ambas piernas y reducir el riesgo de lesiones. Una única pierna puede resultar insuficiente para soportar el stress causado por la frecuencia de caídas, pudiendo derivarse lesiones por sobrecargas. Aunque en la realidad competitiva femenina, según en el estudio realizado por Tillman et al. (2004), sólo el 55% de los apoyos tras el salto de remate se realizan con los dos pies.

D) Aspectos cinemáticos: el lugar de la caída, será ligeramente por delante del lugar de batida. Si estos dos puntos están muy alejados el uno del otro, el salto habrá perdido altura a favor de un desplazamiento horizontal. (Gutiérrez et al, 1992; Gutiérrez et al, 1994)

E) Aspectos claves: al finalizar la caída, el jugador debe quedar equilibrado y en una posición que le permita continuar con otra acción de juego.

F) Implicaciones musculares: durante la fase de caída, el brazo responsable del golpeo, finaliza su desaceleración mediante la acción del deltoides, dorsal ancho, redondo mayor y tríceps.

La actividad del recto abdominal y los extensores de la columna, estabilizan la posición del tronco.

La fuerza de impacto de la caída, es absorbida por la contracción excéntrica de cuádriceps, isquiotibiales, gemelos y soleos.

En la Tabla I-11 podemos observar la musculatura implicada y su localización en el cuerpo (Cisar y Corbelli, 1989).

Tabla I-11. Actuaciones musculares durante la fase de caída del remate (adaptado de Cisar y Corbelli, 1989).

Músculos	Acciones	Gráfico
<p>Tren superior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Deltoides - Tríceps - Dorsal ancho - Redondo mayor 	<p>Tren superior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extensión del brazo - Extensión del brazo - Extensión del brazo - Extensión del brazo 	
<p>Músculos tronco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recto abdominal - Erector Espinal 	<p>Músculos tronco:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flexión del tronco y apoyo anterior de la pelvis - Extensión del tronco y postura de la espalda inferior 	
<p>Cadera y piernas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuádriceps - Isquiotibiales - Gemelos - Soleo 	<p>Cadera y piernas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contracción excéntrica durante la flexión de la pierna - Contracción excéntrica durante la flexión del muslo - Contracción excéntrica durante la dorsiflexión del pie - Contracción excéntrica durante la dorsiflexión del pie 	

1.3.2.- Técnicas avanzadas

Las técnicas avanzadas del remate son modificaciones de la técnica básica. Estas modificaciones van en detrimento de la eficacia desde el punto de vista mecánico, pues o bien se reduce la altura de golpeo, o bien se reduce la velocidad del balón en el remate (Burchuck et al., 1993; Ureña, 1998).

Las técnicas avanzadas buscan crear una ventaja táctica ante el contrario y se ofrecen preíndices falsos al adversario, bien para engañarlos o bien para evitar su anticipación.

En función del tipo de variaciones que se realizan, se clasifican en dos grandes grupos; a) variaciones sobre el salto y b) variaciones sobre el golpeo.

a) *Variaciones sobre la técnica básica del salto en el remate.* Este tipo de variaciones se presentan de forma abreviada en la Tabla I-12.

Tabla I-12. Variaciones en la técnica del salto de ataque (modificado a partir de Burchuck et al., 1993 y Ureña 1998).

Tipo de variación	Descripción y efectos provocados
- Batida con una pierna	- Consiste en realizar el salto de remate con una sola pierna. Con este tipo de batidas se obtiene menor altura de salto, pero mayor velocidad en el balón rematado (Vint, 1994; Huang, 1999).
- Batida en profundidad	- Consiste en realizar el salto hacia delante. Con este tipo de saltos se pierde altura para ganar longitud. Se usa sobre todo en el ataque de zaguero, permitiendo a los jugadores realizar el golpeo más próximo a la red.
- Batida lateral	- Consiste en realizar un salto con cierto desplazamiento lateral respecto a la red, intentando fijar el bloqueo en el lugar de la batida y atacar ligeramente desplazado de dicho punto.
- Doble batida o tiempo diferencial	- Consiste en realizar un amago de salto, para provocar el salto del bloqueador, y saltar una vez que el bloqueador esté cayendo.

b) *Variaciones de la técnica básica que inciden sobre el golpeo.* Este tipo de variaciones se presenta de forma abreviada en la Tabla I-13.

El uso de estas técnicas tiene mayor eficacia al utilizarlas en función del bloqueo. Es decir, dirigir el balón hacia los espacios teóricamente cubiertos por el bloqueo, evitar el bloqueo adversario al dirigir el balón hacia los espacios

libres del mismo, o jugar contra el bloqueo para provocar el block-out (contacto-fuera, error de bloqueo).

El block-out se puede realizar por el exterior del bloqueo, por el interior, por encima o incluso se puede conseguir el punto al introducir el balón entre el bloqueo y la red.

Tabla I-13. Técnicas de variaciones en el golpeo de ataque (modificado a partir de Burchuck et al., 1993; Ureña, 1998 y, Selinger y Ackerman, 1985).

Tipo de variación	Descripción y efectos provocados
- Según forma de golpeo	<p>- <i>Una Finta</i>: es un golpeo suave al balón con la yema de los dedos para dirigirlo a zonas no cubiertas del bloqueo.</p> <p>- <i>Un golpeo fintado</i>: es un golpeo suave al balón con la palma de la mano para dirigirlo a espacios cubiertos por el bloqueo.</p> <p>- <i>Un golpeo cortado</i>: es un golpeo en el lateral del balón con el que se le puede imprimir diferentes rotaciones según la zona de contacto. Se suele usar para jugar contra el bloqueo.</p> <p>- <i>Un golpeo flotante</i>: es un golpeo seco en el centro del balón que evita provocar rotaciones sobre el mismo. Se suele usar para dificultar el control de la segunda línea defensiva.</p> <p>- <i>Un barrido o empuje</i>: es un golpeo con un ligero empuje al balón para provocar el block-out o dirigirlo a una zona concreta.</p>
- Según zona de contacto con el balón	<p>- Consiste en golpear al balón en distintas zonas, parte interior, exterior, en el centro, arriba o abajo, con el objetivo de jugar con el bloqueo.</p> <p><i>Golpeo interior</i>: en la zona más cercana al jugador.</p> <p><i>Golpeo exterior</i>: en la zona más alejada del jugador.</p> <p><i>Golpeo en el centro</i>: en la parte central del balón.</p> <p><i>Golpeo arriba</i>: en la parte superior del balón.</p> <p><i>Golpeo abajo</i>: en la parte inferior del balón.</p>

Las técnicas utilizadas para jugar contra el bloqueo, pueden mejorar su eficacia si se retrasa el momento del golpeo, de esta forma se consigue contactar con el bloqueador en la fase de caída, dificultando su acción.

Todas estas variaciones, pueden ser realizadas con modificaciones del tipo de armado del brazo, utilizando un armado circular, o un armado rápido (Zhang, 1999).

En el armado circular, el brazo de ataque se lleva hacia delante sólo hasta la altura de la cintura. Luego, el brazo comienza su movimiento hacia abajo y

circular en torno a la articulación del hombro en busca del balón. En el armado rápido no se realiza la torsión de hombros ni una extensión completa del mismo, con la intención de reducir el tiempo del armado.

Las técnicas avanzadas de ataque, pueden considerarse como recursos técnicos de los jugadores, utilizados con un objetivo táctico. De forma teórica, se podría decir que aquel jugador capaz de realizar el remate por encima del bloqueo, y con una velocidad “*incontrolable*” para los defensores, no necesitará de recursos técnicos para conseguir el punto.

El aprendizaje del remate debe partir del dominio de la técnica básica. Inicialmente, hay que orientar el entrenamiento hacia los aspectos claves de la eficacia mecánica. Posteriormente, cuando el jugador posea una alta automatización del gesto, será el momento de sumar recursos técnicos que puedan ser utilizados por lo jugadores, para adaptar sus acciones a las situaciones del juego.

1.4.- FACTORES MEJORABLES DE LA EJECUCIÓN DEL REMATE

Partiendo de la descripción realizada de la técnica básica del remate y de la eficacia mecánica, el rendimiento en su ejecución está determinado por la consecución de dos objetivos: máxima altura de golpeo y máxima velocidad del balón tras el golpeo (Figura I-16).

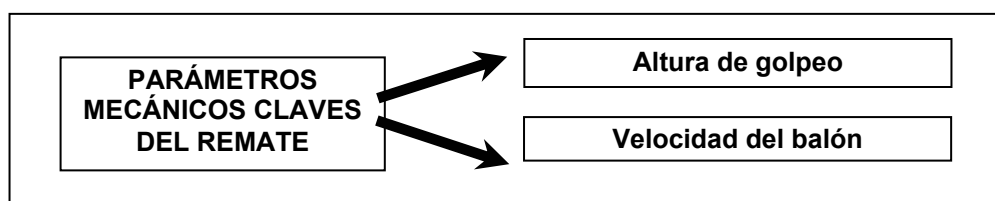


Figura I-16. Parámetros claves de la eficacia mecánica del remate.

En este apartado, se analizan los factores de los que depende la altura del golpeo y la velocidad del balón en el remate, señalando cuáles de ellos son mejorables mediante el entrenamiento.

1.4.1.- Altura de golpeo (altura del salto)

La altura del golpeo en el remate depende de la suma de las siguientes alturas (Figura I-17):

- La altura de despegue*, es la altura en la que se encuentra el centro de gravedad (Cg.) corporal del jugador, en el momento del despegue del suelo.
- La altura de vuelo*, es la altura máxima a la que se eleva el Cg. durante el vuelo, en el salto del remate.
- La altura de alcance*, es la comprendida entre el Cg. corporal y el balón, en el instante de tomar contacto con el balón.
- La pérdida de altura*, se trata de la altura de vuelo que se pierde durante el golpeo, podemos descartar esta altura al no incidir directamente sobre la altura de golpeo.

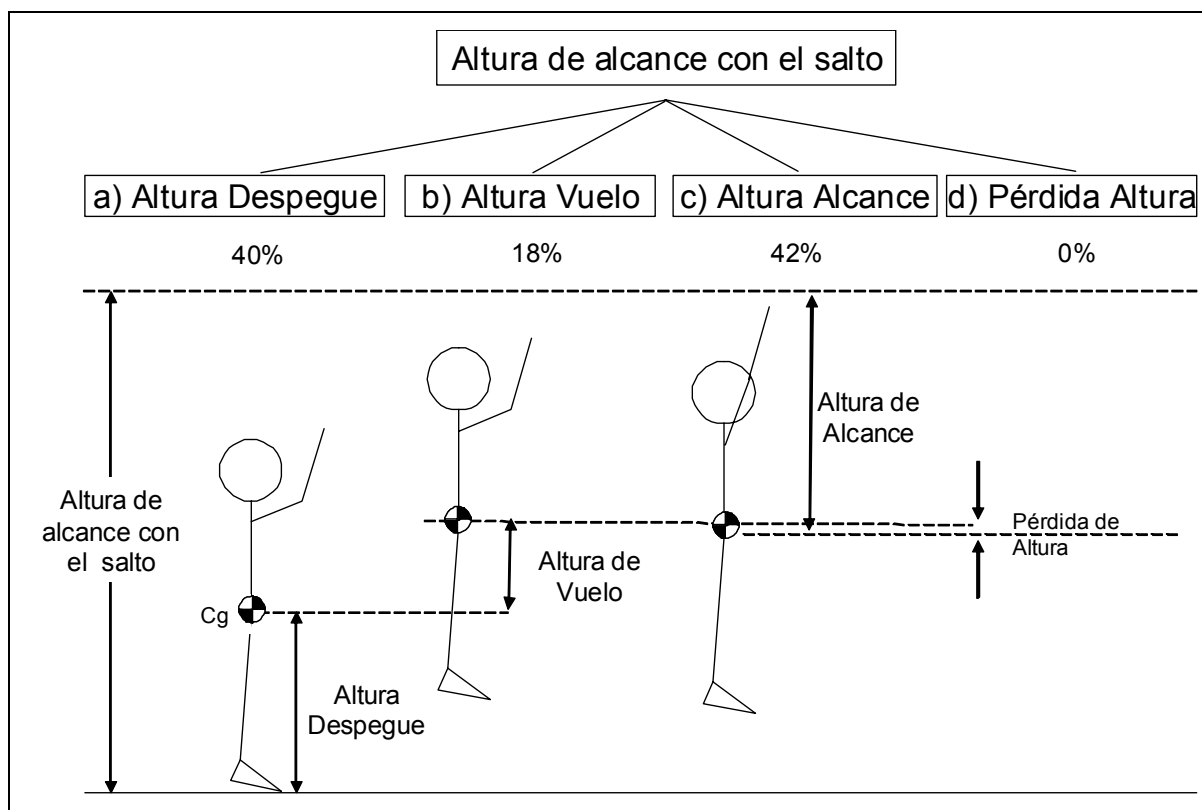


Figura I-17. Descomposición de las alturas que condicionan la altura de golpeo (adaptado de Gutiérrez et al., 1992 y de Vint, 1994).

La altura total del golpeo depende en un 40% de la altura de despegue, en un 18% de la altura de vuelo, y en un 42% de la altura de alcance (Vint, 1994).

Tanto la altura de *despegue* como la altura de *alcance*, están muy determinadas por las características antropométricas de los jugadores (Gutiérrez et al., 1992; Vint, 1994). En esta misma línea el estudio de Stamm, Veldre, Stamm, Thomson, Karma, Loco y Koskel, (2003) corrobora dicha afirmación, al señalar que entre el 70% y el 83% de la eficacia del remate, depende de las características antropométricas.

La altura de *vuelo* es por lo tanto, la componente que en mayor medida es modificable mediante el entrenamiento, pues depende de la capacidad de salto del jugador (Gutiérrez et al., 1992; Vint, 1994).

A su vez, de acuerdo con la mecánica, la altura del salto depende de la componente vertical de la velocidad en el momento del despegue (Gutiérrez, 1988). El aumento de esta velocidad es directamente proporcional al aumento de la fuerza aplicada durante la batida (Ecuación 4), ya que las otras dos posibilidades de mejorar la velocidad, es decir, reducir el peso corporal o aumentar el tiempo de aplicación de fuerzas, no son posibles.

$$F = m \times V/t \iff V = (Fxt)/m$$

“F” es la fuerza, “m” la masa, “V” la velocidad y “t” el tiempo.

Ecuación 4. Leyes físicas que explican la relación entre la velocidad de despegue, la fuerza, la masa y el tiempo.

Podríamos aumentar la velocidad reduciendo el peso corporal del deportista, pero el margen de reducción en deportistas de élite suele ser pequeño, pues sólo es posible reducirlo hasta obtener el peso idóneo de competición (González, 2000).

No es posible aumentar el tiempo de aplicación de fuerza ya que, si el objetivo es mejorar la velocidad y la $V=e/t$ (velocidad “v”, espacio “e” y tiempo “t”), entonces, un aumento de la velocidad de despegue, da lugar a una reducción del tiempo disponible en la aplicación de fuerza. Hay que tener en cuenta que el espacio

recorrido es constante, siempre que no se modifique la técnica, pues dicho espacio está determinado por el recorrido segmentario realizado durante la batida (González, 2000).

Se puede concretar diciendo que un entrenamiento enfocado hacia la mejora de la producción de fuerza en función del tiempo, posibilita aumentar la altura del salto (González, 2000), y con ella, la altura de golpeo.

El concepto de producir la mayor fuerza posible en función del tiempo, se conoce en el campo del entrenamiento como fuerza explosiva (González, 2000; Vittori, 1990), pero desde la mecánica, la relación entre la fuerza (F) y la velocidad (V) es la potencia ($P=F \times V$), por lo tanto el entrenamiento físico debe estar orientado hacia la mejora de la *potencia de salto* (Kawamori y Haff, 2004).

1.4.2.- Velocidad de golpeo

El segundo factor clave de la eficacia mecánica del rendimiento del remate, es la velocidad del balón tras el golpeo. Este factor depende directamente de: a) la transmisión de la velocidad de la mano al balón, y b) de la propia velocidad generada en la mano (Abrabi-Fard, 1999; Gutiérrez, 1994; Ivoilov, 1986; Vint, 1995).

a) *La transmisión de la velocidad de la mano al balón:* depende a su vez, de dos aspectos: de las características de deformación de la mano y del balón (Ivoilov, 1986), y del aprovechamiento del “efecto Magnus” por la rotación transmitida al balón hacia delante (Ivoilov, 1986; Kao et al., 1994).

Estos aspectos ya han sido analizados en el apartado de la descripción de la técnica básica, en la fase del golpeo, y ambos son únicamente mejorables mediante el dominio técnico.

b) *La velocidad de la mano* está determinada por los siguientes factores:

b1) La rápida extensión del codo y del hombro: es decir la potencia generada en estas acciones. En el apartado de la descripción técnica del remate se señaló que la velocidad de la mano depende en un 46% de la extensión del codo y en un 20,5% de la rotación del hombro, por lo tanto 66,5% de la velocidad final de la mano, está determinada por la potencia generada durante acción la musculatura implicada en ambos movimientos (Vint, 1995).

La correlación positiva de la velocidad de extensión del brazo con la velocidad final del balón, también ha sido confirmada por el estudio de Ferris et al. (1995).

Un factor que incrementa la potencia ($P=F \times V$) generada por la musculatura implicada en estos movimientos, es la torsión de hombros durante la fase de golpeo (Gutiérrez et al., 1994), pues se incrementa el espacio recorrido ($V=e/t$), aunque es preciso señalar que Coleman et al. (1993) no encontraron significación de este factor con la velocidad del balón.

b2) La coordinación muscular durante la ejecución de la cadena cinética del golpeo: la velocidad final de la mano, es la resultante de la suma de la aportación de cada uno de los segmentos corporales que participan en el golpeo (Figura I-11, pp. 24).

La adecuada coordinación temporal de contracción de la musculatura agonista (acción a favor del movimiento realizado), y la relajación de la antagonista (acción en contra del movimiento), posibilita el aumento de potencia generada (Bompa, 2000). Además, esta potencia se incrementa por la acción del ciclo estiramiento-acortamiento que se produce en cada uno de los grupos musculares que intervienen en la cadena cinética del golpeo (Gutiérrez et al., 1994).

La importancia de este ciclo estiramiento-acortamiento, se ha comprobado en disciplinas deportivas afines, con cadenas cinéticas similares, como en el lanzamiento de balonmano (Jöris et al., 1985), en el lanzamiento de jabalina (Campos, 1993) o en el golpeo de kárate (Voigt y Klausen, 1990).

b3) *El alcance del jugador*, considerándolo como la distancia entre el centro de gravedad del sujeto y el lugar del golpeo (Ferris et al., 1995; Gutiérrez et al. 1994).

La distancia entre el centro de gravedad del sujeto y el lugar del golpeo es un factor determinante, pues la velocidad tangencial de la mano, depende de la velocidad angular del sistema (cuerpo humano) y del radio de giro (Figura I-18). Por lo tanto, cuanto mayor sea el radio de giro, en este caso la distancia entre el centro de gravedad y la mano, mayor será la velocidad de la mano.

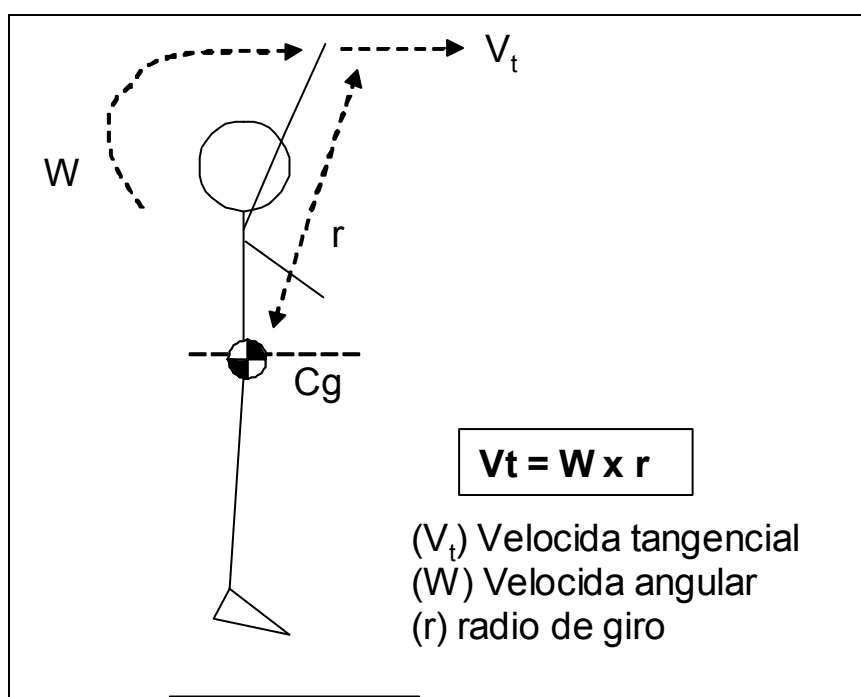


Figura I-18. Componentes de la velocidad tangencial de la mano (adaptado de Gutiérrez et al., 1994).

El alcance no es mejorable mediante el entrenamiento, pues depende de las características antropométricas del jugador (a partir del dominio técnico adecuado).

La rotación transmitida al balón en la fase de golpeo, la torsión de hombros y la coordinación temporal de la cadena cinética durante la fase de preparación del golpeo, son aspectos mejorables mediante el entrenamiento técnico. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en jugadores de alta automatización técnica, los cambios en la ejecución suelen ser difíciles y se corre el riesgo de empeorar el rendimiento de la acción.

Mediante el entrenamiento físico dirigido al desarrollo de la *potencia muscular del tren superior*, es posible optimizar la coordinación intramuscular, la intermuscular (Binkley, 2004; Bompa, 2000 pp. 146), y el aprovechamiento de la energía elástica generada durante el ciclo estiramiento-acortamiento (Bosco, 1985). Mejorar estos factores repercute positivamente sobre el incremento de la velocidad de la mano de golpeo.

1.5.- ENTRENAMIENTO FÍSICO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DEL REMATE

En el apartado anterior se ha señalado, que tanto para aumentar la altura del salto como la velocidad de la mano de golpeo, es preciso desarrollar la potencia muscular (Kawamori y Haff, 2004). Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza orientado hacia el incremento de la potencia, es el aspecto clave para mejorar los dos factores más determinantes del rendimiento del remate.

En este apartado se describen: 1) los criterios de referencia generales a tener en cuenta en el momento de realizar el diseño de los programas de entrenamiento de fuerza, 2) los criterios de referencia específicos en la priorización del trabajo de fuerza para mejorar la altura del salto y la velocidad del balón en el remate, 3) los factores sobre los que incide el desarrollo de la potencia, 4) los métodos de entrenamiento utilizados en el desarrollo de la potencia, 5) los estudios desarrollados en el ámbito específico del voleibol para aumentar la altura del salto, y 6) los estudios desarrollados en voleibol, para aumentar la velocidad del balón en el remate.

1.5.1.- Criterios de referencia generales en el diseño del entrenamiento de potencia

Para diseñar cualquier programa de entrenamiento de fuerza, inicialmente hay que establecer el objetivo del mismo. Este objetivo se establece a partir del análisis del deporte o de la acción sobre la que se quiere incidir, es decir, es necesario considerar los requerimientos energéticos, los movimientos específicos la experiencia de los deportistas y la prevención de lesiones (Figura I-19).

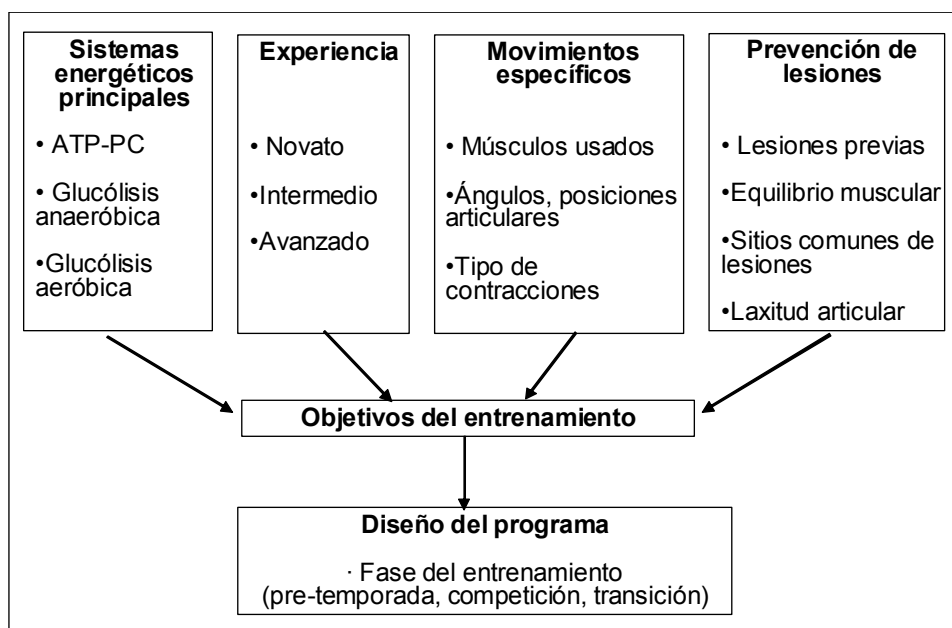


Figura I-19. Criterios para en el diseño de programas de entrenamiento (adaptado de Binkley 2004).

a) *Sistemas energéticos principales.* El voleibol es un deporte acíclico, en el que se realizan acciones de alta intensidad de corta duración, con amplios periodos de recuperación (Tabla I-1, pp. 1). Las acciones de alta intensidad emplean la energía generada mediante el sistema anaeróbico aláctico, no entrando en una fase láctica porque durante los periodos de recuperación, se regenera el ATP gastado. En la Tabla I-14, se muestran las directrices del entrenamiento interválico para el voleibol, en función del sistema energético requerido.

Tabla I-14. Directrices del entrenamiento interválico para voleibol (Fox et al., 1988, citado por Cisar y Corbelli, 1989).

Sistema de energía entrenado	Tiempo trabajo	Series por sesión	Repeticiones por serie	Ratio W:D	Tipo de recuperación
Fosfágenos (ATP-PC)	0"-25"	3-4	8-10	1:3	Pasiva
Glucólisis Anaeróbica láctica	30"-70"	3-5	5	1:3	Activo
	75"-80"	2	5	1:2	Activo
Glucólisis aeróbica (Oxidación de hidratos de carbono)	90"-120"	1-2	4-6	1:2	Activo
	170"-180"	1	4	1:1	Pasivo

Nota: "W:D", es la ratio trabajo:descanso. Recuperación *pasiva* significa descanso con acciones como estirar o caminar, recuperación *activa* se refiere a acciones como carrera continua suave.

- b) *Experiencia de los deportistas.* En la planificación del trabajo orientado al desarrollo de la potencia, es preciso tener en cuenta el nivel de los deportistas (Binkley, 2004; Bompa, 2000; Bosco, 2000; Sif y Verkhoshansky, 2000; Van den Tillar, 2004). En deportistas jóvenes o poco entrenados, resulta fácil mejorar los niveles de fuerza, y con ello, la altura del salto o la velocidad del lanzamiento (Bauer, Thayer y Bras, 1990; DeRenne, Ho y Murphy, 2001; González, 2002. pp.295; Fowler, Trazaskoma, Wit, Iskra y Lees, 1995;). En cambio, en deportistas altamente entrenados, con buenos niveles de fuerza máxima, necesitan un entrenamiento más específico orientado al incremento de la velocidad, para mejorar la potencia (DeRenne, Ho y Murphy, 2001; González, 2002, pp. 193; Häkkinen, Pakarinen, Alrn, Kauhane y Komí, 1988).
- c) *La especificidad del entrenamiento.* Cuando el objetivo es el desarrollo de la potencia muscular, los ejercicios deben ser específico para los movimientos realizados en competición. Los ejercicios seleccionados para su desarrollo, deben cumplir con los patrones específicos de las acciones técnicas realizadas en competición, es decir, deben trabajar la misma musculatura, en ángulos similares y con los mismos tipos de contracciones.
- d) *Prevención de lesiones.* Un objetivo implícito en el trabajo de fuerza, es prevenir posibles lesiones, y no provocarlas. Antes de seleccionar los ejercicios hay que conocer el historial de lesiones de los jugadores, comprobar la laxitud articular, y analizar los puntos comunes de lesiones en cada deporte. Este análisis, permitirá programar con mayor precisión la progresión del entrenamiento.

1.5.2.- Criterios de referencia en la periorización del programa de fuerza para mejorar la altura del salto y de la velocidad del balón en el remate

Una vez establecido el objetivo del entrenamiento, y partiendo del análisis previo de estos cuatro aspectos, llega el momento de diseñar el programa de entrenamiento, donde es preciso desarrollar una progresión en función de la fase de la temporada, pre-temporada, periodo de competición y periodo de transición (Figura I-19).

Kraemer y Newton (1994) describen el proceso de periorización tradicional de entrenamiento de fuerza para mejorar la altura del salto, en función del momento de la temporada (se ha utilizado la clasificación de las manifestaciones de fuerza descrita por Vittori, 1990)¹:

- a) *En la fase de pretemporada de preparación general*, se pretende mejorar los niveles de fuerza máxima, primero con un trabajo con pesas orientado al desarrollo de la masa muscular, y después orientado al desarrollo de los factores neuromusculares. Como medios de trabajo se recomiendan el uso de ejercicios como la sentadilla y la prensa de piernas.

- b) *En la fase de pretemporada de preparación específica*, la mejora de la fuerza lograda con el trabajo de la fase anterior, debe dar paso a la conversión de la mejora de la potencia, se pretende mejorar la fuerza explosiva y la fuerza elástica explosiva. En esta fase se utilizan dos métodos, el entrenamiento con pesas y el pliométrico simple. En el entrenamiento con pesas, se recomienda el uso del squat y de la prensa de piernas con cargas que permitan una rápida aceleración en la fase concéntrica, mientras que la fase excéntrica se realiza de forma lenta para evitar lesiones.

¹ Clasificación de las manifestaciones de fuerza de Vittori (1990)

Fuerza máxima dinámica: es la fuerza necesaria para realizar 1RM en un solo movimiento

Fuerza explosiva: es la máxima fuerza ejercida en el menor tiempo posible, a máxima velocidad

Fuerza explosiva elástica: es la fuerza generada por unidad de tiempo con la actuación del CEA

Fuerza explosiva elástica reactiva: igual a la anterior pero más rápida activando la vía refleja.

c) *En la fase precompetitiva*, se pretende mejorar la fuerza reactiva mediante el uso de ejercicios que afecten a los factores nerviosos y que activen el ciclo de estiramiento-acortamiento. Se recomienda el uso de ejercicios de pesas con cargas ligeras (30-60% de 1RM) que permitan la realización del salto completo y ejercicios pliométricos. Los ejercicios deben ser con movimientos que provoquen contracciones similares a las de competición.

d) *En la fase de competición*, se pretende mantener durante el mayor tiempo posible los niveles de potencia adquiridos en la fase anterior. Como medio de entrenamiento se usa sobre todo ejercicios específicos de competición, alternando sesiones de pesas con cargas altas y ligeras. En el caso concreto del voleibol, se utilizan saltos de remate.

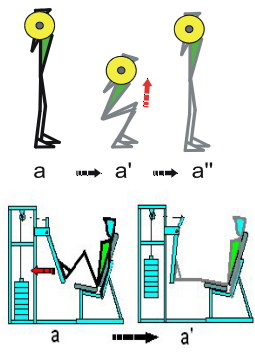
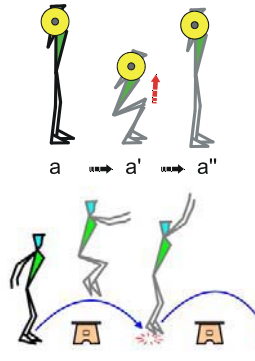
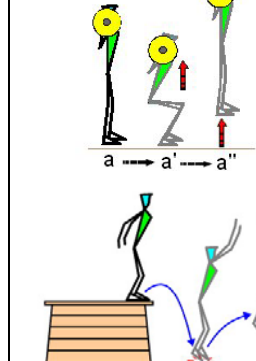
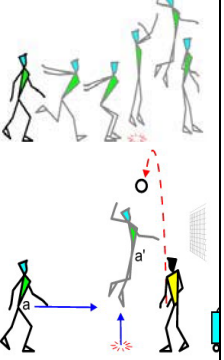
Fuerza máxima	Fuerza explosiva y elástico explosiva	Fuerza reactiva	Gesto real
- Hipertrofia (6RM) - Factores nerviosos (1-3RM)	- Potencia (30-60% 1RM) - Pliometría bajo impacto	- Pliometría alto impacto	- Saltos específicos
			
- Sentadilla - Prensa piernas	- Sentadilla - Multisaltos (CMJ)	- Saltos con sobre peso - Drop jump	- Salto remate

Figura I-20. Progresión tradicional del entrenamiento para mejorar la altura del salto.

Respecto al tren superior, en la Figura I-21 se muestran los ejercicios que se realizan de forma más usual, en las propuestas de diversos autores, para mejorar la velocidad del remate (Cisar y Corbelli, 1989; Cometti, 1998; González, 2002, pp. 303). Estas propuestas, siguen una evolución similar a la periodización del trabajo de fuerza planteado para el tren inferior.

Inicialmente en ambas programaciones, se realiza un trabajo que afecta a los factores morfológicos (hipertrofia) del deportista, y se finaliza con un trabajo específico de potencia que incide sobre todo en los factores nerviosos de la musculatura (Cometti, 1998; Kraemer y Newton, 1994).

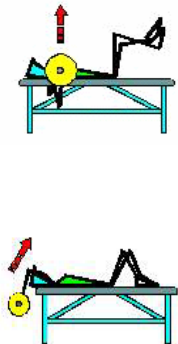
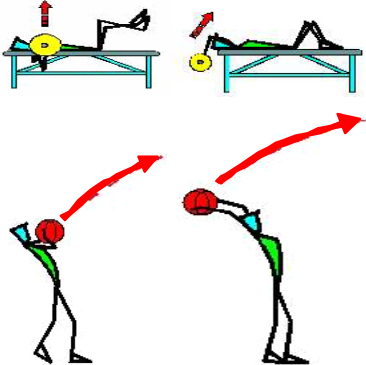
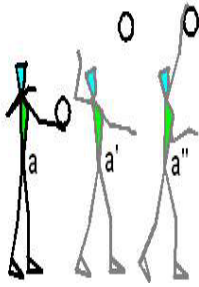
Fuerza máxima	Fuerza explosiva y elástico explosiva	Gesto real
<ul style="list-style-type: none"> - Hipertrofia (6RM) - Factores Nerviosos (1-3RM) 	<ul style="list-style-type: none"> - Potencia (30-60% 1RM) - Pliometría bajo impacto 	<ul style="list-style-type: none"> - Golpeo específico
		
<ul style="list-style-type: none"> - Press de banca - Pull-over 	<ul style="list-style-type: none"> - Press de banca, pull-over - Lanzamiento de balón medicinal desde el pecho y por encima de la cabeza 	<ul style="list-style-type: none"> - Remate sin salto

Figura I-21. Evolución de los principales ejercicios de fuerza del tren superior propuestos para la mejora del remate.

1.5.3.- Factores que influyen en el desarrollo de la potencia

El éxito del trabajo de fuerza, se consigue cuando el estímulo de entrenamiento es el adecuado para el objetivo buscado. En el caso de la potencia muscular, el estímulo adecuado de entrenamiento lo marca el hecho de trabajar a la máxima velocidad posible. Es decir, la potencia se puede mejorar con cualquier carga de trabajo, siempre que se realice a máxima velocidad (Cometti, 1998; González, 2002, pp.220).

Cuando se trabaja con cargas bajas, el jugador debe estar altamente concentrado, si esto no es así, puede reducir la intensidad de los ejercicios y no trabajar a máxima velocidad, no logrando el efecto de entrenamiento deseado (Newton y Kraemer, 1994). Con el fin de controlar la calidad de los esfuerzos de los deportistas, en los últimos años se han desarrollado distintos instrumentos (el

Biorrobot, el Isocontrol, el MuscleLab) que alertan al jugador o al entrenador cuando las ejecuciones de los ejercicios no se efectúan a la potencia mínima exigida.

El uso de estos instrumentos no sólo permite controlar la calidad de los esfuerzos realizados, sino también, individualizar el entrenamiento y evitar la ejecución de repeticiones que no conlleven a las adaptaciones fisiológicas deseadas (Egger, Astrua y Padullés, 1995).

El desarrollo de la potencia parece estar influenciado por los siguientes factores fisiológicos (Bosco, 1985; Bosco, 1988 y Bosco, 2000):

- a) *La frecuencia de los impulsos nerviosos que llegan al músculo desde el cerebro.* Los ejercicios realizados para mejorar la potencia, deben generar frecuencias de impulsos altas, capaces de estimular a las fibras rápidas. Frecuencias de 100-120 Hz según González y Gorostiaga (1995) o de 125-150 Hz. según Cometí (1998).
- b) *El número de fibras musculares a las que se envían los mensajes.* Cuanto mayor sea el número de fibras estimuladas al mismo tiempo, mayor será la fuerza generada. El entrenamiento provoca la inhibición de las células Renshaw, esta inhibición permite actuar de forma sincronizada a un número mayor de fibras musculares.

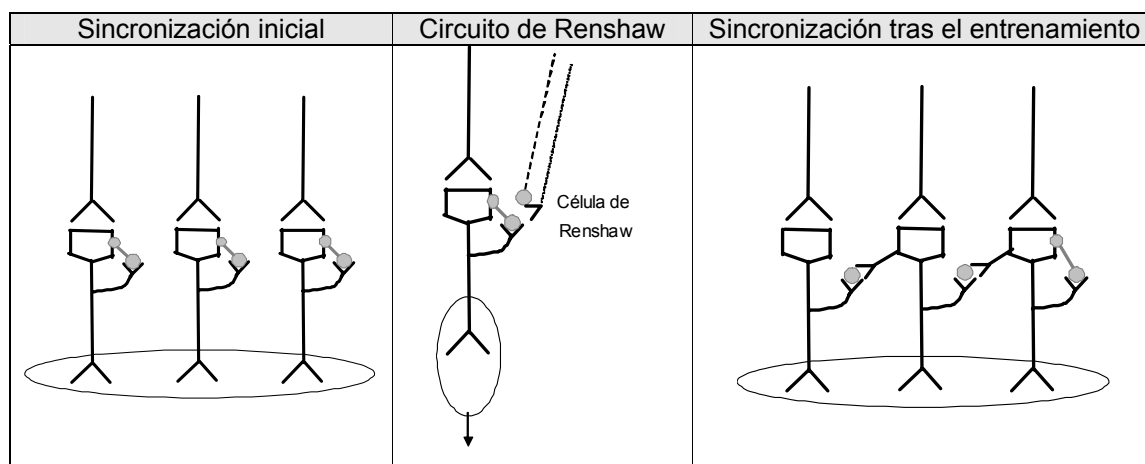


Figura I- 22. Procesos seguidos en la sincronización nerviosa (adaptados de Cometti, 1988).

c) *La influencia del biofeedback de las células Renshaw, de los propioceptores (o husos musculares), de los corpúsculos tendinosos de Golgi, de los receptores articulares, etc. a nivel espinal o supraespinal. Los movimientos que provocan un rápido estiramiento muscular, dan lugar a la estimulación de los husos musculares que mediante el llamado reflejo “miotático” (Figura I-23), puede aumentar la potencia de la contracción concéntrica.*

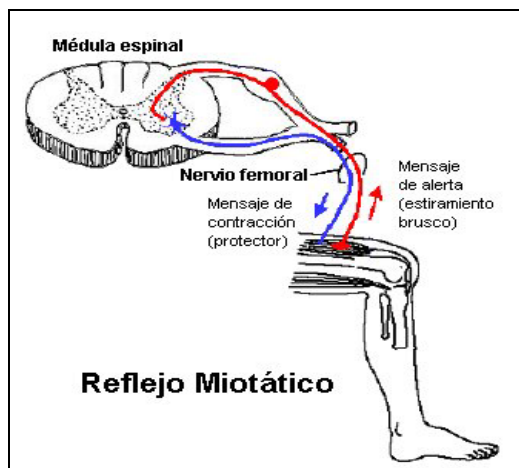

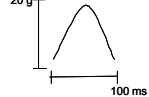
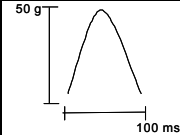





Figura I-23. Representación gráfica del proceso seguido por el reflejo miotático (García Villalón, Web página docente).

d) *Los tipos de fibras estimuladas (rápidas, intermedias o lentas). Las fibras rápidas posibilitan generar mayor potencia (Tabla I-15).*

Tabla I-15. Características de las fibras musculares (adaptado de Cometti, 1998).

Denominación	Tipo I	Tipo IIa	Tipo IIb
Características	Lentas	Rápidas	Rápidas
Tensión muscular			
Metabolismo	aeróbico	aeróbico anaeróbico	anaeróbico
Vascularización			
Mioglobina	+++	++	+
ATPasa	+	++	+++
Glúcidos	+++	+++	+
Lípidos	+++	+	-
Índice de fatiga	0,8 – 1,2	0 - 0,8	0 – 0,8
Talla de una fibra	+	++	+++
Número de miofibrillas por fibra	+	++	+++

e) *El diámetro y fuerza de cada una de las fibras musculares.* El entrenamiento de potencia puede incrementar el volumen de las fibras de contracción rápida (Figura I-24), provocando una hipertrofia muscular (Kraemer, Nindl, Ratamess, Gotshalk et al., 2004).

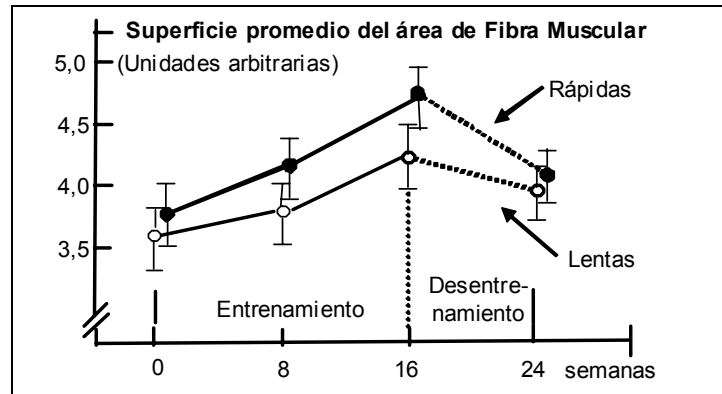


Figura I-24. Áreas de superficies de las fibras musculares, durante el entrenamiento de fuerza y el desentrenamiento (tomado de Häkkinen, 1989).

f) *La utilización de la energía elástica* durante la activación muscular del ciclo estiramiento-acortamiento. En las acciones en las que se realiza un ciclo estiramiento-acortamiento, se produce un almacenamiento de energía durante la contracción excéntrica, debido al estiramiento del elemento elástico muscular en serie (Figura I-25). Esta energía, incrementa posteriormente la potencia de contracción en la fase concéntrica del movimiento.

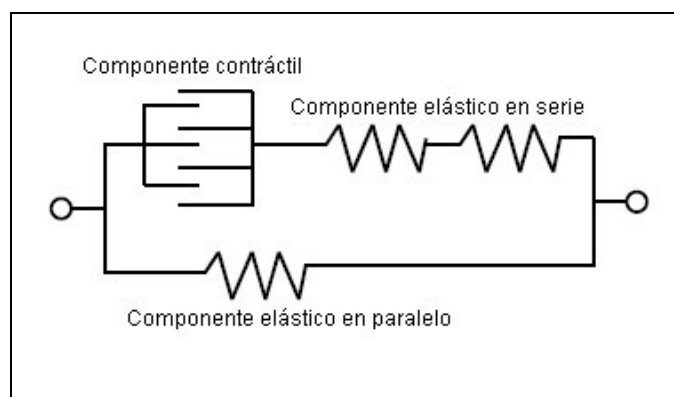


Figura I-25. Representación gráfica de los componentes musculares (Bosco, 1994).

g) *El estado de entrenamiento en el que se encuentre la fibra muscular.* Esto influye tanto en el comportamiento neuromuscular como en el metabólico de la misma fibra.

h) *Coordinación intermuscular*. Este factor no incluido en la clasificación de Bosco (2000), es considerado por Bompa (2000) como otro de los aspectos que influyen en el desarrollo de la potencia. La perfecta cooperación de los músculos agonistas (contracción) y antagonistas (relajación), posibilita el aumento de la eficacia del movimiento. La mejora de la coordinación intermuscular se producirá si dentro del trabajo de potencia, se realizan ejercicios específicos del deporte o de la técnica a desarrollar.

En función del método de trabajo de fuerza, utilizado para el desarrollo de la potencia, se incidirá más sobre unos factores u otros.

1.5.4.- Métodos de trabajo de fuerza para mejorar la potencia

En este apartado se describen inicialmente, los métodos para el desarrollo de la fuerza en general, y después, los métodos utilizados de forma específica en el desarrollo de la potencia.

