UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA

TESIS DOCTORAL

EFECTOS DE TRES MODELOS DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA PARA LA MEJORA DE LA CAPACIDAD DE SALTO EN JUGADORES DE VOLEIBOL DE MÁXIMO NIVEL

DAVID RODRÍGUEZ RUIZ

Las Palmas de Gran Canaria, 1998

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

29/1998-99

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
UNIDAD DE TERCER CICLO Y POSTGRADO

Reunido el día de la fecha, el Tribunal nombrado por el Excmo. Sr. Rector Magfco. de esta Universidad, el/a aspirante expuso esta TESIS DOCTORAL.
Terminada la lectura y contestadas por el/a Doctorando/a las objeciones formuladas por los señores miembros del Tribunal, éste calificó dicho trabajo con la nota de SOBRESALIENTE, CUM LAUDE

Las Palmas de Gran Canaria. a 27 de febrero de 1999.

El/a Presidente/a:, Dr.D. Jesús López Bedoya,

El/a Secretario/a:, Dr. D. Manuel Navarro Valdivieso,

El/a Vocal: Dr. D. Fernando Navarro Valdivieso,

El/a Vocal: Dr. D. Luís Solar Cubillas.

El/a Vocal: Dr.D. José Antonio Ruiz Caballero,

El Doctorando: Dr.D. David Rodríguez Ruiz

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA

TESIS DOCTORAL

"EFECTOS DE TRES MODELOS DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA PARA LA MEJORA DE LA CAPACIDAD DE SALTO EN JUGADORES DE VOLEIBOL DE MÁXIMO NIVEL"

David Rodríguez Ruiz

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA

TESIS DOCTORAL

"EFECTOS DE TRES MODELOS DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA PARA LA MEJORA DE LA CAPACIDAD DE SALTO EN JUGADORES DE VOLEIBOL DE MÁXIMO NIVEL"

Estudio presentado para la obtención del grado de Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, a través del programa de doctorado "Análisis praxiológico de la estructura de los deportes", Bienio 1995-1997.

El Doctorando, El Director,

D. DAVID RODRÍGUEZ RUIZ DR. D. JUAN M. GARCÍA MANSO

Las Palmas de Gran Canaria, Julio. 1998

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

D. JUAN M. GARCÍA MANSO,

Dr. en Educación Física y Profesor Titular de Universidad del Departamento de Educación Física de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y Profesor de la asignatura de *Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo* en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte,

CERTIFICA:

Que D. DAVID RODRÍGUEZ RUIZ ha realizado bajo mi dirección los trabajos conducentes a la realización de su Tesis Doctoral sobre el tema "**Efectos de tres modelos de entrenamiento de fuerza para la mejora de la capacidad de salto en jugadores de Voleibol de máximo nivel**".

Examinando el texto definitivo de dicha Tesis estimamos que cumple todos los requisitos para ser elevada a la Comisión de Tercer Ciclo e Investigación de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Y para que conste, expido y firmo la presente certificación en Las Palmas de Gran Canaria, a 22 de Julio de 1998.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

AGRADECIMIENTOS

Quiero manifestar mi agradecimiento a cuantas personas han contribuido a la realización de este trabajo.

En especial a todos y cada uno de los jugadores que forman parte de la muestra de este estudio, que confiaron en estas pruebas como la mejor forma de controlar su trabajo condicional.

No puedo olvidar a las personas que me ayudaron a la toma de datos y a la recopilación de la bibliografía empleada.

Así como a toda mi familia, Luzma, Gustavo, Pilar, Miriam, Oscar y Josué, por su apoyo y ánimo en todo momento.

Y, sobre todo, quiero expresar mi más sincera gratitud y reconocimiento a Juan M. García Manso por su ayuda y dedicación, más que director, amigo y maestro.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

1.- INTRODUCCIÓN: 1

2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: 5

2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA ACCIÓN DE JUEGO EN EL VOLEIBOL: 5

2.1.1.- CARACTERIZACIÓN DE LA ACCIÓN DE JUEGO EN VOLEIBOL 7
2.1.2.- BASES DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL DURANTE LA ACCIÓN DE JUEGO: 11
2.1.3.- CONCLUSIONES: 18

2.2.- LOS SALTOS EN VOLEIBOL. CARACTERÍSTICAS Y FACTORES: ... 21

2.2.1.- TIPOS DE SALTOS EN VOLEIBOL: 24
2.2.2.- FASES DEL SALTO: 27
2.2.3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ALTURA MÁXIMA DE SALTO: 30
2.2.4.- ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS FASES DEL SALTO: 31
2.2.5.- CONCLUSIONES: 41

2.3.- LA FUERZA DE RÁPIDO DESARROLLO: 45

2.3.1.- MANIFESTACIÓN ACTIVA DE LA FUERZA: 47

2.3.1.1.- Fuerza máxima: 47
2.3.1.2.- Fuerza veloz: 51
2.3.1.2.1.- Fuerza explosivo tónica: 53
2.3.1.2.2.- Fuerza explosiva balística: 53
2.3.1.2.3.- Fuerza rápida: 54
2.3.1.3.- Fuerza resistencia: 55
2.3.1.3.1.- Resistencia a la fuerza máxima: 57
2.3.1.3.2.- Resistencia a la fuerza veloz: 57
2.3.1.3.3.- Resistencia a la fuerza reactiva: 57

2.3.2.- MANIFESTACIÓN REACTIVA DE LA FUERZA: 58

2.3.2.1.- Fuerza elástico - explosiva: 59
2.3.2.2.- Fuerza refleja - elástico - explosiva: 62

2.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA FUERZA DE RÁPIDO DESARROLLO EN LA CAPACIDAD DE SALTO: 63

2.4.1.- VELOCIDAD DE CONTRACCIÓN (Curva fuerza - velocidad): 64
2.4.2.- TIEMPO DE DURACIÓN DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR (Curva fuerza - tiempo): 69

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.5.- FACTORES DETERMIANATES DE LA FUERZA DE RÁPIDO DESARROLLO EN LA CAPACIDAD DE SALTO: 75

2.5.1.- FACTORES ESTRUCTURALES: 79

2.5.1.1.- Aumento del número de sarcómeros en serie: 79

2.5.2.- FACTORES NEUROMUSCULARES: 82

2.5.2.1.- La coordinación intermuscular. La fuerza reactiva (acción refleja): 82

2.5.3.- FACTORES MECÁNICOS: 85

2.5.3.1.- Capacidad elástica: 85
2.5.3.1.1.- La dureza o rigidez muscular (stiffness): 85
2.5.3.1.2.- Las características de los componentes elásticos: 91
2.5.3.2.- Longitud del músculo: 99
2.5.3.3.- Velocidad de contracción: 101

2.5.4.- ENTRENAMIENTO ESPECÍFICO: 101

2.5.4.1.- Entrenamiento con cargas elevadas: 103
2.5.4.1.1.- Método concéntrico: 105
2.5.4.1.2.- Método excéntrico - concéntrico: 107
2.5.4.2.- Entrenamiento con cargas medias y bajas de alta intensidad: 109
2.5.4.2.1.- Fuerza especial o técnica: 112
2.5.4.2.2.- Pliometría: 117
2.5.4.2.3.- Contraste: 124

2.5.5.- CONCLUSIONES: 125

3.- METODOLOGÍA: 130

3.1.- INTRODUCCIÓN: 131

3.2.- MUESTRA: 136

3.3.- SUJETOS: 137

3.3.1.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO SIN EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS NI ESPECÍFICOS (1993/94): 137
3.3.2.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS Y ESPECÍFICOS (1995/96): 138
3.3.3.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1996/97): 139

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.4.- MATERIAL: **140**

3.4.1.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO SIN EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS NI ESPECÍFICOS (1993/94): **140**
3.4.2.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS Y ESPECÍFICOS (1995/96): **141**
3.4.3.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1996/97): **142**

3.5.- TEST DE VALORACIÓN: **142**

3.5.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS TEST QUE MIDEN ASPECTOS CONDICIONALES: **144**

3.5.1.1.- Squat Jump (SJ): **144**
3.5.1.2.- Squat Jump con cargas crecientes (Sj_{pc}): **147**
3.5.1.3.- Salto con contramovimiento (CMJ): **149**
3.5.1.4.- Abalakov (ABK_{Remate}): **152**
3.5.1.5.- Drop Jump (DJ): **152**

3.5.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS TEST QUE MIDEN ASPECTOS FÍSICO - TÉCNICOS: **157**

3.5.2.1.- Abalakov (Bloqueo): **159**
3.5.2.2.- Batida de remate: **159**

3.6.- ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO: **159**

3.6.1.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO SIN EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS NI ESPECÍFICOS (1993/94): **166**
3.6.2.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS Y ESPECÍFICOS (1995/96): **177**
3.6.3.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1996/97): **188**

3.7.- ESTADÍSTICA: **203**

4.- RESULTADOS: **206**

4.1.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO SIN EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS NI ESPECÍFICOS (1993/94): **207**

4.2.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS Y ESPECÍFICOS (1995/96): **208**

4.3.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1996/97): **209**

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

4.4.- RESULTADOS OBTENIDOS EN OTRAS INVESTIGACIONES SIMILARES: **210**

5.- DISCUSIÓN: **219**

5.1.- INTRODUCCIÓN: **220**

5.2.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO SIN EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS NI ESPECÍFICOS (1993/94): **221**

5.3.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS PLIOMÉTRICOS Y ESPECÍFICOS (1995/96): **235**

5.4.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1996/97): **248**

5.5.- REVISIÓN DE CONJUNTO DE LAAS TRES TEMPORADAS Y MÉTODOS: **267**

5.5.1- DESARROLLO DEL TRABAJO DE FUERZA: **268**

5.5.2.1.- Modelos de planificación utilizados: **269**
5.5.2.2.- Planteamiento metodológico: **273**

5.5.2- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS: **281**

6.- CONCLUSIONES: **292**

7.- BIBLIOGRAFÍA: **297**

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

INTRODUCCIÓN

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El entrenamiento de los jugadores de alto nivel de cualquier deporte y, en especial de una disciplina que ha cambiado tanto en estos últimos años como es el Voleibol, constituye el intento de una mejora del rendimiento de éstos en la competición, para lo cual se debe centrar la preparación en la consecución de mayores logros en cada uno de los procesos (físico, técnico, táctico y psicológico) que la componen.

Por tanto, la planificación de los procesos de entrenamiento constituye uno de los aspectos fundamentales y necesarios a los que debe hacer frente cualquier responsable de la preparación de un deportista, ya que debe prever con antelación todas aquellas circunstancias que se vayan produciendo en el tiempo durante el desarrollo del proceso de entrenamiento y competición. Motivo por el cual debe tenerse un conocimiento profundo y pormenorizado de la realidad competitiva en la que se encuentra y a la que se debe enfrentar, pudiendo de esta manera optimizar al máximo sus recursos humanos, técnicos y materiales con el objeto de llegar a las cotas más elevadas posibles de resultados deportivos.

En este sentido, creímos conveniente investigar los distintos métodos de entrenamiento de la fuerza para la mejora de la capacidad de salto en jugadores de Voleibol de máximo nivel competitivo, basándonos en unas características comunes: acondicionamiento al trabajo, mejora de los niveles de fuerza y transformación de ésta las necesidades de juego. Por tanto, hay que tener en cuenta la muestra utilizada en todo momento, ya que la realidad nos demuestra que las circunstancias en las que se va a desarrollar todo este basto y complejo proceso varia mucho en función de las circunstancias de cada equipo o jugador, lo que motiva la elaboración de una solución distinta para cada circunstancia o situación.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Si a estas razones le unimos que cuando nos hicimos cargo por primera vez de la preparación física del Club Voleibol C.S. Gran Canaria, en 1992, nos encontramos con un gran dilema, ya que teníamos que afrontar un gran reto, no exento de responsabilidad, ante un grupo de jugadores de élite, tan heterogéneo en edades como en formación cultural, debido a la diversidad de nacionalidades, en un club que se había convertido a principios de los años 90 en el más laureado con tres Ligas y tres Copas del Rey.

Ante este panorama aplicamos los métodos de entrenamiento que se habían llevado a cabo en años anteriores por otros entrenadores. Pero poco a poco fuimos observando, al contrastar lo que se estaba haciendo con los conocimientos teóricos que íbamos adquiriendo al leer libros y escuchando a distintos profesores, que estos métodos debían dar un giro, para que el trabajo tuviera un efecto más directo sobre lo que necesitábamos mejorar.

Si a esta incertidumbre que nos abordaba unimos que el nivel competitivo del Voleibol nacional e internacional ha cambiado radicalmente, desde la olimpiada de Barcelona'92 hasta nuestros días, de tal forma que en estos últimos años se cuenta con clubes que habitualmente entran en las "final - four" europeas y que la Selección Nacional compite con las mejores selecciones del mundo, nos obligaba a investigar métodos de entrenamiento de fuerza que tuvieran una incidencia más rápida y eficaz sobre las habilidades específicas presentes en la actividad competitiva.

Entender el contexto donde se realiza esta investigación es fundamental debido a que los jugadores presentes en dicho club, C.S. Gran Canaria, son en su mayoría integrantes de la Selección Española o de su país, en el caso de los jugadores extranjeros, y a que la exigencia de cada temporada por parte de la directiva era ganar todas las competiciones donde se participaba, lo que hacía que las sesiones de entrenamiento se redujeran y las competiciones de alto nivel aumentaran

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por tanto, este trabajo hay que analizarlo desde un punto global, es decir, la investigación hace referencia únicamente al entrenamiento de fuerza efectuado por los jugadores presentes en cada una de las temporadas investigadas que tenía como objetivo la mejora de éstos en la práctica del Voleibol, pero únicamente vamos a evaluar un aspecto parcial, la mejora de la capacidad de salto, de un proceso sumamente complejo como lo constituye la preparación de un equipo de Voleibol de la máxima categoría nacional e internacional.

Si no tenemos en cuenta esta perspectiva va a ser difícil comprender no sólo las peculiaridades de los modelos de entrenamiento utilizados sino también los resultados finales de los mismos. Entendemos que la utilización de una muestra de las características de la utilizada en este trabajo hace ver, de forma muy significativa, los verdaderos problemas a los que se enfrenta tanto el entrenador como los jugadores a la hora de obtener el objetivo prioritario y natural del deporte, que no es otro que un aumento del rendimiento en la competición.

Esta forma de abordar el problema del entrenamiento de la fuerza para mejorar la capacidad de salto se aleja de los protocolos tradicionales que habitualmente son utilizados en la investigación de esta cualidad condicional o capacidad de movimiento y, por tanto, plantea una enorme dificultad a la hora de poder aislar todas aquellas variables que de forma colateral pueda afectar al resultado final pero, por otro lado, se ajusta con la máxima fidelidad a la realidad de los deportistas y su entrenamiento.

Por estos motivos, antes señalados, es necesario en todo momento no perder de vista el enfoque más *ecológico*, menos *analítico* de este estudio e investigación de los fenómenos inherentes al rendimiento deportivo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

CARACTERÍSTICAS DE LA ACCIÓN DE JUEGO EN EL VOLEIBOL

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Cuando hablamos de Voleibol, la primera imagen que nos viene es la de un juego que se caracteriza por un elevado número de saltos. La actividad competitiva, en esta modalidad deportiva, se caracteriza por una gran intensidad en las acciones de juego donde se excluyen, casi por completo las cargas en la que el jugador realiza desplazamientos de alta intensidad y duración como la carrera. Esto es debido a que los desplazamientos están delimitados por un cuadrado de 9x9 m. y muy rara vez se realizan fuera de estos límites, lo que hace que los mismos sean específicos, y las acciones de alta intensidad se reflejen en la utilización de la capacidad de salto aplicada a gestos específicos como el remate, el bloqueo, la colocación en suspensión (si bien esta puede ser máxima o submáxima), el saque, mientras que sólo en determinadas ocasiones se realizan desplazamientos de segmentos corporales ejecutados a alta velocidad.

Por consiguiente, la capacidad de salto, la velocidad de movimiento (segmentaria y global) y la aceleración son cualidades fundamentales para el jugador de Voleibol. Así, uno de los principales objetivos del entrenamiento es obtener un elevado nivel de la capacidad de salto y ser capaz de mantenerlo durante un largo período de tiempo, ya que las exigencias de competición nos obliga conservar elevados niveles de rendimiento durante todas las semanas que dure la misma (Bosco, C., 1988).

Queremos destacar que el poseer una amplia capacidad física no es suficiente por sí sola, para obtener un alto rendimiento en el Voleibol, siendo necesario que venga relacionada y adaptada a las acciones de juego en las que se van a manifestar. No por saltar más alto se tiene que alcanzar el máximo rendimiento a la hora de realizar un remate (Herrera, G. et al., 1992). Esto no quiere decir que una eficaz acción técnica, como la señalada, no precise del desarrollo adecuado de la fuerza específica que nos permita alcanzar una óptima capacidad de salto, sino que ambos aspectos, fuerza y técnica, deben estar compensados.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Para evitar disonancias entre los aspectos técnicos y condicionales, algunos autores, como Bulingin (1980), nos dicen que el trabajo a realizar durante el entrenamiento debería estar, no sólo centrado en el fortalecimiento de los grupos musculares que intervienen en el movimiento sino, que se debe combinar de forma eficaz el desarrollo de las cualidades físicas con la realización de los gestos técnicos específicos de la acción de juego.

2.1.1.- CARACTERIZACIÓN DE LA ACCIÓN DE JUEGO EN VOLEIBOL.

Dado que el jugador precisa repetir numerosas veces, a lo largo de un partido, acciones técnicas en las que se incluye el salto, la fatiga general y local, conlleva a una pérdida en el rendimiento que en ningún caso deberá exceder los límites que permitan realizar con eficacia estas acciones. Debemos recordar que, por termino medio, se ejecutan durante un partido entre 140 y 150 saltos, estimándose por los principales metodólogos del deporte, que disminuciones superiores al 5% (Matveiev, 1982) suponen pérdidas significativas de rendimiento íntimamente relacionadas con la resistencia específica de la capacidad de salto del jugador.

Si hacemos una revisión de los estudios realizados sobre el análisis del comportamiento del jugador de Voleibol, podemos darnos cuenta de la importancia que tiene la capacidad de salto durante la actividad competitiva.

En un estudio sobre la final de la World League 92 (Italia vs Cuba), Iglesias (1994) observa que la duración de las *fases activas*, acción de juego, oscilaron en un rango de 1,0 segundo (saque a la red) y, 23,1 segundos, con un valor medio de 5,9 segundos (25%) duración. Por otro lado en las *fases pasivas*, tiempo que se tarda en poner el balón en juego, fluctuaron entre 9,6 segundos y 18,7 segundos, con una media de 12,6 segundos (47%), entendiendo que estos valores no tienen en cuenta las interrupciones por petición de tiempos muertos, sustituciones y otros imprevistos que puedan suceder durante e juego, las cuales representan un 28% del tiempo total. El autor concluye que sólo un cuarto del tiempo total es de juego efectivo, durante el partido. **Figura 1**.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

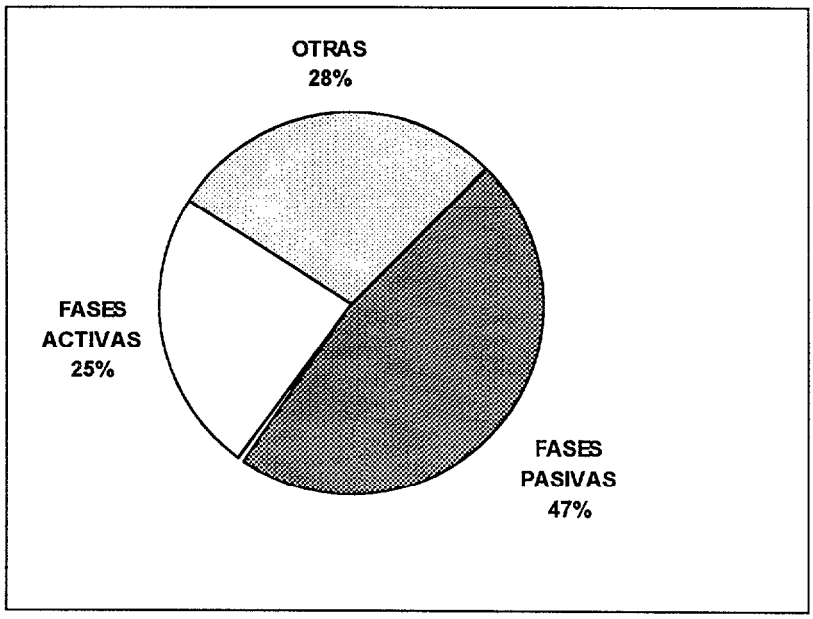


Figura 1: *Distribución del tiempo de juego (Iglesias, F., 1994).*

El tipo de acciones que se presentan en un partido Iglesias (1994), las divide en:

a).- Acciones de intensidad media: Pequeños desplazamientos de recepción, defensa y apoyos, no superiores a los 2 metros, y la adopción y abandono de la posición defensiva. Esto supone un esfuerzo muy frecuente y repetido, realizado hasta unas 500 veces en un partido, es decir, una acción por cada 20 segundos. El autor resalta la importancia de la participación del metabolismo aeróbico y las fibras lentas "ST" en este tipo de esfuerzos, y otros de baja intensidad que también se producen durante el juego.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

b).- Acciones de máxima intensidad: Aunque en este bloque se incluyen a las acciones defensivas acrobáticas, otras acciones como desplazamientos a alta velocidad y los saltos (ataque, bloqueo, colocación y saque) que constituyen los principales elementos a considerar por su intensidad y frecuencia. En este trabajo, 60% de las acciones de máxima intensidad son saltos, los cuales vienen condicionados por la posición del jugador y por la elección táctica del colocador y el sistema de ataque del equipo. Los centrales y receptores concentran sus acciones en su paso por la red y el colocador y el opuesto tienen una distribución de saltos por todos el campo. Un dato muy importante a tener en cuenta es que la realización de una acción de máxima intensidad se lleva a cabo cada 30 segundos, o un salto cada 47 segundos Lo que representó un máximo de 200 saltos entre las 300 acciones de alta intensidad que realiza el jugador.

Como conclusión al estudio de Iglesias (1994), se puede decir que el Voleibol se caracteriza por una alta cantidad de esfuerzos medios y submáximos, alternados con un número menor de acciones de máxima intensidad, realizados en fases activas de corta duración, alternados con fases de recuperación de duración doble y pausas eventuales de recuperación completa. Por tanto se trata de acciones en régimen anaeróbico aláctico, con altísimo número de repeticiones, posibilitadas por las pausas frecuentes de recuperación y relativa intervención del metabolismo aeróbico.

En otro estudio, en el que se intenta aislar los medios de entrenamiento de resistencia especial en Voleibol, Fritzler (1994) expone que la intensidad de juego viene condicionado, fundamentalmente, por las tareas tácticas que el jugador debe cumplir, pero además, de la rapidez de movimientos, como los ejecutados en la defensa, el bloqueo, los desplazamientos del colocador, el remate y/o el saque.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Es de destacar que en el Voleibol, cuando el balón no está en juego, el jugador tiene la posibilidad de recuperarse y preparase para la próxima jugada, algo que no suele ocurrir en el resto de modalidades deportivas. Observaciones realizadas por el autor nos muestran que la duración promedio de las jugadas es de 7 a 12 segundos y las pausas de 8 a 10 segundos. Este comportamiento de juego permite caracterizar las exigencias físicas del Voleibol como acciones de cortas duración y gran intensidad intercaladas con pausas de recuperación de similar duración.

Desde el punto de vista de este autor (Fritzler, 1994) el jugador de Voleibol solicita, predominantemente, el metabolismo de fosfágenos (ATP y creatinfosfato) para poder realizar este trabajo intensivo de duración inferior a 20 segundos La utilización de estas reservas energéticas obligan a que sean restituidas durante las pausas del juego, siendo el metabolismo aeróbico, en estas circunstancias, el que permite una mayor economía en la obtención de la energía necesaria. Esta reflexión hace que el autor nos proponga que se necesite una buena capacidad aeróbica para permitir una rápida recuperación. Esta conclusión le lleva a afirmar que el metabolismo anaeróbico - láctico sólo desempeña un papel secundario en el Voleibol, ya que otras investigaciones realizadas por este autor alemán nos dicen que la acumulación de lactato en sangre a lo largo de varias jugadas, prolongadas y con pausas cortas, no sobre pasa los 4 mmol/l., valor de referencia para señalar el punto teórico del umbral anaeróbico a partir de la concentración de lactato en sangre.

En esa misma revisión bibliográfica, Herrera, G. et al. (1992) afirman que en el Voleibol se tiene la imperiosa necesidad de mantener un nivel de *Resistencia Especial* durante todo el partido, lo que se refleja en la capacidad de salto, etc..., y considerando que desde el punto de vista funcional se encuentra dentro de la *Zona Mixta*, también llamada Aeróbico - anaeróbica.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.1.2.- BASES DEL COMPORTAMIENTO FUNCIONAL DURANTE LA ACCIÓN DE JUEGO.

El Voleibol es una actividad que está condicionada por una gran variabilidad de movimientos, ya que breves intervalos de reposo se combinan con saltos y desplazamientos antero - posteriores y laterales (Bosco, 1987), en acciones de no más de 10 segundos de duración, tal y como cita Beljaev (1974 cfr. Bosco, 1987). Para Beljaev, el jugador de Voleibol utiliza, fundamentalmente, como fuente energética la anaeróbica alactácida. La resíntesis del ATP y la Creatínfosfato es, según el autor, facilitada por el metabolismo aeróbico, y aunque se produce cierta cantidad de ácido láctico no es suficiente como para que se altere el equilibrio químico de las células musculares, evitando importantes disminuciones del pH. (Pérez et al., 1990). Dado que las concentraciones de ATP y Creatínfosfato son limitadas, y puesto que los mecanismos aeróbicos y anaeróbico lácticos no están en condiciones de generar ATP a una velocidad que iguale la disociación, se podría esperar una disminución en la potencia máxima tras el agotamiento del ATP y la Creatínfosfato (Gale et al., 1971; Karlsson et al., 1972; Thorstenson et al., 1975).

La capacidad de salto resulta fundamental para la ejecución con efectividad del ataque y el bloqueo, acciones que se basan en la fuerza explosiva o balística que se realizan a expensas de ATP y Creatínfosfato (Pérez et al., 1990)

En la revisión realizada por Black (1995), encontramos que los requerimientos específicos del Voleibol, vistos desde el punto de vista de la acción de juego, son cronológicamente: Saque, Recepción, Colocación, Remate, Bloqueo, Defensa, etc....(Beljaev, 1985; Dyba, et al., 1982; Naar, 1982). Beljaev, (1985) encontró después de observar partidos de 5 sets de duración, una media de 250 a 300 acciones de máxima intensidad, de las cuales del 50 al 60% eran saltos y el 12 a 16% acciones defensivas. Naar (1982) observó que durante una competición senior las jugadas de 5 a 7 segundos suponían un 30%, las de 7 a 9 seg. y las de 9 a 10 segundos eran 11%, respectivamente, mientras que tan sólo un 10% de las jugadas, *fases activas*, eran iguales o superiores de 15 segundos.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Los valores anteriormente mencionados pueden variar de uno a otro jugador, especialmente en función del rol táctico que desempeñan. En relación al puesto o función específica del jugador, Viitasalo et al. (1987), encontraron que el colocador era el jugador que más elevadas concentraciones de lactato presentaba después de un partido, lo que, en su opinión, indica que debería poseer un entrenamiento más aeróbico que los demás jugadores, para así acelerar su recuperación. La resíntesis de fosfágenos ocurre aeróbicamente durante las pausas, pero como nunca es completa del todo, es por lo que al final del partido se encuentran concentraciones relativamente altas, de ácido láctico (Dyba, 1982; Kuntslinger et al., 1987; Viitasalo et al., 1987).

A pesar de lo sencillo que resulta realizar, los estudios en los que el comportamiento de la frecuencia cardiaca sea el eje de la investigación, son muy escasas las aportaciones de que disponemos en nuestro deporte. No obstante, en la investigación realizada por Beljaev (cfr. Ivoilov, 1988), se señala que la frecuencia cardiaca en el momento de situaciones de juego altamente complicadas se alcanza las 130 - 150 pulsaciones por minuto. En determinadas ocasiones se observan frecuencias cardiacas que pueden llegar hasta 180 - 200 pulsaciones por minuto, las cuales no son sólo motivadas por las cargas físicas propias de las acciones sino también por las cargas de tensión emocional que tiene el jugador Ivoilov (1988). El citado autor llega a señalar que incluso los jugadores que se encuentran en el banquillo y no intervienen directamente en la acción de juego, muestran una respuesta similar, aunque de menor intensidad, en estas fases del juego. **Figura 2.**

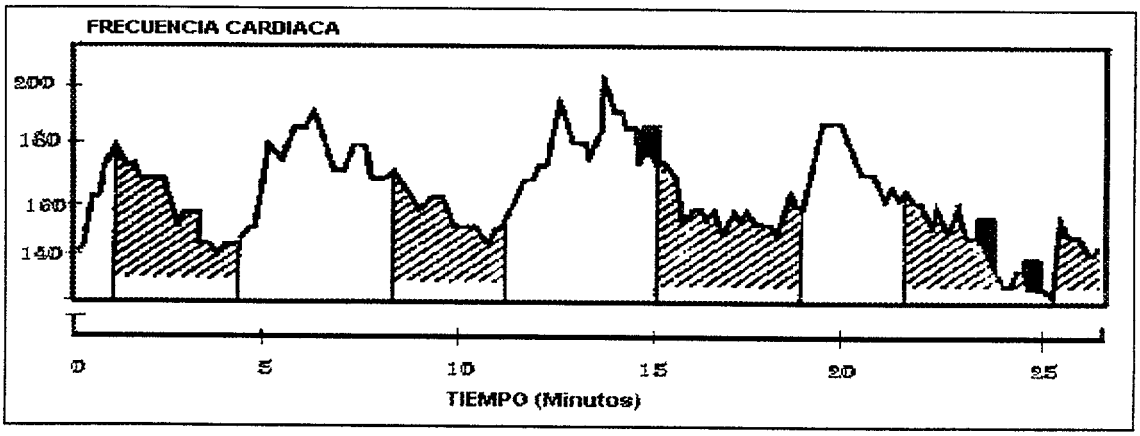


Figura 2: *Radiopulsograma de la frecuencia de las contracciones cardíacas durante un set (la zona sombreada es el juego en la línea de defensa; la blanca en la línea de ataque; la parte en negro son las pausas de más de medio minuto; según Beljaev, cfr. Ivoilov, 1988)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La enorme influencia que sobre el aparato neuromuscular, cardiovascular y respiratorio tiene la constante ejecución de saltos (bloqueos, remates, etc...) durante el juego justifica la elevada fatiga que los mismos pueden acarrear en el jugador, afirmando que la ejecución de 15 - 20 saltos máximos pueden llegar a provocar una fatiga tan elevada que impida al deportista la continuación del juego, si éstos no se ejecutan lo suficientemente espaciados.

Así mismo la especificidad de las actividades durante un partido hacen que se produzcan un gran número de contracciones musculares de alta intensidad en régimen dinámico, lo que predetermina cambios funcionales y morfológicos de consideración en la actividad del aparato locomotor y en los órganos internos del jugador. Durante el proceso de entrenamiento, la capacidad del aparato neuromuscular para una rápida tensión y relajación de los músculos se desarrolla a causa del gran número de saltos ejecutados, lo que contribuye al fortalecimiento del aparato muscular-ligamentoso de los miembros inferiores y el aumento considerable de la fuerza dinámica de los músculos flexores del pie y de los extensores de la pierna y el muslo, aumentando considerablemente la altura de la capacidad de salto del jugador (Ivoilov, 1988).

No está de más recordar en este punto, la función que tiene el creatínfosfato en los procesos metabólicos. En contra de los planteamientos teóricos tradicionales en los que se opinaba que el transporte intracelular de energía era un simple proceso de difusión del ATP desde las mitocondrias a los centros activos de la miosina, ahora se conoce que el mecanismo de la fosfocreatina funciona como un "vector" universal de la energía (Bassmann y Carpenter, 1985; Korge y Campbell, 1995), de los centros de producción (mitocondria y citoplasma) a los sitios en los cuales se utiliza el ATP (miofibrilllas).

Debemos recordar que las membranas mitocondriales no son permeables al ATP, pero si a la fosfocreatina, convirtiéndose en un vehículo fundamental de los fosfatos macroenergéticos, desde las mitocondrias al sarcoplasma y viceversa. Apenas la fosfocreatina cede el grupo fosfato al ADP extramitocondrial, la creatina penetra en las mitocondrias donde recibe el grupo fosfato del ATP que se ha formado. Luego la fosfocreatina retorna al sarcoplasma donde se genera nuevamente la reacción entre la fosfotransferasa y el ADP, resintetizando ATP.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Elemento esencial de todo este proceso es la creatinkinasa mitocondrial, enzima de la membrana externa de la mitocondria, la cual transfiere el tercer fosfato rico en energía desde el ATP a la creatina formando creatinfosfato. La molécula de CrP es considerablemente más pequeña que la de ATP, favoreciendo la difusión dentro desde el interior de la mitocondria hasta la miofibrilla.

Este proceso se repite casi ininterrumpidamente y su intensidad varía según el cociente ADP/ATP en el sarcoplasma. Las posibilidades de activar las funciones transportadoras del CrP mediante el trabajo especial de fuerza e intervalado ha sido demostrado en varias ocasiones de forma experimental.

El juego del Voleibol, presenta una enorme similitud con esta forma de trabajo, lo que hace suponer una mejor adaptación funcional de los jugadores en este sentido. En cualquier caso, entendemos que es una línea de estudio interesante en la que centrar los esfuerzos para profundizar en el entrenamiento específico de la resistencia de salto en Voleibol.

Retomando el análisis del desarrollo de la acción de juego en Voleibol, vemos como queda demostrado que la actividad competitiva, muestra una alternancia de las *fases activas*, con *fases pasivas* de descanso de breve duración. Como resultado de observaciones se puede establecer, como promedio, que las *fases pasivas* oscilan entre 8 y 7 segundos, mientras que las *fases activas* entre 7 y 1 segundo. Repitiéndose las fases activas entre 171 y 348 veces, dependiendo de la duración del partido. Estos datos aportados por Ivoilov (1988), demuestran las afirmaciones de Beljaev, (1974, cfr. Ivoilov, 1988), en los que se señala que la especificidad de las actividades en Voleibol viene relacionada con un inadecuado suministro de oxígeno al organismo del jugador, lo que plantea grandes exigencias a los procesos anaerobios del aseguramiento energético. La repetición reiterada de las cargas de carácter variable y las pausas de descanso de corta duración subraya la importancia de la eficacia aerobio - anaerobia.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De aquí que Volkov et al. (1977), utilizan un concepto de *Resistencia Especial*, en el que la resistencia de un jugador viene determinada por las posibilidades anaeróbicas, alactácidas y glucolíticas del organismo y por los diferentes aspectos de la productividad aerobia. Las investigaciones llevadas a acabo por Beljaev (1974) entre jugadores de Voleibol de alto nivel mostraron un bajo porcentaje de consumo de oxígeno (49% del máximo), lo cual, como ya vimos podría estar motivado viene dado por las pausas frecuentes, *fases pasivas*, teniendo como resultado un valor máximo de frecuencia de las contracciones cardiacas de 181 pulsaciones por minuto, y un valor medio de 153,2 pulsaciones por minuto. No debemos olvidar lo que este autor ya señala del estrés psicológico que la práctica del Voleibol conlleva durante la competición. Esto hace que los valores promedio de frecuencia cardiaca dé unos valores que posiblemente se contradicen con su equivalencia en el consumo máximo de oxígeno.

En una propuesta de *Entrenamiento Integrado* realizado por Santos (1993), dentro de su fundamentación teórica en la que trata de explicar los requerimientos orgánicos y funcionales del jugador de Voleibol, cita diferentes autores, a los que a continuación haremos referencia.

Vargas, (1982) señala que a cada jugada, que suele durar entre 10 - 20 segundos, siempre le sucede un cierto tiempo de reposo, *activo*, que se diferencia en función de la posición del jugador en el terreno de juego, de esta manera los delanteros se caracterizan por la realización de un mayor número de saltos, y por tanto, por un predominio del metabolismo anaeróbico en esas acciones, el cual se ve cumplimentado durante las fases de recuperación por una participación más intensa del metabolismo aeróbico.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

No obstante, aunque existan pocos trabajos sobre la capacidad aeróbica de los jugadores de Voleibol, aquellos de los que disponemos (Beljaev, 1974; cfr. Ivoilov, 1988; y González et al., 1990) nos muestran que los valores de consumo máximo de oxígeno relativo puede ser considerados bajos comparados con deportistas que practican modalidades deportivas de resistencia. Esto es comprensible si consideramos que durante las acciones de juego los jugadores no alcanzan valores del consumo de oxígeno superiores al 50% del consumo máximo (Beljaev, 1974, cfr. Ivoilov, 1988). La gran cantidad de pausas activas o semiactivas que se realizan constantemente durante el partido pueden ser la causa que justifique que la repetición de acciones explosivas no precisan ir acompañadas de un alto requerimiento en el consumo de oxígeno. Esto contrasta con lo que señala Ivoilov (1988), autor al que haremos referencia más adelante.

Viitasalo et al. (1990 cfr. Santos, 1993), comprobó que después de tres días de concentración, con partidos de cinco juegos, se produce una importante disminución del glucógeno en las fibras musculares de contracción lenta, lo que le lleva a afirmar que "*el Voleibol es 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*".

Basándose en el concepto de *Resistencia Especial* propuesto por Ivoilov (1988), que más adelante señalaremos, el autor cita que "*el elevado número de saltos a los que se ve sometido el jugador durante el partido, permite fortalecer el sistema muscular y los ligamentos de las extremidades inferiores, contribuyendo de esta forma a la fuerza dinámica de los flexores y extensores de la tibia*[*]" . Esto podría justificar el hecho de que un *Entrenamiento Integrado* sea una forma adecuada de mejorar los aspectos condicionales en el jugador de Voleibol.

[*] Suponemos que el autor se refiere a los flexores plantares y extensores de la rodilla.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Herrera, et al. (1992) argumenta que las características especiales de la preparación física en el Voleibol deberá englobar elementos de juego. Así, vemos cómo la fuerza es fundamental para el éxito en la ejecución del remate y del bloqueo; la velocidad es necesaria para los desplazamientos que se realizan en el juego; la movilidad es básica en la realización de movimientos amplios y en la fase preparatoria de la ejecución de los gestos técnicos; la resistencia es esencial para mantenerse jugando por un tiempo de hasta dos horas y media y no disminuir el rendimiento del juego, y las capacidades coordinativas realizan la labor de enlace de todos estos actos motrices.

Todas estas capacidades, unidas al nivel de las capacidades cognitivas del deportista hacen que el entrenamiento técnico - táctico sea dirigido hacia los aspectos positivos del rendimiento.

A partir de las afirmaciones anteriores Klesshov (cfr. Herrera et al.; 1992) enuncia "*El análisis de la correlación de los aspectos técnico - tácticos (ataque - defensa) en el Voleibol nacional y mundial muestra un constante reforzamiento de las acciones de ataque en los equipos*", lo que hace, entre otras cosas, que la elevación de la velocidad de ejecución de los procedimientos técnicos con el objeto de debilitar las acciones defensivas del adversario. El autor, asegura que el conocimiento de la duración de un partido, así como de la duración de las fases activas y pasivas, tanto durante un set como durante todo el partido, son datos útiles para el entrenador, toda vez que le ayudan a determinar la correlación de las *fases activas y pasivas* de juego y, en consecuencia, a tener una idea real de los volúmenes de la actividad intensiva del juego, en virtud de los cuales hay que planificar la carga de entrenamiento.

El autor concluye diciendo que la duración de un partido de cinco sets, como promedio, se prolonga durante 129 minutos, mientras que la cantidad de fases activas en el mismo es de 324, durante las cuales efectúan 35 remates, 25 saques, 25 recepciones de saque, 30 bloqueos y juega 20 veces en defensa. Esta es la información que permitiría planificar el volumen y la intensidad de las sesiones de entrenamiento.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En este sentido, Friedler (1987), manifiesta que "*el estado físico y la capacidad de trabajo del jugador de Voleibol cambian constantemente bajo la influencia de acciones externas, de las clases de entrenamiento, de las competiciones, etc... Por lo que se debería tener una evaluación oportuna, precisa y efectiva del estado del deportista, para poder organizar racionalmente el proceso de entrenamiento*". Para poder mantener el nivel de forma deportiva durante el mayor tiempo posible.

2.1.3.- CONCLUSIONES.

Como conclusión y resumen de las diferentes aportaciones realizadas por los diferentes autores, podemos decir que el Voleibol durante la actividad competitiva está compuesta por *fases activas* y *fases pasivas*, las cuales según los mismos tienen un promedio de duración de:

AUTORES	FASES ACTIVAS	FASES PASIVAS
IGLESIAS, F (1994)	1 - 23,1 Seg.	9,6 - 18,7 Seg.
FRITZLER, W. (1994)	7 - 12 Seg.	8 - 10 Seg.
VARGAS, R. (1982)	10 -20 Seg.	
IVOILOV, A.V. (1987)	7 - 1 Seg.	8 - 7 Seg.
NAAR, T. (1982)	5 - 7 Seg.	
BELJAEV, A.V. (1974)	Aprox. 10 Seg.	
TANT, C.L. (1993)	2 - 20 Seg.	

Estos datos nos permiten afirmar, que se produce una frecuencia promedio de *fases activas* de 171 a 348 veces, en función de la duración de un partido (Ivoilov, 1988) y de 324, en un partido de cinco sets (Klesschov, cfr. Herrera, G. et al., 1992). Pero que tan sólo representa un 25% de todo el tiempo de actividad competitiva, es decir un cuarto de partido (Iglesias, F, 1994).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Durante las *fases activas* del partido (actividad competitiva) se producen una serie de acciones técnicas de mayor o menor intensidad, siendo el exponente máximo de las primeras los saltos (60% de las acciones de máxima intensidad) que se producen, en su mayor parte durante el paso por la zona delantera del campo (cerca de la red). Este dato varía en función del papel que tenga el jugador asignado, pues los centrales y los receptores atacantes condensan la mayor parte de sus saltos en el paso por la red, pero el colocador y el opuesto los distribuyen por todo el campo (Iglesias, 1994; Vargas, 1982). No obstante, al hablar de frecuencia de salto, todos los jugadores condensan estas acciones en su paso por la red, pero aún así es difícil ver más de dos acciones de salto consecutivas en una misma jugada, representado un 66% las jugadas donde se realiza un sólo salto que se produce, como promedio, cada 47 segundos (Iglesias, 1994, Beljaev, 1985).

La gran presencia de *fases pasivas* hace que la recuperación se vea facilitada después de una acción de máxima intensidad, pero la tensión psíquica y el que el tiempo es breve, hacen que esta recuperación sea más lenta e incompleta (Ivoilov, 1988), lo que ha llevado a diversos autores a encontrar concentraciones de 4 mmol/l. de lactato en sangre después de un partido (Fritzler, 1994; Viitasalo, et al., 1987; Pérez, et al., 1990; Dyba, 1982; Kuntslinger, et al., 1987). Estas fases también hacen que la frecuencia de contracciones cardiacas no sea elevada, 130 - 150 pulsaciones por minuto (Ivoilov, 1988) o 153,2 como valor medio (Beljaev, 1974; cfr. Ivoilov, 1988), llegando en ocasiones aisladas (jugadas excesivamente largas o intensas) hasta 180 - 200 pulsaciones por minuto (Ivoilov, 1988). Estas consideraciones fisiológicas también son notorias después de comprobar que el valor del consumo de oxigeno es bajo, no superiores al 50% del máximo (Beljaev, 1974; cfr. Ivoilov, 1988; y González et al., 1990).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Tras analizar estas consideraciones sobre las características específicas de la actividad competitiva en el Voleibol, los diferentes autores, que se han centrado en el estudio de las exigencias físicas de los jugadores de esta actividad deportiva, han llegado a la conclusión de que el entrenamiento de resistencia ha de ser específico, es decir, el desarrollo de una *Resistencia Especial*, pues debe encuadrarse en una *Zona mixta* entre el entrenamiento de los metabolismos aeróbicos y anaeróbicos (Herrera et al., 1992), ya que el 90% de la producción de energía es debida a los fosfágenos (ATP y Fosfocreatina) y la glucolisis anaeróbica en acciones de alta intensidad y breve duración durante las *fases activas*, quedando un 10% de esta para los procesos aeróbicos (Cisar et al., 1982).

Esta consideración hace del Voleibol un deporte que centre sus requisitos de energía en los suministros de ATP y Fosfocreatina almacenada en el músculo, produciéndose la resíntesis de fosfágenos durante las *fases pasivas*, pero como nunca es completa del todo, es por lo que se encuentran concentraciones de ácido láctico al final del partido (Dyba, 1982; Kuntslinger et al., 1987; Viitasalo, 1987; Bosco, 1987).

Por esto muchos autores recomiendan como entrenamiento de *Resistencia Especial* la propia actividad competitiva, dejando los diferentes métodos de entrenamiento de los metabolismos aeróbicos y anaeróbicos para potenciar deficiencias individuales, en jugadores de alto nivel (Bosco, 1987; Ivoilov, 1988; Herrera et al., 1992; Tant, 1993).

Nosotros proponemos, que el trabajo de resistencia especial no debe apartarse demasiado, desde el punto de vista mecánico, de las acciones técnicas de juego, incorporando, por lo tanto, patrones cinéticos superiores a los que habitualmente se emplean para mejorar los sistemas de aporte de oxígeno y sistema de aporte de energía, los cuales caracterizan los aspectos fundamentales del plano fisiológico en los deportes de larga duración.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

LOS SALTOS EN VOLEIBOL. CARACTERÍSTICAS Y FACTORES

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Entre los gestos técnicos que mas asiduamente se dan en la practica deportiva esta el salto, aspecto este que se convierte en factor limitante en muchos de ellos. Uno de los ejemplos más claros, lo encontramos en la practica del Voleibol, donde la manifestación de los saltos verticales constituyen una parte fundamental del juego.

En cualquier deporte, los saltos se realizan bajo diferentes condiciones, las cuales vienen limitadas por acciones técnicas, el reglamento, el componente táctico, etc. Esto nos permite realizar diferentes clasificaciones de la ejecución de los saltos, las cuales pueden elaborarse a partir de cada una de las variables anteriormente enunciadas. En este sentido, Baumann et al. (1985) aportan una de las más utilizadas, lo cual tiene su fundamentación principal en los factores cinéticos y cinemáticos de las practicas deportivas:

1. La energía cinética del cuerpo al inicio del salto puede ser muy grande (con impulso previo) o prácticamente nula (desde parado).

2. El almacenamiento momentáneo de la energía en la superficie de apoyo durante el salto, puede ser muy diferente: pequeño en suelo duro, grande en trampolín Reuther, cama elástica y trampolín de piscina.

3. La dirección del salto es diferente en los ejes del espacio y tiene distintos ángulos de salida (por ejemplo cama elástica: aproximadamente 180°, salto de altura: aproximadamente 70° y salto de longitud: aproximadamente 18 - 22°).

4. La creación de impulso de rotación puede ser necesario o no.

5. El salto puede ser realizado con una o dos piernas.

6. Una articulación puede no tenerse en cuenta por estar fijada (por ejemplo: la articulación de salto de esquí).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Estos factores biomecánicos, anteriormente citados por Baumann et al. (1985), hacen que el deportista ejecute los saltos desde patrones técnicos diferentes. Esto nos permite realizar diferentes taxonomías del salto, los cuales dependerán del criterio seleccionado para su elaboración. En cualquier caso, y como característica común de los saltos, podemos decir que en cualquier tipo siempre se encuentran las siguientes variables:

1. La extremidad inferior es el principal propulsor.

2. El camino de impulsión y el tiempo de impulsión están limitados.

3. La velocidad de despegue se debe maximizar.

Estas tres variable nos hacen pensar que siempre debe existir una transferencia del trabajo mecánico máximo a la ejecución técnica realizada por el deportista, ya que durante la realización de la misma siempre se dispondrá de un tiempo limitado sobre el que el deportista debe alcanzar el máximo rendimiento muscular. Partiendo de esta premisa y según el tipo de practica deportiva al que hagamos referencia, realizaremos una clasificación de esta acción técnica en función de la actividad deportiva que queramos realizar.

En este sentido, Bührle (1983) propone que los saltos se deben clasificar en función de como el deportista realice la acción de despegue durante la práctica deportiva:

1. Salto desde cuclillas. (p.e.: saltos de esquí).

2. Salto con impulso previo. (p.e.: Bloqueo en Voleibol).

3. Salto con impulso previo después de una carrera de impulso rápida. (p.e.: salto de longitud).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

4. Salto con impacto previo después de una carrera de impulso rápida y con ayuda dinámica en el despegue. (p.e.: gimnasia en suelo).

5. Salto haciendo un movimiento para coger impulso con ayuda mecánica externa en el despegue. (p.e.: trampolín).

Por su parte García Manso (1993) realiza una clasificación basada en una simple observación del desarrollo de cualquier modalidad deportiva, y nos muestras la variedad e importancia que tiene la capacidad de salto en el juego. La forma en que se ejecuta la podemos agrupar en tres grupos que engloban a la totalidad de saltos que se pueden realizar:

1.- Saltos con batida a una pierna.

2.- Saltos con batida a dos piernas:

a).- Desde parado.

b).- Con impulso previo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.2.1.- TIPOS DE SALTOS EN VOLEIBOL.

Ya hemos señalado anteriormente que el Voleibol se caracteriza por la ejecución continuada de gestos técnicos que incorporan el salto en su realización. Esto nos obliga a elaborar una nueva clasificación que sea mas fiel y realista con lo que es la practica de este deporte.

En primer lugar, y revisando la bibliógrafa específica de que se dispone, podemos observar que existen distintas clasificaciones aportadas por diferentes autores (Molina et al., 1994; Hernández, 1992; Gutiérrez et al., 1992).

Molina et al. (1994), analiza este gesto, desde el tipo de acciones que el jugador realice o no antes de su ejecución, proponiendo dos tipos diferentes de salto:

1.- Desde parado, tras realizar una espera (para bloquear), y, generalmente, con contramovimiento previo.

2.- En carrera, tras realizar una preparación para el bloqueo o el remate, con dos o tres pasos de impulso, y traslación en velocidad de impulso vertical.

No debemos olvidar que en el Voleibol el salto se manifiesta de forma determinante en el saque en salto, en la colocación en suspensión, el remate y el bloqueo. Cada uno de estos gestos técnicos, para su estudio, son estructurados en diferentes niveles o fases que a continuación describimos:

Saque en salto: Se utiliza cada vez con mayor frecuencia pues es la modalidad de saque en la que el balón alcanza mayor velocidad y a la vez una trayectoria parabólica más descendente (Hernández, 1992) Es muy similar al gesto de ataque (remate), con la salvedad de que es el propio jugador el que se lanza el balón. Este lanzamiento está en función del alcance, carrera, batida y coordinación del jugador. El autor analiza este gesto técnico dividiéndolo en:

1. Lanzamiento del balón.
2. Carrera de aproximación.
3. Salto.
4. Golpeo.
5. Caída.

Pase en suspensión: Se utiliza para interceptar la trayectoria del balón a una mayor altura (por encima del borde de la red), así como para dar mayor velocidad a la combinación de ataque (Hernández, 1992; Tant et al., 1993). Los autores dividen este gesto técnico en las siguientes fases:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

1. Aproximación.
2. Despegue.
3. Fase aérea.
4. Colocación.
5. Caída.

Bloqueo: Es el elemento más importante de la defensa. Permite reducir y delimitar el campo de acción del remate; interceptando, rechazando o frenando, las trayectorias del ataque del contrario (Hernández, 1992). Se divide en:

1. Posición de partida.
2. Ubicación y desplazamientos.
3. Salto.
4. Caída.

Ataque: Es el elemento que culmina la fase ofensiva de una jugada, teniendo que superar la altura de la red y la defensa contraria, bloqueo y defensa en campo (Cisar et al., 1989; Hernández, 1992; Gutiérrez et al., 1992). A su vez se divide en:

1. Carrera.
2. Salto (Batida y vuelo).
3. Golpeo.
4. Caída.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.2.2.- FASES DEL SALTO.

Vista la anterior clasificación es perfectamente asumible que cualquier tipo de salto pueda descomponerse en diferentes fases que permitan al técnico deportivo un mejor estudio.