A) Métodos de desarrollo de la fuerza. El desarrollo de la fuerza, precisa crear tensiones máximas. En función de este criterio, los métodos de entrenamiento se clasifican en dos grupos, según usen cargas máximas o cargas no máximas (Figura I-26)

a) *Cargas máximas*. El método que utiliza este tipo de cargas se denomina “método de esfuerzos máximos”, y consiste en trabajar con cargas que sólo permiten la realización de 1 a 3 Repeticiones Máximas (RM). El trabajo se realiza con cargas del 90% del máximo, entendiendo que la carga máxima (100%) es aquella que sólo permite realizar una repetición (1RM).

Este método pretende aumentar los niveles de fuerza, a partir de una mejora de los factores nerviosos (Cometti, 1998).

b) *Cargas no máximas*. En este grupo se diferencian dos métodos de trabajo:

- b1. Esfuerzos repetidos. Consiste en trabajar, con una carga no máxima, tantas repeticiones como sean necesarias para lograr la fatiga muscular. Este método de trabajo pretende incrementar los niveles de fuerza, a partir de una mejora de los factores morfológicos, es decir, aumento de la hipertrofia muscular (Cometti, 1998)
- b2. Esfuerzos dinámicos. La clave del efecto de este tipo de entrenamiento no reside totalmente en la carga de trabajo, sino en la velocidad de ejecución. Este método está más relacionado con la mejora de la velocidad de contracción que con el aumento de la fuerza muscular.

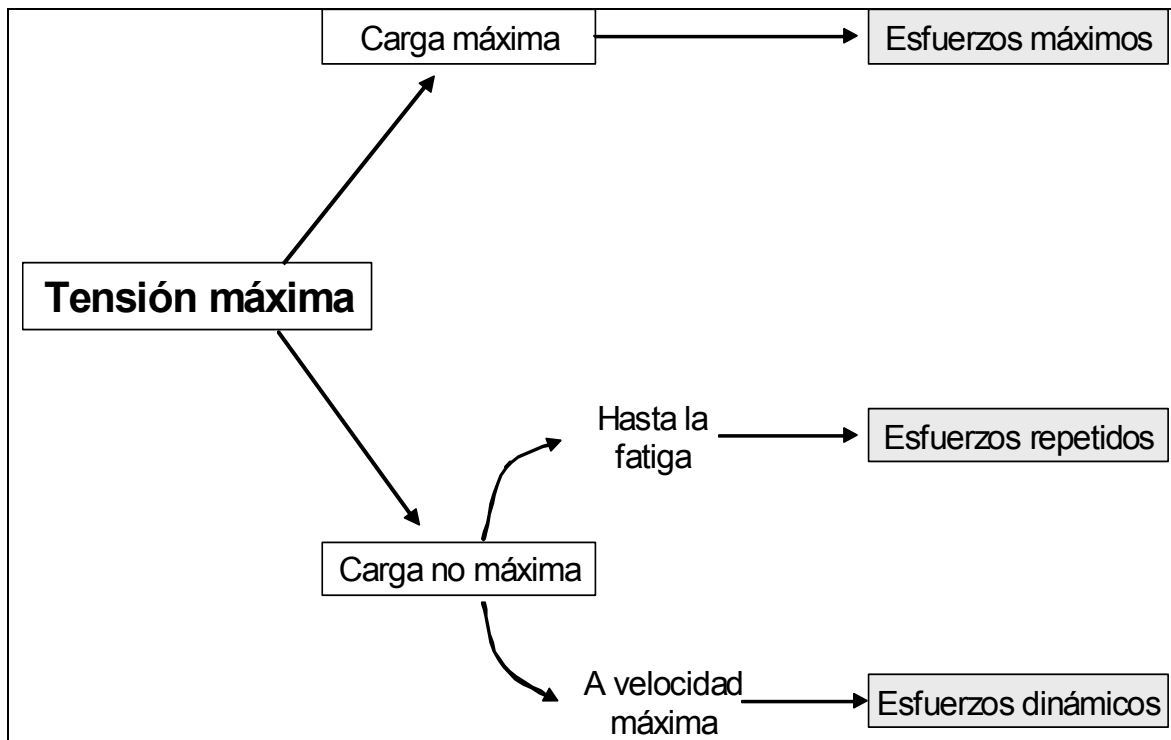


Figura I-26. Métodos de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza (Zatsiorski, 1966, tomado de Cometti, 1988).

Estos métodos de trabajo se pueden realizar con diferentes tipos de contracciones musculares (Cometti, 1988; Cometti, 1998). Por lo tanto, en función del tipo de contracción muscular utilizada se distinguen cuatro tipos de entrenamiento (Figura I-27):

- a) *Entrenamiento isométrico*: cuando se realizan contracciones musculares sin producir movimiento alguno.

b) *Entrenamiento anisométrico*: cuando las contracciones musculares producen el desplazamiento de las palancas articulares. Este tipo de entrenamiento puede darse de tres formas:

b1. Concéntrico: cuando el movimiento provocado por la contracción muscular aproxima los puntos de inserción, es decir, el músculo se acorta.

b2. Excéntrico: cuando el movimiento realizado provoca un alejamiento de las inserciones musculares durante la contracción muscular, es decir, el músculo se estira.

b3. Pliométrico: en este caso, debido al tipo de movimiento que se realiza, algunos autores prefieren hablar de “*ciclo estiramiento-acortamiento*” (Knuttgen y Kraemer, 1987). Realmente el trabajo pliométrico se basa en la combinación de dos contracciones, una contracción excéntrica seguida de forma inmediata, de otra concéntrica. Esta combinación es lo que provoca el ciclo estiramiento-acortamiento (Cometti, 1988)

Para que el movimiento se considere pliométrico, el paso de la fase excéntrica a la concéntrica debe ser muy rápido, pues si se realiza una marcada parada entre ambas fases, la secuencia del movimiento pierde eficacia.

c) *Entrenamiento con electroestimulación*: para Cometti (1998), las contracciones producidas por electroestimulación provocan efectos tan perturbadores como los otros tipos de contracciones musculares, por eso las incluye dentro de los métodos de entrenamiento.

d) *Entrenamiento Isokinético*: aunque no está incluido dentro de la clasificación de Cometti (1998), este tipo de entrenamiento se basa en contracciones que permiten una velocidad constante durante todo el movimiento (Knuttgen y Kraemer, 1987; Bompa, 2000). Este método es muy útil en deportes como la

natación, donde el agua representa una resistencia constante durante todo el movimiento. El desarrollo de dicho método de entrenamiento, requiere aparatos que permitan mantener constante la velocidad del movimiento.

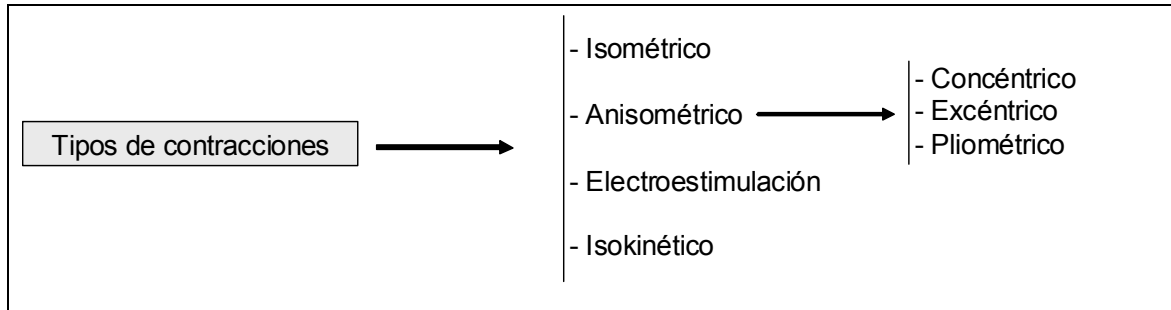


Figura I-27. Tipos de contracciones musculares (modificado de Cometti, 1998).

B) Métodos específicos de desarrollo de la potencia muscular. El trabajo de potencia busca actuar ante todo sobre los factores nerviosos, por esta razón, se aconseja que cualquier trabajo de potencia se realice en ausencia de fatiga. Se recomienda plantear el entrenamiento de la potencia al principio de cada sesión, tras un calentamiento apropiado (Newton y Kraemer, 1994).

Siguiendo a Bompa (2000), se presenta la descripción de los métodos específicos empleados para el desarrollo de la potencia muscular. Estos métodos estarían incluidos dentro de los métodos de esfuerzos dinámicos, descritos anteriormente:

a) *Método isotónico¹ o anisométrico.* Representa uno de los métodos más utilizados de entrenamiento para el desarrollo de la potencia. Consiste en desplazar tan rápido como sea posible las cargas que representan, las pesas libres, las máquinas de musculación o cualquier otro equipamiento que permita al sujeto mover la carga con aceleración. En la Tabla I-16, se muestran las características generales de este método de entrenamiento.

⁷. Weineck (1988, pp. 172) indica que el término *anisométrico* es más correcto que el uso del término isotónico, ya que en los movimientos humanos no existen realmente contracciones isotónicas.

Tabla I-16. Características metodológicas del método anisométrico (tomado de Bompa 2000).

Nº	Parámetros de entrenamiento	Trabajo
1	Carga: movimientos cíclicos movimientos acíclicos	30-50% 50-80%
2	Número de ejercicios	2-4
3	Series por sesión	3-6
4	Repeticiones por serie	4-10
5	Intervalo de descanso	2-6 min.
6	Ritmo/velocidad de ejecución	Dinámica/rápida
7	Frecuencia semanal	2-3

b) *Método balístico.* Se caracteriza por utilizar cargas ligeras como balones medicinales, gomas elásticas o los propios implementos de competición (jabalina, balones de juego, etc.). Ante estos implementos, la fuerza del deportista es claramente superior a la carga y los movimientos se realizan a gran velocidad, es decir de forma balística. Con este tipo de entrenamiento se favorece particularmente el desarrollo de la coordinación intermuscular, pues se realizan movimientos muy similares a los de competición. En la Tabla I-17 se muestran las características generales de este método de entrenamiento.

Tabla I-17. Características metodológicas del método balístico (tomado de Bompa 2000).

Nº	Parámetros de entrenamiento	Trabajo
1	Carga	Estándar
2	Número de ejercicios	2-5
3	Series por sesión	3-5
4	Repeticiones por serie	10-20
5	Intervalo de descanso	2-3 min.
6	Ritmo/velocidad de ejecución	Explosivo
7	Frecuencia semanal	2-4

Un caso particular de entrenamiento del método balístico, es el denominado "*método de efecto variable*" (Kuznetsov, 1979). Este método consiste en trabajar los gestos técnicos de competición, alternando el trabajo con cargas ligeramente superiores e inferiores a las de competición.

En el caso del salto, se puede aligerar la carga de los sujetos colgándolos con gomas elásticas, y se puede sobrecargar utilizando pequeños lastres (chalecos, tobilleras, etc.). En el caso del lanzamiento, se puede incrementar o reducir ligeramente el peso de los implementos utilizados en competición

(balones, jabalinas, discos, etc.). En cambio, en el caso del entrenamiento de los golpes, se desaconseja modificar el peso del implemento de competición, ya que puede aumentar el riesgo de lesiones debido al el stress sufrido por las articulaciones en el momento del golpeo (García, 1999, pp. 340).

c) *Método de potencia resistida*. Este método consiste en la combinación de tres métodos; anisométrico, isométrico y balístico. El movimiento se inicia con una determinada carga, a mitad del movimiento se incrementa la carga, obligando al deportista a realizar una contracción isométrica máxima, tras 3-4 segundos, se retira la carga provocando un movimiento balístico. En la Tabla I-18 se muestran las características generales de este método de entrenamiento.

Tabla I-18. Características metodológicas del método de potencia resistida (tomado de Bompa 2000).

Nº	Parámetros de entrenamiento	Trabajo
1	Carga	Relacionada con el ejercicio
2	Número de ejercicios	2-4
3	Series por sesión	3-5
4	Repeticiones por serie	4-8
5	Intervalo de descanso	2-4 min.
6	Ritmo/velocidad de ejecución	Explosivo
7	Frecuencia semanal	1-2

d) *Método pliométrico o ciclo estiramiento-acortamiento*. Este método de entrenamiento se basa en provocar contracciones musculares que activen el ciclo estiramiento-acortamiento.

El entrenamiento con ejercicios que activan el ciclo de estiramiento-acortamiento, incide sobre la fisiología de la musculatura permitiendo (Cometti, 1997):

- Desarrollar fuerzas superiores a las contracciones máximas voluntarias (de ½ a 2 veces la fuerza máxima voluntaria).
- Disminuyendo las inhibiciones sobre el reflejo miotático.
- Elevando el umbral de los receptores de Golgi.
- Mejorando la sensibilidad del huso neuromuscular.
- Disminuyendo el tiempo de acoplamiento entre fase excéntrica y concéntrica.
- Aumentando la rigidez muscular.

Según Cometti (1998), el entrenamiento pliométrico incide sobre los factores nerviosos para mejorar los niveles de fuerza, siendo el método que menor efecto tiene sobre la hipertrofia muscular (Figura I-28).

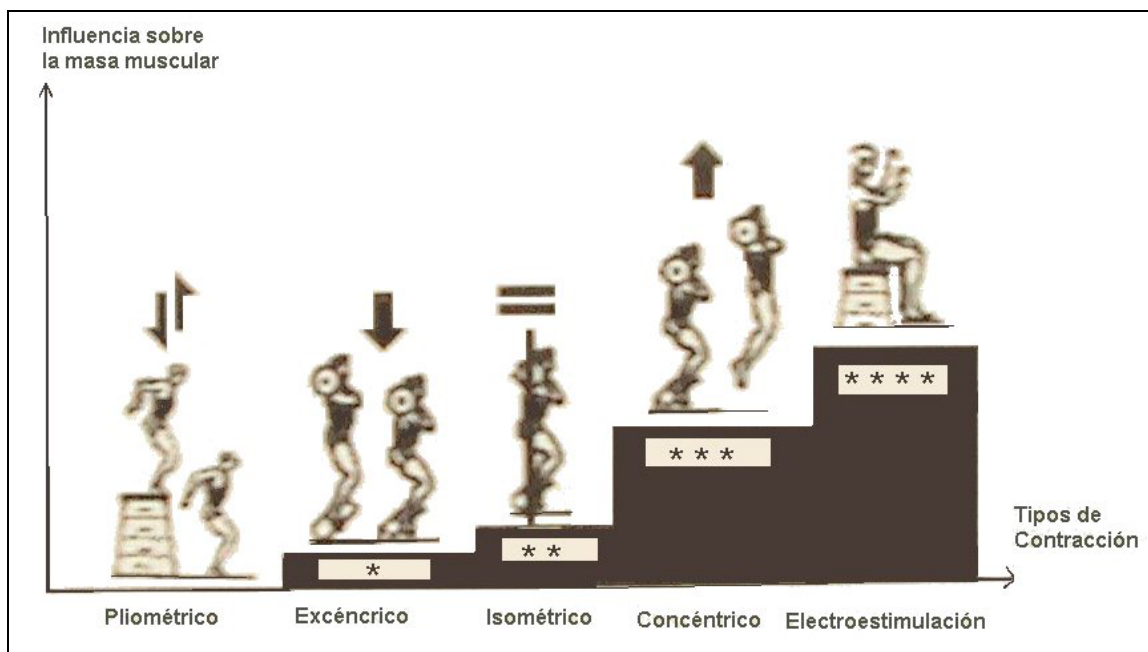


Figura I-28. Efecto de los métodos de entrenamientos según el tipo de contracción sobre la hipertrofia muscular (tomado de Cometti, 1998).

Estos ejercicios se clasifican en dos grandes grupos, en función del nivel de impacto creado sobre el sistema neuromuscular; ejercicios de bajo impacto y ejercicios de alto impacto (Tabla I-19).

Tabla I-19. Tipos de ejercicios pliométricos según el nivel de impacto (tomado de Bompa, 2005).

Ejercicios de bajo impacto	Ejercicios de alto impacto
<ul style="list-style-type: none"> • Saltos con una pierna. • Saltos con cuerda. • Saltos con escalones bajos, subir y caer con el mismo pie. • Saltos sobre bancos bajos (25-35 cm.). • Lanzamientos de balones medicinales (2-4 kg). • Tracciones con tubo quirúrgico. • Lanzamiento de implementos livianos (ejem. pelota béisbol). 	<ul style="list-style-type: none"> • Saltos en profundidad y triple salto • Saltos sobre cajones (hacia arriba) o desde cajones (hacia abajo) > de 35 cm. • Saltos con escalones altos, subir y caer con el mismo pie. • Saltos sobre bancos bajos pero > de 35 cm. • Lanzamientos de balones medicinales (5-6 kg). • Lanzamiento de implementos pesados • Saltos con caída elevada y saltos reactivos • Tensión muscular de "shock" (choque) inducida por máquinas.

A la hora de incorporar ejercicios pliométricos en un programa de entrenamiento hay que tener presente los siguientes factores:

- d1. La edad y desarrollo físico de los deportistas. El impacto causado a nivel muscular de estos ejercicios, requiere tener cierta precaución en deportistas jóvenes, es preciso tener un buen desarrollo de fuerza básica. Como índice de fuerza necesaria antes de realizar el trabajo pliométrico en el tren inferior, deportista debe ser capaz de realizar un squat con 1-1/2 a 2-1/2 del peso corporal o ser capaz de realizar 5 repeticiones del squat en menos de 5" con el 60% del peso corporal. Para el tren superior indican que deben ser capaz de realizar el press de banca con 1-1/2 del peso corporal, pero si los sujetos pesan más de 90kg, se les pide hacer el press de banca con 90kg (Ebben y Watt, 1998; García, Navarro y Ruiz, 1996).
- d2. Los gestos mecánicos y la técnica de los ejercicios pliométricos. Los deportistas deben conocer la base de la eficacia en la realización de los ejercicios pliométricos, y dominar la secuencia mecánica de los mismos.
- d3. Los requerimientos energéticos del deporte. Los ejercicios propuestos deben trabajar las mismas vías energéticas requeridas en competición. En el caso concreto del voleibol, estos ejercicios deben propiciar el desarrollo de la potencia anaeróbica aláctica, esfuerzos cortos a máxima intensidad, con recuperaciones completas (Tabla I-1, pp.1).
- d4. La fase concreta de entrenamiento del plan anual. Aunque se pueden hacer ejercicios pliométricos de baja intensidad durante todo el ciclo de entrenamiento (Cometti, 1998), se aconseja realizar el bloque específico de entrenamiento pliométrico justo antes del periodo competitivo (Cometti, 1998; Bompa, 2000). Como mínimo los ejercicios pliométricos se deben realizar con tres días de antelación a una competición, para permitir una adecuada recuperación antes del partido (Gómez, 1996).

- d5. La necesidad de respetar la progresión metódica de un largo periodo de tiempo, comenzando con ejercicios de bajo impacto y progresar paulatinamente a ejercicios de alto impacto. Esta misma progresión se debe llevar a cabo con jugadores que hayan padecido algún tipo de lesión (Davies y Matheson, 2001).

De una forma más concreta para el desarrollo de la potencia del salto, Bompa (2000) recomienda el uso de ejercicios pliométricos y saltos reactivos, en cambio, para desarrollar la potencia de lanzamiento, recomienda el uso de los métodos anisométricos y balísticos. Es preciso tener en cuenta que el movimiento realizado durante el lanzamiento es muy similar al realizado durante el remate (Christopher, 2001)

1.5.5.- Estudios desarrollados en voleibol sobre la mejora del salto

Cuando se realiza un protocolo de entrenamiento para desarrollar la potencia del tren inferior, con el objetivo final de mejorar la altura del salto, el efecto de dicho entrenamiento se controla mediante el uso de un test de salto. Existe una relación directa entre el objetivo y la medida (la altura del salto).

En el campo deportivo y de la investigación, existen diversos tipos de tests e instrumental de gran fiabilidad que ofrecen la información de la altura del salto de una forma rápida e inmediata (García, Paleteiro, Rodríguez, Morante y Villa, 2003; Gusi, Marina, Bogues, Valenzuela, Nácher y Rodríguez, 1997; López, Grande, Meana y Aguado, 1999).

Una de las baterías de tests más utilizadas, es la descrita por Bosco (1994, pp. 35). Para realizar esta batería de tests, se precisa una plataforma de contacto o de fuerza. Con este instrumental, se controla el tiempo de vuelo y se calcula la altura alcanzada por el centro de gravedad, en los siguientes saltos:

- a) *Squat jump (SJ)*. Consiste en realizar un salto desde una flexión de rodillas de 90° aproximadamente, sin contramovimiento previo. En este tipo de saltos solo se produce un ciclo de movimiento de acortamiento muscular (Figura I- 29).

- b) *Counter movement jump (CMJ)*. Consiste en realizar un salto con la actuación del ciclo estiramiento-acortamiento. La diferencia con el SJ reside en el aprovechamiento de la energía elástica producida durante el ciclo de estiramiento-acortamiento (Figura I- 29).
- c) *Drop jump (DJ)*. Consiste en realizar un salto tras dejarse caer desde cierta altura. La secuencia del ejercicio requiere, la recepción del impacto de caída, el estiramiento muscular y por último el acortamiento muscular en la fase concéntrica (Figura I- 29).

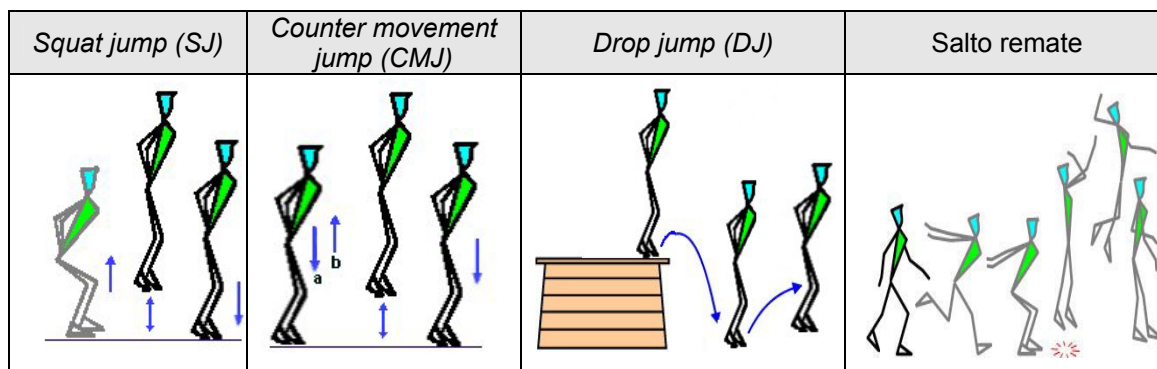


Figura I- 29. Test de saltos utilizados para controlar la potencia del tren inferior.

En el campo específico del entrenamiento en voleibol, se suele utilizar el test de salto de remate (Sawula, 1991), por ser muy similar al gesto real de competición (Figura I- 29). Consiste en realizar un salto de remate tras la carrera de aproximación, intentando tocar con la mano lo más alto posible.

Se ha realizado una revisión sobre los estudios enfocados a incrementar la altura del salto en jugadores de voleibol (Tabla I-20).

Tabla I-20. Estudios realizados para mejorar la altura del salto en jugadores de voleibol.

Autor	Muestra/Nivel	Metodología	Resultados
Bosco, (1979, citado por García, 2002, pp. 400)	- 8 jugadores Élite. Genero ♂	Realizaron un trabajo de fuerza de pesas (anisométrico) mas ejercicios de saltos con caídas desde alturas óptimas (pliometría), 2 veces por semana.	El trabajo pliométrico + anisométrico mejoró en un 10% el CMJ y un 12,8% el DJ.

Autor	Muestra/Nivel	Metodología	Resultados
Lesko (1981)	- 8 Jugadores Juveniles. Genero ♂	Realizaron 3 semanas de entrenamiento con un circuito de fuerza en el que incluyeron saltos tras la caída de cierta altura.	El trabajo pliométrico incremento la altura del salto en 5 cm (1,6%) pero fue una mejora no significativa
Bosco y Pittera (1982)	- 14 jugadores Élite. Genero ♂	8 semanas de trabajo con ejercicios de saltos con carga óptima y saltos desde diferentes alturas con una flexión de rodilla de 110-90° (pliometría).	La selección Italiana mejoró un 20%CMJ y 30%SJ con el trabajo pliométrico
Bosco (1983, citado por Bosco, 2000, pp. 100)	- 12 jugadores Élite. Genero ♂	8 meses de trabajo de fuerza explosiva (anisométrico), sin trabajar la fuerza máxima.	El trabajo anisométrico mejoró significativamente el salto ($p < 0,05$)
Padial (1994)	- 11 jugadores Élite. Genero ♂	7 semanas de trabajo anisométrico (pesas con sentadilla) más multisaltos con peso y sin peso, mas multisaltos con diferentes ángulos (60°-90°-120°) (pliometría).	El trabajo pliométrico + anisométrico mejoró un 10%SJ, 22%CMJ.
Colli (1995, citado por Bosco, 2000, pp. 220)	- 6 jugadoras Genero ♀	3 meses de trabajo: - 1 ^{er} mes; (anisométrico) trabajo concéntrico al 75-80% mas excéntrico al 100-120% - 2 ^o mes; (anisométrico) trabajo de ½ squat al 80% mas saltos desde diferentes alturas con ángulos de 110-90° de rodillas (pliometría) - 3 ^{er} mes; (anisométrico) trabajo ½ squat al 60%, mas saltos de gradas con el 30-40% de carga y saltos reactivos-elásticos desde 40-60 cm (pliometría).	Mejoras significativas ($p < 0,05$) en la altura del salto tras el segundo mes, al introducir el trabajo pliométrico + anisométrico , que se mantuvo tras el 3 ^{er} mes.
Pousson et al., (1995, citado por García, 2002, pp. 390)	- 14 jugadores Genero ♂	- 9 jugadores entrenaron (anisométrico) de pesas, mas saltos desde alturas de 30-90cm (pliométrico). - 5 jugadores sólo entrenaron (ED) de pesas.	El grupo de trabajo pliométrico + anisométrico , mejoró en un 10% el CMJ y en un 13,6% el DJ. El otro grupo sólo mejoró un 2% el CMJ
Rodríguez y García-Manso (1997)	- 13 jugadores Élite. Genero ♂	5 meses de una temporada: - 6 jugadores realizaron trabajo de anisométrico (pesas con sentadilla) mas pliometría. - 7 jugadores solo realizaron trabajo de (anisométrico) pesas con sentadilla.	El grupo de pliometría + anisométrico mejoró un 11% el SJ y el CMJ. El grupo de sólo entrenamiento anisométrico , empeoró la altura del salto.
Delcore et al. (1998)	- 11 jugadoras Élite. Genero ♀	8 semanas de entrenamiento: - 6 jugadoras realizaron trabajo pliométrico bilateral, es decir, saltando con las dos piernas -5 jugadoras realizaron trabajo pliométrico unilateralmente, salto con una sola pierna	Ambos grupos de trabajo pliométrico mejoraron significativamente la altura del salto del remate. El de trabajo bilateral, mejoró 3,5cm, y el de trabajo unilateral 10,7cm.

Autor	Muestra/Nivel	Metodología	Resultados
Newton et al., (1999)	- 16 jugadores 1ª División NCAA. Genero ♂	8 semanas de entrenamiento - Un grupo entrenó el salto mediante esfuerzos repetidos (anisométrico) 6RM con el ejercicio de Sentadilla. - Otro grupo, entrenó mediante ejercicios balísticos de saltos con sobrepeso del 30, 60 y 90% de 1RM mas el método anisométrico.	El grupo de entrenamiento balístico + anisométrico mejoró un 5,9% SJ y un 6,3% el salto remate. El grupo ER sólo aumentó un 1,3% SJ y un 0,18% el salto remate.
Billington, (2002)	Jugadores 1ª División NCAA Genero ♂	Dos grupos. - Uno trabajó (anisométrico) con sobrecargas de 8RM. - El otro trabajó con ejercicios pliométricos.	Ambos grupos mejoraron la altura del salto (ER y pliometría).7,4%
García et al. (2005)	- 13 jugadoras Amateur. Genero ♀	8 semanas de entrenamiento pliométrico. Se midió el efecto del entrenamiento al final de las 8 semanas y el efecto retardado, tras un periodo de recuperación.	Tras 8 semanas de pliometría , se mejoro un 4% la altura del salto. Y tras 7 semanas de descanso mejoraron un 10%
Maffiuletti et al. (2002)	- 10 jugadores Liga Regional Italiana. Genero ♂	6 semanas de entrenamiento, las 4 primeras semanas realizaron pliometría mas electroestimulación y las dos últimas, entrenamiento habitual de voleibol.	El trabajo de pliometría + electroestimulación mejoró un 23,5% la altura de salto del remate.
Larson (2003)	- 13 jugadores 12 jugadoras Genero ♂♀	6 semanas de entrenamiento, se hicieron dos grupos mezclando jugadores de ambos géneros. Ambos grupos realizaron una rutina de entrenamiento pliométrico de multisaltos, pero un grupo lo realizó con un chaleco lastrado.	Con el entrenamiento pliométrico , ambos grupos mejoraron significativamente ($p < 0,05$) la altura del salto, independientemente del uso de lastre
Malatesta et al. (2003)	-13 jugadores Liga Regional Italiana. Genero ♂	4 semanas de entrenamiento con electroestimulación combinado con el entrenamiento técnico-táctico de las sesiones habituales de voleibol.	Tras 4 semanas de electroestimulación , el incremento del SJ y del CMJ fue no significativo Pero tras 10 días de descanso, el SJ aumentó un 6,5% y el CMJ un 5,4%.

En estos estudios se puede observar (Tabla I-20), cómo el uso de ejercicios pliométricos, es el método de trabajo más usado en voleibol para mejorar la altura del salto.

Por otra parte, se observa que la combinación del trabajo pliométrico con el método anisométrico, es más efectiva que el uso unilateralmente del método anisométrico.

De igual forma, aunque la electroestimulación ha mostrado un efecto positivo sobre el incremento del salto en jugadores de voleibol (Malatesta, Cattaneo, Dugnani y Maffiuletti, 2003), la combinación de la electroestimulación con la

pliometría ofrece un mayor incremento de la altura del salto (Maffiuletti et al., 2002).

Por otra parte, hay que señalar el efecto retardado del entrenamiento, tanto el trabajo pliométrico como el de electroestimulación, ha mostrado mejoras más significativas, transcurrido cierto tiempo tras la retirada del estímulo de entrenamiento (Malatesta et al., 2003; García, Carrizo, Olivera, Sanagua et al. 2005)

Para Wilson, Newton, Murphy y Humphries (1993) no estaba claro cual era el mejor método para mejorar la altura del salto. Ellos realizaron un estudio en el que compararon tres métodos de entrenamiento. Un grupo de sujetos realizó un entrenamiento anisométrico con pesas, otro grupo hizo un trabajo pliométrico tradicional con caídas desde diferentes alturas, y el tercero, realizó un entrenamiento pliométrico de saltos con una carga del 30% de la fuerza máxima isométrica² (maximum power). Fue este último método el que ofreció los mejores resultados, aumentando la altura del salto en el CMJ un 18%, seguido del pliométrico que mejoró un 10% y el anisométrico un 5%.

El mismo autor realizó posteriormente un estudio similar (Lyttle, Wilson y Astrowski, 1996) en el que comparó el método pliométrico con una carga del 30% del máximo (maximum power), con un método combinado de ejercicios pliométricos más ejercicios de pesas (método de esfuerzos dinámicos). En este caso, fue el método combinado el que ofreció los mejores resultados. El CMJ aumento un 12,9% frente al 7,9% que aumentó en el maximum power.

El estudio de Fatouros, Jamurtas, Leontsini, Taxildaris, et al. (2000), también mostró mejor resultados al aplicar el método pliométrico combinado con ejercicios de pesas que el método de pesas o el pliométrico unilateralmente, aunque ambos métodos mejoraron la altura del salto.

² La fuerza isométrica máxima, es la máxima fuerza voluntaria que un sujeto es capaz de generar contra una resistencia insuperable (González, 2000).

1.5.6.- Estudios desarrollados sobre el aumento de la velocidad del remate

Los test utilizados en el ámbito deportivo de voleibol para controlar el efecto del entrenamiento sobre el tren superior suelen ser o el lanzamiento del balón medicinal (control de la potencia) o el test de fuerza de 1RM del ejercicio del press de banca (Sawula, 1991; Piper, 1997; Gadenken, 1999). Otro test utilizado es el descrito por Viitasalo (1988), que permite hallar la curva de fuerza/velocidad, utilizando el lanzamiento de balones medicinales de diferentes pesos.

Häkkinen (1989), con este test, mostró que las jugadoras de voleibol desarrollaban mayor potencia de lanzamiento que las jugadoras de baloncesto. En otro estudio, Häkkinen (1993) siguió la evolución de la curva de fuerza/velocidad de un equipo de voleibol femenino en diferentes periodos de la temporada.

Cuando el objetivo del entrenamiento es mejorar la velocidad del balón en el remate, estos test no ofrecen una información directa relacionada con dicho objetivo. En la Tabla I-21 se ha realizado una revisión de los estudios que han registrado directamente la velocidad del balón en el remate, o en su defecto la de la mano de golpeo. Estos estudios, son medidas tomadas puntualmente de la velocidad del remate con objetivos muy diversos, sólo el estudio de Dupuis (2001a,b), tiene por objetivo comprobar el efecto del entrenamiento sobre la velocidad del balón en el remate.

Tabla I-21. Revisión de los estudios realizados para analizar la velocidad del remate.

Autor	Muestra/Nivel	Sistema de medida	Objetivo del Estudio	Resultados
Haley (1966, en Chung, 1988)	Jugadores - Élite - Universitarios - Instituto	Radar	Velocidades del balón en el remate	Velocidad del balón 61,2 km/h máximo ♂
Chung (1988)	n=8 chicas - Universitarias	Cinematografía 3D	Análisis del hombro en el remate, en 3D	Velocidad balón. 67,5 km/h media ♀
Coleman et al. (1993)	n= 10 hombres - Élite	Cinematografía	Análisis del remate en 3D	Velocidad balón 97,2 km/h media ♂
Gutiérrez et al. (1994)	n=17 hombres - Élite	Cinematografía 3D	Fases del golpeo del Remate.	Velocidad mano. 73 km/h de media ♂

Autor	Muestra/Nivel	Sistema de medida	Objetivo del Estudio	Resultados
Kao, et al. (1994)	n=10 hombres - Amateur.	Cinematografía	Análisis de las trayectorias del balón en el remate.	Velocidad balón 71,46 km/h media ♂
Ferris y Caruso (1995)	n=13 mujeres - 1ª División NCAA	Radar	Compara variables físicas y fisiológicas con la velocidad del remate	Velocidades balón ♀ 65,2 km/h media 75,6 km/h máxima
Huang et al. (1998)	n=4 Jugadoras - Liga China	Cinematografía	Análisis del remate con salto de un pie	Velocidades balón ♀ 74,8 km/h de media 82,5 km/h de máxima
Huang et al. (1999)	n=8 jugadores - Universitarios	Cinematografía en 3D	Compara el remate con salto; De dos pies. → → → De un pie. → → →	Velocidades balón ♂ 96,1 km/h de media 99,3 km/h de media
Christopher (2001)	n=6 hombres n=3 mujeres - 1ª División NCAA	Cinematografía	Análisis Remate Hombres Mujeres	Velocidad balón. 112 km/h máximo ♂ 68,4 km/h máximo ♀
Bowman (2001)	n=10 chicas - Estudiantes	Radar	Análisis armado remate: Arquero → → → Circular → → →	Velocidad balón ♀ 45,8 km/h de media 47,7 km/h de media
Dangelmaier y Coward (2001)	n= 9 mujeres Universitarias	Cinematografía 3D	Análisis velocidad del remate: - Sin fatiga → → → - Con fatiga → → →	Velocidad balón ♀ 84,6 km/h media 77,8 km/h media
Dupuis y Tourny-Chollet (2001b)	n=14 hombres G.Control G.Experimental -2ª y 3ª División Francesa	Radar	Control velocidad remate (km/h) tras un entrenamiento específico de fuerza G. Experimental → → G. Control → → →	Velocidad balón ♂ Pretest - Postest Δ% 70,2 70,6 +0,6 68 65,7 -3,4

En la revisión realizada (Tabla I-21), se observa el uso de dos métodos para medir la velocidad del balón en el remate, el análisis cinematográfico y el uso de un radar como instrumento de medida.

El análisis cinematográfico es un sistema que no ofrece los datos de forma inmediata, requiere un laborioso proceso intermedio antes de disponer de los datos.

En cambio, el uso del radar permite obtener la información de forma inmediata, como ocurre con los test de salto, y no requiere los procesos intermedios necesarios en el análisis cinematográfico. El estudio de Kraemer, Piorkowski, Bush, Gómez, Loebel et al. (2000) mostró una correlación de Pearson muy alta (0,98) entre la velocidad registrada por el radar y la analizada con un sistema cinematográfico en el saque de tenis. Otro estudio similar, donde se analizó la

velocidad del lanzamiento en béisbol, mostró una correlación de 0,96 (DeRenne y Blitzblau, 1990).

Este instrumento es muy utilizado en los test desarrollados en otras disciplinas deportivas, como el béisbol o el balonmano. El radar se utiliza como aparato de medida para comprobar el efecto del entrenamiento, sobre la velocidad del balón o de la pelota (Tabla I-24). Dicho aparato permite diseñar tests, con ejercicios muy similares a los de competición y de fácil reproductividad, que pueden ejecutarse de forma periódica.

El efecto del entrenamiento para mejorar la velocidad del balón en el remate de voleibol, es un aspecto poco tenido en cuenta desde la perspectiva científica. En la revisión realizada sobre este factor, no se han encontrado estudios concluyentes. Sólo el estudio de Dupuis (2001b) muestra los resultados obtenidos tras la aplicación de un protocolo concreto de entrenamiento de fuerza (Tabla I-22), el resto de la información obtenida ofrece propuestas metodológicas sobre las que no se han comprobado los resultados (Tabla I-23).

Tabla I- 22. Estudio realizado para mejorar la velocidad del balón el remate (tomado de Dupuis, 2001b).

Autor	Muestra/Nivel	Metodología	Resultados
Dupuis (2001b)	- 14 jugadores Amateur (2ª y 3ª división francesa)	7 semanas de entrenamiento con un circuito de 4 ejercicios: - Pull-over, con 3RM (fuerza máxima) - Lanzamiento de <u>BM</u> por encima de la cabeza (fuerza explosiva) - Flexo-extensiones del hombro con un elástico (fuerza explosiva) - Remates sin salto (Transferencia).	El circuito de ejercicios basados en el método anisométrico y balístico , incrementaron la velocidad del balón en el remate un (+0,61%) ♂ Utilizó el radar como instrumento de medida.

En la Tabla I-23 se observa que los métodos de entrenamiento más recomendados para mejorar la velocidad del remate son, el anisométrico y el balístico, coincidiendo con los métodos recomendados por Bompa (2000) para el trabajo de la potencia de lanzamiento.

Respecto a los ejercicios utilizados con el método anisométrico, se recomienda sobre todo el uso del press de banca y del pull-over. Para el trabajo balístico, se recomienda el uso del ejercicio de lanzamiento del balón medicinal, a dicho

ejercicio se le puede considerar como un trabajo pliométrico de bajo impacto (Cometti, 1997; Bompa, 2005).

Tabla I-23. Propuestas y estudios realizados para mejorar la velocidad del remate en voleibol.

Autor	Método de entrenamiento	Resultado
Carrero (1973)	Describe ejercicios para fortalecer los hombros como medio para mejorar la velocidad del remate (pp. 73): - Botar con toda la fuerza el balón contra el suelo. - Lanzar lejos un balón medicinal (BM) o de baloncesto. Describe ejercicios balísticos para el entrenamiento del movimiento del brazo en el remate (pp.74): - Golpear al balón con fuerza sin saltar contra una pared.	Propuesta teórica
Cisar y Corbelli (1989)	Propone una evolución en el trabajo de fuerza, método de esfuerzos repetidos para provocar la hipertrofia en pretemporada, y método de esfuerzos dinámicos para mejorar la potencia en la competición. Describe cuatro ejercicios para mejorar el remate, y sólo dos tienen relación directa con la mejora de la velocidad del golpeo (balístico): - Lanzar pelotas de diferentes pesos por lo alto de la red tras un salto. - Realizar un remate sin carrera previa, focalizando la atención en hacer un armado explosivo.	Propuesta teórica
Blume (1989)	Propone un entrenamiento basado en el lanzamiento de BM de 1,2 y 3kg (método balístico) Recomienda 1-5 series de lanzamientos con una o dos manos, con salto o sin salto, con carrera previa o sin ella (pp. 37-38).	Propuesta teórica
Zhelezniak (1993)	Describe una serie de ejercicios para el desarrollo de las aptitudes indispensables en la realización del remate (método balístico): - Lanzamientos BM , de sacos de arena, de pelotas de tenis o jockey. - Golpeos a balones de voleibol atados a elásticos (pp. 261-263). - También, propone la posibilidad de utilizar guantes de ciclistas con pequeñas sobrecargas en la ejecución del remate (método de efecto variable).	Propuesta teórica
Brislin (1997)	Propone un trabajo, de lo general a lo específico para la mejora de la velocidad del remate (Esfuerzos dinámicos, anisométrico y balístico). - Como ejercicio general propone el pull-over con mancuernas. - Como ejercicio especial, el pull-over con una mano y una mancuerna. - Como ejercicio específico, el lanzamiento de BM con un brazo.	Propuesta teórica
Madden (1997)	Recomienda un programa de trabajo para el movimiento del brazo de 20-30 minutos, en ausencia de fatiga. Estructura el movimiento del brazo en el remate en 7 fases, proponiendo ejercicios para cada fase. - Ejercicios de propiocepción, de preestiramiento y relajación, de sobrecargas (anisométrico), de facilitación de la velocidad (efecto variable), pliométricos con lanzamientos de BM , lanzamientos con una pelota de tenis y de transferencia al ataque real (balístico). - Recomendación 2-3 Series con 8-10 Repeticiones, alternando ejercicios que se pueden realizar a diario, excepto los pliométricos, donde aconseja una recuperación de 48 horas entre cada sesión.	Propuesta teórica
Cometti (1997)	Propone una evolución del trabajo de fuerza máxima a específica a lo largo de la temporada. El trabajo de fuerza del tren superior se basa en la combinación de ejercicios con sobrecarga (anisométrico) (Tirones, press de banca y pull-over), ejercicios de lanzamiento de BM por encima de la cabeza (balístico o pliométrico) y remates sin salto contra la pared con el balón de juego. A lo largo de la temporada, varía la carga de trabajo, las series y las repeticiones.	Propuesta teórica
Piper (1997)	Realiza un trabajo de fuerza con el método anisométrico , 12 semanas. Se incrementa paulatinamente la intensidad de la carga. La primera semana se trabaja con el 65% de 1RM, y la última semana con el 90%. Utiliza ejercicios generales de levantamiento olímpico, y de forma específica en el tren superior, utiliza el press de banca, jalones alto, pull-over...	Mejóro la fuerza y la potencia del tren superior ♀

Autor	Método de entrenamiento	Resultado
Gadeken (1999)	Desarrolla durante la pretemporada, 12 semanas, un trabajo de fuerza, potencia (anisométrico) y pliométrico. Dentro de los ejercicios de musculación del tren superior, utiliza el press de banca y el pull-over, también realiza una rutina de trabajo para los hombros con elásticos y balones medicinales.	La fuerza en el press de banca aumenta un 13% ♀
Roque y Hockley (1999)	Propone un trabajo de fuerza mediante ejercicios de sobrecarga (anisométrico) combinado con el lanzamiento de balón medicinal (BM) (balístico). - Jalones en polea alta +lanzamiento BM sobre la cabeza. - Press de banca +lanzamiento desde el pecho de BM - Aperturas con mancuernas +sentado, recogida y lanzamiento BM - Flexión brazo con mancuerna +lanzamiento BM a una mano por debajo - Fondos tríceps +lanzamiento BM a una mano por encima de cabeza	Propuesta teórica
Dittman (2000)	Propone cuatro ejercicios de lanzamiento de BM para mejorar la velocidad del remate (balístico) 1- Lanzamiento con dos brazos sobre la cabeza. 2- Lanzamiento hacia atrás por encima de la cabeza. 3- Lanzamiento hacia delante desde debajo de las piernas. 4- Salto y lanzamiento del balón.	Propuesta teórica
Larson (2003)	Propone la realización de 7 ejercicios con lanzamiento de BM de 2,3 kg para mejorar la fuerza del tren superior (balístico). Lanzamiento desde el pecho, lanzamiento por encima de la cabeza, lanzamiento sólo con extensión del codo, lanzamiento hacia atrás por un lateral, lanzamiento hacia atrás por encima de la cabeza...	Propuesta teórica

A la vista de esta escasez de resultados concluyentes del efecto de los distintos métodos de entrenamiento, sobre la velocidad del balón en el remate, se ha realizado una búsqueda de los protocolos de trabajo desarrollados en disciplinas deportivas afines, que indiquen resultados más precisos (Tabla I-24).

Tabla I-24. Diferentes protocolos de trabajo de fuerza, aplicados en disciplinas deportivas con movimientos similares a la fase de preparación y golpeo del remate, en deportistas de diferentes niveles.

Autor	Deporte Nivel medio bajo	Método Efecto Variable y protocolo	Instrumento de medida y resultados
DeRenne et al. (1990)	- Béisbol - Amateur - n=30 jugadores 10-G. "A" 10-G. "B" 10-G. Control (16-18 años)	10 semanas. Lanzamientos con bolas de diferentes pesos: - G.A. Bolas Pesadas 5,25/5,5/5,75/6 onz - G.B. Bolas Ligeras 4,75/4,5/4,25/4 onz - G.C. Bolas oficiales de juego	Radar lanzamiento (km/h) Pretest – Postest $\Delta\%$ ♂ G.A-112,9 – 118,9 ↑5,3 G.B-113,2 – 120,8 ↑6,7 G.C-111,4 – 112,7 ↑1,1
Voigt y Klausen (1990)	- Karate - Estudiantes n=21 karatecas 8-Grupo "A" 8-Grupo "B" 5-Grupo Control (16-20 años)	20 semanas. Tres grupos para entrenar el golpeo. - G.A.- 16 semanas resistencias altas combinado con golpes de manopla lastrada, 4 semanas golpes manopla lastrada. - G.B.- 20 semanas golpes con manopla lastrada y golpes especiales sin peso - G.C.- 16 semanas grupo control entrenamiento tradicional con pesas	Cinematografía velocidad del Golpeo Sólo el G.A. incrementó la velocidad de la mano en $\Delta\%$ ♂ ↑10,1
Brylinski et al. (1992)	- Béisbol n=37 jugadoras 20-G. Experimental 15-Grupo Control - Inexpertas	6 semanas. Dos grupos de entrenamiento. - G. Exp, lanzamiento con pelotas pesadas - G. Control lanzamiento con pelotas normales	Radar lanzamiento (km/h) Pretest – Postest $\Delta\%$ ♀ G.Exp- 45,7 – 55 ↑20,3 G.Con- 48,2 – 53,8 ↑11,6

Autor	Deporte Nivel medio bajo	Método Efecto Variable y protocolo	Instrumento de medida y resultados
DeRenne et al. (1994)	- Béisbol - Amateur n=225 jugadores 45-Estudiantes 180-Universitarios	Tres grupos entrenaron el lanzamiento con pelotas de diferentes pesos (onzas) cada serie: G1- 5-6-4-5 (10 Semanas) G2- 5-6-5 y 5-4-5 (5+5 semanas) G3- 5 (10 semanas)	Radar lanzamiento ♂ Los Grupos 1 y 2 mejoran significativamente la velocidad de lanzamiento. El grupo 3 lo mantiene.
DeRenne et al. (1995)	- Béisbol - Amateur n= 60 jugadores 20-G "A" 20-G "B" 20- G Control (19 años media)	12 semanas. Tres grupos: - G.A. Batean, con bates pesados y ligeros - G.B. Entrenan el gesto del bateo, con bates pesados y ligeros - G. Control. Entrena con bates de peso normal.	Radar lanzamiento (km/h) <u>Pretest – Postest</u> Δ%♂ G.A.- 124 – 137 ↑10,4 G.B.- 128 – 136 ↑6,2 G.C.- 129 – 133 ↑1,5
Kotzamanidis et al. (2003)	- Balonmano - Inexpertos n= 38 jugadores 21- G.Experimental 17- G. Control	10 semanas, entrenamiento con lastre. Se realizó un control a las 5 semanas y al final. - Los dos grupos entrenaban 9-13 series de 6 lanzamientos a máxima velocidad, - G. Experimental trabajaba con peso añadidos a sus brazos de 107-84g.	Radar lanzamiento (km/h) <u>5 Sem – 10Sem- Tot</u> ♂ G.Ex- ↑7%* - ↑5%* - ↑12% G.C- ↑5% - =% - ↑5%
Autor	Deporte Nivel medio bajo	Método anisométrico (pesas) y protocolo	Instrumento de medida y resultados
Barata (1992)	- Balonmano - Estudiantes n=35 jugadores 11-Grupo "A" 12-Grupo "B" 12-Grupo Control	9 Semanas. Tres grupos dos tipos de entrenamiento. - G.A. Entrenaron lanzamientos con balones de peso oficial y con balones con sobrepeso. <i>Efecto variable</i> - G.B. Realizaron un programa de entrenamiento de fuerza con ejercicios de sobrecargas. <i>anisométrico</i> - G.C. Entrenaron normalmente	Velocidad lanzamiento (km) con un sistema electrónico <u>Pretest – Postest</u> Δ%♂ G.A.- 66,2 – 73,8 ↑11,4 G.B.- 68 – 72,7 ↑6,9 G.C.- 64,4 – 69,5 ↑7,8
Hoff y Almasbakk (1995)	- Balonmano - Amateur n= 11 mujeres 6-G. Experimental 5-G. Control (19 años media)	9 semanas de entrenamiento con pesas. G. Exp. 3 series de 5-6RM 3 sesiones por semana, del ejercicio Press de banca.	Cinematografía (km/h) <u>Pretest – Postest</u> Δ%♀ GE- 71,2 – 83,8 ↑18 GC- 66,6 – 75,9 ↓15
Westcott (1996)	- Golf - Adultos n=22 jugadores 17- G.Experimental 5 - G. Control (57 años media)	8 semanas entrenamiento con pesas. G.Exp. 8-12 RM 3 sesiones por semana 15 ejercicios de fuerza y 6 ejercicios de estiramiento.	Radar velocidad bola (km/h) <u>Pretest – Postest</u> Δ%♂♀ GE– 131,8 – 139,8 ↑6 GC– 149 – 148,8 ↓0,1
Lachowetz, et al. (1998)	- Béisbol - Amateur n= 19 jugadores 11-G. Experimental 8-G. Control (18-22 años)	8 semanas de entrenamiento con pesas. - G.Exp. 3 series de 10 RM, 5-6 ejercicios de pesas por sesión, de 11 variantes posibles.	Radar lanzamiento (km/h) <u>Pretest – Postest</u> Δ%♂ GE- 110,5 – 113,2 ↑2,4 GC- 112,5 – 110,8 ↓1,5
Potteiger et al. (1992)	- Béisbol - Amateur n= 21 jugadores 10-G.Sprint y pesas 11-G. Aerobic (19 años media)	10 semanas, dos grupos. - G.S.- 3 series-12RM, 8 ejercicios (press banca, pull-over...) anisométrico - G.A.- 45 minutos entrenamiento de aerobic	Radar lanzamiento (km/h) <u>Pretest – Postest</u> Δ%♂ G.S- 119,6 – 123,3 ↑3,1 G.A- 117,6 – 116,8 ↓0,6

Autor	Deporte Nivel medio bajo	Método <i>pliométrico</i> y protocolo	Instrumento de medida y resultados
Newton y McEvoy (1994)	- Béisbol - Júnior n= 24 jugadores 8-Grupo "A" 8-Grupo "B" 8-Grupo Control	8 semanas. Tres grupos: - G.A. Pliometría con lanzamiento de Balón Medicinal. 6 series de 8-10 Lanzamientos. - G.B. Fuerza con ejercicios de Pull-over y press banca. 3 Series de 8-10RM y 6-8 RM. - G.C. Entrenamiento habitual de béisbol.	Radar lanzamiento (km/h) <u>Pretest – Postest</u> $\Delta\%$ ♂ G.A.- 111,6 – 113,4 ↑1,6 G.B.- 114,2 – 118,8 ↑4,0 G.C.- 117 – 116,2 ↓0,8
Lyttle et al. (1996)	- Diferentes deportes, atletas, rugby, nadadores. - Amateur n= 39 hombres G."A" G."B" Grupo Control	8 semanas de entrenamiento, 2 sesiones por semana. - G.A. Trabajo "Maximal Power training", 8 repeticiones pliometricas con sobrecargas del 30% de 1RM en el Press de Banca - G.B. Trabajo pliométrico, con balón medicinal, combinado con anisométrico con pesas, repeticiones máximas (6-10RM).	Distancia de lanzamiento del BM (m). <u>Pretest – Postest</u> $\Delta\%$ ♂ G.A.- 4,8 – 5,3 ↑11,2 G.B.- 4,6 – 5,0 ↑10,3 G.C.- 4,7 – 4,6 ↓1
Autor	Deporte Nivel alto	Método y protocolo	Instrumento de medida y resultados
Van-Muijen et al. (1991, citado por García, 2002, pp. 333)	- Balonmano - 1ª división	<i>Método Efecto variable</i> - G. balones ligeros (300g) - G. balones pesados (500g)	Lanzamiento $\Delta\%$ ♀ Ligeros ↑2 Pesados 0
McEvoy y Newton (1998)	- Béisbol - Profesionales n= 18 jugadores 9-Grupo Experimental 9-Grupo Control (24 años de media)	10 semanas, dos grupos de entrenamiento - G.Exp. Trabajo "Maximal Power training" 2-3 series 6-8 repeticiones <i>pliométricas</i> al 30% de 1RM en el Press Banca. - G.Control trabajo <i>anisométrico</i> con pesas	Radar lanzamiento (km/h) <u>Pretest – Postest</u> $\Delta\%$ ♂ GE- 121,3 – 123,5 ↑1,8 GC- 124,9 – 124,2 ↓0,8
Fletcher y Hartwell (2004)	- Golf - Alto nivel n= 11 jugadores 6- G. Experimental 5- G. Control	8 semanas entrenamiento 2 sesiones por semana, 2 grupos de entrenamiento. - G.E. sesiones de fuerza con sobrecarga (3 series de 6-8 repeticiones) mas ejercicios pliométricos con lanzamiento de balones medicinales (<i>pliométrico combinado con anisométrico</i>). - G.C. trabajo de fuerza con cargas ligeras (<i>anisométrico</i>)	Velocidad Club golf (km/h) <u>Pretest – Postest</u> $\Delta\%$ ♂ GE- 179,8 – 182,6 ↑1,5 GC- 172,8 – 173,0 ↑0,1 Distancia bola de golf (m) <u>Pretest – Postest</u> $\Delta\%$ ♂ GE- 225,6 – 235,7 ↑4,5 GC- 220,8 – 219,3 ↓0,7

De la revisión realizada, es posible afirmar que la velocidad del lanzamiento o del golpeo, puede mejorarse mediante el entrenamiento específico de fuerza, pero no es posible señalar, cuál es el mejor método de entrenamiento. Esta es una de las conclusiones indicadas en las similares revisiones realizadas por DeRenne, Ho y Murphy (2001) y Van Den Tillaar (2004).

En estas dos revisiones anteriores, se remarca la necesidad de tener en cuenta, la edad, la experiencia y haber realizado un acondicionamiento general de fuerza de todo el cuerpo, antes de proceder al desarrollo del entrenamiento específico. A

medida que aumenta el nivel del atleta, resulta más complicado incrementar la velocidad de lanzamiento o de golpeo, y se precisan protocolos de entrenamiento más específicos.

En la Tabla I-24, se observa que en los estudios realizados con deportistas de élite, sólo se han obtenido incrementos de la velocidad con protocolos de entrenamiento específicos, y estos incrementos son inferiores a los obtenidos con deportistas de un nivel inferior.

A modo de conclusión sobre el trabajo de fuerza para mejorar la velocidad de lanzamiento, en las revisiones de DeRenne et al. (2001) y de Van Den Tillaar (2004), se indica que un protocolo de entrenamiento específico ofrece buenos resultados con un periodo de trabajo de 6-8 semanas, con cargas del 30-50% de 1RM y realizadas dos veces por semana.

2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En las revisiones realizadas, sobre los estudios desarrollados para incrementar el rendimiento del remate, se muestra una clara diferencia de los trabajos desarrollados para mejorar la altura del golpeo (Tabla I-20, pp. 60), frente a los estudios desarrollados para mejorar la velocidad del balón tras el golpeo (Tabla I-23, pp. 67), que se reducen a una serie de propuestas metodológicas.

a) *Altura de golpeo*. Los estudios desarrollados para incrementar la altura del golpeo, realmente pretenden aumentar la altura del salto. El método de entrenamiento más utilizado para aumentar la altura del salto en el campo específico de voleibol ha sido el método pliométrico (Tabla I-20, pp. 60).

El adecuado uso de este método de entrenamiento, requiere seguir una evolución en el desarrollo del trabajo de fuerza (Kraemer y Newton, 1994; Velez, 1992):

- a1. Lo primero, y antes de aplicar el trabajo pliométrico, es realizar un trabajo de acondicionamiento general de fuerza.
- a2. Después, hay que realizar una progresión en el uso de ejercicios pliométricos. Primero se realizan ejercicios de pliometría de bajo impacto (multisaltos), y después ejercicios de pliometría de alto impacto (drop jump).
- a3. Por último, se realizan ejercicios que transfieran la potencia adquirida al gesto real.

Un aspecto clave del éxito del entrenamiento pliométrico, reside en lograr el estímulo adecuado de entrenamiento para cada individuo. Diferentes estudios han buscado individualizar la carga de entrenamiento, bien mediante el cálculo de la altura óptima de caída o el cálculo de la carga óptima de trabajo (Bosco y Pittera, 1982). Los estudios de Wilson et al. (1993) y de Lyttle et al. (1996) mostraron la eficacia de trabajar multisaltos con una carga del 30% de la fuerza máxima.

b) *La velocidad del balón tras el golpeo.* El objetivo del entrenamiento para mejorar la velocidad del balón tras el golpeo, es incrementar la velocidad de la mano de golpeo. En la revisión realizada, se han encontrado numerosas propuestas metodológicas (Tabla I-21, pp. 64) que de forma resumida recomiendan seguir los siguientes pasos (Figura I-30):

- b1. Realizar inicialmente, un trabajo de acondicionamiento de fuerza con ejercicios generales, es decir, usar los ejercicios clásicos de pesas.
- b2. En segundo lugar, se aconseja el uso de ejercicios especiales como lanzamientos del balón medicinal (método balístico o pliometría de baja intensidad).
- b3. En tercer lugar, se recomienda el uso de ejercicios específicos, similares al gesto real de competición, para lograr la transferencia de la potencia adquirida. Para este fin, normalmente se utiliza el remate sin salto (golpeo desde el suelo). El estudio de Valadés, Hernández, Méndez, Martín y Ureña (2003) muestra una velocidad media de

74,4km/h en jugadoras españolas de élite en la ejecución de este ejercicio.

El único estudio específico de voleibol que muestra los resultados obtenidos tras la aplicación de un programa de fuerza (Dupuis, 2001b), basa su efectividad en un circuito de cuatro ejercicios que siguen el planteamiento anterior, (1º pull-over, 2º lanzamiento de balón medicinal por encima de la cabeza, 3º extensiones con goma elástica y 4º remates sin salto). En este estudio se obtuvo una mejora significativa ($p < 0,05$), de la velocidad del balón en el remate respecto al grupo de control, pero el incremento de la velocidad (0,61%) no fue significativo a nivel intragrupo.

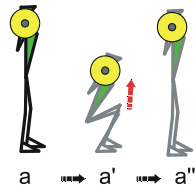
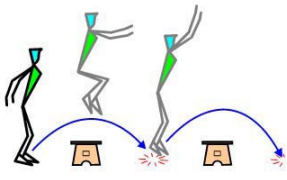
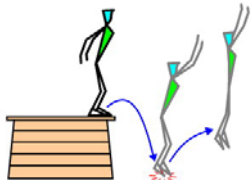

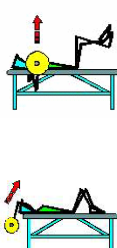
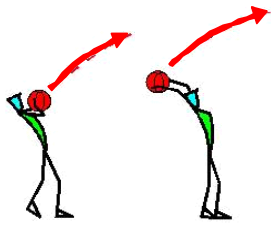
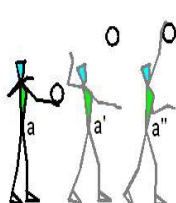
Tren inferior			
Fuerza general	Pliometría de bajo impacto	Pliometría de alto impacto	Gesto real
 <p>a → a' → a''</p>			
Sentadilla	Multisaltos (CMJ)	(Drop jump)	Salto remate
Tren superior			
		X	
Press banca Pull-over	Lanzamiento de balón medicinal desde el pecho y por encima de la cabeza		Remate sin salto

Figura I-30. Ejercicios de fuerza propuestos tradicionalmente para mejorar la eficacia mecánica del remate (altura del salto y velocidad del balón).

Si comparamos la progresión de ejercicios realizados para mejorar la altura del salto de los jugadores de voleibol, respecto a la progresión descrita en los planteamientos metodológicos para mejorar la velocidad de la mano, observamos la falta de algún ejercicio en el tren superior, que se asemeje a la dinámica del

ejercicio del drop Jump (Figura I-30). Es decir, no se plantea ningún trabajo que suponga una recepción (fuerza de impacto), un estiramiento y un acortamiento.

Los trabajos realizados en el tren superior, basados en el ciclo estiramiento-acortamiento con ejercicios que siguen la dinámica del drop jump (recepción, estiramiento y acortamiento), han mostrado un efecto positivo sobre el incremento de la potencia (Crowder, Collins, Jolly y Jonson, 1993; Kraemer, Mazzetti, Nindl, Gotshalk et al., 2001; Lyttle, Wilson y Astrowski, 1996; Vossen, Kramer, Burke y Vossen, 2000). Este tipo de ejercicios, también ha mostrado buenos resultados sobre gestos deportivos específicos con deportistas profesionales, como el lanzamiento en béisbol (McEvoy y Newton, 1998), o el club en golf (Fletcher y Hartwell, 2004).

¿Sería posible mejorar la velocidad del balón en el remate de voleibol, en jugadores experimentados, utilizando ejercicios que provoquen el ciclo estiramiento-acortamiento en el tren superior?

2.1.1.- Diseño propuesto de trabajo pliométrico para el tren superior

El diseño de un trabajo basado en el ciclo estiramiento-acortamiento, debe seguir los criterios de referencia descritos para el diseño de programas del desarrollo de la fuerza (Figura I-19, pp.43).

a) *Sistema energético.* El movimiento del brazo en el remate se realiza aproximadamente en 1,11" (Rokito et al., 1998). Una acción tan rápida apele al sistema anaeróbico aláctico como fuente energética, es decir, utiliza el ATP-PC almacenado en el músculo y lo recupera en las fases pasivas del juego.

Para trabajar dentro de los límites marcados por este sistema energético, las acciones no deben superar lo 7" de duración, pues a partir de este momento, comienza a acumularse lactato, aunque es posible mantener la intensidad del esfuerzo un máximo de 20" (Weineck, 1988, pp 40).

Como referencia podemos tomar el diseño de trabajo pliométrico planteado con jugadores profesionales, por McEvoy y Newton (1998) para aumentar la velocidad de lanzamiento en béisbol, y por Fletcher y Hartwell (2004) para aumentar la velocidad del golpeo en golf. El protocolo de trabajo consistió en realizar 3 series de 6-8 repeticiones, dos veces por semana durante 10 y 8 semanas respectivamente, con un tiempo de 3 minutos de descanso que permitiese la recuperación completa.

b) *Experiencia.* Para poder realizar un entrenamiento pliométrico es necesario tener ciertos niveles de fuerza (Ebben y Watt, 1998; García et al., 1996). En sujetos entrenados, las cargas de entrenamientos orientadas al trabajo del ciclo estiramiento-acortamiento, tienen mejores resultados que en sujetos no entrenados (Bosco, 2000, pp. 122).

Además, los sujetos inexpertos con un bajo dominio técnico, aumentaran fácilmente la velocidad del remate a medida que mejoren su técnica. En cambio, en sujetos experimentados con alta automatización técnica, el incremento del rendimiento requiere entrenamientos más específicos, relacionando el trabajo de fuerza con la técnica.

c) *Especificidad del entrenamiento.* Los ejercicios utilizados tradicionalmente para aumentar la velocidad del balón en el remate son (Figura I-30): c1) con las pesas, press de banca y pull-over, c2) con el balón medicinal (BM), lanzamiento desde el pecho y por encima de la cabeza, y c3) con el balón de juego, se utiliza el ejercicio de remate sin salto.

El conjunto de ejercicios descritos, hacen trabajar la misma musculatura que interviene en el tren superior durante el remate, y evolucionan de general a específico.

Si comparamos la evolución de ejercicios desarrollados para el tren inferior con los ejercicios propuesto para el tren superior (Figura I-30) se observa la falta de ejercicios pliométricos que sigan una secuencia similar al drop jump (recepción, estiramiento y acortamiento). Este trabajo se sitúa, en un grado de

especificidad, entre los ejercicios de lanzamiento de balón medicinal y los remates sin salto.

Tomando como base los ejercicios utilizados; el press de banca, el pull-over, el lanzamiento del balón medicinal desde el pecho, y el lanzamiento por encima de la cabeza, es posible diseñar dos ejercicios similares a estos, pero que cumplan con la secuencia de, recepción, estiramiento y acortamiento (Figura I-31).

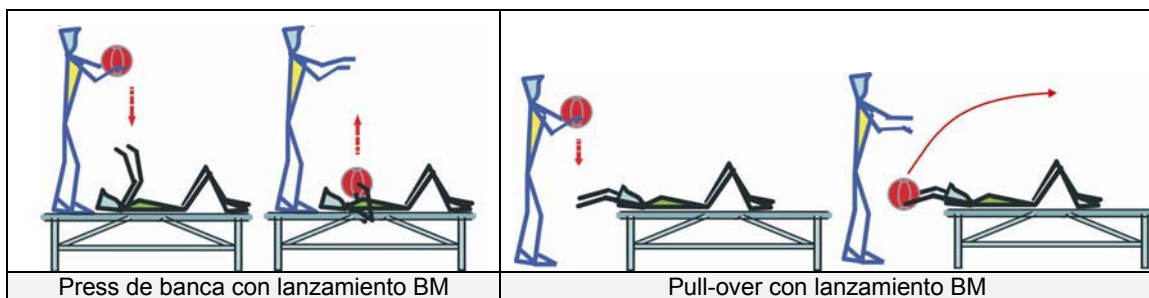


Figura I-31. Ejercicios con el ciclo estiramiento-acortamiento del tren superior con lanzamiento del balón medicinal.

La carga tradicionalmente utilizada en ejercicios de trabajo pliométrico del tren superior, es el balón medicinal Bloomfield, Ackland y Elliott (1994, pp.147). Esta carga, permite realizar una secuencia de movimiento más similar al gesto real, al no tener que detener la acción al final del recorrido, como ocurre con las pesas.

La especificidad del entrenamiento no viene marcada sólo por el uso de ejercicios similares a los del juego. Un factor importante, con el fin de hacer el entrenamiento más específico, reside en individualizar la carga de trabajo.

En este sentido, hay que señalar que los estudios de trabajo pliométrico, realizados con una carga del 30% del máximo de cada sujeto, han ofrecido buenos resultados tanto en el tren inferior (Wilson et al., 1993; Lyttle et al., 1996), como en el tren superior (Lyttle et al., 1996; McEvoy y Newton 1998).

Mediante la fórmula propuesta por Ebben, Blackard y Jensen (1999), es posible calcular la altura de caída del balón para que ofrezca una fuerza de

impacto del 30% de 1RM. Sólo se requiere hallar la fuerza máxima (1RM) en los ejercicios del press de banca y del pull-over, y aplicar dicha fórmula (Ecuación 5). De esta forma, es posible trabajar con balones medicinales e individualizar la carga de entrenamiento.

$$h = [(f \times g) + 468,3] - (m \times 59,65)$$

Donde **h** es la altura de caída del balón (cm), **f** la fuerza de impacto deseada (kg), **g** es la aceleración de la gravedad y **m** es la masa del balón.

Ecuación 5. Fórmula para calcular la altura de caída del balón medicinal (adaptada de Ebben, 1999).

Además, para que el estímulo de entrenamiento sea el deseado y provoque el desarrollo de la potencia, es necesario controlar la intensidad del trabajo, es decir, es necesario que la velocidad de ejecución sea siempre la máxima posible (Cometti, 1998; González, 2002).

Viitasalo, (1988) controla la velocidad de ejecución del lanzamiento de balones medicinales mediante células fotoeléctricas. El estudio de este autor, muestra una alta correlación entre la velocidad de lanzamiento y la distancia alcanzada. Por lo tanto, es posible utilizar la distancia de lanzamiento como medida de control de la intensidad.

d) *Prevención de lesiones.* Antes de aplicar cualquier protocolo de entrenamiento, es preciso conocer el historial de lesiones de los jugadores y desarrollar una progresión adecuada. El trabajo pliométrico ha sido utilizado con éxito en la rehabilitación de lesiones de hombro (Swanik, Lephart, Swanik, Lephart, Stone y Fu, 2002). De todas formas, hay que tener en cuenta, que el hombro es una de las articulaciones en la que más lesiones se producen en voleibol (Briner y Benjamín, 1999).

Tradicionalmente, en este deporte es común ver a los jugadores realizar rutinas de ejercicios de prevención de lesiones de hombro en el calentamiento. Se aconseja realizar ejercicios de rotaciones (interna y externa), flexiones, extensiones, abducciones y aducciones con pequeñas resistencias, como la ofrecida por gomas elásticas (Rutherford, 1985; Neri, 1997; Gadenken, 1999).

Con este tipo de trabajo se favorece la estabilidad de la articulación escapulo-humeral y la entrada en calor de la articulación.

Atendiendo a todas estas premisas, en la Tabla I-25 se expone una propuesta de trabajo pliométrico para mejorar la velocidad del balón en el remate en jugadores experimentados. Se utilizan como base, los dos ejercicios descritos y se debe individualizar la carga al 30% de 1RM de cada jugador. Estos ejercicios se añadirán a la evolución de ejercicios del tren superior (Figura I-30)

Tabla I-25. Propuesta metodológica de trabajo pliométrico para mejorar la velocidad del balón en el remate.

Semana	Sesiones	Series por sesión	Repeticiones por serie (<20" la serie)	Intervalo de descanso entre series y ejercicios	Volumen de trabajo por sesión (dos ejercicios)
1	2	2	8	3'	8-10'
2	2	3	8	3'	15-20'
3	2	3	10	3'	15-20'
4	2	3	10	3'	15-20'
5	2	4	8	3'	20-25'
6	2	4	8	3'	25-30'
7	2	3	10	3'	20-25'
8	2	3	10	3'	20-25'

Siguiendo las recomendaciones descritas sobre el trabajo de potencia muscular, estos ejercicios deben realizarse al inicio de la sesión, tras el calentamiento. Tras su ejecución se debe realizar una serie de 8 a 10 remates, con el fin de transferir el efecto del trabajo realizado al gesto real.

El objetivo de esta propuesta de trabajo, es mejorar la velocidad del balón en el remate, pero ¿cuál será el efecto de dicho trabajo sobre la fuerza máxima (1RM) y la potencia del tren superior, en jugadores experimentados de voleibol?, y ¿cuál puede ser el efecto del trabajo descrito sobre la masa muscular de los brazos, en jugadores experimentados de voleibol?

2.2.- OBJETIVOS CIENTÍFICOS Y LIMITACIONES

A partir del problema planteado, es decir el desarrollo del protocolo de trabajo propuesto, basado en el ciclo estiramiento-acortamiento para la mejora de la velocidad del balón en el remate.

Los objetivos de este estudio son:

- a) Comprobar cuáles son los efectos del entrenamiento basado en el ciclo estiramiento-acortamiento sobre la masa muscular de jugadores de élite en el tren superior, la fuerza máxima (1RM) y la potencia del tren superior.
- b) Comprobar cuál es el efecto del entrenamiento basado en el ciclo estiramiento-acortamiento, sobre la velocidad del balón en el remate y sobre la velocidad del balón en el remate sin salto (golpeo) en jugadores de élite.
- c) Comprobar la relación entre la velocidad del balón en el remate con, la edad, los años de práctica, la talla, el alcance, el peso, la altura del salto, la técnica, el área muscular del brazo de golpeo, la fuerza máxima de 1RM, la potencia del tren superior y la velocidad del balón en el golpeo de los jugadores.

Para desarrollar un estudio que logre dar respuesta a los objetivos y preguntas planteadas, nos encontramos con una serie de limitaciones donde sin duda, la más importante es obtener una muestra ideal.

Esta muestra debe estar compuesta por jugadores de élite en activo, pues los objetivos están orientados a esta población en concreto. Plantear los objetivos con este tipo de población, se justifica por el hecho de que incrementar la velocidad del balón en el remate en estos jugadores, no va a depender del asentamiento técnico o de la mejora de la fuerza general.

Obtener una muestra numerosa que cumpla esta característica no es viable, pues entraña gran dificultad acceder a deportistas de élite para realizar investigaciones que requieren un largo proceso de trabajo. Esta situación perjudica la generalización de los resultados. Además, una muestra reducida de jugadores de voleibol, también puede contaminar los resultados debido a la diversidad de los puestos de juego (colocador, central, opuesto, atacante receptor, líbero)¹.

¹ Selinger & Ackerman, (1985) hace esta clasificación, colocador, opuesto, atacante de zona 4 y central. La figura del líbero, defensor especialista, apareció en 1998 debido a un cambio en la normativa de la Federación Internacional de Voleibol.

Por otra parte, un factor importante para poder acceder a deportistas de élite en activo, es acomodar el trabajo de la investigación a la propia planificación del equipo, al macrociclo anual.

En este caso, sólo se ha tenido acceso a un equipo de voleibol de la máxima categoría española y concretamente de género femenino (el Club Deportivo Universidad de Granada de División de Honor), por lo tanto, los objetivos de la investigación sólo serán abordados desde el género femenino.

2.3.- HIPÓTESIS

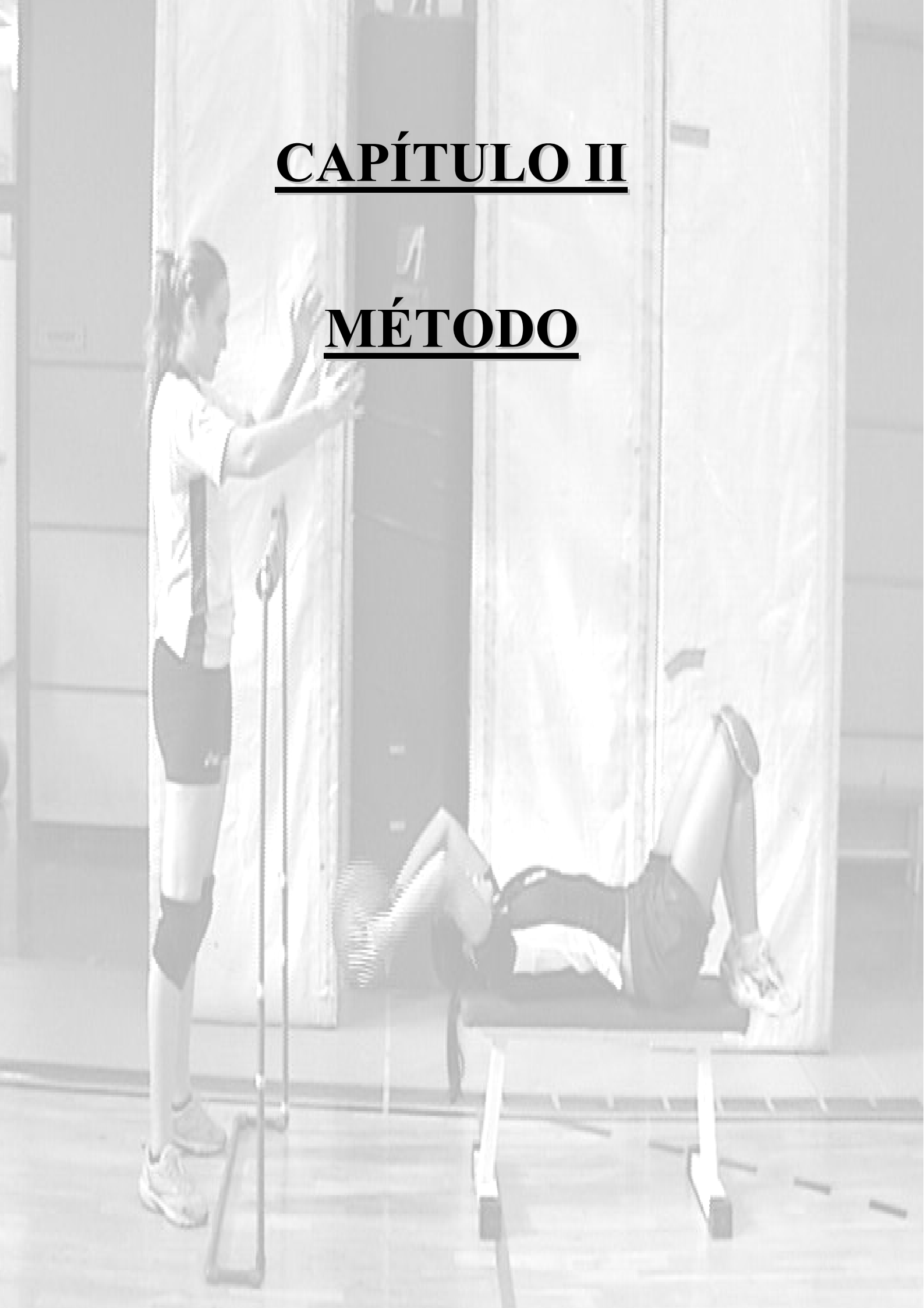
H1- El entrenamiento de fuerza del tren superior, basado en el ciclo estiramiento-acortamiento, incrementa la potencia y la fuerza (1RM) en jugadoras de un equipo de voleibol de División de Honor.

H2- El entrenamiento de fuerza del tren superior, basado en el ciclo estiramiento-acortamiento con recepción y lanzamiento de balones medicinales, mejora la velocidad del balón en el remate sin salto y en el remate con salto, en las jugadoras de un equipo de voleibol de División de Honor.

H3- La velocidad alcanzada por el balón en el remate, se correlaciona con la velocidad alcanzada por el balón en el remate sin salto (golpeo) en las jugadoras de un equipo de voleibol de División de Honor.

CAPÍTULO II

MÉTODO



CAPÍTULO II. MÉTODO

1.- SUJETOS

Inicialmente, y tras contar con el visto bueno de la directiva y del cuerpo técnico del equipo de voleibol femenino de División de Honor, del Club Deportivo Universidad de Granada, que ostenta una trayectoria de más de 10 años en dicha categoría, se solicitó la participación voluntaria y el consentimiento por escrito, de las jugadoras integrantes del equipo (anexo 1).

En primera instancia, todas las jugadoras de la plantilla firmaron el documento que certificaba su participación voluntaria en el estudio, pero sólo tomaron parte en esta investigación las 7 jugadoras del equipo que cumplían con los criterios de inclusión exigidos. En la Tabla II-1 se muestran las características generales de las jugadoras.

Los criterios de inclusión se establecieron para poder abordar, con mayor garantía los objetivos de la investigación. Para formar parte en la investigación, los sujetos debían: ser mayores de edad, estar participando en la máxima categoría del voleibol nacional, tener un mínimo de cinco años de experiencia dentro de un equipo que realizase, al menos, una sesión diaria de entrenamiento, haber participado un mínimo de cinco años en competiciones federadas, y por último, se exigía no haber sufrido lesiones de gravedad en el hombro (rotura fibrilar, tendinitis crónica, operación en la articulación).

Al comienzo de la investigación, estos criterios los cumplían 8 jugadoras, pero dos de ellas causaron baja en la plantilla, y por lo tanto, muerte experimental en la investigación. Para sustituir a una de estas dos jugadoras, se incorporó un nuevo fichaje al equipo, que supuso la séptima jugadora de la investigación.

La incorporación se produjo una vez comenzada la toma de datos de la línea base, por esta razón, los datos de una jugadora en dicha fase, son menos numerosos que los del resto de jugadoras.

Tabla II-1. Características generales de los sujetos de estudio.

Jugadoras	Edad	Años Práctica	Talla (cm)	Alcance (cm)	Alt.Salto (cm)	Peso (Kg)	Puesto ^a
Sujeto 1	24	6	181,1	240	70	77,2	2
Sujeto 2	22	11	175,1	228,4	56,6	68,2	5
Sujeto 5	23	10	187,8	237,8	59,2	74,2	3
Sujeto 7	20	5	189,7	243,7	65,3	77,8	3
Sujeto 8	20	12	182,8	235,6	54,4	79,5	4
Sujeto 9	25	10	188,9	241,8	63,2	77,0	4
Sujeto 10	21	10	180,0	227,0	66	77,0	1
Media	22,1+2	9,1+2,6	183,6+5,4	236,3+6,5	62,1+5,6	75,8+3,7	----

Leyenda: El puesto; se refiere a la posición de juego habitual del jugador, 1- colocador; 2- opuesto; 3- central; 4- atacante-receptor; 5- libero.

2.- DISEÑO

Se trata de un diseño intragrupo, con muestreo no probabilístico accidental, donde la muestra fué seleccionada del único equipo de élite al que se tuvo acceso (Club Deportivo Universidad de Granada, sección femenina).

El reducido numero de sujetos y el hecho de no haber sido elegidos al azar, imposibilita la generalización de los resultados más allá de la propia muestra, que no puede considerarse representativa de la población a la que pertenece, o sea, a jugadoras de élite de la liga de División de Honor femenina española.

Se trata de una investigación pre-experimental, con medidas puntuales de pre-test, pos-test y re-test, de las variables, área muscular de los brazos, fuerza y potencia del tren superior, y medidas repetidas en las fases (A, B, A'), línea base, tratamiento y retirada del tratamiento (Tabla II-2), de otras dos variables, velocidad del balón en el golpeo y velocidad del balón en el remate.

A.- Durante la primera fase, de 11 semanas de duración, los sujetos desarrollaron el programa de fuerza recomendado en voleibol para la mejora de la velocidad del remate (tradicional). A lo largo de esta fase, se realizaron medidas repetidas de la velocidad del balón en el golpeo y en el remate, estableciéndose la línea base. Al final de dicha fase, se realizó el pre-test de los pliegues y perímetro de ambos brazos, de la fuerza, y de la potencia del tren superior,

B.- En la segunda fase, de 8 semanas de duración, los sujetos sumaron al programa de entrenamiento “tradicional”, los ejercicios pliométricos propuestos (Figura I-31, pp. 76), aplicándose por lo tanto, la variable de tratamiento. A lo largo de esta fase se continuó tomando medidas repetidas de la velocidad del balón en el golpeo y en el remate. Como en la fase anterior, al finalizar esta fase, se realizó el pos-test de los pliegues y perímetro de ambos brazos, de la fuerza, y de la potencia del tren superior. Los resultados del pos-test se utilizaron para comprobar el efecto inmediato de la variable de tratamiento.

A’.- En la tercera fase, de 4 semanas de duración, se retiró la variable de tratamiento, los sujetos siguieron realizando el trabajo “tradicional”. A lo largo de esta fase se siguió tomando medidas repetidas de la velocidad del balón en el golpeo y en el remate. Al final de esta última fase, se realizó el re-test de los pliegues y perímetros de ambos brazos, de la fuerza y, de la potencia del tren superior. Estos resultados se utilizaron para comprobar el efecto retardado del tratamiento.

Tabla II-2. Fases de la investigación.

FASE A		FASE B		FASE A’	
<i>Línea base</i> (11 semanas)	Pre - test	<i>Tratamiento</i> (8 Semanas)	Post - test	<i>Retirada del tratamiento</i> (4 semanas)	Re - test
Entrenamiento <i>tradicional</i>		Entrenamiento <i>Tradicional + pliométrico</i>		Entrenamiento <i>tradicional</i>	

3.- VARIABLES

En este apartado se describen las variables dependientes (VD) del estudio, los dos niveles de la única variable independiente (VI) y todas las posibles variables contaminantes (VC).

3.1.- VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables dependientes objeto de estudio en esta investigación, son de dos tipos: a) variables dependientes de medidas puntuales, es decir, la toma de datos

se realizó de forma puntual en el pre-tratamiento, pos-tratamiento y tras la retirada del tratamiento, y b) variables dependientes de medidas repetidas, es decir la toma de datos se realizó de forma continua a lo largo de todo el proceso de la investigación:

a) *Las variables dependientes de medidas puntuales (VD-MP) fueron:*

- Características antropométricas del tren superior (el área total y muscular de ambos brazos).
- La fuerza del tren superior, representada por los kilogramos (kg) movidos en el test de 1RM de dos ejercicios, el press de banca y el pull-over.
- La potencia del tren superior, representada por la distancia alcanzada con el lanzamiento del balón medicinal.

b) *Las variables dependientes con medidas repetidas (VD-MR) fueron:*

- La velocidad del balón en el golpeo. Se realizaron medidas repetidas de la velocidad alcanzada por el balón, tras la ejecución de un remate sin salto y con autolanzamiento.
- La velocidad del balón en el remate. Se realizaron medidas repetidas de la velocidad alcanzada por el balón, tras la ejecución de la secuencia completa del remate ante un balón colocado.

3.2.- VARIABLE INDEPENDIENTE

La variable independiente de esta investigación, ha sido el método de entrenamiento de fuerza seguido para el desarrollo de la potencia del tren superior. Esta variable tiene dos niveles, a) entrenamiento tradicional y b) entrenamiento con ejercicios pliométricos de recepción, estiramiento y acortamiento:

a) *Nivel 1.* Las jugadoras desarrollaron el protocolo de entrenamiento de fuerza del tren superior, recomendado en voleibol para mejorar la velocidad del balón

en el remate “*entrenamiento tradicional*”. Este entrenamiento se basa en el uso del método anisométrico y balístico o pliométrico de bajo impacto.

Es preciso señalar que con anterioridad a este trabajo específico, se desarrolló el programa de fuerza general, previsto en la planificación anual del equipo. En este programa se utilizó inicialmente el método de esfuerzos repetidos, con el objetivo del desarrollo de la hipertrofia muscular y después, métodos de esfuerzos dinámicos para el desarrollo de la potencia (Tabla II-3).

El trabajo para el desarrollo de la potencia, se inició con el método anisométrico de esfuerzos dinámicos, utilizando ejercicios generales de musculación con pesas, y se continuó con el mismo método combinado con el balístico y pliométrico de bajo impacto, como trabajo específico para el desarrollo la velocidad del balón en el remate (Tabla II-3). Este trabajo específico se llevó a cabo dentro de un circuito de ejercicios de fuerza (anexo 2).

Por otra parte, en la fundamentación teórica se señaló que uno de los objetivos implícitos del trabajo de fuerza, debía ser el de la prevención de lesiones. Con este objetivo, las jugadoras realizaron durante todo el proceso de entrenamiento (Tabla II-3), una rutina de ejercicios de prevención de lesiones de hombro con un elástico (anexo 3).

b) Nivel 2. En este segundo nivel de la variable independiente, los sujetos incorporaron al entrenamiento de fuerza tradicional, la propuesta de trabajo de fuerza descrita en la fundamentación teórica, que se basada en la ejecución de ejercicios pliométricos con recepción y lanzamiento de balones medicinales (Figura I-31, pp. 76).

El trabajo consistió en realizar lanzamientos de balones medicinales, tras recibirlos desde una altura individualizada para cada jugador, que representase una fuerza de impacto del 30% de 1RM. Para controlar que cada repetición se realizase al máximo, se vigiló que la distancia de cada

lanzamiento alcanzase siempre un mínimo exigido a cada jugadora (Tabla I-25, pp.78)

Tabla II-3. Evolución del trabajo de fuerza desarrollado en el tren superior.

Métodos	E. Repetidos (hipertrofia)	E. Dinámico Anisométrico (potencia)	Balístico	Anisométrico, balístico y pliométrico		Prevención
				Nivel 1	Nivel 1 + 2	
↓ Sucesión en los métodos de trabajo durante la temporada ↓	(3-4 Ser. de 8-6 RM)					Rutina de 7 ejercicios con goma elástica. (anexo 3)
		(3-4 Ser. de 10-12 rep. al 60-30%)	Remates sin salto	Ejercicios recomendados para la mejora de la velocidad del remate (Figura I-30 y anexo 2)	Ejercicios del nivel 1, mas ejercicios de recepción del BM, con una fuerza de impacto del 30% de 1RM, y lanzamiento de los mismos.	

3.3.- VARIABLES CONTAMINANTES

Las variables contaminantes son aquellas situaciones, que pueden incidir de forma conjunta con la variable independiente sobre la variable dependiente, pero que el investigador no manipula ni trata de estudiar.

Las variables contaminantes dependen de cada investigación, en este apartado se describen las posibles variables que podrían contaminar nuestra investigación, y se describen igualmente, los procesos seguidos para controlar su posible actuación.

3.3.1.- Variables contaminantes propias de los sujetos de investigación

Para poder dar respuesta a los objetivos de la investigación era imprescindible que los sujetos fuesen jugadores de alto nivel, y este criterio de selección, ha limitado el número de sujetos con los que podíamos contar.

El hecho de contar con una muestra tan pequeña (7 jugadoras), nos ha llevado a plantear un diseño de investigación intragrupo, donde cada sujeto constituye el principio de control de las diferencias individuales (Pereda, 1987), permitiendo controlar las variables relativas a los sujetos. Esta situación limita la posibilidad de extrapolar los resultados más allá de cada sujeto y del propio grupo, restándose validez externa a la investigación.