En ese sentido, Ivoilov (1988) propone una clasificación de las fases del salto en el remate. En su estudio describe, según la gráfica siguiente (**Figura 3**), las fases de Posición Inicial, el Inicio de la Carrera de Impulso, el Punto Medio de la Carrera de Impulso, el Salto, la Fase Sin Apoyo o Vuelo y la Caída, a las cuales analiza agrupándolas en tres ciclos que él denomina "microfases", en las que hace una profunda descripción del comportamiento muscular que se produce en cada una de ellas:

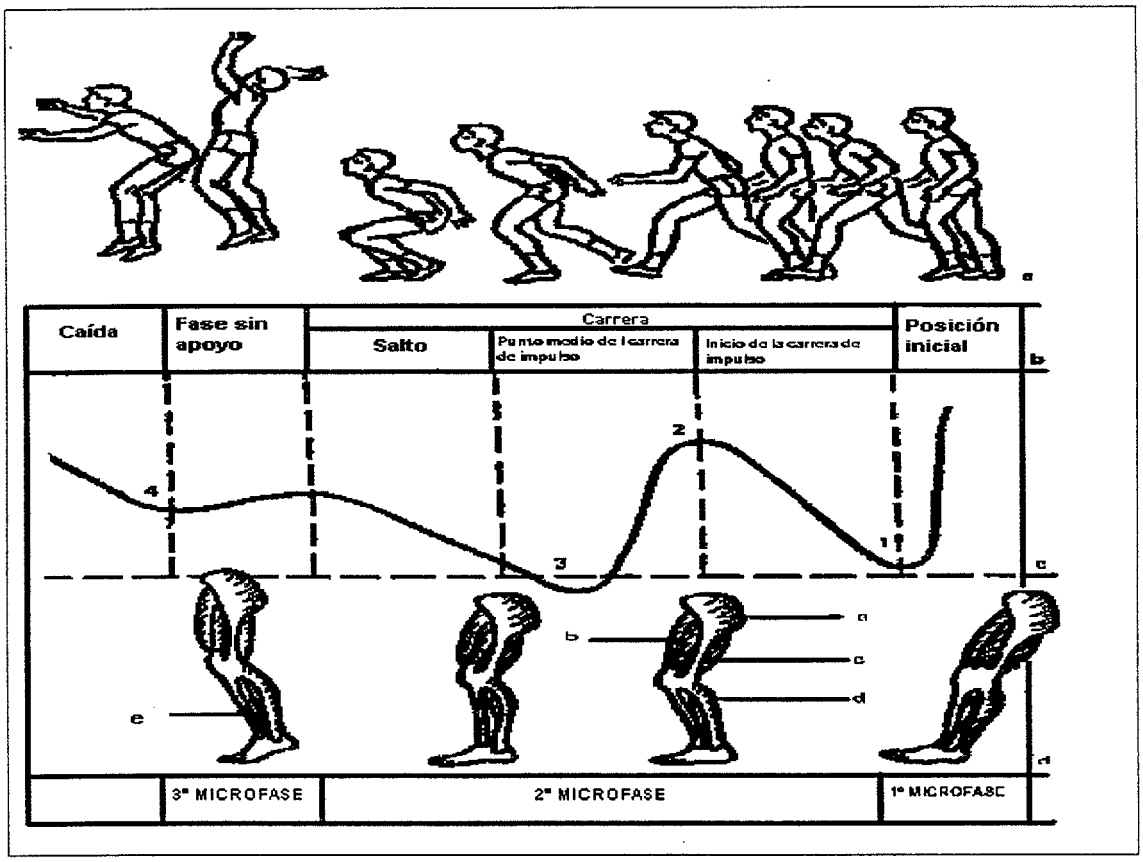


Figura 3: *Fases del remate y microfases de la batida: a) contornograma; b) cronograma; c) dinamograma (1: salto de la curva dinamográfica como resultado de la colocación del pie sobre el apoyo; 2; caída de la presión al flexionarse la pierna; 3 - 4: aumento de presión sobre el apoyo sobre el empuje); d) estructura anatómica de la fase de empuje (a: glúteo mayor; b: cuadriceps; c: semitendinoso; d: triceps sural; e: flexor largo del dedo grueso). Ivoilov (1988)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por su parte, Gutiérrez et al. (1992) analizan el mismo gesto técnico, el remate, mediante el análisis de imágenes que permiten un profundo estudio biomecánico del mismo con el fin de poder determinar cual es la altura máxima del centro de gravedad, y consecuentemente, que permita contactar con el balón en el punto mas alto posible de su trayectoria. Para ello los autores proponen dividir esta acción en cinco fases secuenciales con características y objetivos diferenciados: Carrera previa, Impulso de frenado, Impulso de aceleración, Preparatoria del golpeo y Golpeo. A nuestro entender de las cinco fases anteriormente citada las tres primeras constituyen parte de la estructura de todos los saltos que se producen en el Voleibol, y son las que a continuación describiremos **Figura 4**:

1. ***Carrera Previa***: que finaliza con la toma de contacto del pie en el suelo antes de aplicar fuerzas contra el suelo.

2. ***Impulso de Frenado***: se ha definido como el período de tiempo comprendido desde que toma contacto el pie con el suelo hasta que el jugador consigue la máxima flexión de la rodilla correspondiente a la pierna que tomó contacto con el suelo en primer lugar.

3. ***Impulso de Aceleración***: definido como el período de tiempo comprendido desde que se consigue el máximo ángulo de la rodilla hasta que pierde contacto con el suelo. Durante estas dos fases se produce un período de tiempo en el que existe un sólo apoyo y otro posterior con doble apoyo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

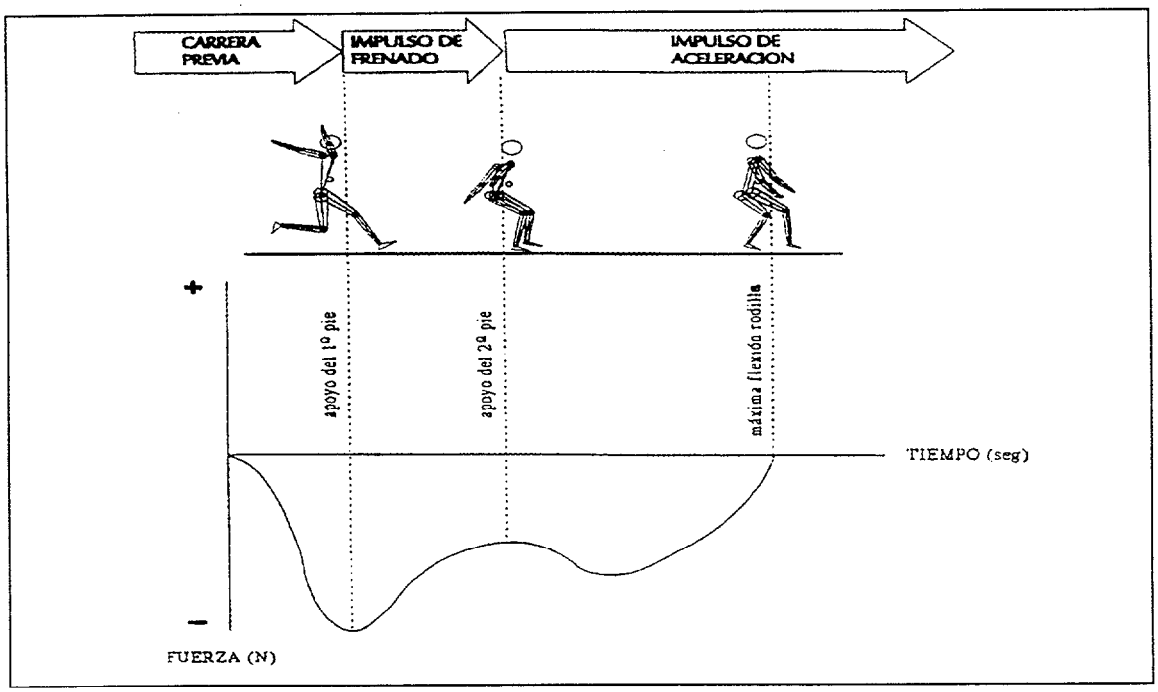


Figura 4: *Representación esquemática de las fases que comprende la batida y de las fuerzas que se aplican contra el suelo. Gutiérrez et al. (1992).*

El propósito de cada fase de un salto tiene mucho que ver con los objetivos que deben cumplirse en la siguiente, así el de la *Carrera* es preparar las condiciones óptimas de la batida, la del *Impulso de Frenado* aplicar las fuerzas necesarias para contrarrestar el empuje que el peso del cuerpo y la energía cinética alcanzada durante la carrera previa que imprimen al centro de gravedad un desplazamiento horizontal y orientar la cadera con respecto a la red, la trayectoria del balón y la acción táctica a desarrollar. Por ultimo el *Impulso de Aceleración* permite aplicar las fuerzas necesarias para elevar el centro de gravedad lo más alto posible.

Es necesario resaltar que en un salto desde parado y con contramovimiento (bloqueo) la fase de carrera desaparece pero el comportamiento mecánico del músculo continúa siendo el mismo en las siguientes fases del salto, ciclo estiramiento - acortamiento (Komi, 1992) Esto nos obliga a estudiar el salto, incluyendo estas dos variantes: la realización o no de carrera previa.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.2.3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ALTURA MÁXIMA DE SALTO.

La altura que alcanzará el centro de gravedad en cualquier salto va a depender de la velocidad vertical y el ángulo con el que el mismo sea proyectado. Desde un punto de vista físico, la altura de salto quedará representada con los valores de la siguiente ecuación.

$$h = Vv^2 * sen^2\alpha / 2g$$

Mediante esta ecuación, podemos observar la importancia que va a tener en la eficacia de estas acciones técnicas la componente vertical de la velocidad que el cuerpo va alcanzar como resultado de una adecuada acción de empuje.

De forma sintetizada, Vélez (1992a) hace un análisis del salto de altura en el que la componente vertical de la velocidad y, por tanto, la resultante vertical de la batida va a venir condicionada por la masa de éste y la forma de despegue, la cual, a su vez, va a estar supeditada al recorrido vertical de la aceleración, al de ejecutar la batida, con la reducción de la componente horizontal, del recorrido de aceleración y al tiempo de aplicación de las fuerzas durante el tiempo de batida. **Figura 5**:

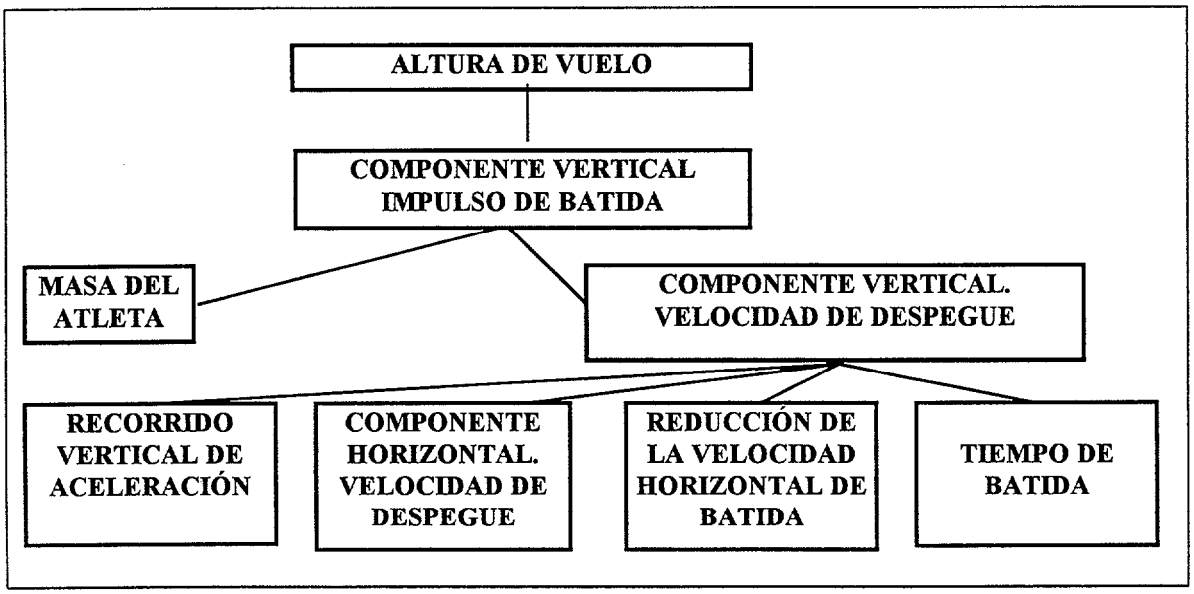


Figura 5: Factores que influyen en la altura máxima de vuelo (Vélez, 1992a).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Estos factores, al igual que lo que ocurre en los saltos en Voleibol, vienen determinados fundamentalmente por aspectos internos relacionados con la fuerza que es capaz de generar el saltador, fundamentalmente a través de la musculatura de los miembros inferiores, pero en la practica del Voleibol hay que considerar otros aspectos como la coordinación de todos los segmentos corporales que intervienen en la acción; a demás de una serie de comportamientos externos, entre los que destacan, la velocidad y trayectoria de vuelo del balón, y el comportamiento táctico del equipo.

2.2.4.- ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LAS FASES DEL SALTO.

El modelo de análisis que mas se ha utilizado para el estudio del salto ha sido tradicionalmente el biomecánico. Este modelo trata de hacer una valoración de esta acción deportiva a partir del análisis que interpreta las variaciones cinéticas y cinemática que lo condicionan. De esta forma es fácil encontrar en la bibliografía especializada diversos artículos y trabajos en las que los autores tratan de estudiar y comprender este movimiento desde la óptica anteriormente mencionada.

Wilkerson (1985) realizó un análisis comparativo del salto utilizado en el Voleibol con el salto vertical que un sujeto realiza desde una posición estática, enunciando que: "*La importancia del ángulo de inclinación de los miembros inferiores durante el despegue en la ejecución de un remate o bloqueo supone un 9% de la altura alcanzada*". Este trabajo nos indica que la posición que debe adoptar el jugador en las acciones previas a la fase positiva del salto son un factor determinante para poder alcanzar el máximo rendimiento.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De forma mas concreta Hernández (1992) realiza un estudio en el que trata de determinar cuales deben ser los ángulos idóneos de las articulación de la cadera, rodilla y tobillos con el fin del alcanzar una mayor altura en la acción de remate y bloqueo. Parte de la premisa que el ángulo de la cadera y del tobillo deben ser los mismo en los dos gestos técnicos, con valores de 90° la articulación de la cadera y de 80° la articulación de los tobillos, mientras que los ángulos de las rodillas debe variar entre 90° - 100° en el bloqueo y de 90° - 110° en el remate. En cualquier caso, pensamos que estos valores pueden variar de forma significativa entre cada jugador, siendo determinantes las características de las fibras que posea la musculatura que ejecuta la acción. **Figura 6**:

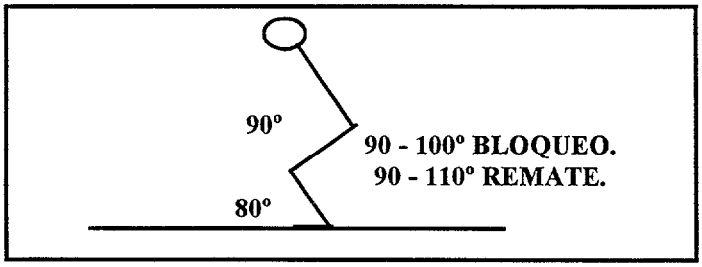


Figura 6: Ángulos idóneos de batida para el remate y el bloqueo (Hernández, 1992).

Una continuación de lo anteriormente expuesto queda reflejado en la investigación llevada a cabo por Ivoilov (1987), en la que el autor afirma que "*la altura del salto depende considerablemente de la magnitud del ángulo de flexión de las piernas en las articulaciones de la rodilla. Por eso, una gran flexión (cerca de 120°) contribuye a aumentar el impulso del centro de gravedad del cuerpo, pero a la vez reduce la potencia de empuje. Al mismo tiempo, la poca flexión de las piernas en las articulaciones de la rodilla (120° - 130°) aumenta la potencia de los esfuerzos en el empuje, pero reduce el espacio del centro de gravedad del cuerpo. Por eso es conveniente flexionar las piernas en las articulaciones de las rodillas hasta los 110° - 115°, pero si no se cuenta con suficiente fuerza en los miembros inferiores, es recomendable una flexión menor (120° - 130°), aunque en todo momento habrá que considerar la velocidad del movimiento*". **Figura 7**:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

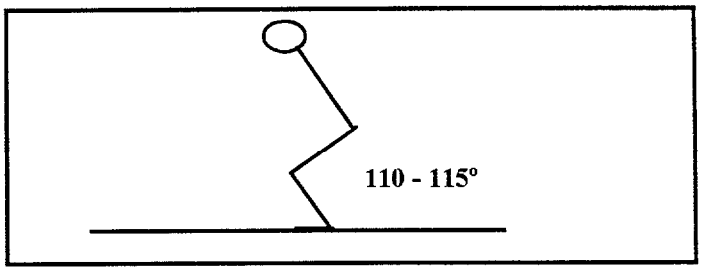


Figura 7: Ángulos idóneos de batida para el remate y el bloqueo (Ivoilov, 1987).

Como se puede deducir de la posición que teóricamente debe adoptar el jugador en las figuras 4 y 5, los grupos musculares que intervienen en ambas son los extensores del tronco (40%), extensores rodilla (24,2%) y extensores el tobillo (35,8%), según Robertson et al. (1987).

Semenick et al. (1987) afirman que la altura del salto viene determinada, como es lógico, por la velocidad vertical que alcanza el centro de gravedad del atleta al momento de despegarse del suelo. Los autores nos describen la acción del salto como una flexión del tronco y las rodillas y una dorsoflexión de los tobillos. Esto genera una fuerza que se produce por el acortamiento de los músculos inmediatamente después de un estiramiento, la cual es mucho mayor que si esta acción no se produjera. Si a lo anteriormente dicho unimos la acción de extensión del tronco, a la que posteriormente debemos seguir con la realización de la extensión de rodillas y la flexión plantar de los tobillos, tenemos de forma completa el proceso de propulsión, al que sólo ha de sumarse la acción de los brazos en la misma dirección del movimiento. Todos estos procesos unidos generan la adecuada velocidad vertical del centro de gravedad.

Por otro lado, Coleman et al. (1993) comprobaron en 10 participantes en la XVI Universiada que durante la ejecución de un remate el centro de gravedad alcanza una velocidad vertical de 3,59 m. seg^{-1}. (+/- 0,05) y una altura de despegue de 0,62 metros (+/- 0,02), con una elevada correlación entre ambos parámetros ($r= 0,78$; $p<0,01$). Sin embargo, no encontraron una correlación estadísticamente significativa entre el ángulo de flexión de las articulaciones de la rodilla y la velocidad vertical de la batida.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Con el fin de incrementar la eficacia durante la fase de amortiguación, es necesario realizar una serie de acciones que permitan aumentar la energía cinética del deportista. En este sentido, Tant et al. (1993) en un análisis sobre el gesto técnico de la colocación en suspensión, afirman que la aceleración horizontal conseguida durante la fase de aproximación (carrera) se transfiere a una velocidad vertical que permitirá mejorar la altura del salto. Al final de esta fase, el jugador se coloca en una posición de media sentadilla (medio squat o flexión de 90°), que se produce por una flexión excéntrica del tronco a nivel de la cadera y de las piernas, a nivel de las articulaciones de la rodilla, y una dorsoflexión de los tobillos, lo que prepara al jugador para obtener una adecuada aceleración vertical. La contracción excéntrica de los músculos implicados, seguida de la tensión concéntrica (ciclo estiramiento - acortamiento), va ha permitir al jugador incrementar la altura vertical del salto, gracias a la utilización de la energía elástica almacenada.

Por su parte, el colocador deberá realizar esta fase rápidamente para poder aprovechar la energía elástica almacenada en la fase excéntrica (fase de acoplamiento). Durante la fase concéntrica de la acción podemos comprobar que el movimiento comienza con una rápida aceleración producto de la extensión del tronco y de la articulación de la rodilla, acciones que se producen simultáneamente a la elevación de los miembros superiores, intentado llevar los codos por encima de la cabeza con el fin de completar el gesto, situación que permite ascender el centro de gravedad en el momento de iniciar el despegue del suelo. Los autores nos recuerdan que la utilización de los brazos tiene un efecto sumativo que se añade a la fuerza de propulsión, la cual determinará la altura del salto.

También debemos tener en consideración, el efecto de la utilización de los segmentos libres, a la hora de obtener un alto rendimiento en la ejecución de un salto, independientemente de cual sea su desarrollo técnico. De como se utilizan estos segmentos en la fase de amortiguación, determinará parte de la energía cinética que el cuerpo creará durante la ejecución de la misma, a la vez que facilitará las acciones durante la fase de impulso y modificará la posición del centro de gravedad al inicio y final del movimiento.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De forma concreta disponemos, para la fundamentación de este apartado, de diversos trabajos que intentan determinar la intervención que los brazos van a tener en el desarrollo del salto vertical, con lo que podemos afirmar que el rendimiento se ve incrementado entre un 10 a un 40% (Payne et al, 1968; Luhtanen et al., 1976; Wilkerson, 1985 y Harman et al., 1990). No obstante, nuestra experiencia nos ha demostrado al comprar los test del CMJ y ABALAKOV, en nuestros jugadores, que los incrementos obtenidos oscilan entre un 10 y un 15% concordando con la mayoría de los trabajos anteriormente expuestos.

Para conseguir que las acciones de los segmentos libres aumenten la eficacia de un salto, es preciso que estos actúen de forma coordinada para incrementar tanto la tensión en la fase excéntrica como la impulsión en la fase concéntrica. Durante la acción de juego, es lógico pensar, que los segmentos libres (brazos) tendrán una posición determinada que será ajustada en base a las acciones técnicas realizadas con anterioridad y el comportamiento táctico individual que le corresponde al jugador realizar.

En este sentido, para que la acción se convierta en una suma de impulsos parciales con un objetivo determinado y, no en un gesto descoordinado que altere la eficacia del mismo, es preciso que el jugador tenga un elevado nivel técnico y una gran experiencia en la resolución de situaciones tácticas, que de forma continuada se manifiestan en el desarrollo del juego. Son pocos los estudios que abordan esta problemática en los deportes de cooperación - oposición, aunque los trabajos de Hochmuth, 1973; Aguado et al., 1995 e Izquierdo et al., 1996 resaltan la necesidad de mejorar las acciones técnicas con el objeto de conseguir la máxima impulsión durante la ejecución de un salto.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Coutts (1982) realizó un trabajo en el que intenta analizar, en 86 jugadores con experiencia en la practica del Voleibol, las fases previas a un remate. Para ello, lo deportistas, ejecutan las dos variantes mas empleadas en este gesto técnico específico. El primer tipo consistió en la realización del salto con los pies juntos y el segundo, mediante el apoyo no simultáneo y distanciado de los pies. Tal y como indica el autor "*el estilo en el que los pies van juntos se caracterizó por presentar una velocidad mayor en el momento de contacto y por un impulso de amortiguación (trabajo excéntrico) más elevado. Esta acción provoca un impulso positivo (trabajo concéntrico) más veloz, con una fuerza media y una aceleración más alta, que se puede explicar por un mayor almacenaje y reutilización de energía elástica. No obstante, aunque la capacidad de salto en los dos estilos no mostró ninguna diferencia, no fue así el tiempo en la ejecución del trabajo muscular en la tierra, pues fue menor en el primer tipo de salto (pies juntos)*".

Tras esta consideración Bosco (1987) llega a la conclusión de que "*un jugador veloz debería utilizar el estilo a pies juntos para poder aprovechar las propias cualidades de fuerza explosiva reactiva, mientras que un atleta más lento puede expresar mejor las propias características neuromusculares con el segundo tipo de salto (apoyo no simultáneo y distanciado de los pies)*".

Un factor que va a determinar la mecánica de un salto son las características de las palancas a mover y la forma con la que los grupos musculares van a intervenir, pudiera ser lógico pensar, que las fuerzas van a variar en función de la altura de los sujetos y de la mayor o menor longitud de sus segmentos inferiores. En este sentido, Viitasalo (1982) intenta ver las relaciones entre las prestaciones y las estructuras físicas de los atletas, miembros de los equipos nacionales de la Unión Soviética y de Finlandia, ya que a partir de la hipótesis de que "*las condiciones físicas, las características antropométricas y el nivel de habilidad motora de un atleta en particular son probablemente los factores más importantes que pueden limitar el potencial táctico y técnico de un equipo de Voleibol durante la competición*".

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

A pesar de lo dicho anteriormente, ya que, desde el punto de vista antropométrico, los jugadores de las dos selecciones eran casi iguales, el autor, no encontró correlación entre la capacidad de salto y la longitud de los miembros inferiores, sugiriendo que la longitud de las piernas no es un parámetro importante para explicar las diferencias existentes entre los equipos o entre jugadores en la capacidad de salto.

Donde si hubo correlación fue entre la altura y el alcance de los sujetos, con la altura de las manos durante el bloqueo. En cambio, en el remate no se encontró tanta correlación, lo que hace suponer al autor que "*la elevación del centro de gravedad, durante la realización de este gesto técnico, es el factor más importante*". En este sentido, tampoco observó correlación entre la capacidad de salto conseguida en el remate y el bloqueo.

Las diferencias más importantes, encontradas por Viitasalo (1982) entre las dos selecciones, se manifiesta en la altura alcanzada por las manos durante el remate y la altura de la pelota en el momento de contacto con la mano. Lo que hace pensar al autor que "*el equipo soviético alcanzó una media alrededor de 10 cm. más que el finlandés. Esta diferencia no se puede explicar con la elevación del centro de gravedad que fue sólo de 3 cm. Por tanto, se podrían explicar estos resultados en base a las distintas posiciones asumidas por los atletas en el momento del remate (flexibilidad) de la cintura escápulo - humeral y sobre la relación espacio temporal con la pelota*".

Estas conclusiones a las que llega el autor anteriormente mencionado, son de especial relevancia para los técnicos deportivos especialistas en Voleibol. La validez de las mismas queda corroborada por Bosco (1987), quien afirma que "*sin duda la habilidad del salto durante el remate depende de las cualidades del sujeto de transformar energía cinética en energía potencial en un período breve de tiempo, aproximadamente 200 - 300 mseg., mecanismo que compromete las estructuras contráctiles de los músculos, la elasticidad muscular y los reflejos miotáticos, mientras que la capacidad de salto durante el bloqueo refleja más las características de la fuerza explosiva* (Bosco et al., 1982a, 1982b)".

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Las fuerzas que logra ejercer un deportista durante la ejecución de un salto tienen la característica de ser fuerzas de desarrollo rápido, es decir, elevadas tensiones que se consiguen en muy breve espacio de tiempo. Debemos pensar, por tanto, que los deportistas sustentan esta capacidad en los niveles de fuerza máxima relativa, es decir, en altos niveles de fuerza máxima que no alcanzan los máximos potenciales, pero que permiten una rápida y fácil transferencia a la fuerza velocidad. Tema que trataremos con más profundidad en próximos capítulos.

Es por esto, por lo que retomamos el análisis biomecánico del salto en el Voleibol haciendo referencia al estudio de Gutiérrez et al. (1992), que como ya hemos vimos, realiza una división de las cinco fases secuenciales con características y objetivos diferenciados. las tres primeras fases tienen, según los autores, la siguiente mecánica de ejecución:

La ***Carrera previa*** se utiliza para obtener, al final de ella, una velocidad razonable y una posición adecuada. Los autores subdividen esta fase en:

1. Velocidad horizontal al final de la carrera: Es necesaria para acumular energía elástica, creando tensión en los músculos del tren inferior (Komi, 1973). Una alta velocidad horizontal al final de la carrera produce un incremento de la fuerza que ejercen los pies contra el suelo y un mayor impulso de componente vertical. Esto es producido por el beneficio que supone el Ciclo Estiramiento Acortamiento, junto con la actividad muscular refleja, Reflejo Miotático (Bosco et al., 1982a) sobre la cantidad de movimiento o velocidad de desplazamiento horizontal del jugador al principio de la aplicación de fuerzas contra el suelo.

2. Velocidad vertical al final de la carrera: Se genera a partir de la contracción concéntrica después del preestiramiento del músculo, siempre que el tiempo de acoplamiento entre el estiramiento y acortamiento sea mínimo (Cavagna et al., 1965).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Durante el ***Impulso de Frenado*** se debe tener en cuenta que la componente horizontal de la velocidad no se transforma en vertical de forma gratuita, sino que es necesario que se aplique una fuerza vertical, que transforme los componentes anteriormente mencionados. Para que esto ocurra de forma positiva tenemos que descender la velocidad de componente horizontal durante el Impulso de Frenado, produciendo las siguientes acciones:

1. Una mayor tensión muscular al incrementarse la velocidad de estiramiento (Komi, 1973).

2. Una mayor fuerza vertical antes de comenzar el Impulso de Aceleración.

3. Una mayor participación del ciclo estiramiento - acortamiento.

4. Una mayor activación refleja (Bosco et al., 1982a).

Estos aspectos hacen que los músculos extensores de las piernas generen más fuerza para producir mayor impulso de componente vertical durante la acción de batida.

Cuando la velocidad de componente vertical es pequeña, la preactivación muscular se realiza a expensas de bajar el centro de gravedad, lo que produce un efecto negativo en el Impulso de Aceleración, es decir, aumenta el tiempo de batida.

Durante esta fase es muy importante el llevar los brazos hacia atrás, pues será su movimiento, hacia adelante, el primer elemento de propulsión de la fase de Impulso de Aceleración (Komi, 1973; Perrine et al., 1978) **Figura 8**.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

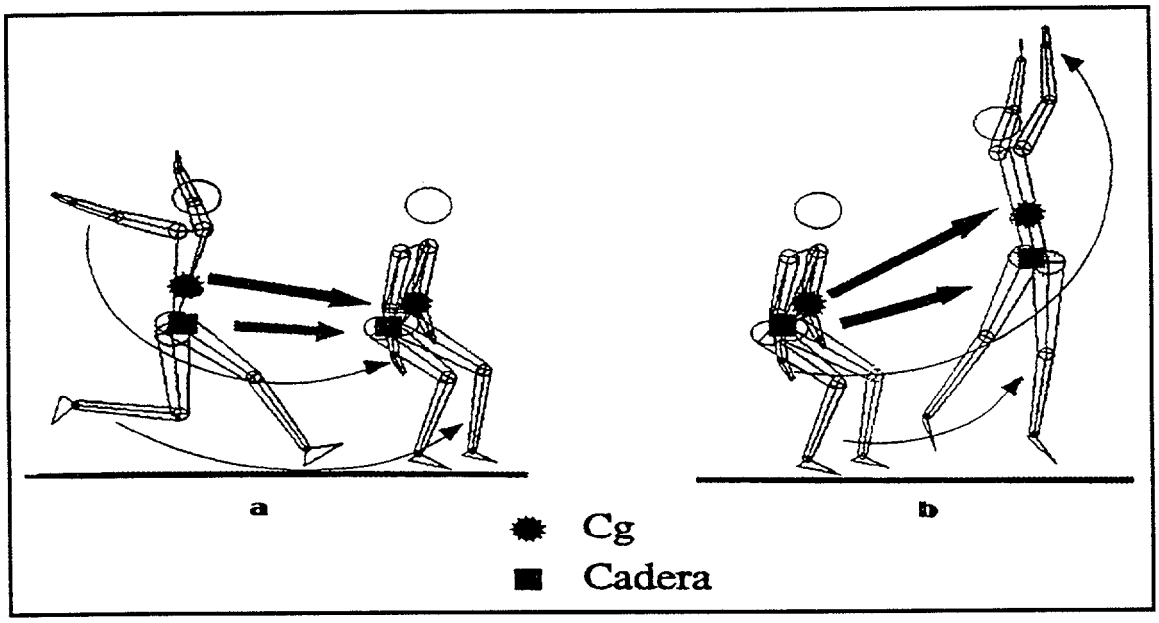


Figura 8: *Desplazamiento de los brazos durante las fases de Impulso frenado (a) y de Impulso aceleración (b), así como su incidencia en la altura del centro de gravedad y de la cadera (Gutiérrez et al., 1992).*

El ***Impulso de Aceleración*** se considera al período de tiempo durante el cual los pies empujan contra el suelo para obtener una fuerza de reacción de componente vertical que le permita acelerar el centro de gravedad hacia arriba. El principal objetivo de esta fase es obtener los valores máximos de velocidad de componente vertical, ya que es ésta la que condiciona la altura máxima alcanzada por el centro de gravedad. Un valor alto de la componente horizontal supone aspecto negativos:

1. En el caso de no haber reducido la velocidad de componente horizontal de la fase de Impulso de Frenado refleja que no se ha producido adecuadamente la preactivación muscular.

2. Existe el peligro de golpear la red o pisar la línea central del campo, por un desplazamiento durante la fase de vuelo más horizontal que vertical.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Como ya habíamos citado la acción de los brazos es fundamental pues supone que:

1. Estén altos al final de la batida, contribuyendo a que el centro de gravedad esté elevado, también.

2. La velocidad del centro de gravedad al final del Impulso de Aceleración o principio de la fase de vuelo sea mayor, entre otras razones porque cuando comienza la fase de vuelo, la velocidad del centro de gravedad está relacionada con las masas y sus velocidades segmentarias.

2.2.5.- CONCLUSIONES.

Todo lo anteriormente explicado en este capitulo podemos resumirlo de la siguiente manera. Como hemos comprobado las diferentes condiciones de manifestación del salto obligan a distintas necesidades en la técnica empleada y en los requisitos condicionales, pero a pesar de esto, tienen como características comunes (Bauman et al., 1985):

1. La extremidad inferior es el principal propulsor.

2. El camino de impulsión y el tiempo de impulsión están limitados.

3. La velocidad de despegue se debe maximizar.

Es decir, la acción de salto se caracteriza por una transferencia de trabajo mecánico al cuerpo, que debido al corto tiempo de realización de que se dispone precisa de un rápido desarrollo de fuerza y un máximo rendimiento muscular. A consecuencia de esto y, dependiendo del tipo de práctica deportiva, se pueden llevar a cabo diferentes clasificaciones o taxonomías de los saltos deportivos (Buhrle, 1983; García Manso, 1993; Molina et al., 1994).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De forma concreta, en Voleibol el salto se manifiesta de forma determinante en acciones técnicas como el saque en salto, colocación en suspensión, remate y bloqueo. En cualquier caso todas estas manifestaciones se pueden dividir en distintas fases (Coutts, 1982; Ivoilov, 1988; Gutiérrez et al., 1992, Hernández, 1992; Tant et al., 1993), pero que nosotros en el desarrollo de este capitulo nos hemos centrado en los que influyen de forma directa en la altura máxima de vuelo, en cualquier caso el propósito que se persigue durante la ejecución de una fase vienen determinados por los objetivos que deben cumplirse o alcanzarse en la siguiente. (Wilkerson, 1985; Semenick et al., 1987; Vélez, 1992a; Gutiérrez et al., 1992).

Esto queda perfectamente reflejado en el trabajo de Gutiérrez et al. (1992), quienes enuncian las siguientes fases e intenciones durante la ejecución de un salto:

1. La Carrera es preparar las condiciones óptimas de la batida.

2. El Impulso de Frenado aplicar las fuerzas necesarias para frenar el desplazamiento horizontal del centro de gravedad y orientar la cadera adecuadamente con respecto a la red.

3. Impulso de Aceleración aplicar las fuerzas necesarias para subir el centro de gravedad lo más alto posible.

De la lectura de estos puntos se desprende que durante la ejecución de estas fases el deportista consigue un rendimiento mecánico que, a su vez, dependen de las cualidades condicionales que permitirán transformar la energía cinética en potencial en un breve período de tiempo, aproximadamente 200 - 300 mseg. Este mecanismo compromete a los grupos musculares intervinientes en el gesto, haciendo participar en la acción las estructuras contráctiles de los músculos, la elasticidad muscular y los reflejos miotáticos (Bosco, 1987; Vittori, 1990; Vélez, 1991).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Es lógico pensar, que al ser el salto un gesto en el que existe la presencia de un ciclo estiramiento - acortamiento de la musculatura de los miembros inferiores, la energía elástica obtenida durante la fase excéntrica del movimiento, gracias a la rigidez muscular, vía voluntaria y refleja el deportista, lograra una mayor eficacia en su contracción muscular Esto nos hace creer, que el salto en Voleibol puede ser integrado dentro de los gestos que dependen de la fuerza reactiva de alta velocidad de ejecución (Bosco, 1987; Cisar et al., 1989; Gutiérrez et al., 1992; Tant et al., 1993).

De lo que se desprende que, las fuerzas que logra ejercer un jugador al ejecutar un salto, tienen la característica de ser *fuerzas de desarrollo rápido*, es decir, elevadas tensiones que se consiguen en muy breve espacio de tiempo. Debemos pensar, por tanto, que los deportistas sustentan esta capacidad en los niveles de fuerza máxima relativa, es decir, en altos niveles de fuerza máxima potenciales, pero que permiten una rápida y fácil transferencia a la fuerza velocidad.

Siendo los métodos de entrenamiento orientados a la mejora de la fuerza especial, en los deportes en los que se utiliza el salto como elemento técnico fundamental (caso del Voleibol), el trabajo con sobrecargas (pesas) y el trabajo con saltos (pliometría).

Como ya vimos son varios los trabajos que tratan de explicarnos cuales son los principales grupos musculares y cual su forma de participación durante la realización del salto. Robertson et al. (1987) nos dice que la realización del salto vertical engloba a los grupos musculares extensores de la espalda (40%), rodilla (24,2%) y el tobillo (35,8%). Realizándose con una flexión de la articulación de las rodillas entre 110 y 115°, variando en función de las características del sujeto (Ivoilov, 1987). A estos porcentajes de intervención hay que unirle la utilización de los brazos que determinan la ejecución del salto, representando entre un 10 y un 13% de contribución a la capacidad de salto (Payne et al., 1968; Luhtanen et al., 1976; Wilkerson, 1985; Harman et al., 1990).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

A todos estos factores, determinantes a la hora de alcanzar la máxima altura de vuelo, hay que unirle en los deportes de cooperación - oposición (Voleibol), las condiciones externas que influyen en la ejecución del salto, como son la velocidad y trayectoria del balón, y el comportamiento táctico del equipo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

LA FUERZA DE RÁPIDO DESARROLLO

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Del capítulo anterior se desprende que los saltos se pueden incorporar en el grupo de acciones deportivas que dependen directamente de la manifestación de la fuerza reactiva, realizada ésta de forma explosiva. A partir de este concepto, se hace necesario describir el significado de esta forma de manifestarse la fuerza en las diferentes acciones deportivas y, ver las formas más eficaces de desarrollar medios y métodos de entrenamiento que permitan aumentar su eficacia.

Son varias las formas en que se puede llevar a cabo una clasificación de las diferentes manifestaciones de la fuerza, por lo que se hace necesario decidirse por alguna de ellas con el fin de alcanzar una coherencia metodológica en la descripción de este capítulo.

Teniendo en cuenta que la fuerza se manifiesta en función de las necesidades propias de cada deporte, y que la contracción muscular casi nunca se muestra de forma pura (isométrica, isocinética, isotónica, etc...), podemos presentar una clasificación de dos formas diferentes de explicar las manifestaciones de la fuerza, sustentada en las causas que provocan la contracción muscular, y partiendo del modelo terminológico propuesto por Vittori (1990), Vélez (1991) y García Manso et al. (1996a):

2.3.1.- *Manifestación activa de la fuerza.*

2.3.2.- *Manifestación reactiva de la fuerza.*

Seguimos estas líneas de trabajo, y sobre todo la marcada por el último autor mencionado, debido a que hemos estado en contacto, primero como profesor y alumno y posteriormente mediante la realización de trabajos de investigación en común, de los cuales ya existen algunas comunicaciones en congresos y publicaciones en revistas especializadas, algunas de las mismas utilizadas para la elaboración de la fundamentación teórica de este trabajo y su posterior discusión.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.3.1.- MANIFESTACIÓN ACTIVA DE LA FUERZA.

Lo representa la tensión que es capaz de generar un músculo por acción de una contracción muscular voluntaria. Vittori (1990) lo enuncia como el efecto de la fuerza producido por un "*ciclo simple*" de acortamiento.

Dentro de la manifestación activa de la fuerza podemos hablar de diferentes manifestaciones de fuerza en función de su magnitud, su velocidad de ejecución y su tiempo de duración.:

2.3.1.1.- Fuerza máxima.

La fuerza máxima es la mayor fuerza que es capaz de desarrollar el sistema nervioso y muscular por medio de una contracción máxima voluntaria (Letzelter et al., 1990). Algunos autores la define como la parte de la *"fuerza absoluta"** que puede ser activada de forma voluntaria (Bührle, 1990). Esta fuerza se manifiesta tanto de forma estática *(fuerza máxima isométrica),* como de forma dinámica *(fuerza máxima dinámica o semi - isométrica).*

Centrándonos en la manifestación dinámica de la fuerza máxima, tenemos que ésta va a representar según Vélez (1991), "*la fuerza de base, puesto que supone la propiedad fundamental del músculo: la de contraerse*". *Capacidad Contráctil.* (Vittori, 1990)

En una revisión bibliográfica, García Manso et al. (1996) nos enuncian:

* **Fuerza absoluta**: Es todo el potencial de fuerza que presenta morfológicamente un músculo o un grupo sinérgico. Viene representada por el área del corte transversal del músculo (medida por TAC), o bien, por el valor de la fuerza máxima medida en contracciones excéntricas (Bührle-1990; Bernstein, Farfel, Buhrle, Kretovnikov, Zhukov cfr. Kutnesov-1984). En ocasiones se entiende la fuerza absoluta como la magnitud de carga límite que el músculo ya no está en condiciones de levantar (Beritov, Bikov cfr. Kutnesov-1984).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Los factores que van a determinar las posibilidades de generar la fuerza máxima son (Román, 1988; Weinek, 1992; García Manso et al., 1996a):

a) El *diámetro de las fibras musculares* (sección fisiológica). La fuerza de un músculo es de 6.7 +/- 1 kg. por cm^2 para el hombre y de 6.3 +/- 0.9 por kg. para la mujer (Locatelli, 1990).

b) *El volumen muscular*. Es el resultado de la hipertrofia del músculo. Cuanto mayor sea la masa muscular, mayor será la fuerza. Esta función se puede expresar matemáticamente (Vorobiev, 1974):

$$\boxed{F = a * P\ 2/3}$$

Donde (F) es la fuerza; (a) constante que caracteriza la aptitud física; (P) el peso.

A mismo nivel de entrenamiento, los individuos con mayor masa muscular son capaces de desarrollar más fuerza, en valores absolutos. Sin embargo el ser capaz de desarrollar estos valores de forma elevada no implica, necesariamente, que el deportista sea capaz de mantener la misma proporción en relación a la "*fuerza relativa*"*.

c) *La composición de fibras*. Las FT se caracterizan por un mayor diámetro, una capacidad anaeróbica mayor y, por ser receptor de una frecuencia de impulso más elevada, lo que le permite desarrollar mayores tensiones que las ST.

d) *La coordinación intramuscular*. La magnitud de la fuerza varía en función del número de unidades motrices solicitadas y, de la frecuencia y sincronización de los impulsos que las inervan. Los sujetos sedentarios apenas son capaces de contraer de forma simultánea un 20-30 % de la totalidad de unidades motrices disponibles, mientras que un sujeto altamente entrenado en fuerza puede llegar a contraer el 80% de las mismas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

e) *La motivación.* La fuerza máxima sólo puede ser mantenida en sujetos entrenados y altamente motivados. Se puede reforzar usando un sistema de feedback visual (Bigland-Ritchie et al., 1986) y acompañando la acción con ánimos a viva voz. Está demostrado que la utilización de la hipnosis o las drogas permiten alcanzar niveles de fuerza muy superiores a las que el sujeto alcanza con una contracción máxima de tipo voluntaria (Vorobiev, 1974). Ikai et al. (1961) observaron incrementos de fuerza que van entre el 30% para deportistas y el 10% en sujetos no entrenados.

f) *La capacidad elástica y la refleja en las manifestaciones de fuerza máxima excéntrica.* Cuando el músculo trabaja de forma excéntrica es capaz de generar tensiones que llegan a ser de un 30-40 % más de la máxima isométrica (**Figura 9**). Esto se produce debido a que:

f.1) La elongación del tejido conjuntivo produce una fuerza elástica pasiva que se suma a la fuerza producida por las contracciones voluntarias.

f.2) La elongación del músculo produce la activación de los husos musculares, aumentando así la actividad de inervación que conducen a las contracciones más fuertes.

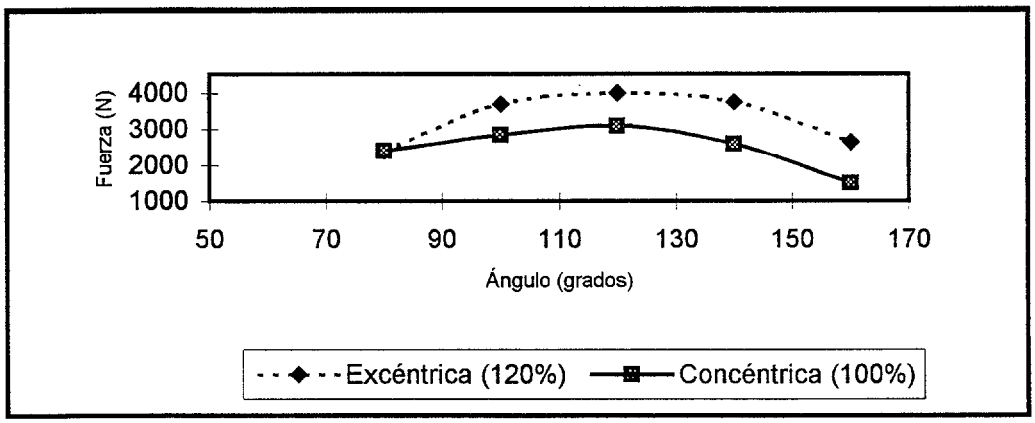


Figura 9: *Diferentes niveles de tensión producidos en diferentes ángulos de extensores de la rodilla, en una contracción concéntrica máxima y una excéntrica al 120%*

* **Fuerza Relativa**: Indica la relación de la fuerza máxima y el peso corporal, es decir, la fuerza por kilo de peso.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Este efecto suplementario del reflejo de estiramiento y la resistencia de los elementos elásticos activos y pasivos del músculo hacen que la expresión más alta de fuerza se produzca en la activación o contracción excéntrica (González Badillo et al., 1995).

No obstante, en esfuerzos máximos de carácter excéntrico los incrementos de tensión se logran básicamente a partir de las deformaciones de los componentes elásticos musculares. Investigaciones realizadas por Häkkinen et al. (1988) demuestran que la actividad eléctrica muscular no es mayor en un trabajo excéntrico respecto al de tipo concéntrico máximo. **Figura 10**

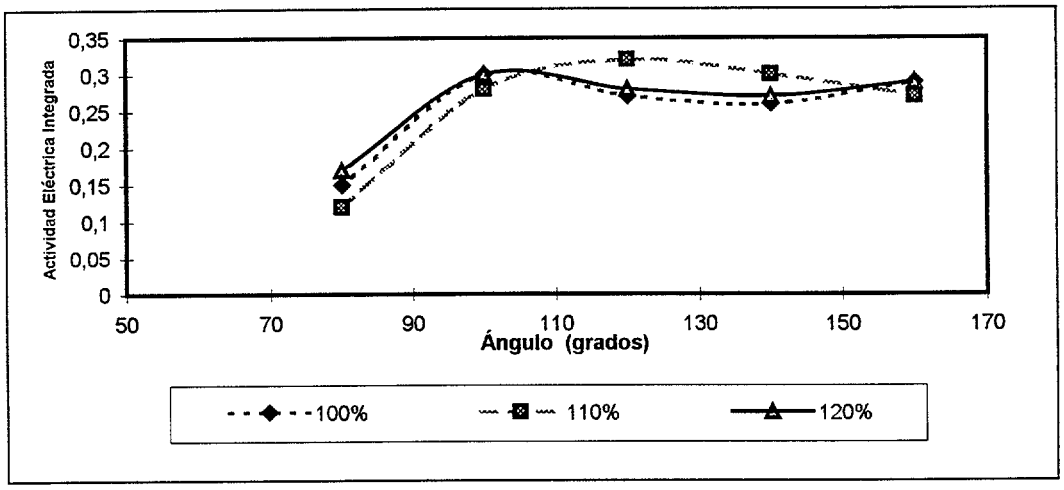


Figura 10: *Respuesta electromiográfica integrada en diferentes ángulos de extensión de la rodilla de una contracción concéntrica máxima (100%) y dos excéntricas (110-120%). Adaptado de Häkkinen et al. (1988).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.3.1.2.- Fuerza veloz:

Siguiendo con las manifestaciones activas de la fuerza, nos encontramos con la fuerza veloz, que es definida por García Manso et al (1996a) como: "*la capacidad del sistema neuromuscular de vencer una resistencia a la mayor velocidad de contracción posible*". Harre et al. (1990) la definen a esta cualidad, como "*la capacidad de un atleta de vencer resistencias externas al movimiento con una gran velocidad de contracción*".

Esta cualidad de fuerza es la que permite al deportista imprimir a una masa una alta velocidad, que en el caso concreto del salto Vélez (1991) la define como "*la fuerza que aparece por una acción de contracción lo más rápida y potente posible, partiendo desde una posición de inmovilidad de los segmentos propulsivos, por tanto se hace referencia a la Capacidad de Sincronización de la contracción de las fibras, para obtener, junto con la Capacidad Contráctil, un Reclutamiento Instantáneo*".

Este concepto de fuerza - velocidad es desestimado por diversos autores, como González-Badillo et al. (1995), reconociendo dentro de ésta forma de manifestarse la fuerza, únicamente, el concepto de fuerza - explosiva. No obstante, otros autores, como es el caso de Zaziorski (1971), la consideran como una manifestación de la fuerza velocidad, identificándola con la capacidad de obtener valores *elevados* de fuerza en un *tiempo cortísimo*. La resistencia a vencer es la que determina las diferentes manifestaciones de la fuerza - velocidad.

La fuerza y la velocidad mantienen una relación inversa manifestada de forma hiperbólica, llamada *Curva Fuerza - Velocidad*, por lo tanto, cuanto mayor sea la velocidad con la que se realiza un gesto deportivo, menor será la fuerza aplicada, es decir a mayor fuerza menor velocidad. Esta curva fuerza - velocidad, no tiene las misma características en todos los deportistas y en todas las modalidades deportivas, pues dependen de las cualidades naturales del sujeto y el tipo de entrenamiento realizado.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Un estudios realizado por Hakkinen (1989b) en los que compara la velocidad conseguida por jugadoras de Voleibol y Baloncesto al lanzar balones de 3,2 y 0,5 Kg. En todos los casos se establecen diferencias significativas en favor de las primeras, y a medida que disminuye el peso, las diferencias se acentúan. Pudiendo concluir que las jugadoras de Voleibol son, como media, más rápidas y potentes, siendo capaces de aplicar o manifestar una fuerza mayor ante cualquier situación. Lo mismo ocurre al comprobar la relación entre velocidad despegue obtenida en el salto vertical sin contramovimiento con cargas progresivas en deportistas de diferentes disciplinas en atletismo, donde se observa una mayor velocidad de impulso, durante toda la curva, cuanto más velocidad genera el atleta en su especialidad (Bosco, 1987b, 1992). La revisión de este estudio lleva a González Badillo et al. (1995) a enunciar que "*la elección de la especialidad deportiva está en estrecha relación con las condiciones propias, sobre todo de las características de fuerza y velocidad, como por la influencia del entrenamiento específico*".

Un concepto que viene relacionado con la curva fuerza - velocidad es la Potencia (Tihany, 1988), que desde el punto de vista de la mecánica queda reflejada como:

$$\text{POTENCIA} = \frac{\text{TRABAJO}}{\text{TIEMPO}} = \text{FUERZA} * \frac{\text{DISTANCIA}}{\text{TIEMPO}} = \textbf{FUERZA * VELOCIDAD}$$

En el deporte, éste debe ser uno de los objetivos del entrenamiento, teniendo en cuenta que, en gran cantidad de ocasiones, el deportista se ve obligado a desarrollar altísimos niveles de fuerza en períodos muy cortos de tiempo. Este es el caso del Voleibol, donde la expresión de fuerza se realiza contra cargas que son el peso corporal, o el del balón, desarrollándose máximas tensiones en el menor tiempo posible.

Si tenemos que, la variación de la velocidad de la fuerza, o lo que es lo mismo el gradiente de fuerza y/o la fuerza inicial (alrededor de los primeros 30 m/s, que matemáticamente se expresa, como:

$$\boxed{\mathbf{dF/dt}}$$

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

Donde, la fuerza inicial es la capacidad de aplicar fuerzas relativamente altas justo después de iniciar la contracción. Que puede calcularse aproximadamente mediante:

$$F_{30}/t_{30}$$

Este parámetro es el valor de la fuerza conseguido a los primeros 30 milisegundos de la contracción, que representa a la fuerza - velocidad.

Todo esto obliga a distinguir diferentes manifestaciones de fuerza veloz, que siguiendo la clasificación de García Manso et al. (1996a), las denominaremos:

2.3.1.2.1.- Fuerza explosivo tónica:

Hace referencia a fuerzas de desarrollo rápido contra resistencias relativamente altas, en las que el deportista genera tensiones que aparecen rápidamente y aumentan gradualmente hasta el final del recorrido (ej: arrancada en halterofilia).

2.3.1.2.1.- Fuerza explosivo balística:

Hace referencia a fuerzas de desarrollo rápido, en las que la resistencia a vencer es relativamente pequeña y el movimiento es de tipo balístico, es decir, después de desarrollada una tensión máxima (inferior a las que se produce en acciones explosivo tónicas), la tensión comienza a disminuir aunque la velocidad del movimiento siga aumentando lentamente (saltos o lanzamientos de artefactos ligeros). Si realizamos un registro electromiográfico de un grupo muscular en una acción balística, podemos observar en el tres fases: inicio del movimiento por contracción, programada e inmutable, de músculos agonistas (conducción del movimiento), la cual es seguida por una fase de inactividad de estos músculos y activación de los antagonistas (protección de la integridad de componentes que intervienen en el movimiento), finalización de la secuencia por una activación adicional de los agonistas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.3.1.2.3.- Fuerza rápida:

También llamada *"force de démarrage"*, que al igual que en las anteriores manifestaciones de la fuerza, requieren de una gran velocidad inicial y de trabajo, pero las resistencias contra las que actúa son mínimas, pero no inferiores al 20% del 1RM. (los golpeos en boxeo o el tenis).

Partiendo de los diferentes tipos de fuerza de desarrollo rápido (fuerza veloz), Verjoshanski distingue cuatro factores determinantes de la fuerza veloz:

a) *La fuerza máxima.*

b) *La fuerza inicial.*

c) *La fuerza de aceleración muscular.*

d) *La velocidad máxima de movimiento.*

Por tanto, hay que tener en cuenta que todos los factores que determinan la fuerza máxima, serán a su vez determinantes de la fuerza veloz, pero además tendremos que considerar:

a) *La capacidad de movilización rápida de unidades motrices*: Frecuencia de estimulación y reclutamiento rápido de fibras.

b) *El predominio de FT*: Cantidad de fibras de contracción rápida (FT o Tipo II).

c) *Incremento de la relación sección transversal FT/sección transversal ST*: Nivel de hipertrofia de las fibras FT o Tipo II.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.3.1.3.- Fuerza resistencia.