3.3.2.- Variables contaminantes relacionadas con el investigador

Para que las expectativas del investigador no incidieran ni sobre los sujetos ni el registro de datos, tres observadores, componentes del cuerpo técnico, fueron instruidos para realizar la toma de datos, el control de la ejecución de los tests y, el control del proceso de entrenamiento.

Uno de ellos, fue el responsable de la toma de datos de la velocidad del balón en el golpeo y en el remate. Otro, fue el responsable de realizar las colocaciones durante el test del remate. Y el tercer sujeto, se encargó de la toma de datos de los pliegues, los perímetros, el peso, la talla y alcance de las jugadoras. A su vez, los tres observadores, fueron los responsables de controlar y desarrollar el trabajo de fuerza planteado como variable de tratamiento.

3.3.3.- Variables contaminantes relacionadas con el procedimiento

Se utilizó la técnica de constancia para controlar las variables relacionadas con el procedimiento. Esta técnica persigue mantener constantes las condiciones experimentales para que influyan de igual manera en cada fase. En nuestro caso se utilizó para mantener constante:

a) *La forma física de las jugadoras:* se hizo coincidir cada fase experimental de la investigación, con periodos de características similares de entrenamiento y de competición, de acuerdo a la planificación del macrociclo anual de la temporada planteado por el cuerpo técnico.

b) *Las condiciones de realización de los tests*, la hora del día, la iluminación y el lugar. Los tests de control se realizaron siempre en el mismo sitio, en la cancha de juego del equipo y en su sala de musculación. Se pretendió que el jugador realizase los tests en un lugar familiar para no alterar su motivación ni la dinámica de los entrenamientos.

3.3.4.- Variables contaminantes relacionadas con los aparatos

Se controló que el material utilizado fuese siempre el mismo y mantuviese las mismas características.

Se tuvo especial cuidado en el control de la presión de los balones y la calibración del radar, antes de realizar los tests de medida de la velocidad del balón en el remate y en el golpeo. Igualmente, se calibró el peso de los balones medicinales, mancuernas, barras y discos antes de utilizarlos en los diferentes tests realizados.

3.3.5.- Variable contaminante de error progresivo

En las situaciones experimentales con estudios intragrupo longitudinales, donde los mismos sujetos son evaluados en las distintas fases del estudio, es posible que al pasar de una fase a otra, la propia práctica realizada en la fase anterior, pueda originar una mejora de la eficacia en la fase siguiente, o por el contrario, puede originar una fatiga que dé lugar a una pérdida de eficacia. A esta situación se le denomina “error progresivo” (Pereda, 1987).

Para eliminar esta posible variable contaminante de “error progresivo”, se utilizan técnicas estadísticas de corrección. En esta investigación para corregir la significación de los datos obtenidos en las variables de medidas puntuales, se ha utilizado la corrección de Bonferroni y la corrección de tipo I de Newman-Keuls. En cambio ante las variables de medidas repetidas (VD-MR), se ha aplicado un modelo de autocorrelación a nivel intrasujeto, que nos permitiese determinar la presencia o ausencia de algún tipo de correlación entre las medidas realizadas.

3.3.6.- Variable contaminante propia de la investigación

Según los aspectos estudiados en la fundamentación teórica de la investigación, el tipo de técnica usada incide sobre la velocidad del remate, por lo tanto se ha creído conveniente realizar un control sobre la ejecución técnica del remate y del golpeo.

El control de esta variable, se realizó mediante un análisis fotogramétrico de las ejecuciones efectuadas al final de cada fase experimental (pre-tratamiento, pos-tratamiento y retención del tratamiento), comparando los resultados obtenidos en cada fase para comprobar la estabilidad del gesto.

4.- INSTRUMENTAL

Se distinguen tres grupos de instrumentos y materiales en función de su utilidad en la investigación; 1) el utilizado para medir y controlar las variables dependientes y contaminantes del estudio, 2) el utilizado para llevar a cabo los ejercicios específicos de la fase de tratamiento y, 3) el utilizado para almacenar y procesar los datos. Los instrumentos utilizados con más de una función, se describen únicamente en un apartado.

4.1.- INSTRUMENTO Y MATERIAL UTILIZADO PARA MEDIR Y CONTROLAR LAS VARIABLES DEL ESTUDIO

El instrumental utilizado, se presenta en función del test de medida donde ha sido utilizado: 1) en la toma de datos antropométricos de las jugadoras, 2) en los tests para medir la fuerza y la potencia del tren superior, 3) en los tests para medir la velocidad del balón en el golpeo y en el remate y, 4) en el análisis fotogramétrico para controlar la estabilidad de la ejecución técnica.

4.1.1.- Instrumentos y material utilizados en la toma de datos antropométricos

En la Tabla II- 4, se muestra el instrumental utilizado para realizar la toma de datos necesarios que permiten calcular el área total y muscular de los brazos de los sujetos (Figura II-11, pp. 115 y Figura II-13, pp. 118).

En este apartado, también se presenta el instrumental utilizado para conocer, la talla, el peso, el alcance y la altura de salto del remate de las jugadoras.

Tabla II- 4. Material utilizado en el control de medidas antropométricas y de salto.

- Instrumental y material	- Características / · Función
- Plicómetro (Figura II-1).	- Modelo: Plicómetro Holtain · Medir pliegues.
- Cinta métrica (Figura II-1).	- Modelo: Cinta métrica Lufkin · Medir los perímetros corporales.
- Tallímetro (Figura II-11, pp. 115).	· Medir altura de las jugadoras.
- Báscula (Figura II-1).	- Modelo: Salter 996 Electronic Bathroom Scale. · Pesar a las jugadoras.
- Sistema de tablillas móviles separadas 1cm (Figura II-12, pp 117).	- Estructura de tablillas móviles separadas un centímetro unas de otras. · Medir la altura de alcance de la mano en el test de salto de remate.



Figura II-1. Instrumentos utilizados en la toma de datos antropométricos.

4.1.2.- Instrumentos y material utilizado para medir la fuerza y la potencia

En la Tabla II-5, se expone el instrumental utilizado para realizar los tests de fuerza de 1RM, con el press de banca (Figura II-14, pp. 121) y con el pull-over (Figura II-15, pp. 122), y el test de potencia del tren superior, con el lanzamiento del balón medicinal (Figura II-16, pp. 124).

Tabla II-5. Material utilizado en la para realizar los tests de fuerza.

- Instrumental y material	- Características / · Función
---------------------------	-------------------------------

- Barra de 9kg de peso y discos de 2, 3, 4, 5, 10, 15 y 20 Kg calibrados (Figura II-2).	- Modelo: Image · Establecer el peso máximo capaz de mover por las jugadoras para realizar 1RM del ejercicio del press de banca.
- Mancuernas con el peso calibrado de 6kg a 50kg (Figura II-2).	- Modelo: Salter · Establecer el peso máximo capaz de levantar por las jugadoras, para realizar 1 RM del ejercicio del pull-over.
- Balones medicinales de 5, 4, 3, 2 y 1kg, (Figura II-2).	- Modelo: Amaya. · Realizaremos el test de lanzamiento de balones medicinales para establecer la curva de fuerza y distancia de lanzamiento.
- Espacio delimitado por líneas separadas cada 0,25 metros (Figura II-2).	· Controlar la distancia alcanzada en el test de lanzamiento de balones medicinales.
- Banco de musculación acolchado.	Modelo: Salter · Servir como elemento de apoyo a las jugadoras al realizar los tests de fuerza del pull-over y del press de banca.



Figura II-2. Instrumentos y materiales utilizados en los tests de fuerza y de potencia.

4.1.3.- Instrumentos y material usado para medir la velocidad del balón en el golpeo y en el remate

En la Tabla II-6 se presenta el instrumental usado para medir la velocidad del balón en el test del golpeo (Figura II-17, pp. 130) y en el test del remate (Figura II-18, pp. 132).

Tabla II-6. Material utilizado durante los tests de remate y de golpeo.

- Instrumental y material	- Características / Función
- Campo de juego de voleibol de 9x9m, con la red de voleibol a 2,24m de altura.	- Parqué flotante. · Cancha de juego donde se compite, se entrena y lugar donde se realizan los tests.

- Instrumental y material	- Características / Función
- 1 carro de balones.	- Carro metálico con ruedas. · Proteger al radar de golpes de los balones en el test de remate. Se colocaba delante del radar.
- 1 portería de balonmano o fútbol sala.	- Proteger al radar de golpes de los balones en el test de golpeo.
- 10 balones de voleibol (Figura II-3).	- Modelo: Molten IV 5XC de voleibol. · Son los balones oficiales de juego y los utilizados para realizar los tests de remate y de golpeo.
- 1 manómetro (Figura II-3).	- Modelo: Imsport manómetro esfera. · Calibrar la presión de los balones de 0,30 a 0,325 kg./cm ² .
- 1 cinta métrica de 5 metros.	· Controlar la ubicación del radar, la distancia entre varillas y la altura de la red en el test del remate.
- Pistola Radar (Figura II-3).	- Modelo: Pistola Radar "Stalker ATS" - RS-232 Versión - Rango de velocidad- (1-480 Km/h) - Frecuencia de registro- 0,032" - Distancia máxima de registro- 76 m - Ka Band 35,1 GHz · Medir la velocidad del balón.
- Tubo telescópico con plataforma de sujeción.	· Actuar como sistema de referencia para controlar la altura de lanzamiento de los balones antes del golpeo.
- Varillas de juego (Figura II-3).	- Varillas de la red de voleibol, 1,80m. · Delimitar la zona de remate en 1,50m de ancho.



Figura II-3. Instrumental y material utilizado para el control de la velocidad del remate y del golpeo.

4.1.4.- Instrumentos y material utilizado en el análisis fotogramétrico de la ejecución técnica

En la Tabla II-7 se describe el instrumental utilizado para realizar el análisis fotogramétrico de la ejecución técnica, del remate y del golpeo.

Tabla II-7. Instrumental usado para realizar el análisis técnico del remate y del golpeo.

- Instrumental y material	- Características / Función
- Ordenador portátil (Figura II-19, pp.133).	- Modelo: Samsung X05. Intel PentiumM 1,3GHz. Memoria Ram: 504 MB. Gráficos internos Intel 855GM.

	· Analizar las imágenes del remate con salto y sin salto.
- Cámara de video (Figura II-19, pp.133) - 4 cintas Hi 8. - Trípode.	- Modelo: Sony DCR-TRV355E. - Hi8 Sony. · Filmar los remates y golpes del último test de control de cada fase experimental.
- Cable DV/DV.	· Conectar la cámara y el ordenador, por el puerto 1394.
- Software de captura de video.	- Modelo: Pinnacle Studio 8. · Capturar y editar las secuencias de video del remate y del golpeo en el ordenador, a 50Hz.
- Programa Kwon3D 3.01.	· Digitalizar la figura alámbrica de las jugadoras en las acciones del remate y del golpeo.

4.2.- MATERIAL USADO EN LOS EJERCICIOS DE ENTRENAMIENTO ESPECÍFICOS DE LA FASE DE TRATAMIENTO

En este apartado se describe el material utilizado para realizar los dos ejercicios de fuerza, propuestos para el trabajo pliométrico de alto impacto en el tren superior (Figura II-9, pp. 109 y Figura II-10, pp. 111).

Tabla II-8. Material utilizado en la ejecución de los ejercicios especiales de entrenamiento.

- Instrumental y material	- Características / · Función
- 6 Balones medicinales de 3kg	- Modelo: Amaya Actuar como elemento de sobrecarga en el entrenamiento.
- 1 Cinta métrica	Delimitar la altura y distancia de lanzamiento
- 2 Bancos de musculación acolchados	Servir como elemento de apoyo a las jugadoras durante la realización de los ejercicios de fuerza.
- Vallas de plástico (Figura II-4a)	Servir como sistema de referencia para controlar la altura de caída del balón en el ejercicio de lanzamiento por encima de la cabeza desde tumbado.
- Espacio delimitado por líneas separadas cada 0,25 metros	Servir como referencia para controlar la distancia de lanzamiento de cada jugadora.
- Silla de árbitro con marcas en las alturas determinadas para cada jugadora (Figura II-4b)	Servir como sistema de referencia para controlar la altura de caída y la altura de lanzamiento, en el ejercicio de lanzamiento desde el pecho.

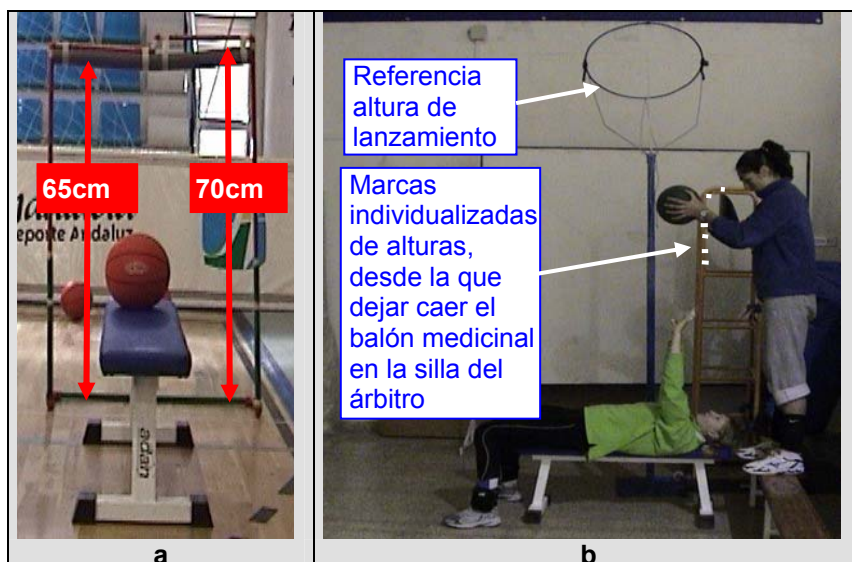


Figura II-4. Materiales usados en los ejercicios pliométricos del tren superior.

4.3.- INSTRUMENTAL USADO PARA ALMACENAR Y PROCESAR LOS DATOS

En este apartado se muestra el instrumental usado en el registro, almacenamiento y procesamiento de los datos.

- Hoja de observación. Diseñada para anotar las velocidades máximas registradas por el radar en cada toma de datos (anexo 4).
- Programa Excel 2000. Con este programa se creó una hoja Excel en la que almacenaron los datos para poder ser procesados posteriormente.
- Paquete de programas estadísticos SPSS 12.0.1. Con este programa se realizó el procesamiento de los datos a nivel estadístico.

5.- PROCEDIMIENTO

5.1.- TEMPORALIZACIÓN DE LAS FASES EXPERIMENTALES DE ACUERDO CON LA PLANIFICACIÓN DEL EQUIPO

En el alto nivel deportivo, el control de todos los aspectos que puedan aumentar el rendimiento final del juego, es especialmente importante. En voleibol la priorización sistemática del entrenamiento de fuerza está orientada hacia el

incremento de la potencia. Una mejora de la capacidad de generar gran fuerza en poco tiempo incide positivamente sobre la eficacia de los esfuerzos realizados en juego.

En este estudio, se ha introducido un nuevo diseño de trabajo de fuerza en la planificación, que inicialmente debía cumplir con dos exigencias, a) ajustarse a la planificación de trabajo programado para el equipo y b) adecuarse a las necesidades específicas de la investigación.

a) *Análisis de la planificación (macrociclo) del equipo.* Para adecuar el diseño del nuevo trabajo, a la planificación del equipo, se realizó un análisis del macrociclo programado para la temporada 2003/04 del equipo de voleibol femenino del C.D.U. de Granada.

El macrociclo programado se correspondía con el plan típico para este deporte. Un programa con dos grandes ciclos de entrenamiento, caracterizado por un corto periodo de preparación inicial y un largo periodo competitivo, en el que se intercalaba otro breve periodo de preparación.

El cuerpo técnico dividió el macrociclo en: 1) un periodo de preparación general, 2) un periodo de preparación específica, 3) tres periodos competitivos y, 4) un periodo intermedio de preparación especial a mediados de la temporada, con el propósito de reajustar la preparación física (Tabla II-9). Hay que señalar que el tercer periodo competitivo, sólo se realizaría en el caso de lograr la clasificación para la última fase de la liga, donde sólo participan los ocho mejores equipos del campeonato.

Siguiendo la evolución del trabajo de fuerza propuesto por Vittori (1990), Bompa (2000):

a1. *En el periodo de preparación general*, se realizó un programa de trabajo orientado al desarrollo de la fuerza máxima. Primero de trabajo para

incrementar la hipertrofia muscular, y después para mejorar los factores nerviosos.

a2. *En el periodo de preparación específico*, se realizó un programa de trabajo orientado al desarrollo de la potencia. Inicialmente se utilizó el método anisométrico y posteriormente, en el tren inferior, se introdujo un trabajo pliométrico, mientras que en el tren superior se introdujo el ejercicio del remates sin salto (método balístico).

a3. *Durante los periodos competitivos*, se realizó un trabajo de fuerza-resistencia en el que se introdujeron ejercicios pliométricos de bajo impacto (Toyoda, 1990). En estos periodos competitivos, se pretende mantener los niveles de fuerza adquiridos en las fases anteriores, evitando provocar sobrecargas.

a4. *En el periodo intermedio* se realizó un trabajo de fuerza recordatorio, centrado en la mejora de la fuerza máxima y su rápida transición a la potencia o fuerza explosiva (Tabla II-9).

Tabla II-9. Evolución del trabajo de fuerza en función del periodo específico de la temporada.

Periodos	General	Específico	Comp. 1	Intermedio	Comp. 2	Comp. 3
Programa de Fuerza	F. Máx. (Hiper./Nerv.)	Potencia (Anis./Pliom)	F.-Res.	F. Máx. / Potencia	F.-Res.	F.-Res.

b) *Análisis de los requerimientos de la investigación.* Para llevar a cabo el diseño propuesto para la investigación, había que desarrollar tres fases (A-B-A'), el establecimiento de la línea base, la fase de tratamiento y la fase de retención. Además este diseño debía cumplir dos exigencias para controlar posibles variables contaminantes. Por un lado, cada fase debía corresponderse con periodos de la temporada de similar estado físico de las jugadoras y por otro lado, era preciso un largo periodo para establecer la línea base y un mínimo de ocho semanas para la fase de tratamiento.

Atendiendo al macrociclo programado por el cuerpo técnico y a las necesidades específicas de la investigación, se hicieron coincidir los tres periodos competitivos del macrociclo con las tres fases de la investigación. Por lo tanto en el segundo periodo competitivo, se introdujo la variable de tratamiento, el trabajo pliométrico del tren superior.

En la Figura II-5, se puede observar de forma global el proceso de planificación anual desarrollado, y el ajuste de las fases experimentales a los periodos de competición del equipo.

La línea base de las variables dependientes con medidas repetidas, se estableció durante el primer periodo competitivo y las dos primeras semanas del segundo periodo competitivo. La fase de tratamiento de la investigación, se realizó durante las ocho semanas siguientes del segundo periodo competitivo. La tercera fase de la investigación se llevó a cabo durante el tercer periodo competitivo, pues el equipo se clasificó entre los ocho primeros, lo cual les daba opción a jugar la liguilla por el título de liga. En el caso de que el equipo no hubiese logrado su clasificación para esta fase de la liga, se hubiesen mantenido los entrenamientos con el fin de finalizar la investigación propuesta.

Respecto a las variables dependientes de medidas puntuales (VD-MP), la primera toma de datos se realizó durante la semana anterior al comienzo de la fase de tratamiento. La segunda toma se realizó una semana después de finalizar la fase de tratamiento, y la tercera toma de datos se realizó cinco semanas después de terminar la fase de tratamiento (Figura II-5).

Tenemos en cuenta que autores como Gómez, (1996) y Cometti, (1998) aconsejan el uso del trabajo pliométrico en la fase anterior al periodo competitivo, con el objetivo de lograr los beneficios de efecto retardado de dicho trabajo durante el periodo competitivo, y ajustar el mejor estado de forma del deportista al periodo de máximo rendimiento.

En nuestro caso, para cumplir con los objetivos de la investigación y estando de acuerdo con el cuerpo técnico, se decidió correr el riesgo de un posible desajuste en el estado de forma del deportista, al introducir el trabajo pliométrico del tren superior durante el mismo periodo competitivo.

Para reducir este riesgo de ajuste del óptimo estado de la forma física de las jugadoras, al introducir el trabajo pliométrico en el periodo competitivo se han respetado los tiempos de recuperación aconsejados (Gómez, 1996). Sólo se realizaron dos sesiones semanales, una los lunes y otra los miércoles, permitiendo con este planteamiento 48 horas de recuperación entre sesiones y tres días de recuperación entre la última sesión y la competición.

5.2.- FASES EXPERIMENTALES

En el apartado anterior se ha descrito el ajuste temporal de las fases experimentales respecto al macrociclo del equipo de voleibol femenino C.D.U. de Granada. En este apartado se describe el proceso seguido durante cada una de las tres fases experimentales (Figura II-6).

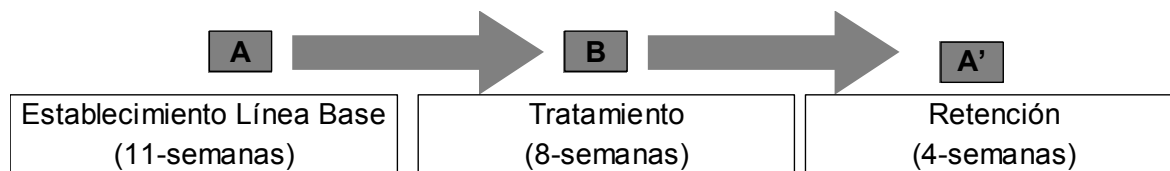


Figura II-6. Representación esquemática de las fases experimentales.

Antes de describir el proceso seguido en cada fase, se presenta la descripción de la estructura básica de las sesiones de entrenamiento. A partir de esta estructura básica se realizaron las modificaciones oportunas en función de los tests o ejercicios a realizar en las diferentes fases de la investigación.

Todas las sesiones de entrenamiento del equipo, se dividían en tres partes, a) calentamiento, b) parte principal y c) vuelta a la calma.

a) *El calentamiento* tenía una duración aproximada de unos 40 minutos, y tenía la siguiente estructura:

- Activación vegetativa, mediante carrera continua.
- Estiramientos activos y movilidad articular; centrados en la musculatura y las articulaciones más solicitadas en voleibol.
- Ejercicios de prevención de lesiones de hombro, Se realizaba una rutina de 7 ejercicios con 10 repeticiones de cada uno, con la resistencia ofrecida por una goma elástica (anexo 3).
- El calentamiento terminaba con la parte específica, que consistía en el ejercicio de ataque-defensa y en la realización de 8-15 remates, progresando en la intensidad del salto y la fuerza del remate.

b) La *parte principal* del entrenamiento se dirigía al trabajo técnico, táctico o físico.

- Hay que señalar que los martes y jueves se realizaban los tests de control de la velocidad del balón en el golpeo y en el remate. El test del remate se realizaba inmediatamente después del calentamiento, y el del golpeo junto con el trabajo técnico del saque. Fue necesario hacer un acuerdo con el cuerpo técnico para que se realizase el trabajo de saque en estos días.
- Todos los lunes y miércoles se finalizaba la parte principal del entrenamiento con el circuito de trabajo de fuerza-resistencia específico, donde se incluían ejercicios balísticos para la mejora de la velocidad del remate (anexo 2).

c) La *vuelta a la calma* de las sesiones, consistía en realizar estiramientos pasivos de toda la musculatura más empleada durante el entrenamiento, como medio de prevención de lesiones y de relajamiento muscular.

5.2.1.- Fase A: establecimiento de la línea base

Siguiendo el plan previsto en el apartado de la temporalización de las fases experimentales, la línea base de las variables de medidas repetidas (VD-MR), se realizó durante el primer periodo competitivo y las dos primeras semanas del segundo periodo competitivo (Figura II-5, pp. 100).

Por motivos competitivos, externos a la investigación, de las 22 tomas de datos previstos inicialmente, se realizaron sólo 20. Algunas jugadoras, tienen incluso menos registros al verse obligadas a realizar reposo por recomendación médica en alguna de las sesiones. Además, hay que señalar que la jugadora 1, se incorporó a mitad de temporada, y tiene una línea base más corta que el resto de jugadoras.

Los tests se realizaron los martes y jueves, dejando libres los lunes y miércoles, días en los que se ejecutaron los ejercicios de entrenamiento pliométrico en la

fase de tratamiento (Figura II-7). De esta forma, se hizo coincidir los días destinados en los microciclos competitivos al trabajo de fuerza-resistencia específico, con el trabajo pliométrico propuesto para el tren superior.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sáb.	Dom.
Calentamiento	Calentamiento	Calentamiento	Calentamiento	Calentamiento	Competición	Descanso
Pliometría del tren superior	<i>Test Remate</i>	Pliometría del tren superior	<i>Test Remate</i>			
Parte Principal	Parte principal	Parte principal	Parte principal	Parte principal		
Circuito Fuerza-Resist	<i>Test Golpeo</i>	Circuito Fuerza-Resist	<i>Test Golpeo</i>			
Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento	Estiramiento		

Figura II-7. Estructura básica de los microciclos y sesiones de entrenamiento de la tarde en los periodos competitivos.

5.2.1.1.- Organización de las sesiones con los test de registro de la velocidad del balón en el remate y en el golpeo

1º) Las jugadoras comenzaban la sesión con el calentamiento habitual, durante este tiempo, los responsables de la investigación aprovechaban para calibrar el radar y medir la presión de los balones.

2º) El test del remate se realizó tras el calentamiento, y sólo supuso realizar cinco remates más de los habitualmente realizados por cada jugadora en dicho calentamiento.

Para interferir lo menos posible en el entrenamiento, al finalizar la serie de ocho remates de la parte final del calentamiento, distribuimos a las jugadoras en dos grupos. Mientras que un grupo realizaba el test de remate, el otro grupo dedicaba este periodo de tiempo al entrenamiento técnico de otras acciones de juego, por ejemplo, bloqueo, defensa, colocación.

3º) El test de golpeo, se realizó al final de la parte principal de las sesiones, coincidiendo con el tiempo dedicado al trabajo técnico del saque.

Durante este ejercicio las jugadoras mantenían caliente el hombro de golpeo, y con esta distribución, una jugadora podía estar realizando el test, mientras el

resto continuaba con su entrenamiento. Sin embargo, dicha organización nos creó un problema con el líbero, que durante el trabajo del saque, solía realizar un trabajo de recepción. Esta jugadora tuvo que realizar el test de golpeo tras el test de remate, antes de la parte principal de la sesión, cuando aun mantenía el hombro caliente.

5.2.1.2.- Organización de la última semana de la fase “A” para realizar el pre-test de todas las variables de medidas puntuales

Durante la última semana de la fase “A”, se realizaron los dos últimos tests de las VD-MR de la fase de establecimiento de la línea base. En esta misma semana, se realizó el pre-test de todas las variables dependientes puntuales (VD-P) y se registraron los datos para realizar el análisis de la ejecución técnica:

1º) La mañana del lunes de dicha semana, se citó a las jugadoras por parejas para realizar los tests de fuerza (VD-MP). Los tests comenzaban con un calentamiento de 15 minutos. Durante 5 minutos realizaban carrera continua y movilidad articular, en los siguientes 5 minutos estiraban la musculatura principal del tren superior y en los últimos 5 minutos realizaban 2 series de 10 repeticiones de los ejercicios de musculación (press de banca y pull-over) con una carga pequeña.

Inmediatamente después realizaron el test de fuerza máxima (1RM) del press de banca. Al finalizar, descansaron durante 5 minutos y realizaron el test del pull-over (1RM). Tenían otros 5 minutos de recuperación y finalizaron realizando el test de lanzamiento de balones medicinales con diferentes pesos. Todo el material utilizado se calibró antes de la ejecución de cada jugadora, así se garantizaba el control del peso real con el que trabajó cada jugadora.

Una vez conocidos los pesos levantados en los tests de fuerza de 1RM, comprobamos que todas las jugadoras habían levantado el peso necesario para poder realizar trabajo pliométrico según las recomendaciones de García

et al. (1996) y Ebben y Watt, (1998). Se calculó el 30% de 1RM, y mediante la fórmula de Ebben et al. (1999), se estimó la altura idónea de caída del balón medicinal de 3kg para cada jugadora. Los resultados se muestran en el anexo 5.

2º) Un colaborador del estudio, especializado en la toma de datos antropométricos (talla, alcance, peso, pliegues y perímetros de ambos brazos), realizó la toma de datos de la mitad del equipo media hora antes del entrenamiento del miércoles (seis jugadoras), y la otra mitad del equipo, media hora antes del entrenamiento del jueves.

3º) El jueves, último día de la toma de datos de las velocidades del balón en el remate y en el golpeo de la primera fase, se realizó la filmación de ambos tests, para el posterior análisis fotogramétrico de la técnica de ejecución de cada jugadora. Además, en esta sesión, mientras que un grupo realizaba el test del remate, el otro grupo realizaba el test de salto.

5.2.2.- Fase B: tratamiento

Esta fase se hizo coincidir con el segundo periodo competitivo (Figura II-5, pp. 100). En ella, los martes y jueves se mantuvo la misma dinámica de entrenamiento de la primera fase, continuándose igualmente, con la toma de datos de las VD-MR.

Debido a situaciones específicas de la competición, de los 16 registros posibles previstos en esta fase, sólo fue posible realizar 14 tomas de datos de las VD-MR. Durante la segunda semana de la fase de tratamiento, el equipo participó en la Copa de la Reina (Figura II-5, pp. 100). Esta situación impidió realizar la toma de datos del martes de dicha semana, por los preparativos de la competición, y del jueves, día del primer partido. También, al igual que en la fase anterior, no todas las jugadoras pudieron realizar todos los registros.

Los lunes y miércoles fueron los días elegidos (Figura II-7, pp. 103), para realizar los ejercicios pliométricos propuestos que mejorasen la velocidad del remate (Figura I-31, pp.76). Se realizaron en estos días de la semana, con el fin de cumplir los periodos de recuperación, mencionados en el apartado de fundamentación teórica respecto al método pliométrico. Es preciso decir que la semana de la Copa de la Reina sólo fue posible realizar una sesión.

De acuerdo con las recomendaciones expuestas en la fundamentación, los ejercicios se realizaron en el inicio de las sesiones, tras el calentamiento habitual. Esta situación obligó a modificar la dinámica normal de las sesiones de entrenamiento de estos días.

5.2.2.1.- Organización de las sesiones de los días de trabajo pliométrico del tren superior

- 1º) Las jugadoras realizaban el calentamiento diario de forma normal.
- 2º) Tras terminar el ejercicio de ataque-defensa de la parte específica del calentamiento, las jugadoras que no fueron sujetos experimentales, pasaban a realizar un trabajo técnico diferente al remate (bloqueo, defensa, colocación), mientras que el grupo de siete jugadoras seleccionadas para realizar la investigación, realizaba el trabajo de pliometría programado, es decir, hacían los ejercicios de recepción y lanzamiento de balones medicinales.
- 3º) Tras finalizar el trabajo con los balones medicinales, los dos grupos se unían para realizar una serie de 10 remates, restableciéndose en este momento la normalidad total de las sesiones de entrenamiento.
- 4º) El siguiente paso en la sesión, era comenzar con la parte principal de la misma, desarrollando el trabajo técnico o táctico. Tras este trabajo, todas las jugadoras realizaban el circuito de fuerza-resistencia específico del periodo competitivo.

La primera sesión de trabajo con los ejercicios de recepción y lanzamiento de balones medicinales, sirvió como test inicial. Gracias al test de fuerza de 1RM del press de banca y del pull-over, mas la formula de Ebben et al. (1999), se establecieron las alturas desde las que dejar caer el balón medicinal, para que produjese una fuerza de impacto del 30% de 1RM de cada jugadora (anexo 5). El siguiente paso fue establecer la distancia mínima de lanzamiento individual, este dato fue necesario para controlar el estímulo de entrenamiento.

En esta primera sesión, se realizó una primera serie de tan sólo tres repeticiones, en la que se pidió a las jugadoras que lanzasen el balón lo más lejos posible. A partir de los datos registrados en esta serie, se estableció el mínimo requerido para el resto de las sesiones (anexo 5).

Al finalizar esta fase, el último jueves que se realizó los tests del remate y del golpeo, se filmaron las ejecuciones para posteriormente realizar el análisis técnico fotogramétrico.

Transcurridas las ocho semanas de tratamiento, se retiró del entrenamiento los dos ejercicios pliométricos de recepción y lanzamiento de balón medicinal, pero se continuó con el trabajo de fuerza/resistencia.

5.2.2.2.- Descripción de los ejercicios específicos de la fase de tratamiento

Durante la fase “B”, se introduce el *nivel 2* de la variable independiente, es decir, se aplica el trabajo pliométrico del tren superior propuesto para mejorar la velocidad del balón en el remate (Tabla I-25, pp.78).

Este trabajo se basa en la ejecución de tres ejercicios (Figura II- 8); a) recepción y lanzamiento desde el pecho del balón medicinal, b) recepción y lanzamiento por encima de la cabeza del balón medicinal, y c) como ejercicio específico se realizó una serie de 10 remates.

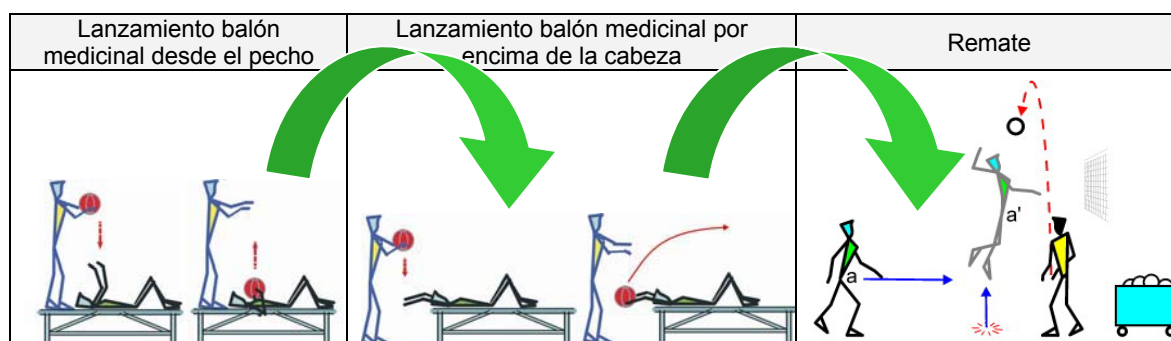


Figura II- 8. Ejercicios específicos de entrenamiento de la fase de tratamiento.

a) *Descripción del ejercicio de recepción y lanzamiento del balón medicinal desde el pecho (Figura II-9)*

a1) *Requisitos previos para realizar el ejercicio:*

Para lograr la máxima eficacia de este ejercicio, se necesitó realizar los siguientes los pasos previos, que permitieron individualizar la carga de trabajo y controlar el estímulo de entrenamiento durante la ejecución del ejercicio.

- 1º) Se realizó el test de fuerza máxima dinámica (1RM) del press de banca.
- 2º) Una vez conocido el peso máximo que cada jugadora era capaz de mover (1RM), se calculó el 30%.
- 3º) Mediante la fórmula de Ebben (1999), se calculó la altura desde la que debíamos dejar caer el balón medicinal (3 Kg.) para que ejerciese una fuerza similar al 30% de 1RM de cada jugadora.
- 4º) Se filmó el ejercicio la primera vez que se realizó. En esta primera realización solo se ejecutaron tres lanzamientos que nos sirvieron como *test inicial*. Se analizó cinematográficamente la altura alcanzada en cada lanzamiento, estableciendo como altura mínima a alcanzar en la fase de entrenamiento, la máxima altura alcanzada en esta primera toma de contacto con el ejercicio.

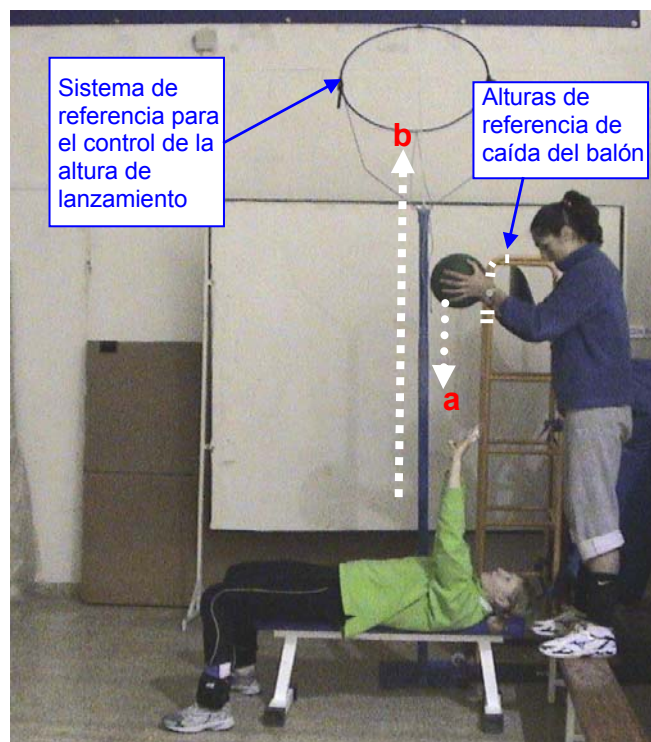


Figura II-9. Ejercicio de recepción y lanzamiento del balón medicinal desde el pecho hacia arriba.

a2) Ejecución:

- 1º) La jugadora se colocaba decúbito supino sobre un banco de musculación, con los brazos extendidos hacia arriba (Figura II-9).
- 2º) Una compañera, le situaba el balón sobre el pecho a la altura establecida para que al caer, ejerciese una fuerza del 30% de su fuerza máxima en 1RM.
- 3º) Una vez bien colocado el balón, la compañera lo dejaba caer. El balón era recibido y lanzado hacia arriba, lo más alto posible, por la jugadora que estaba tendida en el banco, simulando el movimiento del press de banca.

Se consideraba que la repetición estaba bien hecha, cuando el balón lanzado desde el pecho, llegaba a la altura mínima establecida para cada jugadora en el test inicial del ejercicio. Cada vez que una jugadora era capaz de realizar todas las repeticiones de una serie, cinco centímetros por encima del mínimo establecido, se aumentaba en cinco centímetros la altura mínima de lanzamiento.

Si una jugadora no conseguía llegar dos veces seguidas a la altura mínima establecida, paraba la realización de la serie y debía comenzar. Sólo se permitía realizar una serie más de las que inicialmente estuviesen previstas. Nunca se disminuía la altura mínima de lanzamiento, entendiendo que no debíamos rebajar el estímulo de entrenamiento, solo podíamos mejorarlo.

b) Descripción del ejercicio de recepción y lanzamiento del balón medicinal por encima de la cabeza (Figura II-10)

b1) Requisitos previos para realizar el ejercicio:

Como en el ejercicio anterior, con el fin de individualizar la carga de trabajo de cada jugadora, aquí también fue necesario realizar unos pasos previos, similares a los descritos para el ejercicio de lanzamiento del balón desde el pecho:

- 1º) Se realizó el test de fuerza máxima dinámica del pull-over (1RM).
- 2º) Una vez conocido el peso máximo que cada jugadora era capaz de mover (1RM), se calculó su 30%.
- 3º) Se calculó la altura de caída del balón, para que el balón (3kg) ejerciese una fuerza similar al 30% de 1RM, según fórmula de Ebben (1999).
- 4º) Se estableció la distancia mínima de lanzamiento en el test inicial del ejercicio. En este ejercicio el ángulo de salida del balón incide sobre la distancia de lanzamiento. El jugador debía realizar los lanzamientos con ángulos similares, teniendo en cuenta que el ángulo de 40°-45° es el más eficaz en este tipo de lanzamientos.

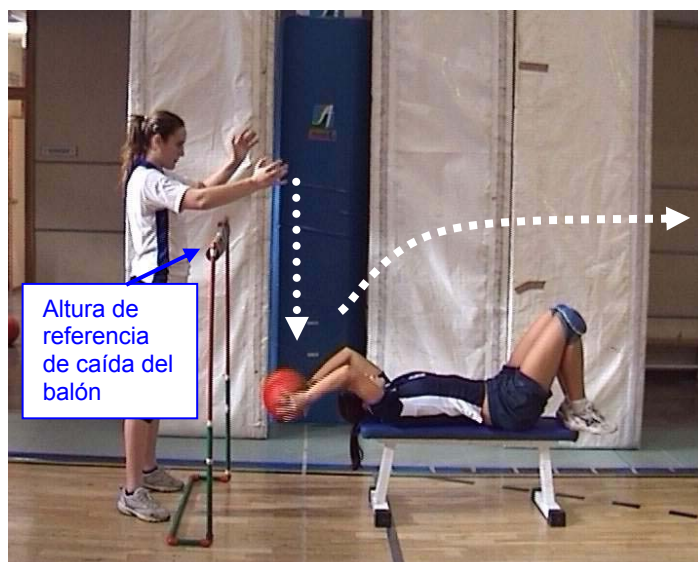


Figura II-10. Ejercicio de recepción y lanzamiento del balón medicinal por encima de la cabeza hacia delante.

b2) Ejecución:

- 1º) La jugadora se situaba decúbito supino sobre un banco de musculación, con las piernas flexionadas y los pies sobre el banco.
- 2º) Los brazos estaban flexionados, formando un ángulo de 170-140° respecto al cuerpo, situación en la que se realiza el golpeo del remate (Kugler et al., 1996).
- 3º) Una compañera, situada por detrás del banco, dejaba caer el balón medicinal desde la altura estimada, para que ejerciese una fuerza de impacto similar al 30% de 1RM de la jugadora que realizaba el ejercicio.
- 4º) La jugadora que realizaba el ejercicio, recibía el impacto del balón y debía lanzarlo hacia delante lo más lejos posible, sin levantar la espalda del banco (Figura II-10).

Se consideraba que la repetición estaba bien hecha cuando el balón lanzado por encima de la cabeza, alcanzaba la distancia mínima establecida para cada jugadora en el test inicial del ejercicio. Cada vez que una jugadora realizaba todas las repeticiones de una serie, cinco centímetros por encima del mínimo establecido, se aumentaba en cinco centímetros la distancia mínima de lanzamiento.

Si una jugadora no conseguía llegar dos veces consecutivas a la distancia mínima establecida, paraba la realización de la serie y debía comenzar. Sólo se permitía realizar una serie más, de las que inicialmente estaban previstas. Al igual que en el ejercicio anterior, nunca bajamos la distancia mínima de lanzamiento.

El trabajo realizado durante estos dos ejercicios, supuso un aumento aproximado de 1 hora a la semana. Teniendo en cuenta que el volumen normal de entrenamiento en los microciclos competitivos, oscilaba de 16 a 20 horas, el incremento fue sólo del 5,5%.

c) Descripción del ejercicio de remate

Una vez finalizada la realización de los ejercicios de recepción y lanzamiento del balón medicinal, cada jugadora realizaba una serie de 10 remates, buscando golpear al balón lo más fuerte posible. La ejecución se corresponde con la descripción de la técnica básica descrita en la fundamentación teórica.

Este ejercicio, no supuso un aumento del volumen de trabajo, pues se realizaba en todas las sesiones de entrenamiento como parte final del calentamiento.

5.2.3.- Fase A': retención del tratamiento

Esta fase coincidió, tal y como estaba previsto, con el tercer periodo competitivo, pues el equipo se clasificó entre los ocho mejores de la liga para jugar la última fase del campeonato (Figura II-5, pp.100).

Durante la primera semana de esta fase, finalizadas las ocho semanas de la fase de tratamiento, se realizó el post-test de las VD-MP (fuerza, potencia, pliegues y perímetros de ambos brazos), siguiendo un protocolo idéntico al realizado durante el pre-test.

Este tercer periodo competitivo se caracterizó por realizarse una pronunciada disminución del volumen de entrenamiento y un aumento de la frecuencia de partidos, pues se jugaron dos partidos por semana, uno los sábados y el otro los miércoles (Figura II-5, pp 100).

En esta fase, se retiró la aplicación del *nivel 2* de la variable independiente, pero al igual que en la primera fase, se continuó con la toma de datos de la velocidad del balón en el remate y en el golpeo. Sin embargo, debido a la existencia de competición los miércoles, la toma de datos tubo que cambiarse a los lunes y viernes.

Durante la cuarta semana del tercer periodo competitivo, se realizó el último test del remate y del golpeo. Como en las dos fases anteriores, se filmaron cada una de las ejecuciones de las jugadoras para realizar el posterior análisis fotogramétrico de la ejecución técnica.

Transcurridas las cuatro semanas desde la retirada del tratamiento experimental, se realizó el re-test VD-MP, siguiendo el mismo protocolo que en las dos ocasiones anteriores.

5.3.- DESCRIPCIÓN DE LOS TESTS UTILIZADOS

Una de las preocupaciones constantes a la hora de programar una investigación con un proceso de intervención tan largo, en un equipo de élite, fue poder contar durante todo el proceso con la buena predisposición de los sujetos y del cuerpo técnico.