Es la capacidad de mantener una fuerza a un nivel constante durante el tiempo que dure una actividad deportiva. Más específicamente, Matveiev (1982) la define como "*la capacidad de resistir el agotamiento, provocado por los componentes de fuerza de la sobrecarga en la modalidad deportiva elegida*". Ehlenz (1990) la define como "*la capacidad de resistir contra el cansancio durante cargas de larga duración o repetitivas en un trabajo muscular estático o dinámico*". Estas definiciones se pueden demostrar observando la pérdida de fuerza que se produce en 10 sujetos al realizar 20 contracciones isométricas máximas de ½ sentadilla realizadas con una recuperación de un minuto (1') de un culturista (García Manso, 1994). **Figura 11.**

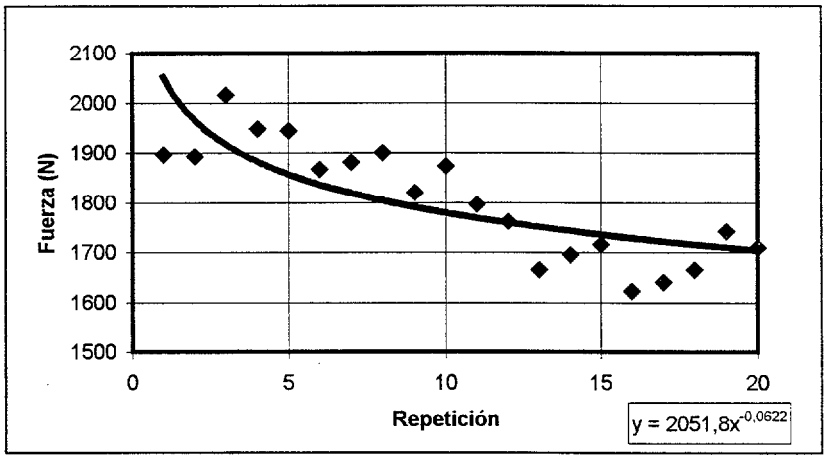


Figura 11: *Pérdida de fuerza que se produce en 10 sujetos que realizan 20 contracciones isométricas máximas de ½ sentadilla realizadas con una recuperación de 1' de un culturista. (Gª-Manso, 1994).*

Harre et al. (1988) hablan de dos manifestaciones de la fuerza - resistencia:

a) *Resistencia absoluta a la fuerza:* Corresponde al valor medio absoluto del desarrollo repetido de fuerza realizada

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

b) *Resistencia relativa a la fuerza:* Representa la capacidad del atleta a oponerse a la fatiga, y se refiere a la diferencia entre el máximo rendimiento posible de fuerza, sin disminución debida a la fatiga, y el valor medio de fuerza desarrollada en la ejecución del esfuerzo

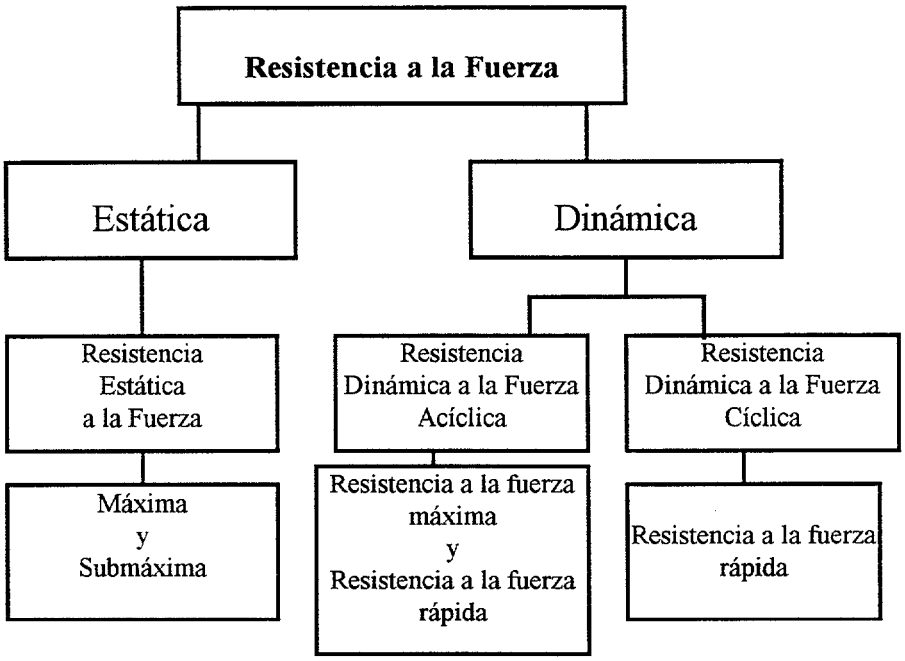


Figura 12: *Clasificación de la fuerza resistencia (Harre et al., 1988).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Reiβ (1991) define la resistencia a la fuerza como "*la capacidad condicional compleja que consiste en la facultad de resistir a la fatiga de cargas de entrenamiento y/o de competición que tienen elevados requerimientos de fuerza*". A nivel práctico distingue entre:

a) *El entrenamiento de la resistencia general de la fuerza:* Es un entrenamiento inespecífico o semiespecífico, con el método de cargas prolongado, el método interválico, o el método de repeticiones, contra resistencias similares a las que se encuentran en competición, con elevado número de repeticiones y que implican a una gran cantidad de músculos o grupos musculares.

b) *El entrenamiento de resistencia específica de competición:* Es un entrenamiento específico desarrollado según el método interválico, o el método de repeticiones, con impulsos de fuerza en cada ciclo del movimiento superior a los impulsos medios de fuerza utilizados en competición, número elevado de repeticiones y requerimientos específicos de técnica.

La realidad deportiva a la que nos tenemos que afrontar nos demuestra que es necesario plantearnos diferentes manifestaciones de la fuerza resistencia. Cada manifestación de fuerza tendrá su homóloga en resistencia englobando de esta manera los aspectos espaciales y temporales de cada tipo de contracción muscular específica de las diferentes modalidades deportivas. De ésta forma, García Manso et al. (1996a) distingue los distintos tipos de resistencia de la fuerza:.

2.3.1.3.1.- Resistencia a la fuerza máxima.

- Estática.

- Dinámica.

2.3.1.3.2.- Resistencia a la fuerza veloz.

- Cíclica.

- Acíclica.

2.3.1.3.3.- Resistencia a la fuerza reactiva.

- Cíclica.

- Acíclica.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La práctica deportiva también nos demuestra que esta manifestación de la fuerza tiene una doble dependencia. Por un lado estarán los factores que determinen la fuerza específica a que hagamos referencia, y por otro lado, la fuente energética que predomine en cada caso.

En cargas inferiores al 20% de la fuerza máxima (FM) domina la resistencia como factor decisivo de rendimiento, y si son superiores al 20% predomina la fuerza. Cuando las cargas superan el 50% de la FM, la fuente energética será casi exclusivamente anaeróbica, puesto que ya con cargas del 40% se produce un cierre de las vasos sanguíneos a causa de la elevada tensión muscular, lo que significa la supresión de la captación de oxígeno y substratos.

2.3.2.- MANIFESTACIÓN REACTIVA DE LA FUERZA.

Es la capacidad de fuerza que realiza un músculo como reacción a una fuerza externa que modifica o altera su propia estructura. Se caracteriza por producirse tras un *ciclo de estiramiento - acortamiento (cea)*. Verjochanski (1979) la entendía como una dimensión relativamente independiente del comportamiento clásico de fuerza, desarrollando el concepto de "habilidad reactiva" del músculo en determinadas condiciones de contracción muscular, que Vélez (1991) nos explica "*en la realización de un salto vertical, desde parado, que exige una rápida semiflexión de las piernas, seguida por una igualmente rápida inversión del movimiento producida por la extensión de las piernas. En la fase de semiflexión, el músculo genera las fuerzas de resistencia que se oponen a la flexión completa, provocada por la energía cinética desarrollada en el rápido descenso (ciclo de estiramiento). La extensión provocada por el acortamiento del músculo (ciclo de acortamiento) es consiguiente a las tensiones internas creadas en la fase de estiramiento*". Que dependiendo del tipo de contracción, Schmidtbleicher (1985) nos lo divide en ciclos de estiramiento - acortamiento rápidos o lentos.

Esta manera de manifestarse la fuerza es muy corriente en el deporte moderno, y obliga a los deportistas a soportar grandes tensiones en acciones de estas características. Atendiendo a la forma en que se produce el ciclo estiramiento - acortamiento, podemos distinguir dos formas diferentes de manifestación de la fuerza reactiva (Vittori, 1990):

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.3.2..1.- *Fuerza elástico - explosiva.*

2.3.2.2.- *Fuerza refleja - elástico - explosiva.*

Aunque desde un punto de vista metodológico hacemos distinción entre ambas formas de desarrollar tensión por medio de una contracción muscular, nunca se manifiestan separadas dentro de la práctica deportiva.

2.3.2.1.- Fuerza elástico - explosiva:

Tiene lugar cuando la fase excéntrica no se ejecuta a alta velocidad, sino que se tiene más tiempo para lograr mayores niveles de fuerza (Bührle, 1985). Durante la acción de frenado se estira fuertemente la musculatura agonista del movimiento, la cual previamente ya se ha contraído, actuando como muelles elásticos que transferirán la energía acumulada a la fase positiva del movimiento. En esta acción, el sistema músculo tendinoso almacena la energía cinética generada en la amortiguación (especialmente en tendones y en la cabeza de la miosina), en forma de *energía elástica*, para después liberarla en la fase concéntrica, como energía mecánica, siempre que el período de tiempo que transcurre entre las fases de alargamiento - acortamiento (excéntrica - concéntrica), denominado *tiempo de acoplamiento*, no sea demasiado largo.

En el caso particular de un salto vertical, el realizar un ciclo de estiramiento - acortamiento, previo al salto, hace que se añada el efecto de la <u>*Capacidad Elástica*</u> a la Capacidad Contráctil y de Sincronización, del Reclutamiento Instantáneo, para conseguir una altura mayor (Vittori, 1990; Vélez, 1991).

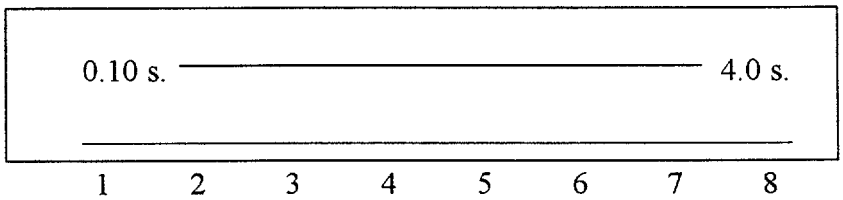
© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En el caso de que el tiempo de acoplamiento sea muy largo la energía elástica se dispersa en forma de calor. Wilson (1990) y Wilson et al. (1991) dieron los siguientes valores aproximativos entre el tanto por ciento en que la fuerza acumulada se disipa y la duración del período de acoplamiento: **Figura 13**

DURACIÓN	% PÉRDIDA
0.35 seg.	25 %
0.9 seg.	52 %
1.0 seg.	55 %
1.5 seg.	70 %
2.0 seg.	80 %
4.0 seg.	100 %

Figura 13: *Relaciones entre la duración del tiempo de acoplamiento y la pérdida de energía elástica.* Wilson (1990) y Wilson et al. (1991)

En una recopilación de los ejercicios que se suelen utilizar en función de la duración de la acción, King (1993) nos enuncia los siguientes, tanto para los miembros superiores como para los inferiores:



Rodilla y cadera:

1. Carreras de velocidad.
2. Saltos.
3. Saltos en profundidad ligeros.
4. Saltos en profundidad intensos.
5. Squat salto con cargas.
6. Squat salto sin parada.
7. Squat salto con cortas paradas en flexión (2"-4").
8. Squat salto con largas paradas en flexión (2"-4").

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Hombro y codo:

1. Pases de pecho con balón medicinal.
2. Flexión - extensión de brazos en suelo con despegue.
3. Drops con balones medicinales.
4. Pectoral en máquina con despegue al final de la fase concéntrica.
5. Pectoral explosivo con carga ligera.
6. Pectoral con carga elevada.
7. Pectoral con pausa corta (1"-2") al final de fase excéntrica.
8. Pectoral con pausa larga (2"-4") al final de la fase excéntrica.

Esto es así debido a que tanto las fibras lentas como las rápidas son capaces de reutilizar energía elástica en función de la velocidad y amplitud de los movimientos ejecutados (King, 1993). Por tanto, son las FT las que más participarían en los movimientos veloces y poco amplios, mientras que las ST parecen retener mejor el potencial elástico durante los movimientos lentos y amplios. En las FT la formación y ruptura de los puentes de actomiosina es muy rápido, por lo que en el caso de que el tiempo de acoplamiento sea muy largo, una parte de los puentes formados durante el estiramiento se perderán y parte de su potencial elástico. Por el contrario, en las ST los puentes de actomiosina tienen una duración mayor, lo que permitiría la reutilización de la energía elástica con tiempos de acoplamiento prolongados. Bosco et al. (1982c) sugieren que las personas con un alto porcentaje de FT en sus piernas presentan un elevado índice pliométrico (capacidad de salto) cuando la fase excéntrica es rápida, el rango de movimiento es corto y la fase de acoplamiento es breve. Por contra, las personas con un alto porcentaje de ST desarrollan mejores saltos cuando la fase excéntrica es lenta, el rango de movimiento es grande y el tiempo de acoplamiento es largo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.3.2.2.- Fuerza reflejo - elástico - explosiva:

Tiene lugar cuando el alargamiento previo a la contracción muscular es de amplitud limitada y su velocidad de ejecución es muy elevada. Estas acciones favorecen el reclutamiento, por estimulación del *reflejo de estiramiento o miotático* (Bosco et al., 1982a), de un mayor número de unidades motrices que permiten el desarrollo de una gran tensión en un corto período de tiempo.

Por tanto, durante la ejecución de un salto, hay que añadir la *Capacidad Refleja* (Reflejo de Estiramiento o Miotático) a las Capacidades Elástica, Contráctil y de Sincronización (Vittori, 1990; Vélez, 1991), para obtener la máxima Capacidad de salto.

VARIABLE	*FORMA*	*CONTRIBUCIÓN C.E.A.*
FASE EXCÉNTRICA	*LENTA*	*BAJA*
	RÁPIDA	*ALTA*
FASE ACOPLAMIENTO	*LARGA*	*BAJA*
	CORTA	*ALTA*
FASE CONCÉNTRICA	*LENTA*	*BAJA*
	RÁPIDA	*ALTA*
CARGA EXTERNA	*ALTA*	*BAJA*
	BAJA	*ALTA*
MANIFESTACIÓN FUERZA	*MÁXIMA*	*BAJA*
	VELOCIDAD	*ALTA*
ACCIÓN DE BRAZOS	*INCREMENTA (21%)*	

Figura 14. *Variables que afectan a la producción de fuerza en un ciclo estiramiento - acortamiento (cea) en función de su forma de ejecución (García Manso et al., 1996a)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

BIBLIOTECA GENERAL

CARACTERÍSTICAS DE LA FUERZA DE RÁPIDO DESARROLLO EN LA CAPACIDAD DE SALTO

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La fuerza - velocidad es la que determinará la velocidad vertical de un salto, ya sea mediante la realización de un ciclo de estiramiento - acortamiento, como con un desplazamiento previo, carrera de aproximación.

Estas fuerzas dependen, en gran medida, del tiempo de aplicación, ya que la habilidad del salto viene determinada por las cualidades que el sujeto tiene de transformar energía cinética en energía potencial en un breve periodo de tiempo, mecanismo que compromete a las estructuras contráctiles del músculo, la elasticidad muscular y reflejos miotáticos o de estiramiento. Por tanto, las fuerzas que logra ejercer un deportista durante la ejecución de un salto, tienen la característica de ser fuerzas de desarrollo rápido, es decir, elevadas tensiones musculares que se consiguen en muy breve espacio de tiempo. Debido a esto, las fuerzas que se manifiestan durante una contracción muscular, y por tanto, de un salto, dependen de:

- ***La velocidad de contracción (Curva fuerza - velocidad).***

- ***El tiempo de duración de la contracción muscular (Curva fuerza - tiempo).***

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.4.1.- VELOCIDAD DE CONTRACCIÓN (CURVA FUERZA - VELOCIDAD).

El nivel de tensión que es capaz de generar un músculo está íntimamente relacionado con la velocidad con que esta se produce, de forma que cuanto mayor sea la velocidad con la que se realiza un gesto deportivo, menor será la fuerza aplicada, es decir, a mayor fuerza menor velocidad. Esta característica nos revela que la relación fuerza - velocidad no es lineal sino que sigue una curva hiperbólica, la cual viene determinada matemáticamente por la ecuación de Hill (1938).

$$\boxed{(F + a)\,(V + b) = b\,(Fo + a)}$$

Donde: F es la fuerza; Fo la fuerza máxima isométrica a longitud óptima de trabajo; V es la velocidad instantánea de acortamiento; a: constante de fuerza que en la mayoría de los músculos es de un cuarto (1/4) de Fo; b: constante de velocidad.

De la fórmula se desprende que con mayor carga se disminuye la velocidad de acortamiento, siendo la velocidad igual a 0 cuando la carga es máxima. Por el contrario, cuando la velocidad de trabajo es máxima la resistencia es mínima.

Los primeros diagramas de fuerza - velocidad determinados directamente en humanos fueron realizados por Dern (1947), los cuales confirman la hipérbole que propone Hill. No obstante, la determinación de esta hipérbole resulta compleja de calcular en el músculo en vivo, ya que no se pueden amortiguar el efecto de numerosos parámetros que afectan a la complejidad del movimiento humano. En cualquier caso, la ecuación propuesta por Hill permite determinar con bastante fiabilidad los valores intermedios de la relación entre la fuerza y la velocidad, pero no permite ajustarse estrechamente a los valores extremos de la misma.

No debemos confundir lo anteriormente descrito con el concepto de potencia. Multiplicando la fuerza ejercida durante una contracción por la velocidad con que se acorta, obtendremos la potencia en ese instante de la contracción. Por tanto, existe una curva de potencia dependiente de la curva fuerza - velocidad. **Figura 14**

De forma teórica, el músculo desarrolla la máxima potencia cuando la velocidad de acortamiento es de 1/3 de la máxima velocidad de acortamiento y ésta se aplica contra una resistencia de 1/3 de la fuerza máxima. Pero esta afirmación teórica, puramente matemática, no coincide con los valores de fuerza y velocidad en los cuales el músculo obtiene el *máximo rendimiento mecánico,* o también llamado, por otros autores, *umbral de rendimiento muscular*. En este caso corresponde a los valores de 1/2 de la máxima fuerza isométrica y 1/5 de la velocidad máxima (Cavagna, 1988).

También está demostrado que existe una relación significativa entre el porcentaje de fibra rápida y el desarrollo de potencia mecánica, de forma que, según Tihany (1989), "*si en un músculo la proporción del número y de las áreas entre las fibras rápidas y lentas es del 50%, la tensión muscular se creará en igual proporción por los dos tipos de fibras, Pero, si la proporción entre las áreas (área FT/área ST) es de 1/5, las fibras rápidas crearán el 66% de la tensión global*". Esto provoca, que con el simple aumento de la superficie de las fibras rápidas también aumente la velocidad de expresión de la fuerza.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Estas consideraciones nos hacen pensar que el mayor pico de potencia no se consigue ni a la máxima velocidad de contracción ante resistencias ligeras, ni ante grandes resistencias a baja velocidad, sino cuando realizamos el movimiento tanto con cargas como con velocidades intermedias (Tihany, 1989), distinguiendo tres grandes zonas **Figura 14**:

- Zona de utilización de máxima o gran fuerza y mínima o poca velocidad de movimiento. La potencia desarrollada es media o baja.

- Zona en la que se consigue una gran velocidad pero ante resistencias pequeñas. La potencia también será media o baja.

- Una zona en la que la fuerza aplicada y la velocidad presentan valores intermedios. La potencia alcanza sus máximos niveles.

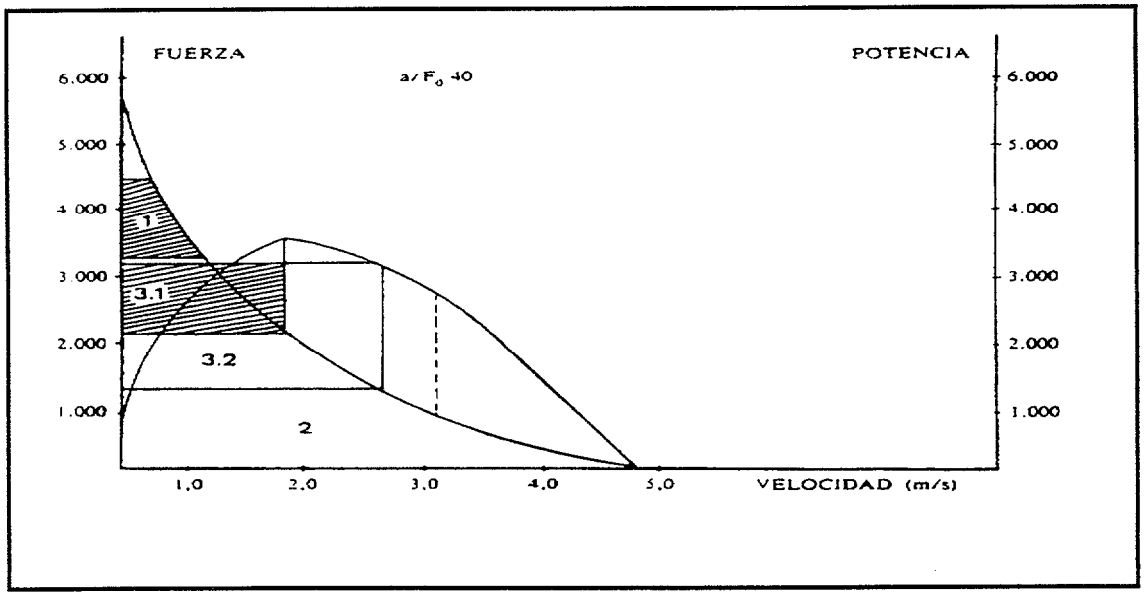


Figura 14: *Curva fuerza - velocidad y de potencia (Tihany, 1989)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Debido a esto tenemos que encontrar una *fuerza óptima* para cada contracción con la que se pretende alcanzar la máxima potencia. La cual, viene determinada por una ecuación en la que, a partir de la propuesta de Hill, se sustituye el valor de la fuerza (P) por el de fuerza - óptima (P_{opt}) (Josephson, 1993):

$$P_{opt} = (a^2 + a \cdot Po)^{1/2} - a$$

Al aplicar esta formula, a los distintos tipos de contracción muscular, Tihany (1989), nos dice que "*la magnitud de la expresión de fuerza concéntrica realizadas con cargas de entre el 30 y el 40% de la fuerza máxima isométrica, corresponden aproximadamente al 60 - 70% de la fuerza concéntrica*". En las contracciones excéntricas (tensiones con alargamiento muscular) se pueden llegar a generar niveles de fuerza superiores (30 %-50%) a la fuerza isométrica (Tihany, 1989). Mientras que las contracciones sólo concéntricas y las que con llevan un ciclo estiramiento - acortamiento (excéntricas - concéntricas), se diferencian una de las otras por la intervención de los parámetros elásticos (Bosco et al., 1982b; Tihany, 1989).

Figura 15.

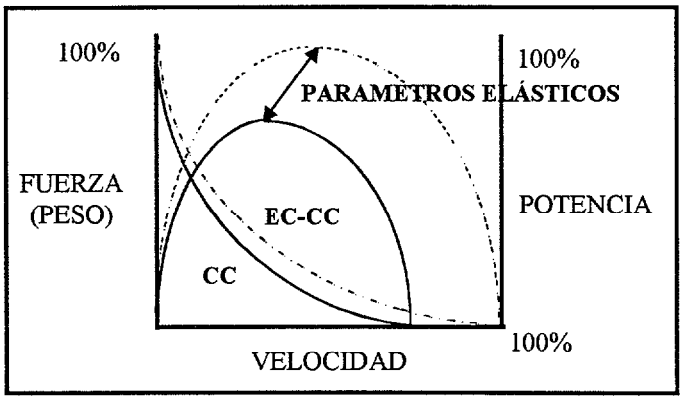


Figura 15. *Curva fuerza - velocidad y potencia. Contracciones concéntricas (CC) y excéntrica - concéntrica (EC-CC). (Adaptado de Tihany, 1989).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El comportamiento de la curva fuerza - velocidad viene condicionada por las características de las fibras que componen el músculo estudiado. Burke et al. (1973) demuestran este comportamiento estudiando el músculo gastrocnemio del gato. En este trabajo se demuestra que la contribución potencial en las acciones de máxima velocidad la asumen las fibras altamente glucolítica (FG o FTb) y las fibras oxidativas-glucolíticas (FOG o FTa), mientras que las fibras oxidativas (ST o SO) sólo participan en contracciones de hasta el 40 % de la máxima fuerza. **Figura 16.**

Todo esto es de especial importancia a la hora de determinar las velocidades con que se deben ejecutar las cargas de entrenamiento con el fin de conseguir las adaptaciones específicas en los tipos de fibras que se precisen. Pues el principio fundamental de un entrenamiento de la fuerza dirigida hacia una prestación específica, es que los jugadores deben de mover las cargas a la máxima velocidad posible. Esto nos hace pensar que los valores concretos de fuerza y velocidad a los que se alcanza el máximo rendimiento mecánico o umbral de rendimiento muscular no son los mismos para todos los sujetos y especialidades deportivas (Hakkinen et al., 1989; Bosco et al, 1987b; Bosco, 1992).

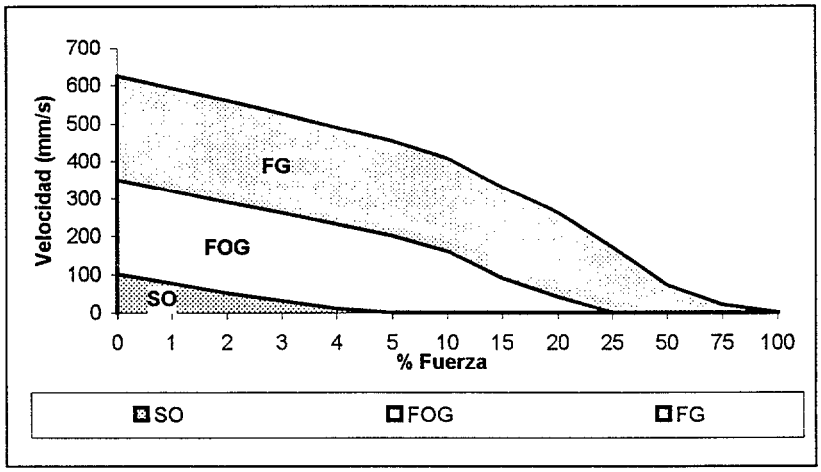


Figura 16: *Participación de los diferentes tipos de fibras, las fibras altamente glucolítica (FG o FTb), las fibras oxidativas-glucolíticas (FOG o FTa) y las fibras oxidativas (ST o SO), en la relación fuerza - velocidad en el músculo gastrocnemio del gato. Adaptado por García Manso et al (1996a) de Burke et al. (1973).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por tanto, a la hora de elaborar un programa de entrenamiento de fuerza, el conocimiento de la curva fuerza - velocidad y la de potencia son muy importantes, pues no podemos olvidar que la velocidad con que se realicen las contracciones musculares necesarias para mover las cargas empleadas en un trabajo de fuerza, son las que provocarán una adaptación concreta en los grupos musculares que intervienen.

En este sentido, las investigaciones son por regla general concluyentes. La mayoría de los trabajos (Coyle et al., 1980; Kanehisa et al., 1983; Sale et al., 1981; Poliquin, 1990) se inclinan por la opinión de que las mejoras de fuerza siempre se consiguen cuando el trabajo realizado se asemeja, en cuanto a su velocidad de ejecución, a los de las contracciones requeridas durante la práctica deportiva, cumpliéndose de esta manera el principio de especificidad. Así, el trabajo de fuerza realizado a baja velocidad, conllevará a mejoras en esfuerzos realizados mediante contracciones musculares lentas, y viceversa.

Sólo en algunas ocasiones, los resultados no se ajustan literalmente a lo anteriormente señalado (Moffroid et al., 1970; Adeyanju et al., 1983; Mastrapaolo et al., 1991). Estos trabajos afirman que el entrenamiento de fuerza realizado a baja velocidad y contra elevadas resistencias produce altos incrementos de fuerza cuando esta se genera a bajas velocidades, pero cuando el entrenamiento se realiza a altas velocidades y contra bajas resistencias producen mejoras de la fuerza a todas las velocidades de contracción.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.4.2.- TIEMPO DE DURACIÓN DE LA CONTRACCIÓN MUSCULAR (CURVA FUERZA - TIEMPO).

Otro aspecto relacionado con la fuerza - velocidad, y que debe ser tratado en este apartado, es conocer el tiempo que cada sujeto necesita para alcanzar diferentes niveles de fuerza. No es suficiente, en la mayoría de los deportes, conseguir altos niveles de fuerza absoluta, sino lograr obtenerlos en muy corto espacio de tiempo. Así un saltador de altura sólo dispone de 150 - 200 milisegundos para lograr el máximo impulso posible, por lo que el desarrollo lento de la fuerza resultaría ineficaz en este tipo de acciones deportivas. Este aspecto queda perfectamente reflejado y explicado mediante la curva fuerza - tiempo (**Figura 17**).

Dentro de la curva fuerza - tiempo González Badillo et al. (1995) distinguen tres fases:

- *Fuerza inicial*: Se entiende como la habilidad para manifestar fuerza en el inicio de la tensión o contracción muscular.

- *Fuerza explosiva*: Es la zona en la que se establece una mejor relación entre el incremento de la fuerza aplicada y el tiempo empleado para ello.

- *Fuerza máxima expresada*: Representa la fuerza máxima isométrica, si la resistencia es insuperable, o la máxima dinámica, si existe desplazamiento del punto de aplicación de la fuerza.

Schmidtbleicher (1992) nos demuestra cómo los niveles máximos de fuerza desarrollados durante una contracción dependerán de la resistencia a vencer, siendo mayor cuando más se aproxima a los niveles más altos que el sujeto es capaz de . La diferencia de fuerza desarrollada contra dos resistencias diferentes es lo que denominaremos en esta ocasión **déficit de fuerza**. Cuanto menor es la diferencia mayor es la capacidad de activación neuromuscular voluntaria, siendo éste un objetivo prioritario en el entrenamiento de la fuerza de rápido desarrollo. (Verjochanski, 1986).

Los jugadores de Voleibol deben realizar acciones explosivas contra cargas pequeñas (balón de juego) o su peso corporal (salto), de forma que el entrenamiento debe ir orientado a la reducción del déficit de fuerza en el movimiento específico. En este sentido, Hallman y Hettinger (1976) estudiaron las posibilidades de reserva de un deportista, proponiendo la siguiente clasificación:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- *La reserva utilizada en el movimiento automático (15%).*

- *La reserva fisiológica (20%).*

- *La reserva especial, debida a situaciones caracterizadas por una actividad que presenta una intensidad y duración elevada (35%).*

- *La reserva de protección automática (30%).*

Debido a los datos anteriores, los autores, nos dicen que los deportistas de alto nivel consiguen utilizar adecuadamente las reservas especial y fisiológica, mediante la correcta orientación del entrenamiento hacia el déficit de fuerza. Esta cualidad es lo que diferencia a los deportistas de élite de los menos entrenados o sedentarios.

A la hora de analizar la forma en que un músculo es capaz de generar tensión durante una contracción muscular, es preciso estudiar como se desarrolla la curva fuerza - tiempo, es decir, la tensión que se genera a lo largo de cada momento que dura la contracción muscular. De manera que, según nos dice Tihany (1989), "*la velocidad de crecimiento de la curva depende de las características elásticas del SEC I* y de la activación de unidades motoras rápidas o lentas durante la contracción*", es decir, por la capacidad contractil de las fibras musculares y de la sincronización de unidades motoras. Que, por tanto, como son modificables mediante el proceso de entrenamiento, la especificidad de los deportistas queda claramente reflejada en la curva fuerza - tiempo, hasta el punto que dos sujetos pueden tener la misma fuerza máxima relativa, y sin embargo un nivel máximo de fuerza (pico de fuerza) diferente (Komi, 1984; Hakkinen et al, 1985a,; 1885b; Verkhoshansky, 1986; MacDougall et al., 1991; Zatsiorsky, 1995).

* SEC I: Elementos considerados elásticos: Los ligamentos, los tendones, las lineas Z y las otras estructuras relacionadas con el tejido conectivo y la sustancia colagena (Hill, 1950)

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El comportamiento de la gráfica fuerza - tiempo varía en función de la modalidad de contracción sobre la que se determine, tal y como queda reflejado en la **Figura 17**.

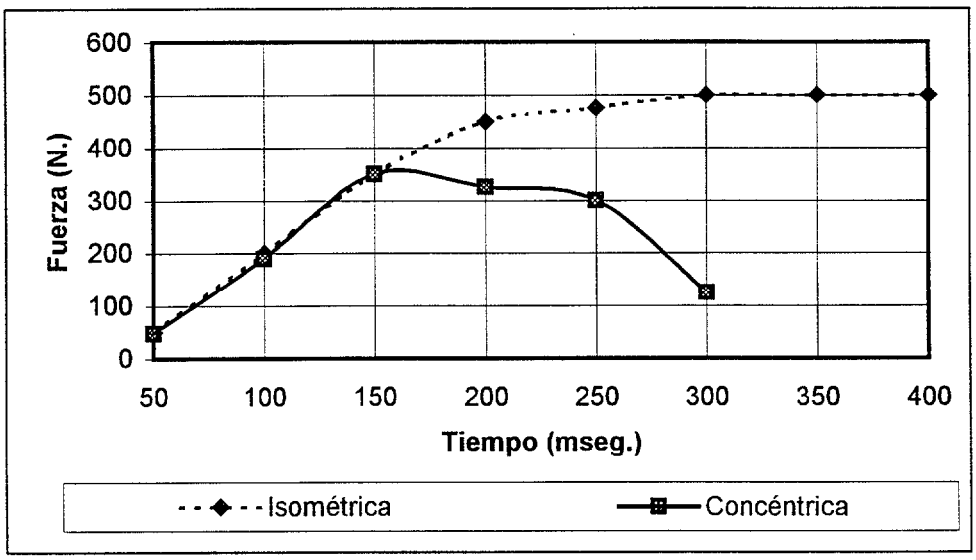


Figura 17: *Curvas fuerza - tiempo en una contracción isométrica y una contracción concéntrica, donde la Fuerza está representada en Newton (N) y el tiempo en milisegundos (mseg.).*

Los mayores niveles de fuerza activa se logran en contracciones isométricas, aunque para alcanzar los valores máximos es necesario realizar una contracción prolongada de ese músculo, con duraciones que para mayor seguridad pueden llegar a los 5 segundos. Tiempo muy superior al que se necesita para la realización de batida en un salto.

Como ya hemos comentado, en los deportes de fuerza - velocidad, como el Voleibol, lo importante no son los valores máximos de fuerza, sino que lo realmente interesante es alcanzar altos niveles de fuerza en el tiempo óptimo de ejecución de cada técnica deportiva. Para estas modalidades deportivas son más eficaces aquellos deportistas que con la misma base de fuerza máxima, presentan al inicio de la contracción mayores gradientes de fuerza ($\Delta F/\Delta t$).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Esto queda reflejado en el estudio de Hakkinen et al. (1989) donde se representa la fuerza máxima y el tiempo necesario para conseguir un fuerza de tipo submáximo en tres grupos de deportistas de diferentes especialidades. Los deportistas de fuerza alcanzarían una fuerza mayor si el tiempo de aplicación fuera largo, pero tardan más tiempo en alcanzar una fuerza más pequeña. Los de resistencia siempre se encontrarán por debajo de los demás. Los de velocidad son capaces de manifestar más fuerza en menos tiempo, aunque finalmente desarrollen un nivel menor de fuerza. **Figura 18.**

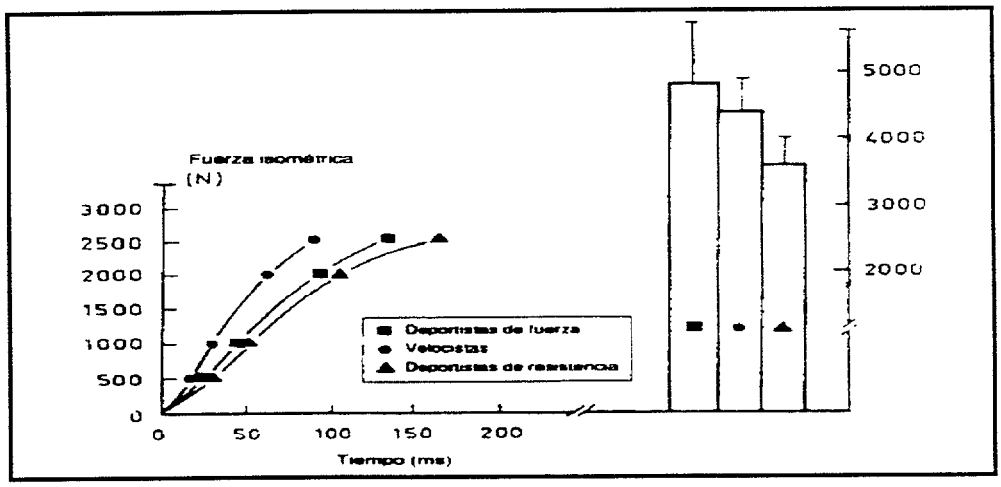


Figura 18: *Comparación de los niveles de fuerza alcanzados por deportistas de diferentes especialidades (Hakkinen, 1989 cfr. Hakkinen, 1991)*

Esto es así, debido a que la capacidad de producir mayor fuerza en menor tiempo está en relación con la frecuencia de impulso que reciben las fibras musculares, siendo las fibras rápidas las que tienen un menor tiempo de contracción, respecto a las lentas, de forma que consiguen la máxima tensión más rápidamente (Tihany, 1989). Esta afirmación es demostrada por Bosco et al. (1979), el cual hizo que una muestra de sujetos realizaran un salto sin contramovimiento (SJ) sobre un plataforma, con el objeto de estudiar la evolución de la producción de fuerza durante la ejecución del test de salto vertical en estudiantes de educación física que presentan distintos porcentajes de fibras rápidas en el músculo vasto externo del cuadriceps. Concluyendo que los sujetos con un porcentaje mayor de fibras rápidas consiguen un perfil de manifestación de fuerza más eficaz, es decir, un nivel máximo de fuerza en menor tiempo. **Figura 19**.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

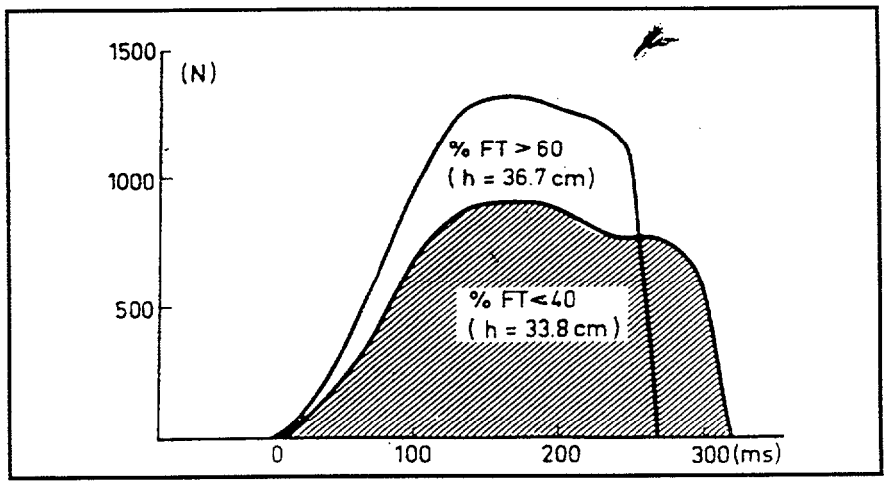


Figura 19: *Relación fuerza - tiempo registrada en una plataforma de fuerza durante el salto vertical sin contra movimiento previo (SJ) en dos grupos de porcentajes de fibras diferentes (Bosco et al., 1979)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

FACTORES DETERMINANTES DE LA FUERZA DE RÁPIDO DESARROLLO EN LA CAPACIDAD DE SALTO

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Son muchos los aspectos que permiten desarrollar elevadas tensiones musculares para oponernos a una resistencia, ya sea interna o externa. Sin embargo, si disponemos de un breve espacio de tiempo para realizar dicha contracción muscular, los factores que toman mayor protagonismo son los responsables de alcanzar niveles de tensión a altas velocidades de ejecución. Por tanto, si analizamos el siguiente cuadro, se observa que de los distintos factores enunciados, sólo algunos son determinantes a la hora de generar fuerzas de rápido desarrollo.

BIOLÓGICOS

ESTRUCTURALES:

AUMENTO DEL TAMAÑO DE:
- LAS FIBRAS.
- MIOFIBRILLAS.

AUMENTO DEL NÚMERO DE:
- MIOFIBRILLAS.
- CAPILARES.
- SARCÓMEROS EN SERIE.
- FIBRAS (¿HIPERPLASIA?).

ENGROSAMIENTO DEL TEJIDO CONECTIVO.

NEUROMUSCULARES

COORDINACIÓN INTRAMUSCULAR:
- RECLUTAMIENTO DE UNIDADES MOTORAS.
- SINCRONIZACIÓN DE UNIDADES MOTORAS.

COORDINCIÓN INTERMUSCULAR.

FUERZA REACTIVA:
- ACCIÓN REFLEJA

ENERGÉTICOS

COSTE DE ENERGÍA.

HORMONALES:

RESPUESTA HORMONAL.

MECÁNICOS:

LONGITUD DEL MÚSCULO.
VELOCIDAD DE CONTRACCIÓN.
CAPACIDAD ELÁSTICA:
- DUREZA O RIGIDEZ MUSCULAR (STIFFNESS)..
- CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES ELÁSTICOS..

FUNCIONALES:

TIPOS DE CONTRACCIÓN MUSCULAR..

SEXUALES:

DIFERENCIAS CORPORALES.
DIFERENCIAS BIOLÓGICAS.

Figura 20: *Factores que determinan la fuerza.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De todos los factores enunciados en la figura anterior, destacaremos los que toman una principal importancia en la manifestación de la capacidad de salto, como gesto técnico que se ha de desarrollar a alta velocidad:

BIOLÓGICOS:

ESTRUCTURALES:

AUMENTO DEL NÚMERO DE:
- SARCÓMEROS EN SERIE.

NEUROMUSCULARES

COORDINCIÓN INTERMUSCULAR.
FUERZA REACTIVA:
- ACCIÓN REFLEJA

MECÁNICOS:

LONGITUD DEL MÚSCULO.
VELOCIDAD DE CONTRACCIÓN.
CAPACIDAD ELÁSTICA:
- DUREZA O RIGIDEZ MUSCULAR (STIFFNESS)..
- CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES ELÁSTICOS..

ENTRENAMIENTO:

CON CARGAS ELEVADAS.:
- MÉTODO CONCÉNTRICO.
- MÉTODO ESCÉNTRICO - CONCÉNTRICO.

CON CARGAS MEDIAS Y BAJAS DE ALTA INTENSIDAD:
- FUERZA ESPECIAL O TÉCNICA.
- PLIOMETRÍA.
- CONTRASTE.

Figura 21: *Factores determinantes de la fuerza de rápido desarrollo en la capacidad de salto.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por tanto, podemos estructurar los factores determinantes de la fuerza de rápido desarrollo en la capacidad de salto de la siguiente forma:

2.5.1.- FACTORES ESTRUCTURALES:

2.5.1.1.- Aumento del número de sarcómeros en serie.

2.5.2.- FACTORES NEUROMUSCULARES:

2.5.2.1.- La coordinación intermuscular. La fuerza reactiva (acción refleja).

2.5.3.- FACTORES MECÁNICOS:

2.5.3.1.- Capacidad elástica:

2.5.3.3.1.- La dureza o rigidez muscular (stiffness).

a).- La preactivación.

b).- La inervación refleja.

2.5.3.3.2.- Las características de los componentes elásticos.

a).- La viscoelasticidad.

b).- La Histéresis.

c).- Elementos elásticos amortiguados y no amortiguados.

2.5.3.2.- Longitud del músculo.

2.5.3.3.- Velocidad de contracción.

2.5.4.- ENTRENAMIENTO ESPECÍFICO:

2.5.4.1.- Entrenamiento con cargas elevadas:

2.5.4.1.1.- Método concéntrico.

2.5.4.1.2.- Método excéntrico – concéntrico.

2.5.4.2.- Entrenamiento con cargas medias y bajas de alta intensidad:

2.5.4.2.1.- Fuerza especial o técnica.

2.5.4.2.2.- Pliometría.

2.5.4.2.3.- Contraste.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.5.1.- FACTORES ESTRUCTURALES.

2.5.1.1.- Aumento del número de sarcómeros en serie:

Uno de los objetivos del entrenamiento de fuerza, es aumentar el nivel de tensión muscular, hecho que sólo se puede producir si se aumenta el número de *puentes cruzados* (enlaces de actina y miosina), y más concretamente la cantidad de actina y miosina que intervienen en el proceso de contracción muscular. Ya que éste es limitado, sólo se podría conseguir incrementar las posibilidades de tensión, aumentando el número de sarcómeros, ya sea de forma transversal (paralelo) o en serie.

El aumento del número de sarcómeros en paralelo se define como *hipertrofia*. Esta puede ser conseguida por cualquier tipo de contracción, provocando un aumento de la sección transversal de las fibras que crean una tensión de la magnitud necesaria (Tihany, 1989). Todos los tipos de fibras son capaces de aumentar su grosor, pero lo realizan de forma diferente. Es debido a esto, por lo que en el entrenamiento enfocado al aumento de la masa muscular (culturistas), la hipertrofia es mucho mayor en las fibras intermedias (FTa) y de contracción lenta (ST), en cambio mediante el entrenamiento de la fuerza máxima (halterofilia), la hipertrofia se produce en menor grado pero el aumento del grosor radica principalmente en las fibras de contracción rápida (Tesch et al., 1984; Stone et al., 1991; Ortiz Cervera, 1996).

Pero, a la hora de hablar de hipertrofia muscular, no podemos olvidar la posibilidad de aumentar, mediante el entrenamiento, el número de sarcómeros en serie. Importantísimo en disciplinas de fuerza - velocidad, donde el alcanzar elevados niveles de tensión muscular en breve tiempo es determinante para el rendimiento deportivo. Esto es así, pues se estima que si cada sarcómero de una miofibrilla se estimula al mismo tiempo y en la misma proporción, el desplazamiento en unidad de tiempo será mayor en el caso de aquella miofibrilla con mayor número de sarcómeros en serie, afectando positivamente a su velocidad de contracción.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Todo parece indicar que el trabajo muscular en amplitud permite aumentar el número de sarcómeros en serie que posee una miofibrilla, mientras que el trabajo muscular realizado con amplitudes débiles provoca el proceso inverso (Goldspink, 1985). También inmovilizaciones prolongadas con el músculo en elongación, producen alteraciones morfológicas de estas características (Goldspink, 1985), en proporciones entre un 20-30% respecto al número inicial. Este aumento del número de sarcómeros en serie, lleva a un aumento de la velocidad de contracción y un aumento en el desplazamiento (Edgerton et al., 1986).

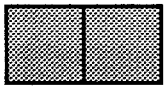
PROPIEDADES MECÁNICAS RELATIVAS	**A**	**B** 
Tiempo de contracción	**1**	**1**
Tensión máxima	**1**	**2**
Máximo desplazamiento sin carga	**2**	**1**
Máxima velocidad	**2**	**1**
Máxima Potencia/kilo	**1**	**1**
Trabajo máximo	**1**	**1**
Potencia máxima	**1**	**1**

Tabla 1:. *Diferencias entre las propiedades mecánicas relativas del aumento de sarcómeros en serie* **(A)** *y la hipertrofia transversal del músculo* **(B)**. *Edgerton et al. (1986)*

Estas diferencias entre las propiedades mecánicas relativas del aumento de sarcómeros en serie y la hipertrofia transversal del músculo (**Tabla 1**), vienen determinadas por la máxima tensión que pueden generar las segundas y la velocidad de contracción de las primeras, como queda reflejado en la **Figura 20**.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

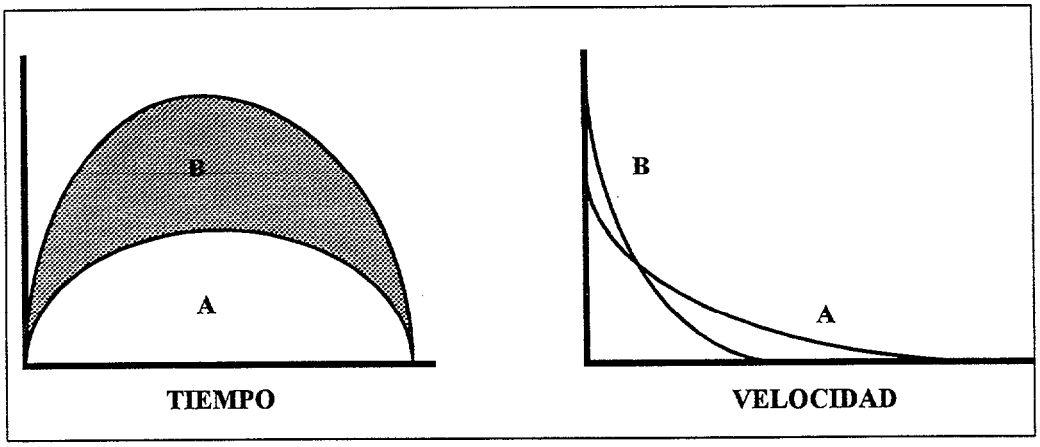


Figura 22. *Diferencias en las Curvas fuerza - tiempo y fuerza - velocidad, del aumento de sarcómeros en serie* **(A)** *y la hipertrofia transversal del músculo* **(B)** *Edgerton et al. (1986).*

Una serie de investigadores demuestran que en adultos, las contracciones excéntricas pueden determinar el aumento de la fibra muscular en dirección longitudinal (en serie), pero éstas se deben determinar una gran frecuencia de estimulación y, a la vez, producirse a cuando el músculo posea una longitud superior a la de reposo. (Tabary et al., 1972; Goldberg et al., 1974; Malina, 1977; Edgerton, 1978 cfrs. Tihany, 1989). Con este tipo de contracción conseguimos una perfecta optimización de los sarcómeros en serie, ya que de ellos depende la distancia que el músculo puede acortarse, permitiendo de esa forma generar su máxima potencia. De manera que la longitud del sarcómero se ajusta en función del ángulo y rango de movimiento (Komi, 1992; Ortiz Cervera, 1996).

Koh (1995) hace una aproximación teórica del momento de fuerza del cuadriceps en función del número de sarcómeros. En este sentido, las adaptaciones en el número de sarcómeros en serie pueden estar parcialmente explicadas por los resultados que sugieren las diferentes curvas de fuerza en tres grupos de sujetos y los ángulos de la articulación específica utilizada durante el entrenamiento de fuerza, lo que aportaría una mayor información sobre los procesos que ocurren en el interior de la fibra y de la forma más concreta del número de sarcómeros en serie presentes en cada una de ellas, en dependencia del tipo de contracción y grado de angulación en que se trabaje la musculatura. **Figura 21**.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

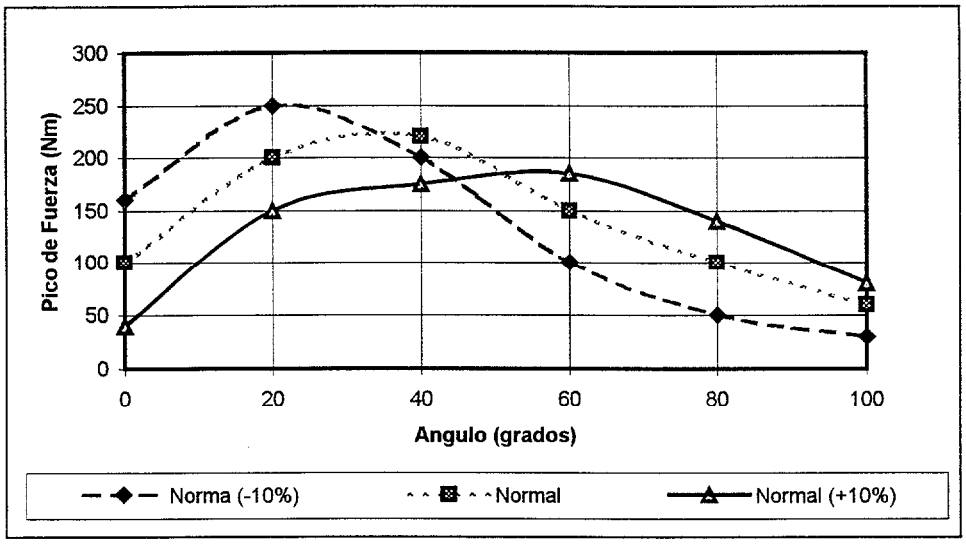


Figura 23: Predicción de la relación potencia (pico de fuerza) - ángulo (grado) de extensión de la articulación de la rodilla en situaciones en las que el músculo cuadriceps produce diferente número de sarcómeros, donde 0° es la extensión completa. Koh, 1995.

2.5.2.- FACTORES NEUROMUSCULARES.

2.5.2.1.- Coordinación intermuscular. Fuerza reactiva (acción refleja):

Está ampliamente demostrado que cualquier acción muscular es más eficaz (nivel de tensión) si previamente va acompañada de una fase excéntrica, o de estiramiento, que permite desarrollar un incremento de la fuerza vía *deformación de componentes elásticos* y vía *activación refleja de unidades motoras* (Asmussen et al., 1974; Bosco et al., 1982a y b).

Como ya hemos visto en apartados anteriores de esta fundamentación teórica, este tipo de movimiento, consistente en una acción muscular excéntrica seguida de otra concéntrica, lo conocemos como *ciclo de estiramiento - acortamiento* (CEA) y se encuentra presente en cualquier actividad diaria y deportiva como caminar, correr, lanzar, golpear, etc...