En este sentido, se pensó que interferir lo menos posible en la dinámica general del entrenamiento del equipo, debía ser un requerimiento para contar con dicha predisposición. Por lo tanto, la elección de los tests a utilizar tuvo que cumplir con este factor.

Dicho factor, nos llevó a utilizar tests de campo, en lugar de tests de laboratorio. Pues el uso de los tests de campo, inciden en menor medida sobre la dinámica de los entrenamientos del equipo. Estos tests no suponen ningún esfuerzo extra para las jugadoras, como pudiera ser el hecho de acudir a un lugar diferente (el laboratorio), o ajustar horarios fuera del entrenamiento para realizar los tests.

Los tests fueron distribuidos en cuatro grupos, en función del tipo de variables a medir:

1. Tests para conocer las características antropométricas de los sujetos.
2. Tests para controlar la fuerza y potencia producida por los sujetos.
3. Tests para controlar la velocidad del balón en el remate y en el golpeo.
4. Control de la ejecución técnica del remate y del golpeo.

5.3.1.- Tests para conocer de las características antropométricas de los sujetos

Dentro de estos tests se diferencian dos tipos; 1º) las medidas realizadas antes del desarrollo del estudio, con la intención de conocer las características generales de la muestra, y 2º) los tests realizados para controlar la variable dependiente relacionada con las características antropométricas del tren superior, es decir el área total y muscular de ambos brazos.

5.3.1.1.- Medidas realizadas para conocer las características generales de la muestra

Las características mostradas habitualmente de la muestra, suelen ser la edad y talla. En este trabajo, se sumó a dichas características, el registro de aquellas particularidades de la muestra relacionadas con el estudio.

Se registró el alcance, la altura del salto y el peso de las jugadoras, como factores que pueden determinar la altura de golpeo (Wielki y Dangre, 1985; Vint, 1994; Stamm et al., 2003), y además, hay que tener presente que el alcance, puede

incidir también sobre la velocidad del balón en el remate (Gutiérrez et al., 1994; Ferris et al., 1995).

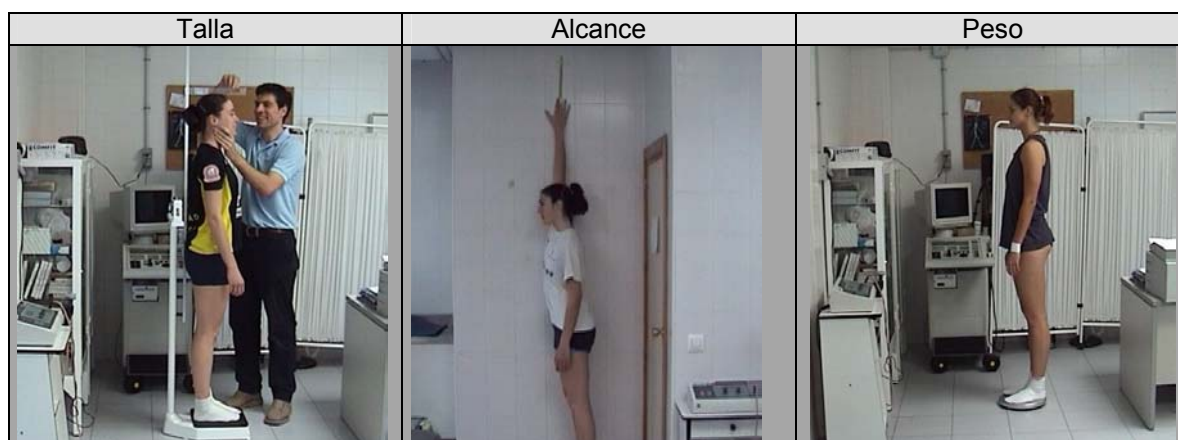


Figura II-11. Toma de datos de las características generales de la muestra.

a) Control del peso de las jugadoras

- *Descripción:* La jugadora se subía a una báscula, situada en el suelo sobre una superficie uniforme que marcaba el peso en kilogramos (kg.). Se registraba el peso marcado por la báscula al subirse la jugadora (Figura II-11).

Los datos de estas medidas se muestran en la Tabla II-1 (pp. 83), expuesta en el apartado de la descripción de la muestra.

b) Medida de la talla de las jugadoras

- *Descripción:* La jugadora se situaba sobre el tallímetro con el cuerpo recto y la barbilla horizontal al suelo. Se registraron los centímetros (cm) marcados por el señalador de la talla (Figura II-11).

Los datos de estas medidas se muestran en la Tabla II-1 (pp. 83), expuesta en el apartado de la descripción de la muestra.

c) *Medida del alcance de las jugadoras*

- *Descripción:* La jugadora se situaba lateralmente junto a la pared, con el brazo de golpeo extendido hacia arriba, tocando con la mano un metro adherido a la pared y graduado en centímetros. Se registraron los centímetros a los que alcanzaba la jugadora con el punto más alto de la mano (Figura II-11).

Los datos de estas medidas se muestran en la Tabla II-1 (pp 83), expuesta en el apartado de la descripción de la muestra.

d) *Test de control de la altura de salto del remate*

d1) *Organización:* Este test, se hizo coincidir con el último test de control de la velocidad del balón en el remate, de la primera fase experimental. Tras el calentamiento de la sesión de entrenamiento, un grupo realizó el test de la velocidad del balón en el remate, test que además estábamos filmando, y el otro grupo realizó el test de salto del remate. Con esta distribución se aprovechó mejor el tiempo de la sesión, no siendo necesario dedicar un tiempo extra a este test.

d2) *Descripción del test:*

1º) El test consistió en realizar una ejecución completa de remate (Sawula, 1991), donde en vez de golpear el balón, se golpeaban las varillas de un aparato creado para este fin (Figura II-12).

2º) Cada jugador disponía de 3 ejecuciones de calentamiento o adaptación al ejercicio, y después realizó otros tres saltos de remate, intentando tocar la varilla más alta posible. Sólo se registró la mejor ejecución.

El instrumento de medida consistió en una serie de tablillas separadas entre si un centímetro y situadas en un la tabla como soporte (Figura II-12, c y d). Este instrumento se colgaba de una canasta o cualquier otro lugar que permitiese dejar libre de obstáculos la zona de batida, y se calibraba la altura a la que se situaba la tablilla más cercana al suelo, para conocer la altura del resto.

La altura real del salto, se calculó restando a la altura alcanzada en este test la altura de alcance de cada jugadora (cm).

Los datos de estas medidas se muestran en la Tabla II-1 (pp. 83), expuesta en el apartado de la descripción de la muestra.

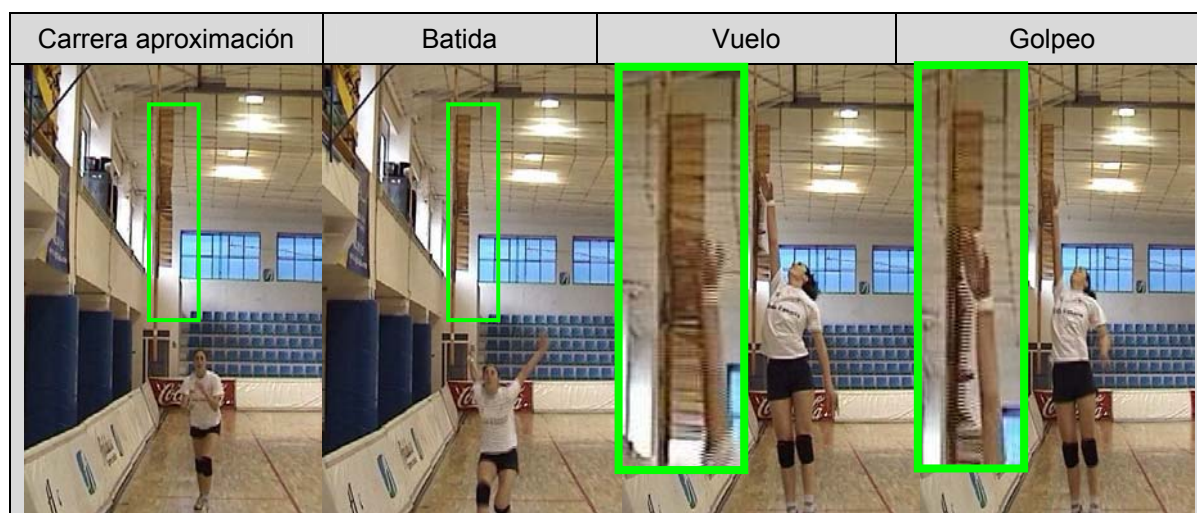


Figura II-12. Secuencia del test de salto del remate.

5.3.1.2.- Medidas realizadas para controlar el área muscular y total de ambos brazos

El control del área muscular y total de los brazos es una de las variables dependiente de la investigación. Estas medidas se hicieron para dar respuesta a uno de los objetivos del estudio.

Para conocer el área de los brazos, se aplicaron fórmulas de la Ecuación 6, en estas formulas podemos observar que fue necesario medir los pliegues y los perímetros de ambos brazos.

$\text{Área Total} = \frac{(\text{Perímetro Brazo Relajado})^2}{4 \cdot \pi}$
$\text{Área Muscular} = \frac{\text{Perímetro Brazo Relajado} - \left\{ \pi \cdot \left(\frac{\text{Plie Bicep} + \text{Plie Tric}}{2} \right) \right\}^2}{4 \cdot \pi}$

Ecuación 6. Fórmulas para calcular el área total y muscular de los brazos.

- *Descripción:* para obtener los datos del área muscular y total de los brazos, se realizó la medida de sus los pliegues y perímetros (Figura II-13). Pero para poder realizar esta medida, se requiere un aprendizaje previo, y en nuestro caso, contamos con la colaboración de un ayudante especializado en dichas tomas de datos.

- *Pliegues:* con el uso del plicómetro se registraron las medidas de los pliegues del bíceps y tríceps de ambos brazos (cm).

- *Perímetros:* con el uso de una cinta métrica, se registraron los centímetros que median ambos brazos, derecho e izquierdo relajado (cm).



Figura II-13. Imágenes de la toma de pliegues y perímetro del brazo derecho de una jugadora (de izquierda a derecha).

5.3.2.- Tests para controlar la fuerza producida por los sujetos

En este estudio dos de las variables dependientes de medidas puntuales (VD-MP) son, la capacidad de fuerza máxima (1RM) de las jugadoras y la potencia del tren superior. Su control se realizó mediante los siguientes tests.

5.3.2.1.- Test de control de la fuerza máxima (1RM) del tren superior

Realizar estos tests, permitió controlar la evolución de la fuerza máxima (1RM) de las jugadoras en el tren superior, y comprobar si el trabajo de fuerza desarrollado para mejorar la velocidad del remate, afectó a esta manifestación de fuerza.

El test de fuerza máxima se realizó con dos ejercicios: a) con el press de banca y b) con el pull-over. Estos dos ejercicios de pesas, hacen trabajar la musculatura que interviene principalmente en el remate, y son los más utilizados para medir la fuerza del tren superior.

La elección de estos dos ejercicios, también vino marcada, por el hecho de poder realizarlos en la sala de musculación habitual del equipo, y no suponer ningún aprendizaje previo de las jugadoras, al estar familiarizadas con su realización.

Los tests de fuerza máxima, consisten en determinar cuál es el peso máximo con el que el deportista es capaz de realizar una repetición completa del ejercicio seleccionado.

En nuestro caso, cada jugadora ponía el peso aproximado con el que pensaba que podía realizar una repetición. Si conseguía realizarla, disponía de 3 minutos de recuperación, se aumentaba el peso y volvía a intentar realizar otra repetición. Este proceso se continuaba hasta determinar el peso máximo que la jugadora era capaz de levantar.

El primer test de fuerza máxima realizado en esta investigación, fue básico para el desarrollo del estudio. Conociendo el peso máximo de 1RM, se calculó el 30%, mediante la fórmula de Ebben et al. (1999). Se estableció la altura de caída del balón medicinal para cada jugadora, y se individualizó la carga de trabajo en los ejercicios propuestos como variable de tratamiento.

Además, siguiendo la recomendación de García et al. (1996, pp. 214) y de Ebben y Watts (1998), se pudo certificar que todas las jugadoras tenían la fuerza suficiente para realizar trabajo pliométrico del tren superior.

A. Organización

La realización de estos test se desarrolló en la misma sala de musculación del equipo, pero un horario fuera del entrenamiento.

Los tests se llevaron a cabo al finalizar cada una de las fases experimentales (A-B-A'). En todos los tests, se mantuvo constante el día de la semana, la franja horaria y el orden de realización de los mismos. Primero el press de banca y después el pull-over.

B. Descripción de los dos ejercicios: a) el press de banca y b) el pull-over.

a) Descripción del ejercicio del press de banca

a1) *Posición Inicial:* tumbado decúbito supino en un banco de musculación, piernas flexionadas y pies sobre el banco. Los brazos extendidos hacia arriba, sobre ellos, a la altura media del pecho, se sujeta la barra de pesas con las manos separadas a una anchura ligeramente superior a la anchura de los hombros (Figura II-14).

a2) *Ejecución:*

1º) Partiendo desde la posición inicial, se realiza una inspiración a la vez que se flexionan brazos hasta la altura del pecho, donde los codos forman un ángulo aproximado de 90°. En esta posición, se realiza una marcada parada de 2 segundos antes de proseguir el ejercicio. En esta parte del ejercicio se realiza una contracción excéntrica seguida de otra isométrica.

2º) Se realiza una espiración a la vez que se vuelve a la posición inicial extendiendo los codos. En esta fase se realiza una contracción concéntrica.

Como medida de prevención un ayudante sigue todo el movimiento durante el test, retirando la barra de pesas al sujeto, en el caso de que este no sea capaz de levantarla.

a3) *Musculatura implicada:* pectoral mayor, pectoral menor, tríceps braquiales, deltoides anterior, serratos y coracobraquial (Delavier, 1998).



Figura II-14. Ejecución del ejercicio press de banca.

b) Descripción del ejercicio de pull-over con mancuerna

b1) *Posición inicial:* tumbado decúbito supino sobre un banco, piernas flexionadas y pies sobre el banco, los brazos extendidos hacia arriba sobre el pecho. En esta posición, con la ayuda de un colaborador se coge una mancuerna con ambas manos, apoyando los discos en las palmas de las manos y cerrando las manos por el pulgar e índice (Figura II-15).

b2) *Ejecución:*

1º) Partiendo de la posición inicial, se realiza una inspiración a la vez que se flexionan los hombros, dejando bajar la mancuerna por detrás de la cabeza. Se permite realizar una ligera flexión de codos. Al final del movimiento, se realiza una marcada parada en isometría antes de comenzar la siguiente fase del ejercicio.

2º) Se realiza una expiración a la vez que se regresa a la posición inicial mediante una contracción concéntrica.

Como medida de prevención un ayudante sigue todo el movimiento durante el test, retirando la mancuerna a la jugadora, en el caso de no ser capaz de levantarla.

b3) *Musculatura implicada:* pectoral mayor, porción larga del tríceps, el redondo mayor, el dorsal ancho, los serratos mayores, el romboides y el pectoral menor (Delavier, 1998).



Figura II-15. Ejecución del ejercicio pull-over.

5.3.2.2.- Test de control de la potencia del tren superior

Para controlar la evolución de la potencia (fuerza explosiva) del tren superior en voleibol, se ha venido utilizando el test de lanzamiento de balones medicinales de diferente peso descrito por Viitasalo, (1988).

Mediante una barrera de células fotoeléctricas y una plataforma de contacto, se calcula la velocidad de lanzamiento, y al utilizar balones de diferentes pesos, se dibuja la curva de fuerza/velocidad.

En esta investigación se ha seguido un protocolo similar, pero al no disponer del instrumental necesario para registrar la velocidad del lanzamiento, se registró la distancia de lanzamiento. Con estos datos se representó la curva descrita por el espacio recorrido y el peso utilizado.

Viitasalo (1988) presenta una alta correlación entre la distancia de lanzamiento y la velocidad de lanzamiento, si bien la variabilidad entre ensayos en la medida de la distancia es mayor, debido a la variabilidad en los ángulos de salida del balón. Para minimizar esta variabilidad, se realizaron tres ensayos por peso y solo se anotó el resultado del mejor lanzamiento.

A. Organización

Se programó que este test se realizase el mismo día, y después de los tests de fuerza máxima, pero en la pista de juego. El orden de ejecución de los tests, se mantuvo constante en las tres tomas de datos (pre, post y re-test), con el fin de mantener también constantes las posibles interferencias que la ejecución de un test pudiese tener en el resultado del siguiente.

- 1º) Para realizar este test se utilizaron cinco balones de diferentes pesos (1, 2, 3, 4 y de 5 kilogramos). Los lanzamientos se realizaron siempre en progresión ascendente en peso, es decir primero con el balón menos pesado y el último con el más pesado.

El orden de lanzamiento se mantuvo constante cada vez que se realizó el test, evitando la posible interferencia del orden con el resultado del lanzamiento.

2º) Cada jugador disponía de tres lanzamientos por peso, con un tiempo de recuperación completo entre lanzamientos de 2-3 minutos, se registraba el mejor.

3º) Para controlar la distancia del lanzamiento, teníamos marcas en el suelo cada 2,5 centímetros. Dos observadores registraban la distancia de lanzamiento de cada balón, y al final sólo nos quedábamos con la mejor distancia registrada.

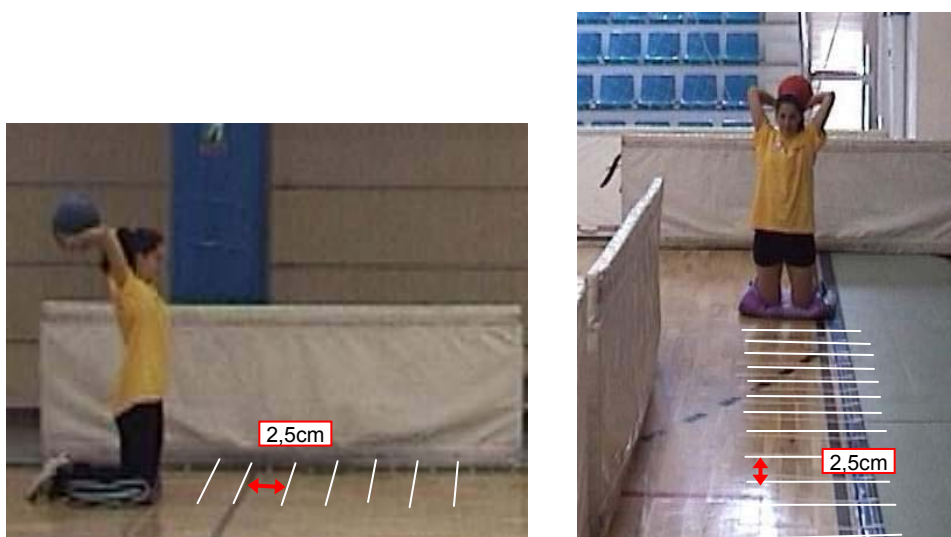


Figura II-16. Visión lateral y frontal de la ejecución del test de lanzamiento de balones medicinales.

B. Descripción del test:

a) *Posición inicial de la jugadora:* De rodillas sobre una esterilla, con los brazos extendidos y sujetando el balón medicinal sobre la cabeza con ambas manos (Figura II-16).

b) *Ejecución:*

- 1º) Desde la posición inicial, se realizaba una flexión de hombros y de codos, llevando el balón por detrás de la cabeza.
- 2º) Desde la nueva posición adoptada, se realizaba la rápida extensión de hombros y codos para lanzar el balón lo más lejos posible.

5.3.3.- Tests para controlar la velocidad del balón en el remate y en el golpeo

En este estudio se ha establecido como variable dependiente de medidas repetidas (VD-MR), el control de la velocidad del balón en el remate y en el golpeo. Para realizar dichas medidas, ha sido necesario diseñar un test que permitiese tal objetivo.

Con la intención de no transgredir la dinámica habitual de las sesiones de entrenamiento, y de disponer de los datos de forma directa e inmediata sin procesamientos intermedios, se decidió utilizar el radar como instrumento de medida.

Este instrumento, muy usado en otras disciplinas deportivas (Tabla I-24, pp. 68) y en algunos estudios de voleibol (Tabla I-21, pp. 64), nos ha permitido diseñar dos tests de campo de fácil reproducción. Uno para medir la velocidad del balón en el remate y otro para medir la velocidad del balón en el remate sin salto (golpeo).

En el diseño de los tests, ha sido preciso tener en cuenta las características que permiten al radar ofrecer una medida fiable.

- 1º) El radar calcula la velocidad de los objetos mediante la emisión y recepción de ondas de radio. La fiabilidad de su medida está determinada por la necesidad de realizar trayectorias rectilíneas, es decir, el balón debe alejarse o dirigirse hacia el radar.

2º) Si ponemos el radar por detrás del jugador para que el balón se aleje del aparato, el jugador queda situado en el medio, y esta posición puede incidir en la medida de la velocidad del balón. Por lo tanto, es necesario que el balón que se va a golpear se dirija hacia el radar.

Estas necesidades nos obligaron a tomar dos medidas; a) orientación del radar y delimitar el espacio del golpeo para lograr la trayectoria rectilínea, y b) buscar una forma de proteger el aparato de posibles golpes.

a) *Orientación del radar y delimitar el espacio del golpeo.* El balón debe dirigirse hacia el radar, pero el radar debe estar orientado hacia la zona en la que se realice el golpeo del balón. Para orientar el radar hacia la posición teórica del golpeo, se utilizó un puntero láser. Un ayudante situaba un balón en el punto aproximado en el que se realizaría el golpeo, y con el puntero situado sobre el radar, orientábamos el aparato hasta hacer coincidir el láser en el balón, en esa posición fijábamos el trípode para que el radar permaneciese bien orientado.

En el test del golpeo (remate sin salto), la zona de golpeo no podía tener grandes variaciones, pues el jugador no podía moverse del sitio. En cambio, en el test del remate con salto, se necesitó delimitar con mayor exactitud el lugar y la dirección del remate.

Con este fin, se entrenó a un ayudante en la labor de colocación, que se especializó para realizar colocaciones de remate a una altura aproximada de 5 metros, a una distancia de un metro de la red y entre dos varillas que delimitaban un espacio de 1,5 metros de ancho, en la red donde se realizaba el ataque. Con estas limitaciones, más el dibujo de un cuadrado entorno al radar de 2x2m, donde debía botar el balón rematado, nos cerciorábamos de conseguir la trayectoria ideal del balón, para tomar registros fiables con el radar.

b) *Proteger el radar de posibles golpes.* Si el balón debía dirigirse hacia el radar, nos encontramos con el problema de proteger el radar de posibles golpes que pudiesen dañarlo. Este segundo problema planteado en el uso del radar, lo solucionamos anteponiendo al radar un carro de balones metálico en el test de remate con salto, y poniéndolo tras una portería, en el test del golpeo.

Para cerciorarnos de que el hecho de colocar delante del radar, un carro de balones metálico, no interfería en la fiabilidad de la medida, se realizó un estudio piloto previo. En este estudio comparamos los datos de las velocidades ofrecidas por el radar, protegido por el carro de balones, con las velocidades ofrecidas tras el análisis fotogramétrico (2Dimensiones) de la velocidad del balón con el programa ATD (Análisis de la Técnica Deportiva). Obtuvimos una correlación de Pearson de (0,98), resultado en línea con el obtenido por DeRenne et al., (1990) y Kraemer et al. (2000).

5.3.3.1.- Descripción del test de control de la velocidad del balón en el remate

Con este test pudimos medir la velocidad del balón tras la realización completa de un remate (carrera de aproximación, salto, vuelo, golpeo y caída). Se registró la velocidad máxima del balón generada por las jugadoras en la ejecución de cada remate.

En el momento de realizar el test, se planteó la duda sobre que lugar era el idóneo para situar el radar. Para determinar esta posición, también realizamos un estudio piloto previo.

Colocamos el radar en cuatro posiciones diferentes, primero a 4 metros (m) de la red, después a 5m, luego a 6m y por ultimo a 7m. Elegimos al azar cuatro jugadoras del equipo, cada jugadora realizó doce ataques, tres por cada posición en la que situamos el radar.

Al analizar los datos (Tabla II-10) observamos que los mejores resultados se obtuvieron con el radar situado a cinco metros de la red. Además en esta posición se registró el coeficiente de variación más bajo. Por lo tanto, esta posición permitía a las jugadoras desarrollar más velocidad con mejor precisión.

Tabla II-10. Velocidades del remate medidas con el radar situado a diferentes distancias de la red

Jugador	4m			5m			6m			7m		
	Vel	Desv	CV%	Vel	Desv	CV%	Vel	Desv	CV%	Vel	Desv	CV%
1	60,7	1,59	2,62	65,2	1,18	1,81	64,7	3,53	5,45	61,1	1,49	2,44
2	66,6	4,81	7,22	68,1	1,51	2,22	67,7	5,91	8,73	64,1	3,49	5,44
3	79,1	2,12	2,68	78,9	1,53	1,94	77,4	2,55	3,29	73,4	4,07	5,54
4	66,8	2,11	3,16	64,7	0,90	1,39	66,2	3,17	4,78	66,2	1,22	1,84
Total	68,3	7,42	10,8	69,2	6,07	8,77	69,0	6,1	8,84	65,4	5,81	8,87

Leyenda: “Vel” velocidad en km/h, “Desv” desviación y “CV” coeficiente de variación.

A. Organización del test

En las sesiones de entrenamiento, el cuerpo técnico solía terminar el calentamiento con series de 8-15 remates.

Aprovechando esta situación, y buscando incidir lo menos posible en la dinámica normal de los entrenamientos del equipo, dispusimos que el día de la realización del test, las jugadoras realizasen su calentamiento habitual, terminando dicho calentamiento con una serie de 8 remates. Tras esta serie, dividíamos el grupo de 12 jugadoras en dos, un grupo realizaba la serie de cinco remates en los que consistió el test, y el otro dedicaba este tiempo al entrenamiento técnico de las acciones que el cuerpo técnico estimase oportunas.

En la descripción de la muestra, hemos señalado que el grupo experimental del estudio lo formaban sólo 7 jugadoras, pero la toma de datos se realizó a todas las jugadoras del equipo.

B. Descripción del test

- 1º) Se situaba el radar a cinco metros de la red, orientándolo hacia la posición ideal en la que se realizarían los golpes del remate, protegiéndolo con un carro metálico. Antes de la toma de datos, se comprobaba su perfecto

funcionamiento mediante el test de calibración del propio aparato, programándose las opciones del radar (anexo 6), y se controlaba la presión de los balones.

2º) Se colocaron dos varillas en uno de los laterales de la red, separas 1,5 metros entre si. Esta situación permitía utilizar la mitad del campo de juego para realizar el test y la otra mitad, para el entrenamiento del resto del equipo (Figura II-17).

3º) En tercer lugar comenzábamos el test. El sujeto que habíamos entrenado para realizar las colocaciones, lanzaba el balón por la derecha de las jugadoras, a no más de de 5 metros de altura, entre las dos varillas y con una separación máxima de 1 metro de la red.

4º) Cada jugador realizaba cinco remates a la máxima velocidad posible, enviando el balón entre las dos varillas hacia el radar. En el caso de error o de remate nulo, podían repetir el remate, pero no se permitía realizar más de ocho repeticiones.

El remate era considerado nulo cuando:

- El radar no registraba la velocidad del balón.
- El balón no se dirigía hacia el radar.
- El jugador tocaba la red.
- El jugador invadía el campo contrario por debajo de la red tras el remate.
- La colocación era defectuosa.

Con el fin de no alterar ni la dinámica del entrenamiento ni la motivación de las jugadoras, la información sobre los resultados se ofreció siempre al final del registro de todas las ejecuciones.

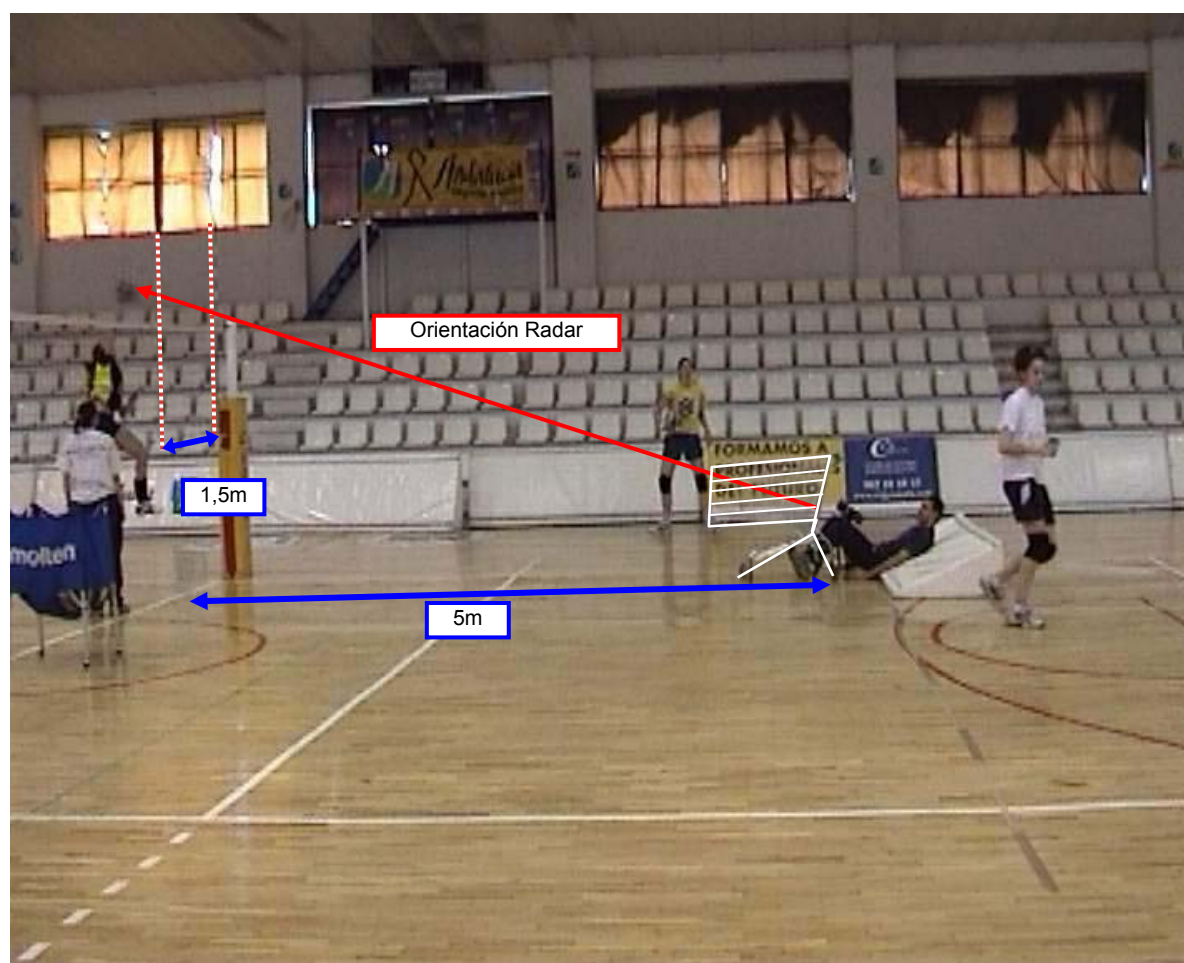


Figura II-17. Visión lateral del test de remate con salto.

5.3.3.2.- Descripción del test de control de la velocidad del balón en el golpeo

Numerosos autores utilizan el ejercicio de remate sin alto como ejercicio de transferencia al remate real (Carrero, 1973, pp. 74; Mihailescu, 1973, pp. 41; Zhelezniak, 1993, pp. 262; Cometti, 1998, pp. 282; Dupuis et al., 2003). En el estudio de Valadés et al. (2003) se muestra una velocidad media de 76,1km/h en la realización de este ejercicio con jugadoras de la superliga de voleibol femenina, y de 74,4km/h restringiendo la muestra a jugadoras españolas.

Los datos obtenidos en este test, nos permitieron comprobar el efecto de la variable de tratamiento sobre la velocidad del balón en el golpeo, y la correlación con los datos del remate con salto.

A. Organización:

Siempre con la idea de incidir lo menos posible en el entrenamiento, se situó la ejecución de este test en uno de los laterales de la cancha de juego. De esta forma, una jugadora podía estar realizando el test sin entorpecer el entrenamiento del resto del equipo.

Además hicimos coincidir la realización del test con el trabajo técnico del saque. Teniendo en cuenta que el cuerpo técnico, programaba el trabajo de saque, siempre al final de la sesión, aprovechamos esta situación para que durante este ejercicio, las jugadoras fuesen a la zona del test, realizasen los cinco golpes en los que consistía, y prosiguiesen con el entrenamiento del saque.

B. Descripción del test:

- 1º) Se protegía el radar, en este caso, situándolo detrás de una portería de balonmano, y seguimos el mismo proceso que en el test del remate con salto.
- 2º) Se orientaba el radar con el lápiz láser hacia la zona teórica del golpeo (Figura II-18), y se realizaba el test de calibración del radar. También se comprobaba la presión de los balones.
- 3º) Los jugadores se situaban a 4 metros de la portería, con el balón en las manos y ambos pies apoyados en el suelo. El pie contrario al brazo ejecutor podía estar ligeramente adelantado.
- 4º) El jugador realizaba un autolanzamiento de no más de 3 metros de altura, que era controlado por el observador y tomador de datos del radar. Tras el autolanzamiento y sin despegar los pies del suelo, golpeaban al balón lo más fuerte posible, dirigiéndolo hacia el radar. Cada jugador disponía de cinco ensayos.

En el caso de error o nulo, por fallo del radar, por levantar los pies o por no dirigirlo hacia la zona marcada, el jugador podía repetir el ensayo, pero no podía realizar más de ocho repeticiones.

Con el fin de minimizar el riesgo de error en la medida del radar, el balón debía golpear en un cuadrado marcado en la red de la portería de 1,5 X 1,5m, situado por delante del radar.

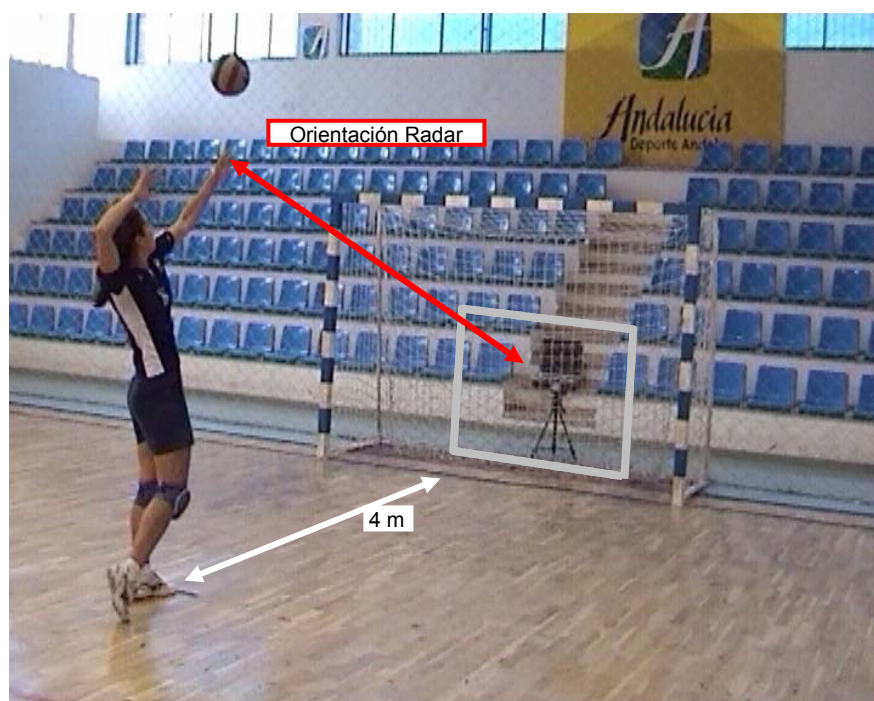


Figura II-18. Test de control de la velocidad del balón en el golpeo (remate sin salto).

5.3.4.- Control de la ejecución técnica del remate y del golpeo

En la fundamentación teórica se ha señalado la influencia de la ejecución técnica sobre la velocidad del balón en el remate. Por este motivo, en esta investigación se estableció como posible variable contaminante, la ejecución técnica del remate y del golpeo.

El control de dicha variable, se ha realizado con un análisis cinematográfico de las posiciones adoptadas durante el armado y el momento de golpeo, de cada jugadora.

A. Organización:

En la realización de este control, no se necesitó ninguna actividad extra por parte de las jugadoras. Solo fue necesario colocar una cámara, poner un fondo uniforme tras las jugadoras, y filmar el último test del remate y del golpeo en cada fase experimental. Posteriormente, mediante el programa de análisis del movimiento Kwon3D, se realizó la digitalización de las acciones y la toma de medidas oportunas (Figura II-19).



Figura II-19. Proceso realizado en el análisis de la técnica del golpeo y del remate, filmación, captura y digitalización.

B. Descripción del proceso seguido en el análisis cinematográfico de la técnica:

- 1º) Se realizó la filmación del test del remate y del golpeo, para poder realizar el posterior análisis de los fotogramas.
- 2º) Se realizó la captura de imágenes con el ordenador mediante el programa Pinnacle Studio 7.0, editando las secuencias de los cinco remates y golpeos de cada jugadora en un archivo de video de extensión "AVI".
- 3º) El siguiente paso, fue digitalizar y realizar el análisis del movimiento de la ejecución del remate y del golpeo mediante el programa Kwon3D. Se

digitalizaron 20 puntos corporales (Figura II-20) de cada fotograma de la secuencia completa del golpeo y del remate, programando el cálculo del centro de hombros y caderas de forma automática por el programa.



Figura II-20. Digitalización de los 20 puntos articulares en la acción del remate.

Con el análisis cinematográfico, se han controlado dos factores técnicos; a) el tipo de armado y b) el ángulo del brazo en el momento del golpeo. Entendiendo que este análisis se ha realizado para el control de una posible variable contaminante, se ha preferido comentar los resultados en este mismo apartado.

a) *Análisis del tipo de armado:* algunos autores indican que el armado circular propicia mayor velocidad en el balón golpeado que el armado de “bow and arrow o arquero” (Selinger y Ackerman, 1985; Bowman, 2001), aunque en el

estudió de Coleman et al. (1993) no se encontraron diferencias. Los resultados en este estudio del análisis de la ejecución técnica, mostró el cambio del tipo de armado en una de las jugadoras, que comenzó el estudio utilizando un armado circular, y terminó usando un armado de “arquero” (Figura II- 21).

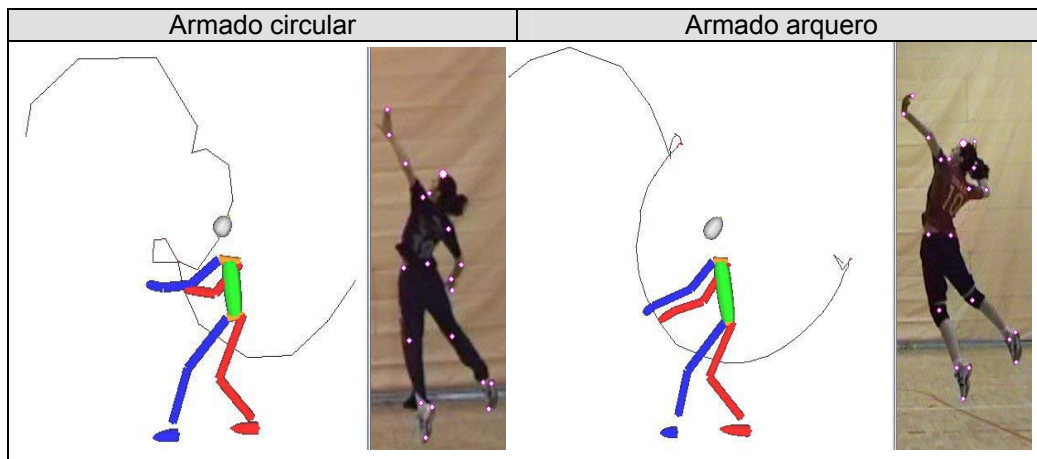


Figura II- 21. Representación del recorrido de la mano de golpeo en función del tipo de armado (jugadora 7).

b) El ángulo en el momento del golpeo: se analizó el ángulo formado por la mano en el momento de golpeo, tanto con el centro de hombros como eje, como con el centro de caderas como eje (Figura II- 22). Se entiende que cuanto mayor es el ángulo de golpeo, mayor es el espacio recorrido por la mano, es decir a mayor ángulo mayor tiempo de aplicación de fuerza (Ecuación 4, pp.38).

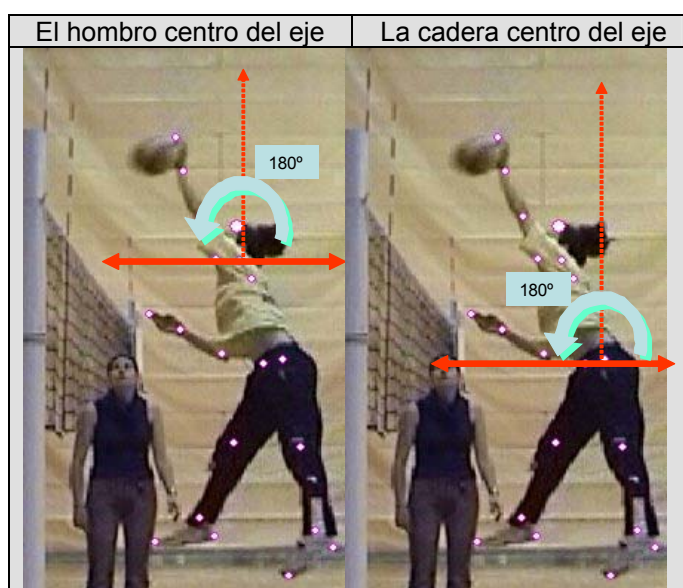


Figura II- 22. Medida del ángulo de la mano en el momento del golpeo.

El análisis estadístico de los datos obtenidos, no mostró cambios significativos en ninguna de las jugadoras del pre-test, al pos-test y al re-test (anexo 7).

5.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos registrados en cada uno de los diferentes test utilizados, se almacenaron en una hoja de cálculo Excel 2002 de Microsoft. Posteriormente, se realizó el tratamiento estadístico, exportando los datos de la hoja Excel al paquete de programas estadístico SPSS 12.0.1.

En primer lugar, es preciso señalar que todos los datos del estudio son de tipo cuantitativo continuos, pero hay que hacer una clara distinción entre los datos tomados de forma puntual (pre-test, post-test y re-test), y los registrados con medidas repetidas secuencialmente (línea base, fase de tratamiento y fase de retención), pues requieren sistemas de análisis diferentes.

El análisis estadístico utilizado, se presentan en función del orden seguido en el planteamiento de los objetivos. Diferenciamos tres apartados: 1º- análisis de los datos de las variables con medidas puntuales en pre-test, post-test, y re-test (área de los brazos, fuerza y potencia del tren superior), 2º- análisis de los datos de las variables con medidas repetidas en la línea base, en el tratamiento y en la retención (velocidad del balón en el golpeo y en el remate), 3º- correlaciones entre la velocidad del balón en el remate y el resto de variables del estudio.

5.4.1.- Análisis estadístico de los datos de las variables con medidas puntuales

El análisis de estos datos pretende dar respuesta al primer objetivo del estudio, es decir, comprobar el efecto del entrenamiento sobre el área de los brazos, la fuerza y la potencia del tren superior. Con este fin se han realizado los siguientes análisis estadísticos:

- 1º) Se hizo el estudio descriptivo, obteniendo una tabla con los resultados de cada jugadora en cada fase de la investigación y la media obtenida por el grupo. De forma adjunta a estos datos, se realizó un gráfico que muestra la evolución seguida por la media a nivel de grupo de cada variable a lo largo de cada fase.
- 2º) Dada la no aplicabilidad de los tests de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilks) debido a la poca potencia que ofrecen, por el hecho de disponer tan solo de siete observaciones en cada toma de datos y, el hecho de obtener significaciones con técnicas no paramétricas, se ha optado por el uso de estas para comparar los resultados obtenidos en cada momento, pre-test (T1), post-test (T2) y re-test (T3). Concretamente, se ha usado el test de Friedman para realizar el contraste global de cada variable en las tres fases.

La prueba de Friedman es el equivalente no paramétrico de un diseño de medidas repetidas para una muestra o un análisis de varianza de dos factores con una observación por casilla. Friedman contrasta la hipótesis nula de que las k (3 fases) variables relacionadas procedan de la misma población. En cada caso, las k variables se ordenan en un rango de 1 a k . El estadístico de contraste se basa en estos rangos.

Una vez conocido el resultado de la prueba de Friedman, se han realizado las pruebas post-hoc mediante comparaciones múltiples, utilizando el test de Wilcoxon para muestras apareadas (T1-T2, T1-T3 y T2-T3), pero usando la corrección del error con el método de Bonferroni modificado (Newman-Keuls).