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Tihany (1989) nos dice que en las disciplinas de salto "*la cualidad elástica del músculo se utiliza para aumentar la aceleración inicial del trabajo positivo de la fase de batida o para aumentar la expresión de la fuerza durante la fase de trabajo positivo. El grado de eficacia del trabajo realizado será superior cuanto mayor sea la energía que se acumula durante la contracción excéntrica (trabajo negativo) y que se recupera*". Este hecho es fácilmente observable en el estudio realizado por Viitasalo y Bosco (1982), donde comparan el registro electromiográfico del músculo vasto lateral durante la ejecución del Squat jump y del salto con contramovimiento (CMJ):

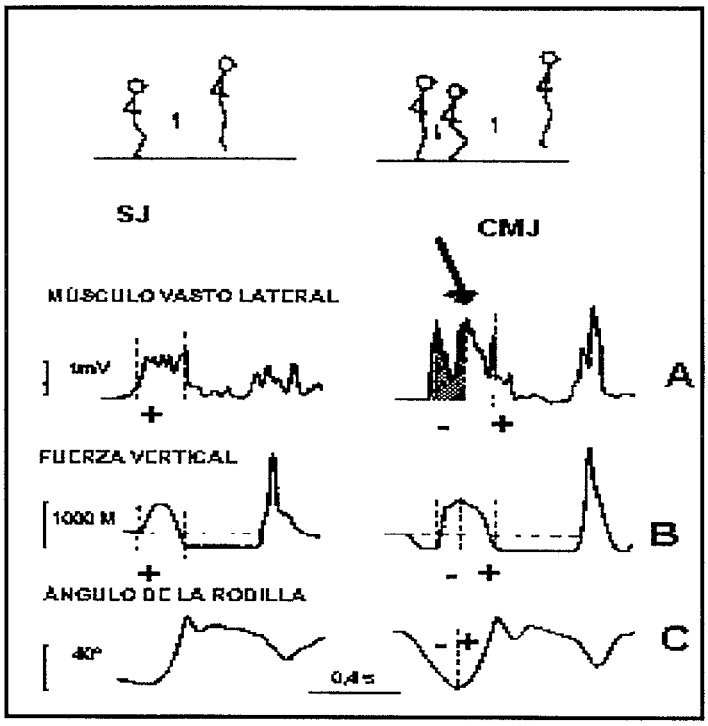


Figura 24: *Registro electromiográfico del músculo vasto lateral durante el SJ y el CMJ. Fase negativa (-) y fase positiva (+) del movimiento. (Viitasalo y Bosco, 1982).*

Como se puede apreciar en la figura anterior, en el SJ sólo encontramos una fase positiva del movimiento, mientras que en el CMJ se encuentra una negativa (fase excéntrica) y otra positiva (concéntrica). Bosco (1994) al explicar el proceso de la actividad muscular en un CMJ nos dice que "*durante el trabajo excéntrico los elementos elásticos en serie activos (puentes cruzado) como los pasivos (tendones) son estirados con el consiguiente almacenamiento de energía elástica que es reutilizada durante la fase de empuje (positiva)*".

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Este fenómeno tendrá una transferencia directa hacia la velocidad de un movimiento y, por tanto, a la efectividad de una acción de salto, siempre que se cumplan aspectos como:

- Una rápida acción excéntrica (Edman et al., 1978; Bobbert et al., 1987; King, 1993).

- Una corta fase de acoplamiento (Cavagna et al., 1974; Cavagna et al., 1975; Aruin et al., 1979; Edman et al., 1978 y 1982; Aura et al., 1987; Bobbert et al., 1987; Shorten, 1987; Wilson et al., 1991; King, 1993).

- Una intensa acción concéntrica en la acción muscular (King, 1993).

Algunos autores han demostrado que durante la fase excéntrica de un movimiento se almacena energía elástica, la cual se liberará posteriormente durante la siguiente acción concéntrica incrementando el desarrollo rápido de la fuerza y la eficacia de la acción (Cavagna et al., 1968; Thys et al., 1972; Asmussen et al., 1974; Komi et al., 1978; Bosco et al., 1982a y b; Komi, 1986; etc...). En un estudio de Komi (1983), donde se comparó tres tipos de movimientos de los extensores de la rodilla se observó que la presencia de una pausa (0,9 segundos) en la fase de acoplamiento entre la acción excéntrica y la concéntrica, repercutía de forma negativa en los picos de fuerza alcanzado durante la contracción de tipo concéntrica, demostrando que el tiempo de acoplamiento entre las dos fases debe ser corta, aunque en dependencia del tipo de fibra de la musculatura del sujeto.

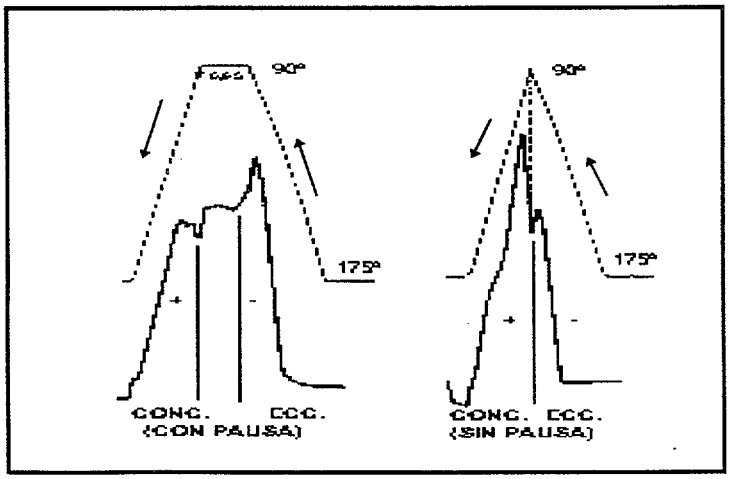


Figura 25: *Fase de acoplamiento entre las fases excéntrica y concéntrica, con pausa (0,9 Seg..) y sin pausa (adaptado de Komi, 1983).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Ahora bien, la cantidad de energía elástica que se acumula en el músculo depende, fundamentalmente, del grado de deformación de sus *componentes elásticos en serie*, especialmente de los tendones, pero también de los *otras estructuras elásticas* presentes en el cuerpo humano.

2.5.3.- FACTORES MECÁNICOS:

Entre los diferentes factores mecánicos que determinan el nivel de fuerza que se puede alcanzar, podemos distinguir como más importantes: ***La capacidad elástica, la longitud del músculo y la velocidad de trabajo***.

2.5.3.1.- Capacidad elástica:

En concordancia con el apartado anterior y como ya hemos dicho, la energía elástica no sólo se acumula por deformación de los *componentes elásticos en serie*, sino también por deformación de *otras estructuras elásticas*, que depende a su vez de (García Manso et al., 1996a y 1997; y García Manso y Rodríguez Ruiz, 1997): ***La dureza muscular*** y ***las características de los componentes elásticos.***

2.5.3.1.1.- *La dureza o rigidez muscular (stiffness).*

Representa la capacidad que posee el músculo a oponerse al estiramiento. Esta posibilidad viene dada por la tensión que se genera a través de una contracción muscular, transmitiéndola hasta la inserción mediante el tendón en dirección contraria a la que se produce durante la fase excéntrica. Por tanto, se puede hablar de un *stiffness* del tendón y otro del componente contráctil del músculo, aunque el primero se encuentra condicionado por la activación previa del segundo, de tal forma que el *stiffness* del tendón varía de manera significativa (de 2 a 25 N/mm) con el incremento de la fuerza muscular (Diamant et al., 1972; Latash y Zatsiorski, 1990; Shadwick, 1990).

La fuerza generada en el músculo se transfiere al tendón mediante la *unión*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

miotendinosa. Ésta representa el punto de enlace de los extremos de las fibras, donde podemos encontrar un elevado número de pliegues, y fibras de colágeno que son parte del tendón, formando una extensa superficie que facilita la transmisión de la fuerza y la disminución de la tensión. En este sentido, Fawcett (1966) comprobó que la tensión disminuye proporcionalmente al cociente entre la superficie del sarcolema que transmite la fuerza y la superficie transversal de las miofibrillas que generan la fuerza, en una relación que oscila entre 10/1 y 14/1, en los músculo que abarcó su estudio.

De todo lo anteriormente expuesto se deduce, que el *stiffness* muscular es un factor determinante en la adecuada y eficaz deformación del tendón. Este factor esta sujeto a dos particularidades que nosotros denominaremos: *La preactivación y la inervación refleja.*

a).- La preactivación

Constituye la preparación del músculo mediante una contracción anticipada que permite realizar la acción muscular de manera eficaz en el inicio de la amortiguación. En este sentido, Gollhofer y Kyröläinen (1991) comprobaron, al realizar una investigación con sujetos que saltaban desde diferentes alturas, que el grado de *preactivación* está directamente relacionado con la carga que se espera soportar. Sin embargo, cuando la altura es excesiva y se supone que la fuerza de impacto es demasiado elevada, el nivel de *preactivación* disminuye, lo que puede ser entendido como mecanismo de seguridad de las estructuras musculares y tendinosas que deberían oponerse al movimiento, sin olvidarnos de la importante acción refleja que se debe producir durante la fase de amortiguación. Al parecer, la *preactivación* disminuye el umbral de estimulación de los husos musculares al activar de forma simultánea las α y γ motoneuronas, conforme aumente la rigidez, (Crowe, 1992). De este modo los husos musculares son más sensibles a cualquier cambio de longitud del músculo. Además, el proceso de *preactivación* comporta un aumento de la actividad electromiográfica en músculos antagonistas, con respecto al músculo que va a ser estirado. Este proceso recibe el nombre de *coactivación* y afecta a músculos indispensables para el mantenimiento de la estabilidad articular. El músculo preactivado presenta fenómenos de potenciación elástica y refleja superiores a los observados cuando no hay *preactivación* (Hoffer et al., 1981).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Esto es así, debido a que el descenso de la *preactivación* con lleva una disminución de la rigidez, sólo compensada, parcialmente, con un aumento de la activación refleja al inicio de la fase de contacto, por tanto, una menor rigidez provoca un descenso de la capacidad de movimiento reactivo (López Calbet et al., 1995).

b).- La inervación refleja.

Es la puesta en marcha de unidades motrices por acción refleja durante la fase excéntrica de la contracción. Esta estimulación refleja, de unidades motrices, se produce poco después del inicio de la extensión, al ponerse en marcha el reflejo de estiramiento por alargamiento de los husos musculares (Bosco et al, 1982a y b). Los husos musculares responden tanto al estiramiento fásico (rápido y repentino) como al estiramiento tónico (mantenido). Este fenómeno se manifiesta mediante el incremento de la actividad eléctrica muscular durante la fase de amortiguación de cualquier movimiento. En este sentido, Kilani et al. (1989) comprobaron que si se bloquea el reflejo de estiramiento mediante la utilización de un anestésico local (Novocaina), la posibilidad de incrementar el rendimiento en una contracción muscular de tipo pliométrico se ve disminuida. **Tabla 2.**

ANTES DE BLOQUEAR EL REFLEJO DE ESTIRAMIENTO		
CMJ	**SJ**	**CMJ-SJ**
23.35	21.36	2.0

DESPUÉS DE BLOQUEAR EL REFLEJO DE ESTIRAMIENTO		
CMJ	**SJ**	**CMJ-SJ**
20.38	19.85	0.5

Tabla 2:. *Rendimiento en los test de SJ y CMJ antes y después del bloqueo del reflejo de estiramiento. (Kilani et al., 1989).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En la actualidad algunas investigaciones que tratan de valorar la participación de los componentes reflejos en ciclos de estiramiento - acortamiento (CEAs), rechazan la utilización de fármacos como la Novocaina por la posible incidencia que pueda tener sobre otros componentes de la estructura muscular, esto es así debido a que algunos autores opinan que el tejido conjuntivo del componente elástico en paralelo sólo interviene en determinadas ocasiones sobre la rigidez muscular.

Por otro lado, en estudios realizados por Cavagna (1968) y Cavagna et al. (1981) cfr. Cavagna (1988) se estudió el efecto de un estiramiento previo del músculo en función de la velocidad y amplitud con que se efectúan. En dichas investigaciones los autores encuentran que el mayor efecto se produce al 10% de la posición inicial y a una velocidad de 0,5 lo/seg. Los resultados nos muestran los siguientes resultados:

PRUEBA	TENSIÓN (Kn/M2)	VELOCIDAD (lo/ seg.)	DEFORMACIÓN (%lo)
A	300	0,033	3
B	400	0,72	4,5

Tabla: *Tensión alcanzada a baja (A) y alta (B) velocidad, y porcentaje de deformación obtenida para el músculo sartorio de la rana (Cavagna, 1968; Cavagana et al., 1981 cfr. Cavagna , 1988).*

Las causas que determinan este fenómeno pueden ser comprendidos por las características del comportamiento elástico y reflejo de los movimientos que poseen contramovimiento, marcando claramente un aspecto fundamental en la planificación de ejercicios que engloban movimientos de estiramiento – acortamiento.

c).- *Otros factores que afectan a la rigidez muscular*:

Pero para algunos autores, no sólo son estos factores los que marcan el comportamiento de la rigidez muscular, ya que entienden que el tejido conjuntivo del componente elástico en paralelo sólo es determinante para la rigidez muscular en situaciones de longitud muscular superior a la de equilibrio, y que son otro tipo de estructuras las que toman más significación, sobre todo en deportistas altamente entrenados en disciplinas que incorporan una gran cantidad de saltos en sus entrenamientos.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En este sentido investigaciones de Loeb et al. (1995) encuentran propiedades elásticas de las aponeurosis similares a las del tendón. De aquí que esté muy extendido entre los entrenadores el plantear ejercicios que produzcan adaptaciones importantes de este tipo de tejido gracias a la sistemática e intensa utilización de ejercicios del ciclo estiramiento – acortamiento con sobrecargas.

En este sentido, Tidball (1986) nos dice que el tejido conjuntivo sólo participa en longitudes del sarcómero superiores a 2.5 - 3.0 Mm, momento en el que serán los componentes elásticos en paralelo los que progresivamente incrementan su intervención, teniendo presente que la forma de éste es similar a la de una malla elástica de estructura oblicua, con respecto a los componentes contráctiles y elásticos en serie, hace que el tejido conjuntivo de los componentes en paralelo constituyan un excelente punto de apoyo y freno a las presiones que producen los músculo sobre sus envolturas en el momento de producirse la contracción, principalmente cuando éstos estén estirados. De esta forma, podemos pensar que éste tipo de organización le dan una elevada eficacia de contención del componente contractil (músculo), así como una mejor tracción de sus extremos distales (tendones).

En otro orden de cosas, hay que recordar que existen diferentes estructuras que potencian la capacidad elástica de un tendón dentro de cada sarcómero. Estos son los puntos elásticos de los goznes de la miosina, la *titina* y, posiblemente, la *nebulina* que también participan manteniendo la estructura interna del sarcómero ante alargamientos en los que se mantienen estables los puentes de actina - miosina. De los trabajos de Horowits et al. (1986) se desprende que la titina y la nebulina confieren al sarcómero de una respuesta elástica pasiva durante su elongación, pero que si se destruyen estas sustancias el sarcómero pierde su estabilidad provocando un desalineamiento entre los filamentos de actina y miosina. La nebulina se extiende a lo largo de los filamentos de actina, mientras que la titina mantiene el filamento de miosina en el centro del sarcómero, durante la contracción muscular, convirtiéndose en el componente estructural determinante de la medida de longitud en el acortamiento del sarcómero.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Recordando la estructura de cada sarcómero, vemos que esta compuesto por diferentes estructuras expuestas en la siguiente tabla:

POSICIÓN	PROTEINA	FUNCIÓN
Línea – Z	α - Actina	Mantiene el anclaje de los filamentos finos. Es más abundante en las fibras ST que en las FT.
	Desmina	Mantiene la unión con miofibrillas adyacentes.
Filamentos finos	Actina	Es la principal proteína del miofilamento fino y se encarga de fijar la miosina.
	Tropomiosina	Oculta los puntos activos de la actina donde se engarzan las cabezas de miosina.
	Troponina	Complejo en el que penetra el calcio y posteriormente desplaza la tropomiosina
	Nebulina	Se extiende a lo largo del filamento fino.
Filamentos gruesos	Miosina	Compuesta por filamentos de meromiosina, cuyas cabezas forman puentes con la actina y provocan la contracción muscular.
	Proteína – C	Mantiene en su sitio los miofilamentos gruesos. Sirve para determinar los limites de extensión de los filamentos de miosina.
Línea – M	Proteina – M	Mantiene en su posición los miofilamentos.
	Miomesina	Fija la titina en el centro del sarcómero.
Miofilamentos elásticos	Titina	Mantiene el miofilamento grueso en el centro del sarcómero durante la contracción y, en ocasiones, da la medida de la longitud de la estructura del miofilamento grueso.

Tabla: *Estructuras que componen el citoesqueleto del sarcómero de las fibras musculares.*

A la hora de realizar la fase excéntrica o la amortiguación de un movimiento, Goubel (1987) distingue dos fases a la hora de generar fuerza, de forma que la rigidez inicialmente es alta para posteriormente descender:

- La fase inicial de alargamiento o estiramiento muscular en estado de contracción, es decir, la contracción excéntrica, se produce por la alteración de la longitud interna de cada sarcómero. A la capacidad del músculo esquelético de responder al inicio de un estiramiento con un incremento de la longitud, sin ruptura, de los puentes de actino-miosína existentes, o incluso aumentando el número de unidades motrices estimuladas, se denomina "*Short - Range - Elastic - Stiffnes*" (SRES) (Schmidtbleicher, 1990). El SRES depende del número de puentes de actina y miosina que se han producido antes y durante el estiramiento. Esto hace que el SRES dependa indirectamente de la longitud que tenga el sarcómero durante la contracción, pues de ella dependen a su vez el número de puentes de acto-miosina que es posible conseguir.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- La fase de disminución de la rigidez muscular durante la última parte del ciclo de estiramiento - acortamiento es denominado "*efecto Cavagna*" (Cavagna y Citterio, 1974) y que representa el momento en que se aprovecha la energía elástica acumulada.

La rigidez o *stiffness* se podrá mantener hasta que el músculo alcanza una deformación entre el 3-4% de su longitud inicial (Rack et al., 1974 cfr. Schmidtbleicher, 1990). Investigaciones sobre fibras musculares aisladas mostraron que la rigidez se derrumba en función de la trayectoria y la velocidad de estiramiento, ocurriendo este fenómeno cuando la longitud inicial de un sarcómero aumenta entre un 0.2 a 0.6% (Lannergren, 1971; Hirst, 1978 cfr. Schmidtbleicher, 1990).

Según la opinión de Schmidtbleicher (1990), la *actividad refleja* sirve en primer lugar para mantener el *stiffness* durante la fase excéntrica; en cambio, una rigidez muscular adecuada antes del alargamiento depende de la *preactivación*, que además de mantener un tono muscular efectivo, produce una sensibilización óptima de los husos musculares. Bosco et al. (1982a y b) han estimado la contribución de la capacidad refleja en acciones de fuerza reactiva de piernas, comprobando los incrementos de rendimiento en los test de squat-jump y el de contramovimiento, atribuyendo un 30 % de la mejora a la capacidad refleja y un 70 % a la capacidad elástica (Bosco, 1985; 1987).

2.5.3.1.2.- *Las características de los componentes elásticos.*

Como podemos observar en la figura siguiente que refleja el esquema de la elasticidad muscular (Hill, 1938), nos vamos a referir especialmente a las características de los tendones y del componente elástico situado en el interior del sarcómero, concretamente en los goznes de la meromiosina, sin olvidar los tejidos elásticos en paralelo (endomisio, perimisio y epimisio) y, posiblemente, las proteínas que unen la miosina a las bandas Z (titina ó conectina y nebulina ó banda 3). En cualquier caso la energía almacenada en el tendón y en el tejido elástico en paralelo es mucho mayor que la almacenada en los puentes de actina y miosina (Rack et al., 1983; Rack et al., 1989).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Los componentes elásticos en paralelo, sólo participan en la rigidez muscular que provoca la deformación elástica, en determinadas circunstancias en las que la longitud del músculo supera la de reposo.

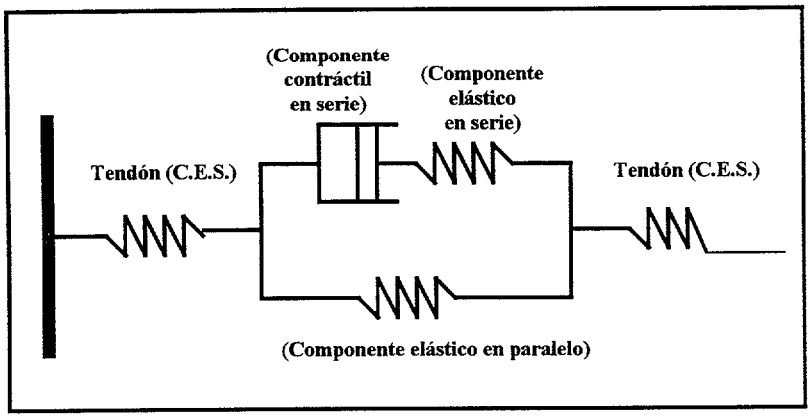


Figura 26:*Esquema de la elasticidad muscular adaptado de Hill*

Los tendones, como tejido conjuntivo, se encuentran compuestos, fundamentalmente, por tres tipos principales de fibras: *elastina, reticulina y colágeno*, que en su conjunto se encargan de transmitir la fuerza creada en la contracción hacia los huesos para generar el movimiento, debido a que se encuentran situados entre estos y los músculos. De los tres tipos de fibras principales nos encontramos que el *colágeno* (principalmente del tipo I), es la encargada de dar rigidez al tendón y de oponerse a su deformación por tracción. Las fibras de colágeno están formadas por moléculas de *tropocolágeno*, el cual a su vez está constituido por tres cadenas polipéptidas enrolladas en forma helicoidal. Esta característica constitucional es la que confiere al colágeno su comportamiento elástico.

Otra de las características fundamentales de los tendones es la de acumular energía generada por la deformación elástica, la cual es entre 400 y 800 veces superior a la unidad de masa muscular (Alexander y Bennett - Clark, 1977). Esta cantidad de energía almacenada por la deformación del tendón depende del tipo de movimiento. En este sentido, Fukashiro et al. (1995) en un estudio reciente comprobaron que el tendón de Aquiles acumulaba mayor energía en los hop - jump (34%) que en el squat jump (23%) o en el salto contramovimiento (17%).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por otro lado, se sabe que existe una fuerte correlación entre el tamaño de los tendones y la fuerza producida por los músculos correspondientes cuando son estimulados a la máxima tensión tetánica, con diferencias evidentes entre los músculos fusiformes y penniformes. Un tendón que presente un diámetro de 6 cm^2 es capaz de soportar un peso de entre 4.000 a 8.000 kilogramos (O'Brein, 1992), mientras que el tendón de Aquiles de una persona que realiza una carrera suave, no muy intensa, puede estar en valores similares a 200 kilogramos (Barfred, 1971).

Si atendemos a los estudios anteriormente citados podemos pensar que un entrenamiento que incida sobre las estructuras del tendón permitiría mejorar la capacidad elástica del músculo o grupo muscular al que se une. Lamentablemente no disponemos de trabajos que demuestren esta relación en seres humanos pero si en animales (Inglemarck, 1945 y 1948; Rollhäuse, 1954; Viidick, 1969; Tittel y Otto, 1970; Kiiskinen et al, 1973; Sommer, 1987; Archambault et al., 1995; Kanus et al., 1997, etc...).

Si se analiza el módulo elástico o módulo de Young* de una fibra de colágeno (Butler et al., 1978), se observa el siguiente comportamiento:

Al principio con poca tensión se logra una modificación de la longitud que oscila entre el 1-4% de la longitud inicial. Esto se produce por un desenroscamiento debido a la disposición helicoidal inicial de las cadenas polipeptídicas, de la molécula de tropocolágeno. A continuación, cuando este desenroscamiento de las fibras de colágeno ha terminado, las fibras comienzan a tener tensión por si mismas, necesitando fuerzas mayores para deformaciones menores (entre el 2.5-5% de la longitud inicial). A partir de este punto aparecen muy pocas modificaciones de la longitud a pesar de ser sometidas a elevadas tracciones (entre el 5-6% de la longitud inicial). Si continuáramos ejerciendo fuerzas de tracción sobre el tendón, este se terminaría alterando e incluso rompiendo. Algunos técnicos deportivos dan valores superiores (10-15%) a la capacidad de deformación del tendón, aunque estos valores no concuerdan con los que normalmente se desprenden de la investigación (deformaciones inferiores al 10%). **Figura 27.**

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

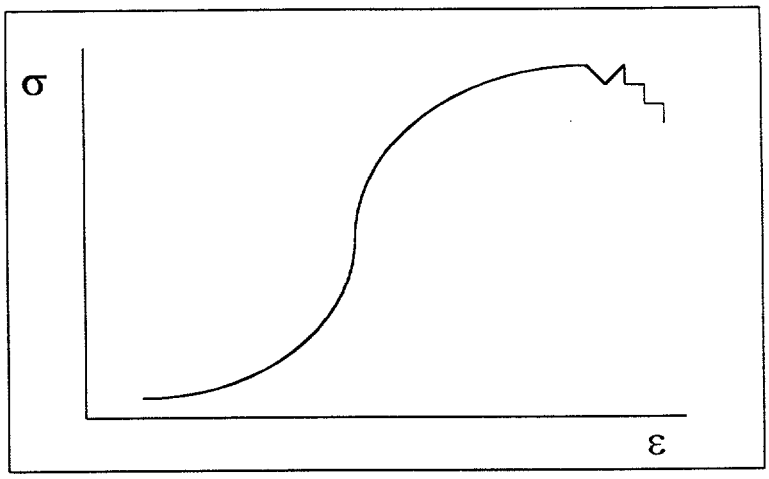


Figura 27: *Modificación de la longitud del tendón (Adaptado de Zatsiorski, 1991).*

Cuando revisamos la bibliografía especializada que hace referencia a la deformación del tendón podemos observar que ésta depende del tipo que se analice y de la especie a la que pertenezca. De esta forma, en un estudio de Nakagawa et al. (1996) se comprobó que el tendón de Aquiles de un conejo llega a deformarse un 16% antes de romperse. En otro estudio realizado con este tipo de tendón nos enuncia que la mayor eficacia en la consecución de energía mediante la deformación se encuentra entre el 2 y el 4% respecto de la longitud de reposo (Ettma et al., 1990), pues es a partir de esta longitud cuando el tendón no recupera su posición inicial. Por el contrario, la inmovilización afecta negativamente a la estructura del tendón, aunque la atrofia no se produce tan rápidamente como la del músculo (Kannus et al., 1992)

El músculo respondiendo a las características mecánicas de sus tejidos presenta un comportamiento diferente al de otros materiales. Esto es debido a dos propiedades fundamentalmente: la ***viscoelasticidad*** y la ***histéresis***.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

* Módulo de Young: medida que determina la rigidez de cualquier material, es decir, nos muestra la respuesta a la compresión, tensión o fuerza de desplazamiento.

a).- La viscoelasticidad:

La viscoelasticidad viene representada por el tiempo que tarda un cuerpo en ser deformado y, no sólo por la fuerza que la produce. Por tanto, *un material es viscoelástico cuando la deformación es dependiente de la carga aplicada y del tiempo que tarda en aplicarse.*

Un ejemplo clara para comprenderlo es el de una cucharilla de plástico, la cual deforma su estructura antes de romperse si la fuerza es aplicada lentamente, pero si se hace de forma brusca y rápida se partirá sin haber sufrido grandes modificaciones de la estructura inicial.

Por tanto, una de las diferencias más importantes entre la conducta elástica y la viscoelástica de un material se basa en la forma de utilizar la energía almacenada durante la deformación. En un material elástico toda la energía es almacenada y empleada para volver a su forma original cuando se detiene la fuerza deformadora, mientras que en un cuerpo viscoelástico parte de la energía almacenada se disipa en forma de calor.

b).- *La histéresis*:

Esto no lleva a otra de las características mecánicas más importantes del tendón, la cual reside en su bajo nivel de ***histéresis*** (Shadwick, 1990). La *histéresis* se manifiesta por el retraso del efecto sobre la causa que la produce, por tanto, con el fin de poder aprovechar la mayor cantidad de energía elástica disponible, menor debe ser la misma ya que de lo contrario existiría un desajuste entre las acciones de los diferentes componentes musculares.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Este proceso, nos hace reflexionar sobre la incidencia que la composición muscular tendrá sobre el reaprovechamiento de la energía elástica, ya que debemos recordar que el tiempo que se mantienen los puentes cruzados durante una contracción muscular, varía entre un tipo u otro de fibra. En los primeros trabajos de Bosco et al. (1982d y e), se constata que la contribución de la reutilización de la energía elástica, en el trabajo positivo (fase concéntrica) de una contracción muscular, variaba en función de que la fase excéntrica fuese de poca (55.3° y 51.3°) o de gran amplitud (87.3° y 89.2°), durante la ejecución de acciones sobre SJ o CMJ respectivamente. **Tablas 3 y 4**.

	SJ			CMJ						
	Desplazamiento angular	Veloc. acortamiento (r/s)	Fuerza positiva (N)	Desplazamiento angular	Fuerza (N/kg)	Veloc. estiramiento (r/s)	Veloc. acortamiento (r/s)	Tiempo acoplamiento	Fuerza Positiva (N)	CMJ-SJ (N)
Pequeña Amplitud	55.3 (10.1)	4.5 (0.9)	746.1 (109)	51.3 (11.05)	28.0 (4.4)	4.4 (1.5)	6.6 (1.4)	18.9 (10.7)	1307.7 (252.5)	561.6 (171.6)
Gran Amplitud	87.3 (13.1)	4.2 (1.3)	506.0 (164.4)	89.2 (12.9)	89.2 (12.9)	16.5 (2.9)	2.8 (0.6)	44.0 (16.8)	752.1 (221.1)	246.1 (90.7)

Tabla 3: *Diferentes comportamientos de fuerza en dos test de salto efectuados de forma diferente. (Bosco et al., 1982d y e).*

GRUPO	Incremento (%) con poco desplazamiento	Incremento (%) con gran desplazamiento
%FT (37.4 - +/-8.4)	25.9 (+/-6.6)	24.0 (+/-2.9)
%FT (56.1 - +/-9.0)	30.1 (+/-6.7)	17.1 (+/-7.0)

Tabla 4: *Incremento de la fuerza entre CMJ-SJ (%) vs composición muscular. (Bosco et al., 1982d y e).*

De los datos se desprende que el mayor aprovechamiento elástico se produce entre los sujetos de mayor porcentaje de fibras FT, cuando el desplazamiento es corto y rápido, pero si la amplitud del movimiento es mayor podemos observar que dicho aprovechamiento es mayor entre los sujetos que presentan un mayor porcentaje de ST. Estos es así porque un estiramiento más largo es característico de las fibras lentas (ST), mientras uno muy corto y rápido caracteriza a las rápidas (FT), debido a que el estiramiento rápido permite una activación de unidades motrices rápidas con elevado umbral de estimulación (Tihany, 1989).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En las acciones de ciclo estiramiento - acortamiento de muy corta duración como las batidas de longitud y altura se aprovecha, en gran medida, todo este complejo mecanismo, razón por la que se suele emplear, desde el punto de vista metodológico, la clasificación de las batidas en dos grupos: de fuerza y de velocidad. Siendo el primer grupo el que cumple las características de sujetos donde predominan las ST y, el segundo, los sujetos con mayor porcentaje de FT. Cometti (1988), también, distingue dos tipos de batida, una lenta de 240 mseg. aproximadamente (salto con contramovimiento y ayuda de brazos), y otra rápida, de 160 mseg. (con mínima flexión de rodillas). Estos dos tipos de movimiento son adaptados al Voleibol por Ivoilov (1988), el cual nos dice que en el primero la musculatura afectada, principalmente, es el cuadriceps, mientras que en el segundo es el tríceps sural. Debido a estas conclusiones dice que el primero es más claro en el remate y el segundo en el bloqueo, aunque, aún así depende de las condiciones de cada jugador.

c).- ***Elementos elásticos amortiguados y no amortiguados*:**

Otra característica de los componentes elásticos a tener encuenta son los ***elementos elásticos no amortiguados y amortiguados contenidos en los puentes de actina – miosina***: En una contracción isométrica la longitud del músculo no sufre modificaciones, aparentemente, aunque en realidad el componente contractil tiene un comportamiento muy peculiar: Primero la meromiosina de los puentes sufren un alargamiento a costa de los componentes elásticos que existen en sus goznes mientras las cabezas se deslizan sobre la actina, para posteriormente se produce una estabilización. La primera parte es fruto de los componentes no amortiguados, mientras la segunda corresponde a los componentes amortiguados.

En este sentido, Ford et al. (1977) describen el comportamiento de la fuerza - velocidad a partir de la longitud de los elementos *no amortiguados* contenidos en los puentes cruzados. Los datos experimentales nos demuestran que es necesario un acortamiento de cerca de 6 nm/medio - sarcómero, para reducir a cero la fuerza isométrica. Aunque estas longitudes no explican fielmente el comportamiento de la fuerza (expresada en el eje de ordenadas en valores relativos de la fuerza isométrica) y los desplazamientos que tienen lugar en cada medio sarcómero (eje de abcisas). El comportamiento elástico de los puentes cruzados sigue la ley de Hooke hasta una fuerza igual a 0 (el diagrama fuerza - longitud es lineal), **Figura 28**.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

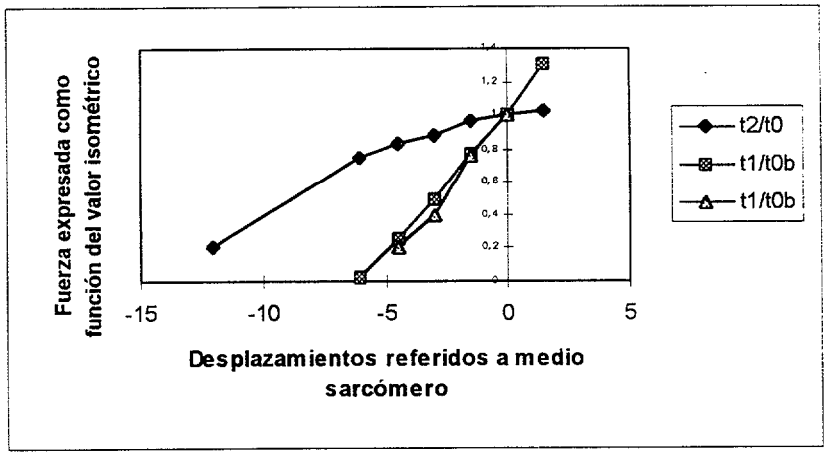


Figura 28: *La curva t1/t0a indica el diagrama fuerza-longitud de los elementos no amortiguados de los puentes cruzados. La curva t1/t0b indica el diagrama fuerza-longitud de los elementos no amortiguados de los puentes cruzados a una longitud menor. La curva t2/t0 indica el diagrama fuerza-longitud del sistema combinado constituido por los componentes amortiguados de los puentes y de los componentes no amortiguados. Todos los valores corresponden a un valor de sarcómero de 2.2 μm (Ford et al., 1977).*

La gráfica nos demuestra que un elemento elástico amortiguado genera una fuerza inferior en el acortamiento y una superior en el alargamiento, a causa de la inversión de la velocidad y, por consiguiente, de la fuerza de rozamiento, la cual tendrá el mismo sentido que la fuerza elástica durante el alargamiento y sentido opuesto durante el acortamiento (Cavagna, 1988).

Por otro lado, podemos observar en el comportamiento de t2/t0 una tensión máxima cuando la el sarcómero es alargado (3 nm/mitad de sarcómero), produciendo una forma hiperbólica descendente conforme se va acortando dicho sarcómero. Mientras que el punto de mínima tensión correspondería a una longitud de –13 nm/mitad de sarcómero. Es destacable que a una longitud de –6 nm/mitad de sarcómero la fuerza, que hasta ese momento había descendido a un 755 del valor isométrico, cae de forma acelerada hasta alcanzar la longitud anteriormente mencionada (-13 nm/mitad de sarcómero).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Debido a esto, como ya sabemos, la contracción muscular es fruto de la formación de puentes de actina y miosina en el interior de cada sarcómero de la miofibrilla estimulada. Los filamentos de miosina y actina de un sarcómero están dispuestos de tal forma que pueden deslizarse el uno sobre el otro quedando solapados y dando lugar a un acortamiento del músculo. Si bien la primera parte de la formación corresponde a los componentes elásticos no amortiguados, esta segunda parte corresponde a los componentes elásticos amortiguados, los cuales son los responsables de la tracción de la miosina sobre la actina, produciendo una rotación de la cabeza de la miosina alterando la longitud de las estructuras distales (los tendones) del músculo.

2.5.3.2.- Longitud del músculo.

La tensión que es capaz de generar un músculo depende de la longitud que tiene en el momento de su activación. Esto se explica por que la cantidad de puentes de actina y miosina creados provocan un aumento de la tensión, manifestando de forma parabólica en su relación fuerza – longitud. En muchos estudios se ha demostrado que la fuerza generada por el material contractil es mayor en las posiciones normales que la producida en situación de equilibrio, disminuyendo a medida que se aleja de ésta.

Esto es así debido a que cuando el músculo está totalmente acortado, las bandas Z de cada sarcómero se encuentran en la posición más cercana y los filamentos de actina se superponen ofertando un número menor de puntos de unión con la miosina. Es en esta posición cuando la contracción muscular presenta el menor grado de tensión. Por esto y, debido a que si aceptamos que la longitud de un filamento grueso (miosina), presente en un sarcómero, es de 1,6 μm y la de los filamentos finos (actina) tiene una longitud de aproximadamente 1 μm por cada extremo, podemos afirmar que un acortamiento de un 30% (1,4 μm) de la longitud óptima (2,0 – 2,5 μm) es suficiente para reducir la fuerza a cero, por tanto, la longitud mínima que puede alcanzar un sarcómero es de aproximadamente 1,05 μm (Cavagna, 1988).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Según vamos alargando el músculo, éste irá aumentando su capacidad de generar fuerza por acción de sus proteínas contráctiles (componente contráctil), de tal forma que en el momento en que los extremos interiores de los filamentos de actina están a la misma altura. Esta es la posición más idónea para la formación de los puentes de actina y miosina. La longitud del sarcómero en ese momento es de 2,05 μm (representa el doble de la longitud de un filamento de actina).

Si continuamos alargando el músculo la capacidad de éste para generar tensión en una contracción disminuirá. La longitud máxima que puede alcanzar un sarcómerro es de 3,6 μm. Es mediante la presencia de filamentos de titina y nebulina los que tienden a mantener los filamentos de miosina en el centro del sarcómero, eliminando una posible causa de inestabilidad anatómica.

Pero como ya hemos comentado anteriormente, el músculo no sólo esta compuesto por componentes contráctiles (actina, miosina, troponina o tropomiosina), sino que siguiendo el modelo de Hill, tenemos que considerar los componentes elásticos en paralelo (fascias musculares) y los componentes elásticos en serie (cito esqueleto de cada sarcómero, cabezas de meromiosina y tendones). Marcando el potencial de elasticidad de estas estructuras el tejido conjuntivo y, especialmente, la proporción de colágeno.

Por tanto, cuando se estira un músculo, existe un momento en el que se llega a alterar parte de la estructura pasiva del mismo que se corresponde con el componente elástico en paralelo. Esta longitud del músculo es la que se conoce como longitud de equilibrio y es la que se adopta el músculo cuando no está sometida a ninguna fuerza exterior. El componente elástico en paralelo cuando se deforma por alargamiento del músculo genera una tensión que primero crece de forma moderada para luego hacerlo más rápidamente. Esta longitud corresponde aproximadamente al 110 – 125% de la longitud de equilibrio. La tensión generada hasta esos momentos por los componentes elásticos en paralelo con las tensiones generadas por los componentes contractiles y, la suma de ambas es máxima cuando el músculo está en longitud de reposo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.5.3.3.- Velocidad de contracción.

Como pudimos observar en el capítulo anterior, las fuerzas presentes en una acción de salto dependen en gran medida del tiempo de aplicación. Por tanto, un deportista durante la ejecución de un salto deberá ejercer *fuerzas de rápido desarrollo* que se caracterizan por generar elevadas tensiones musculares que se consiguen en muy breve espacio de tiempo. Es por esto que las fuerza que se manifiestan durante una contracción muscular de este tipo dependen de la *velocidad de contracción* (*curva fuerza – velocidad*) y el *tiempo de duración de la contracción muscular* (*curva fuerza – tiempo*)[▽].

2.5.4.- ENTRENAMIENTO ESPECÍFICO.

El entrenamiento de la capacidad de salto, vendrá determinado por un lado, y fundamentalmente, por la mejora de las cualidades físicas que lo condicionan, en especial la fuerza de desarrollo rápido, y por otro la capacidad de coordinación y el desarrollo técnico específico del deportista.

Dada la importancia que tiene el trabajo de la fuerza como medio del desarrollo de la velocidad de un gesto técnico, como puede ser el salto en Voleibol, se hace necesario profundizar en un tema controvertido si nos guiamos por el resultado de las investigaciones realizadas.

El entrenador, a la hora de utilizar unas determinadas cargas o métodos de trabajo deberá tener presente su efecto sobre las *curvas de fuerza - velocidad* y *fuerza - tiempo,* buscando siempre el adecuado equilibrio en ambas, para que se favorezca el rendimiento deportivo específico (González Badillo et al., 1995).

[▽] Ver página 63. "Características del fuerza de rápido desarrollo en la capacidad de salto".

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Consiguiendo, por tanto, que se diferencie bien los campos de actuación de los dos tipos de entrenamiento de fuerza para conseguir mejorar la velocidad de ejecución de un gesto deportivo:

2.5.4.1.- ***El trabajo de fuerza con cargas elevadas.***

2.5.4.2.- ***El trabajo de fuerza con cargas medias y bajas de alta intensidad.***

Esta diferencia es debida a que la velocidad de movimiento con cargas ligeras (medias y bajas) depende, principalmente, de la activación del mayor número de unidades motrices posibles por unidad de tiempo, mientras que la velocidad de movimiento con cargas pesadas está más vinculada a la fuerza máxima (Duchateau et al., 1984).

Pero la velocidad externa del movimiento, no es siempre fiel indicador de lo que ocurre a nivel muscular, ya que las contracciones realizadas a velocidades de movimiento lentas (con cargas pesadas) pueden requerir la activación de muchas unidades motoras en corto espacio de tiempo, si se llevan acabo de forma lo más rápida y explosiva posible, tal y como ocurre en una contracción concéntrica de tipo explosivo, como por ejemplo: un salto vertical, favoreciendo las adaptaciones específicas de la fuerza de rápido desarrollo(Behm et al., 1993; López de Viñaspre et al., 1996).

Por tanto, las adaptaciones que se deben buscar para la mejora de la velocidad de ejecución de un gesto deportivo, como el salto, han de pasar por incidir sobre los distintos factores fisiológicos de los que depende la fuerza (Young, 1993):

- Aumentar el área o sección transversal de los músculos implicados en el movimiento.

- Aumentar la habilidad de activar más unidades motoras con una mayor frecuencia de estimulación.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- Aumentar la sincronización de las unidades motoras.

- Aumentar la activación del reflejo de estiramiento.

- Mejorar la coordinación de los músculos sinergistas y antagonistas con los implicados en el movimiento.

En los dos tipos de entrenamiento de fuerza (con cargas elevadas y/o con cargas ligeras) se producen diferentes adaptaciones, que son citadas por Young (1993) en la siguiente **Tabla 5:**

	CARGAS ELEVADAS Contracción explosiva	**CARGAS LIGERAS** Movimientos rápidos
Capacidad de potencia	Si	Si
Coordinación intramuscular	Excelente	Bueno
Coordinación intermuscular	Malo	Excelente
Hipertrofia fibras Tipo II	Excelente	Malo

Tabla 5: *Diferencias en las adaptaciones producidas por el entrenamiento con cargas elevadas y/o ligeras (Young, 1993).*

2.5.4.1.- El trabajo de fuerza con cargas elevadas.

Algunos autores (Schmidtbleicher, 1985; Allman, 1985 y Grosser, 1992), entienden que la fuerza aislada, sin una amplia base de fuerza máxima contractil, permiten incrementar la capacidad de salto, pero de forma limitada debido a la poca sección transversal que alcanzan las fibras rápidas (FT) con el empleo de cargas bajas y medias.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Este método de entrenamiento de fuerza lo defienden autores que se inclinan por la idea de que el aumento de la fuerza máxima (1RM) está asociado con un incremento de la velocidad máxima del mismo movimiento (Clarke et al., 1961; Chui, 1964; Whitley et al., 1966; Absaljamov et al., 1976; Bührle et al., 1977; Schmidtbleicher et al., 1981). Autores como Berger et al. (1966) y McClements (1966) aportan datos sobre la correlación existente entre la fuerza y la potencia de brazos. Otros como Kabitsis et al (1994) encuentran resultados diferentes según el grupo muscular estudiado y/o la especialidad o disciplina deportiva realizada, tal y como podemos ver en un estudio realizado con 20 lanzadores de jabalina (62.52-91.44), 20 lanzadores de disco (47.14-62.58), 20 lanzadores de peso (14.70-18.99) y 20 lanzadores de martillo (53.20-75.86).

La base de esta teoría la centran en *la hipertrofia mayoritaria de fibras FT, la mejora de la sincronización de Unidades Motoras y la adaptación del modelo de reclutamiento.* No podemos olvidar que la mejora de la velocidad a partir de la hipertrofia de las fibras, especialmente de las FT, es algo que se debe considerar de forma prudente, ya que dependerá del grado de hipertrofia a la que hagamos referencia. Tenemos que pensar que una hipertrofia excesiva determinaría una modificación en la disposición de las fibras en relación a su punto de inserción, aumentando el ángulo de peneación de las mismas y perjudicando a la velocidad de contracción del músculo (Tesch et al., 1982).

La propuesta que realizan estos autores se apoya en la utilización de medios de trabajo con sobrecargas de tipo neuromuscular, efectuadas a gran velocidad de desarrollo. Debemos recordar que las primeras adaptaciones que sufre un sujeto que se somete al entrenamiento de fuerza son de tipo neural, es decir, es capaz de generar mayor tensión por que es capaz de reclutar mayor número de unidades motrices (*coordinación neuromuscular o intramuscular*). Estas adaptaciones no precisan de la utilización de cargas elevadas de trabajo entre personas sedentarias o de bajo nivel de fuerza (Moritani et al., 1979; Häkkinen et al., 1983), pero en el caso de deportistas altamente entrenados ocurre todo lo contrario (Häkkinen et al., 1985b; Häkkinen, 1989a; Häkkinen et al., 1989; Ryhusi et al., 1988).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por tanto, como las fuerzas que logra ejercer un jugador de Voleibol durante la ejecución de un salto tienen la característica de ser fuerzas de desarrollo rápido, es decir, elevadas tensiones que se consiguen en muy breve espacio de tiempo, debemos pensar, que los deportistas sustentan esta capacidad en los niveles de fuerza máxima relativa, es decir, en altos niveles de fuerza máxima que no alcanzan los máximos potenciales, pero que permiten una rápida y fácil transferencia a la fuerza velocidad.

Esto es así, pues si desarrollamos en exceso la fuerza máxima, podríamos estar perjudicando otras capacidades. Por tanto, tenemos que ir desplazando la programación de los ejercicios hacia los más específicos, para facilitar la transferencia de las mejoras de fuerza al movimiento de competición y, de esta forma, producir mayores adaptaciones a nivel neuromuscular (Morrissey et al., 1995).

Este trabajo con cargas elevadas tiene dos formas de entrenamiento diferenciadas:

2.5.4.1.1.- Método concéntrico.

Persigue una mejora de la fuerza máxima a través de acciones musculares de carácter concéntrico, normalmente de muy alta intensidad, especialmente entre sujetos con altos niveles iniciales de fuerza. Este método consiste en realizar contracciones concéntricas de tipo explosivo sin estiramiento o contramovimento previo, provocando un movimiento de carácter explosivo - tónico, como la de un SJ (González Badillo et al., 1995).

Este tipo de trabajo es explicado por Kutnezov (1984) de la siguiente forma: *"el desarrollo de la fuerza se realiza, principalmente, por los sutiles reflejocondicionales correspondientes en el sistema nervioso central, los cuales garantizan la necesaria concentración de los procesos de excitación e inhibición, la fuerza y frecuencia óptimas de los impulsos que llegan a través de los nervios motores y la influencia trófica a través de los nervios simpáticos".*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por tanto, como la máxima activación de los umbrales de las fibras de contracción rápida sólo es posible, con cargas pesadas cercanas a la máxima contracción voluntaria, la metodología empleada sería la expresada en la **Tabla 6**:

INTENSIDAD	REPETICIONES	PAUSA	SERIES	EJERCICIOS	VELOCIDAD	FREC/SEM
85-100%	1-4	3'-6'	6-10 (12)	3-5	Máxima	2-3(4)

Tabla 6: *Metodología del método concéntrico de carácter intensivo(García Manso et al., 1996a)*

Este tipo de carga, no se debe emplear cuando se realiza mal la técnica de ejecución de los ejercicios utilizados, pues hay peligro de lesión, por lo que se recomienda para sujetos altamente entrenados. Uno de los principales problemas del empleo de este tipo de cargas durante el proceso de entrenamiento reside en el tiempo de recuperación que se precisa entre cada sesión de trabajo, el cual Zatsiorski (1966 cfr. Kutnezov, 1984) sitúa entre 7 y 14 días para lograr una recuperación completa.

El empleo de porcentajes superiores al 90 % no debe prolongarse por más de 3-4 semanas seguidas (González-Badillo, 1991). Según este prestigioso entrenador, a partir de este tiempo se produce un rechazo del organismo, la fatiga se acentúa y desciende el rendimiento.

Este trabajo produce una respuesta concreta del sistema endocrino. Activa el eje hipotalámico-hipofisario-testicular incrementando la producción de testosterona, lo que le convierte en un trabajo de carácter hipertrófico de las fibras que actúan en el gesto. Al ser cargas tan elevadas, son solicitadas una gran cantidad de unidades motoras, aunque al ser bajo volumen, larga recuperación y alta velocidad de desarrollo, serán primordialmente las fibras tipo-II las que se vean afectadas por este comportamiento. También, aunque con menor intensidad, se produce un incremento en la producción de la hormona de crecimiento (GH), potenciando en el balance anabólico, el cual además no se ve afectado por un incremento exagerado de cortisol, referente hormonal catabólico por excelencia.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.5.4.1.2.- Método excéntrico - concéntrico.

Este modelo es el que normalmente conocemos como trabajo excéntrico, es decir, el trabajo se centra en la fase de alargamiento o estiramiento muscular.

INTENSIDAD	REPETICIONES	PAUSA	SERIES	EJERCICIOS	VELOCIDAD	FREC/SEM
110-150	1-4	3'-6'	4-6 (8)	3-5	lenta	1

Tabla 7: *Metodología del trabajo concéntrico - excéntrico(García Manso et al., 1996a)*

El trabajo excéntrico - concéntrico obliga al empleo de bajas velocidades debido a las elevadas cargas que se emplean. Por esta razón no resulta un entrenamiento de eficacia a la especificidad de la fuerza explosiva - elástica - refleja que caracteriza a los saltadores. Por tanto, la forma de trabajar este tipo de entrenamiento, para deportistas de fuerza - velocidad, es mediante el empleo de un trabajo sin cargas con el empleo de *saltos en profundidad.*

Este tipo de entrenamiento, es defendido por aquellos autores que intentan desarrollar la fuerza sin un aumento excesivo de la masa muscular, pues según Komi et al. (1972; cfr. Cometti, 1989) "*el trabajo excéntrico no provoca una hipertrofia superior que el concéntrico*". Esto es así, debido a que la contracción excéntrica produce una mayor tensión muscular que las contracciones concéntrica e isométrica. Este aumento de tensión muscular viene dado porque a la capacidad contráctil del músculo se le une la resistencia de los puentes cruzados a ser estirados, lo que supone que, ante una misma carga, el número de unidades motrices implicadas sea menor. Que el reclutamiento de unidades motrices sea menor en este tipo de contracciones es demostrado por Hakkinen et al. (1987), mediante el estudio electromiográfico de los extensores de la rodilla.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Esta forma de entrenar es muy utilizada en deportistas que tienen que soportar una gran carga de saltos (entrenamientos pliométricos) para permitirles conseguir una adecuada adaptación (hipertrofia) de los tendones y, así poder afrontar con seguridad y eficacia este tipo de acciones. Este tipo de adaptaciones está demostrado por los estudios de Maffuli (1992) y Kanus et al. (1997), donde se encontró que el tendón de Aquiles de los deportistas altamente entrenados era más grueso que el de los sujetos sedentarios o menos entrenados.

Para que se produzcan adaptaciones de las ganancias de fuerza máxima, que son evidentes con este método (González Badillo et al., 1995), las contracciones excéntricas deben ser rápidas, pues las lentas no favorecen la mejora del índice de manifestación de la fuerza o nivel máximo de tensión muscular, ni la utilización de la energía elástica (Hakkinen et al., 1983).

No obstante, el entrenamiento excéntrico no está falto de riesgos en su utilización. Entre los más destacados están:

- *Deformación e incluso rotura a nivel de las bandas Z de los sarcómeros.*
- *Necrosación de algunas fibras, especialmente las FT.*
- *Destrucción notable de miofibrillas*
- *A nivel de tejido conjuntivo, aumento del ratio hidroxiprolina/creatinina, posible indicativo de daño en la unión entre el músculo y el tendón* (Gobelet, 1988 cfr. Cometti, 1988).

Incluso, algunas investigaciones señalan que un trabajo excéntrico afecta a la permeabilidad de la membrana celular, alterando la disponibilidad de las reservas de glucógeno, algo que puede resultar contraproducente si el gesto se debe realizar de forma periódica en el desarrollo de una modalidad deportiva. No obstante esto es algo que precisa una mayor investigación antes de llegar a conclusiones definitivas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.5.4.2.- El trabajo de fuerza con cargas medias y bajas de alta intensidad.

Otros autores asumen que la fuerza máxima, por si sola, no es suficiente para mejorar la capacidad de salto. Häkkinen et al. (1981), Bosco (1985) y Komi (1986) mantienen que un excesivo entrenamiento con cargas máximas o submáximas conllevan un efecto paralelo sobre los dos tipos de fibras (FT y ST), disminuyendo la relación entre las secciones transversales de ambas (FT/ST) y afectando negativamente a la velocidad de contracción y a la duración del ciclo estiramiento-acortamiento. Los trabajos de Verjoshanski, (1981 cfr. Bosco, 1992); Bosco et. al. (1982f), Bührle (1983), Berger (1983), Kaneko et al. (1983) y Moritani et al. (1987) sugieren que para mejorar la capacidad de salto se deben usar cargas que permitan desarrollar mayores niveles de potencia.

En este sentido, Hakkinen et al. (1981a) estudió el efecto del entrenamiento con grandes cargas de forma excéntrica o concéntrica, llegando a la conclusión que se mejoran los niveles de fuerza máxima, pero no se transfiere esa mejora a la capacidad de salto.

Por tanto, hay que tener presente la especificidad del ejercicio, hecho que demostró Hakkinen et al. (1986) cuando determinó la correlación existente entre el resultado en el movimiento de dos tiempos y la altura de salto (SJ_{pc}), con diferentes cargas añadidas, en 14 halterófilos de élite. Los datos mostraron que la correlación aumenta conforme se aumenta la carga con la que salta el deportista, haciéndonos ver que la fuerza máxima correlaciona con los niveles de fuerza explosivo-tónica y no con las acciones de tipo balístico.