5.4.2.- Análisis estadístico de los datos de las variables con medidas repetidas

El análisis de estos datos pretende dar respuesta al segundo objetivo del estudio, es decir, comprobar el efecto del entrenamiento sobre la velocidad del balón en el golpeo y en el remate. Con este fin se han realizado los siguientes análisis estadísticos:

- 1º) Se hizo el análisis a nivel descriptivo, obteniendo una tabla donde se muestra la media de la velocidad alcanzada en cada fase por cada jugadora y a nivel de grupo, el porcentaje de cambio de una fase a otra, la media de las velocidades máximas y mínimas obtenidas en cada fase y la varianza.
- 2º) Para comprobar la presencia o ausencia de cambios significativos a lo largo de cada una de las fases (A, B y A'), se ha ajustado un modelo de regresión lineal, tanto a nivel intrasujeto como intragrupo. El hecho de realizar el análisis a nivel intrasujeto, tiene por objetivo comprobar si los resultados obtenidos a nivel de grupo, se corresponde de forma similar en cada sujeto.
- 3º) Para comparar los resultados obtenidos en cada fase, se han realizado las comparaciones por parejas de los niveles medios de cada una de las variables, relativos a cada fase y tanto a nivel de grupo como a nivel intrasujeto. Estas pruebas tienen talante de comparación *post hoc*, y son complementarias al análisis realizado posteriormente con un modelo autorregresivo (AR).

Puesto que no se ha realizado un ANOVA (en sentido clásico) previo, el nivel de significación exigido para la comparación dos a dos de cada una de las tres fases en cada jugadora debe ser $\alpha/3$ según el clásico criterio de Bonferroni (digamos que para una significación global del 5% debe exigirse un nivel de significación individual por debajo del 1.6%).

Las variables respuesta a nivel individual no se corresponden con la normal (anexo 8), por lo tanto, en todos los casos las comparaciones se han analizado mediante el test no paramétrico de Wilcoxon.

- 4º) Teniendo en cuenta el carácter secuencial del registro de los datos, para realizar el análisis del cambio de nivel medio relativo a cada fase, se ha ajustado un modelo autorregresivo de primer orden (AR(1)) con dos *variables ficticias* que actúan como indicadores de fase a nivel intrasujeto. Este análisis

se realizó a nivel intrasujeto, entendiendo que si se realizase a nivel de grupo, no podríamos saber si todas las jugadoras cumplían con el modelo de forma individual.

Un modelo AR(1) relaciona linealmente la observación en el instante t , digamos x_t , con la observación en el instante inmediatamente anterior $t-1$, esto es x_{t-1} , según la ecuación-7. En esta ecuación μ y ϕ son los parámetros del modelo a estimar y ε_t es la perturbación aleatoria con estructura de *ruido blanco* (es decir, una variable aleatoria normal, de media cero, varianza constante y no autocorrelada) independiente de las observaciones x_t . La condición de estabilidad del modelo es $|\phi| < 1$.

$$x_t = \mu + \phi x_{t-1} + \varepsilon$$

Ecuación-7. Modelo de autorregresión.

La introducción de las variables indicadoras I_1 e I_2 permite incluir en el modelo autorregresivo el efecto de la fase. Estas variables toman valores 0 o 1 según se describe en la Tabla II-11.

Tabla II-11. Valores asignados a las variables ficticias según la fase del estudio.

Fase	I_1	I_2
A	0	0
B	1	0
A'	0	1

En la ecuación-8 queda reflejado el modelo general autorregresivo con la inclusión de estas variables indicadoras del cambio de fase.

$$x_t = \mu + \phi x_{t-1} + \phi_1 I_1 + \phi_2 I_2 + \varepsilon_t$$

Ecuación-8. Modelo autorregresivo con las variables de cambio de fase incluidas.

Por último, en la Tabla II-12 se muestra el modelo autorregresivo aplicado en cada fase.

Tabla II-12. Modelos autorregresivos ajustados a cada fase con las variables indicadoras de fase.

Fase	Modelo	Media de la fase
A	$x_t = \mu + \phi x_{t-1} + \varepsilon_t$	$\frac{\mu}{1-\phi}$
B	$x_t = \mu + \phi x_{t-1} + \phi_1 I_1 + \varepsilon_t$	$\frac{\mu + \phi_1}{1-\phi}$
A'	$x_t = \mu + \phi x_{t-1} + \phi_2 I_2 + \varepsilon_t$	$\frac{\mu + \phi_2}{1-\phi}$

Cuando los coeficientes ϕ_1 y ϕ_2 no resulten significativos, el valor medio en cada fase coincidirá con $\mu/(1-\phi)$, el observado en la línea base (A). Si la fase de tratamiento (B) afecta al valor medio de la variable respuesta, entonces el coeficiente ϕ_1 deberá ser significativo y la media de la fase (A) vendrá dada por $(\mu + \phi_1)/(1-\phi)$, de forma que $\phi_1/(1-\phi)$, representa el efecto aditivo que tiene sobre la media basal la fase de tratamiento (B). Análogamente, si la fase (A') es, en promedio, distinguible de la fase (A) basal, el coeficiente ϕ_2 deberá ser significativo de forma que refleje dicho efecto, que de forma análoga a la anterior, vendrá dado en términos del factor aditivo $\phi_2/(1-\phi)$.

Metodológicamente, este tipo de modelo sustituye a la comparación de medias entre fases que se realizaría, según un protocolo estándar, mediante un análisis de la varianza (ANOVA). La ventaja de este tipo de modelo frente al ANOVA tradicional, es que permite tener en cuenta el efecto cronológico de las medidas y controlar la (auto) dependencia de los datos observados en un instante y el anterior (situación en la cual el ANOVA no resulta adecuado).

En caso de que no haya autorregresión (ie. puede asumirse $\phi=0$), el modelo resultante es, en general $x_t = \mu + \phi_1 I_1 + \phi_2 I_2 + \varepsilon_t$, de manera que los niveles medios de cada fase son estimados mediante $\hat{\mu}/(1-\hat{\phi})$, $(\hat{\mu} + \hat{\phi}_1)/(1-\hat{\phi})$ y $(\hat{\mu} + \hat{\phi}_2)/(1-\hat{\phi})$ para las fases A, B y A' respectivamente, teniendo por tanto un modelo lineal semejante al que se considera en el análisis de la varianza.

Calidad del ajuste del modelo: En una fase inicial de análisis, se han considerado modelos con mayor nivel de saturación que los que aquí se presentarían finalmente. Concretamente, modelos $AR(k)$ de orden $k>1$ y modelos $ARMA(1,1)$. Tanto en la variable GOLPEO como en la variable REMATE, los coeficientes autorregresivos de orden superior se han desestimado en todos los casos.

Por otra parte, el componente $MA(1)$ ha resultado no significativo en todos los casos salvo en la jugadora nº 7, que fue la jugadora que cambió el tipo de armado. El coeficiente $MA(1)$ de dicha jugadora es significativo (0.644 ± 0.170 ; $P < 0.1\%$) y el $AR(1)$ está muy próximo a la unidad, de forma que el modelo $AR(1)$ ajustado se encuentra próximo a ser inestable. No obstante, la condición de inestabilidad no llega a ser rebasada y por tratarse de un único caso, en solo una de las variables, se ha preferido dar una estructura común a todos los modelos según la expresión (2).

El análisis de los residuos correspondientes al ajuste de la ecuación (2), ha sido en todos los casos satisfactorio, en el sentido de haber obtenido un proceso de *ruido blanco*. Por tanto, la calidad del modelo puede asumirse, en cada caso y desde un punto de vista práctico, a partir de la magnitud del error estándar de cada uno de los coeficientes implicados (habida cuenta que en todos los casos se verifica la condición de invertibilidad $|\phi| < 1$).

5.4.2.- Correlaciones entre la velocidad del balón en el remate y el resto de variables del estudio

Con el fin de dar respuesta al tercer objetivo de la investigación, se realizó la prueba de correlación no paramétrica de Spearman entre:

- La velocidad del balón en el remate en cada jugadora en cada fase del estudio (A, B y A'), con las características generales de la muestra, es

decir, los datos registrados de la edad, los años de práctica, la talla, el alcance, el peso, y altura de salto.

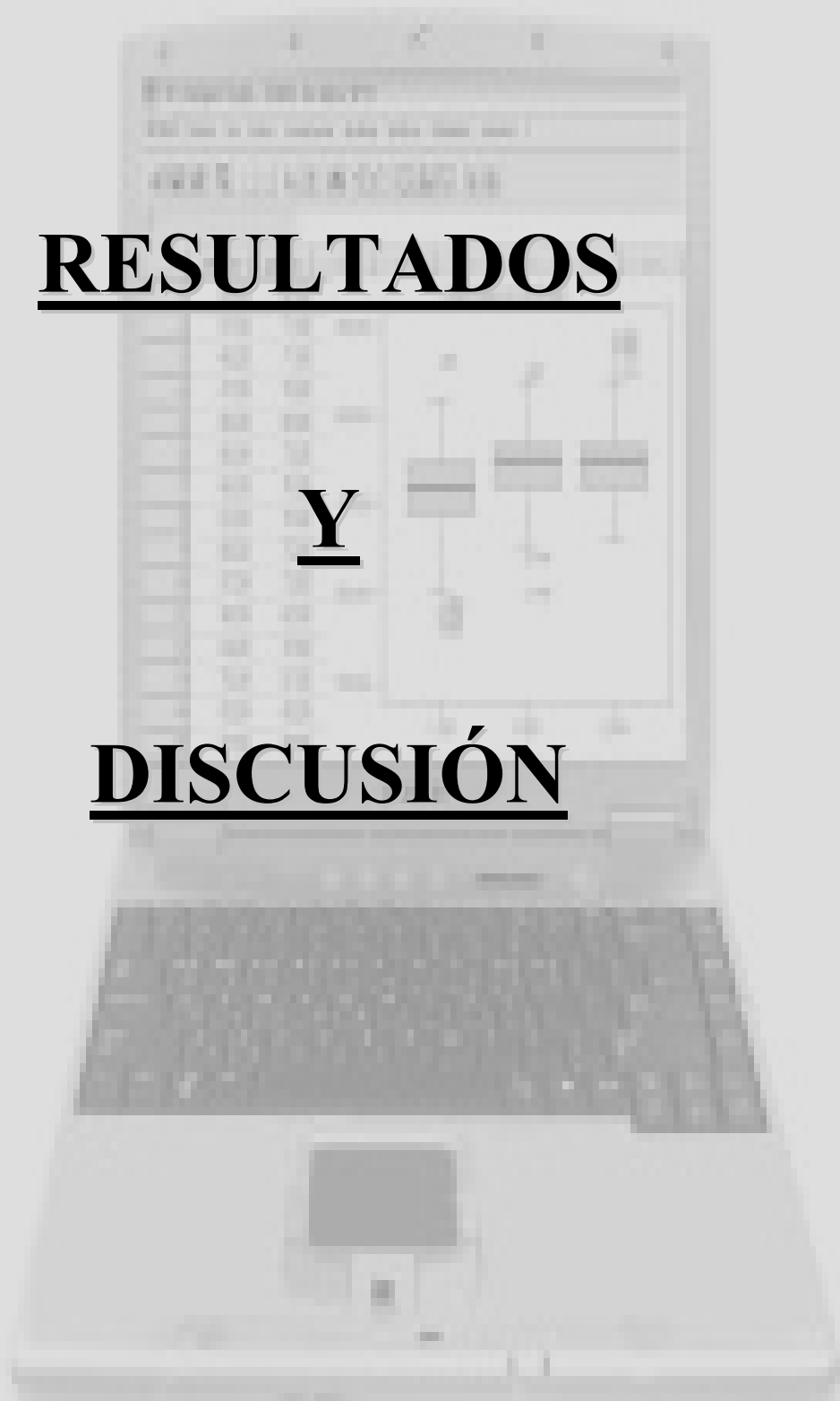
- La velocidad del balón en el remate y el análisis técnico.
- La velocidad del balón en el remate en cada jugadora en cada fase del estudio (A, B y A') con las variables de medidas puntuales, en el pre-test, post-test y re-test (T1, T2 y T3), es decir, con los datos obtenidos del área total y muscular de los brazos, con los datos del test de fuerza 1RM en el press de banca y en el pull-over, y los datos obtenidos de la distancia de lanzamiento con los balones de distintos pesos.
- La velocidad del balón en el remate con la velocidad del balón en el golpeo.

CAPÍTULO III.

RESULTADOS

Y

DISCUSIÓN



CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del análisis estadístico de los datos, se presentan en función del orden del planteamiento de los objetivos y del tipo de variables analizadas:

- 1º) Resultados obtenidos en el análisis de las variables con medidas puntuales, es decir, el área de los brazos, la fuerza y la potencia del tren superior.
- 2º) Resultados obtenidos de las variables de medidas repetidas, es decir, la velocidad del balón en el golpeo y en el remate.
- 3º) Resultados obtenidos al correlacionar las distintas variables del estudio con la velocidad del remate.

Inmediatamente detrás de la presentación de los resultados de las diferentes variables analizadas, se presenta la discusión, contrastando los resultados obtenidos en esta investigación con los resultados de otros estudios y con los objetivos propios de la investigación.

1.- RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE MEDIDAS PUNTUALES

Para cumplir con el primer objetivo del estudio y dar respuesta a la tercera hipótesis de la investigación, en este apartado se presentan los resultados obtenidos tras realizar el registro de las características de los brazos, los tests de fuerza de 1RM y el test de lanzamiento del balón medicinal para medir la potencia del tren superior.

Estos registros se realizaron en tres momentos puntuales de la investigación, antes de la fase de tratamiento o pre-test (T1), inmediatamente después de la fase de tratamiento o post-test (T2) y transcurrido un periodo de 4 semanas desde la retirada de la variable de tratamiento o re-test (T3).

La presentación de los resultados sigue el siguiente orden:

1º) Estudio descriptivo. Se presenta una tabla con los datos obtenidos de cada jugadora y la media grupal en cada registro (T1, T2 y T3). A continuación, para facilitar la interpretación de los datos expuestos, se presenta una gráfica que muestra la evolución seguida por los datos obtenidos a nivel de grupo, en cada uno de los tres momentos de la investigación.

2º) Se ha comprobado de existencia o ausencia de cambios significativos de una fase a otra. En primer lugar se presentan los resultados del test de Friedman como contraste global de los tres registros. En segundo lugar, para comparar el resultado entre cada fase (T1-T2; T1-T3 y T2-T3), se muestran los resultados del test de Wilcoxon para muestras apareadas como pruebas post-hoc. Sobre los resultados de esta prueba, se ha aplicado la corrección del error de Bonferroni.

Finalmente, se presenta la discusión de los resultados obtenidos al contrastarlos con los resultados obtenidos en investigaciones anteriores y con los objetivos de la investigación.

1.1.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ÁREA TOTAL Y MUSCULAR DE LOS BRAZOS

1.1.1.- Resultados del área total y muscular de los brazos

En primer lugar, se presenta la media de los datos antropométricos obtenidos por cada jugadora (Tabla III-1), en cada tipo de medida realizada para el cálculo del área muscular de ambos brazos, la circunferencia del brazo relajado (CR), el pliegue del bíceps (PB) y el pliegue del tríceps (PT).

Tabla III-1. Media de las medidas (centímetros) registrados de ambos brazos, a cada jugadora en las tres fases (T1, T2 y T3).

Resultados descriptivos	Brazo dominante			Brazo no dominante		
	Jugador	P	PB	PT	P	PB
1	30,4	0,57	1,49	29,3	0,57	1,15
2	24,7	0,35	1,11	23,7	0,35	1,13
5	27,2	0,62	1,43	27,6	0,51	1,32
7	26,5	0,58	1,39	26,2	0,6	1,17
8	29	0,87	1,67	28,8	0,84	1,47
9	25,9	0,45	1,29	25,3	0,52	1,23
10	27,5	0,68	1,51	26,7	0,67	1,32
Grupo	27,3	0,59	1,41	26,8	0,58	1,25

Leyenda: P; perímetro brazo relajado, PB; pliegue bíceps, PT; pliegue tríceps.

En la Tabla III-2, se muestran los resultados obtenidos del cálculo del área total y muscular de ambos brazos de cada jugadora, así como la media a nivel de grupo. Los resultados obtenidos se muestran en función de la fase en la que fueron tomados, en el pre-test, en el post-test y en la re-test (T1, T2 y T3).

Es preciso señalar que los datos del área muscular, se presentan en valores relativos (porcentuales), de esta forma la comparación entre cada fase parte del mismo punto, pues el área muscular absoluta, depende del área total del brazo.

Tabla III-2. Área total y porcentaje muscular de ambos brazos de cada jugadora y la media grupal, en el pre-test, post-test y en el re-test (T1, T2 y T3).

Resultados descriptivos	Brazo dominante						Brazo no dominante					
	Área total			% Muscular			Área total			% Muscular		
Fases Jugador	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	69,7	74,0	76,5	79,0	79,4	80,9	66,0	69,7	69,3	81,1	84,1	82,1
2	47,4	50,1	47,8	80,2	83,5	83,1	45,5	43,9	44,3	79,8	82,6	81,5
5	58,0	60,2	58,4	72,0	80,7	80,4	58,9	61,1	61,5	80,3	80,2	80,3
7	55,5	57,2	55,5	76,6	79,6	77,8	55,0	51,3	58,0	79,4	80,3	80,2
8	66,9	69,3	64,6	73,8	75,1	74,0	66,0	69,7	62,4	76,1	76,2	77,0
9	49,7	56,7	54,2	78,0	82,5	79,7	51,3	52,6	48,5	79,6	80,1	78,6
10	58,0	58,9	63,3	76,2	76,6	77,6	54,2	58,0	58,0	77,0	78,7	78,3
Grupo	57,9	60,9	60,0	76,5	79,6	79,1	56,7	58,1	57,4	79,1	80,3	79,7

Nota: la unidad de medida utilizada es centímetros cuadrados (cm²).

En la Figura III-1, se observa como la media del grupo del área total y muscular en ambos brazos, parece aumentar del pre-test al post-test (T1-T2), en cambio del post-test al re-test (T2-T3), muestra un decrecimiento.

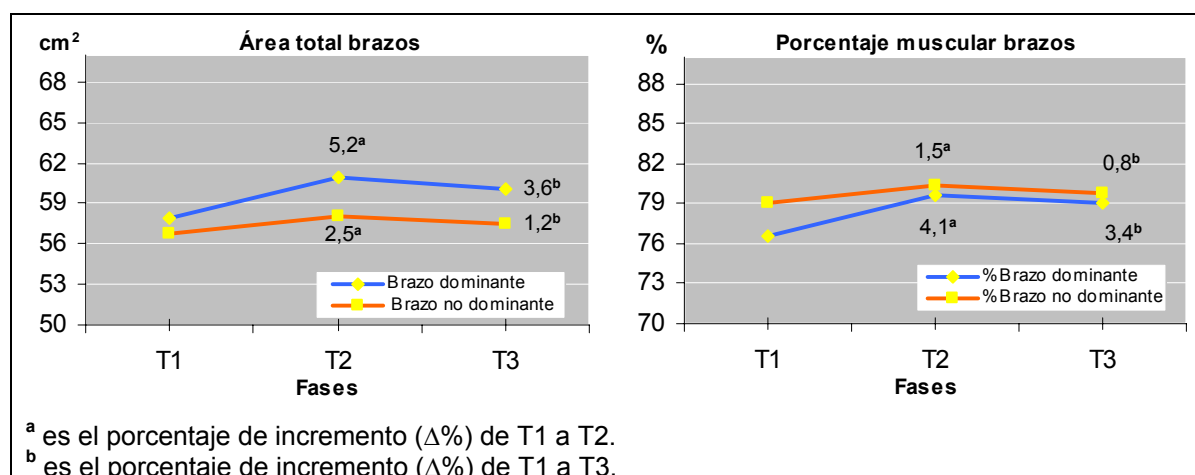


Figura III-1. Área total y porcentaje muscular de ambos brazos a nivel de grupo en cada fase (T1, T2 y T3).

También se observa en la Figura III-1, que el porcentaje muscular del brazo dominante, inicialmente más pequeño (T1) que el del brazo no dominante, tiende a igualarse tras el entrenamiento (T2).

Estos cambios, según la prueba de contraste global de Friedman (Tabla III-3), son significativos ($p < 0,05$) en el brazo dominante. En cambio en el brazo no dominante, sólo se observan indicios de cambios significativos ($p = 0,067$), respecto al porcentaje muscular.

Tabla III-3. Contraste global de las tres fases mediante la prueba de Friedman del área total y del porcentaje muscular de ambos brazos.

Prueba de Friedman	Fases T1-T2-T3	
	Área Total	% Muscular
Brazo dominante	0,016*	0,004**
Brazo no dominante	0,618	0,067

Legenda: *Nivel de cambio significativo ($p < 0,05$), ** Nivel de cambio muy significativo ($p < 0,01$).

En la Tabla III-4, se observa que del pre-test al post-test (T1-T2) la prueba post-hoc de Wilcoxon ofrece una $p = 0,018$ tanto para el incremento de 5,2% del área total como para el incremento del 4,1% del porcentaje muscular del brazo dominante (Figura III-1). Este incremento se considera significativo al estar muy próximo al $p = 0,016$ exigido por Bonferroni, si bien, el aumento significativo de una fase a otra, viene avalado por la significación obtenida en la prueba global de Friedman.

Respecto al porcentaje muscular del brazo no dominante, el incremento de un 1,5% del pre-test al post-test (Figura III-1) con una significación de $p=0,028$ (Tabla III-4), puede ser la responsable de los indicios de significación mostrados en la prueba global de Friedman.

Tabla III-4. Nivel de significación en la prueba de post-hoc de Wilcoxon para muestras apareadas del área total del brazo dominante y del porcentaje muscular de ambos brazos.

Prueba post-hoc de Wilcoxon	Fases		
	T1-T2	T1-T3	T2-T3
Área total brazo dominante	0,018^a	0,115	0,553
%Muscular brazo dominante	0,018^a	0,018^a	0,310
%Muscular brazo no dominante	0,028	0,141	0,150

Leyenda: ^a Nivel de significación cercano al 0,016 exigido por la corrección de Bonferroni.

De los datos obtenidos en el contraste entre el pre-test y el re-test (T1-T3), solo puede considerarse significativo el resultado de $p=0,018$ (Tabla III-4), mostrado por el incremento del 3,4% del porcentaje muscular del brazo dominante (Figura III-1), que como decíamos anteriormente, está avalado por la significación mostrada en la prueba global (Tabla III-2).

1.1.2.- Discusión de los resultados del área total y muscular de los brazos

Aunque el entrenamiento basado en el ciclo de estiramiento-acortamiento actúa sobre todo en los factores nerviosos, y es el método que menor efecto tiene sobre la hipertrofia muscular (Cometti, 1998), en este caso, los resultados obtenidos muestran un efecto positivo sobre la hipertrofia muscular de ambos brazos (incremento de un 4,1% en el brazo derecho y un 1,5% en el izquierdo).

Sin embargo, los incrementos obtenidos en este estudio de trabajo pliométrico, son inferiores a los mostrados por Kraemer et al. (2004). Este autor desarrolló un dos tipos de trabajo sobre el tren superior, un grupo de sujetos realizó un trabajo de fuerza dirigido a la mejora de la potencia con cargas altas, que mejoró la sección transversal del brazo en un 11,7%, y otro grupo realizó un trabajo dirigido a la hipertrofia muscular, mejorando en un 13,4%.

1.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA FUERZA (1RM)

1.2.1.- Resultados de los tests de fuerza

En la Tabla III-5, se muestra la fuerza representada por 1RM en los ejercicios del press de banca y del pull-over, de cada jugadora y la media grupal, en el pre-test, en el post-test y en el re-test (T1, T2 y T3).

Tabla III-5. Resultados de los tests de de fuerza de 1RM en el pre-test, post-test y re-test (T1, T2 y T3) del press de banca y del pull-over.

Resultados descriptivos	Press de banca			Pull-over			
	Fases	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Jugador							
1		48,0	53,0	56,0	28,0	31,0	34,0
2		46,0	46,0	48,0	21,0	23,0	29,0
5		46,0	50,0	50,0	33,5	35,0	35,0
7		46,0	53,0	53,0	28,0	33,5	34,0
8		46,0	48,0	48,0	23,5	28,0	33,0
9		46,0	52,0	54,0	28,0	33,5	33,5
10		43,0	46,0	46,0	21,0	26,0	26,0
Grupo		45,9	49,7	50,7	26,1	30,0	32,1

Nota: La unidad de medida utilizada es el kilogramo (kg.)

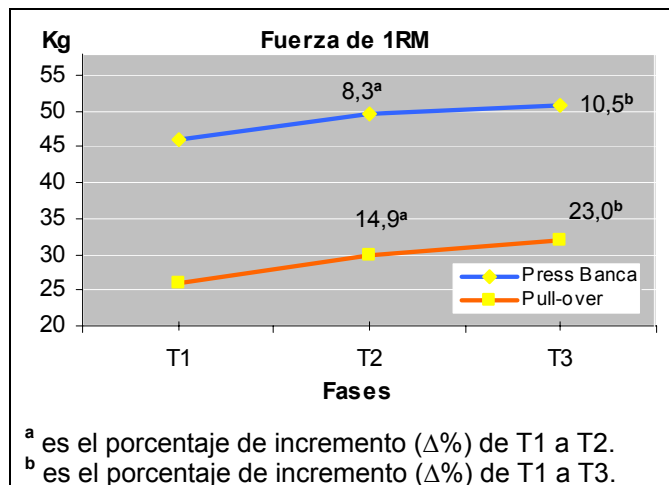


Figura III-2. Evolución de la fuerza en el ejercicio del press de banca y del pull-over en cada fase (T1, T2 y T3).

En la Figura III-2, se observa una evolución creciente de la media grupal de la fuerza en ambos ejercicios. Este aumento, según la prueba de contraste global de Friedman (Tabla III- 6), es significativo ($p < 0,05$) tanto en el press de banca como en el pull-over.

Tabla III- 6. Contraste global de las tres fases mediante la prueba de Friedman del press de banca y del pull-over.

Prueba de Friedman	Fases T1-T2-T3
Press de banca	0,002**
Pull-over	0,001**

Leyenda: **Nivel de cambio muy significativo ($p < 0,01$).

En el press de banca, del pre-test al re-test (T1-T3) mediante la prueba post-hoc de Wilcoxon se ha obtenido que $p=0,18$ (Tabla III- 7) y siguiendo las pautas del apartado anterior, este resultado se considera significativo.

Continuando con el press de banca, respecto al resultado obtenido de $p=0,28$, del pre-test al post-test (T1-T2), aplicando el método de Newman-Keuls, donde la significación exigida para declarar distintos los niveles medios es de $p=0,025$; al obtenerse un resultado muy próximo ($p= 0,028$), se considera relativamente aceptable la diferencia entre estos dos niveles (Tabla III- 7).

Tabla III- 7. Nivel de significación en la prueba de post-hoc de Wilcoxon para muestras apareadas de la fuerza (1RM).

Prueba post-hoc de Wilcoxon	Fases		
	T1-T2	T1-T3	T2-T3
Press de banca	0,028^b	0,018^a	0,102
Pull-over	0,018^a	0,018^a	0,068

Leyenda: ^a Nivel de significación cercano al 0,016 exigido por la corrección de Bonferroni.

^b Nivel de significación cercano al 0,025 corregido por Newman-Keuls.

En el pull-over, tanto del pre-test al post-test (T1-T2) como del pre-test al re-test (T1-T3), mediante la prueba post-hoc de Wilcoxon se ha obtenido que $p=0,18$ (Tabla III- 7) de igual forma que en el apartado anterior, este resultado se considera significativo.

1.2.2.- Discusión de los resultados de los tests de fuerza

Tras las ocho semanas de entrenamiento, la fuerza de las jugadoras aumentó significativamente tanto en el press de banca (8,3%) como en el pull-over (14,9%). Cuatro semanas después de la retirada del tratamiento se mantuvo el incremento

significativo de la fuerza 1RM, pero mejorando el porcentaje de aumento (10,5% press de banca y 23% en el pull-over).

Esta significación, se corresponde con la mostrada sobre 1RM del press de banca por los estudios realizados con trabajo pliométrico sobre el tren superior de Lyttle et al. (1996), Vossen et al. (2000) y Kraemer et al. (2001).

En el campo específico de voleibol, nuestros resultados son similares a los obtenidos por Piper (1997), que desarrolló un programa de fuerza y potencia de 11 semanas durante el periodo competitivo en un equipo de voleibol femenino, logrando un incremento del 8,5% en el ejercicio de 3RM del press de banca. También Gadeken (1999), desarrolló un programa de entrenamiento de fuerza, potencia y pliométrico de 12 semanas durante la pretemporada, de un equipo de voleibol femenino, obteniendo un incremento del 13% en el press de banca.

La mejora de la fuerza puede deberse tanto al incremento de la hipertrofia muscular detectada en las jugadoras, como a las mejora de los factores nerviosos, aspectos sobre los que actúa el entrenamiento pliométrico (Bompa, 2000; Bosco, 1988; Cometti, 1998)

1.3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL TEST DE POTENCIA

1.3.1.- Resultados del test de potencia

En la Tabla III-8 se muestra la distancia media alcanzada a nivel de grupo y por cada jugadora de forma individual, en el pre-test, post-test y el re-test (T1, T2 y T3), en el ejercicio de lanzamiento de balones medicinales de diferentes pesos.

Tabla III-8. Metros lanzados en el test de lanzamiento de balones medicinales de distintos pesos en cada fase (T1, T2 y T3).

Resultados descriptivos	Balón de 1Kg			Balón de 2Kg			Balón de 3Kg			Balón de 4Kg			Balón de 5Kg		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Fases Jugador 1	11,75	11,75	12,00	8,75	9,25	9,75	7,50	7,25	7,75	6,25	6,00	6,25	5,25	5,25	5,25
2	9,00	9,25	10,50	6,50	7,50	8,00	5,25	5,50	5,50	4,50	4,75	4,50	4,25	4,25	4,25
5	14,00	14,25	14,50	10,00	10,25	10,50	8,00	8,50	8,75	6,25	7,00	7,00	6,00	6,50	6,25
7	9,50	9,25	9,50	7,25	7,25	7,50	6,25	5,75	6,25	5,25	5,00	5,25	4,75	5,00	5,00
8	10,00	10,50	10,75	7,50	7,75	8,00	6,00	6,25	6,25	5,00	5,25	5,25	4,50	4,75	4,50
9	11,75	12,00	13,00	10,25	9,50	10,50	8,00	7,50	8,75	6,50	6,25	7,00	5,75	5,00	6,25
10	10,50	10,75	11,75	8,25	8,25	8,75	6,50	6,75	6,75	5,50	5,25	5,50	4,75	4,50	4,75
Grupo	10,93	11,11	11,71	8,36	8,54	9,00	6,79	6,79	7,14	5,61	5,64	5,82	5,04	5,04	5,18

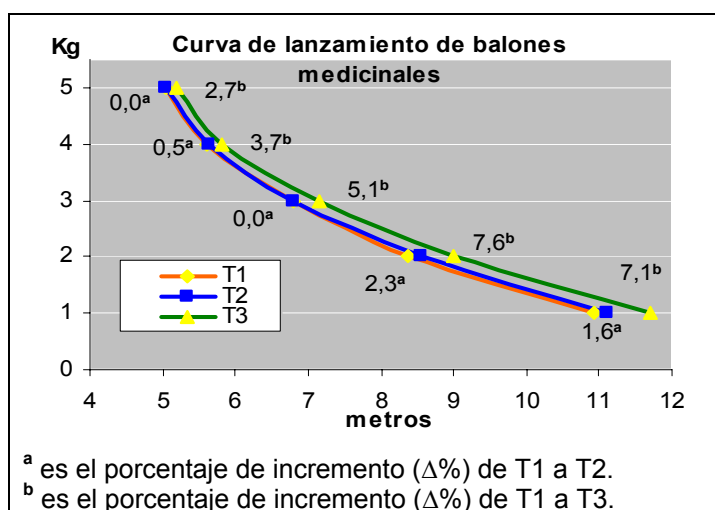


Figura III-3. Evolución del pre-test, al post-test y al re-test (T1, T2, y T3), de la distancia alcanzada en el test del lanzamiento de balones medicinales de diferentes pesos.

En la Figura III-3 se ha representado la curva descrita por el peso de los balones y la distancia alcanzada, a nivel de grupo, con cada uno en cada fase (T1, T2 y T3). Los desplazamientos hacia la derecha observados en las curvas T2 y T3 respecto a T1, solo son significativos ($p < 0,05$) con los balones ligeros, según la prueba de contraste global de las tres fases de Friedman (Tabla III- 9).

Tabla III- 9. Contraste global de las tres fases mediante la prueba de Friedman de la distancia alcanzada con cada tipo de balón medicinal.

Prueba de Friedman	Fases T1-T2-T3
Balón de 1Kg.	0,005**
Balón de 2 Kg.	0,002**
Balón de 3 Kg.	0,037*
Balón de 4 Kg.	0,280
Balón de 5 Kg.	0,465

Leyenda: *Nivel de cambio significativo ($p < 0,05$), ** Nivel de cambio muy significativo ($p < 0,01$).

En la prueba post-hoc de Wilcoxon para muestras apareadas (Tabla III- 10), se observa que del pre-test al post-test (T1-T2) no hay significación alguna con ningún tipo de balón. En cambio, del pre-test al re-test (T1-T3) y del post-test al re-test (T2-T3) se ha producido un cambio significativo tanto con los balones de un kilo como con los de dos kilos.

El valor de $p=0,023$, mostrado en el contraste de T1-T3 con balones de tres kilos, se considera significativo al estar avalado por la significación mostrada en la prueba global de Friedman (Tabla III- 10).

Tabla III- 10. Nivel de significación en la prueba de post-hoc de Wilcoxon para muestras apareadas de la distancia alcanzada con cada tipo de balón.

Prueba post-hoc de Wilcoxon	Fases		
	T1-T2	T1-T3	T2-T3
Balón de 1Kg.	0,096	0,027^b	0,016^a
Balón de 2 Kg.	0,343	0,017^a	0,016^a
Balón de 3 Kg.	0,931	0,023	0,066
Balón de 4 Kg.	--	--	--
Balón de 5 Kg.	--	--	--

Leyenda: ^a Nivel de significación cercano al 0,016 exigido por la corrección de Bonferroni.

^b Nivel de significación cercano al 0,025 corregido por Newman-Keuls.

1.3.2.- Discusión de los resultados del test de potencia

Las jugadoras de este estudio han mostrado un aumento significativo de la potencia en el tren superior. Los estudios de Crowder (1993), Lyttle et al., (1996), Vossen et al. (2000) y Kraemer et al. (2001) han demostrado, igualmente un efecto positivo del entrenamiento pliométrico sobre la potencia del tren superior.

Hay que señalar que como en el estudio de Heiderscheit et al. (1996), en el que tras 8 semanas de entrenamiento pliométrico, se mejoró de forma no significativa la distancia del lanzamiento con un balón ligero (5,9%), en este estudio, el incremento de la distancia de lanzamiento con balones ligeros tras las 8 semanas de entrenamiento, tampoco fue significativo (2,3% con balones de 2kg y 1,6% con balones de 1kg). Sin embargo, tras las cuatro semanas de retirada del entrenamiento pliométrico, se produjo un incremento significativo en la distancia

del lanzamiento con los balones ligeros (7,6% con balones de 2kg y 7,1% con balones de 1kg), es decir, mejoró la potencia del tren superior.

Este efecto retardado es el motivo de recomendar programar el trabajo pliométrico justo antes del periodo competitivo (Bompa, 2000; Cometti, 1998).

En el campo concreto del voleibol, los resultados obtenidos en este estudio son mejores que los aportados por Hakkinen (1993), donde la curva de fuerza descendió del primer al segundo periodo competitivo con todos los tipos de balones.

El incremento de la potencia se debe, tanto a la mejora de la fuerza detectada en las jugadoras, como a la mejora de la velocidad de contracción, pues la curva de mostrada en el test de lanzamiento de balones medicinales, muestra el incremento significativo con los balones ligeros. (Zatsiorsky, 1995).

2.- RESULTADOS DE LAS VARIABLES DE MEDIDAS REPETIDAS

Para cumplir con el segundo objetivo del estudio y dar respuesta a la segunda hipótesis de la investigación, en este apartado se presentan los resultados obtenidos tras realizar el registro de la velocidad alcanzada en el test del golpeo (remate sin salto) y el test del remate.

Estos registros se realizaron con medidas repetidas durante las tres fases de la investigación, en la línea base (A), en la fase de tratamiento (B) y en la fase de retención del tratamiento (A').

La presentación de los resultados sigue el siguiente orden:

- 1º) En el estudio a nivel descriptivo; se presenta una tabla donde muestra la media de la velocidad del balón, con el porcentaje de cambio de una fase a otra, la media de las velocidades máximas y mínimas obtenidas en cada sesión de cada fase y la varianza.

Para completar la información de esta tabla, se presenta un diagrama de cajas que muestra la evolución de los datos de cada jugadora y a nivel de grupo en cada fase. Téngase presente que estos gráficos representan la distribución observada en términos de estadísticos de orden, es decir, los tres cuartiles, que son la base, la línea interna y el techo de la caja respectivamente. Las patas por encima y por debajo de la misma vienen dadas a partir del recorrido intercuartílico y dan una idea del recorrido de la variable.

- 2º) Se presenta una tabla con el coeficiente de regresión lineal, su error típico y su nivel de significación respecto al test de independencia lineal de cada jugadora y de la media grupal, en cada fase. Para completar la información ofrecida por la tabla, se presenta un gráfico de dispersión de cada jugadora y a nivel de grupo, que representa cada uno de los datos registrados de cada jugadora en cada sesión, mostrándose la línea de regresión de cada una de las tres fases de la investigación.
- 3º) Se muestra una tabla con el nivel de significación de la prueba no paramétrica para muestras independientes de Wilcoxon, donde se comprueba si se produjeron cambios significativos entre las medias de las velocidades alcanzadas en cada fase, se presenta. En esta tabla se muestra el nivel de significación entre las fases (A-B, A-A' y B-A'). Se ha contrastado la media obtenida por todos los datos registrados de cada fase, la media obtenida de los datos máximos y datos mínimos registrados en cada sesión de cada fase.
- 4º) Se presenta una tabla que muestra los resultados del modelo autorregresivo de primer orden (AR(1)) con las dos *variables ficticias* que actúan como indicadores de fase a nivel intrasujeto. Estas variables ficticias tienen por objetivo otorgar mayor validez a los resultados obtenidos mediante la prueba de Wilcoxon.

Finalmente, se presenta la discusión de los resultados obtenidos, al contrastarlos con los resultados obtenidos en investigaciones anteriores y con los objetivos de la investigación.

2.1.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL GOLPEO (REMATE SIN SALTO)

2.1.1.- Resultados de la velocidad del golpeo

En la Tabla III-11 se observa a nivel descriptivo y porcentual, se ha producido un incremento de la media de la velocidad del balón en el golpeo, de la línea base a la fase de tratamiento (A-B) en todas las jugadoras, que a nivel de grupo supone una mejora del 1,7%. En cambio, de la fase de tratamiento a la fase de retención (B-A') parece producirse un descenso de la velocidad registrada (-0,7%)

La variabilidad observada nivel de grupo manifestada cierta constancia en las tres fases. De forma individual, en cada jugadora se muestra un descenso en la segunda fase en cinco jugadoras y en la tercera fase, la variabilidad desciende en cinco de las siete jugadoras.

Tabla III-11. Datos descriptivos de la velocidad del golpeo (km/h) de cada jugadora, en cada fase.

Jug.	n			Media					Medias Máximos			Medias Mínimos			Varianza		
	A	B	A'	A	B	A-B Δ%	A'	B-A' Δ%	A	B	A'	A	B	A'	A	B	A'
1	35	70	20	64,5	65,6	+1,7	65,0	-0,9	68	69	68	60	61	63	30,9	12,9	9,1
2	100	70	35	73,8	74,1	+0,4	72,3	-2,4	78	77	75	69	71	70	21,3	15,7	7,5
5	100	70	35	75,2	78,0	+3,7	76,7	-1,6	78	80	79	73	76	74	6,7	6,5	8,0
7	100	70	35	69,7	71,6	+2,7	72,6	+1,3	74	74	74	66	69	70	24,4	7,0	5,0
8	95	70	30	79,1	80,2	+1,3	80,0	-0,2	82	83	83	76	76	76	10,1	10,7	10,3
9	100	70	35	73,5	74,2	+0,9	73,4	-1	76	76	76	71	72	70	9,6	10,6	10,1
10	95	70	35	69,6	70,4	+1,1	70,3	-0,1	72	73	72	67	68	67	8,7	5,8	8,5
Grupo	89,3	70,0	32,1	72,2	73,4	+1,7	72,9	-0,7	75	76	76	69	71	70	28,5	29,8	23,6

Leyenda: "Jug."; jugador. "n"; numero de datos registrados, "A-B Δ%"; señala el incremento producido de la fase (A) a la fase (B), "B-A' Δ%"; señala el incremento producido de la fase (B) a la fase (A'), "+" positivo y "-" negativo.

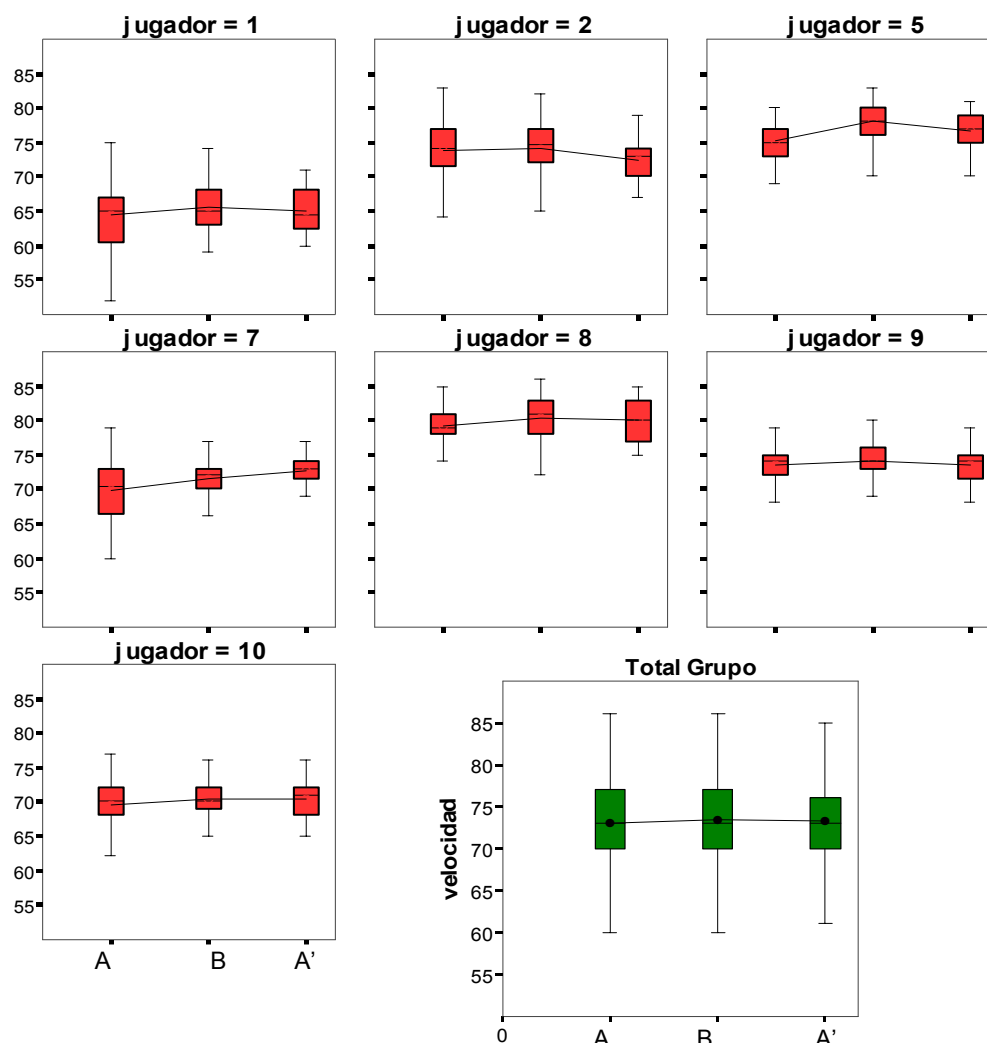


Figura III-4. Evolución de la velocidad del golpeo (km/h) de cada jugadora en cada fase experimental.

En el diagrama de cajas se observa una tendencia creciente de (A) a (B) en todas las jugadoras y en la media a nivel de grupo (Figura III-4). Pero de la fase (B) a la fase (A'), se observan diferentes tendencias en cada jugadora, observándose una tendencia descendente a nivel de grupo.

La regresión lineal realizada (Tabla III-12) no muestra cambios significativos a nivel de grupo durante ninguna de las fases de la investigación, pero se observa una pendiente negativa durante la primera fase (A) y pendientes positivas durante las dos siguientes fases (B y A').

A nivel intrasujeto, en la primera fase (A), cinco jugadoras de las siete muestran una pendiente positiva (Figura III-5), si bien solo es significativa ($p < 0,05$) en dos de ellas (Tabla III-12).