Bosco (1992) nos cita a Verjoshanski (1981), en un intento de fundamentar la teoría de que "*en las especialidades de fuerza - velocidad, una carga elevada de fuerza influye negativamente en la capacidad del sujeto para producir fuerza explosiva, rapidez de movimientos y también en los mecanismos reguladores*".

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Las conclusiones de estos investigadores son confirmadas por la falta de correlación entre los niveles de fuerza máxima isométrica, o dinámica, y la potencia, manifestada por la capacidad de salto, a la luz de los resultados obtenidos por otras investigaciones (Spence et al., 1980; Viitasalo et al., 1982; Alen et al., 1984; Häkkinen et al., 1987; Voigt et al., 1990; Wilson et al., 1993; Verjoshanski; Young et al., 1993; Baker et al., 1994; Gª- Manso- no publicado).. Las razones que motivan ésta falta de relación parecen estar debidas por las diferencias mecánicas y neuromusculares de las dos acciones.

En cuanto a la aplicación de métodos estadísticos de correlación entre jugadores de Voleibol, ni Viitasalo et al. (1982) ni Spence et al. (1980), muestran correlación entre la fuerza máxima y la capacidad de salto.

Así, Alen et al. (1984) al estudiar las modificaciones en la capacidad de salto en deportistas de élite en deportes de fuerza, después de desarrollar un programa de 24 semanas de entrenamiento de sentadilla con cargas elevadas, donde a pesar de mejorar substancialmente el test de 1RM, el test de salto permanecía invariable.

Voigt et al. (1990) estudiaron 21 sujetos de 18-23 años de edad, organizados en tres grupos, con experiencia de diferente tipo en las técnicas de karate, a los cuales se les evaluó la velocidad de golpeo antes y después de llevara a cabo un entrenamiento de fuerza orientada al golpeo. El primer grupo entrenó durante 16 semanas la fuerza con sobrecargas de forma paralela a un trabajo con una bolsa lastrada de golpeo, terminando con un trabajo intensivo de 4 semanas de trabajo único e intensivo de bolsa lastrada de golpeo. El segundo grupo integro de bolsa lastrada de golpeo. El tercer grupo trabajo la fuerza con sobrecargas y saco de arena durante 20 semanas. Los resultados dieron un incremento en la velocidad de golpeo en los grupos 1 y 2 (34.7%), no ocurriendo lo mismo en el tercer grupo que empeoró el resultado de velocidad.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

A estas conclusiones también llega el trabajo de Baker et al. (1994), en el que nos demuestra que el entrenamiento de la fuerza máxima realizado en sujetos experimentados se traduce en una considerable mejora en el test de 1RM, pero al comparar estas ganancias con las modificaciones mostradas en la capacidad de salto, la correlación no es significativa (r = 0.11).

En un trabajo realizado en la FCAFD de Las Palmas de GC. (Gª-Manso datos no publicados) sobre 12 sujetos masculinos con elevados niveles de fuerza máxima isométrica (no élite), las correlaciones encontradas entre la fuerza máxima isométrica y la fuerza dinámica expresada a través de los tests de sentadilla salto (SJ) y contramovimiento (CMJ) fueron muy poco significativas, al igual que lo que ocurría en los trabajos anteriormente citados (0.25 y 0.49 respectivamente). **Tabla 8**.

Test	*Muestra*	*Media*	*Desviación Típica*
Squat (cm)	12	41.73	4.11
CMJ (cm)	12	45.89	5.07
Drop-CDJ (cm)	12	46.08	5.62
FIM (N)	12	2069.17	509.92

Correlación	*SJ*	*CMJ*	*Drop(CDJ)*	*FIM*
Squat	1.000	0.75 (0.005)	0.66 (0.02)	0.25 (0.44)
CMJ	0.75 (0.005)	1.00	0.93 (0.000)	0.49 (0.10)
DROP	0.66 (0.02)	0.93 (0.000)	1.00	0.52 (0.08)
FIM	0.25 (0.44)	0.49 (0.10)	0.52 (0.08)	1.00

Tabla 8: *Datos y correlaciones encontradas entre la fuerza máxima isométrica y la fuerza dinámica. (García Manso, no publicados).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El hecho de que sea el test de reactividad (drop) el que presente cierta relación con la fuerza isométrica, nos hace pensar una hipótesis que debe ser estudiada con posterioridad, en la que se parte de la idea de que es la rigidez muscular la que viene determinada por la fuerza máxima de esa musculatura, permitiendo soportar la enorme presión que supone la fase de amortiguación y acoplamiento, debiendo, así mismo, incidir de forma muy positiva sobre la capacidad de recuperación de la energía de deformación elástica que se produce en esta primera fase.

El trabajar con cargas ligeras permitirá realizar movimientos o gestos deportivos a gran velocidad, esta afirmación es confirmada por Kuznetsov (1984): "*será la coordinación intermuscular el factor que afecte la posibilidad de generar potencia en movimientos específicos, y sólo puede mejorar cuando el ejercicio se realiza a la misma velocidad que en situación real de competición o a velocidades superiores*".

El trabajo de la fuerza con cargas ligeras se puede llevar acabo mediante:

- ***El entrenamiento de la fuerza especial o técnica.***
- ***El entrenamiento pliométrico.***
- ***El entrenamiento de contraste.***

2.5.4.2.1.- El entrenamiento de la fuerza especial o técnica.

La *fuerza especial (técnica)* representa la fuerza en condiciones iguales o similares a los de la competición. De forma que, en los deportes donde interviene la manipulación de un móvil y la toma de decisiones, el dominio técnico es fundamental, por tanto, el entrenamiento de la fuerza especial o técnica, dependiente de la coordinación intramuscular, se debe realizar con movimientos que tengan la misma complejidad que la que se da en una situación real de juego.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Una de las principales formas de entrenamiento de este tipo de fuerza, consiste en la utilización de cargas iguales, superiores y/o inferiores a las de la competición.

La utilización de cargas ligeramente superiores a las de competición permiten alcanzar importantes incrementos de la fuerza manteniendo el gesto deportivo (Edgerton et al., 1960; Logan et al., 1966; Brose et al., 1967; Litwhiler et al., 1973; DeRenne et al., 1990 y 1994). Con el fin de no alterar significativamente el gesto y, paralelamente, conseguir el grado de máxima tensión muscular, las cargas a emplear no deben ser demasiado grandes, variando los mismos en función de las características mecánicas del movimiento y el grupo muscular que predomina en la acción.

Así, saltar con sobrecargas ligeras incidirá sobre el componente de fuerza (*coordinación intramuscular*), mientras que saltar con mecanismos que ayuden a reducir el peso que deben desplazar las piernas, desarrollarán el componente de velocidad (*coordinación intermuscular*). Por tanto, ejercicios con sobre cargas entre el 15-25% del peso corporal Kuznetsov, 1984) y reducciones del propio peso del orden del 15% (Harre et al., 1990) permitirán mantener la estructura del salto.

La estrategia que nos lleve a mejorar los rendimientos en aquellas acciones que se sustentan sobre la fuerza veloz, varía en función de los niveles de rendimiento del sujeto sobre el cual se desea intervenir. Así, en sujetos poco experimentados, los ejercicios generales de fuerza orientados a mejorar fundamentalmente la capacidad contractil, son suficientes para alcanzar mejoras en la fuerza velocidad. Sin embargo, deportistas más experimentados necesitan combinar el trabajo genérico con el especial de fuerza si desean incrementar sus rendimientos.

Toda acción, contra resistencias medias o ligeras que permitan importantes velocidades de ejecución, nos llevará a incrementar la fuerza veloz. Behm (1991) sugiere que para entrenar la fuerza-velocidad, la carga utilizada debe ser el 50% del 1RM. Por su parte, Poprawski (1987), Spassov (1988) y Verjochanski et al. (1989) recomiendan cargas entre el 50-70% del 1RM.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El entrenamiento con sobrecargas que buscan el incremento de las diferentes manifestaciones de la fuerza velocidad, deben cumplir los siguientes principios básicos (García Manso et al., 1996a):

- *Utilización de cargas medias o bajas.*
- *La ejecución del ejercicio a la máxima velocidad.*
- *Realizar pausas largas de recuperación.*

MANIFESTACION.	INTENSIDAD	REPETICIONES	PAUSA	SERIES	VELOCIDAD
FUERZA EXPLOSIVO TÓNICA	60-75%	10-6	2'-5'	4-6	ALTA
FUERZA EXPLOSIVO BALÍSTICA	30-60%	10-6	2'-5'	4-6	ALTA

Tabla 9: *Metodología del trabajo de fuerza veloz con sobrecargas (García Manso et al., 1996a).*

Volkov (1980 cfr. Alba, 1988) propone que los ejercicios con sobrecargas de orientación hacia la fuerza velocidad no deben superar los 6" de duración y recuperaciones de 2' y 5', siempre ejecutados a la máxima velocidad.

En un intento de aproximarnos más al tiempo de ejecución de un ejercicio en relación a la carga a emplear a máxima velocidad, Pedemonte (1983), encontró la siguiente relación:

CARGA (1RM)	TIEMPO QUE SE MANTIENE LA MÁXIMA VELOCIDAD
30%	21 seg.
405	12 seg.
50%	6 seg.
60%	18 seg.
70%	12 seg.

Tabla 10: *Tiempo que se mantiene la máxima velocidad (en seg.) con respecto a la carga empleada (en función del 1 RM). Pedemonte, 1983.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Según los datos aportados por Pedemonte (1983), se recomienda la utilización de cargas entre 30 - 50% para mejorar la velocidad de ejecución y de entre un 60 - 70% para mejorar la explosividad.

En función de los datos anteriores, Alba (1988) recomienda que para el trabajo de fuerza velocidad, hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- La cantidad de repeticiones por sesión deberá ser media - grande, considerando que el límite que determina una carga grande de repeticiones es a partir de 90.

- El volumen medio de repeticiones por semana debe estar alrededor de 250.

- El tiempo de duración de la sesión de 75 minutos.

En el entrenamiento de la fuerza velocidad adquieren gran importancia los ejercicios que se realizan con una estructura parecida a los movimientos de competición. En este sentido tenemos que considerar los siguientes presupuestos metodológicos (Harre, 1988):

- Se debe mantener en el ejercicio una elevada similitud con el gesto de competición, tanto en el aspecto coordinativo como mecánico. Cargas demasiado superiores a las de competición pueden llevas a disturbios en la coordinación del movimiento.

- El efecto óptimo del entrenamiento sólo se obtiene cuando el gesto se realiza a la máxima velocidad posible que permita la carga utilizada.

Los límites que se pueden superar en las resistencias empleadas en el entrenamiento, respecto a las que posteriormente se van a precisar en la competición, se deben fijar en base a las características de la modalidad deportiva y a la propia experiencia de el entrenador y deportista.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por tanto, tenemos que la ejecución de ejercicios similares a los de competición, en velocidad, aceleración y patrones de movimiento, son los que permitirán una perfecto desarrollo de la coordinación intermuscular, de forma específica y fácilmente transferible a la velocidad de ejecución de un gesto deportivo.

Es por esto, que este tipo de entrenamiento se debe realizar cuando el deportista esté descansado, ya que las exigencias a nivel nervioso son altas, debido a que las velocidades que se tienen que generar son altas. Esto es así, pues si se evita la acumulación de fatiga, el deportista será capaz de reproducir e incluso superar la velocidad de competición en movimiento específicos. Para conseguir estos valores de velocidad de ejecución, López de Viñaspre et al. (1996), nos proponen dejar suficiente tiempo de descanso entre cada 3 ó 4 saltos.

En una aplicación específica a las exigencias propias de la actividad competitiva en el Voleibol, tenemos que al sólo realizarse 1 ó 3 acciones de máxima intensidad (saltos) por jugada, deberíamos realizar el trabajo de fuerza en series de 3 repeticiones , debido a que tal y como nos dice Tihany (1997): "*la velocidad máxima se consigue en la segunda y tercera repetición, descendiendo posteriormente*". El autor continúa enunciando que "*el trabajar con cargas medianas a alta velocidad y mediante un número de repeticiones bajas produce*":

- *Incide directamente sobre las fibras de contracción rápida (FTa).*
- *Trabajo a alta intensidad similar a la velocidad de competición.*
- *Produce hipertrofia selectiva, siempre y cuando se empleen grados de movimiento similares a los de competición.*
- *Mejora la manifestación de potencia mecánica muscular, debido a que se incrementan la actividad eléctrica y la frecuencia de estímulo del músculo.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

MANIFESTACION.	INTENSIDAD	REPETICIONES	PAUSA	SERIES	VELOCIDAD
FUERZA EXPLOSIVO TÓNICA	60-75%	3 - 4	2'-5'	6 - 8	ALTA

Tabla 11: *Metodología del trabajo de fuerza veloz con sobrecargas específica para Voleibol*

El introducir un gran número de series va ha incidir directamente sobre las fibras rápidas oxidativas, necesarias en la realización de acciones de máxima intensidad al final de un partido.

2.5.4.2.2.- Entrenamiento pliométrico.

Ya hemos visto como la capacidad reactiva de la musculatura es determinante en las acciones deportivas en que la contracción muscular contienen un ciclo de estiramiento - acortamiento de alta velocidad de ejecución. El entrenamiento de esta orientación consiste en trabajar el músculo, primero en su fase excéntrica, pasando en muy corto espacio de tiempo, y tras una fase cortísima de tipo isométrico, a desarrollarse la fase concéntrica. Este tipo de contracción permite:

- *Desarrollar tensiones superiores (1.5 a 2) a la fuerza máxima voluntaria.*
- *Disminuye el umbral de estimulación del reflejo de estiramiento (miotático).*
- *Disminuir la acción inhibitoria del contrareflejo de estiramiento (c. Golgi).*
- *Disminuye los tiempos de acoplamiento entre las fases excéntricas y concéntricas.*
- *Aumenta la rigidez muscular.*

Así, los *ejercicios de pliometría* permiten mejorar la velocidad de ejecución de un gesto específico, como es el salto. Estos ejercicios aceleran la fase excéntrica del movimiento creando gran cantidad de energía elástica que facilitará la fase concéntrica y permitirá que se alcancen alturas máxima de vuelo. Los jugadores de Voleibol de alto nivel, como deportistas entrenados y que presentan gran fuerza elástica (Bosco, 1992), alcanzan las mejores alturas de vuelo en ejercicios donde se cae desde *alturas óptimas* (Schmidtbleicher, 1992).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Es importante la altura de caída pues una caída demasiado grande, provocará que el movimiento se relentice y la estructura del salto se modifique, y por tanto, se utilizarían mayoritariamente la fibras de contracción lentas (ST) y se aumentaría el tiempo de acoplamiento, con lo que se perdería parte de la energía elástica acumulada por rotura de los puentes de actina y miosina del músculo (Cavagna et al., 1974; Bosco et al., 1982a; Tihany, 1989).

La utilización de entrenamientos orientados a la mejora de la fuerza reactiva, son de gran eficacia para mejorar la velocidad de numerosas acciones técnicas de diferentes modalidades deportivas, esta afirmación es comprobada por numerosas investigaciones, mostradas en la **Tabla 12**.

DEPORTE	ACCIÓN	TIEMPO	REFERENCIA
ALTURA	VELOCIDAD	130-180 ms.	Reid (1989)
ALTURA	FUERZA	170-210 ms.	Reid (1989)
SALTOS PROFUNDIDAD.	IMPULSO	177-278 ms.	Aura y Vitasalo (1989)
VELOCIDAD	SALIDA	500 ms.	Reid (1989)
VELOCIDAD	MAX. VEL.	100 ms.	Reid (1989)
VELOCIDAD	ACELERACIÓN	300-150 ms.	Reid (1989)
POWERLIFTING	PECTORAL	350-900 ms.	Wilson (1991)

Tabla 12: *Tiempos de contacto y acoplamiento en diferentes movimientos deportivos (García Manso et al., 1996a)*

Como ya señalamos, un trabajo pliométrico está constituido por tres elementos: fase excéntrica, fase isométrica y fase excéntrica (ciclo estiramiento - acortamiento (CEA). Esta estructura de tres elementos hace que el entrenamiento se pueda articular de dos formas (García Manso et al., 1996a):

a. Forma sintética. En la que se utiliza acciones iguales o muy parecidas a la competición. En ella existen las siguientes variables:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

a.1 Pliometría de baja intensidad (botes o saltos). Los botes se realizan con las dos piernas sobre el sitio de tres formas diferentes: a ritmo personal, a frecuencia máxima o a intensidad máxima. En las tres formas deben ejecutarse en series de 30 repeticiones con 5 minutos de recuperación. Otra posibilidad es realizar botes sobre una pierna, ejecutándose 3 series de 10 repeticiones con intervalos de 5 minutos. A los saltos nos referimos a los impulsos alternativos sobre los pies con impulso horizontal, (triples, quíntuplos, decasaltos o sobre distancias establecidas), o vertical (en el sitio).

a.2. Pliometría de alta intensidad (drops desde altura óptima). Este entrenamiento es de una enorme especificidad en muchas manifestaciones deportivas (recepciones tras un salto vertical, como remates saque en salto o bloqueos). No podemos olvidar que un gimnasta llega a soportar fuerzas de 8-10 veces su propio peso corporal al caer al suelo después de un salto o salir de un aparato, dato que podemos equiparar al jugador de Voleibol.

Normalmente, en el caso de los drops, la altura de salto variará con el nivel de rendimiento del deportista, aunque se pueden utilizar otros criterios como que:

- El talón no llegue al suelo (no siempre aceptado)
- Se consigan alturas de despegue iguales a la máxima
- Los tiempos de apoyo sean iguales a los de competición o como máximo un 25% más.

A la hora de plantear unos ejercicios hay que atender al tiempo de duración del ciclo estiramiento - acortamiento, Bobbert et al. (1987a y b) los agrupa en dos tipos de drop jump:

- *Bounce drop jump*: Invertir la velocidad de descenso elevándose tan pronto como fuera posible después de aterrizar. Es mejor para los atletas que buscan mejorar el resultado mecánico de los extensores de la rodilla y flexores plantares.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- *Counter movement drop jump*: Invertir la velocidad de descenso de forma más gradual mediante un movimiento hacia abajo más largo.

Normalmente se asume que una mejora en el salto vertical es el resultado de una mayor eficacia en el resultado mecánico de los músculos, debida a una sobrecarga de los mismos durante la fase excéntrica de los ejercicios. Es por esto, por lo que diferentes autores recomiendan el drop jump como ejercicio efectivo en el entrenamiento de los atletas que se preparan para actividades explosivas tales como los saltos. Esto es así, pues Bosco et al. (1979) nos dice que "*el Drop Jump tiene un efecto específico para desarrollar potencia, la cual es fácilmente transferible a gestos específicos de competición*".

En el estudio de Bobbert et al. (1987a y b), se demostró que el rendimiento mecánico en las articulaciones de la rodilla y el tobillo alcanzaron mayores valores en la ejecución de los "*bounce drop jump*" (BDJ) que en la ejecución de los "*counter movement drop jump*" (CMJ).

Basándose en estos resultados, los investigadores aconsejan limitar la altura del drop jump a 20 o 40 cm. Pues, al investigar los efectos del entrenamiento ejecutando el bounce drop jump, se observa que el momento neto de la articulación de la rodilla alcanza un pico más alto en DJ=40 que en DJ=20. Los autores no ven ventajas en la realización de BDJ desde alturas superiores 60 cms, y aconsejan limitar la altura del drop jump a 20 y 40 cms. Saltando desde sólo 20 cms. se tiene la ventaja de encontrar fuerzas pico en la superficie de la articulación del tobillo, y el riesgo de daños en las estructuras pasivas es relativamente pequeño.

Otros estudiosos de los ejercicios pliométricos aconsejan distintas alturas óptimas de caída, las inferiores a 75 cm. (Verjoshanski, 1990), de 46 cm. (Chu, 1984), o 40 cm Bosco (1985).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

A medida que aumenta la altura, es mayor la fuerza excéntrica desarrollada y menor la concéntrica. Hasta unos 40 cm, la fuerza concéntrica es mayor que la excéntrica, y los saltos se realizan a mayor velocidad. Entre 40 y 60 cm los valores están equilibrados. Con alturas de 80 cm o más, se produce un fuerza concéntrica muy débil y el resultado del salto disminuye (Letzelter et al., 1990). Esto permite a diferentes autores realizar una clasificación de las intensidad de caída (King, 1993; Bompa, 1993; González - Badillo et al., 1995)

La angulación de la articulación de la rodilla es otro de los factores determinantes del entrenamiento de la aplicación de fuerzas de rápido desarrollo. Por tanto, en función del ángulo de los miembros inferiores, a nivel de la rodilla, a la hora de la caída en un Drop Jump, tendremos distintas adaptaciones (Cometti, 1988):

- 60°: Características de fortalecimiento general.
- 90°: Mejora la eficacia muscular.
- 130 - 150°: Trabajo específico de competición.

a.3. Pliometría dificultada. Consiste en realizar los saltos con cargas añadidas, como cinturones lastrados, chalecos, "chorizos", o barras. Estos ejercicios se pueden hacer de tres formas:

- Con botes o saltos como a los que nos hemos referidos en la pliometría de baja intensidad, pero en esta ocasión con carga añadida.
- Con drops (saltos en profundidad) con cargas añadidas, pero desde alturas inferiores (o iguales) a la óptima.
- Con drops (saltos en profundidad) desde alturas máximas (con saltadores se emplean alturas superiores a los 2.00 metros). En este grupo podemos realizar dos variantes: con despegue posterior o en amortiguación.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

a.5 Pliometría facilitada (saltos asistidos). Utilizando implementos que faciliten la acción de despegue (gomas, muelles, multiplicadores de acción, etc...). Existen numerosas experiencias en la que el atleta realiza el ejercicio colgándose de unas gomas fijadas en el techo. Vitasalo (cfr. Cometti, 1988) llevó a cabo una investigación en cinco grupos que realizaron el siguiente trabajo:

- G-A: Trabajó 75% excéntrico y 25% concéntrico.
- G-B: Trabajó 50% concéntrico y 50% excéntrico.
- G-C: Trabajó un 100% concéntrico.
- G-D: Trabajó sólo multisaltos.
- G-E: Trabajó pliometría facilitada.

Al final de la investigación, los sujetos fueron evaluados mediante tres tests: fuerza máxima concéntrica, velocidad de desarrollo de la fuerza y drop jump con los siguientes resultados que refleja la siguiente **Figura 24**:

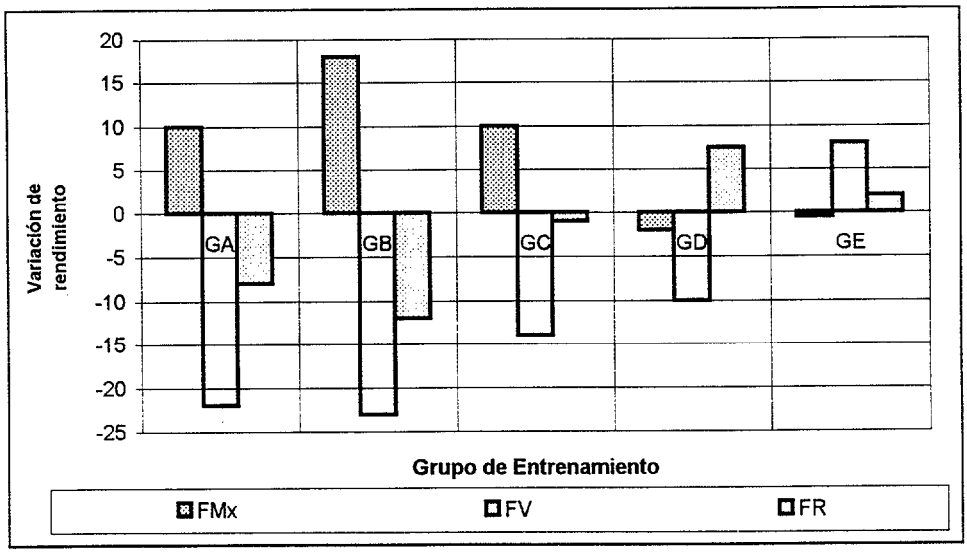


Figura 24: *Variación de los resultados evaluados mediante tres tests: fuerza máxima concéntrica, velocidad de desarrollo de la fuerza y drop jump con los siguientes resultados que refleja la siguiente (Vitasalo, cfr. Cometti, 1988)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Es necesario tener una base óptima de fuerza y de adaptación, antes de aplicar un entrenamiento de pliometría. Los niveles de fuerza que se precisan son los siguientes (García Manso et al., 1996a):

Miembro inferior.

- *Squat con 1.1/2 a 2.1/2 peso corporal.*

- *5 rep. squat al 60% P.C. en menos de 5".*

Miembro superior.

- *90 kg. press de banca para sujetos entre 90-100 kg.*

- *1.1/2 P.C. press banca sujetos <90 kg.*

b. Forma analítica.

En ella podemos descomponer la estructura del movimiento utilizándola individualmente o utilizando los elementos de 2 en 2, de 3 en 3 o los cuatro a la vez **Tabla 13**.

VARIANTES EN LA SESIÓN		
Concéntrico-Excéntrico Concéntrico -Isométrico Concéntrico-Pliométrico Isométrico-Excéntrico Isométrico-Pliométrico Excéntrico-Pliométrico	Concéntrico-Excéntrico-Isométrico Concéntrico-Excéntrico-Pliométrico Concéntrico-Isométrico-Pliométrico Excéntrico-Isométrico-Pliométrico	Concéntrico-Excéntrico-Isométrico-Pliométrico

VARIANTES EN LA SERIE		
Concéntrico-Excéntrico Concéntrico -Isométrico Concéntrico-Pliométrico Isométrico-Excéntrico Isométrico-Pliométrico Excéntrico-Pliométrico	Concéntrico-Excéntrico-Isométrico Concéntrico-Excéntrico-Pliométrico Concéntrico-Isométrico-Pliométrico Excéntrico-Isométrico-Pliométrico	Concéntrico-Excéntrico-Isométrico-Pliométrico

Tabla 13: *Variantes de trabajo analítico de orientación reactiva (Cometti, 1988)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.5.4.2.3.- Entrenamiento de Contraste:

Esta forma de entrenamiento se caracteriza por alternar cargas altas con cargas ligeras, las cuales son ejecutas de forma explosiva, para permitir, a la vez, un hábito diferenciado en el comportamiento de unidades motoras y unas velocidades de ejecución distintas y, amoldadas a las resistencias utilizadas. De esta forma se consigue una elevada estimulación del sistema nervioso central mediante una contracción intensa de los grupos musculares específicos, para posteriormente llevar a cabo una acción específica o semi - específica. En los estudios llevados a cabo por Verjoshanski (1970 y 1977) se demuestra que esta forma de alternar las cargas o el tipo de contracción.

El método Búlgaro es el más popular de los empleados como de contraste. Este método consiste en realizar una serie de alta intensidad y luego otra de la mitad (70% - 35%).

A nuestro entender, podemos encontrar dos tipos de entrenamiento de contraste: uno de *fuerza* y otro de *velocidad*. El diferenciar entre contraste de fuerza y de velocidad viene dado por la especificidad de la serie realizada con menor peso:

- En el *contraste de fuerza* la transformación se realiza con el mismo ejercicio con una carga menor.

- En el *contraste de velocidad* la transformación se ejecuta mediante resistencias mucho menores y más parecidas a las de competición (Balón medicinal o peso corporal), logrando de esta forma velocidades de ejecución similares a las necesarias para realizar las acciones técnicas específicas en el Voleibol..

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

2.5.5.- CONCLUSIONES.

Como conclusión, podemos decir que los ejercicios empleados para mejorar la capacidad de movimiento rápido deben cumplir, de forma general, los siguientes requisitos metodológicos:

- *Ejecutados a velocidad máxima o casi - máxima.*
- *Ser muy breves en su duración.*
- *Realizados sin cargas o con cargas muy ligeras.*
- *Las cargas elevadas sólo se emplean en la etapa de formación.*
- *No se deben realizar altos volúmenes de carga por sesión.*

Recalcar, una vez más, que el método de trabajo más eficaz para esta cualidad es la propia competición o al menos con acciones musculares de un patrón motor similar al de competición, pues de esta forma las acciones se ejecutan a la máxima intensidad y además, se evitan estereotipos motrices que en ocasiones suelen aparecer cuando las acciones no se ajustan fielmente a la realidad deportiva en cuestión.

Matveiev (1982) sugiere que con debutantes el proceso de entrenamiento debe seguir las siguientes pautas:

- *Desarrollar las técnicas deportivas.*
- *Desarrollar la velocidad correcta de ejecución, evitando caer en estereotipos. Este aspecto se logra mediante la facilitación de la ejecución.*
- *Aprovechar el hecho contrastado que permite ejecuciones técnicas veloces en condiciones estandarizadas, si anteriormente estas se realizan en condiciones dificultadas.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- *Realizar acciones técnicas con reducción del espacio de acción y/o limitación temporal.*

En deportistas más experimentados, la metodología a seguir permite eliminar la primera fase si se esta se encuentra perfectamente estabilizada, aunque tenemos que pensar que la mejora de aspectos condicionales colaterales, facilitarán la mejora de rendimientos de estas características.

Hoy en día existen diferentes tendencias a la hora de llevar a cabo un entrenamiento orientado a mejorar la fuerza especial en los deportes en los que se utiliza el salto como elemento técnico fundamental. De todos ellos, el trabajo de fuerza con sobrecargas (pesas) y el trabajo con saltos (pliometría) son los dos más utilizados.

En los últimos años se ha podido comprobar como el entrenamiento especial de fuerza (sentadillas - salto) resulta más eficaz que el entrenamiento clásico de fuerza (sentadillas) a la hora que conseguir mayores ganancias en la capacidad de salto.

Este punto ha sido objeto de estudio en numerosas ocasiones, destacando entre otros los trabajos de Bosco et al. (1979 y 1982f), Clutch et al. (1983), Hakkinen et al. (1985b), Wilson et al. (1993) y Holcomb et al. (1996).

Bosco et al. desde 1976 a 1978 controló a dos grupos de 8 jugadores de Voleibol, uno masculino al que se incorporo protocolos en los que tenían que ejecutar 3 veces por semana 7 a 9 series de 10 saltos en profundidad (desde altura) y 4 minutos de recuperación comprobando la enorme eficacia que esta forma de trabajo tenía sobre la capacidad de salto, y otro femenino que sólo hacia un trabajo clásico de musculación.

GRUPO	TEST	SJ (cm)	CMJ (cm)	BDJ (cm)
MASCULINO	Antes	37.5	42.3	39.3
	Después	39.9	47.1**	45.1*
FEMENINO	Antes	23.9	27.8	30.7
	Después	23.5	28.3	31.2

Tabla 14: *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol. (Bosco et al., 1979).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Posteriormente Bosco et al. (1982f) llevó a cabo otro trabajo con dos grupos de jugadores de Voleibol. El grupo de control lo conformaron 11 jugadores universitarios, mientras que el experimental lo componía el equipo nacional italiano. La peculiaridad del trabajo consistió en la incorporación de trabajos de contramovimiento drop jump (flexión de 90°), lo que supuso un excelente motivo para incrementar la capacidad de salto 8 semanas después de iniciar la investigación.

GRUPO	TEST	SJ (CM)	CMJ (CM)
SELECCIÓN ITALIA	Antes	37.7	46.4
	Después	49.2	55.8
UNIVERSITARIOS	Antes	41.8	50.2
	Después	38.5	47.6

Tabla 15: *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol. (Bosco et al., 1982f).*

De las dos investigaciones llevadas a cabo, en el primero de los trabajos realizados por Clutch et al. (1983) comprobaron en 12 sujetos voluntarios enrolados en un programa de entrenamiento de fuerza, que al utilizar de forma simultánea el trabajo con sobrecargas y diferentes protocolos de salto, los incrementos en la capacidad de salto estaban garantizados.

PROTOCOLOS DE ENTRENAMIENTO		
A	B	C
3 x 4-6 x ½ sentadilla 4 x 10 saltos verticales máximos	3 x 4-6 x ½ sentadilla 4 x 10 saltos desde 30 centímetros	3 x 4-6 x ½ sentadilla 2 x 10 saltos desde 70 cm 2 x 10 saltos desde 110 cm.

MEJORAS EN EL TEST DE 1 RM		
18.56 kg (7.19)	10.59 kg (5.84)	14.58 kg (7.21)

MEJORAS EN EL TEST DE SALTO		
2.08 cm (3.23)	3.35 cm (2.03)	2.97 cm (3.56)

Tabla 16: *Protocolo de entrenamiento. (Clutch et al., 1983)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El segundo trabajo fue realizado con 16 jugadores de Voleibol de 21.2 años de edad, a los que tras organizarlos en dos grupos, se les aplico dos protocolos de entrenamientos diferentes. El primero de ellos realizaron un entrenamiento con sobrecargas (3x6x80% de press de banca, peso muerto y media-sentadilla), mientras que le segundo grupo hizo un entrenamiento conjunto de pesas y saltos en profundidad (3 x 4-6 x ½ sentadilla; 2 x 10 saltos desde 70 cm; 2 x 10 saltos desde 110 cm). Los datos demostraron que el entrenamiento combinado resultaba más eficaz que el uso exclusivo del trabajo con pesas, aunque no encontró diferencias entre usar protocolos de saltos clásicos o protocolos de saltos desde alturas.

En un estudio realizado por Häkkinnen et al. (1985b) encontraron que el trabajo con cargas elevadas conducía a mejoras del 10.6% y el 7.3% en los test de CMJ y SJ, mientras que la utilización combinada de sentadillas saltos con cargas y saltos pliométricos, conducen a mejoras en estos tests (CMJ y SJ) del 17.5% y 21.2% respectivamente.

Wilson et al. (1993) estudió tres modalidades de entrenamiento de la fuerza (a: 3-6x 6-10 RM; b: Pliometría de 20-80 cm.; c: 3-6X6-10x 30-40%), en 64 sujetos universitarios, que trabajaron a lo largo de 10 semanas (2 días/semana). Los resultados demuestran la mayor eficacia mostrada por los dos últimos protocolos a la hora de mejorar la fuerza explosivo-balística, tal y como muestra la siguiente tabla.

TEST DE CMJ			
GRUPO	**ANTES**	**MITAD**	**FINAL**
CONTROL	37.2 +/-8.2	37.6 +/-8.4	38.0 +/-8.2
FUERZA MÁXIMA	40.0 +/-7.0*	41.1 +/- 7.0	41.9 +/-7.3*
PLIOMETRÍA	35.8 +/-6.7*	37.7 +/-7.4	39.5 +/-9.0*
POTENCIA	35.8 +/-5.8*	39.7 +/-6.4*	41.8 +/-5.8*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TEST DE SJ			
CONTROL	35.9 +/-8.1	35.1 +/-8.1	35.8 +/-7.6
FUERZA MÁXIMA	38.0 +/-7.5*	39.3 +/-6.8	40.4 +/-6.9*
PLIOMETRÍA	35.6 +/-7.8	36.2 +/-6.8	37.9 +/-8.2
POTENCIA	33.8 +/-4.9*	37.8 +/-6.4*	38.8 +/-5.6*

Tabla 17. *Evolución de los resultados de los test de salto tras tres entrenamientos diferentes de fuerza.(Wilson et al.,1993).*

También, Holcomb et al. (1996) llevan a cabo un estudio con diferentes protocolos de entrenamiento para la capacidad de salto, donde se encontró que las mayores mejoras se obtuvieron mediante el entrenamiento de pliometría convencional.

	CMJ			SJ		
TEST	**INICIO**	**FINAL**	**VARIACIÓN**	**INICIO**	**FINAL**	**VARIACIÓN**
CONTROL	52,0 (6,6)	53,2 (6,6)	1,2	45,3 (6,2)	47,4 (5,8)	2,1
CMJ	49, 5 (7,5)	54,2 (6,5)	4,7	45,4 (6,5)	49,0 (6,1)	3,6
SOBRECARGAS	47,8 (6,3)	51,3 (11,6)	3,5	41,1 (8,0)	45,4 (4,5)	4,3
PLIOMETRÍA	49,4 (6,3)	55,5 (6,5)	6,1	44,1 (5,2)	49,5 (4,5)	5,4
BDJ y CDJ	51,7 (3,8)	56,5 (6,4)	4,8	45,3 (6,5)	50, 3 (6,0)	5,0

Tabla 18: *Evolución de la capacidad de salto tras diferentes formas de entrenamiento para la capacidad de salto (Holcomb eta l. 1996).*

Otros investigadores opinan que para los deportistas altamente entrenados, el trabajo a realizar debe ser lo más específico posible, ya que cuanto más específicos sean, más eficaces serán los mismos, permitiendo mejoras más importantes (Verjoshanski et al., 1983).

En este sentido, Bobbert et al. (1994) interpretan que ganancias de un 20% en la fuerza máxima se traducirán en mejoras de la capacidad de salto de 7.8 cm si el nivel de dominio técnico es elevado, pero de sólo 2 cm si no se posee este nivel técnico.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

METODOLOGÍA

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.1.- INTRODUCCIÓN:

El objeto de nuestro trabajo, que hace referencia a las mejoras que producen tres protocolos diferentes de entrenamiento de la fuerza en la capacidad de salto, se realizó mediante un estudio comparativo y de aplicación directa al entrenamiento real y específico de un equipo profesional de Voleibol, durante la participación del mismo en tres temporadas oficiales de la liga A.C.E.V.O.L. española.

Esta liga se celebra mediante la confrontación directa y a doble vuelta entre todos los equipos participantes, fruto de la cual se obtiene una clasificación que determina la siguiente fase de la competición en la que los equipos juegan los play - off finales, los cuales corresponderán a los play - off por el titulo o de descenso en función del puesto obtenido.

En nuestro caso el equipo utilizado para el desarrollo de nuestra investigación tenía como objetivo de competición clasificarse para el play - off final que da acceso al titulo y clasificarse en primer lugar de esta segunda fase.

Así mismo, dadas las características e historial de la entidad el equipo debía afrontar en cada una de las temporadas el torneo internacional por clubes de mayor nivel en Europa, el cual recibe la denominación de Copa de Europa de clubes en el que participan todos los equipos ganadores de la liga de su país, así como el campeón de la edición anterior. El elevado nivel mostrado por el club y por el Voleibol nacional en las distintas competiciones internacionales de clubes nos permitía ser considerados como equipo exento en la primera fase de esta competición lo que nos daba un margen de tiempo en el cual el equipo no se veía sometido a una confrontación de alto nivel en la que un resultado adverso le eliminaría de la competición.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El hecho de que este trabajo haya sido desarrollado y elaborado dentro de un calendario competitivo oficial, respetando los objetivos prioritario marcados por el club en cada temporada, condiciona y dificulta el desarrollo de la investigación, pero por el contrario ajusta el objetivo de la misma (entrenamiento de la capacidad de salto) al entorno real en el que se desarrolla la practica del Voleibol, haciendo de este trabajo un modelo de investigación que se ajusta fielmente al paradigma del rendimiento.

No es corriente abordar una investigación dentro del marco universitario desde esta perspectiva ya que en el área del conocimiento de la educación física han sido los paradigma biológicos, físicos, psicológicos etc... los que han regido las líneas de trabajo realizadas sobre el deporte, el deportista o la forma en que se desarrollaba esta actividad, por lo que entendemos necesario hacer una breve reflexión sobre las causas que nos han inclinado a plantearnos otra óptica desde la que abordar el problema que nos ocupa en esta investigación. Si entendemos la practica del Voleibol como un macrosistema que incluyen otras estructuras a su vez complejas, diferentes entre sí, pero directamente relacionadas. Entendemos que el proceso de entrenamiento no es más que una fase de intervención directa sobre el deportista que busca de él mejorar sus capacidades técnico, tácticas y condicionales.

En este sentido, Sánchez Bañuelos (1994) reconoce que el camino que lleva a un deportista a obtener los máximos logros deportivos incluyen una gran cantidad de aspectos que afectan de manera muy directa, tanto al propio deportista como al personal responsabilizado en determinar cuales deben ser las formas de intervención sobre el mismo. Debido a esto, el autor anteriormente mencionado los engloba en lo que denomina "*el entorno vital y el entorno de entrenamiento*". En nuestro caso nos interesa de forma específica el entorno de entrenamiento y más concretamente el aspecto de preparación que engloba al entorno de entrenamiento y, por lo tanto, las cargas de aplicación que el entrenador realiza sobre sus deportistas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

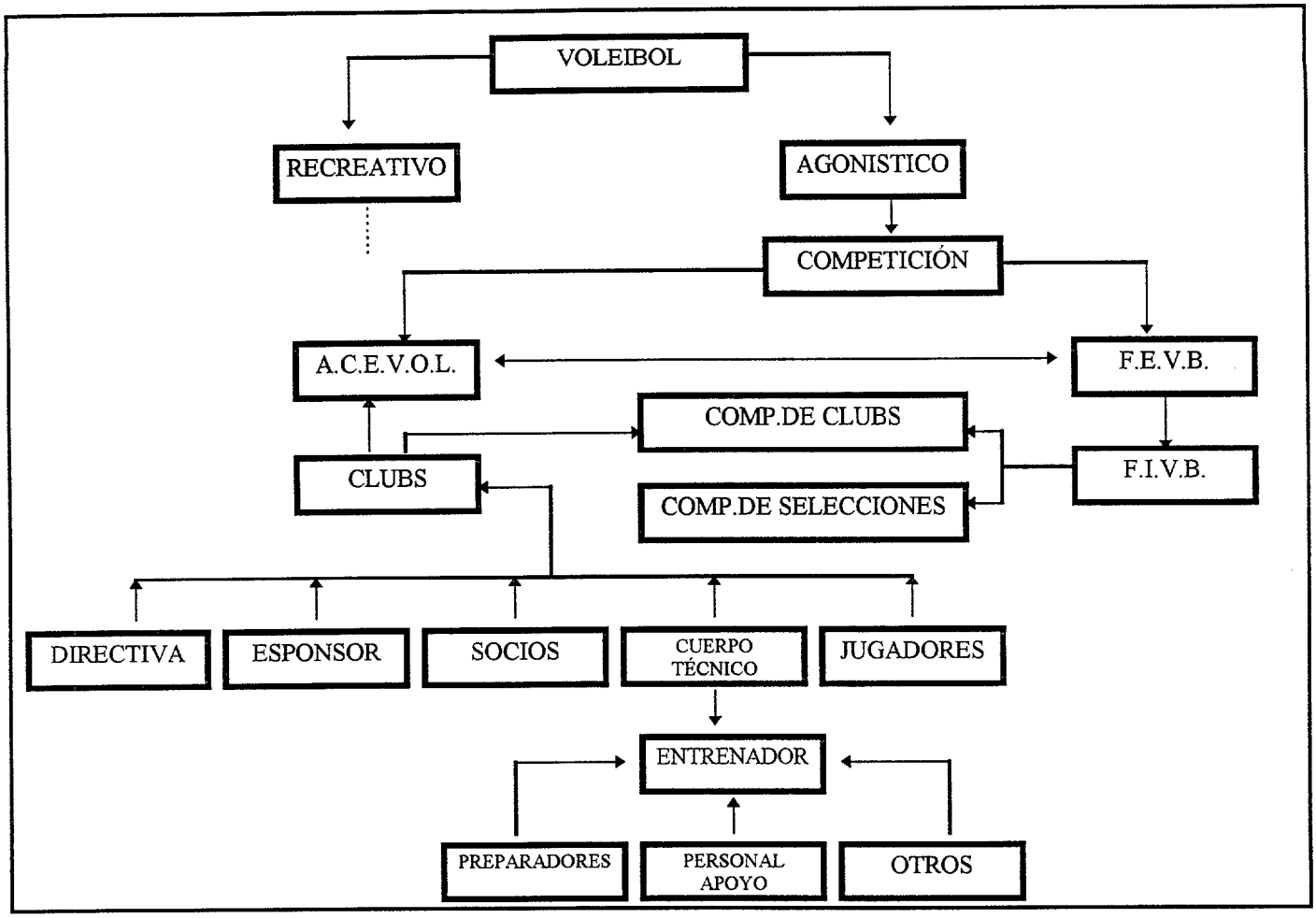


Figura 29: *Macrosistema representativo de la práctica del Voleibol.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por otro lado, García Manso et al. (1996a) nos propone un diagrama que contiene cada uno de los aspectos que pueden afectar de manera directa e indirecta a la mejora del rendimiento:

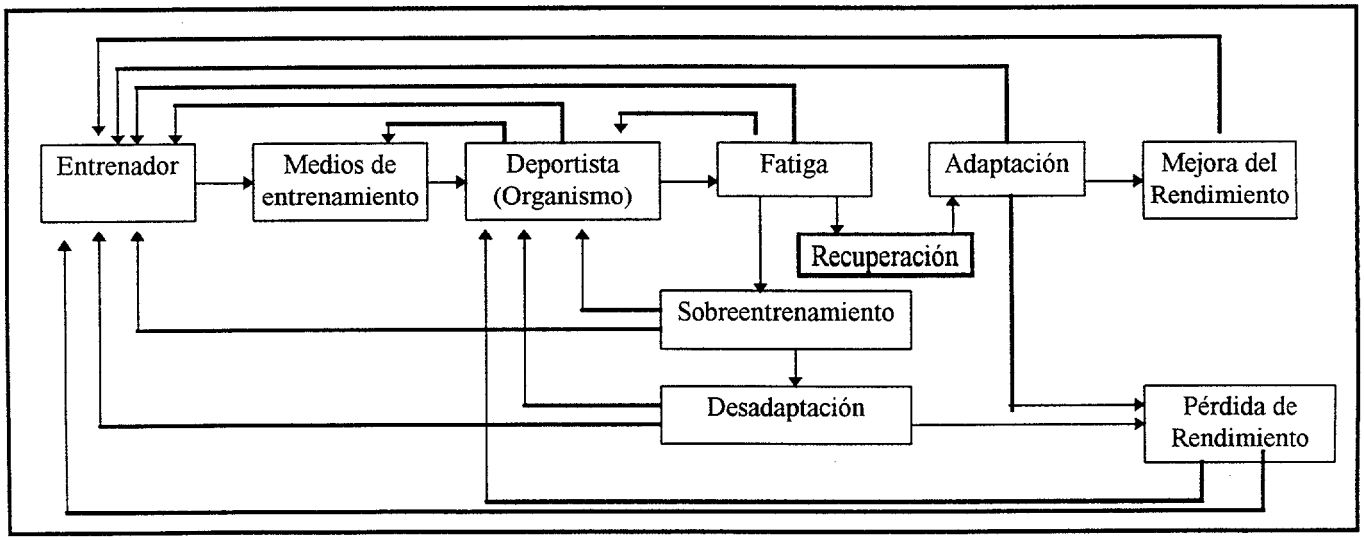


Figura 30: *Modelo de sistema aplicado a la teoría del entrenamiento deportivo. García Manso et al. (1996 a)*

En este sistema, el autor anteriormente citado nos muestra "*cómo el entrenamiento consiste en el proceso de aplicar en un deportista, por parte del entrenador, un proceso de intervención conformado por estímulos conocidos, los cuales producen en el organismo una alteración controlada de diversos microsistemas y conseguir diferentes niveles de adaptación que, normalmente, se ajustan a previsiones iniciales, los cuales conducen a la mejora del rendimiento en una modalidad deportiva concreta*".

La adaptación puede ser abordada desde diferentes ópticas o niveles que afectan a distintos planos de la motricidad y por lo tanto del rendimiento de un sujeto, aspecto este que dificulta el estudio de la mejora del rendimiento si nos limitamos a hacerlo desde uno sólo de ellos entendiendo que la realidad competitiva engloba en si mismo todos y cada uno de ellos, afectando de manera indistinta al potencial del deportista en el momento de ejecución de las tareas asignadas.

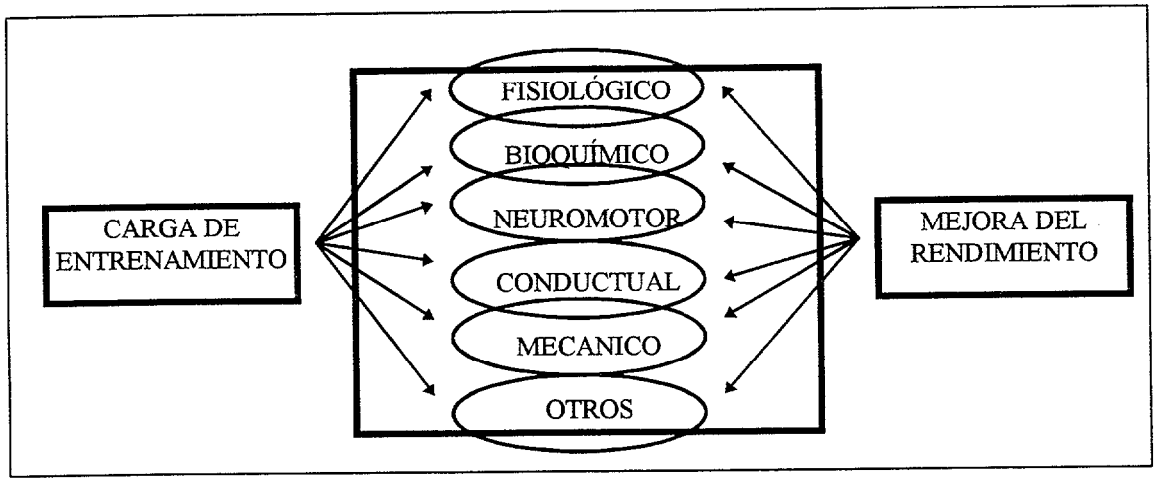


Figura 31: *Procesos adaptativos que conducen a la mejora del rendimiento (adaptado de García Manso et al., 1996a)*

Aceptando entonces que el rendimiento de un deportista se encuentra comprometido por el adecuado funcionamiento de múltiples y diferentes aspectos de su motricidad podemos decir que el estudio de la preparación del deportista desde esta óptica supone un complejo proceso de interpretación de lo que ocurre en su desarrollo constituyéndose así en un planteamiento más amplio acorde a las verdaderas necesidades de un entrenador.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Las características del *paradigma del rendimiento* se asimilan a lo que en el campo de la educación se entiende como *paradigma socio - crítico*, el cual cuestiona la supuesta neutralidad de la ciencia de la investigación y atribuye a la misma un carácter emancipativo y transformador en el cual se aborda el problema de manera más global dinámica y reflexiva asumiendo fielmente todos los principios básicos de la teoría del entrenamiento deportivo.

Vemos, por tanto, que se aparta del modelo clásico experimental que deriva del *paradigma hipotético - deductivo* que en el campo del deporte ha sido asumido por ciencias afines como la fisiología, la biología, la física, la psicología etc... Nuestro planteamiento integra fenómenos relacionados con el entrenamiento deportivo dentro del propio contexto donde se produce, respetando aspectos ambientales, la espontaneidad, la cuasialeatoriedad, el reglamento o cualquier otro aspecto que determine la identidad de cada modalidad deportiva.

En este sentido, Matveiev (1985) reconocía que la búsqueda del máximo rendimiento por parte de un deportista constituye "*un proceso multifacetico de utilización racional del total de factores (medios, métodos, formas y condiciones) que permiten influir de forma dirigida sobre la evolución de un deportista y asegurar el grado necesario de su disposición a alcanzar elevadas maracas deportivas*".

Una de las características que entendemos como más importantes de nuestro estudio es el hecho de que la parte experimental del trabajo se haya efectuado con una muestra de deportistas profesionales en la que la aplicación del modelo de entrenamiento para mejorar la capacidad de salto se ha realizado dentro del contexto global de entrenamiento de esos jugadores con el que afrontar las competiciones de Liga, de Copa de Europa y de encuentros de selecciones nacionales en alguno de los casos

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Es difícil encontrar en la bibliografía internacional referencias a estudios de estas características, ocurriendo casi siempre que los mismos hacen referencia a muestras de sujetos no altamente entrenados o en su defecto a sujetos que son sometidos a un proceso de entrenamiento de fuerza, fuera del contexto general de entrenamiento. Sólo en el caso de la bibliografía que nace del entorno de los antiguos países socialistas es posible encontrar referencias de trabajos de similares características aunque los mismos resultan difíciles de conseguir por razones políticas y sociales que a nadie se le escapan y que, en el mejor de los casos, presentan la dificultad de la lengua en que han sido escritos.

Nos sorprende el hecho de que un fenómeno que se produce constantemente en el mundo del deporte como es la planificación y aplicación de cargas de entrenamiento no haya sido objeto de un estudio mas riguroso, pues entendemos que aportaría un enorme bagage de conocimientos específicos a los técnicos deportivos. Comprendemos que la enorme cantidad de intereses económico, políticos, deportivos etc... que rodean a la practica deportiva profesional suponen un serio obstáculo que dificulta gravemente el acceso a esta información, suponiendo un handicap al desarrollo de los conocimientos que constituyen la teoría del entrenamiento deportivo.

3.2.- MUESTRA

Nuestro trabajo se orienta de forma concreta hacia aquel sector de la población que practica de manera intensa y estando federados dentro de un equipo de máxima categoría, el Voleibol. Para ello se ha utilizado como grupo experimental un equipo englobado en la liga ACEVOL, por lo que los datos que obtengamos en el presente estudio podrán ser aplicados, tan sólo a los jugadores de nuestra muestra y en su defecto hacer aproximaciones hacia jugadores o equipos de características similares a las del grupo por nosotros analizado.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Utilizar una muestra de estas características hace referencia a un subconjunto de una población finita de sujetos practicantes de Voleibol que entendemos que se constituye en muestra representativa de lo que es este deporte en su de máxima categoría en Español, a diferencia del concepto de muestra representativa tradicional que selecciona los sujetos aleatoriamente (azar). Haber organizado la muestra estudio mediante técnicas de muestreo supone un factor de elevado coste económico y metodológico que es imposible afrontar desde nuestras posibilidades materiales y profesionales, pero que se ajusta bastante a la realidad del mundo del deporte y más concretamente al mundo del Voleibol nacional de alta competición.

3.3.- SUJETOS

El estudio se realizó durante tres temporadas, usando como muestra a los jugadores que componían la plantilla del equipo de División de Honor, del Club Voleibol C.S. Gran Canaria. En un principio, el trabajo se comenzó contando con todos los jugadores con ficha para esa temporada, pero debido a imprevistos, como lesiones o enfermedades, y a que hubo jugadores que no cumplieron el plan de entrenamiento por pasar largas temporadas con el equipo nacional, ya que se encontraban compitiendo con la selección, la muestra se redujo en las tres temporadas que duró la investigación.

Los sujetos que se han utilizado para configurar las tres muestras fueron los siguientes:

3.3.1.- Grupo de entrenamiento sin ejercicios pliométricos ni específicos (1993/94):

Tomaron parte 7 jugadores (5 españoles y dos extranjeros: 1 polaco, y 1 búlgaro), con una edad de 24 años (SD: 4.93) y una altura de 1,92 cm. (SD: 0,07), respectivamente:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

TEMPORADA 93/94			
JUGADORES	**ALTURA**	**EDAD**	**NIVEL/NACIONALIDAD**
Alexis Valido	1,84	17	Internacional Juvenil / España
Miguel Falasca	1,92	20	Internacional Junior / España
Juan Colom	1,93	20	Internacional Junior / España
Oscar Campos	1,88	27	Internacional Absoluto / España
Waclaw Golec	1,94	30	Internacional Absoluto / Polonia
Mircho Milanov	2,06	28	Internacional Absoluto / Bulgaria
Sergio Miguel	1,88	26	Internacional Absoluto / España
MEDIA	1,92	24	
SD	0,07	4,93	

Tabla 19: *Nombre, altura, edad y nivel competitivo de los jugadores controlados durante la temporada 1993/94.*

3.3.2.- Grupo de entrenamiento con ejercicios pliométricos y específicos (1995/96)

Lo formaron 5 jugadores (1 español y 4 extranjeros: 2 polacos, 1 mexicano y 1 hindú), con una edad media de 30 años (SD: 4,18) y una altura de 1,95 (SD: 0,04):

TEMPORADA 95/96			
JUGADORES	**ALTURA**	**EDAD**	**NIVEL/NACIONALIDAD**
Sergio Miguel	1,88	28	Internacional Absoluto / España
Waclaw Golec	1,94	32	Internacional Absoluto / Polonia
Irineus Klos	1,96	36	Internacional Absoluto / Polonia
Joel Sotelo	1,92	25	Internacional Absoluto / México
Shandeep Sharma	2,00	29	Internacional Absoluto / India
MEDIA	1,94	30	
SD	0,07	4,18	

Tabla 20: *Nombre, altura, edad y nivel competitivo de los jugadores controlados durante la temporada 1995/96.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.3.3- Grupo de entrenamiento con ejercicios específicos (1996/97)

Integrada por 8 jugadores (6 españoles y dos extranjeros: 1 mexicano, 1 islas seychelles), con una edad y altura media de 23 años (SD: 2,8) y 1,93 (SD: 1,9), respectivamente:

TEMPORADA 96/97			
JUGADORES	**ALTURA**	**EDAD**	**NIVEL/NACIONALIDAD**
Juan Carlos Vega	1,92	20	Internacional Absoluto / España
Carlos Carreño	1,95	23	Internacional Absoluto / España
Miguel Falasca	1,94	23	Internacional Absoluto / España
Danny Pointe	1,93	25	Internacional Absoluto/Seychelles
Daniel Castañeda	1,89	20	Internacional Absoluto / España
Joel Sotelo	1,92	26	Internacional Absoluto / México
Venancio Costa	1,94	28	Internacional Absoluto / España
Antonio Sánchez	1,91	22	Internacional Junior / España
MEDIA	1,93	23	
SD	1,9	2,8	

Tabla 21: *Nombre, altura, edad y nivel competitivo de los jugadores controlados durante la temporada 1996/97.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.4.- MATERIAL

En el intento de poder objetivar al máximo los resultados de los procesos de intervención utilizados durante el desarrollo de nuestra investigación se han utilizado unos protocolos de evaluación que ocasionan la necesidad utilizar materiales lo suficientemente fiables y precisos que nos den información detallada de los parámetros que tratamos de medir.

El control de los parámetros condicionales relacionados con la capacidad de salto, fue realizado con el mismo material en las tres temporadas que duró la investigación, el cual que da detalla da en los apartados siguientes:

3.4.1.- Grupo de entrenamiento sin ejercicios pliométricos ni específicos (1993/94):

En esta temporada se empleó el Sistema Ergojump de Bosco System, compuesto por:

- Plataforma de contacto: Alfombrilla de tres metros de largo por uno de ancho. Consistente en unos electrodos de contacto unidos por un cableado dispuesto por toda la superficie. El exterior es de plástico impermeable. La unión al microprocesador se realiza mediante una clavija diseñada para tal propósito y un cable de tres metros de longitud que permite al microprocesador separase de la plataforma. Para evitar su deterioro se coloca encima de ésta una alfombrilla de plástico (similar a las de los coches) con suficiente peso como para que no se deslice encima de la plataforma de contacto.

- Microprocesador modelo Psion CM: que incluye un software que mediante cálculos matemáticos calcula el tiempo de vuelo del sujeto, el cual viene medido entre el registro de la fuerza desarrollada en el momento del despegue y la que se produce en el momento del contacto con el suelo después del salto.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- Plinton de cajones de madera y 20 centímetros de altura.

- Barra olímpica, marca *salter*, de 20 Kg. de peso y dos metros con veinte centímetros de longitud.

- Discos para barra olímpica, de 1,5; 2,5; 5; 10; 15 y 20 Kg.

3.4.2.- Grupo de entrenamiento con ejercicios pliométricos y específicos (1995/96):

En esta temporada se empleó el Sistema Ergojump de Bosco System, compuesto por:

- Plataforma de contacto. (de las mismas características que la utilizada en la temporada anterior).

- Ordenador modelo Psion CM and XP. Con las mismas características que el utilizado en la temporada anteriormente analizada, pero en una versión más actualizada que permite borrar el registro de un salto nulo o no válido sin que el sujeto salga de la plataforma.

- Plinton de cajones de madera y 20 centímetros de altura.

- Barra olímpica, marca *salter*, de 20 Kg. de peso y dos metros con veinte centímetros de longitud.

- Discos para barra olímpica, de 1,5; 2,5; 5; 10; 15 y 20 Kg.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.4.3.- Grupo de entrenamiento con ejercicios específicos (1996/97):

En esta última temporada se empleó el Sistema Ergojump de Bosco System, compuesto por:

- Plataforma de contacto. (de las mismas características que la utilizada en la temporada anterior).
- Ordenador modelo Psion CM and XP. (de las mismas características que la utilizada en la temporada anterior).
- Barra olímpica de 20 Kg. (de las mismas características que la utilizada en la temporada anterior).
- Discos para barra olímpica, de 1,5; 2,5; 5; 10; 15 y 20 Kg. (de las mismas características que la utilizada en la temporada anterior).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.5.- TEST DE VALORACIÓN:

Para el control de las cualidades de los aspectos condicionales, se decidió utilizar las pruebas descritas en la batería de test propuesta por Bosco (1994) diseñada para su aplicación con la plataforma de contacto. Todos los jugadores conocían y habían realizado, previamente, los tests empleados, asumiendo con facilidad las características específicas del movimiento, ya que los mismo eran empleados periódicamente como indicador del proceso de entrenamiento.

Se ha elegido esta batería por ser un método desarrollado para valorar las características morfológicas y funcionales del tren inferior, de amplia difusión, y admitido tanto la comunidad científica especializada, como por el mundo de los técnicos deportivos. Estamos en condiciones de afirmar que este protocolo es el utilizado por gran parte de las personas que han centrado sus investigaciones en el estudio de la fuerza para la capacidad de salto, circunstancia esta, que nos permite comparar nuestros resultados con otros de similares características desarrollados en el campo del Voleibol y de otros deportes donde el salto es un gesto determinante del rendimiento deportivo.

En un análisis comparativo entre el test de Bosco y las técnicas de estudio del salto, realizado mediante grabación en vídeo y posterior análisis mediante la utilización de creación de imágenes en tres dimensiones (3D) (Peak Performance), Morgenstern et al. (1992) estudiaron la validez del método, llegando a las siguientes conclusiones:

a).- Que el tapiz de Bosco mide la altura del centro de gravedad del saltador con una desviación de -5,5% hasta un +8%, respecto a la medición del sistema de análisis de imágenes.

b).- Dada la variación de la población observada en el estudio, se puede deducir la universalidad de la validez del tapiz, ya que la desviación típica es muy similar en todos los grupos.

c).- Que el grado de confianza de un ensayo realizado con el tapiz de Bosco, puede cifrarse aproximadamente en un 90%.

Por otro lado, el test de Bosco ha presentado valores de correlación entre el test y retest de r = 0,94 - 0,97 (Bosco et al., 1982d; 1983; Viitasalo et al., 1981; 1982).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Desde el punto de vista de los objetivos, en nuestro trabajo, los tests utilizados son de dos tipos: *condicionales* y *físico-técnicos.*

1. ***Condicionales***: Expresan resultados que nos dan una información sobre la capacidad de utilización de diversas manifestaciones de fuerza por parte de los jugadores, es decir, valoran aspectos de condición física.

2. ***Físico-técnico***: Aunque los datos aportados por los test de carácter condicional son muy importantes, hay que buscar una similitud de éstos con las técnicas específicas de competición, por lo que se hace preciso incorporar al test, aspectos cinemáticos iguales a los que realiza el jugador durante la acción de juego.

3.5.1.- Descripción de los tests que miden aspectos condicionales del salto

3.5.1.1.- Squat Jump (S.J.)

Se efectúa un salto partiendo de la posición de media sentadilla o medio Squat (rodilla flexionada 90°), con el tronco estirado y con ligera inclinación compensatoria y las manos en las caderas. Es importante que el sujeto efectúe la prueba sin emplear contramovimiento de las piernas, es decir, evitando cualquier movimiento hacia abajo previo a la realización del salto; la acción se debe iniciar desde la posición "de parado" y sin el auxilio de los brazos (**Figura 28**).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

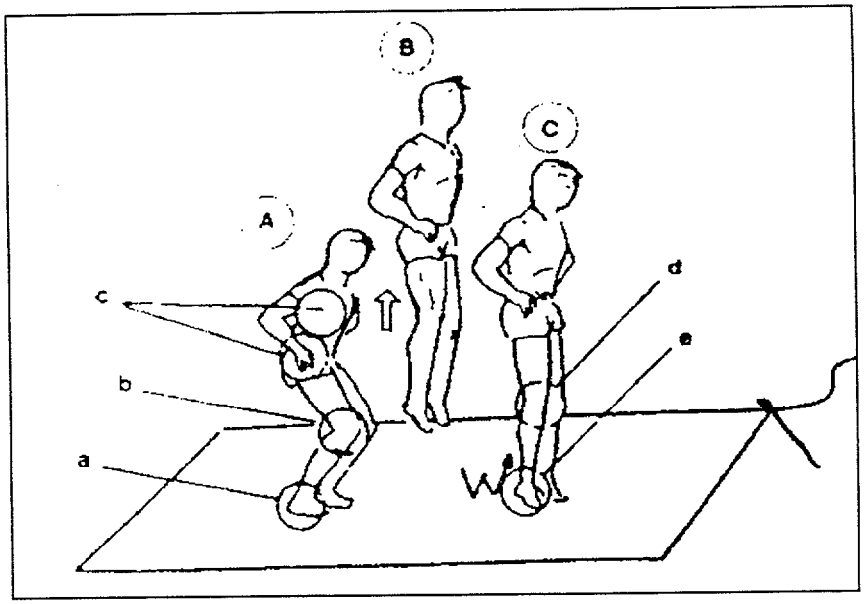


Figura 33: *Realización del Squat Jump (S.J.). Según el protocolo marcado por Bosco (1994), donde: A representa la posición inicial, B la fase de vuelo y C la de aterrizaje. En cuanto a las características de la prueba: En la posición inicial (A): a) talones en el suelo; b) rodillas flexionadas a 90°; c) manos a la cintura o en su defecto en el pecho y espalda recta. En el aterrizaje C: d) caer con las rodillas extendidas y e) tocar con el talón el suelo.*

Es importante que la posición inicial sea estática y mantenerla durante unos 4 segundos, para de esta forma disipar toda la energía elástica que se ha almacenado en el músculo durante la fase excéntrica (Wilson et al., 1981). Entender este proceso es fundamental para la realización de esta prueba y, así poder evaluar la capacidad contráctil del músculo sin que intervenga en el proceso la capacidad elástica y refleja.

A lo largo de los años se han realizado una serie de estudios que intentan ver cual es el tiempo necesario para eliminar la energía elástica acumulada. En este sentido, Thys et al. (1972) comparó la realización de un CMJ con una pausa de 1,5 segundos y otro sin pausa, comprobando que el sujeto que realizaba una pausa entre la fase excéntrica y la concéntrica fue menor un 6,5% respecto a la ejecución del test sin pausa alguna. Estos resultados les llevó a enunciar que "*la utilización de la energía elástica es posible solamente si el trabajo positivo se realiza inmediatamente después del trabajo negativo*". A estas mismas conclusiones llegaron Asmussen et al. (1974) y Thys et al. (1975).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Estudios posteriores demuestran que esta pérdida de energía no sucede tan instantáneamente como dice Thys et al. (1972) en su estudio, sino que tarda algún tiempo en realizarse Cavagna et al., 1974; Bosco et al., 1979; Aruin et al., 1979; Aura et al., 1987; Shorten, 1987 y Wilson et al., 1991). Estos autores nos dicen que, si bien se aprecian pérdidas a partir de los 0,3 segundos (Cavagna et al., 1974; Aura et al., 1979), la disipación completa se aprecia a partir de los 4 segundos (Aura et al., 1987; Shorten, 1987 y Wilson et al., 1991).

Este test presenta una buena correlación con numerosas pruebas de evaluación físicas de velocidad y fuerza explosiva, destacando el sprint en 20 metros ($p<0,01$; Hakkinen, 1989b) y la carrera de 60 metros lisos ($p<0,05$; Bosco, 1981), con el test de Abalakov, el test de Sargeant, el salto de longitud desde parado y con el pico de fuerza registrado en máquinas Cybex a una velocidad de 4,2 rad/seg. (Bosco et al., 1983; Soldati et al., 1989).

En opinión de algunos autores, la técnica de este ejercicio es bastante complicada, pues casi nunca se hace sin un pequeño contramovimiento previo, lo que obliga a un cierto periodo de aprendizaje antes de utilizarlo como test de referencia en el entrenamiento o la investigación aplicada. Desde el punto de vista metodológico, González Badillo et al. (1995) recomiendan que la variación del ángulo de las rodillas no supere +/- 2°, para considerar el intento como válido.

El squat-jump (SJ) permite valorar la manifestación activa de la fuerza en su forma explosivo-balística (García Manso et al., 1996a), contracción muscular rápida y potente (Vittori, 1990; Vélez, 1992b), que provoca una tensión máxima (inferior a las que producen las acciones explosivo-tónicas) y que empieza a disminuir, como en cualquier acción balística, aunque la velocidad del movimiento siga aumentando.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El valor de la elevación depende de la velocidad vertical del sujeto en el momento del despegue, la cual viene dada por la aceleración que los miembros inferiores imprimen al centro de gravedad (Bosco, 1994). El tiempo que el jugador tarde en realizar una rápida extensión de las piernas, en relación con la altura conseguida en el salto, permite obtener la intervención de un porcentaje elevado de fibras veloces o lentas (Bosco et al., 1979). Estas conclusiones llevan a Vélez (1992b) a afirmar que "*mediante la realización de un SJ, a la capacidad contráctil del músculo se le añade la capacidad de sincronización de la contracción de las fibras, permitiendo un reclutamiento instantáneo*".

En un intento de comprobar la potencia máxima realizada mediante la flexión plantar durante un salto vertical sin carrera (SJ), Van Ingen-Scheneau et al. (1985), encontraron que, en sujetos altamente entrenados, ésta era de 2499 W (+/- 751). Esta potencia máxima vendría representada en un 60% de la máxima fuerza (301 n., +/- 52) y en un 80% de la máxima velocidad angular (970 grados/seg.).

3.5.1.2.- Squat Jump con cargas crecientes (Sj_{pc})

El método de ejecución del Squat Jump con cargas crecientes ($SJ_{pc}25\%$ - $SJ_{pc}100\%$) es similar al SJ (**Figura 29**), pero soportando sobrecargas que representan el 25% del peso corporal ($SJ_{pc}25\%$), el 50% del peso corporal ($SJ_{pc}50\%$), el 75% del peso corporal ($Sj_{pc}75\%$) y el 100% del peso corporal ($SJ_{pc}100\%$). Bosco (1994) nos dice que "*el $SJ_{pc}100\%$ correlaciona con la fuerza isométrica máxima y el $SJ_{10\text{-}40Kg}$. está correlacionado con el SJ y el CMJ. Por otro lado, se ha encontrado cierta relación con la resistencia a la fuerza veloz*".

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

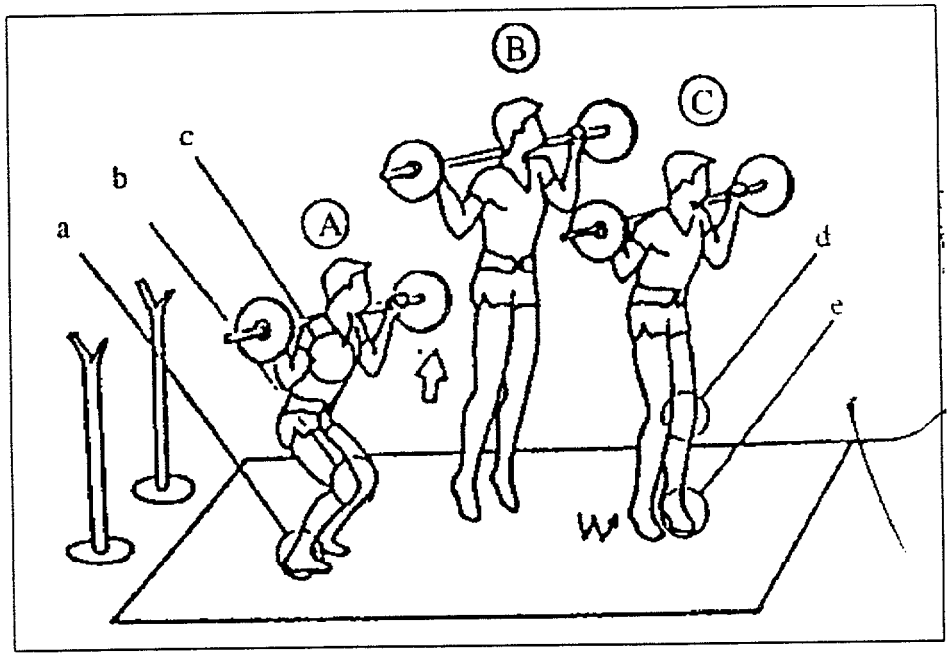


Figura 34: *Realización del Squat Jump con cargas crecientes (Sj_p). Según el protocolo marcado por Bosco (1994), donde: A representa la posición inicial, B la fase de vuelo y C la de aterrizaje. En cuanto a las características de la prueba: En la posición inicial (A): a) talones en el suelo; b) rodillas flexionadas a 90°; c) la barra apoyada en los hombros y la espalda recta. En el aterrizaje C: d) caer con las rodillas extendidas y e) tocar con el talón el suelo.*

La relación entre la elevación del centro de gravedad y el peso utilizado se representa en unos ejes de coordenadas, dándonos una curva de fuerza - velocidad. Esta relación pone en evidencia las cualidades y características específicas de las disciplinas deportivas (Viitasalo, 1988; Bosco, 1987b y 1990), y permite observar los progresos y variaciones generados por un entrenamiento sistemático aplicado al desarrollo de la fuerza veloz (SJ) y máxima dinámica ($SJ_{100\%}$), para la capacidad de salto, al comparar los valores iniciales y finales.

Esta relación ha sido utilizada frecuentemente en los laboratorios, para el estudio del comportamiento mecánico de los extensores de las piernas (Bosco et al., 1979), así como de la actividad mecánica y electromiográfica antes y después de un período de entrenamiento (Häkkinen et al., 1985b).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

	SQUAT (1 RM.)	VASTO INTERNO (IEMG)	VASTO LATERAL (IEMG)
SJ	*	**	*
$SJ_{20\ Kg.}$	**	*	
$SJ_{40\ Kg.}$	***	*	
$SJ_{60\ Kg.}$	***		
$SJ_{80\ Kg.}$	***	*	
$SJ_{100\ Kg.}$	***	*	

Tabla 22: *Relación entre la fuerza y velocidad de los músculos extensores de la rodilla antes y después de un período de entrenamiento, con la actividad electromiográfica (IEMG) y el test de fuerza máxima (1 RM) en Squat. * $p<0,05$; $p<0,01$ y $p<0,001$. (Häkkinen et al., 1985b).*

González Badillo et al. (1995), nos dicen que "*debido a la dificultad y poca fiabilidad que podemos otorgar al SJ, así como la correlación que existe entre éste y el CMJ, nos parece que todos los tests podrían realizarse con el CMJ, para evitar posibles conclusiones erróneas utilizando el SJ*". Nosotros hemos seguido los patrones del protocolo de Bosco, pues consideramos que la manifestación activa de la fuerza se aparece al realizar un test como el SJ o Sj_{pc}, dejando el CMJ como test para la manifestación reactiva de la fuerza, pues representa un movimiento de ciclo estiramiento-acortamiento. Esto es así, debido a que mediante la realización de un $SJ_{100\%}$ podemos obtener la manifestación de *fuerza máxima dinámica*, representada por la *capacidad contráctil* del músculo (Vittori, 1990; Vélez, 1992b).

3.5.1.3.- Salto con contramovimiento (CMJ)

Es una prueba en la que la acción de saltar hacia arriba se realiza con ayuda del ciclo de estiramiento-acortamiento (**Figura 30**). En esta prueba el sujeto se dispone en posición erguida con las manos en las caderas, a continuación debe realizar un salto vertical después de un contramovimiento hacia abajo (las piernas deben doblarse a 90° en la articulación de la rodilla). Durante la acción de la flexión el tronco debe permanecer lo más recto posible con el fin de evitar cualquier influencia del mismo en el resultado de la presentación de los miembros inferiores.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

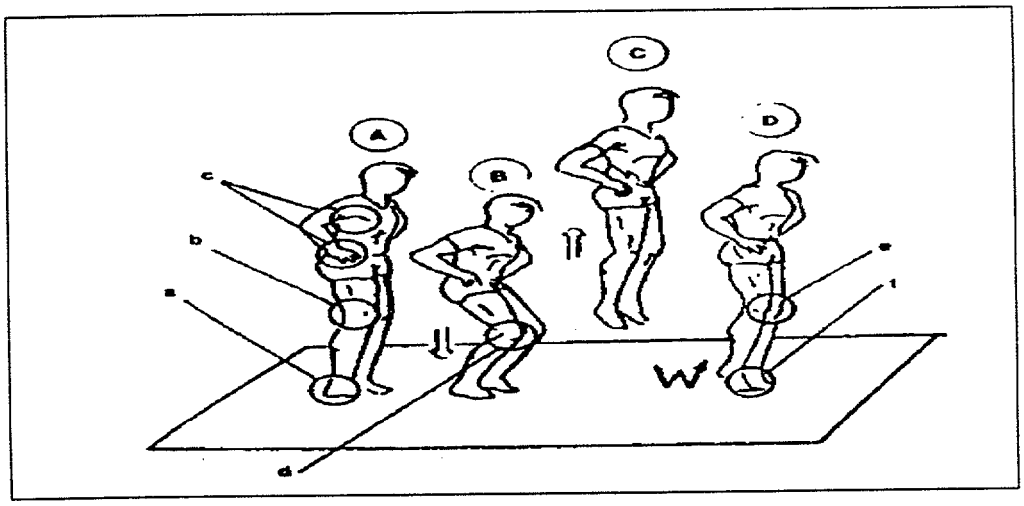


Figura 335: *Realización del salto con* ***contramovimiento (CMJ).*** *Según el protocolo marcado por Bosco (1994), donde: A representa la posición inicial, B la fase de flexión de rodillas, C la fase de vuelo y D la de aterrizaje. En cuanto a las características de la prueba: En la posición inicial (A): a) talones en el suelo; b) rodillas estiradas; c) manos a la cintura o en su defecto en el pecho y espalda recta. En la B: d) flexión de rodillas para extenderlas posteriormente. En el aterrizaje (D): e) caer con las rodillas extendidas y f) tocar con el talón el suelo.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El test del CMJ ha sido correlacionado en diversos estudios con los resultados en la carrera de velocidad de 60 metros (p<0,01; jugadores de Voleibol de 16 años; Bosco, 1981); la carrera sobre 100 metros (estudiantes con edades comprendida entre 8 y 13 años; Padullés, 1992 cfr. Bosco, 1994); con el test de Abalakov (Bosco 1981; Padullés, 1992 cfr. Bosco, 1994); con el salto de longitud desde parado, con el pico del momento de fuerza registrado en un dinamómetro isocinético Cybex a una velocidad de 4,2 rad/seg. (p<0,05; Bosco et al., 1983; Soldati et al., 1989); con la fuerza isométrica máxima (p<0,01;Hakkinen, 1989a); con el área de las fibras rápidas del músculo vasto lateral (Mero et al., 1991 cfr. Bosco, 1994); con el porcentaje de fibras rápidas presentes en los extensores de las piernas (Bosco et al., 1979).

En condiciones normales, la elevación conseguida por el centro de gravedad en el test de contramovimiento debe ser más alta que la obtenida en el SJ, debido a que, durante la contracción, se añade el efecto del *componente elástico*. Este componente se puede determinar valorando la diferencia entre el resultado obtenido mediante en el CMJ y el obtenido en el SJ, la cual expresa la *capacidad elástica* del sujeto, habilidad que juega un papel muy importante en la práctica de deportes con dominio del ciclo de estiramiento-acortamiento (salto). Esta forma de manifestarse la fuerza es la que algunos autores denominan *fuerza elástico-explosiva* (Vittori, 1990, Vélez, 1992b, García Manso et al., 1996a).

El CMJ consiste, por tanto, en realizar una contracción muscular que viene precedida de una acción excéntrica (contramovimiento). Teóricamente, durante la fase excéntrica o de estiramiento la energía elástica se almacena en los elementos en serie activos (puentes cruzados) y los pasivos (tendones), para posteriormente ser reutilizada, en forma de trabajo mecánico durante la fase concéntrica o de empuje. Para que este paso de la fase excéntrica a la concéntrica sea eficaz, la fase de acoplamiento, preferentemente, debe ser breve para evitar que la energía elástica se disperse en forma de calor (Komi, 1992, Vélez, 1992b, Bosco, 1994).

En investigaciones realizadas por Viitasalo et al. (1982) y Bosco (1987) se observó que durante la ejecución de un CMJ, la presencia de la fase excéntrica permite disponer del tiempo necesario para reclutar unidades motrices tónicas (ST), las cuales requieren de un tiempo de activación más largo que las fásicas (FT). Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, "*la actividad nerviosa es máxima en el inicio del empuje, tanto en un sujeto con un alto porcentaje de fibras rápidas como en uno con mayor porcentaje de lentas, poniendo de manifiesto una diferencia notable con respecto al SJ, en el cual se produce un incremento progresivo del desarrollo de la fuerza y de la actividad mioeléctrica*".

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.5.1.4.- Abalakov (ABK_{Remate})

Uno de los test pioneros empleados para la valoración de la capacidad de salto es el que se describe en la bibliografía específica con el termino de Abalakov, por ser este el autor que propone una metodología adecuada para su realización. En este test el mecanismo de actuación es el mismo que el descrito en el CMJ, pero con la inclusión de la acción de los brazos en un gesto similar al realizado por el jugador durante la acción de un remate en Voleibol. La importancia de los segmentos libres, durante la ejecución de un salto, ya ha quedado reflejada en el segundo capitulo de la fundamentación teórica.

Este test nos permite observar la *coordinación de los segmentos libres* (utilización de los brazos), durante le salto. Su comparación con el test del CMJ, mediante la determinación de la diferencia existente entre los dos (CMJ-ABK_{Remate}) nos va ha permitir los valores absolutos o relativos de la influencia de estos segmentos en la capacidad de salto en estos jugadores. La diferencia numérica entre CMJ y ABK remate, determinará los valores absolutos de esta participación, mientras que si a esa diferencia la multiplicamos por 100 y la dividimos por el valor del CMJ, podremos determinar los valores relativos o índice de utilización de los segmentos libres durante la ejecución del salto.

3.5.1.5.- Drop Jump (D.J.)

Normalmente, si analizamos la bibliografía especializada, comprobaremos que este test se utiliza para determinar la capacidad elástica y refleja de los miembros inferiores de un deportistas durante la ejecución de un salto. Se realiza cayendo sobre la plataforma de contacto desde alturas previamente fijadas. La caída se hace adelantando una pierna y a continuación la otra, sin efectuar ningún impulso sobre el objeto desde el cual se cae. La intención del sujeto debe ser realizar, inmediatamente después de caer, el máximo impulso posible para elevarse lo más alto posible. Es importante hacer hincapié en que realizar una parada después de la fase excéntrica del ejercicio, o una amortiguación suave y larga de la caída, haría perder la eficacia del salto, y por tanto, del test. Tal y como queda reflejado en la (**Figura 31**) el ejecutante deberá mantener las manos sujetas a la cintura, para evitar que se sume la acción de los segmentos libres a la capacidad de salto.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

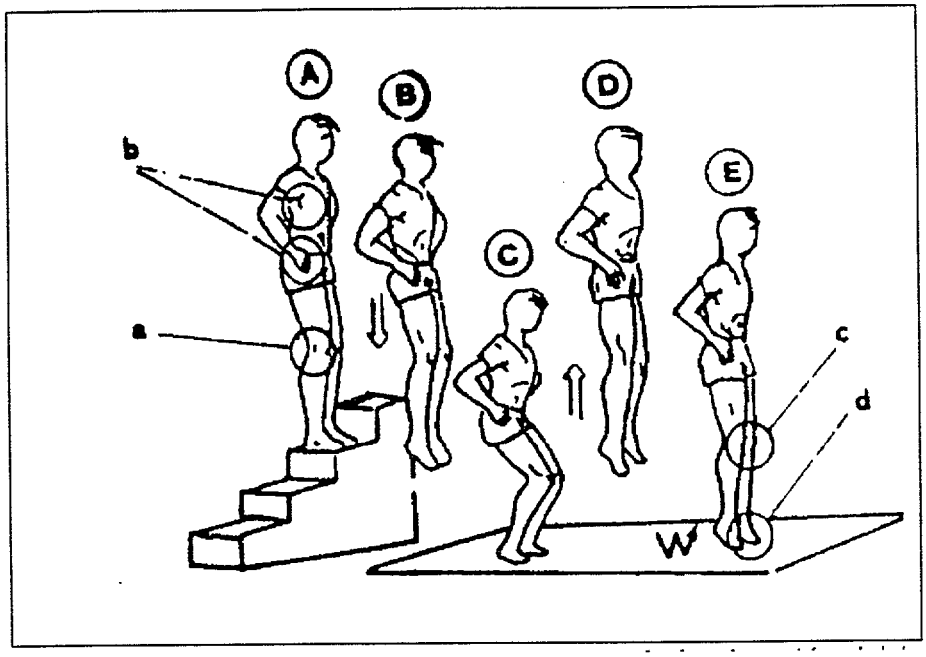


Figura 36: *Realización del Drop Jump (D.J.). Según el protocolo marcado por Bosco (1994), donde: A representa la posición inicial encima de un plinto a diferentes alturas, B es la fase de caída sobre el tapiz; C la fase de frenado y cambio de trayectoria para volver a elevarse, D la fase de vuelo y E la de aterrizaje. En cuanto a las características de la prueba: En la posición inicial (A): a) rodillas estiradas; b) manos a la cintura o en su defecto en el pecho y espalda recta En el aterrizaje (D): e) caer con las rodillas extendidas y f) tocar con el talón el suelo.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Los resultados que podamos obtener con este test pueden ser transferibles a otras especialidades deportivas en función de las características de dos parámetros: Forma de ejecución y altura de caída.

En la bibliografía se propone dos variantes en función a la forma en que se realiza el ciclo estiramiento - acortamiento (CEA): El countermovement drop jump (CDJ) y bounce drop jump (BDJ). El primero de ellos, es aquel en el que el sujeto durante la fase de amortiguación realiza una flexión de 90° a nivel de la articulación de la rodilla, mientras que en el segundo, BDJ, el sujeto debe evitar durante esa fase que la pierna realice una flexión significativa de la misma en la articulación de la rodilla. Se pretende por los tanto, modificar la musculatura objeto de estudio respecto de la fuerza reactiva, buscando en un primer caso, la respuesta de los extensores de la rodilla y en un segundo caso la respuesta de los flexores plantares a nivel del tobillo.

Fueron Bobbert et al. (1986), los que a partir de un estudio biomecánico sobre los Drop Jump hacen referencia a estas dos diferentes formas de salto en función del ángulo de flexión de la rodilla durante la fase de amortiguación, llegaron a la conclusión de que existen dos tipos de drop: Bounce Drop Jump (BDJ: con un tiempo de contacto >200 mseg., y una flexión de rodillas mínima) y el Counter Drop Jump (CDJ: con un tiempo de contacto <260 mseg., y una flexión de rodillas mayor).

En este estudio Bobbert et al. (1986) demostraron que durante el BDJ las máximas tensiones se centraban en la rodilla. Esto es así por que, según Bobbert et al. (1987a), "*durante la realización de un BDJ los deportistas tienen que cambiar la velocidad de descenso en una de subida lo más rápidamente posible*", produciendo mayores pico de fuerza, pero obteniendo menor altura de salto que en el CDJ, debido a los menores impulsos desarrollados. Por lo tanto, el BDJ centra su mejora en el desarrollo de la potencia muscular, mientras que el CDJ en la coordinación del salto (Young et al., 1995) y en los impulsos de fuerza. En cualquier caso, es necesario atender al estudio de los picos o impulsos desarrollados en cada fase del salto, expuestos anteriormente, (concéntrica o excéntrica) para comprender mejor el problema.

Partiendo de las observaciones anteriores, Schmidtbleicher (1992) plantea que la realización de ciclos de estiramiento-acortamiento puede ser clasificada como largos (<250 mseg., salto de bloqueo en Voleibol) y corto (>250 mseg., la batida en un salto de altura). Concluyendo que el BDJ es un ejemplo de CEAs corto y el CDJ un ejemplo de CEAS largo, existiendo una baja correlación entre ambos (Schmidtbleicher, 1990 cfr. Young et al., 1995)

Para buscar la máxima altura durante la ejecución de un salto, la realización de una pequeña deformación de las articulaciones de las rodillas y tobillos, permite obtener una disminución del tiempo de contacto y una mayor acumulación de energía elástico-refleja en la fase de excéntrica, aumentando el trabajo mecánico durante la fase concéntrica. Esto es debido a diferentes mecanismos, entre los que destaca una activación mecánica alta, que provoca, a su vez, una solicitación de la función inhibitoria de los corpúsculos tendinosos de Golgi, y por otro lado una mejora del reflejo miotático, el cual permitiría el reclutamiento de un mayor número de unidades motrices que elevan el desarrollo de una gran tensión en un breve espacio de tiempo, por vía refleja.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Como ya se vio en el apartada en el que se explicó la fuerza reactiva, son muchos los factores que van a determinar las fuerzas de deformación generadas durante la fase excéntrica (velocidad de estiramiento muscular, tensión de oposición, rigidez, etc...). De esta forma la capacidad de producir tensiones máximas al realizar un DJ, para posteriormente alcanzar una gran altura de salto, se ve condicionado por alguno de estos factores, entre los que cabe destacar la velocidad de conque se realiza la contracción excéntrica de la fase amortiguación y de la *consecuente rigidez muscular*.

En un estudio realizado por Weston (1994) en el que comparaba la velocidad de la fase excéntrica en jugadoras de Voleibol, con jugadoras de Baloncesto, encontró que ésta era mayor en el primer de los grupo respecto al segundo, tanto en la realización del salto con contramovimiento (CMJ: $p<0,003$) como en Drop Jump (DJ: $p<0,0001$), aunque, por contra, no encontró diferencias significativas en el índice de elasticidad ni en la altura de salto. A similares conclusiones llegan Bedi et al. (1987) al comparar los resultados obtenidos entre jugadores de Voleibol y Estudiante de Educación Física, en el DJ a diferentes alturas.

Los resultados de las investigaciones anteriores nos hace pensar que el gran número de salto presentes en el Voleibol permiten alcanzar una mayor adaptación de las estructuras musculares implicadas en la fase de amortiguación.

En este sentido, Bosco (1994) dice que es el equilibrio entre los procesos inhibidores y excitadores, los que proporcionan las condiciones necesarias para la manifestación de esta capacidad (elástico - refleja), siendo en la altura óptima de caída donde la respuesta del reflejo miotático supere a la respuesta inhibidora, condición indispensable para generar una altura de salto más elevada (Bosco et al., 1982d; Viitasalo et al., 1982).

Young et al. (1995), comparó tres técnicas de drop jump, con estudiantes de educación física (n=17): DJ buscando la altura máxima (DJ-H), DJ buscando el mínimo tiempo de contacto posible (DJ-t), y DJ buscando la mayor altura con el menor tiempo de contacto posible (DJ-H/t), comparando los resultados con los obtenidos por esos mismo sujetos en el test de CMJ.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

RESULTADOS						
Altura de caída (cm)	**Altura del salto (cm)**		**Tiempo de contacto (mseg.)**		**Altura/tiempo de contacto (cm por seg.)**	
	MEDIA	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**
DJ buscando la altura máxima (DJ-H)						
30	40,2	7,7	409	78	101	25
45	39,8	7,9	415	71	98	24
60	39,6	7,8	421	79	97	22
MEJOR	40,7	7,7**				
DJ buscando el mínimo tiempo de contacto posible (DJ-t)						
30	12,5	6,5+	141	13+	90	47+
45	10,3	6,1+	143	17+	73	44+
60	9,3	6,2+	154	18+	62	43+
MEJOR			138	14		
DJ buscando la mayor altura con el menor tiempo de contacto posible (DJ-H/t)						
30	33,1	5,0*	177	25*	191	43*
45	32,3	5,6*	180	31*	188	58*
60	31,3	5,8*	186	33*	175	50*
MEJOR					202	52
CMJ = 41,9 +/- 8,3						

Tabla 23: *Estudio comparativo de tres técnicas de realización del Drop Jump. (Young et al., 1995)**p<0,05, con CMJ; *p<0,01, con DJ-H; + p<0,01, con DJ-h/t*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De los resultados se deduce que el Dj-H es la técnica más eficaz para conseguir una mayor altura de salto, aunque sin tener en cuenta un tiempo de contacto muy reducido . En cambio, el tiempo de contacto es menor en el test de DJ-t, pero teniendo como resultados una menor altura. La mejor relación entre tiempo de contacto y altura alcanzada se encuentra en el DJ-H/t. Por otro lado, la correlación existente entre CMJ y el DJ-H, nos hace ver que son dos ejercicios similares cuando el objetivo del DJ es la máxima altura posible, pero cuando el DJ requiere un tiempo de contacto menor hay que buscar una relación óptima (DJ-H/t), de forma que el tiempo de acoplamiento no permita pérdidas tan drásticas de altura, como las que se presentan en el DJ-t.

Por todo lo expuesto anteriormente, creemos que la mejor forma de realización del DJ es la del BDJ (Bobbert et al., 1986), pero teniendo en cuenta que el tiempo de acoplamiento, en la fase de amortiguación, depende del porcentaje de fibras veloces que tenga el sujeto en los extensores de las piernas (Bosco et al., 1979) y en el vasto lateral (Mero et al., 1991 cfr. Bosco, 1994). Estimamos que el jugador debe disponer de una cierta flexibilidad en el tiempo de contacto, para que la realización sea lo más parecida al salto específico que realiza en su deporte (Schmidtbleicher, 1992), pero buscando una buena adaptación que le permita obtener una gran altura empleando el menor tiempo posible, sin que ninguno de estos factores influyan negativamente en la altura de salto (Young et al., 1995).

3.5.2.- Descripción de los tests que miden aspectos físico - técnicos

En un estudio realizado por Moras et al. (1995), lo autores se plantean la duda de que si los test realizados con la plataforma de Bosco respondan a las características especificas e individuales de los jugadores de Voleibol, es decir, los investigadores creen que seguramente no es suficiente con la similitud externa entre el movimiento competitivo y los test, sino que además debe existir una correspondencia con el tipo de contracción muscular y con el mecanismo de producción de energía en competición.

Debido a esto, los autores nos exponen una investigación donde se realizan diversos saltos específicos del Voleibol: Salto al bloqueo desde parado, salto al bloqueo con paso cruzado, salto al bloqueo con paso añadido y remate, a parte del CMJ de Bosco. Estos test son realizados por jugadores de Voleibol (9 chicos y 16 chicas).

	SIN BALÓN		CON BALÓN	
TIPO DE TEST	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**
CMJ	29,79	3,39		
Bloqueo desde parado	35,14	4,94	32,38	5,01
Bloqueo con paso añadido	36,49	5,72	34,22	5,02
Bloqueo con paso cruzado	38,82	7,00	37,40	6,20
Remate	46,39	7,52	43,53	8,16

Tabla 24: *Resultados de los test realizados por Morás et al. (1995)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Los autores señalan que un jugador por poseer un alcance elevado en la realización de un CMJ no tiene porque conseguirlo a todas las condiciones de salto, pues el aumento de complejidad motriz del movimiento al acercarnos a la situación real de juego, altera mucho los resultados. No obstante, los datos del estudio por sí mismos no explican la falta de correlación entre ambos gestos, siendo necesario un tratamiento estadístico de los datos con el fin de demostrar matemáticamente esta afirmación.

De esta forma la diferencia que existe entre la realización de un CMJ y la de un bloqueo desde parado sin balón, se basa en la capacidad que posee el jugador de aprovechar los impulsos parciales de la acción de brazos, particularidad que está muy ligada al nivel de perfeccionamiento y a la estabilidad técnica. En cambio, si a esta acción de bloqueo le introducimos el balón, tenemos que entran en juego factores de control y regulación de movimiento, ya que el jugador se ha de adaptar a la trayectoria de la pelota.

Todo lo expuesto con anterioridad, lleva a los autores a pensar que "*los test realizados sobre la plataforma de Bosco nos dan una información valiosa sobre la capacidad de utilización de las diversas manifestaciones de fuerza por parte de los jugadores, es decir, valoran aspectos de condición física, y por tanto, es necesario relacionarlos con otros test más específicos si queremos obtener pautas efectivas para la conducción de los entrenamientos*":

TEST	ÁMBITO DE MEDIDA
Digitalización (Gutiérrez et al., 1992)	Integral
SJ, SJpc, CMJ, DJ, Abalakov	Condición Física
Salto al bloqueo sin balón	Físico-técnico de base
Salto al bloqueo con balón	Físico-técnico complejo

Tabla 25: *Ambito de medida de los test empleados por Morás et al. (1995)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Debido a todo lo expuesto anteriormente, en nuestro trabajo, introducimos tests con patrones de salto específicos en el Voleibol, aunque no añadimos el balón para su ejecución, pues es nuestro interés centrar el objeto de nuestra investigación en la habilidad condicional. Para ello introducimos en nuestra batería los test de Abalakov (Bloqueo) y Batida de remate.

3.5.2.1.- Abalakov (Bloqueo)

Su ejecución es muy similar a la descripción realizada cuando hablamos del test $Abalakov_{Remate}$, aunque con las variaciones lógicas que corresponden a estas dos acciones técnicas. El mecanismo de actuación es el mismo que en el CMJ, con la inclusión de la acción de los brazos que responde al gesto específico de un bloqueo en Voleibol. La importancia de los segmentos libres ya ha quedado reflejada en el segundo capitulo de este trabajo.

3.5.2.2.- Batida de remate

La acción de remate es una de las aciones básicas del juego de ataque en el Voleibol. Su adecuada ejecución y eficacia condicionan en gran medida el éxito del mismo. El protocolo de ejecución consiste en la realización de una carrera de aproximación, de tres pasos, y salto sobre la plataforma de contacto. La dinámica a de ser la misma que la que ejecuta el jugador en un gesto específico en un remate en Voleibol.

3.6.- ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

La muestra, compuesta por jugadores que componían la plantilla del equipo de División de Honor del Club Voleibol C.S. Gran Canaria, se dividió en tres grupos que correspondían a tres temporadas distintas (1993/94, 1995/96 y 1996/97), en las que se realizó tres formas diferentes de entrenamiento para la mejora de la capacidad de salto. Los tres grupos cumplieron una *planificación* del entrenamiento de fuerza, donde el objetivo principal es una mejora en *la fuerza de rápido desarrollo* y, a su vez, buscar una adecuada adaptación de esta ganancia al proceso de perfeccionamiento de las habilidades técnicas específicas del Voleibol.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En la bibliografía especializada podemos encontrar diferentes formas de denominar a las estructuras intermedias que se utilizan en la planificación del entrenamiento deportivo:

Matveiev (1977) **Ozolin (1983)** **Manno (1991)**	Sesión	Microciclo	Mesociclo	Fase	Período	Macrociclo
Harre (1987) **Weineck (1988)**	Sesión	Microciclo	Mesociclo	Fase	Período	Ciclo
Bompa (1983)	Sesión	Microciclo	Mesociclo	Subfase	Fase	Mesociclo
Platonov (1991)	Sesión	Microciclo	Macrociclo	Etapa	Período	Macrociclo
Verjoshanski (1990)	Sesión	Microciclo	Bloque			Ciclo
Bondarchuck	Sesión	Microciclo	Mesociclo	Período		
ATR	Sesión	Microciclo	Fase			

Tabla 26: *Diferentes estructuras de planificación del entrenamiento según diversos autores*

Si bien las estructuras convencionales (Matveiev, 1990, 1992) siguen vigentes, actualmente el mayor conocimiento sobre las leyes de adaptación biológica (Verjoshanski, 1990; Tschine, 1991; Verjoshanski y Viru, 1992) ha permitido obtener las siguientes conclusiones de tipo general:

- En el proceso de mejora del jugador, el nivel absoluto y medio de preparación de la condición especial aumenta año tras año.

- El nivel inicial de preparación de la condición especial en cada ciclo anual es menor que el ciclo final, pero mayor que el ciclo inicial de la temporada anterior.

- Cuanto mayor es el nivel de cualificación del deportista, los incrementos de los índices de preparación de la condición especial son, años tras año, cada vez menores. Este nivel de prestación varía a lo largo de un ciclo de entrenamiento.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Estas conclusiones han favorecido el desarrollo de sistemas de planificación donde las estructuras están en relación con una *concentración de las cargas acentuadas y a la vez secuencializadas* (Bondarchuk, 1988a, 1988b; Verjoshanski, 1990; Navarro, 1995; García Manso et al., 1996c). Esta forma de periodización del trabajo con cargas concentradas y consensuadas cumple los objetivos marcados por Navarro (1993) en el diseño del entrenamiento:

- La concentración de cargas de entrenamiento sobre capacidades específicas u objetivos concretos de entrenamiento.

- El desarrollo consecutivo de ciertas capacidades u objetivos en bloques de entrenamiento especializados o mesociclos.

A los puntos citados anteriormente tenemos que sumar las aportaciones específicas de la planificación contemporánea:

- La individualización de las cargas de entrenamiento.

- Incremento del entrenamiento específico en el contenido del entrenamiento.

Las ventajas de esta forma de periodización del entrenamiento vienen dadas por:

- Prevención de interacción negativa entre la fuerza máxima, fuerza velocidad y fuerza resistencia.

- Posibilidad para elevar y mantener las capacidades de fuerza hasta el período de competición

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Esta periodización del entrenamiento obliga a la correcta elaboración de programas de actuación. Es decir, cada parte en que dividimos la temporada durante la planificación debe ser colocada en un orden lógico y con una duración determinada. Cada una de estas partes debe ser organizada en estructuras intermedias, las cuales son:

- ***Microciclos***: Constituyen las unidades estructurales utilizadas en la planificación de cada una de las temporadas, viene determinado por una semana. Está constituida por una serie de sesiones de entrenamiento, organizadas de forma racional en un corto período de tiempo.

- ***Mesociclos***: Representa una estructura intermedia de la preparación deportiva y, que según Navarro (1994), se caracteriza por:

  ⇒ Reunir los microciclos con similares objetivos de preparación.

  ⇒ Emplear microciclos de diferentes tipos y cargas de trabajo para obtener el estímulo pretendido de entrenamiento acumulado dentro del mesociclo.

  ⇒ Es una unidad relativamente completa de entrenamiento que produce una ganancia notable en el objetivo de la preparación.

En las tres temporadas tenemos que incluir objetivos no sólo de preparación física, sino también competitiva, pues en cada una de ellas debemos tener en cuenta que se compite, es decir, hay un número determinado de competiciones de diferente nivel. Dando lugar a distintos períodos de preparación:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- ***Preparatorio***: Que en función del objetivo a conseguir se divide en:

  ⇒ *General*: El objetivo es la preparación física, el perfeccionamiento de elementos técnicos y las maniobras tácticas básicas. Al estar nuestro equipo compuesto por jugadores de primer nivel y ya experimentados, la preparación física aunque sea más general que en los siguientes períodos, estará marcada por un cierto carácter específico.

  ⇒ *Especial:* Representa una etapa de transición hacia el período precompetitivo. Aunque los objetivos del entrenamiento son parecidos a los de la etapa anterior, el carácter de la preparación se va haciendo más específico. El volumen de entrenamiento sigue siendo alto pero las exigencias físicas van encauzadas a la mejora de las destrezas o habilidades técnicas del Voleibol. Al final de esta fase el volumen también desciende, permitiendo elevar la intensidad del entrenamiento (García Manso et al., 1996c). Así mismo, en esta fase se empiezan a desarrollar y ultimar las maniobras tácticas más complejas y adaptarlas a las posibilidades de los jugadores y viceversa.

  ⇒ *Precompetitivo*: El objetivo fundamental es la de participar en competiciones , con el fin de que se pueda evaluar el nivel de preparación alcanzado por los jugadores y el grado de asimilación de los patrones de actuación tácticos. Es en este período donde la preparación técnico-táctica supera en importancia a la preparación física.

- ***Competitivo***: El fin primordial es llegar en el mejor estado posible, lo que implica entrenamientos altamente específicos y un adecuado proceso de recuperación (García Manso et al., 1996c).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA BIBLIOTECA GENERAL

El introducir el período precompetitivo dentro del período de preparación es por un motivo meramente metodológico, pues en nuestra opinión, y debido al nivel competitivo de la liga española, los partidos de la primera fase también son de prueba y afianzamiento de los sistemas de juego. Reservando la fase competitiva sola y exclusivamente a las competiciones europeas y enfrentamientos de la segunda fase de la liga, representando éstas las competiciones principales.

Es como consecuencia de los planteamientos expuestos anteriormente, por lo que el planteamiento del entrenamiento de fuerza, bajo los patrones de la *planificación de bloques de orientación en progresión* sigue los puntos citados anteriormente, tal y como se muestra en la **tabla 27**:

• ***Concentración de cargas de entrenamiento***	• Cada mesociclo se centra en la mejora de un objetivo, pero sin descuidar la velocidad de ejecución. • Buscar una adaptación constante con el proceso de perfeccionamiento de las habilidades técnicas específicas del Voleibol • Ser consciente del tiempo necesario de trabajo para conseguir dar un salto cualitativo en la manifestación de fuerza que se trabaje.
• ***Desarrollo consecutivo de ciertas capacidades u objetivos***	• Buscar una secuenciación entre los mesociclos basándose en la superposición de efectos de entrenamiento más selectivos, inmediatos y acumulativos. • El desarrollo de la fuerza debe tener como punto de referencia y como criterio de evaluación su efecto sobre la mejora de las habilidades técnicas específicas del Voleibol.

Tabla 27: *Planteamiento del entrenamiento de fuerza (Adaptado de Navarro, 1993).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El objetivo principal de la planificación del entrenamiento de fuerza fue la mejora en la capacidad de salto. Es debido a esto, por lo que la evaluación se realizó en el período de tiempo que correspondía al inicio de las competiciones principales.

En el entrenamiento de fuerza podemos destacar dos períodos claramente marcados:

- ***Fase preparatoria***: Donde el objetivo es recuperar el nivel de fuerza alcanzado en la temporada anterior o superarlo. Por eso los ejercicios tendrán un carácter más genérico y el objetivo será conseguir mayores niveles de fuerza máxima, pues representa la cualidad básica a partir de la cual se desarrollará la fuerza de rápido desarrollo (Gollnick et al., 1986). Para Kuznetsov (1984) los deportistas altamente entrenados, que ya han conseguido elevados niveles de fuerza en años anteriores, no necesitan un volumen grande de trabajo general. Es por esto por lo que en nuestra planificación de las tres temporadas, introducimos ejercicios específicos, para facilitar la transferencia de las ganancias de fuerza al movimiento de competición y parta producir mayores adaptaciones a nivel neuromuscular (Morrissey et al., 1995).

  Otro aspecto fundamental en el planteamiento de los ejercicios es que se realicen a la mayor velocidad que permita la carga para que se mejore no sólo la fuerza máxima sino la velocidad de movimiento, produciendo además hipertrofia de las fibras de contracción rápida (Hakkinen et al., 1981b; Kaneko et al., 1983; Duchateau et al., 1984; Kuznetsov, 1984; Young, 1993).

- ***Fase competitiva***: El objetivo de esta fase es mantener los niveles de fuerza veloz alcanzados al final de la fase anterior y obtener el rendimiento óptimo en el momento adecuado.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Como conclusión de todo lo expuesto anteriormente podemos decir que la planificación de las manifestaciones de fuerza debe estar basada en conseguir su máxima puesta a punto en el período competitivo. En este sentido Ortiz Cervera (1996) nos dice que se ha de tener en cuenta los siguientes puntos a la horade realizar la planificación del entrenamiento de fuerza.

- Porcentaje de requerimiento de cada cualidad en el período competitivo acorde con las exigencias físicas, técnicas y tácticas.

- Mayor o menor de cada manifestación, en función de las necesidades del deportista.

- Transferencia de cada manifestación de fuerza entre sí.

- Tener en consideración las posibles incompatibilidades entre las distintas formas de trabajo de la fuerza, para poder obtener los máximos rendimientos en el período competitivo.

3.6.1.- Grupo de entrenamiento sin ejercicios pliométricos ni específicos (1993/94)

El trabajo desarrollado se basa en la ejecución de un programa de entrenamiento de pesas y acciones específicas de Voleibol, en lo que a cualidad de fuerza se refiere. Se realiza el entrenamiento de pesas (prácticamente los mismo ejercicios que el otro grupo) de una hora de trabajo y seguidamente hora y media a dos horas de entrenamiento específico de Voleibol.