En la segunda fase (B), cinco jugadoras también muestran una pendiente positiva (Figura III-5), siendo en este caso, significativa en cuatro de ellas ($p < 0,05$). Las dos jugadoras restantes, muestran una pendiente negativa significativa (Tabla III-12).

En la tercera fase (A'), no hay significación en ninguna de las jugadoras (Tabla III-12). En esta fase sólo en tres jugadoras se observa una pendiente positiva, y en las cuatro jugadoras restantes la pendiente es negativa (Figura III-5).

Tabla III-12. Pendiente, error típico y nivel de significación de la regresión lineal de cada jugadora en cada fase.

Jugador / Fases	Regresión Lineal		
	A	B	A'
1	+1,60(+0,38)***	-0,30(0,10)**	-0,44(+0,6)
2	-0,12(+0,08)	+0,26(+0,11)*	-0,39(+0,22)
5	+0,09(+0,04)*	+0,17(+0,07)*	+0,4(+0,23)
7	-0,01(+0,08)	+0,19(+0,07)*	-0,26(+0,18)
8	+0,02(+0,06)	+0,27(+0,09)**	-0,21(+0,27)
9	+0,03(+0,05)	-0,21(+0,09)*	+0,33(+0,27)
10	+0,12(+0,05)	+0,05(+0,07)	+0,34(+0,24)
Grupo	-0,08(+0,037)	+0,06(+0,06)	+0,29(+0,16)

Leyenda: (*) indica un nivel de significación del orden del 5% ($P < 0,05$); (**) indica un nivel del orden del 1% ($P < 0,01$) y (***) indica un nivel del orden del 0,1% ($P < 0,001$).

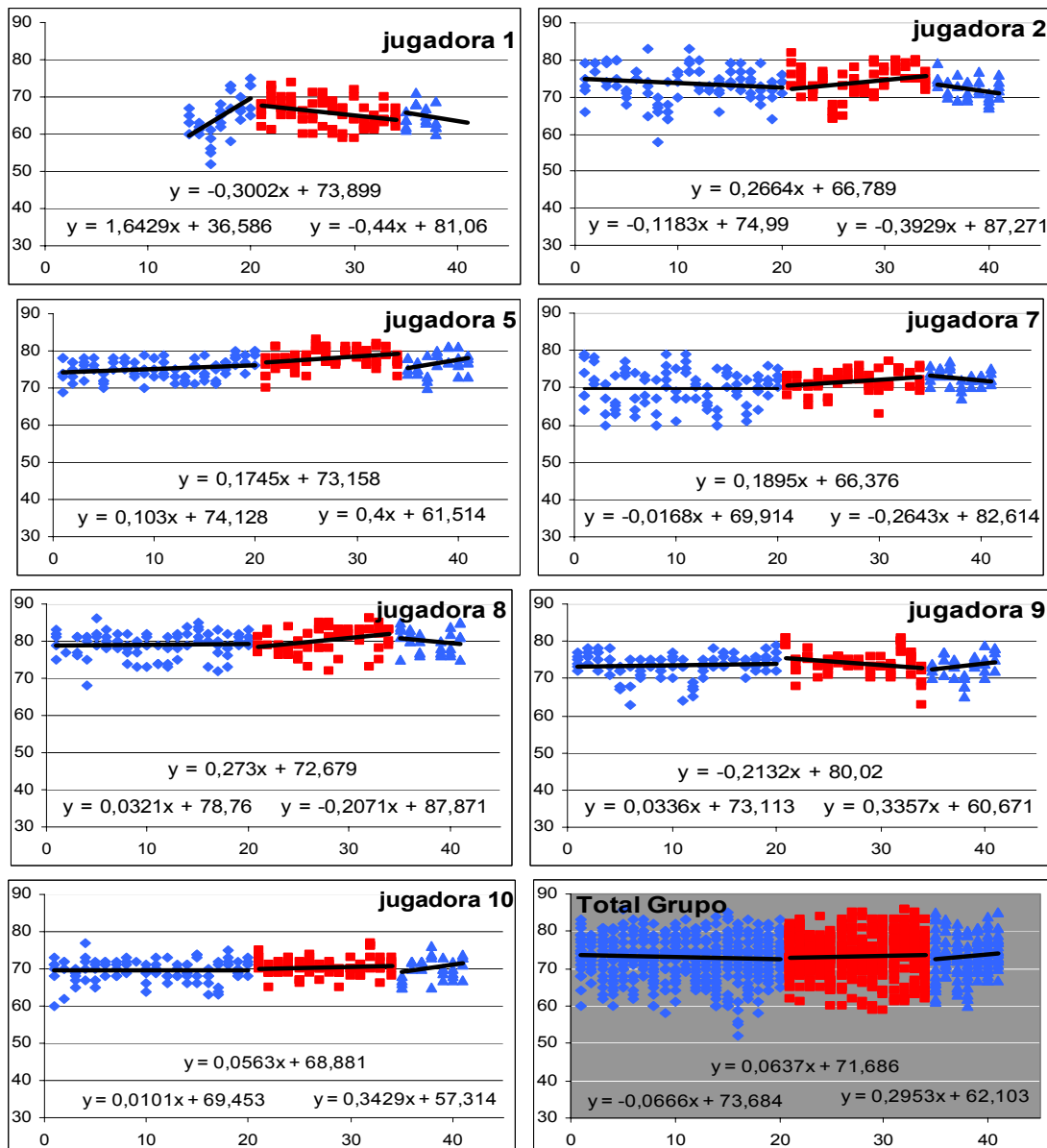


Figura III-5. Diagramas de dispersión que representan, los cinco datos registrados en cada sesión y la línea de regresión lineal de cada fase, en cada jugadora y a nivel de grupo.

En la comparación realizada entre las fases de la investigación (A-B, A-A' y B-A'), no se han encontrado cambios significativos de una fase a otra a nivel de grupo, ni al comparar la velocidad media de cada fase, ni la velocidad máxima, ni la velocidad mínima (Tabla III-13).

A nivel intrasujeto, tres de las siete jugadoras muestran un cambio significativo ($p < 0,05$) de la primera a la segunda fase (A-B). En la comparación (A-A') sólo dos jugadoras muestran un incremento significativo ($p < 0,05$), mientras que la jugadora

2 muestra un descenso significativo. Esta jugadora muestra igualmente un descenso significativo de la fase B a la A' (Tabla III-13).

Tabla III-13. Nivel de significación, entre cada fase experimental de la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se han confrontado las medias obtenidas entre todos los datos de cada fase, la media de los máximos y de los mínimos registrados en cada sesión.

Jugador / Fases	Wilcoxon			Wilcoxon R.Max			Wilcoxon R.Min		
	A-B	A-A'	B-A'	A-B	A-A'	B-A'	A-B	A-A'	B-A'
1	0,234	0,586	0,495	0,680	0,925	0,486	0,571	0,340	0,419
2	0,651	-0,028	-0,006	0,818	0,069	0,124	0,081	0,933	0,114
5	+0,000	+0,007	0,380	0,001	0,032	0,358	0,002	0,240	0,123
7	+0,021	+0,020	0,078	0,778	0,676	0,762	0,028	0,031	0,466
8	+0,040	0,270	0,661	0,153	0,229	0,866	0,530	0,439	0,967
9	0,432	0,859	0,437	0,844	0,977	0,970	0,445	0,337	0,225
10	0,149	0,166	0,763	0,751	0,768	0,939	0,203	0,793	0,570
Grupo	0,327	0,849	0,633	0,821	0,598	0,807	0,160	0,458	0,716

Legenda: Se considera que se produce un cambio significativo cuando $p < 0,05$.

En la Tabla III-14, se observa como modelo autorregresivo de primer orden (AR(1)) sólo muestra significación el la jugadora 7. En la misma tabla, se comprueba que la primera de las variables ficticias (**I1**), confirma únicamente la significación de las jugadoras 7 y 5, mientras que la segunda variable ficticia (**I2**), sólo confirma el resultado de la jugadora 7.

Tabla III-14. Nivel de significación del modelo autorregresivo de primer orden con variables indicadoras de fase para la media obtenida como resultado de cada sesión.

Jugador	Coefficiente(μ)	AR(1) (ϕ)	I1 (ϕ 1)	I2 (ϕ 2)
1	64,921±1,599	0,365+0,668	0,454+1,916	-0,161+2,554
2	73,762+0,866	-0,094+0,525	0,261+1,331	-1,082+1,672
5	75,226+0,459	-0,307+1,388	2,678+0,713***	1,504+0,897
7	69,453+0,192	0,631+0,252*	2,254+0,413***	3,405+0,617***
8	79,214+0,537	0,237+0,589	0,859+0,814	0,711+1,042
9	73,478+0,668	-0,158+1,043	0,700+1,035	0,071+1,301
10	69,526+0,117	0,346+0,235	0,760+0,190***	1,093+0,258***

Legenda: (*) indica un nivel de significación del orden del 5% ($P < 0,05$); (**) indica un nivel del orden del 1% ($P < 0,01$) y (***) indica un nivel del orden del 0,1% ($P < 0,001$).

2.1.2- Discusión sobre los resultados obtenidos en la velocidad del golpeo

El ejercicio de remate sin salto, es muy utilizado como ejercicio de entrenamiento para mejorar el rendimiento del remate con salto (Tabla I-23, pp.67).

Teniendo en cuenta que seis de las siete jugadoras del estudio son españolas, la media de 72,8km/h esta muy próxima a los 74,4km/h de media obtenida por 52 jugadoras españolas de élite en el estudio de Valadés et al. (2003).

En la comparación realizada entre la fase de la línea base y la fase de tratamiento, a pesar de mostrar un incremento a nivel descriptivo en todas las jugadoras y en la media de grupo, este incremento sólo fue significativo en tres jugadoras. Este hecho, no parece tener suficiente potencia para indicar un efecto positivo del entrenamiento pliométrico sobre la velocidad del golpeo en las jugadoras de este estudio.

El incremento obtenido a nivel descriptivo de la primera a la segunda fase, de +1,7% como media de grupo, se corresponde con los resultados obtenidos en estudios desarrollados en otras disciplinas con gestos afines al aquí estudiado y que igualmente, usaron entrenamiento pliométrico en el tren superior:

- Newton y McEvoy (1994), ocho jugadores júnior de béisbol incrementaron la velocidad de lanzamiento un 1,6%
- McEvoy y Newton (1998), nueve jugadores profesionales de béisbol utilizaron mejoraron la velocidad del lanzamiento en 1,8%
- Fletcher y Hartwell (2004), seis jugadores de alto nivel de golf, incrementando la velocidad del club golf un 1,5%

Los resultados obtenidos mediante la regresión lineal no pueden ser contrastados con estudios anteriores, pues no se han encontrado estudios sobre la velocidad del remate o sobre el lanzamiento, en los que se realicen medidas repetidas durante todo el proceso experimental.

Los estudios revisados en disciplinas afines, se limitan a contrastar los resultados obtenidos en el pre-test con los del post-test (DeRenne et al., 1990; Voigt y Klausen, 1990; Van-Muijen et al., 1991, citado por García, 2002, pp. 333; Brylinski et al., 1992; Potteiger et al., 1992b; DeRenne et al., 1994; Newton y McEvoy,

1994; DeRenne et al., 1995; Hoff y Almasbakk, 1995; Westcott, 1996; Lachowetz et al., 1998b; McEvoy y Newton, 1998; Fletcher y Hartwell, 2004), y en algunos casos, como Kotzamanidis et al. (2003), se realiza una toma de datos a mediados del tratamiento para comprobar la evolución del de la variable dependiente.

El hecho de haberse producido un aumento tanto de la fuerza como de la potencia en el tren superior, podría hacer pensar en encontrar igualmente un aumento significativo en la velocidad del balón en el golpeo. Pero los resultados obtenidos no indican que se haya producido este incremento, a pesar de haber obtenido durante la fase de tratamiento una pendiente positiva en la regresión lineal en cinco jugadoras, siendo significativa en cuatro de ellas.

2.2.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL REMATE

2.2.1.- Resultados de la velocidad del remate

En la (Tabla III-15) se observa como a nivel descriptivo y porcentual, se ha producido un incremento de la media de la velocidad del balón en el remate de la línea base a la fase de tratamiento (A-B) en todas las jugadoras, que a nivel de grupo supone una mejora del 3,8%.

De igual forma, de la fase de tratamiento a la fase de retención (B-A'), también se ha producido un incremento a nivel de grupo de un 0,3%, que supone un incremento del 4,1% de la primera a la última fase (A-A'). A nivel individual, cinco de las siete jugadoras muestran una mejora porcentual de la velocidad del remate.

La variabilidad observada a nivel individual, muestra un descenso en la segunda fase en seis de las siete jugadoras, tendencia igualmente mostrada por los datos a nivel de grupo. En la tercera fase, a nivel individual, la varianza aumenta en cuatro de las siete jugadoras, tendencia igualmente mostrada por los datos a nivel de grupo.

Tabla III-15. Datos descriptivos de la velocidad del remate (km/h) de cada jugadora en cada fase.

Jug.	n			Media					Media Máximos			Media Mínimos			Varianza		
	A	B	A'	A	B	A-B $\Delta\%$	A'	B-A' $\Delta\%$	A	B	A'	A	B	A'	A	B	A'
1	35	70	35	76,1	77,7	+2,1	80,3	+3,3	80	83	87	72	73	76	15,8	20,6	21,0
2	100	70	35	73,5	74,2	+1	75,1	+1,2	78	78	79	69	71	71	17,1	9,5	11,8
5	100	70	35	72,1	75,6	+4,9	74,1	-2	76	79	77	68	73	71	13,8	8,2	4,5
7	95	70	35	70,5	75,7	+7,3	75,8	+0,1	75	79	79	66	73	72	23,3	9,0	10,8
8	95	70	25	72,5	75	+3,4	73,5	-2	76	78	77	69	72	70	12,3	8,6	8,9
9	100	70	35	72,8	74,9	+2,9	75,6	+0,9	77	78	79	68	71	72	19,2	9,9	8,8
10	95	70	35	66,3	69,9	+5,4	70,3	+0,6	70	73	73	62	67	68	17,3	8,6	4,9
Grupo	88,6	70,0	33,6	72,0	74,7	+3,8	74,9	+0,3	76	78	79	68	71	72	23,4	15,1	17,9

Legenda: "Jug.", jugador. "n", numero de datos registrados, "A-B $\Delta\%$ "; señala el incremento producido de la fase (A) a la fase (B), "B-A' $\Delta\%$ "; señala el incremento producido de la fase (B) a la fase (A'), "+" positivo y "-" negativo.

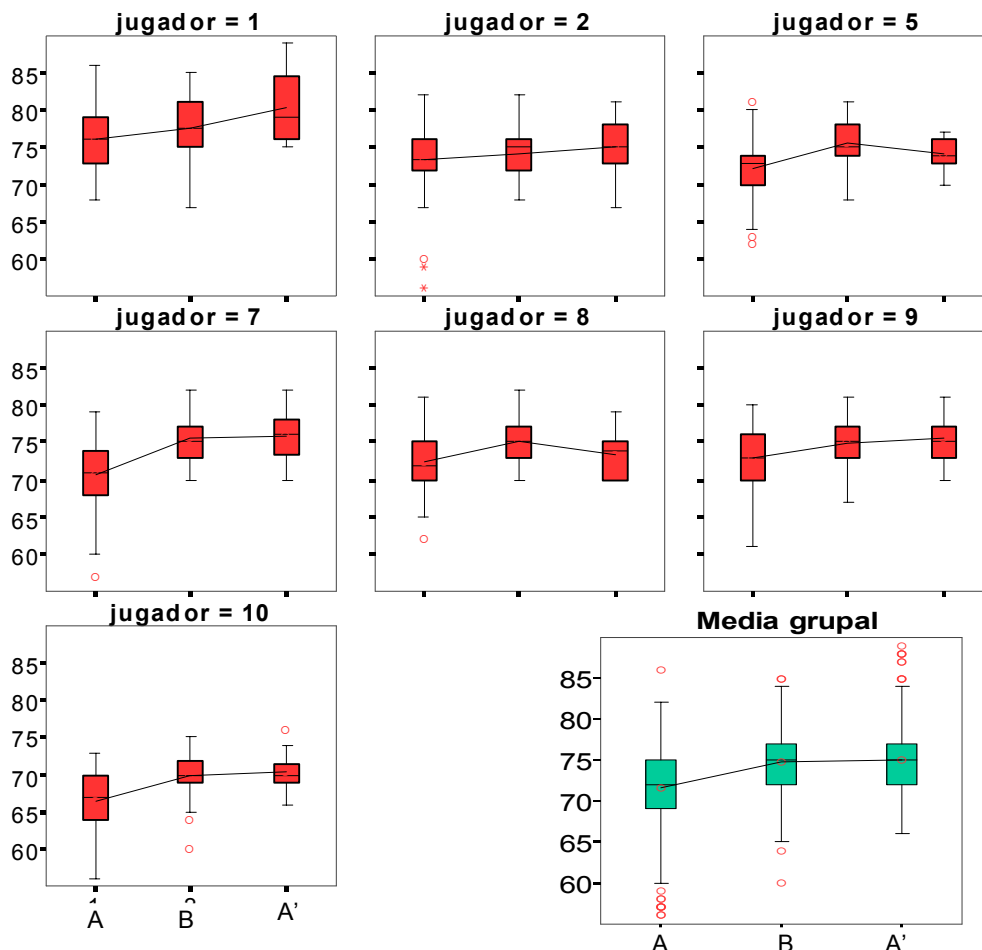


Figura III-6. Evolución de la velocidad del remate (km/h) de cada jugadora en cada fase experimental.

En el diagrama de cajas se observa una tendencia creciente de (A) a (B) en todas las jugadoras y en la media a nivel de grupo (Figura III-6). Pero de la fase (B) a la fase (A'), se observa una tendencia creciente en todas las jugadoras excepto en la jugadora 5 y 8, que muestran un descenso.

La regresión lineal realizada (Tabla III-16) se muestra a nivel de grupo un aumento significativo de $p < 0,01$ durante la línea base (A) y de $p < 0,05$ durante la fase de tratamiento (B). Sin embargo, durante la fase de retención no hay cambios significativos, mostrándose una pendiente negativa a nivel de grupo (FF)

A nivel intrasujeto, en la fase A cuatro de las siete jugadoras muestran un aumento significativo ($p < 0,05$) de la velocidad del remate. Durante la fase B, dos de las tres jugadoras que no mostraron aumento significativo en la fase A, lo muestran en esta fase. En la última fase (A'), ninguna jugadora muestra cambios significativos en la regresión lineal (Figura III-7).

Tabla III-16. Pendiente, error típico y nivel de significación de la regresión lineal de cada jugadora en cada fase.

Jugador / Fases	Regresión Lineal		
	A	B	A'
1	-0,10(±0,34)	+0,29(±0,13)*	-0,47(±0,38)
2	-0,04(±0,07)	+0,09(±0,09)	-0,20(±0,29)
5	+0,16(±0,06)*	+0,02(±0,08)	+0,25(±0,18)
7	+0,43(±0,07)***	-0,05(±0,09)	+0,13(±0,28)
8	+0,14(±0,06)*	+0,03(±0,08)	-0,11(±0,32)
9	+0,26(±0,07)***	+0,08(±0,09)	-0,08(±0,25)
10	+0,03(±0,07)	+0,23(±0,08)**	-0,02(±0,19)
Grupo	+0,20(±0,03)***	+0,09(±0,04)*	-0,09(±0,04)

Leyenda: (*) indica un nivel de significación del orden del 5% ($P < 0,05$); (**) indica un nivel del orden del 1% ($P < 0,01$) y (***) indica un nivel del orden del 0,1% ($P < 0,001$).

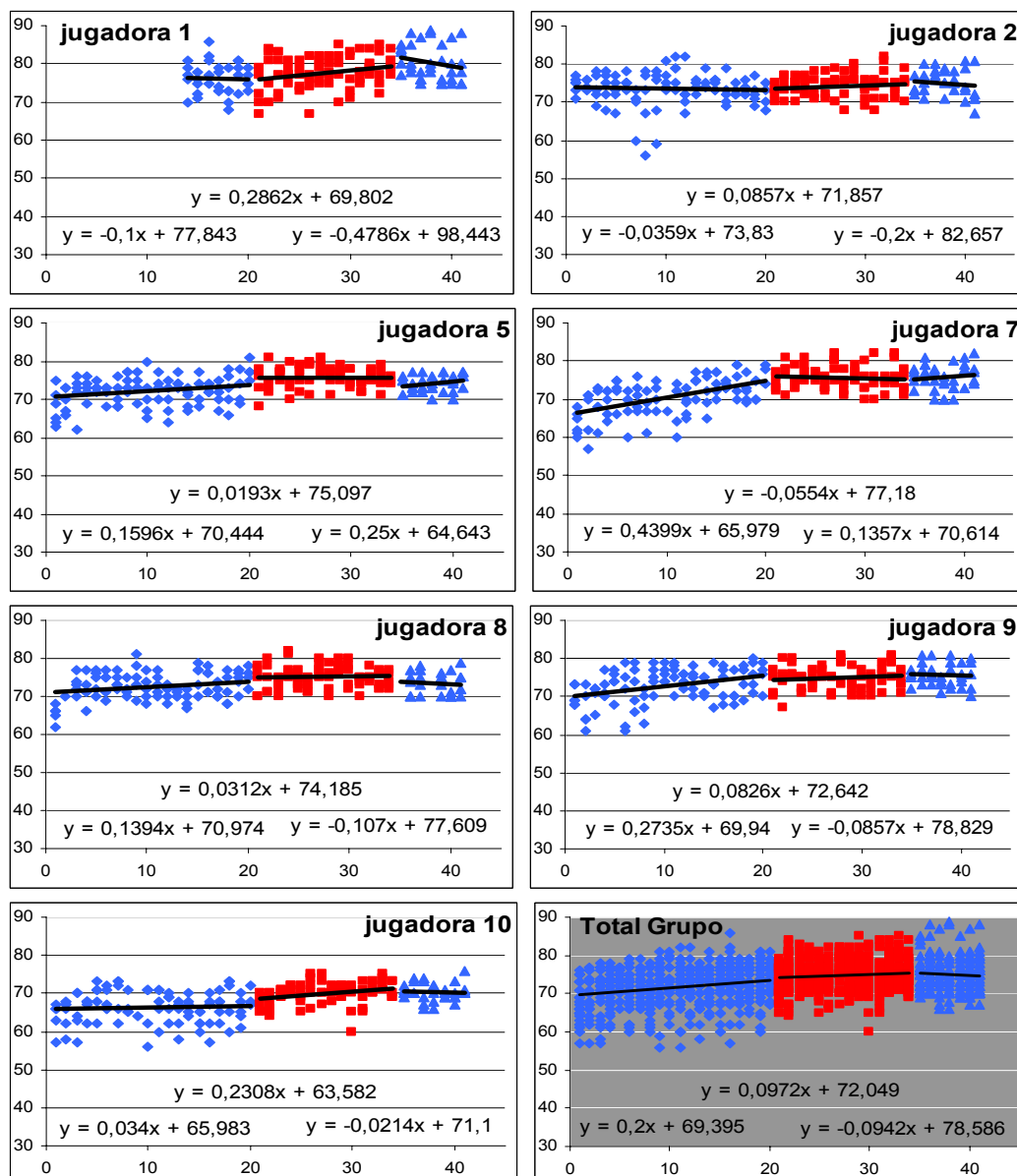


Figura III-7. Diagramas de dispersión que representan, los cinco datos registrados en cada sesión y la línea de regresión lineal de cada fase, en cada jugadora y a nivel de grupo.

En la comparación realizada entre las fases de la investigación (Tabla III-17), a nivel de grupo se observa un cambio significativo ($p < 0,01$) de la primera fase a la segunda (A-B) y de la primera a la tercera fase (A-A'). De la segunda fase a la tercera fase (B-A') no se han encontrado diferencias significativas.

A nivel intrasujeto, la comparación de las fases A-B muestra un cambio significativo ($p < 0,01$) en cinco de las siete jugadoras, aunque de las dos jugadoras restantes, una de ellas (la jugadora 1) muestra indicios de significación con una $p = 0,059$. En la comparación de las fases A-A', se observa como en cinco de las

siete jugadoras se ha producido un cambio significativo ($p < 0,01$). En la comparación de las fases B-A', sólo una jugadora muestra un aumento significativo ($p < 0,05$), mientras que otras dos jugadoras muestran un descenso significativo ($p < 0,05$) de la velocidad del balón en el remate (Tabla III-17).

Tabla III-17. Nivel de significación entre cada fases experimental de la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se han confrontado la media de todos los datos registrados en cada fase, la media de los datos máximos y los datos mínimos registrados en cada sesión.

Jugador / Fases	Wilcoxon			Wilcoxon R.Max			Wilcoxon R.Min		
	A-B	A-A'	B-A'	A-B	A-A'	B-A'	A-B	A-A'	B-A'
1	0,059^a	+0,001	+0,037	+0,026	+0,004	+0,000	0,571	+0,003	+0,014
2	0,398	0,066	0,215	0,859	+0,044	+0,042	0,620	0,277	0,236
5	+0,000	+0,003	-0,005	+0,001	0,478	-0,006	+0,000	+0,002	0,271
7	+0,000	+0,000	0,699	+0,000	+0,002	0,821	+0,000	+0,001	0,494
8	+0,000	0,268	-0,037	+0,030	0,231	0,480	+0,000	0,253	-0,014
9	+0,002	+0,001	0,377	0,478	+0,037	0,211	+0,006	+0,007	0,381
10	+0,000	+0,000	0,995	+0,003	+0,003	0,445	+0,000	+0,000	0,385
Grupo	+0,000	+0,000	0,908	+0,000	+0,000	0,560	+0,000	+0,000	0,644

Leyenda: Se considera que se produce un cambio significativo cuando $p < 0,05$. ^a Indica indicios de significación con una $p = 0,059$.

En la Tabla III-18, se observa como modelo autorregresivo de primer orden (AR(1)) es significativo sólo en tres jugadoras, siendo la autocorrelación negativa en dos de ellas (2 y 5), y positiva en la jugadora 7. En la misma tabla, se observa que la primera de las variables ficticias (I1), confirma los resultados significativos ($p < 0,05$) de cuatro jugadoras y los indicios de significación de la jugadora 1 de la fase (A) a la (B). En la segunda variable ficticia (I2), se confirma la significación de cuatro jugadoras.

Tabla III-18. Nivel de significación del modelo autorregresivo de primer orden con variables indicadoras de fase para la media obtenida como resultado de cada sesión.

Jugador	Coeficiente(μ)	AR(1) (ϕ)	I1 (ϕ 1)	I2 (ϕ 2)
1	76,038 \pm 0,664	-0,077 \pm 1,154	1,673\pm0,816^a	4,265\pm0,939***
2	73,460 \pm 0,422	-0,999\pm0,178***	0,754 \pm 0,658	1,620 \pm 0,830
5	72,102 \pm 0,385	-0,841\pm0,266***	3,496\pm0,600***	2,107\pm0,750***
7	70,549 \pm 2,212	0,949\pm0,055***	2,822 \pm 1,753	3,876 \pm 2,346
8	72,644 \pm 0,104	0,450 \pm 0,281	2,613\pm0,214***	0,732 \pm 0,638
9	72,446 \pm 0,586	-0,181 \pm 1,069	2,426\pm0,909*	3,155\pm1,143**
10	66,330 \pm 0,497	-0,977 \pm 0,506	3,600\pm0,764***	3,965\pm0,959***

Leyenda: ^a indica indicio de significación, con una $p = 0,051$; (*) indica un nivel de significación del orden del 5% ($P < 0,05$); (**) indica un nivel del orden del 1% ($P < 0,01$) y (***) indica un nivel del orden del 0,1% ($P < 0,001$).

El único resultado significativo que no se ha confirmado con las variables ficticias, es el correspondiente a la jugadora 7, que es la jugadora que cambió el tipo de armado.

2.2.2.- Discusión sobre los resultados obtenidos en la velocidad del remate con salto

El rendimiento de la técnica básica de esta acción, depende de dos factores claves, siendo uno de ellos la velocidad del balón tras el golpeo (Coleman et al., 1993; Chung, 1988; Gutiérrez et al., 1992; Gutiérrez et al., 1994).

En la literatura hay numerosos estudios que han analizado la velocidad del balón en el remate con diversos objetivos (Bowman, 2001; Coleman et al., 1993; Chung, 1988; Ferris y Caruso, 1995; Huang et al., 1998; Huang et al., 1999; Kao et al., 1994), pero solo Dupuis y Tourny-Chollet (2001) realizaron un estudio con el objetivo de aumentar la velocidad del balón en el remate tras la aplicación de un método de entrenamiento de fuerza. En el resto de la bibliografía consultada orientada a este objetivo, sólo se presentan propuestas metodológicas (Tabla I-23, pp. 67).

El estudio de Dupuis y Tourny-Chollet (2001) muestra un aumento significativo ($p < 0,05$) de la velocidad del balón en el remate de los jugadores que realizaron un programa específico de entrenamiento de fuerza respecto al grupo de control. El incremento del 2,96% del grupo experimental no fue significativo a nivel intragrupo. En este estudio se ha producido un incremento significativo ($p < 0,05$) a nivel intragrupo de 3,8%, tras la fase de entrenamiento pliométrico.

En este estudio, a nivel intrasujeto se ha producido un incremento significativo de la velocidad del balón en el remate en todas las jugadoras excepto en la jugadora 2, el líbero del equipo, y la jugadora 7. Además, en la regresión lineal todas las jugadoras, excepto el líbero, han mostrado un incremento significativo en la primera (A) o en la segunda fase (B).

Estos resultados parecen indicar que el incremento de la velocidad del balón en el remate, no se debe sólo al trabajo de fuerza, sino que está muy relacionado con el trabajo técnico, ya que el líbero sólo realizaba los remates ejecutados de forma específica en el calentamiento, y la jugadora 7 modificó su armado de circular a “bow and arrow” o de “arquero”.

Esta situación puede verse reforzada por dos motivos:

a) Por una parte, las jugadoras del estudio han mejorado la hipertrofia muscular, la fuerza de 1RM y la potencia del tren superior, pero no se ha mejorado la velocidad del golpeo, gesto técnico que no se entrenó y sólo se utilizó como test de control. Sin embargo, la velocidad del balón ha mejorado en el gesto completo del remate, si bien el ejercicio del remate estaba incluido dentro del planteamiento de trabajo específico del estudio, y no han mejorado ni el líbero ni la jugadora que cambió el armado.

b) En la última fase del estudio, se ha producido un aumento significativo de la potencia, como efecto retardado del trabajo pliométrico, pero en esta fase no hay incremento significativo de la velocidad del remate respecto a la anterior, esto puede deberse al hecho de que la tercera fase de la investigación se correspondió con el último periodo competitivo, momento en el que se redujo el volumen de entrenamiento general y específico del remate, al disputarse dos partidos a la semana.

3.- CORRELACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL REMATE Y EL RESTO DE VARIABLES DEL ESTUDIO

Para cumplir con el tercer objetivo del estudio y dar respuesta a la tercera hipótesis de la investigación, en este apartado se presentan los resultados y la discusión tras realizar el análisis de correlación de Spearman, entre los datos obtenidos de la velocidad del balón en el remate con el resto de variables de la investigación.

3.1.- RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DEL REMATE Y EL RESTO DE VARIABLES

3.1.1.- Correlación entre la velocidad del remate y las características propias de la muestra

En primer lugar se ha realizado la correlación entre la velocidad del remate y las características propias de la muestra, es decir, la edad, los años de práctica, la talla, el alcance, el peso y la altura de salto (Tabla III-19).

Tabla III-19. Datos descriptivos de las características de la muestra en cada fase.

Fases Variables	A	B	A'
Edad	22,1	22,1	22,1
Años de práctica	9,1	9,1	9,1
Talla	183,6	183,6	183,6
Alcance	236,3	236,3	236,3
Peso	75,8	75,5	75,5
Altura de salto	298,4	300,9	314,1
Velocidad del remate	72,0	74,7	74,9

En la Tabla III-20 se muestra el resultado de la correlación entre la media de la velocidad del balón obtenida por cada jugadora en los remates realizados en cada fase experimental con las características propias de la muestra. En dicha tabla sólo se observa una correlación significativa ($p < 0,05$) con el alcance en la tercera fase experimental.

Tabla III-20. Correlación entre la media de la velocidad del balón en el remate en cada fase experimental con las características generales de la muestra.

Coeficiente de correlación de Spearman	Remate		
	Fase A	Fase B	Fase A'
Numero de datos	7	7	7
Edad	0,61	0,04	0,32
Años de práctica	0,15	-0,59	-0,67
Talla	-0,29	0,50	0,36
Alcance	0,14	0,71	0,79*
Peso	-0,14	0,59	0,25
Altura de salto	0,11	0,71	0,71

Leyenda: * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

3.1.2.- Correlación entre la velocidad del remate y el análisis de la técnica

Esta correlación se ha realizado con los datos de las velocidades obtenidas en los cinco remates de cada jugadora realizados al final de cada fase experimental con los datos obtenidos del análisis cinematográfico de dichos remates, es decir, el ángulo formado por la mano con el hombro de ataque, y el ángulo formado por la mano con la cadera (Tabla III-21)

Tabla III-21. Datos obtenidos del análisis cinematográfico de la ejecución del remate de las jugadoras en cada fase

Variables \ Fases	A	B	A'
Numero de datos	35	30	30
Ángulo Hombro-Mano	75,8	78,3	80,1
Ángulo Cadera-Mano	79,2	78,4	80,0
Velocidad media	74,1	74,7	75,1

En la Tabla III-22 se muestra la correlación de la velocidad del balón en el remate y el análisis técnico, observándose la ausencia de correlación significativa en cada una de las fases.

Tabla III-22. Correlación entre la velocidad del balón en el remate y el análisis técnico.

Coefficiente de correlación de Spearman	Remate		
	Fase A	Fase B	Fase A'
Numero de datos	35	30	30
Ángulo Hombro-Mano	-0,03	0,26	0,05
Ángulo Cadera-Mano	-0,20	0,04	0,14

3.1.3. Correlación de la velocidad del remate con las variables con registros en el pre-test, post-test y el re-test

En este apartado se muestra la correlación entre la media de velocidad del balón en el remate en cada fase experimental (A, B y A') con las variables registradas en el pre-test, post-test y re-test (T1, T2 y T3), es decir, el área de los brazos, el porcentaje muscular de los brazos, la fuerza de 1RM en el press de banca, la fuerza de 1RM en el pull-over y la potencia del tren superior representada por la distancia alcanzada en el lanzamiento de balones medicinales de diferentes pesos (Tabla III-23)

Tabla III-23. Datos obtenidos de las variables registradas en el pre-test, post-test y re-test

Variables	Fases	T1	T2	T3
Área brazo derecho		57,9	60,9	60
% muscular brazo derecho		76,5	79,6	79,1
Área muscular brazo izquierdo		56,7	58,1	57,4
% muscular brazo izquierdo		79,1	80,3	79,7
Press de banca		45,9	49,7	50,7
Pull-over		26,1	30,0	32,1
Lanzamiento de BM de 1kg		10,9	11,1	11,7
Lanzamiento de BM de 2kg		8,4	8,5	9,0
Lanzamiento de BM de 3kg		6,8	6,8	7,1
Lanzamiento de BM de 4kg		5,6	5,6	5,8
Lanzamiento de BM de 5kg		5,0	5,0	5,2

Los datos de la correlación entre la velocidad del remate con las variables registradas en el pre-test, post-test y re-test, muestra una correlación significativa ($p < 0,05$) en las tres fases experimentales con el test de fuerza de 1RM del press de banca (Tabla III-24).

Tabla III-24. Correlación entre la media de la velocidad del balón en el remate en cada fase experimental con las variables registradas en el pre-test, post-test y re-test.

Coefficiente de correlación de Spearman	Remate		
	Fase A	Fase B	Fase A'
Numero de datos	7	7	7
Área brazo derecho	0,57	0,57	0,57
% muscular brazo derecho	0,68	-0,14	0,54
Área muscular brazo izquierdo	0,05	0,41	0,09
% muscular brazo izquierdo	0,61	0,50	0,68
Press de banca	0,80*	0,87*	0,90*
Pull-over	0,06	0,59	0,56
Lanzamiento de BM de 1kg	0,04	0,14	-0,07
Lanzamiento de BM de 2kg	0,07	0,07	0,00
Lanzamiento de BM de 3kg	-0,04	0,21	0,11
Lanzamiento de BM de 4kg	0,07	0,27	0,11
Lanzamiento de BM de 5kg	-0,05	0,77*	0,23

Leyenda: * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Por otra parte, también se observa una correlación significativa ($p < 0,05$) entre la distancia alcanzada con el balón de cinco kilogramos de peso con la velocidad del balón en el remate, aunque sólo es significativa en la segunda fase experimental (Tabla III-24).

3.1.4.- Correlación de la velocidad del remate con la velocidad del golpeo

En este apartado se ha realizado la correlación entre los datos obtenidos en cada fase experimental de la velocidad del remate con los datos obtenidos de la velocidad del golpeo (Tabla III- 25)

Tabla III- 25. Datos de la velocidad media obtenida en cada fase experimental en el golpeo y el remate

Variables \ Fases	A	B	A'
Velocidad del golpeo	72,2	73,4	72,9
Velocidad del remate	72,0	74,7	74,9

En la Tabla III-26 se observa una correlación significativa ($p < 0,05$) entre la velocidad del balón, registrada en cada remate de cada jugadora durante la primera fase experimental, con la velocidad del balón registrada en cada golpeo en dicha fase.

Tabla III-26. Correlación entre la velocidad del balón en el remate con la del golpeo en cada fase.

Coeficiente de correlación de Spearman	Correlación Remate - Golpeo		
	Fase A	Fase B	Fase A'
Numero de datos	620	490	220
Coeficiente de correlación	0,15**	0,04	-0,04

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

3.2.- DISCUSIÓN DE LAS CORRELACIONES OBTENIDAS ENTRE LA VELOCIDAD DEL REMATE Y EL RESTO DE VARIABLES

En primer lugar, la correlación entre la velocidad del remate y las características propias de los sujetos de la muestra, solo ha mostrado una correlación significativa ($p < 0,05$) entre la velocidad del balón tras el remate y el alcance de las jugadoras, si bien, en este estudio esta correlación significativa sólo se ha producido con los datos de la fase de retención.

Datos similares se muestran tanto en el estudio de Gutiérrez et al. (1994) como en el de Ferris et al. (1995). Además, Ferris et al. (1995) no encontraron relación

entre la velocidad del balón en el remate ni con la edad, ni con la talla, ni con el peso ni con la altura del salto.

En segundo lugar, la correlación no significativa mostrada entre el ángulo formado por la mano de golpeo y el hombro de ataque, con la velocidad del balón en el remate, se corresponde con los datos obtenidos por Gutiérrez et al. (1994).

En tercer lugar, la correlación significativa del press de banca con la velocidad del balón en el remate, puede justificar la recomendación de utilizar dicho ejercicio, como base del trabajo de fuerza del tren superior para mejorar la velocidad del balón en el remate (Tabla I-23, pp. 67).

Por último, la correlación significativa mostrada únicamente en la primera fase, entre la velocidad del balón en el remate y la velocidad del balón en el golpeo, puede deberse al hecho de haberse producido un cambio significativo de la velocidad del balón en el remate durante la fase de tratamiento, algo que no ocurrió con la velocidad del golpeo. Estos datos no han podido ser contrastados con otros estudios, al no haber encontrado trabajos de investigación que hayan registrado la velocidad de ambos gestos técnicos.

A grayscale background image featuring a volleyball on the left and a hand holding a digital speed gun on the right. The speed gun's display shows the number '70'.

CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES

CAPIULO IV. CONCLUSIONES

1.- RELATIVAS A LAS HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

H1- Los resultados obtenidos en el estudio certifican la primera hipótesis de la investigación, ya que tras el trabajo basado en el ciclo de estiramiento-acortamiento, las jugadoras del equipo de división de honor del C.D.U. de Granada han incrementado su fuerza (1RM), tanto en el ejercicio del press de banca como en el pull-over, y también se ha mejorado la potencia del tren superior, aunque con efecto retardado y con balones ligeros.

H2- Esta segunda hipótesis de la investigación se cumple sólo al cincuenta por ciento, pues aunque se ha producido un aumento significativo de la velocidad del balón en el remate tras el protocolo de entrenamiento basado en el ciclo estiramiento-acortamiento, en las jugadoras del equipo de voleibol de división de honor del C.D.U. de Granada, no se ha producido un aumento significativo de la velocidad del balón en el golpeo (remate sin salto).

H3- La velocidad alcanzada por el balón en el remate, se correlaciona con la velocidad alcanzada por el balón en el remate sin salto (golpeo) en las jugadoras de un equipo de voleibol de División de Honor antes de realizar el entrenamiento basado en el ciclo estiramiento-acortamiento.

2.- APOORTE AL CAMPO DEL ENTRENAMIENTO

- De la misma forma que con los test de salto es posible controlar la evolución y el efecto del entrenamiento sobre la altura del salto, con el test del remate mediante el uso de un radar, se ha demostrado que es posible controlar de forma periódica la evolución de la velocidad del balón en el remate, y con ello el efecto del entrenamiento sobre este factor.

- Los ejercicios para mejorar la velocidad del balón en el remate, deben incluir algún ejercicio específico, pues sólo el trabajo de fuerza no es suficiente para la mejora del gesto real.
- El trabajo con ejercicios que provoquen el ciclo de estiramiento-acortamiento, se debe programar antes del periodo competitivo, con el fin de aprovechar el efecto retardado de este tipo de trabajo.

3.- PERSPECTIVAS FUTURAS DE ESTUDIO

En primer lugar, y para poder generalizar los resultados en esta investigación, sería necesario realizar una replica ampliando la muestra de estudio, no solo dentro del género femenino, sino realizar réplicas con el género masculino.

Al ampliar la muestra, y teniendo en cuenta la diferencia encontrada en este estudio entre el porcentaje muscular obtenido en el brazo dominante y el no dominante en el test inicial, proponemos comprobar si este hecho es una circunstancia comun entre los jugadores de voleibol. De forma conjunta a este interrogante, tambien sería interesante comprobar el efecto de ejercicios unilaterales frente a los ejercicios bilaterales desarrollados en esta investigación.

Por otro lado, a la vista de la escasez de estudios que contrasten el efecto de diferentes métodos de entrenameinto sobre la velocidad del remate, y tras observar las conclusiones de este estudio, sería interesante realizar diferentes réplicas con distintos métodos de trabajo, a modo de ejemplo proponemos un trabajo con:

- Método pliométrico. En este caso, se ha utilizado como ccarga de entrenamiento la fuerza de impacto del 30% de 1RM. Sugerimos un trabajo donde se utilice como carga de entrenamiento, la altura de caída del balón que permita la mejor eficacia mecánica individual, es decir, en lugar de utilizar la formula de Ebben et al. (1999) para calcular la altura de caída del balón medicinal, proponemos comprobar cuál es la mejor altura de caída del balón medicinal para cada jugador.

- Método de efecto variable, utilizando como sobrepeso un guante lastrado, este ha sido en método de entrenamiento más usado en deportes como el beisbol para mejorar la velocidad de lanzamiento.
- Método balístico específico, utilizando como base del entrenamiento los ejercicios específicos del golpeo y del remate sin salto, pero controlando el estímulo de entrenamiento mediante el uso del radar.



CAPÍTULO V.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abendroth-Smith, J. y Kras, J. (1999). More B-BOAT: The volleyball spike. (*JOPERD*) *Journal of Physical Education, Recreation y Dance*, 70(3), 56-59.
- Abrabi-Fard, I. (1999). Three phase dynamic flexibility training to improve spiking velocity. *Performance volleyball conditioning*. 7(6), 1-2.
- ATHENS 2004 Olympic Games - Games of the XXVIII Olympiad, the official website. <http://www.athens2004.com/en/Volleyball>.
- Barata, J. (1992). Changes in ball velocity in the handball free throw, induced by two different speed strength training programs. *Motricidade Humana*, 8(1), 45-55.
- Bauer, T., Thayer, R.E. y Bras, G. (1990). Comparison of training modalities for power development in the lower extremity. *Journal of applied sport science research*. 4,(4), 115-121.
- Belyaev, A., Medvedev, V. y Cols. (1988). Voleibol científico-táctico. Ciudad de la Habana.
- Benedetti, V. (2002). Mettiamoli in piazza. *Super Volley*, 1, 20-26.
- Billington, J.A. (2002). The vertical Jump. A study of the comparasion of super slow isotonic resistance and plyometric resistance training in juers male volleyball players. *Coaching Volleyball*, 2, 22-26.
- Binkley, H. (2004). Strength, Size or Power?. *NCSA Performance Training Journal*, 1(4), 14-18.
- Bloomfield, J., Ackland, T.R. y Elliott, B.C. (1994). *Applied anatomy and biomechanics in sport*. Blackwell Scientific Publications. Victoria, Australia.
- Blume, G. (1989). *Voleibol*. Martínez Roca. Barcelona.
- Bompa, T. (2000). *Periorización del entrenamiento deportivo. (Programas para obtener el máximo rendimiento en 35 deportes)* Editorial Paidotribo. Barcelona.
- Bompa, T. (2005). *Periorización de la fuerza. La nueva onda en el entrenamiento de fuerza*. Editado en versión digital Grupo Sobre Entrenamiento en www.sobrentrenamiento.com.
- Bosco, C. (1985). *La preparación física en el voleibol y el desarrollo de la fuerza en los deportes de carácter explosivo-balístico*. Sociedad de prensa deportiva en colaboración con la F.I.P.A.V.
- Bosco, C. (1988). Entrenamiento de la fuerza en voleibol. (*RED*) *Revista de Entrenamiento Deportivo*, Volumen II (5-6), 57-62.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. Editorial Inde. Barcelona.
- Bosco, C. y Pittera, C. (1982). Efectos de nuevos ejercicios de salto en la fuerza "explosiva." *Volleyball*, 6, 27-32.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Paidotribo. Barcelona.
- Bowman, J.A. (2001). *Effect volleyball arm swings on post impact ball velocity*. Thesis Departmant physical education and sport of the state. University of New York College.
- Briner, W.W. y Benjamin, H.J. (1999). Volleyball Injuries. Managing Acute and Overuse Disorders. *The Physician and Sports Medicine*. March, 27(3). Extraído el 26 Marzo, 2003 de http://www.physsportsmed.com/issues/1999/03_99/briner.htm.