El volumen de entrenamiento realizado viene determinado por el número de mesociclos, buscando una adaptación específica de la ganancia de fuerza y su posterior transformación a las habilidades específicas del Voleibol. De acuerdo a la filosofía de los modelos de planificación de bloque de orientaciones en progresión o acentuado, cada uno de los mesociclos deben cumplir una facilidad parcial específica. En nuestro caso los diferentes objetivos de los mesociclos fueron: *Acondicionamiento, Introducción a la hipertrofia, Hipertrofia, Fuerza máxima y de Fuerza Veloz.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En su totalidad el trabajo consistió la realización de 22 microciclos los cuales representan el número de semanas de entrenamiento que se estimó necesario para la consecución de los objetivos. Estos microciclos se componen de 40 sesiones de pesas, preparación orientada fundamentalmente a la adaptación de la ganancia de fuerza, y de 112 sesiones técnico-tácticas que aseguran un trabajo de las habilidades específicas del Voleibol. Así mismo, se contó con una carga competitiva de 6 partidos de Copa de Europa y 22 de Liga.

	OBJETIVO	**RESULTADO**
LIGA	CAMPEONES	CAMPEONES
COMPETICIÓN EUROPEA	FINAL - FOUR	LIGUILLA SEMIFINAL
COPA DEL REY	CAMPEONES	SUBCAMPEONES

Tabla 28: *Objetivos trazados en pretemporada y objetivos logrados al final durante la temporada 93/94.*

Esta estructuración del entrenamiento la podemos comprobar en el siguiente cuadro resumen:

a).- Número de mesociclos: 5

b).- Número de microciclos: 22

c).- Número de sesiones de pesas: 40

d).- Número de sesiones técnico-tácticas: 112

e).- Número de competiciones: 28

d.1.- Copa de Europa: 6

d.2.- Liga: 22

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El entrenamiento específico de fuerza consistió en:

a).- Acondicionamiento: 4 sesiones.

El objetivo de esta fase es el acondicionamiento muscular, es decir, recuperar el tono perdido en el período de descanso. Para posteriormente poder soportar grandes volúmenes e intensidades de trabajo. El trabajo se centra en la realización de un elevado número de ejercicios que solicitan a gran parte de los grupos musculares, sean específicos o no.

Nº	EJERCICIO	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	3	8	50%
2	DORSALES POLEA ALTA	3	8	50%
3	EXTENSIONES	3	8	50%
4	FONDO TRÍCEPS	3	8	P.C.
5	DORSALES POLEA BAJA	3	8	50%
6	GEMELOS	3	8	50%
7	PÁJARO (M)	3	8	50%
8	PRESS TRAS NUCA	3	8	50%
9	ISQUIOTIBIALES	3	8	50%
10	PULL - OVER	3	8	50%
11	½ SENTADILLA	3	8	50%
12	DOMINADAS	3	8	P.C.
13	POLEA TRÍCEPS	3	8	50%
14	DOS TIEMPOS	3	8	40% (P.C.)
15	ELEVACIONES AL BANCO	3	8	40% (P.C.)

Tabla 29: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La descripción de los ejercicios realizados fue la siguiente:

- ***Press de banca***: Tumbados en el banco, coger la barra con una amplitud de unos 15 cm. más que los hombros. Bajar la barra hasta el pecho por debajo de los pezones 2 cm. Levantar la barra hasta la longitud de los brazos. Mantener los codos hacia fuera y el pecho alto. Bajar el peso con control completo.

- ***Press tras nuca***: Sentado en un banco, con la espalda apoyada en el respaldo. Subir la barra por encima de la cabeza hasta la longitud de los brazos. Bajar por detrás de la cabeza, hasta apoyar en la zona superior transversa del trapecio.

- ***Dorsales polea alta***: Sentados en el banco. Agarrar la barra de los laterales con las manos separadas unos 90 cm. Tirar de la barra hacia abajo hasta que toque la parte trasera del cuello por encima de os hombros. Volver a la posición inicial.

- ***Dorsales polea baja***: Sentados en el suelo, delante de la polea baja. Colocar los pies contra un objeto de apoyo. Agarrar el asa de la polea baja. Inclinarse hacia delante, sin balancear la cintura. Tirar de las asas hacia ambos lados del pecho, debajo de los pectorales. Volver a la posición inicial.

- ***Dos tiempos***: Situar la barra delante. Mantener los pies separados a la altura de los hombros aproximadamente. Acercar la barra hasta las espinillas, sin llegar a tocarlas. Agarrar la barra con las dos manos separadas unos 60 cm. Doblar las rodillas hasta que la parte superior de los muslos quede casi paralela al suelo. Mantener los brazos rectos y la cabeza alta. La espalda debe formar un ángulo de 45 grados. Levantar la barra hasta los hombros y hacerla descansar en la parte superior del pecho. Con una ligera flexión de piernas empujar la barra hacia arriba, por encima de la cabeza, hasta estirar los brazos. Bajar la barra hasta la parte superior del pecho y luego hasta el suelo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- ***Gemelos***: Con la barra sobre los hombros igual que para hacer sentadillas, levantarse de puntillas tanto como se pueda. Procurar no doblar las rodillas para incidir en los gemelos.

- ***Pull - over***: Tumbado boca arriba en el banco. Aguantar la mancuerna, con los brazos extendidos, encima del pecho. Bajar la mancuerna describiendo un movimiento semicircular por detrás de la cabeza tan abajo como se pueda. Volver a la posición inicial sin doblar los codos.

- ***Fondo tríceps***: Sentado en un banco, con las manos a la altura de los hombros, sobre el banco. Descender hacia el suelo doblando los codos hasta que la parte superior del brazo quede casi paralela al suelo.

- ***Pájaro***: Agarrar las mancuernas con la palma de las manos hacia dentro, los brazos semiflexionados, en frente del cuerpo. Elevar los brazos con un movimiento semicircular hasta la altura de los hombros. Después bajar a la posición inicial.

- ***½ Sentadilla***: Colocar la barra en la parte superior de la espalda. Agarrar cómodamente con las manos. La cabeza levantada, la espalda recta y los pies separados a la altura de los hombros aproximadamente. Flexionar las piernas hasta que la parte superior de los muslos quede paralela al suelo (Tocar el banco a 90 grados). Volver a la posición inicial.

- ***Isquiotibiales***: Tumbarse boca abajo en la maquina. Colocar los talones debajo de la almohadilla. Agarrarse a la parte anterior de la máquina. Llevar los talones al gluteo. Volver a la posición inicial.

- ***Extensiones***: Sentarse en la máquina con los pies debajo de la almohadilla. Levantar el peso hasta que las piernas queden totalmente paralelas al suelo. Volver a la posición inicial.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- ***Elevaciones al banco***: Colocar la barra sobre los hombros. Colocar la pierna izquierda sobre el banco. Extenderla al máximo hasta terminar de puntillas, mientras que la pierna derecha se lanza hacia delante flexionada, para posteriormente volver al suelo.

- ***Polea tríceps***: De pie frente a la máquina. Agarrar la barra con las manos separadas unos 20 cm. y las palmas hacia abajo. Empujar la barra hacia abajo en un movimiento semicircular a la altura de los brazos. Importante no separar los codos de los costados del cuerpo. Volver a la posición inicial.

- ***Dominadas***: Agarrar la barra con las manos separadas de 35 a 40 cm. Colgado de la barra realizar una flexión de brazos hasta tocar la barra con la barbilla. Volver a la posición inicial.

Este tipo de trabajo se lleva acabo debido a que los jugadores volvían de un descanso muy largo. Como este trabajo se complementaba con carrera en la playa, el. énfasis del volumen de ejercicios es sobre el tren superior, sin menos preciar el volumen de trabajo del tren inferior. Aun así también se introdujeron ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular (Dos tiempos y Elevaciones al banco),.

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (50%), o del peso corporal (40% - P.C.), de un test realizado con cada ejercicio. Se realizan 4 sesiones que suponen dos semanas de acondicionamiento general.

b).- Introducción a la hipertrofia: 4 sesiones.

El objetivo de esta fase es el de introducir al sujeto en los volúmenes e intensidades que posteriormente va a utilizar en el entrenamiento de hipertrofia, es decir, aumentar el tamaño muscular. El trabajo se centra en la realización de un elevado número de ejercicios que solicitan a gran parte de los grupos musculares, pero que estos sean más específicos que los de la fase anterior.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	3	8	70%
2	DORSALES POLEA ALTA	3	8	70%
3	EXTENSIONES	3	8	70%
4	PRESS TRAS NUCA	3	8	70%
5	ISQUIOTIBIALES	3	8	70%
6	PULL OVER	3	8	70%
7	½ SENTADILLA	3	8	70%
8	POLEA TRÍCEPS	3	8	70%
9	DOS TIEMPOS	3	8	40% (P.C.)
10	ELEVACIONES AL BANCO	3	8	40% (P.C.)

Tabla 30: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (70%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado con cada ejercicio. Se realizan 4 sesiones que suponen dos semanas. En este período se mantienen los ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular (Dos tiempos y Elevaciones al banco).

c).- Hipertrofia: 6 sesiones.

El objetivo de este período es el aumentar el tamaño muscular, para posteriormente poder superar los niveles de fuerza máxima. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	4	6	80%
2	DORSALES POLEA ALTA	4	6	80%
3	EXTENSIONES	4	6	80%
4	PRESS TRAS NUCA	4	6	80%
5	ISQUIOTIBIALES	4	6	80%
6	½ SENTADILLA	4	6	80%
7	POLEA TRÍCEPS	4	6	80%
8	DOS TIEMPOS	4	6	40% (P.C.)

Tabla 31: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (80%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado con cada ejercicio. Se realizan 6 sesiones que suponen tres semanas. En este período se mantiene el dos tiempos como ejercicio que requiere una mayor coordinación intermuscular.

El trabajo de hipertrofia sólo es de tres semanas, 6 sesiones, pues contábamos con poco tiempo pretemporada. A su vez, creímos aconsejable no seguir hipertrofiando por temor a llevar a los jugadores a una rigidez excesiva, lo que representaría una pérdida de velocidad de ejecución.

d).- Fuerza máxima: 6 sesiones.

El objetivo de este período es el de superar los niveles de fuerza máxima. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	4	3	90%
2	DORSALES POLEA ALTA	4	3	90%
3	EXTENSIONES	4	3	90%
4	PRESS TRAS NUCA	4	3	90%
5	ISQUIOTIBIALES	4	3	90%
6	½ SENTADILLA	4	3	90%
7	POLEA TRÍCEPS	4	3	90%
8	DOS TIEMPOS	4	6	40% (P.C.)

Tabla 32: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (90%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado con cada ejercicio. Se realizan 6 sesiones que suponen tres semanas. En este período se mantiene el dos tiempos como ejercicio que requiere una mayor coordinación intermuscular.

El trabajo de fuerza máxima sólo es de cuatro semanas, 6. Un objetivo principal de esta fase del entrenamiento es la velocidad de ejecución, que debe ser lo más rápida posible. De forma que la contracción sea lo más rápida y explosiva posible, aunque la velocidad de movimiento sea lenta, ya que es la velocidad de ejecución la que produce las adaptaciones específicas para la mejora de la fuerza de rápido desarrollo (Behm et al., 1993).

e).- Fuerza veloz: 20 sesiones.

El objetivo de este período es mantener los niveles de fuerza conseguidos con los sistemas de entrenamiento anteriores. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol, para favorecer la transferencia de los niveles de fuerza alcanzados a los movimientos específicos.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	3 - 4	6	60%
2	DORSALES POLEA ALTA	3 - 4	6	60%
3	EXTENSIONES	3 - 4	6	60%
4	PRESS TRAS NUCA	3 - 4	6	60%
5	ISQUIOTIBIALES	3 - 4	6	60%
6	½ SENTADILLA	3 - 4	6	60%
7	PULL OVER - TRÍCEPS	3 - 4	10	50%
8	DOS TIEMPOS	3 - 4	10	40% (P.C.)
9	GEMELOS	3 - 4	6	60%

Tabla 33: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (60%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado con cada ejercicio. Se realizan 20 sesiones. En este período se mantiene el dos tiempos como ejercicio que requiere una mayor coordinación intermuscular.

Para comparar la evolución de uno de los principales indicadores de la carga, el volumen, utilizaremos por variables: los kilos y el número de repeticiones.

La decisión de utilizar estas y no otras variables se fundamenta en que metodológicamente son más fácil de entender, por los jugadores y así poder darles una información válida de la evolución del trabajo y así hacerles parte activa del proceso de entrenamiento, siendo capaces de entender los objetivos de cada fase de la planificación.

La progresión del volumen y repeticiones de entrenamiento, durante la temporada 93/94, donde se ve la evolución del entrenamiento de Acondicionamiento (**1**), Introducción a la hipertrofia (**2**), Hipertrofia (**3**), Fuerza máxima (**4**) y de Fuerza Veloz (**5**):

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

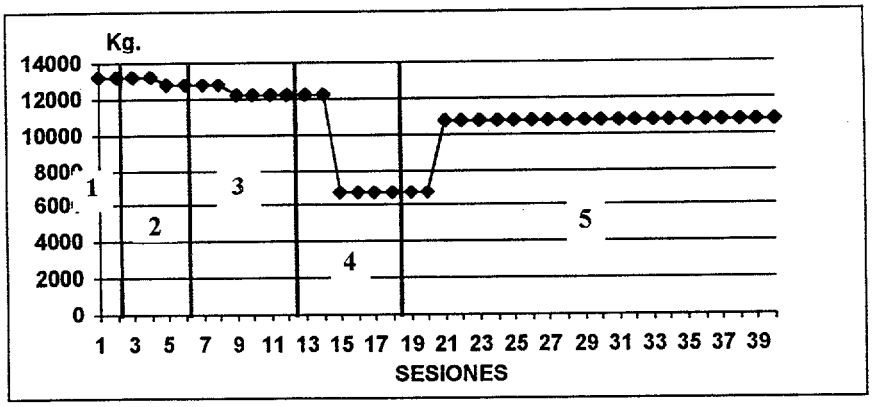


Figura 37: Volumen en Kilogramos por sesión del grupo de entrenamiento sin pliometría

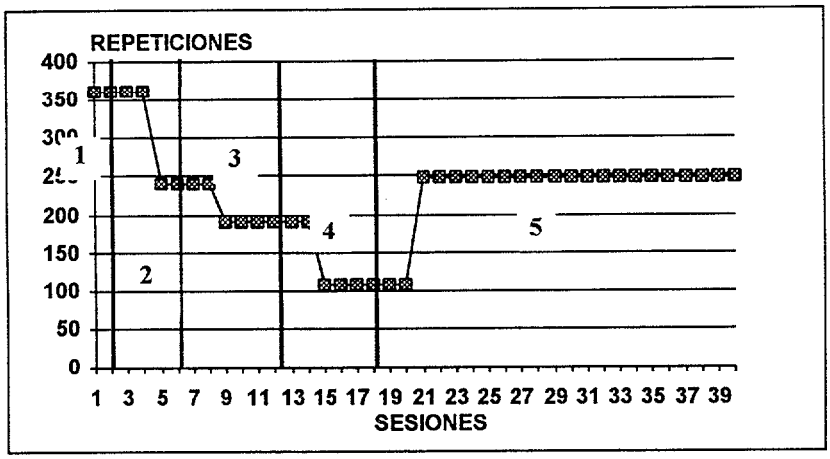


Figura 38: Volumen en Repeticiones por sesión del grupo de entrenamiento sin pliometría

Como se puede observar volumen en kilogramos de las sesiones de Acondicionamiento (1) es superior al de las demás formas de entrenamiento. Esto es debido a que el número de ejercicios es superior, así como el número de repeticiones y series. Con la Introducción a la hipertrofia (2) y la Hipertrofia (3) pasa lo mismo pero las repeticiones son menores que las encontradas en la preparación de Fuerza Veloz (5). Que la Fuerza máxima (4) presente menos volumen en kilogramos y repeticiones es debido a que aumenta considerablemente la intensidad de la carga (90%).

El entrenamiento de Fuerza Veloz (5) muestra un menor volumen en kilogramos que las fases de Acondicionamiento (1), Introducción a la hipertrofia (2) e Hipertrofia (3), en cambio el número de repeticiones es superior debido a que se intenta mantener los niveles de fuerza alcanzados en las fases anteriores.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En esta temporada se pensó que el realizar los entrenamientos de pesas antes de los de preparación específica técnico-táctica, sería transformación suficiente, favoreciendo de esa manera las adaptaciones a nivel neuromuscular y por tanto, aumentando la capacidad de salto.

3.6.2.- Grupo de entrenamiento con ejercicios pliométricos y específicos (1995/96)

Igual que en el caso anterior, se basa en la combinación de entrenamiento de pesas y de acciones pliométricas en días alternos y sesiones diurnas mientras que el entrenamiento de Voleibol es por la tarde.

El volumen de entrenamiento realizado viene determinado por el número de mesociclos, buscando una adaptación específica de la ganancia de fuerza y su posterior transformación a las habilidades específicas del Voleibol. Los diferentes objetivos de los mesociclos fueron: Acondicionamiento, Hipertrofia, Fuerza máxima, Contraste, Fuerza Veloz y Pliometría.

En esta temporada se incluyen dos formas de trabajo, respecto a la temporada anterior, que vienen a intentar transferir la ganancia de fuerza a la velocidad de ejecución. Estas dos formas de trabajo son la pliometría y el contraste:

- La ***Pliometría*** intenta mejorar la coordinación intermuscular consiguiendo importantes y rápidas adaptaciones musculares en los gestos deportivos, donde intervienen de forma decisiva los componentes contráctiles y elásticos del músculo y todo ello conduce a mejora del rendimiento.

  Este tipo de trabajo es especialmente recomendable en deportistas que tienen un elevado nivel de preparación de fuerza y ya tienen un nivel de coordinación bien adquirido (Bobbert, 1990). El introducir un entrenamiento pliométrico junto con un entrenamiento de pesas permite mejorar el rendimiento, mediante una acumulación de las cargas, llegando a multiplicar por tres el efecto (Adams et al., 1992).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- El ***Contraste*** es una forma de trabajo que consiste en alternar cargas pesadas y cargas ligeras, buscando una transferencia directa a un mismo movimiento, realizándolo a diferentes velocidades debido al cambio de carga.

Otra variación importante, a la hora de llevar a cabo la planificación de las cargas de trabajo, fue hacer una distinción entre *ejercicios fundamentales y complementarios*. Dentro de los ejercicios fundamentales se encuentran la ½ Sentadilla y sentadilla completa (tren inferior); y el press de banca y press tras nuca (tren superior). Estos cuatro ejercicios son los que marcan la intensidad del entrenamiento. Mientras que los ejercicios complementarios son todos los demás, que no por darles esa denominación dejan de ser importantes. La sentadilla completa representa un ejercicio que tendrá gran importancia por su trabajo en grandes ángulos de movimiento y su gran similitud con el salto en Voleibol.

La temporalización y organización de este período de trabajo consistió la realización de 21 microciclos los cuales representan el número de semanas de entrenamiento necesario para la consecución de los objetivos. Estos microciclos se componen de 46 sesiones de pesas, preparación orientada fundamentalmente a la adaptación de la ganancia de fuerza, más la inclusión de 18 sesiones de pliometría, así como 117 sesiones técnico-tácticas que aseguran un trabajo de las habilidades específicas del Voleibol. Así mismo, se contó con una carga competitiva de 5 partidos de Copa de Europa, 11 de Liga y 11 partidos amistosos, en el período precompetitivo.

	OBJETIVO	**RESULTADO**
LIGA	CAMPEONES	SUBCAMPEONES
COMPETICIÓN EUROPEA	FINAL - FOUR	OCTAVOS DE FINAL
COPA DEL REY	CAMPEONES	CAMPEONES

Tabla 34: *Objetivos trazados en pretemporada y objetivos logrados al final durante la temporada 95/96.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Esta estructuración del entrenamiento la podemos comprobar en el siguiente cuadro resumen:

a).- Número de mesociclos: 6

b).- Número de microciclos: 21

c).- Número de sesiones de pesas: 46

d).- Número de sesiones de pliometría: 18

e).- Número de sesiones técnico-tácticas: 117

f).- Número de competiciones: 27

f.1.- Gira Europea: 11

f.2.- Liga: 11

f.3.- Copa de Europa: 5

El entrenamiento de fuerza consistió en

a).- Acondicionamiento: 6 sesiones.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El objetivo de esta fase es el acondicionamiento muscular, es decir, recuperar el tono perdido en el período de descanso. Para posteriormente poder soportar grandes volúmenes e intensidades de trabajo.

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	4	10	60%
2	PRESS TRAS NUCA	4	10	60%
3	POLEA TRÍCEPS	4	10	60%
4	DORSAL POLEA ALTA	4	10	60%
5	EXTENSIONES	4	10	60%
6	ISQUIOTIBIALES	4	10	60%
7	½ SENTADILLA	4	10	60%
8	DOS TIEMPOS	4	6	40% P.C.

Tabla 35: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (60%), o del peso corporal (40% - P.C.), de un test realizado en el press de banca, press tras nuca y ½ sentadilla. Se realizan 6 sesiones que suponen dos semanas de acondicionamiento.

Los ejercicios, a diferencia con la temporada anterior, son más específicos y son la base de los que se utilizaron durante la preparación.

b).- Hipertrofia: 10 sesiones.

El objetivo de este período es el aumentar el tamaño muscular, para posteriormente poder superar los niveles de fuerza máxima. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol, con inclusión de otros que sirven de compensatorios y que tienen la función de aumentar el volumen de la sesión

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	4	10,8,5,10	60,70,80,60%
2	PRESS TRAS NUCA	4	10,8,5,10	60,70,80,60%
3	POLEA TRÍCEPS	4	10	60%
4	DORSAL POLEA ALTA	4	10	60%
5	BÍCEPS	4	10	60%
6	PULL - OVER	4	10	60%
7	ANTEBRAZOS	4	10	60%
8	EXTENSIONES	4	10	60%
9	ISQUIOTIBIALES	4	10	60%
10	½ SENTADILLA	4	10,8,5,10	60,70,80,60%
11	SENTADILLA COMPLETA	4	10,8,5,10	60,70,80,60%
12	GEMELOS	4	10	60%
13	PASO PROFUNDO	4	10	40% P.C.
14	ELEVACIONES AL BANCO	4	10	40% P.C.
15	DOS TIEMPOS	4	6	40% P.C.

Tabla 36: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La descripción de los ejercicios introducidos en esta fase del entrenamiento es la siguiente:

- ***Paso profundo***: Colocar la barra en la parte superior d la espalda. Agarrar cómodamente con la manos. Paso hacia delante no muy largo, evitando sobrecargar los isquiotibiales. Dar un paso hacia atrás y volver a la posición inicial.

- ***Sentadilla completa***: Ídem a la ½ sentadilla pero el ángulo de flexión de piernas es el máximo que pueda el jugador. Se cuidará no bajar de forma violenta para no afectar negativamente sobre la articulación de la rodilla.

- ***Bíceps***: Sentado en un banco inclinado a 45 grados. Realizar una flexión de brazos a la altura de los codos, llevando la mancuerna hasta el pecho. Volver a la posición inicial.

- ***Antebrazos***: Situar la barra en un banco plano. Aguantar la barra, con la palma de las manos hacia arriba y las manos separadas unos 40 cm. Colocar los antebrazos planos en el banco y la parte posterior de las muñecas en el canto. Bajar la barra tanto como sea posible. Volver a llevar la barra hasta la posición inicial. No levantar los antebrazos del banco.

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (60, 70, 80, 60%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca, press tras nuca y ½ sentadilla. Se realizan 10 sesiones que suponen cuatro semanas. En este período se mantienen el dos tiempos, elevaciones al banco y el paso profundo como ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular.

El introducir series de distinto porcentaje nos asegura un trabajo de hipertrofia con cargas altas, de forma que se solicite el reclutamiento de fibras de contracción rápida (el ejercicio siempre se realiza a la mayor velocidad posible), y el que se termine con una serie de porcentaje menor hace que estemos introduciendo un contraste ante las fibras ya agotadas, de forma que se trabaje la *resistencia muscular*.

c).- Fuerza máxima: 6 sesiones.

El objetivo de este período es el de superar los niveles de fuerza máxima. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	3	8,6,8	70,80,70%
2	PRESS TRAS NUCA	3	8,6,8	70,80,70%
3	POLEA TRÍCEPS	3	10	60%
4	DORSAL POLEA ALTA	3	10	60%
5	BÍCEPS	3	10	60%
6	PULL - OVER	3	10	60%
7	ANTEBRAZOS	3	10	60%
8	EXTENSIONES	3	10	60%
9	ISQUIOTIBIALES	3	10	60%
10	½ SENTADILLA	3	8,6,8	70,80,70%
11	SENTADILLA COMPLETA	3	8,6,8	70,80,70%
12	GEMELOS	3	10	60%
13	PASO PROFUNDO	3	10	40% P.C.
14	ELEVACIONES AL BANCO	3	10	40% P.C.
15	DOS TIEMPOS	3	6	40% P.C.

Tabla 37: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (70, 80, 70%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca, press tras nuca y ½ sentadilla. Se realizan 6 sesiones que suponen tres semanas. En este período se mantienen el dos tiempos, elevaciones al banco y el paso profundo como ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular.

El trabajo con diferentes porcentajes en los ejercicios principales nos permite centrar la exigencia de fuerza máxima sobre los músculos implicados en estos ejercicios.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

d).- Contraste: 5 sesiones.

Es una forma de trabajo que consiste en alternar cargas pesadas y cargas ligeras, buscando una transferencia directa a un mismo movimiento, realizándolo a diferentes velocidades debido al cambio de carga. Este entrenamiento se realiza en los ejercicios principales, mientras que mantenemos a los ejercicios complementarios como mantenimiento del volumen de entrenamiento. A su vez el ejercicio de gemelos pasa a realizarse en un plano inclinado, de forma reactiva y con una ligera sobrecarga, convirtiéndose en una introducción al trabajo pliométrico que se realizará en la siguiente fase.

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	6	4,8,4,8,4,8	60,30,70,35,80,40%
2	PRESS TRAS NUCA	6	4,8,4,8,4,8	60,30,70,35,80,40%
3	POLEA TRÍCEPS	3	10	60%
4	DORSAL POLEA ALTA	3	10	60%
5	BÍCEPS	3	10	60%
6	PULL - OVER	3	10	60%
7	ANTEBRAZOS	3	10	60%
8	EXTENSIONES	3	10	60%
9	ISQUIOTIBIALES	3	10	60%
10	½ SENTADILLA	3	4,8,4,8,4,8	60,30,70,35,80,40%
11	SENTADILLA COMPLETA	3	4,8,4,8,4,8	60,30,70,35,80,40%
12	GEMELOS	3	10	PLIOMETRICO
13	PASO PROFUNDO	3	10	40% P.C.
14	ELEVACIONES AL BANCO	3	10	40% P.C.
15	DOS TIEMPOS	3	6	40% P.C.

Tabla 38: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (60, 30, 70, 35, 80, 40%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca, press tras nuca y ½ sentadilla. Se realizan 5 sesiones que suponen tres semanas. En este período se mantienen el dos tiempos, elevaciones al banco y el paso profundo como ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular.

e).- Fuerza veloz: 19 sesiones.

El objetivo de este período es mantener los niveles de fuerza conseguidos con los sistemas de entrenamiento anteriores. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol, para favorecer la transferencia de los niveles de fuerza alcanzados a los movimientos específicos.

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	6	10	50 - 60%
2	PÁJARO	6	10	50 - 60%
3	PULL - OVER	3	10	50 - 60%
4	DOS TIEMPOS	3	6	40% P.C.
5	½ SENTADILLA	3	10	50 - 60%
6	SENTADILLA COMPLETA	3	10	50 - 60%
7	PASO PROFUNDO	3	10	40% P.C.

Tabla 39: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

Al mismo tiempo que se realiza este tipo de entrenamiento de pesas se introducen sesiones de pliometría los días que no se llevan a acabo los de fuerza. El entrenamiento de pliometría consistió en 18 sesiones en las que se cumplió, durante el proceso, la siguiente progresión:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

e.1).- *Sesiones de baja y media intensidad* (acción de tobillos y drops de 20 y 40 cm). En un total de 100 saltos.

- 60 saltos en el sitio
- 20 saltos (caer - subir) desde 20 cm.
- 20 saltos (caer - subir) desde 40 cm.

e.2).- *Sesiones de saltos repetidos de media intensidad (40 - 50 cm) seguidos de acciones de remate en la red tras colocación del colocador*. En un total de 80 saltos.

- 30 saltos en el sitio.
- 20 saltos a vallas de 30 cm.
- 20 saltos a vallas de 50 cm.
- 10 acciones de remate.

Las últimas tres acciones van encadenadas: salto a las vallas de 30 - 50 - 30 - 50 cm y seguidamente remate en la red con dos pasos de aproximación, esta secuencia se repite 10 veces.

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (50 - 60%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca y ½ sentadilla. Se realizan 20 sesiones. En este período se mantienen el dos tiempos y el paso profundo como ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular.

En esta fase de entrenamiento se sustituyó el ejercicio de press tras nuca por el del pájaro, bajando el volumen de entrenamiento localizado en el hombro, pasando este ejercicio a tener un papel preventivo de lesiones.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En las **figuras 39 y 40** se muestra la progresión del volumen y repeticiones de entrenamiento, durante la temporada 95/95, donde se ve la evolución del entrenamiento de Acondicionamiento (**1**), Hipertrofia (**2**), Fuerza máxima (**3**), Contraste (**4**) y de Fuerza Veloz (**5**):

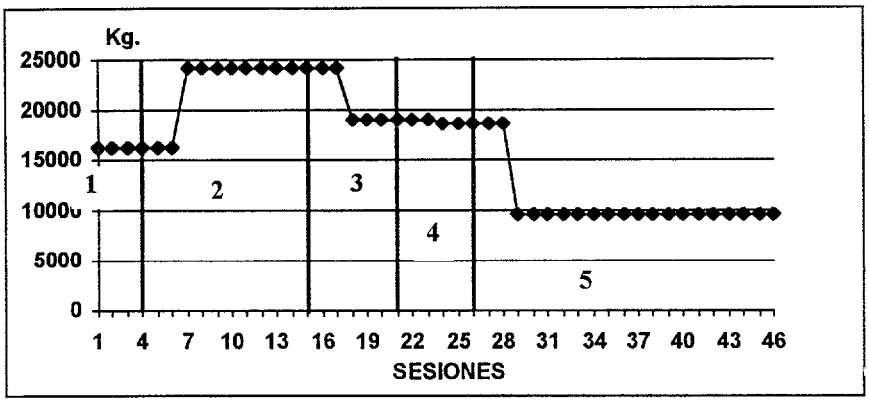


Figura 39: Volumen en Kilogramos por sesión del grupo de entrenamiento con pliometría

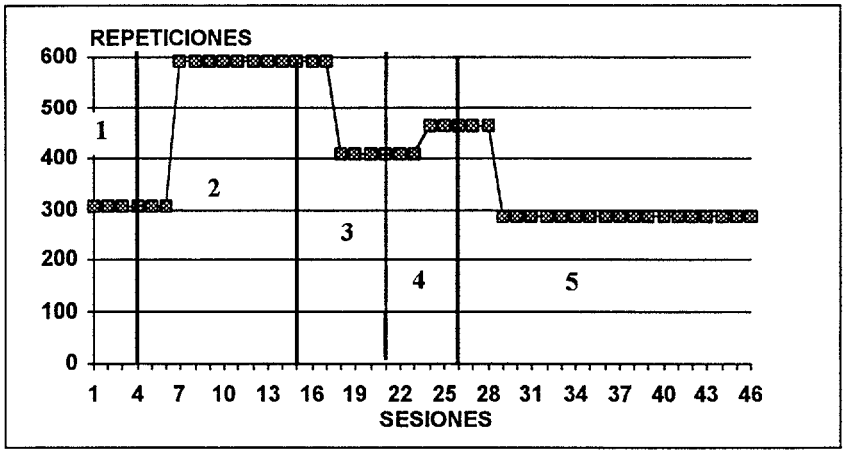


Figura 40: Volumen en Repeticiones por sesión del grupo de entrenamiento con pliometría

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Al realizar una revisión de las gráficas anteriores, podemos observar que el mayor volumen de entrenamiento en kilogramos y repeticiones se muestra en la fase de hipertrofia (2), debido a que se introdujo un mayor número de ejercicios y se elevó el número de series, para conseguir un trabajo acumulativo. Este volumen de entrenamiento desciende cuando pasamos a trabajar la fuerza máxima (3) debido a que se eleva la intensidad de la carga, aunque el número de ejercicios es constante. Esto mismo ocurre con la fase de contraste (4), aunque en este caso las repeticiones son mayores debido a que en los ejercicios fundamentales el número de series se incrementa, pero como la carga es menor el volumen en kilogramos disminuye. El periodo de entrenamiento de fuerza veloz (5) es menor tanto en repeticiones como en kilogramos debido a que también se realiza un entrenamiento pliométrico, los días alternos a los de pesas.

3.6.3.- Grupo de entrenamiento con ejercicios específicos (1996/97)

El trabajo desarrollado se basa en la introducción en el programa de pesas de ejercicios que impliquen un movimiento específico y con cargas bajas para que el tiempo y velocidad de ejecución sea el mismo que presenta ese movimiento en la competición. Estas sesiones se realizan en días alternos y sesiones diurnas mientras que el entrenamiento de Voleibol es por la tarde.

El volumen de entrenamiento realizado viene determinado por el número de mesociclos, buscando una adaptación específica de la ganancia de fuerza y su posterior transformación a las habilidades específicas del Voleibol. Los diferentes objetivos de los mesociclos fueron: Acondicionamiento, Introducción a la hipertrofia, Hipertrofia, Fuerza máxima, ***Contraste de fuerza y Contraste de velocidad***.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Podemos ver que en esta temporada se incluyen dos formas de trabajo, respecto a la temporada anterior, que tiene la función de transferir la ganancia de fuerza a la velocidad de ejecución. Estas dos formas de trabajo son la de contraste de fuerza y contraste de velocidad, como ya expusimos en la explicación de la temporada anterior, el ***Contraste*** es una forma de trabajo que consiste en alternar cargas pesadas y cargas ligeras, buscando una transferencia directa a un mismo movimiento, realizándolo a diferentes velocidades debido al cambio de carga. Pero en esta temporada se utilizaron dos formas distintas, aprovechando que disponíamos de mayor tiempo de preparación *hasta llegar a las competiciones importantes.*

El trabajar el contraste de esta forma se debe a que el equipo ya estaba en competición, por lo que los niveles de fuerza debían de seguir aumentando y a la vez se debía trabajar en velocidad. Este método de trabajo con cargas altas nos asegura un reclutamiento de fibras de contracción rápida (el ejercicio siempre se realiza a la mayor velocidad posible), y el que se termine con una serie de porcentaje menor hace que estemos introduciendo un contraste ante las fibras ya agotadas, de forma que se trabaje la *resistencia muscular*.

El diferenciar entre contraste de fuerza y de velocidad viene dado por la especificidad de la serie realizada con menor peso, pues si bien en el contraste de fuerza la transformación se realiza con el mismo ejercicio con una carga menor, en el contraste de velocidad la transformación se ejecuta mediante resistencias mucho menores y más parecidas a las de competición (Balón medicinal o peso corporal), logrando de esta forma velocidades de ejecución similares a las necesarias para realizar las acciones técnicas específicas en el Voleibol..

En esta última temporada se mantuvieron los *ejercicios fundamentales y complementarios*. Dentro de los ejercicios principales se encuentran la ½ Sentadilla (tren inferior); y el press de banca y pull - over (tren superior). Estos cuatro ejercicios son los que marcan la intensidad del entrenamiento. Mientras que los ejercicios complementarios son todos los demás, que no por eso dejan de ser importantes.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

	OBJETIVO	RESULTADO
LIGA	CAMPEONES	SUBCAMPEONES
COMPETICIÓN EUROPEA	FINAL - FOUR	LIGUILLA SEMIFINAL
COPA DEL REY	CAMPEONES	CAMPEONES

Tabla 40: *Objetivos trazados en pretemporada y objetivos logrados al final durante la temporada 96/97.*

Este período de trabajo consistió la realización de 17 microciclos los cuales representan el número de semanas de entrenamiento necesario para la consecución de los objetivos. Estos microciclos se componen de 44 sesiones de pesas, preparación orientada fundamentalmente a la adaptación de la ganancia de fuerza, de las cuales 8 sesiones se realizaron introduciendo ejercicios específicos con sobrecarga, así como 102 sesiones técnico-tácticas que aseguran un trabajo de las habilidades específicas del Voleibol. Así mismo, se contó con una carga competitiva de 9 partidos de Liga y 4 partidos amistosos, en el período precompetitivo. Esta estructuración del entrenamiento la podemos comprobar en el siguiente cuadro resumen:

a).- Número de mesociclos: 6

b).- Número de microciclos: 17

c).- Número de sesiones de pesas: 44

d).- Número de sesiones con ejercicios específicos con sobrecargas: 8

e).- Número de sesiones técnico-tácticas: 102

f).- Número de competiciones: 13

f.1.- Gira Europea: 4

f.2.- Liga: 9

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El entrenamiento de fuerza consistió en

a).- Acondicionamiento: 4 sesiones.

El objetivo de esta fase es el acondicionamiento muscular, es decir, recuperar el tono perdido en el período de descanso. Para posteriormente poder soportar grandes volúmenes e intensidades de trabajo.

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	3	10	50%
2	EXTENSIONES	3	10	50%
3	PRESS TRAS NUCA	3	10	50%
4	ISQUIOTIBIALES	3	10	50%
5	PULL - OVER	3	10	50%
6	SENTADILLA COMPLETA	3	10	50%
7	½ SENTADILLA	3	10	50%
8	DORSALES POLEA ALTA	3	10	50%
9	BÍCEPS	3	10	50%
10	POLEA TRÍCEPS	3	10	50%

Tabla 41: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (50), de un test realizado en el press de banca, press tras nuca y ½ sentadilla. Se realizan 4 sesiones que suponen dos semanas de acondicionamiento.

Los ejercicios, como en la temporada anterior, son más específicos y representan la base de los que se utilizaron durante la preparación.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

b).- Introducción a la hipertrofia: 3 sesiones.

El objetivo de esta fase es el de introducir al sujeto en los volúmenes e intensidades que posteriormente va a utilizar en el entrenamiento de hipertrofia, es decir, aumentar el tamaño muscular. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol, con inclusión de otros que sirven de compensatorios y que tienen la función de aumentar le volumen de la sesión

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	3	10,8,6	60,70,80%
2	PRESS TRAS NUCA	3	10,8,6	60,70,80%
3	PULL - OVER	3	10,8,6	60,70,80%
4	½ SENTADILLA	3	12,10,8	60,70,80%
5	SENTADILLA COMPLETA	3	12	60%
6	PASO PROFUNDO	3	10	40% P.C.
7	ANTEBRAZOS	3	15	50%
8	BÍCEPS	3	15	60%
9	POLEA TRÍCEPS	3	15	60%

Tabla 42: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (60, 70, 80%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca, press tras nuca y ½ sentadilla. Se realizan 4 sesiones que suponen dos semanas.

c).- Hipertrofia: 14 sesiones.

El objetivo de este período es el aumentar el tamaño muscular, para posteriormente poder superar los niveles de fuerza máxima. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol, con inclusión de otros que sirven de compensatorios y que tienen la función de aumentar el volumen de la sesión

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	3	10	70%
2	PRESS TRAS NUCA	3	10	70%
3	PULL - OVER	3	10	70%
4	½ SENTADILLA	4	10	70%
5	SENTADILLA COMPLETA	3	10	70%
6	PASO PROFUNDO	3	10	40% P.C.
7	ANTEBRAZOS	3	15	50%
8	EXTENSIONES	3	12	60%
9	ISQUIOTIBIALES	3	12	60%

Tabla 43: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (70%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca, press tras nuca y ½ sentadilla. Se realizan 10 sesiones que suponen cuatro semanas. En este período se mantiene el paso profundo como ejercicio que requiere una mayor coordinación intermuscular.

d).- Fuerza máxima: 7 sesiones.

El objetivo de este período es el de superar los niveles de fuerza máxima. El trabajo se centra en la realización de ejercicios que solicitan a los grupos musculares que son principales en las acciones técnicas del Voleibol.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	3	10,8,6	70,80,90%
2	PRESS TRAS NUCA	3	10	70%
3	PULL - OVER	3	10	70%
4	½ SENTADILLA	5	10	80%
5	SENTADILLA COMPLETA	3	10	70%
6	PASO PROFUNDO	3	10	40% P.C.
7	ANTEBRAZOS	3	15	50%
8	EXTENSIONES	3	12	60%
9	ISQUIOTIBIALES	3	12	60%
10	DOS TIEMPOS	3	10	40% P.C.

Tabla 44: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (70, 80, 70%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca, press tras nuca y ½ sentadilla. Se realizan 6 sesiones que suponen tres semanas. En este período se mantienen el dos tiempos y el paso profundo como ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular.

El trabajo con diferentes porcentajes en los ejercicios principales nos permite centrar la exigencia de fuerza máxima sobre los músculos implicados en estos ejercicios. El realizar la ½ sentadilla con un elevado número de repeticiones y series es debido a que el 80% representa el porcentaje del máximo que se puede poner en la barra olímpica, sin riesgo de lesión.

e).- Contraste de fuerza: 8 sesiones.

Es una forma de trabajo que consiste en alternar cargas pesadas y cargas ligeras, buscando una transferencia directa a un mismo movimiento, realizándolo a diferentes velocidades debido al cambio de carga. Este entrenamiento se realiza en los ejercicios principales, mientras que mantenemos a los ejercicios complementarios como mantenimiento del volumen de entrenamiento.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	6	10,8,8,8,6,8	70,35,80,40,90,45%
2	PÁJARO	3	10	PREVENTIVO
3	PULL - OVER	3	10	70%
4	½ SENTADILLA	6	10 - 8	80 - 60%
5	SENTADILLA COMPLETA	3	10	70%
6	PASO PROFUNDO	3	10	50%
7	BRASILEÑO	3	10	PREVENTIVO
8	EXTENSIONES	3	12	60%
9	ISQUIOTIBIALES	3	12	60%
10	DOS TIEMPOS	3	10	50%

Tabla 45: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

El ejercicio introducido en este período es el brasileño, cuya descripción es la siguiente:

- Brasileño: Es un ejercicio basado en el movimiento de los rotadores. Se coge la mancuerna por delante del cuerpo y se describe un movimiento circular alrededor de la cabeza. Con el brazo flexionado se pasa la mancuerna por detrás de la cabeza, alrededor del cuello, y cuando se encuentre detrás de la cabeza se estira el brazo para bajar la mancuerna con el brazo totalmente estirado.

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (70, 35, 80, 40, 90, 45%), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca y ½ sentadilla. Se realizan 8 sesiones que suponen cuatro semanas. En este período se mantienen el dos tiempos y el paso profundo como ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular. A su vez se introducen el pájaro y el brasileño como ejercicios preventivos de rotadores y supraespinoso, músculos de alto riesgo de lesión en el Voleibol.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En esta fase del entrenamiento cada ejercicio cumple un requisito específico de velocidad e intensidad de carga. Por tanto, el press de banca se ejecuta con cargas de contraste bajas debido a que la resistencia que tienen que vencer en competición es pequeña. En cambio la ½ sentadilla se trabaja con cargas más altas debido a que la resistencia a vencer es mayor y su influencia en las acciones técnicas es más significativo.

f).- Contraste de velocidad: 8 sesiones.

Es una forma de trabajo que consiste en alternar cargas pesadas y cargas próximas a las de competición, (Balón medicinal o peso corporal), logrando de esta forma velocidades de ejecución similares a las necesarias para realizar las acciones técnicas específicas en el Voleibol. Este entrenamiento se realiza en los ejercicios principales, mientras que mantenemos a los ejercicios complementarios como mantenimiento del volumen de entrenamiento.

Nº	EJERCICIOS	SERIES	REPET.	CARGA
1	PRESS DE BANCA	6	6	75% - B.M.
2	PÁJARO	3	10	PREVENTIVO
3	PULL - OVER	6	6	70% - B.M.
4	½ SENTADILLA	8	10 - 4	75% - P.C.
5	SENTADILLA COMPLETA	3	10	70%
6	PASO PROFUNDO	3	10	40% P.C.
7	BRASILEÑO	3	10	PREVENTIVO
8	GEMELOS	3	12	PLIOMETRICO
9	BLOQUEO	3	6	ESPECÍFICO
10	DOS TIEMPOS	3	10	40% P.C.

Tabla 46: *Rutina de trabajo empleada en este período de trabajo.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El porcentaje de carga esta representado en función del 1 RM (75% - B.M.), o del peso corporal (40% - P.C.) de un test realizado en el press de banca y ½ sentadilla. Se realizan 8 sesiones que suponen cuatro semanas. En este período se mantienen el dos tiempos y el paso profundo como ejercicios que requieren una mayor coordinación intermuscular. A su vez se introducen el pájaro y el brasileño como ejercicios preventivos de rotadores y supraespinoso, músculos de alto riesgo de lesión en el Voleibol.

En esta fase del entrenamiento, como en la anterior, cada ejercicio cumple un requisito específico de velocidad e intensidad de carga. Por tanto, el press de banca se ejecuta con Balón medicinal debido a que la resistencia que tienen que vencer en competición es pequeña. En cambio la ½ sentadilla se contrasta con saltos en el sitio, los cuales corresponden a una carga del peso corporal, que es idéntica a la de competición. En este período se introducen ejercicios específicos como son el salto reactivo de tobillos en plano inclinado (Gemelos) y el desplazamiento y salto a bloqueo con una pequeña sobrecarga. En este ejercicio se busca velocidad de desplazamiento, transferencia de coordinación intermuscular y mejora técnica, pues se realiza en frente de un espejo y siguiendo los patrones técnicos específicos del desplazamiento.

En las **figuras 41 y 42** se muestra la progresión del volumen y repeticiones de entrenamiento, durante la temporada 96/97, donde se ve la evolución del entrenamiento de Acondicionamiento (**1**), Introducción a la hipertrofia (**2**), Hipertrofia(**3**), Fuerza máxima (**4**), Contraste de fuerza (**5**) y Contraste de velocidad (**6**):

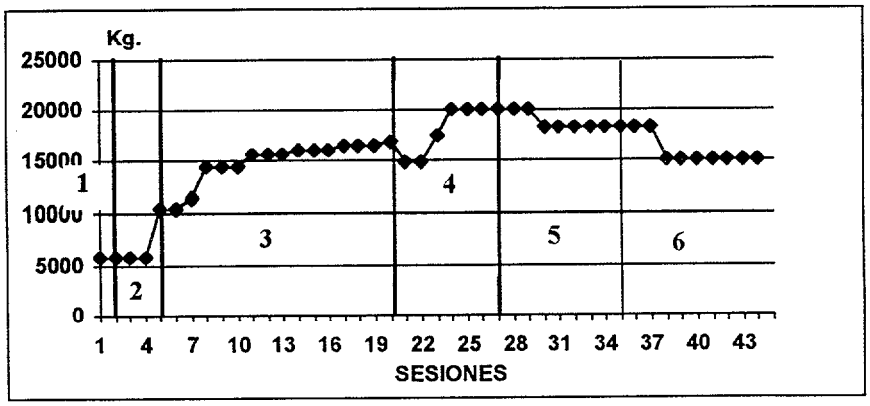


Figura 41: Volumen en Kilogramos por sesión del grupo de entrenamiento con ejercicios específicos con sobrecarga

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

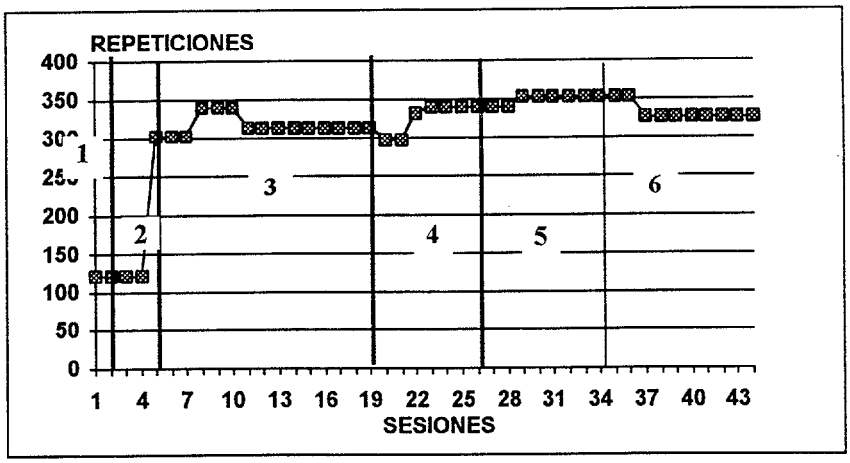


Figura 42 : Volumen en Repeticiones por sesión del grupo de entrenamiento con ejercicios específicos con sobrecarga

En las tres temporadas se buscaron los mismos objetivos, recuperación del tono muscular (*aumento del tamaño muscular para poder mejorar el nivel de fuerza máxima, transformación de los niveles de fuerza ganados a las necesidades específicas del Voleibol y un posterior mantenimiento de la fuerza durante la fase competitiva*), pero encaminando la progresión de las distintas formas de entrenamiento de la fuerza de diferente forma, tal y como se puede ver en las gráficas comparativas del volumen de trabajo realizado, en kilogramos (**Figura 43**) y en repeticiones (**Figura 44**):

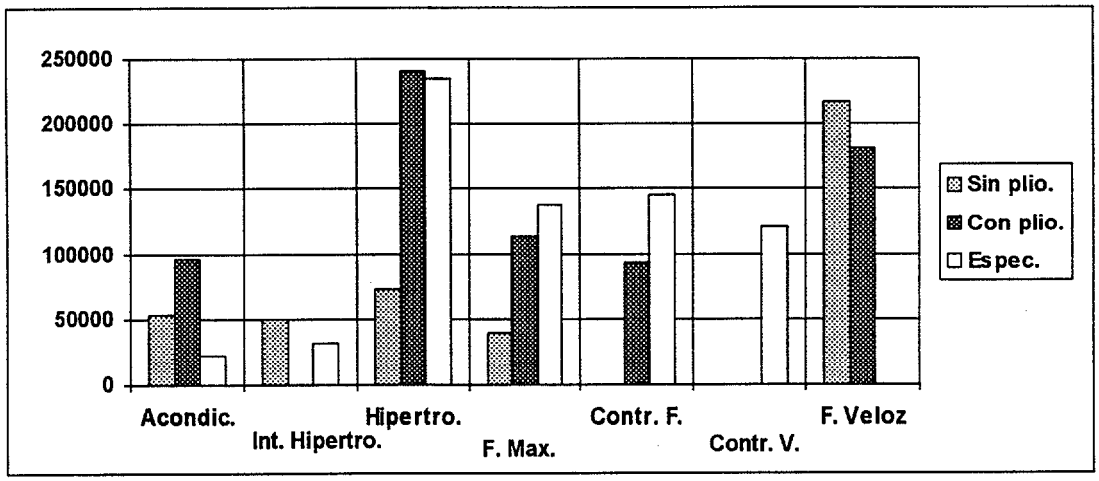


Figura 43: Volumen en Kilogramos por forma de trabajo o mesociclo Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste de Fuerza (Contr. F.), Contraste de velocidad (Contr. V.) y Fuerza veloz (F. Veloz).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

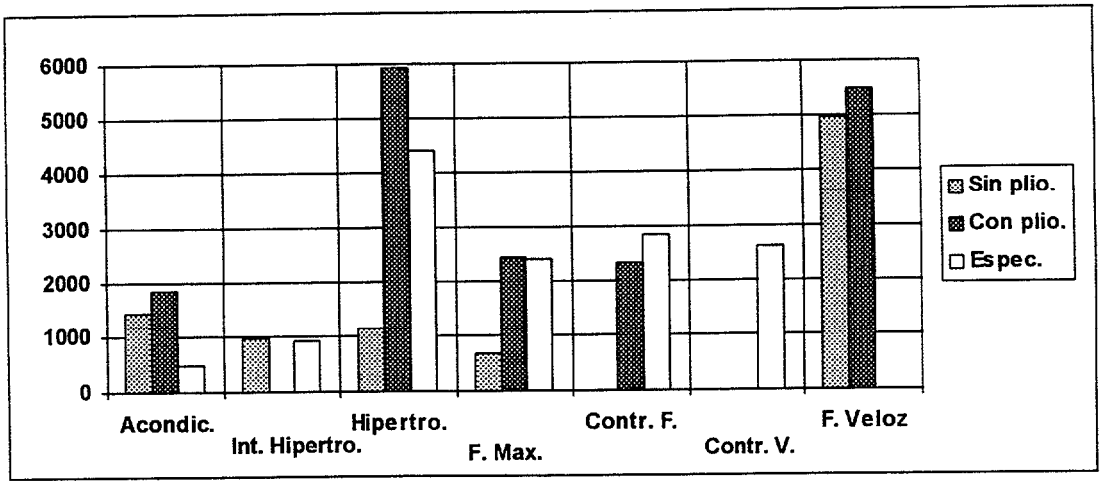


Figura 44: Volumen en Repeticiones por forma de trabajo o mesociclo Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste de Fuerza (Contr. F.), Contraste de velocidad (Contr. V.) y Fuerza veloz (F. Veloz).

La gran diferencia, en los que respecta a los métodos de entrenamiento, estriba en el empleo de diferentes formas de transformación del proceso de ganancia de fuerza a la velocidad de ejecución de habilidades específicas del Voleibol. Estas diferencias son:

- En la primera temporada (1993/94) se pensó que el realizar los entrenamientos de pesas antes de los de ***preparación específica técnico-táctica***, sería transformación suficiente, favoreciendo de esa manera las adaptaciones a nivel neuromuscular y por tanto, aumentando la capacidad de salto.