- Brislin, G. (1997). Physical training factors. En Asher, K.S. (editor). *Chapter 23. Coaching volleyball*. Marter press. Chicago. 229-245.
- Brylinski, J., Mooe, J.C. y Frosch, M. (1992). The effect of using a weighted softball on pitching velocity, wrist strength and handgrip. (*NSCA Journal of applied sport science research*, 6(3), 170-173.
- Burchuck, R. y Burchuck, M. (1993). Avanced attack skills. En *Canadian Voleibol Associations* (Ed). Coaches Manual: Level 4. (1), pp. 2-38.
- Campos, J. (1993/2000). Lanzamiento de jabalina. En Bravo, J., Campos, J., Dura, J. y Martínez, J.L. *Lanzamientos, atletismo 3* (2ª Ed. pp. 233-291) Editado Federación española de atletismo.
- Carrero, L. (1973). *Voleibol femenino*. Editorial Almena. Madrid.
- Christopher, G.A. (2001). *Shoulder biomechanics in volleyball spiking: implications for injuries*. Thesis to the faculty of Brigham Young University.
- Chung, C.S. (1988). *Three-dimensional analysis of the shoulder and elbow joints during the volleyball spike*. Thesis doctoral. Indiana University.
- Ciapponi, T. M., McLaughlin, E. J. & Hudson, J. L. (1996). The volleyball approach: An exploration of balance. In: T. Bauer (Ed.), *Proceedings of the XIIIth International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 282-285). Thunder Bay, Ontario, Canada: Lakehead University.
- Cisar, C.J. y Corbelli, J. (1989.) The volleyball spike: a kinesiological and physiological analysis with recommendations for skill development and conditioning programs. (*NSCA National Strength y Conditioning Association Journal*. 11(1), 4–9.
- Coleman, S., Benham, A.S. y Northcott, S.R. (1993). A three-dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. *Journal of Sports Sciences* 11, 295-302.
- Cometti, G. (1988). Bases científicas de la musculación moderna. (*RED Revista de Entrenamiento Deportivo*, 1(6), pp. 4-8.
- Cometti, G. (1997). La pliométrie. *E.P.S. Educación physique et sport*, Marzo-Abril, 264, 39-50.
- Cometti, G. (1998). *Los métodos modernos de musculación*. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- Crowder, V.R., Collins, B.; Jolly, S.W. y Jhonson, J. (1993). The effect of plyometric push-ups on upper body power. *Track and Field Quarterly Review*, 39, 58-59.
- Dangelmaier, B.S. y Coward, S.M. (2001). Fatigue induced kinematic changes in a volleyball spike. *Medicine Science in Sports y Exercise*, 33(5) suplement, pp.239.
- Davies, G.J. y Matheson, J.W. (2001). Shoulder Plyometrics. *Sports medidine and arthroscopy review*. Jan/Mar, 9(1), 1-18.
- Delavier, F. (2001). Guía de los movimientos de musculación. Descripción anatómica. Editorial Paidotribo. 1ª edición. Barcelona.
- Delcore, G., Mathieu, W., Salazar, W. y Hernandez, J. (1998). Comparison between one-leg and two-leg plyometric training on vertical jump performance. *Medicine Science in Sports y Exercise*, 30(5) suplement, pp.109.
- DeRenne, C., Buxton, B.P., Hetzler, R.K. y Ho, K.W. (1994). Effects of under-and overweighted implement training on pitching velocity. (*NSCA Journal of strength y conditioning association*, 8(4), 247-250.

- DeRenne, C., Buxton, B.P., Hetzler, RK y Ho, KW. (1995). Effects of weighted bat implement training on bat swing velocity. *(NSCA) Journal of strength and conditioning research*, 9(4), 247-250.
- DeRenne, C., Ho, K. y Blitzblau, A. (1990). Effects of weighted implement training on throwing velocity. *(NSCA) Journal of applied sport science research*, 4(1), 16-19.
- DeRenne, C., Ho, K.W. y Murphy J.C. (2001). Effects of general, special, and specific resistance training on throwing velocity in baseball: a brief review. *(NSCA) Journal of strength and conditioning research*, 15(1), 148-156.
- Díaz, J. (1996). Análisis y significación de los comportamientos técnicos, tácticos y competitivos del voleibol masculino de los Juegos de la XXV Olimpiada de Barcelona 1992. Dissertation Seville University.
- Dittman, S.H. (2000). Training the core with a medicinal ball. *Coaching Volleyball*. April/May, pp. 12-15.
- Dupuis, C. y Tourny-Chollet, C. (2001a). Les effets de la musculation sur la vitesse de la balle lors d'un smash de volley-ball. Untitled Document. Extraído el 26 Marzo, 2003 de <http://www.cpod.com/monoweb/geni/posters/gibl2001/poster2.htm>.
- Dupuis, C. y Tourny-Chollet, C. (2001b). Les effets de la musculation sur la vitesse de balle lors d'un smash au volley-ball. *Volley France Tech*, 1, 8-16.
- Dupuis, C. y Tourny-Chollet, C. (2003). Increasing Explosive Power of the Shoulder in Volleyball Players. *(NSCA) Strength and Conditioning Journal*. 25(6), pp. 7-11
- Ebben, W.P. y Watts, P.B. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: Complex training. *(NSCA) Strength and Conditioning*. October, 18-25.
- Ebben, W.P., Blackard, D.O. y Jensen, R.L. (1999). Quantification of medicine ball vertical impact forces: estimating effective training loads. *(NSCA) Journal Strength and conditioning research*, 13(3), 271-274.
- Egger, J.P., Astrua, M. y Padullés, J.M. (1995). Valoración y programación personalizada del entrenamiento de fuerza. *(RED) Revista de Entrenamiento Deportivo, Tomo IX*, (3), 5-9.
- Eom, H.J. y Schutz, R.W. (1992a). Statistical analyses of volleyball team performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(1), 11-18.
- Eom, H.J. y Schutz, R.W. (1992b). Transition Play in Team Performance of Volleyball: A Log-Li. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 63(3), 261-269.
- Fatouros, I.G., Jamurtas, A.Z., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N. y Buckenmeyer, P. (2000) Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *(NSCA) Journal of strength y conditioning association research*, 14(4), 470-476.
- Feltner, M.E., Franchetti, D.J. y Crisp, R.J. (1999). Upper extremity augmentation of lower extremity kinetics during countermovement vertical jumps. *Journal of Sports Sciences*, 17, 449-466.
- Ferris, D. Signorile, J.F. y Caruso, J.F. (1995). The relationship between physical and physiological variables and volleyball spiking velocity. *(NSCA) Journal Strength and conditioning research*, 9(1), 32-36.
- Fletcher, I.M. y Hartwell, M. (2004). Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *(NSCA) Journal Strength and conditioning research*, 18(1), 59-62.

- Fowler, N.E., Trazaskoma, Z.; Wit, A., Iskra, L. y Lees, A. (1995). The effectiveness of a pendulum swing for development of leg strength and counter movement jump performance. *Journal of sports sciences*. 13(2), 101-108.
- Fritzler, W (1994). La resistencia especial en el entrenamiento del volibolista. *Stadium*. Octubre, 167, 7-13.
- Gadeken, S.B. (1999). Off-Season Strength, Power, and Plyometric Training for Kansas State Volleyball. *(NSCA) Strength and Conditioning Journal*, 21(5), 49-55.
- García Villalón, J.A. web página docente. Medida de la velocidad de conducción en el nervio cubital y del retraso en el reflejo de estiramiento.
http://www.uam.es/personal_pdi/medicina/algvilla/primerofisiologiai.htm
- García, J., Carrizo, E., Olivera, J., Sanagua, J., Acosta, G., Cappa, D., Arreguez, C., Sarmiento, S., Aparicio, F. y Brizuela, F. (2005). Efecto retardado de un entrenamiento de pliometría en jugadoras de voleibol. *Revista Digital, Buenos Aires, Año 10, N° 81, Febrero*, Extraído el 16 Febrero, 2005 de <http://www.efdeportes.com/>.
- García, J., Paleteiro, J., Rodríguez, J.A., Morante, J.C. y Villa, J.C. (2003). Validación biomecánica de un método para estimar la altura de salto a partir del tiempo de vuelo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 20 (93), 28-34.
- García, J.M. (1999). *La fuerza*. Editorial Gymnos, Madrid.
- García, J.M., Navarro, M. y Ruiz, J.A. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicación*. Editorial Gymnos. Madrid.
- Gómez-Carriñana, M.A. (1996). Bases fisiológicas para mejorar la fuerza y su aplicación al trabajo pliométrico. *(RED) Revista de Entrenamiento Deportivo, Tomo X, (4)*, 11-17.
- Gómez-Carriñana, M.A. (2003). Requerimientos y fuentes energéticas para el trabajo muscular en voleibol. *(RED) Revista de Entrenamiento Deportivo. Tomo XVII, (2)*, 31-36.
- González, J.J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *(RED) Revista de Entrenamiento Deportivo, Tomo XIV, (1)*, 5-16.
- González, J.J. y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. 1ª edición. Inde. Zaragoza.
- González, J.J. y Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Inde. Barcelona.
- Grosser, M. y Neumaier, A. (1986). *Técnicas de entrenamiento*. Martínez Roca, Barcelona.
- Gusi, N., Marina, M., Nogues, J., Valenzuela, A., Nácher, S. y Rodríguez, F.A. (1997). Validez comparativa y fiabilidad de dos métodos para la valoración de la fuerza de salto vertical. *APUNTS Medicina Deportiva*, 32, 271-278.
- Gutiérrez, M. (1988). Estructura biomecánica de la motricidad. Derechos reservados del C.D.I.N.E.F. Imprime Alhambra, Granada.
- Gutiérrez, M., Santos, J. y Soto, V. (1992). *Análisis biomecánico del remate en voleibol*. Federación Española de Voleibol. Madrid.
- Gutiérrez, M., Ureña, A. y Soto, V. (1994). Biomechanical analysis of in the volleyball. *Journal of Human Movement Studies*, 26, 35-49.

- Häkkinen, K. (1989). Maximal force, explosive strength and speed in female volleyball and basket-ball player. *Journal of human movement studies*, 16, 291-303.
- Häkkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *The journal of sports medicine and physical fitness*. 33(3), pp 223-232
- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Aln, M., Kauhane, H. y Komi, P.V. (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training. in two years. *Journal Applied Physiology*, 65(6), 2406-2412.
- Haley, M. (1992). Remate. En Bertucci, B (Ed). *Guía de Voleibol de la Asociación de Entrenadores Americanos de voleibol* (pp. 101-111). Paidotribo. Barcelona.
- Heiderscheit, B.C., Palmer McLean, K. y Davis, G.J. (1996). The effects of isokinetic vs plyometric training on the shoulder internal rotators. *Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy*, 23(2), 125-133.
- Hernández, J. (1996). Tiempo de participación y pausa, de las incidencias reglamentarias en deportes de equipo. (RED) *Revista Entrenamiento Deportivo*, Tomo X, (1), 23-30// (2), 39-42.
- Hoff, J. y Almasbakk, B. (1995). The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. (NSCA) *Journal Strength and conditioning research*, 9(4), 255-258.
- Huang, C., Liu, G.C. y Sheu, T.Y. (1998). A 3D Analysis of the Volleyball One-Foot Jump Spike. *International Society of Biomechanics in Sports (ISBS), Konstanz, Germany*. Extraído 26 Marzo, 2003, de <http://www.coachesinfo.com/category/volleyball/>.
- Huang, C., Liu, G.C. y Sheu, T.Y. (1999). Kinematic Analysis of the Volleyball Back Row Jump Spike. *International Society of Biomechanics in Sports (ISBS), Perth, Australia*. Extraído 26 Marzo, 2003, de <http://www.coachesinfo.com/category/volleyball/>.
- Iglesias, F.A. (1994). Análisis del esfuerzo en el voleibol: final liga mundial 92. (RED) *Revista de Entrenamiento Deportivo*, Tomo VIII, (3), pp. 25-29.
- Ivoilov, A. (1986). *Voleibol. Técnica, táctica y entrenamiento*. Editorial Stadium. Buenos Aires.
- Jöris, H.J.J., Edwards Van Muyen, A.J., Van Ingen Schenau, G.J. y Kemper, H.C.G. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal Biomechanics*, 18(6), 409-414.
- Kao, S., Sellens, R.W. y Stevenson, J.M. (1994). A mathematical model for the trajectory of a spiked volleyball and its coaching application. *Journal of applied biomechanics*, 10, 95-109.
- Kawamori, N. y Haff, G.G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. (NCSA) *J. Strength Cond. Res.* 18(3), 675-684.
- Knuttgen, H.G. y Kraemer, W.J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. (NSCA) *Journal of applied sport science research*. 1 (1), pp. 1-10.
- Kotzamanidis, C., Skoufas, D., Hatzikotoulas, K., Patikas, D., Koutras, G. y Kollias, H. (2003). Upper limb segment loading: The effect of training on the throwing velocity of novice handball players. *Journal of Human Movement Studies*, 45, 97-114.
- Kraemer, W.J. y Newton, R.U. (1994). Training for improved vertical jump. *Gatorade Sports science Institute*, 7(6), Extraído el 4 Octubre del 2003 en <http://www.gssiweb.com/reflib/refs/26/d0000000200000067.cfm?pid=38>

- Kraemer, W.J., Mazzetti, S.A., Nindl, B.C., Gotshalk, L.A., Volek, J.S., Bush, J.A., MARX, J.O, Dohi, K., Gómez, A.L., Miles, M., Fleck, S.J., Newton, R.U. y Häkkinen, H. (2001). Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances. *Medicine Science Sports Exercise*, 33(6), 1011–1025.
- Kraemer, W.J., Nindl, B.C., Ratamess, N.A., Gotshalk, L.A., Volek, J.S., Fleck, S.J., Newton, R.U. and Häkkinen, K. (2004). Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(4), 697–708.
- Kraemer, W.J., Piorkowski, P.A., Bush, J.A., Gómez, A.L., Loebel, C.C., Volek, J.S., Newton, R.U.; Mazzetti, S.C., Etzweiler, S.W., Putukian, M. y Sebastianelli, W.J. (2000). The Effects of NCAA Division 1 Intercollegiate Competitive Tennis Match Play on Recovery of Physical Performance in Women. *(NSCA) Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 265–272.
- Kreighbaum, E. y Barthels, K.M. (1981). *Biomechanics a qualitative approach for studying human movement*. Bugess Publishing Company: Minneapolis, Minnesota. ISBN 0-8087-1155-5. (pp.391).
- Kugler, A., Krünger-Franke, M.; Reininger, S.; Trouillier, H.H. y Rosemeyer, B. (1996). Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. *British journal sports medicine*, 30, 256-259.
- Kuznetsov, V.V. (1979). Metodología del desarrollo de las cualidades de velocidad fuerza de los deportes cualificados. *Cuadernos de atletismo. Acondicionamiento físico y deportivo*. N° 9, 31-45.
- Lachowetz, T.; Evon, J. y Pastiglione, J. (1998). The effect of an upper body strength program on intercollegiate baseball throwing velocity. *(NSCA) Journal Strength and conditioning research*. 12(2), pp. 116-119.
- Larson, R. (2003). Want to improve your power? A medicine ball can help. *Volleyball Magazine*, June, 24-29.
- Lesko, M. (1981) Efecto del ejercicio "salto vertical previo, salto de profundidad" en la estructura motriz del impulso de voleibolistas juveniles. *Teorie a praxe telesné výchovy. Checoslovaquia*, 4, 231-239.
- López, J.L., Grande, I., Meana, M. y Aguado, X. (1999). Análisis de la reproductividad en tres test de salto con plataforma de fuerzas y de contactos. *Apunts educación física y deportes*, 58, 62-66.
- Lucas, J. (2000). *Recepción, colocación y ataque en voleibol*. Paidotribo. Barcelona.
- Lyttle, A.D., Wilson, G.J. y Astrowski, K.J. (1996). Enhancing performance: Maximal power versus combined weights and plyometrics training. *(NSCA) Journal of Strength and Conditioneng Research*, 10(3), 137-179.
- Madden, S. (1997). Aumente la velocidad del remate con ejercicios de movimientos del brazo. *Voley*, 87, 28-33.
- Maffiuletti, N.A., Dugnani, S.; Folz, M., Di Pierno, E. y Mauro, F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump heigh. *Medicine and Science in spor and exercise*, October, 34(10), 1638-1644.
- Malatesta, D., Cattaneo, F., Dugnani, S. y Maffiuletti, N.A. (2003). Effects of electromyostimulation training and volleyball practice on jumping ability. *(NSCA) Journal Strength Conditioning Research*. 17(3), 573–579.
- McEvoy, K.P. y Newton, R.U. (1998). Baseball throwing speed and base running speed: the effects of ballistic resistance training. *(NSCA) Journal of strength and conditioning research*, 12(4), 216-221.
- Mignani, I. (2002). Comè andata. *Super Volley*, 2, 34-38.

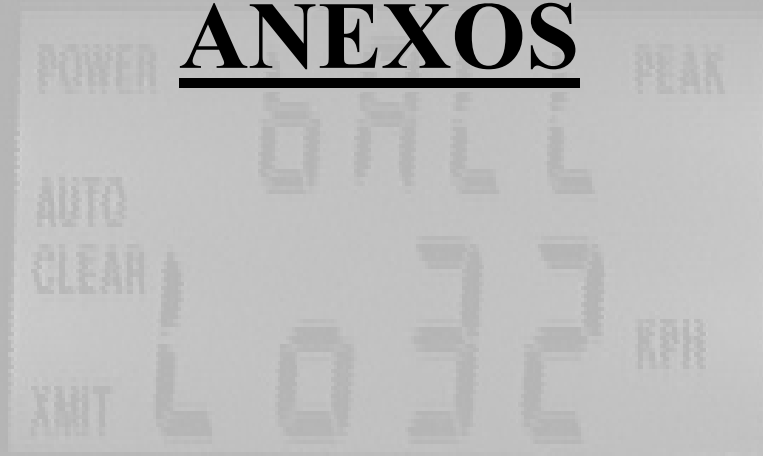
- Neri, S. (1997). Lesiones frecuentes en voleibol. *Voley*, 88, pp. 41-43.
- Newton, R.U y McEvoy, K.P. (1994). Baseball throwing velocity: a comparison of medicinal ball training and weight training. (*NSCA Journal Strength and Conditioning Research*, 8(3), 198-203.
- Newton, R.U. y Kreamer, W.J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. (*NSCA Strength and Conditioning*, October, 20-31.
- Newton, R.V., Kramer, W.J. y Hakkinen K.(1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine and Science in sports and exercise*, February, 31(2), 323-330.
- Padial, P. (1993). Relación entre los diferentes tipos de fuerza en los volibolistas de élite y sus modificaciones con el entrenamiento. Congreso Mundial de Ciencias de la actividad física y el deporte. Área de la iniciación al alto rendimiento. Granada.
- Padial, P. (1994). *Influencia de la reducción del tiempo de apoyo en la eficacia de la aplicación de la fuerza explosiva. Su entrenamiento*. Tesis doctoral del Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico. Universidad de Granada.
- Palao, J.A., Santos, J.A. y Ureña, A. (2004). Effect of team level on skill performance in volleyball. International. *Journal of Performance Analysis in Sport*. December, 4(2), 50-60.
- Palao, J.M. (2001). *Incidencia de las rotaciones sobre el rendimiento del ataque y el bloqueo en voleibol*. Tesis doctoral del departamento de Educación física y deportiva. Universidad de Granada.
- Pereda, S. (1987). *Psicología experimental I. Metodología*. Ediciones Pirámide, S.A. Madrid
- Piper, T.J. (1997). In-season strength / Power mesocycle for women's collegiate volleyball. (*NSCA Strength and Conditioning*, June, 21- 25.
- Pittera, C. y Riva, D. (1982). *Voleibol dentro del movimiento*. Producción Revista Voley.
- Polglaze, T. y Dawson, B. (1992). The physiological requirements of the positions in state league volleyball. *Sports Coach*, January/March, 32-37.
- Potteiger, J.A., Williford, H.N., Blessing, D.L y Smidt, J. (1992). Effect of two training methods on improving baseball performance variables. (*NSCA Journal of applied sport science research*, 6(1), 2-6.
- Pousson, M., Van Hoecke, J., Legrand, J.M Berjaud, S. (1995). Detente et élasticité: effets d'un entrainement pliométrique. *Science et Motricité*, 25, 19-26.
- Real Federación Española de Voleibol (RFEVB) web oficial. <http://www.rfevb.com/cnac/super/main.asp>.
- Rodríguez, D. y García-Manso, J.M. (1997). Efecto de dos modelos de entrenamiento de la fuerza especial en voleibol: Aplicación práctica de dos temporadas en el C.V. Gran Canarias. *Archivos de Medicina del Deporte*, Volumen XIV (57), 25-31.
- Rokito, A.S., Jobe, F.W., Pink, M.M., Perry, J. y Brault, J. (1998). Electromyographic analysis of the shoulder function during the volley-ball serve and spike. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. May-Jun; 7(3), 256-63.
- Roque, E. y Hockley, R. (1999). Complex training. Combining strength exercise with plyometric work pays off. *Volleyball Magazine*, July, 61-65.
- Rutherford, M. (1985). Strength and flexibility-preventive care for the rotator cuff. (*NSCA National Strength Conditioning Associations Journal*, 7(2), 116-119.

- Santos, J.A. (1992). Estudio de las variaciones en el rendimiento de los equipos de voleibol de elite a través de la información obtenida mediante un sistema estadístico informatizado. Tesis doctoral del Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico. Universidad de Granada.
- Sardinha, L. y Bootsma, R.J. (1993). A perception-action approach the study of the volleyball spike. *Motricidade humana*, 9(2), 5-29.
- Sawula, L. (1991). Tests used by volleyball coaches for determining physical fitness. *International Volleytech*, 2, 18-24.
- Selinger, A. y Ackerman, J. (1985). *Arie Selinger's power volleyball*. St. Martin's Press. New York.
- Sif, M.C. y Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Paidotribo. Barcelona.
- Stamm, R., Veldre, G., Stamm, M., Thomson, K., Kaarma, H., Loco, J. y Koskel, S. (2003). Dependence of young female volleyballers' performance on their body build, physical abilities, and psychophysiological properties. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(3), 291-299.
- Swanik, K.A., Lephart, S.M., Swanik C.B., Lephart, S.p., Stone, D.A. and Fu, f.H. (2002). The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery, November/December*, (11), 579-86.
- Tillman, M.D., Hass, C.J., Brunt, D. y Bennett, G.R. (2004). Jumping and landing techniques in elite women's volleyball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 30-36.
- Toyoda, H. (1990). Entrenamiento en forma de circuito para jugadores de voleibol. *Volley Tech*. December, 4, pp. 13.
- Ureña, A. (1998). *Incidencia de la función ofensiva sobre el rendimiento de la recepción del saque en voleibol*. Tesis doctoral del Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico. Universidad de Granada.
- Ureña, A., Gallardo, C., Delgado, J., Calvo, R. y Oña, A. (2000). Effect of the new scoring system on male volleyball. *The Coach*, 4, 12-18.
- Valadés, D., Hernández, H., Méndez, J.M., Martín, M. y Ureña, A. (2003). La velocidad del balón en el remate de voleibol de jugadoras de alto nivel. En el II Congreso Mundial de ciencias de la actividad física y el deporte, libro de resúmenes. Editado por Oña, A. y Bilbao, A. en Gráficas Alhambra, Granada.
- Van Den Tillaar, R. (2004). Effect of different training programs on the velocity of overarm throwing: A brief review. (*NSCA*) *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 388-396.
- Vélez, M. (1992). Periorización en el año de una competición del máximo nivel. Problemática de la pista cubierta en el salto de altura. *Real Federación Española de Atletismo, Escuela nacional de entrenadores*. Nº 31, 121-141.
- Vescovi, J.D. (2002). Effects of rally scoring on timing characteristics for NCAA Division I female volleyball games. *International journal of volleyball research*, 5(1), 2-5.
- Viitasalo, J. (1988). Evaluation of explosive strength for young and adult athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 59(1), 27-28.
- Viitassalo, J.T. (1991). Evaluatin of physical performance characteristic en volleyball. *International Volley Test*, 3, 4-8.

- Vint, P. (1994). The mechanics of motion: Scientific aspects of jumping. *Coaching Volleyball*, December/January, 26-27.
- Vint, P. (1995). Secrets of speed-An indepth look at spikinng. *Performance Conditioning for Volleyball*, 2(9), 4-6.
- Vint, P.F. (1998). Hitting biomechanics: the foundation of skill application. *Coaching volleyball*, April/May, 10-15.
- Vint, P.F. y Hinrichs, R.N. (1996). Differences between one-foot and two-foot vertical jump performance. *Journal of Applied biomechanics*, 12 (3), 338-358.
- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el esprint. (RED) *Revista de Entrenamiento Deportivo*. Tomo IV, (3), 2-8.
- Voigt, M. y Klausen, K. (1990). *Changes in muscle strength and speed of an unloaded movement after various training progammes*. *European-journal-of-applied-physiology-and-occupational-physiology-(Berlin,-F.R.G.)*, 60(5), 370-376.
- Vossen, J.E., Kramer, J.F., Burke, D.G. y Vossen, D.P. (2000). Comparison of dynamic push-up training and plyometric push-up training on upper-body power an strength. (NSCA) *Journal Strength and conditioning research*, 14(3), 248-253.
- Weineck, J. (1988). *Entrenamiento óptimo*. Editorial Hispano Europea. Barcelona.
- Westcott, W.L., Dolan, F. y Cavicchi, T. (1996). Golf and strength training are compatible activities. (NSCA) *Strength and Conditioning*, August, 54-56.
- Wielki, C. y Dangre, M. (1985). Analysis of jump during the spike of volleyball. In D.A. Winter, R. W. Norman, R. P. Wells, K. C. Hayes, A. E. Patla (Eds.), *Biomechanics IX-B* (pp. 438-442). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wilkerson, J.D. (1985). Comparative mosdel analysis of the vertical jump utilized in the volleyball spike with the standing vertical jump. in D.A. Winter, R. W. Norman, R. P. Wells, K. C. Hayes, A. E. Patla (Eds.), *Biomechanics IX-B* (pp. 438-442). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J. y Humphries, B .J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in sports and exercise*, 25, 1279-1286.
- Zatsiorsky, V. (1995). Science and practice of strength training. Human Kinetic.
- Zhang, R. (1999). Fundamental technical and tactical aspects of spike. *The Coach*, August, (3), pp 8-13.
- Zhang, R. (2000). How to profit by the new rules. *The Coach*, March, (1), pp 9-10.
- Zhelezniak, Y.D. (1993). *Voleibol. Teoría y método de la preparación*. Paidotribo. Barcelona.

CAPÍTULO VI.

ANEXOS



ANEXOS

Anexo 1. Conformidad de participación voluntaria en el estudio.

MODELO DE CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Tras haber sido informados verbalmente y por escrito de los objetivos del estudio titulado “*Efecto de un entrenamiento en el tren superior basado en el ciclo estiramiento-acortamiento sobre la velocidad del balón en el remate de voleibol*” acepto la participación en el mismo.

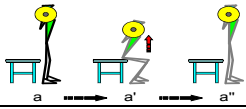

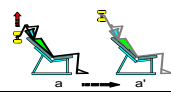

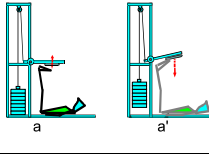

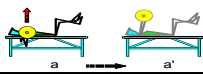
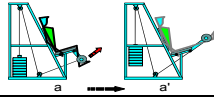

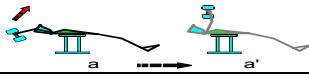
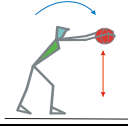
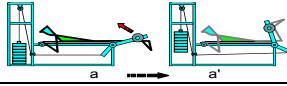
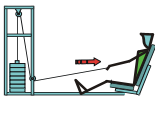
Y para que conste y surta efecto para el equipo investigador que me solicita esta autorización, firmo el presente documento en

Granada, a de 2003

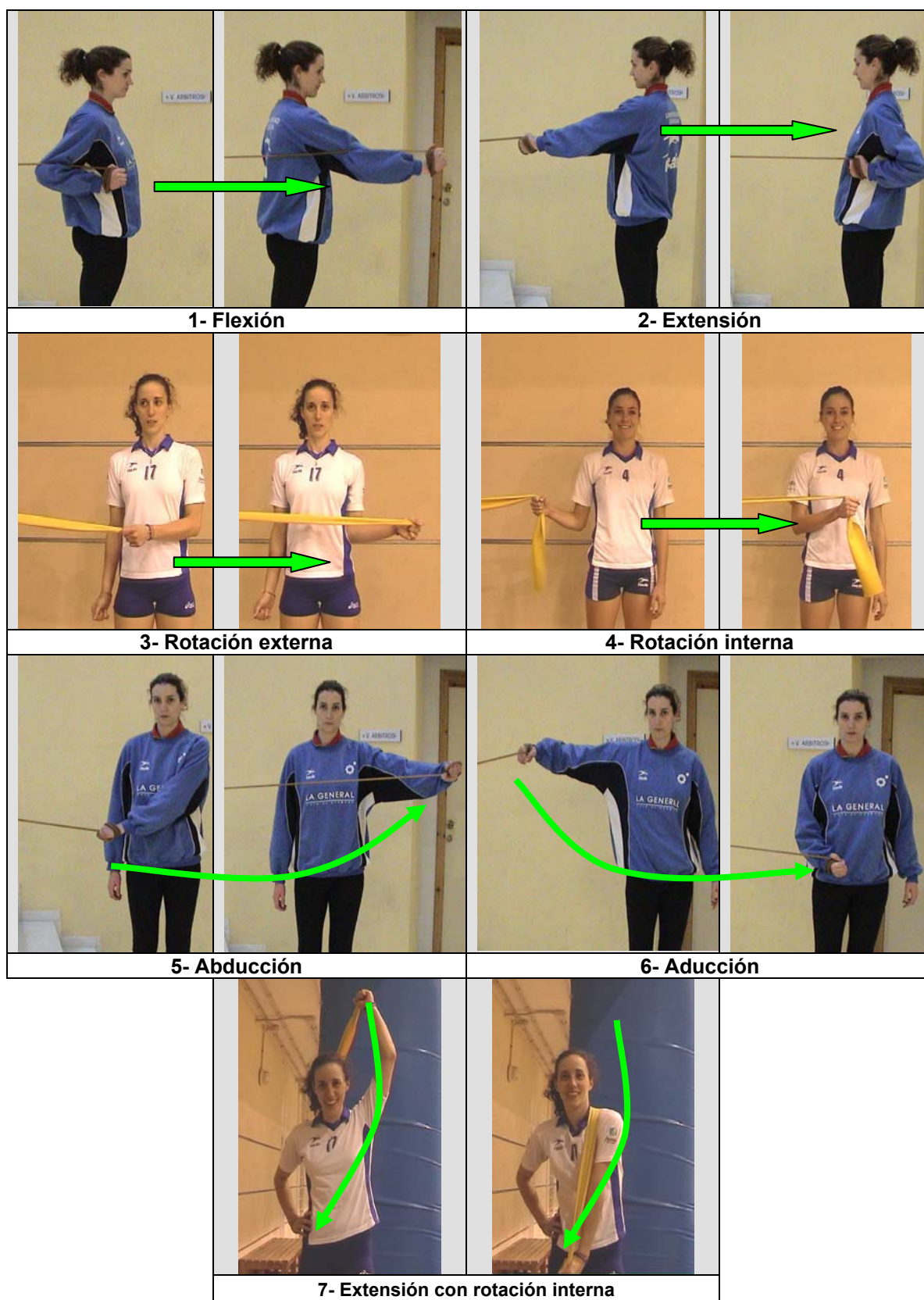
Firma

Nombre del Deportista:

Anexo 2. Circuito de fuerza- resistencia durante periodo competitivo. La carga de trabajo se ajustaba al 30-50% de cada jugador.

Ejercicio	Gráfico	Rep
1- Saltos con peso		6-8
2- Saltos de remate		4
3- Tríceps		6
4- Abdominales		40
5- Gemelos		6
6- Saltos de bloqueo		8-4
7- Pres de banca		4
8- Cuadriceps		10
9- Lumbares		10
10- Pull-over		4
11- Lanzamientos de balón medicinal		8-4
12- Isquiotibiales		10
13- Remo		5

Anexo 3. Ejercicios de prevención de lesiones de hombro con elásticos.



Nota. Se realizaba una serie de 10 repeticiones de cada ejercicio. Primero se realizaban los siete ejercicios con el brazo no dominante, y luego con el brazo dominante.

Anexo 4. Hoja de registro de datos de los test realizados a pie de pista.

		Registro de las características de los sujetos											
		Jugadoras											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pre-test	Edad												
	Años práctica												
	Talla												
	Alcance												
	Peso												
Post-test	Altura de salto												
	Peso												
Re-test	Altura de salto												
	Peso												
		Test fuerza 1RM y Registro características de los brazos											
		Jugadoras											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pre-test	Press de banca												
	Pull-over												
	Plie bíceps Dch												
	Plie tríceps Dch												
	Perímetro Dch												
	Plie bíceps Izq												
	Plie tríceps Izq												
Post-test	Perímetro Izq												
	Press de banca												
	Pull-over												
	Plie bíceps Dch												
	Plie tríceps Dch												
	Perímetro Dch												
	Plie bíceps Izq												
Re-test	Plie tríceps Izq												
	Perímetro Izq												
	Press de banca												
	Pull-over												
	Plie bíceps Dch												
	Plie tríceps Dch												
	Perímetro Dch												
Pre-test	Plie bíceps Izq												
	Plie tríceps Izq												
	Perímetro Izq												
	1kg												
	2kg												
Post-test	3kg												
	4kg												
	5kg												
	1kg												
	2kg												
Re-test	3kg												
	4kg												
	5kg												

Hoja de registro de la velocidad marcada por el radar en cada remate y golpeo

Test de Remate													Test de Golpeo											
Jugadoras													Jugadoras											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1																								
1																								
1																								
1																								
1																								
2																								
2																								
2																								
2																								
2																								
3																								
3																								
3																								
3																								
3																								
4																								
4																								
4																								
4																								
4																								
5																								
5																								
5																								
5																								
5																								
6																								
6																								
6																								
6																								
6																								
7																								
7																								
7																								
7																								
7																								
8																								
8																								
8																								
8																								
8																								
9																								
9																								
9																								
9																								
9																								
10																								
10																								
10																								
10																								
10																								
11																								
11																								
11																								
11																								
11																								
12																								
12																								

Anexo 5. Resultados del calculo de la altura de caída del balón medicinal para cada jugadora y distancia mínima de lanzamiento del balón medicinal en los ejercicios propuestos.

	Jugadoras													
	1		2		5		7		8		9		10	
Pull-over (PO) / Press banca (PB)	PO	PB	PO	PB	PO	PB	PO	PB	PO	PB	PO	PB	PO	PB
Kg pre-test	28	48	21	46	33,5	46,0	28	46	23,5	46,0	28	46	21	43
Libras pre-test	62	106	46	101	74	101	62	101	52	101	62	101	46	95
30% en Kg	8	14	6	14	10	14	8	14	7	14	8	14	6	13
30% en Lb	19	32	14	30	22	30	19	30	16	30	19	30	14	28
Altura caída balón (cm)	99	110	95	109	102	109	99	109	97	109	99	109	95	107
Distancia mínima de lanzamiento, balón 3kg (m)	7,25	2,40	6,25	2,30	6,75	2,40	7,00	2,40	6,50	2,35	6,50	2,30	6,50	2,45

Anexo 6. Programación de las funciones del radar.



Pantalla de la pistola radar y opciones de programación.

En este estudio se ha utilizado la pistola radar Stalker ATS (Acceleración Testing System). En este modelo, antes de cada sesión, era necesario programar cada una de las opciones que ofrece:

- *“Setup Menu”*: se seleccionaba el programa específico de medición de la velocidad de la pelota (ball-32).
- *“Range”*: se situaba en (LO), es decir poca sensibilidad, con el fin evitar interferencias en la medida de otros movimientos que se pudiesen realizar en la pista de juego.
- *“Units”*: elegimos trabajar con la unidad de (Km/h).
- *“Auto Clear”*: se situaba en 2 segundos, para dar tiempo suficiente al observador de anotar la velocidad máxima.
- *“Peak Mode”*: se activada para que mostrase el pico de velocidad máxima obtenida por el balón.
- *“X-MIT/Hold”*: se elegía la opción (X.MIT) para que tomase datos de forma continua y no tener que tocar el aparato durante todo el proceso de medición.
- *“Self Test”*: al inicio y final de cada sesión se realizaba esta opción, con el fin de tener calibrado y apto el radar para realizar las medidas.

Anexo 7. Resultados del análisis cinematográfico.

	Golpeo						Remate					
	T1		T2		T3		T1		T2		T3	
	Man-Hom	Man-Cde	Man-Hom	Man-Cde	Man-Hom	Man-Cde	Man-Hom	Man-Cde	Man-Hom	Man-Cde	Man-Hom	Man-Cde
1	166,2	163,5	162,9	160,6			76,2	73,5	72,9	70,6		
	161,7	157,8	171,3	165,9			71,7	67,8	81,3	75,9		
	163,4	157,8	175,6	170,7			73,4	67,8	85,6	80,7		
	172,3	167,3	162,8	161,5			82,3	77,3	72,8	71,5		
	166,8	162	174,7	170,6			76,8	72	84,7	80,6		
Media	166,08	161,68	169,46	165,86			76,08	71,68	79,46	75,66		
Wilcoxon			0,345	0,225					0,34	0,22		
2	168,1	169,9	176,4	178,4	167,7	171	78,1	79,9	86,4	88,4	77,7	81
	165,4	168,7	180,8	179,9	169,3	171,1	75,4	78,7	90,8	89,9	79,3	81,1
	174,2	176,1	174,6	175,2	170,7	172,7	84,2	86,1	84,6	85,2	80,7	82,7
	175,5	177,8	162	169,2	173,3	173,8	85,5	87,8	72	79,2	83,3	83,8
	154,9	166,1	152,2	163,1	162,9	167,3	64,9	76,1	62,2	73,1	72,9	77,3
Media	167,62	171,72	169,2	173,16	168,78	171,18	77,62	81,72	79,2	83,16	78,78	81,18
Wilcoxon			0,686	0,893	0,686	0,686			0,68	0,89	0,68	0,68
5	154,6	162,3	176,1	169,4	167,1	168,5	64,6	72,3	86,1	79,4	77,1	78,5
	173,9	174,8	168,6	165,4	173,6	174,9	83,9	84,8	78,6	75,4	83,6	84,9
	159,6	162,2	164,4	169,3	175,8	176,6	69,6	72,2	74,4	79,3	85,8	86,6
	173,6	174,5	158,2	161,3	176,5	172,6	83,6	84,5	68,2	71,3	86,5	82,6
	162,3	161,1	175,4	179,5	177,5	175,7	72,3	71,1	85,4	89,5	87,5	85,7
Media	164,8	166,96	168,54	168,96	174,1	173,66	74,8	76,96	78,54	78,96	84,1	83,66
Wilcoxon			0,686	0,893	0,08	0,138			0,63	0,89	0,08	0,138
7	164,8	172,8	170,7	176	170,3	173,7	74,8	82,8	80,7	86	80,3	83,7
	153,6	166,7	165,8	169,9	169,9	172,9	63,6	76,7	75,8	79,9	79,9	82,9
	165,4	171,5	169,7	172	152,7	161,1	75,4	81,5	79,7	82	62,7	71,1
	167,8	173,9	167	165,4	170,3	172,7	77,8	83,9	77	75,4	80,3	82,7
	172,5	175,5	161,3	164,1	179	179,9	82,5	85,5	71,3	74,1	89	89,9
Media	164,82	172,06	166,9	169,48	168,44	172,06	74,82	82,06	76,9	79,48	78,44	82,06
Wilcoxon			0,5	0,686	0,345	0,893			0,5	0,68	0,34	0,68
8	179,7	170,4	180	175,3	165,6	161,1	89,7	80,4	90	85,3	75,6	71,1
	180,8	173,7	171,7	166,7	166,7	170,1	90,8	83,7	81,7	76,7	76,7	80,1
	168,2	173,6	187,4	184,6	176,1	175,6	78,2	83,6	97,4	94,6	86,1	85,6
	167,6	167,9	186	182,6	174,6	170,2	77,6	77,9	96	92,6	84,6	80,2
	171,9	171,6	165,3	168,8	171,6	170	81,9	81,6	75,3	78,8	81,6	80
Media	173,64	171,44	178,08	175,6	170,92	169,4	83,64	81,44	88,08	85,6	80,92	79,4
Wilcoxon			0,5	0,345	0,5	0,5			0,5	0,34	0,5	0,5
9	160,2	167,5	177	177,2	170,6	172,4	70,2	77,5	87	87,2	80,6	82,4
	153,3	164,6	172,2	169,6	151,8	160,9	63,3	74,6	82,2	79,6	61,8	70,9
	168,1	170,3	166,4	168,3	158,7	163,8	78,1	80,3	76,4	78,3	68,7	73,8
	153	157,5	170,4	168,4	161,2	163,4	63	67,5	80,4	78,4	71,2	73,4
	151,9	157,1	169,7	170,5	164	166	61,9	67,1	79,7	80,5	74	75
Media	157,3	163,4	171,14	170,8	161,26	165,1	67,3	73,4	81,14	80,8	71,26	75,1
Wilcoxon			0,08	0,08	0,345	0,5			0,08	0,08	0,34	0,5
10	157,3	162,6	160,5	164,7	174,1	174,2	67,3	72,6	70,5	74,7	84,1	84,2
	164,5	169,7	156,5	164,1	165,9	166,7	74,5	79,7	66,5	74,1	75,9	76,7
	175,1	175	155,5	164,1	159,2	163,5	85,1	86	65,5	74,1	69,2	73,5
	156,1	168,1	160,4	165,2	164,8	167,4	66,1	78,1	70,4	75,2	74,8	77,4
	179,1	181,3	172,1	176,4	166,7	170,2	89,1	91,3	82,1	86,4	76,7	80,2
Media	166,42	171,34	161	166,9	166,14	168,4	76,42	81,34	71	76,9	76,14	78,4
Wilcoxon			0,225	0,08	0,893	0,5			0,22	0,08	0,89	0,5

Leyenda. El análisis técnico ha consistido en el registro del ángulo formado por la mano en el momento del golpeo con el hombro (Man-Hom) y de la mano con la cadera (Man-Cde). La toma de datos se realizó en el pre-test, post-test y re-test (T1, T2 y T3).

Mediante la prueba de Wilcoxon se ha comprobado la ausencia de cambios significativos entre cada una de la fases en cada jugadora (T1:T2 y T2:T3).

Anexo 8. Resultados del test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.

Pruebas de normalidad de cada jugadora de la velocidad del balón en el remate y en el golpeo

Jugador	Acción	Kolmogorov-Smirnov(a)		
		Estadístico	gl	Sig.
1,00	remate	,073	140	,067
	golpeo	,065	125	,200(*)
2,00	remate	,100	205	,000
	golpeo	,087	205	,001
5,00	remate	,130	205	,000
	golpeo	,100	205	,000
7,00	remate	,107	200	,000
	golpeo	,148	205	,000
8,00	remate	,111	190	,000
	golpeo	,105	195	,000
9,00	remate	,114	205	,000
	golpeo	,145	205	,000
10,00	remate	,149	200	,000
	golpeo	,130	200	,000

* Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a Corrección de la significación de Lilliefors

Pruebas de normalidad a nivel de grupo de la velocidad del balón en el remate y en el golpeo

	Acción	Kolmogorov-Smirnov(a)		
		Estadístico	gl	Sig.
Todas las jugadoras	remate	,081	1345	,000
	golpeo	,073	1340	,000

a Corrección de la significación de Lilliefors