- En la temporada 1995/96 se incluyen dos formas de trabajo, respecto a la temporada anterior, que vienen a intentar transferir la ganancia de fuerza a la velocidad de ejecución. Los dos métodos de entrenamiento elegidos son ***la pliometría y el contraste***:

- En la temporada 1996/97 se incluyen dos formas de trabajo, respecto a la temporada anterior, que tiene la función de transferir la ganancia de fuerza a la velocidad de realización de habilidades específicas. Estas dos formas de trabajo son la de ***contraste de fuerza y contraste de velocidad***.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

A parte de los diferencias de métodos de entrenamiento empleados, como hemos podido comprobar en las gráficas anteriores (**Figuras 43 y 44**), los volúmenes de kilogramos y repeticiones empleados, representan otra de las grandes diferencias. Aunque si la comparación no la hacemos de forma global sino por fases de entrenamiento, tenemos que:

- En la fase de *Acondicionamiento* el volumen no muestra una diferencia significativa entre repeticiones y kilogramos en las mismas temporadas. Pero entre temporadas si existe diferencia debido, principalmente, al número de ejercicios empleados, que son más generales en la primera temporada y más especiales en las dos siguientes. Aunque en la temporada 1995/96 se realizaron más sesiones (6) que en las otras dos (4).

- El periodo de *Introducción a la Hipertrofia* fue realizado solamente en las temporada 1993/94 y 1996/97, en cambio en la temporada 1995/96 se suprimió debido a que la fase de acondicionamiento fue más larga.

- El número de entrenamientos de *Hipertrofia* fue muy superior en las dos últimas temporadas, mientras que fue menor en la primera, hecho que se refleja en el volumen de kilogramos y repeticiones. El número de ejercicios que se llevaron a cabo en la segunda temporada estudiada fue muy superior que en las de 1993/94 y 1996/97. El motivo fue que en esta segunda temporada se debía conseguir un nivel de rigidez muscular un poco mayores que en las otras dos, pues se introdujo un trabajo de pliometría.

- En cuanto a la fase de *Fuerza Máxima,* el volumen baja respecto al realizado en la fase anterior. El número de sesiones es más o menos el mismo aunque el número de ejercicios es notablemente mayor en la temporada 1995/96 que en las otras dos. El volumen de la temporada 1996/97 es mayor sobre todo debido al número de repeticiones y series llevadas acabo en el ejercicio de ½ sentadilla que es la base del trabajo del tren inferior en esta temporada.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- En los método de transformación, como ya expusimos anteriormente, es donde encontramos mayor diferencia, de tal forma que en la temporada 1993/94 no se realiza y en las otras dos se lleva acabo mediante el método de *Contraste*. En la temporada 1995/96 se realiza mediante el *Contraste de Fuerza*, mientras que en la temporada 1996/97 se lleva acabo mediante dos métodos diferentes *Contraste de Fuerza* y *Contraste de Velocidad*.

- El entrenamiento de *Fuerza Veloz* es la etapa del entrenamiento donde se pone el énfasis de la temporada 1993/94, siendo donde se presenta el mayor volumen de entrenamiento de todo el proceso. En la temporada 1995/96 este tipo de entrenamiento es fundamental, aunque es aquí donde se introdujo el entrenamiento de pliometría como transformación del trabajo con sobrecargas. En la temporada 1996/97 no se realizó este tipo de trabajo ya que se mantuvo el trabajo de Contraste.

La evolución de los volúmenes en las tres temporadas es diferente, pues el énfasis de la preparación se centra en tipos de entrenamiento y ejercicios distintos. Este hecho se puede observar en las siguientes gráficas (**Figuras 45, 46 y 47**). Donde encontramos que en la temporada 1993/94 el énfasis es el entrenamiento de Fuerza Veloz (**Figura 45**), que en la temporada 1995/96 es la Hipertrofia y el entrenamiento de Fuerza Veloz (**Figura 46**), mientras que en la última temporada (1996/97), al tener mayor tiempo para elevar los niveles de fuerza, el volumen de entrenamiento se reparte más en las fases de Hipertrofia, Fuerza Máxima, Contraste de Fuerza y Contraste de Velocidad (**Figura 47**).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

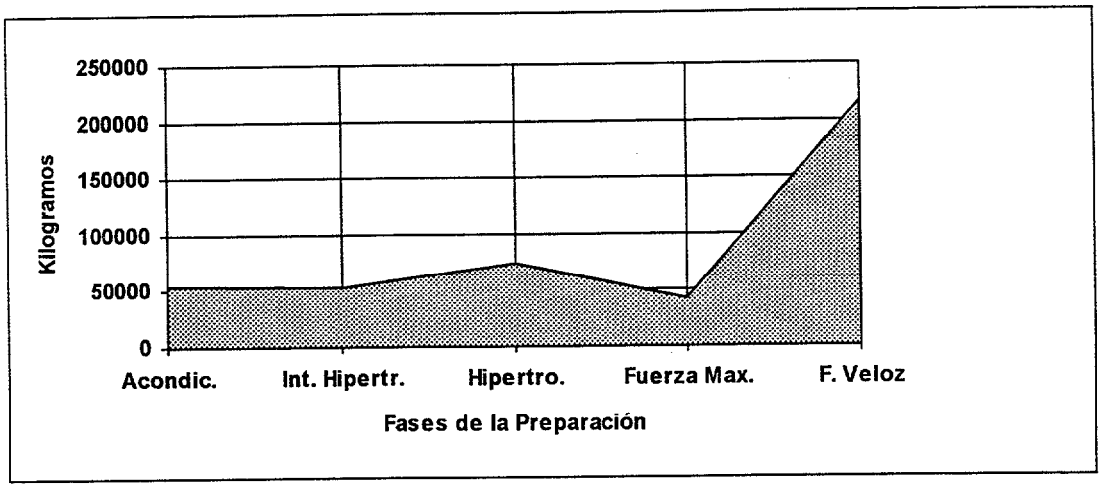


Figura 45: Volumen en Kilogramos por forma de trabajo o mesociclo Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1993/94.

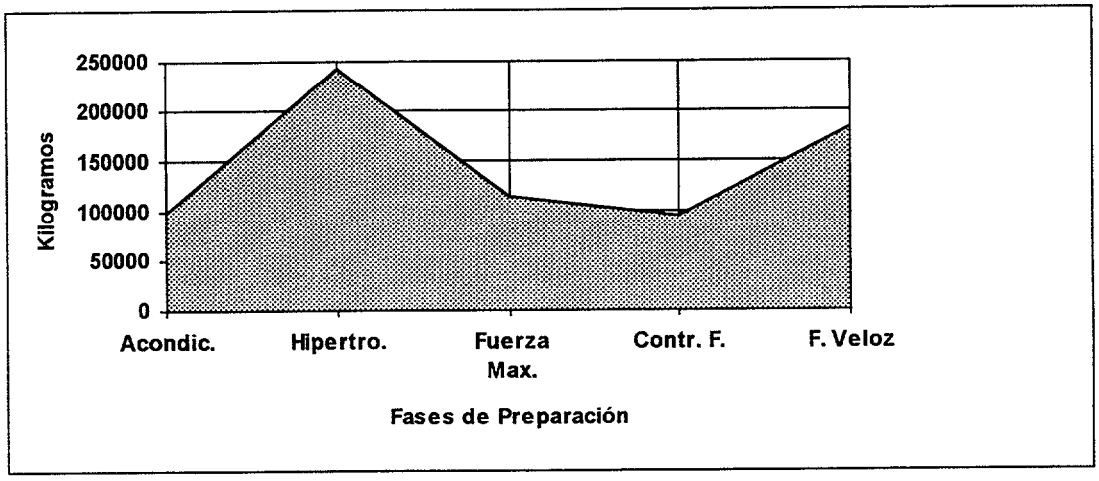


Figura 46: Volumen en Kilogramos por forma de trabajo o mesociclo Acondicionamiento (Acondic.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste de Fuerza (Contr. F.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1995/96.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

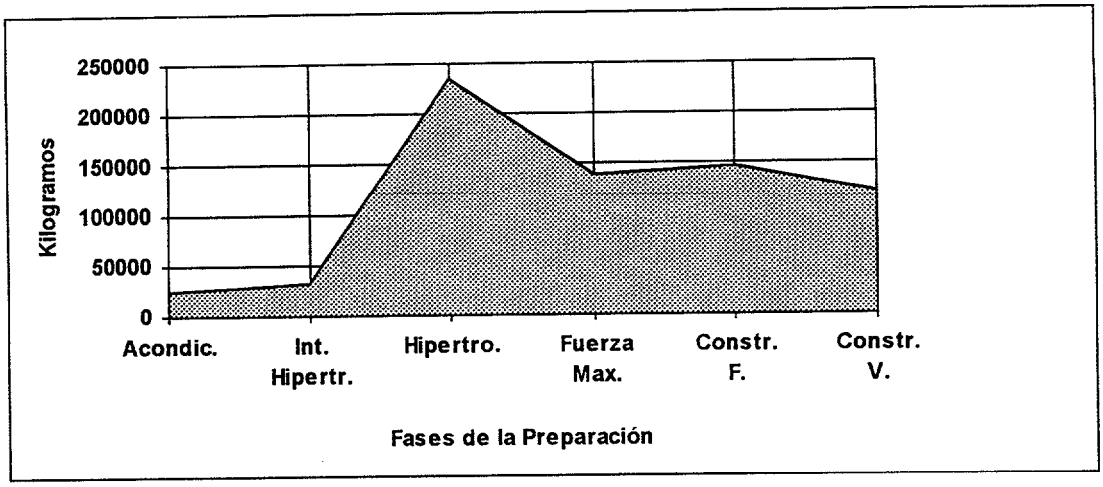


Figura 47: Volumen en Kilogramos por forma de trabajo o mesociclo Acondicionamiento (Acondic.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste de Fuerza (Contr. F.) y Constraste de velocidad (Constr. V.). En la temporada 1996/97.

3.7.- ESTADISTICA

El tratamiento estadístico utilizado con los datos obtenidos en nuestra muestra a través de los diferentes test de evaluación seleccionados, correspondiendo a lo que se denomina habitualmente como *Estadística Descriptiva y Comparativa.*

Hemos entendido como *estadística descriptiva* a aquellos tratamientos que nos permiten expresar de forma clara y concisa y operativa una serie de datos que dan información específica a la muestra utilizada facilitando posteriores comparaciones y estimaciones de los mismos. Para ello se han determinado, en nuestro caso, la *media* como medida de tendencia central que reflejan el centramiento de la variable, es decir el centro de gravedad de la distribución de nuestros datos y más exactamente hemos utilizado el valor de *media aritmética*, la cual se puede definir como *el promedio de todos los valores de la variable o el autentico centro de gravedad de la distribución.* También se determinó *la desviación* de los datos, siendo este el valor que nos va a reflejar el valor de dispersión, oscilación o fluctuación del fenómeno estudiado, desestimando el rango por lo reducida de la muestra . Esta medida de dispersión es definida como el promedio en valor absoluto de todas las diferencias entre cada valor de la variable y su media aritmética. Siendo, la *desviación típica o estándar* la utilizada en nuestro caso.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Dentro de la estadística comparativa hemos decidido utilizar como indicadores (estadísticos) la comparación entre medias de los resultados de cada test en cada grupo entre y principio final de cada temporada, para lo cual se utilizó la *t - de student*. En esta prueba la hipótesis nula nos indica que no existen *diferencias significativas* entre los dos grupos, esto es que las dos muestras, en nuestro caso las variaciones de los resultados de nuestros test a lo largo de la temporada, pueden considerarse como resultados del azar y no por incidencia directa del modelo o protocolo de entrenamiento utilizado.

En otro orden de cosas, la capacidad que tiene una prueba para detectar las diferencias existentes entre dos grupos de variables se determina mediante el valor de la *p* que nos da el *grado de significación* de las mismas y asumiendo que el mismo es valido a partir de un valor de 0,05. Es cierto que en estudios de estas características se hace un uso abusivo del valor de *p*, entendido éste como una *medida de intensidad de la relación*, ya que depende en gran medida del numero de individuos utilizado, que en nuestro caso es limitado y ajustado a las posibilidades cuantitativa de una plantilla de Voleibol, lo que le hace no ser un tratamiento estadístico demasiado potente para medir la intensidad de relación en un estudio de estas características.

Conseguir modificaciones estadísticamente significativas por aplicación de cargas de entrenamiento es altamente dificultosa, aunque esas mínimas oscilaciones que pueden surgir son suficiente para obtener variaciones cualitativas de gran importancia a la hora de comparar resultados deportivos. Somos, por tanto, conscientes que la estadística confirmatoria clásica de las pruebas de hipótesis no puede utilizarse como técnica exploratoria de datos sin exponerse a cometer un número indeterminado de errores. En cualquier caso estas técnicas estadísticas han sido las que hemos decidido emplear para establecer análisis comparativos en la evolución de los test de control utilizados.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Al utilizar tres grupos de control diferentes en tres momentos distintos (1993 - 94, 1995 - 96 y 1996 - 97), comparación de como han evolucionado los resultados de los test entre los tres grupos, hemos utilizado un *análisis de varianzas* en el que se han utilizado como técnicas los *test de Bonferroni y de Schefflé*. La aplicación de este contraste para distintas medias supone asumir un problema que en la literatura estadística se conoce como de *contrastes múltiples*, haciéndose necesario la aplicación de las técnicas antes mencionadas con el fin de amortiguar el efecto del mismo.

Entre los muchos procedimientos existentes para solventar el problema anterior, el método de desigualdad Bonferroni y el de Schefflé son dos de las técnicas más utilizadas en trabajos de estas características, en las que las series de variables corresponden a grupos desiguales.

Todas las técnicas estadísticas anteriormente mencionadas han sido calculadas mediante el paquete estadístico SSPS para entorno Windows, siendo utilizados los resultados de los mismos para la elaboración de las tablas y la discusión del trabajo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

RESULTADOS

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

4.1.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO SIN PLIOMETRÍA NI EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1993/94)

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEST	VALOR	SD	VALOR	SD	VALOR	SD	*t*	*p*
SJ	46,26	+/- 6,65	43,77	+/- 5,67	-2,49	3,250	-2.02	0.089
CMJ	48,89	+/- 6,40	46,61	+/- 4,53	-2,27	2,965	-2,18	0,089
BLOQ.	53,36	+/- 7,52	52,59	+/- 6,31	-0,77	3,359	0,61	0,566
REMA	68,33	+/- 8,25	69,34	+/- 7,57	1,01	5,453	-0,49	0,640
$SJ_{25\%}$	32,59	+/- 4,19	32,43	+/- 4,18	-0,15	1,041	-0,40	0,703
$SJ_{50\%}$	25,87	+/- 2,85	24,89	+/- 4,05	-0,98	3,325	-0,78	0,463
$SJ_{75\%}$	20,13	+/- 3,75	20	+/- 3,77	-0,13	1,551	-0,22	0,834
$SJ_{100\%}$	15,51	+/- 2,59	15,6	+/- 4,06	0,09	1,945	0,12	0,911
DJ_{40}	44,37	+/- 2,59	43,43	+/- 3,84	-0,94	3,116	0,80	0,454
DJ_{60}	45,96	+/- 6,73	44,14	+/- 4,66	-1,81	3,904	1,23	0,265
DJ_{80}	46,73	+/- 8,31	45,16	+/- 3,53	-1,57	5,484	0,76	0,477
DJ_{100}	45,84	+/- 6,94	44,01	+/- 4,75	-1,83	2,634	1,84	0,116

Tabla 47: *Tabla de resultados obtenidos por el grupo de entrenamiento sin pliometría ni ejercicios específicos (1993/94)*

SJ: Squat Jump.

CMJ: Salto con contramovimiento.

BLOQ.: Abálakov con acción de brazos específicas de salto al bloqueo en Voleibol.

ABK.: CMJ con acción de brazos, propias de la batida de remate.

REMA.: Batida de remate con dos o tres pasos de carrera.

$SJ_{25\%}$: Squat jump con el 25% del peso corporal.

$SJ_{50\%}$: Squat jump con el 75% del peso corporal.

$SJ_{75\%}$: Squat jump con el 50% del peso corporal.

$SJ_{100\%}$: Squat jump con el 100% del peso corporal.

DJ_{40}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{60}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{80}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{100}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

4.2.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON PLIOMETRÍA Y EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1995/96)

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEST	**VALOR**	**SD**	**VALOR**	**SD**	**VALOR**	**SD**	***t***	***p***
SJ	41,6	+/- 4,23	48,14	+/- 4,23	6,56	4,468	3,28	0,030
CMJ	45,9	+/- 3,9	52,2	+/- 5,83	6,3	6,457	2,18	0,095
BLOQ.	52,6	+/- 5,87	56,3	+/- 5,2	3,7	4,437	1,85	0,137
$SJ_{25\%}$	28	+/- 3,79	33,6	+/- 3,25	5,6	3,615	3,49	0,025
$SJ_{50\%}$	21,3	+/- 3,7	26,3	+/- 3,18	5	2,988	3,73	0,020
$SJ_{75\%}$	14,5	+/- 3,33	20,1	+/- 3,53	5,6	3,505	3,57	0,023
DJ_{30}	39,1	+/- 7,81	45,5	+/- 3,69	6,36	2,194	2,90	0,044
DJ_{55}	38	+/- 4,81	43,5	+/- 5,08	5,46	4,839	2,52	0,065
DJ_{80}	39,3	+/- 7,22	44,2	+/- 4,65	4,9	4,827	2,29	0,084
DJ_{95}	39,3	+/- 7,98	43,2	+/- 3,58	3,96	2,529	1,57	0,192

Tabla 48: *Tabla de resultados obtenidos por el grupo de entrenamiento con pliometría y ejercicios específicos (1995/96)*

SJ: Squat Jump.

CMJ: Salto con contramovimiento.

BLOQ.: Abálakov con acción de brazos específicas de salto al bloqueo en Voleibol.

ABK.: CMJ con acción de brazos, propias de la batida de remate.

REMA.: Batida de remate con dos o tres pasos de carrera.

$SJ_{25\%}$: Squat jump con el 25% del peso corporal.

$SJ_{50\%}$: Squat jump con el 75% del peso corporal.

$SJ_{75\%}$: Squat jump con el 50% del peso corporal.

$SJ_{100\%}$: Squat jump con el 100% del peso corporal.

DJ_{40}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{60}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{80}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{100}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

4.3.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO SIN PILOMETRÍA Y CON EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1996/97)

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEST	VALOR	SD	VALOR	SD	VALOR	SD	*t*	*p*
SJ	41,58	+/- 4,4	47,012	+/- 4,5	5,98	5,680	2,98	0,020
CMJ	45,2	+/- 5,1	50,8	+/- 4,9	5,6	6,351	2,50	0,041
BLOQ.	48,8	+/- 6,2	54,7	+/- 4,1	6	6,677	2,52	0,040
ABK	51,2	+/- 6,6	58,1	+/- 5,2	6,9	8,846	2,30	0,055
REMA	67,7	+/- 5	73,3	+/- 5,6	5,5	4,795	3,26	0,014
$SJ_{25\%}$	28,3	+/- 4,6	32	+/- 5	3,8	5,386	1,97	0,090
$SJ_{50\%}$	21,3	+/- 3,8	24,1	+/- 3,7	2,8	1,242	2,23	0,061
$SJ_{75\%}$	15,6	+/- 3,2	18,1	+/- 3,4	2,5	2,907	2,41	0,047
$SJ_{100\%}$	11,5	+/- 3,1	13,4	+/- 2,253	1,9	3,108	1,72	0,130

Tabla 49: *Tabla de resultados obtenidos por el grupo de entrenamiento sin pliometría y con ejercicios específicos (1996/97)*

SJ: Squat Jump.

CMJ: Salto con contramovimiento.

BLOQ.: Abálakov con acción de brazos específicas de salto al bloqueo en Voleibol.

ABK.: CMJ con acción de brazos, propias de la batida de remate.

REMA.: Batida de remate con dos o tres pasos de carrera.

$SJ_{25\%}$: Squat jump con el 25% del peso corporal.

$SJ_{50\%}$: Squat jump con el 75% del peso corporal.

$SJ_{75\%}$: Squat jump con el 50% del peso corporal.

$SJ_{100\%}$: Squat jump con el 100% del peso corporal.

DJ_{40}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{60}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{80}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

DJ_{100}: Drop jump con caída desde 40 cm. de altura.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

4.4.- RESULTADOS OBTENIDOS EN OTRAS INVESTIGACIONES SIMILARES:

A lo largo de la bibliografía especializada hemos podido encontrar una serie de investigaciones que guardan cierto parecido con la realizada por nosotros, por ese motivo hemos creído conveniente enunciar los resultados obtenidos en ellas, para que nos sirvan de comparación en el capítulo dedicado a la discusión.

En un estudio realizado por Bosco y Komi (1979) desde 1975 a 1978 con dos grupos de trabajo, uno masculino y otro femenino. Nos centramos en el primero (que presentaba una media de edad de 24 años, una altura de 190 cm. y un peso de 87.8 Kg.) por ser jugadores de Voleibol y debido a que a su entrenamiento de musculación se le incorporó un protocolo de entrenamiento pliométrico que consistía en realizar tres veces en semana de siete a nueve series de diez saltos desde altura con cuatro minutos de descanso entre serie, obteniendo la siguiente variación:

	SJ (cm)	CMJ (cm)	BDJ (cm)
ANTES	37.5	42.3	39.3
DESPUÉS	39.9	47.1 *	45.1 **
VARIACIÓN	**2.4**	**4.8**	**5.8**

Tabla 50 : *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol (* p<0.05; ** P<0.001). Bosco y Komi, 1979.*

En otro estudio de similares características, pero realizado con la selección finlandesa de Voleibol, Bosco (1981) encontró diferencias aún más significativas, en el CMJ:

TIPO DE ENTRENAMIENTO	VARIACIÓN (cm)
COMBINADO	**4.8**
SOBRECARGA	**1.5**

Tabla 51: *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol en función del tipo de entrenamiento (Bosco. 1981).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Posteriormente Bosco et al. (1982f) llevó a cabo otro trabajo con dos grupos de jugadores de Voleibol. El grupo de control lo conformaron 11 jugadores universitarios, mientras que el experimental lo componía el equipo nacional italiano. La peculiaridad del trabajo consistió en la incorporación de trabajos de contramovimiento drop jump (flexión de 90°, CDJ), lo que supuso un excelente motivo para incrementar la capacidad de salto 8 semanas después de iniciar la investigación.

GRUPO	TEST	ANTES	DESPUÉS	VARIACIÓN
SELECCIÓN ITALIA	SJ (cm)	37.7	49.2	**11.5**
	CMJ (cm)	46.4	55.8	**9.4**
UNIVERSITARIOS	SJ (cm)	41.8	38.5	**-3.3**
	CMJ (cm)	50.2	47.6	**-2.6**

Tabla 52: *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol (Bosco et al., 1982f).*

En otro estudio realizado por este autor, Bosco (1983), con jugadores de la Sección Finlandesa de Voleibol, comprobó que tras eliminar el entrenamiento de fuerza máxima y aumentar el de fuerza explosiva durante un período de ocho meses, la variación en los test de SJ, CMJ y de batida de remate con carrera previa (REMA) era significativa.

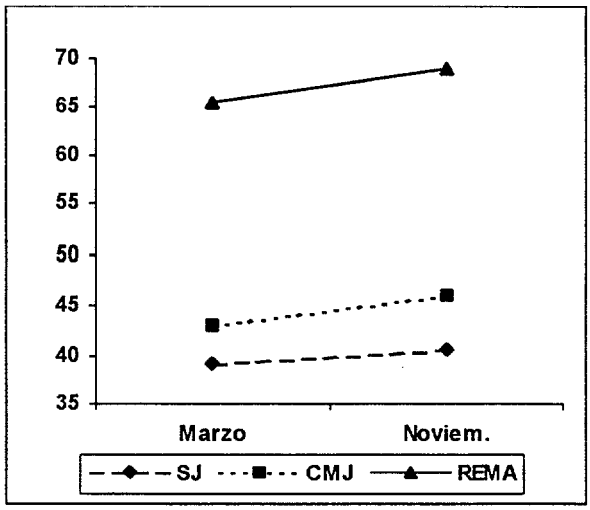


Figura 48: *Evolución de los Tests del SJ (p<0,05), CMJ y REMA. (p<0,01) en jugadores de Voleibol, En los meses de Marzo y Noviembre (Adaptado de Bosco et al., 1983).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En un trabajo de Clutch et al (1983) realizado con 16 jugadores de Voleibol de 21.2 años de edad media, a los que tras organizarlos en dos grupos, se les aplico dos protocolos de entrenamientos diferentes. El primero de ellos realizaron un entrenamiento con sobrecargas (3x6x80% de press de banca, peso muerto y media-sentadilla), mientras que le segundo grupo hizo un entrenamiento conjunto de pesas y saltos en profundidad (3 x 4-6 x ½ sentadilla; 2 x 10 saltos desde 70 cm; 2 x 10 saltos desde 110 cm). Los datos demostraron que el entrenamiento combinado resultaba eficaz pero el uso exclusivo del trabajo con pesas lo era aún más.

TIPO DE ENTREN.	ANTES	DESPUÉS	VARIACIÓN
COMBINADO	60.40	63.25	**3.21**
SOBRECARGA	62.61	66.24	**4.25**

Tabla 53: *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol en función del tipo de entrenamiento (Clutch et al., 1983).*

Este resultado puede deberse a que durante el período de entrenamiento el equipo de Voleibol realizaba sesiones de entrenamiento técnico - táctico durante cinco días a la semana de dos horas y media de duración. Por otro lado, los autores nos emplaza a revisar el trabajo de Bosco (1981) donde se dice que para conseguir mejoras significativas con el entrenamiento pliométrico en deportistas especializados, como los jugadores de Voleibol, se debe realizar un período de entrenamiento más largo que el efectuado en este estudio (16 semanas).

Por otro lado, Viitasalo (1985) observó la variación que se producía en el test del CMJ con sobrecargas que oscilaban entre 0 a 60 Kg. en jugadores de Voleibol de máximo nivel competitivo (Selección Nacional de Finlandia), durante un período de ocho meses. Durante este tiempo el entrenamiento consistía en compaginar la preparación en el gimnasio con sobrecargas, un programa pliométrico y el específico de Voleibol. El autor observó que las mayores ganancias en la altura de salto se produjeron en el último test, realizado justamente después del Campeonato del Mundo, y especialmente en los saltos que se efectuaban sin carga (9,1%) o con 20 Kg. (6,2%).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

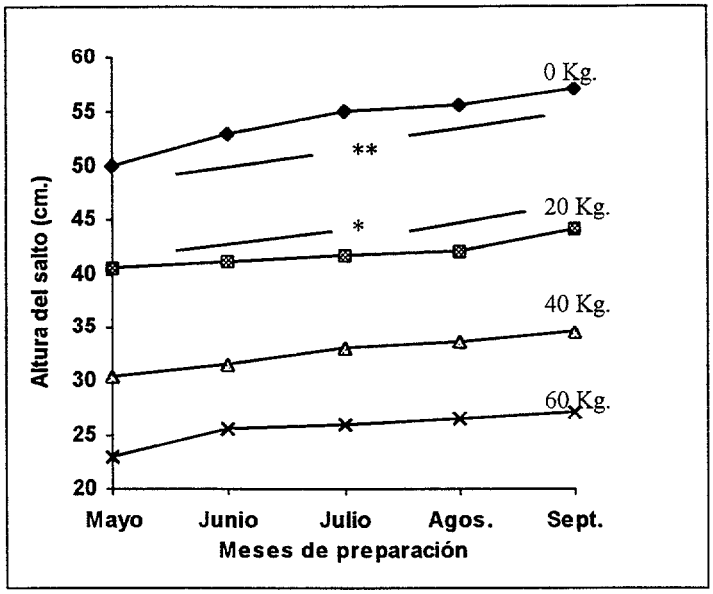


Figura 49: *Evolución del Test del CMJ con sobrecargas en jugadores de Voleibol, Desde Abril a Septiembre. * p<0,05; ** p<0,01.(Adaptado de Viitasalo, 1985).*

Esta mejora significativa en los test con cargas ligeras o sin cargas se debe a que el entrenamiento de fuerza empleado iba encaminado a la mejora de la fuerza explosiva de los miembros inferiores, mediante cargas ligeras y ejercicios específicos. Esta mejoras pueden apreciarse en los resultados de la curva fuerza - velocidad al principio de la preparación y al final de la misma.

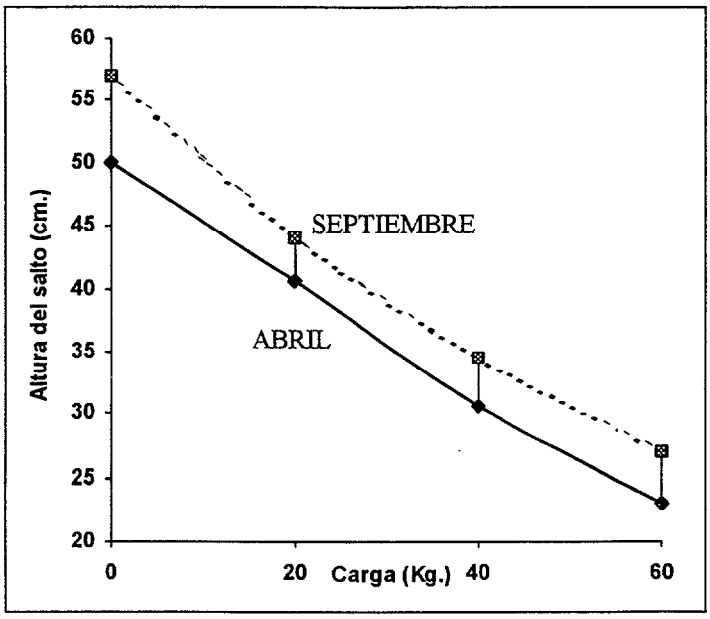


Figura 50 : *Evolución del Test del CMJ con sobrecargas en jugadores de Voleibol. En los meses de Abril y Septiembre (Adaptado de Viitasalo, 1985).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Durante la preparación de la Selección Española de Voleibol para la Olimpiada de Barcelona, se efectuó durante el último año, del 3 de Abril al 25 de Junio, un control del entrenamiento realizado para la mejora de la capacidad de salto. El entrenamiento de fuerza consistió en sesiones con sobrecargas medias y/o ligeras alternadas con otras que introducían ejercicios pliométricos. En todo este período de preparación se realizaba entrenamiento técnico - táctico específico de Voleibol, obteniendo los siguientes resultados:

TEST	ABRIL (cm.)	JUNIO (cm.)	VARIACION (cm.)
$SJ_{100\%}$	12.17	13.67	**1.5**
$SJ_{75\%}$	17.16	18.5	**1.3**
$SJ_{50\%}$	22.69	24.1	**1.4**
$SJ_{25\%}$	30.53	32.5	**2**
SJ	42.47	46.9	**4.4**
CMJ	44.17	54.1	**10**
ABK	54.21	63.1	**8.9**

Tabla 54: *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol En los meses de Abril y Junio de 1992.*

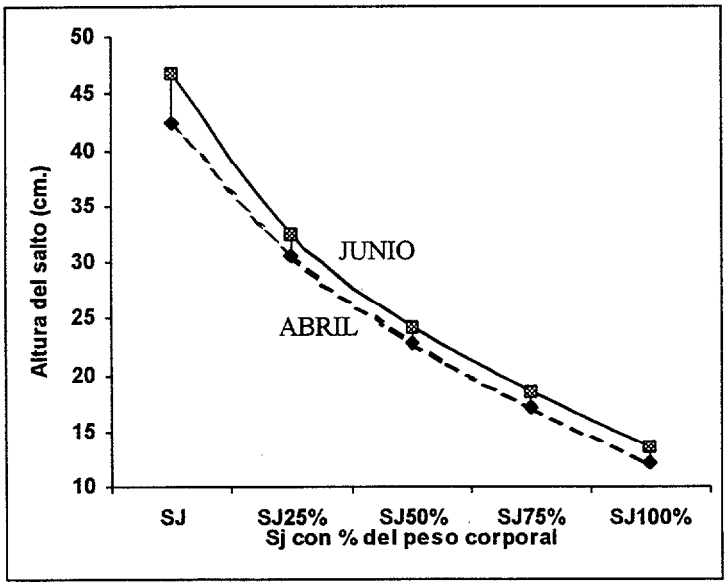


Figura 51: *Evolución del Test del SJ con sobrecargas en jugadores de Voleibol, En los meses de Abril y Junio de 1992.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Como se puede apreciar en la tabla y gráfica anteriores las ganancias más significativas se obtienen en los test que no incorporan sobrecargas, respondiendo sobre todo a la especificidad del trabajo con sobrecargas medias y/o ligeras y, en los test de salto con contramovimiento (CMJ) y el Abalakov (ABK) debido a la inclusión en el protocolo de entrenamiento de los ejercicios de pliometría que producen mejores adaptaciones en este tipo de movimiento.

En un intento de observar los efectos del entrenamiento pliométrico sobre la mejora en la capacidad de salto Pousson et al. (1995) dividen en dos grupos a un equipo de Voleibol, de categoría nacional, durante un período de entrenamiento. El primer grupo (n=9) lleva a cabo unas sesiones suplementarias de pliometría, mientras el otro (n=5) tan sólo realiza las propias del entrenamiento técnico - táctico. El grupo que introduce ejercicios pliométricos obtiene unas mayores ganancias que los jugadores que sólo entrenan con ejercicios específicos de Voleibol.

TEST	ANTES (cm.)	DESPUES (cm.)	VARIACION (cm.)
DJ_{30}	40.7	44.8	**4.1***
DJ_{40}	41.6	44.8	**3.2***
DJ_{50}	41.6	45	**3.4***
CMJ	44	49	**5***

Tabla 55: *Evolución de los test de salto en el grupo que introducía sesiones de pliometría.*
** P<0,05. (Pousson et al., 1995).*

Comparando las ganancias obtenidas por un grupo y otro tenemos que el primer grupo (con entrenamiento pliométrico) consigue valores mayores que el segundo grupo (entrenamiento exclusivo de Voleibol).

TIPO DE ENTREN.	CMJ	DJ_{30}
CON PLIOMETRÍA	10.2% *	2.0%
SIN PLIOMETRÍA	13.6% *	0.3%

Tabla 56: *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol en función del tipo de entrenamiento.*
** P<0,05. (Pousson et al., 1995).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En un estudio - control reciente, realizado por el personal científico del Centro de Alto Rendimiento (C.A.R.) de San Cugat a la Selección Española de Voleibol desde Julio de 1995 al mes de Febrero de 1996, se puede observar la variación que se produce en la curva fuerza - velocidad tras aplicar dos tipos de entrenamiento diferente a los jugadores. La primera prueba se efectuó el 24 de Julio de 1995 como valor de inicio, la segunda fue el 13 de Diciembre de 1995 tras realizar un trabajo de fuerza, para finalmente proceder a una tercera y última prueba el 20 de Febrero de 1996 después de completar un entrenamiento de fuerza con cargas ligeras y pliometría. En todo el período controlado los jugadores realizaban un gran volumen de entrenamiento específico técnico - táctico.

TEST	JUL. 95 A (cm.)	DIC. 95 B (cm.)	VARIA. A - B (cm.)	FEB. 96 C (cm.)	VARIA. B - C (cm.)	VARIA A - C (cm.)
$SJ_{100\%}$	13.4	13.2	**- 0.2**	15.2	**2**	**1.8**
$SJ_{75\%}$	17.6	19	**2**	20.6	**1.6**	**3**
$SJ_{50\%}$	22.8	24.7	**1.9**	25.7	**1**	**2.9**
$SJ_{25\%}$	29.5	32.8	**3.3**	34.5	**1.7**	**5**
SJ	41.3	41.4	**0.1**	46.4	**5**	**5.1**
CMJ	45.7	46.1	**0.4**	50.4	**4.3**	**4.7**
REMA	65.8	69.8	**4**	75.7	**5.9**	**9.9**

Tabla 57: *Evolución de los test de salto en jugadores de Voleibol en función del tipo de entrenamiento Entre los meses de Abril de 1995y Febrero de 1996.*

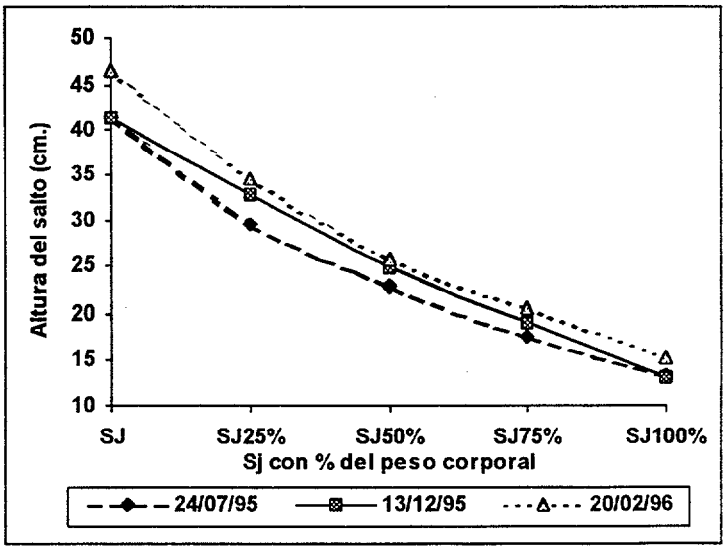


Figura 52: *Evolución del Test del SJ con sobrecargas en jugadores de Voleibol, Entre los meses de Abril de 1995y Febrero de 1996.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Como se puede apreciar en la tabla y gráfica anteriores, la variación producida entre la primera y segunda prueba son mayores en la franja marcada entre el $SJ_{25\%}$ y el $Sj_{75\%}$, debido principalmente a que las cargas empleadas en el trabajo con sobrecargas eran elevadas pero permitían moverlas con velocidad y, por tanto, donde se alcanza los máximos valores de potencia (Tihany, 1988). Por el contrario, en el test realizado al final del período de control se observa un mayor aumento del SJ. Estas variaciones pueden responder a que el entrenamiento se basó en entrenamiento con sobrecargas ligeras y se introdujo un trabajo de tipo pliométrico, dato que es reafirmado con los valores alcanzados en el CMJ, en este último control. Otro hecho significativo y que nos hace reflexionar sobre la influencia del entrenamiento específico de Voleibol es que las variaciones obtenidas con el test realizado mediante el gesto específico de la batida de remate con carrera previa (REMA) son siempre superiores a los de los otros test, debido sobre todo al factor coordinación.

Al comparar los resultados de nuestro estudio con otros anteriormente realizados, podemos ver que los sujetos de nuestra muestra se mueven en los mismos valores que los obtenidos por dichas investigaciones.

ESTUDIO	ENTRENAM.	MUESTRA	ANTES	DESPUÉS	VARIAC.
Bosco y Komi (1979)	Pliometría y Sobrecargas	Categoría Nacional	42,3	47,1	4,8
Bosco (1981)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Finlandesa	-	-	4,8
Bosco et al. (1982f)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Italiana	46,4	55,8	9,4
Bosco (1983)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Finlandesa	43,5	46	2,5
Viitasalo (1985)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Finlandesa	50	56	6
F.E.V.B. (1992)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Española	44,1	54,1	10
Pousson et al. (1995)	Pliometría y Sobrecargas	Categoría Nacional	44	49	5
F.E.V.B. (1996)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Española	46.1	50,4	4,3
Rodríguez y Manso (1997)	Pliometría y Sobrecargas	Categoría Nacional	46,9	52,1	5,2

Revisión de los estudios de entrenamientos que combinan la pliometría y sobrecarga para la mejora de la capacidad de salto, evaluados con el test del contramovimiento (CMJ), y la plataforma de contacto, en jugadores de Voleibol de alto nivel.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

ESTUDIO	ENTRENAM.	MUESTRA	ANTES	DESPUÉS	VARIAC.
Bosco (1981)	Sobrecargas	Selección Finlandesa	-	-	1,5
Bosco et al. (1982f)	Sobrecargas	Jugadores universitarios	50,2	47,6	-2,6
Clutch et al. (1983)	Sobrecargas	Categoría Nacional	62,6	66,2	4,2
F.E.V.B. (1996)	Sobrecargas	Selección Española	45,7	46,1	0.4
Rodríguez y Manso (1997)	Sobrecargas	Categoría Nacional	48,8	16,6	-2,2

Revisión de los estudios de entrenamientos únicamente con sobrecarga para la mejora de la capacidad de salto, evaluados con el test del contramovimiento (CMJ), y la plataforma de contacto, en jugadores de Voleibol de alto nivel.

ESTUDIO	ENTRENAM.	MUESTRA	ANTES	DESPUÉS	VARIAC.
Bosco y Komi (1979)	Pliometría y Sobrecargas	Categoría Nacional	37,5	39,9	2,4
Bosco et al. (1982f)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Italiana	37,7	49,2	11,5
Bosco (1983)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Finlandesa	38,5	40	1,5
F.E.V.B. (1992)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Española	42,5	46,6	4,4
F.E.V.B. (1996)	Pliometría y Sobrecargas	Selección Española	41,4	46,4	5
Rodríguez y Manso (1997)	Pliometría y Sobrecargas	Categoría Nacional	42,1	46,9	4,8

Revisión de los estudios de entrenamientos que combinan la pliometría y sobrecarga para la mejora de la capacidad de salto, evaluados con el test del Squat Jump (SJ), y la plataforma de contacto, en jugadores de Voleibol de alto nivel.

ESTUDIO	ENTRENAM.	MUESTRA	ANTES	DESPUÉS	VARIAC.
Bosco et al. (1982f)	Sobrecargas	Jugadores universitarios	41,8	38,5	-3,3
F.E.V.B. (1996)	Sobrecargas	Selección Española	41,3	41,4	0,1
Rodríguez y Manso (1997)	Sobrecargas	Categoría Nacional	46,3	43,7	-2,4

Revisión de los estudios de entrenamientos únicamente con sobrecarga para la mejora de la capacidad de salto, evaluados con el test del Squat Jump (SJ), y la plataforma de contacto, en jugadores de Voleibol de alto nivel.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

DISCUSIÓN

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

5.1.- INTRODUCCIÓN

Al ser el objetivo del trabajo estudiar sobre los efectos del entrenamiento de la fuerza en la capacidad de salto en los jugadores de élite de Voleibol, en tres temporadas diferentes de entrenamiento, consideramos necesario desarrollar la discusión desde dos perspectivas metodológicas diferentes.

En primer lugar, haremos un análisis, por separado, del efecto que cada modelo de entrenamiento de fuerza ha tenido, sobre el salto, en cada una de las temporadas. Recordemos que durante la primera temporada, años 1993/94, la forma en que se trabajó la fuerza para la capacidad de salto fundamentalmente se caracterizó, por una preparación orientada hacia el desarrollo de la fuerza máxima. Durante la segunda temporada (1995/96) el entrenamiento de fuerza sufrió una modificación, incrementando los aspectos encaminados a mejorar la fuerza especial mediante la inclusión de un porcentaje de carga efectuada por medio de entrenamiento pliométrico y la inclusión del método de contraste de fuerza. En la tercera de las temporadas (1996/97), se eliminó el trabajo pliométrico y se añadieron dos aspectos al trabajo de la fuerza especial, los cuales consistían en introducir acciones técnicas al entrenamiento con sobrecargas e incluir un modelo de transferencia de fuerza (de la máxima a la específica) que fuese más gradual y que suavizara el paso de lo general a lo específico de forma más progresiva.

Este análisis puntual, temporada a temporada, nos permite profundizar con más detalle sobre aspectos relacionados con la orientación específica entre cada metodología y la eficacia en el rendimiento durante la acción de salto en Voleibol. Sin embargo, para poder llevar a cabo un estudio comparativo entre cada una de estas metodologías, antes mencionadas, consideramos necesario un análisis comparado entre las tres temporadas simultáneamente. Éste segundo análisis constituirá el enfoque desde el que se realiza la discusión de los datos que los test utilizados nos aportan sobre los modelos de entrenamiento de fuerza empleados en cada una de las temporadas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Fruto de esta estructura, el presenta capítulo queda organizado de la siguiente manera:

- 1ª Temporada (1993/94): Grupo de entrenamiento sin pliometría ni ejercicios específicos.

- 2ª Temporada (1995/96): Grupo de entrenamiento con pliometría y ejercicios específicos.

- 3ª Temporada (1996/1997): Grupo de entrenamiento sin pliometría y con ejercicios específicos.

- Revisión en conjunto de las tres temporadas (1993/94, 1995/96 y 1996/97) y métodos.

5.2.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO SIN PLIOMETRÍA NI EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1993/94):

La metodología diseñada para mejorar la fuerza en la musculatura extensora de miembros inferiores, que tenía por objeto de mejorar la capacidad de salto, durante la primera temporada presentaba la peculiaridad de utilizar básicamente ejercicios analíticos con sobrecarga, siguiendo el protocolo tradicional de planificación del entrenamiento de fuerza. Este trabajo consistió fundamentalmente en el empleo de cargas elevadas orientadas a la mejora de la fuerza máxima, con especial incidencia, del componente contráctil de los sujetos entrenados. Para ello las cargas predominantes correspondían a la franja que se sitúan entre el 70 y el 90% de la carga máxima del jugador en cada uno de los movimiento empleados.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Este método de entrenamiento de fuerza lo defienden autores que se inclinan por la idea de que el aumento de la fuerza máxima (1RM) está asociado con un incremento de la velocidad máxima del mismo movimiento (Clarke et al., 1961; Chui, 1964; Whitley et al., 1966; Absaljamov et al., 1976; Bührle et al., 1977; Schmidtbleicher et al., 1981). Autores como Berger et al. (1966) y McClements (1966) aportan datos sobre la correlación existente entre la fuerza y la potencia de brazos. Otros como Kabitsis et al (1994) encuentran resultados diferentes según el grupo muscular estudiado y/o la especialidad o disciplina deportiva realizada.

En todo momento se buscó un predominio del carácter intensivo de la carga sobre el extensivo, ya que los jugadores aún siendo deportistas de alto nivel dentro de esta modalidad deportiva, no eran sujetos de gran experiencia en el empleo de sobrecargas muy elevadas. Este último aspecto presentaba una dificultad añadida en el momento de la ejecución de los movimientos cuando las cargas empleadas se acercaban a los límites más altos utilizados.

En ocasiones, el déficit de fuerza en los músculos sinergístas o fijadores condicionan la ejecución del ejercicio, impidiendo alcanzar los máximos valores de fuerza potencial que podrían desarrollar los miembros inferiores.

El haber elegido este tipo de trabajo de fuerza, con cargas elevadas de forma explosiva, fue debido, principalmente, a dos aspectos:

- Que la velocidad de movimiento con cargas ligeras (medias y bajas) depende, principalmente, de la rápida activación del número adecuado de unidades motrices posibles, mientras que la velocidad de movimiento con cargas pesadas está más vinculada a la fuerza máxima (Duchateau et al., 1984) y, por tanto, al número máximo de unidades motrices posibles.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- Que la velocidad externa del movimiento, no es siempre fiel indicador de lo que ocurre a nivel muscular, ya que las contracciones realizadas a velocidades de movimiento lentas (con cargas pesadas) pueden requerir la activación de muchas unidades motoras en corto espacio de tiempo, si se lleva acabo de forma lo más rápida y explosiva posible, tal y como ocurre en una contracción concéntrica de tipo explosivo, como por ejemplo: un salto vertical, favoreciendo las adaptaciones específicas de la fuerza de rápido desarrollo (Behm et al., 1993; López de Viñaspre et al., 1996).

Por tanto, las adaptaciones que se deben buscar para la mejora de la velocidad de ejecución de un gesto deportivo, como el salto, han de pasar por incidir sobre los distintos factores fisiológicos de los que depende la fuerza (Young, 1993):

- Aumentar el área o sección transversal de los músculos implicados en el movimiento.

- Aumentar la habilidad de activar más unidades motoras con una mayor frecuencia de estimulación.

- Aumentar la sincronización de las unidades motoras.

- Aumentar la activación del reflejo de estiramiento.

- Mejorar la coordinación de los músculos sinergistas y antagonistas con los implicados en el movimiento.

De lo anteriormente descrito se percibe que el trabajo desarrollado pretendía, al menos desde una perspectiva teórica, buscar importantes adaptaciones neuromusculares y no tanto el aumento de masa muscular en los jugadores, evitando de esta manera que incrementos significativos de tamaño pudieran afectar negativamente en el objetivo buscado: *la mejora del salto*.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La base de esta teoría la centran en la búsqueda de la hipertrofia selectiva de fibras FT, la mejora de la sincronización de Unidades Motoras y la adaptación del modelo de reclutamiento. No podemos olvidar que la mejora de la velocidad a partir de la hipertrofia de las fibras, especialmente de las FT, es algo que se debe considerar de forma prudente, ya que dependerá del grado de hipertrofia a la que hagamos referencia. Tenemos que pensar que una hipertrofia excesiva determinaría una modificación en la disposición de las fibras en relación a su punto de inserción, aumentando el ángulo de peneación de las mismas y perjudicando a la velocidad de contracción del músculo (Tesch et al., 1982).

La propuesta que realizan estos autores se apoya en la utilización de medios de trabajo con sobrecargas de tipo neuromuscular, efectuadas a gran velocidad de ejecución. Debemos tener presente que las primeras adaptaciones que sufre un sujeto que se somete al entrenamiento de fuerza son siempre de tipo neural, es decir, es capaz de generar mayor tensión por que es capaz de reclutar mayor número de unidades motrices y, debido a que, la musculatura implicada en la acción se desarrolla de forma más coordinada (*coordinación neuromuscular o intramuscular*). Estas adaptaciones no precisan de la utilización de cargas elevadas de trabajo entre personas sedentarias o de bajo nivel de fuerza (Moritani et al., 1979; Häkkinen et al., 1983), pero en el caso de deportistas altamente entrenados ocurre todo lo contrario (Häkkinen et al., 1985b; 1989; Häkkinen et al., 1989; Ryhusi et al., 1988).

Por tanto, como las fuerzas que logra ejercer un jugador de Voleibol durante la ejecución de un salto tienen la característica, desde el punto de vista condicional, de ser fuerzas de desarrollo rápido, es decir, elevadas tensiones que se consiguen en muy breve espacio de tiempo, debemos pensar, que los deportistas sustentan esta capacidad en los niveles de fuerza máxima relativa, es decir, en altos niveles de fuerza máxima que no alcanzan los máximos potenciales, pero que permiten una rápida y fácil transferencia a la fuerza velocidad.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Esto es así, pues si desarrollamos en exceso la fuerza máxima, podríamos estar perjudicando otras capacidades que van asociadas a la ejecución del salto durante el transcurso del juego. Por tanto, tenemos que ir desplazando la programación de los ejercicios hacia los más específicos, para facilitar, de esta forma, la transferencia de las mejoras de fuerza al movimiento de competición y producir mayores adaptaciones específicas a nivel neuromuscular (Morrissey et al., 1995).

Como respuesta a los planteamientos expuestos anteriormente, estimamos, a la hora de planificar esta temporada (1993/94), que el trabajo analítico orientado al componente contractil por sí sólo no debía ser suficiente para cumplir las expectativas previstas, por lo que era preciso incluir un trabajo de transferencia que permitiera conducir las adaptaciones condicionales hacia la acción específica. En un principio se planteó la duda de utilizar, o no, un protocolo de trabajo de transformación de fuerza, pero se desechó al considerar que los jugadores durante el trabajo específico de si modalidad ya realizaban tareas que pudieran ir reorientando las adaptaciones musculares al gesto deportivo.

Como es habitual a la hora de planificar los entrenamientos, los parámetros de volumen e intensidad sufren variaciones a lo largo de la temporada, de acuerdo a las orientaciones que se pretendan desarrollar en cada uno de los mesociclos en que se divide la preparación. Recordemos que durante esta temporada se llevaron a cabo, para el desarrollo de la fuerza, cinco mesociclos que hemos denominado: *Acondicionamiento, Introducción a la hipertrofia, Hipertrofia, Fuerza máxima y Fuerza veloz.*

Este modelo de planificación se ajusta al denominado como *modelo acentuado o de bloques de orientación sucesiva o en progresión* (García Manso et al., 1996c), habitual entre aquellas disciplinas deportivas donde predomina la fuerza velocidad (salto de longitud, salto de altura, lanzamientos atléticos, etc...).

En relación al volumen, aspecto cuantitativo de la carga de entrenamiento, observamos que se sigue una tendencia a disminuir durante los cuatro primeros mesociclos para incrementarse en el último.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

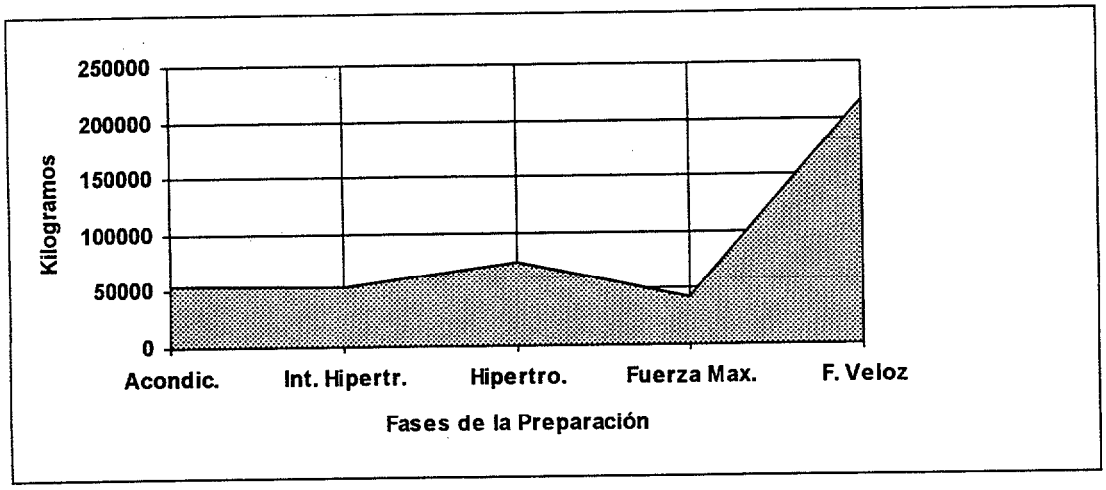


Figura 53: *Volumen en Kilogramos por forma de trabajo o mesociclo Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1993/94.*

Este comportamiento puede resultar sorprendente si no analizamos en profundidad las causas que nos motivaron a utilizar esta metodología. Como es lógico, en los tres primeros mesociclos (*Acondicionamiento. Introducción a la hipertrofia e Hipertrofia*) se planteó un trabajo de elevado predominio del volumen, tanto en repeticiones como, especialmente, en cuanto a kilos movidos por los jugadores en cada sesión de entrenamiento. Al disminuir muy ligeramente los kilos utilizados en cada sesión pero al hacerlo en mayor proporción el número de repeticiones, nos permitió ir incrementando de forma progresiva las intensidades, expresadas por el valor del peso medio, lo que supone mantener un comportamiento habitual para la mejora de la fuerza en deportes de estas características.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

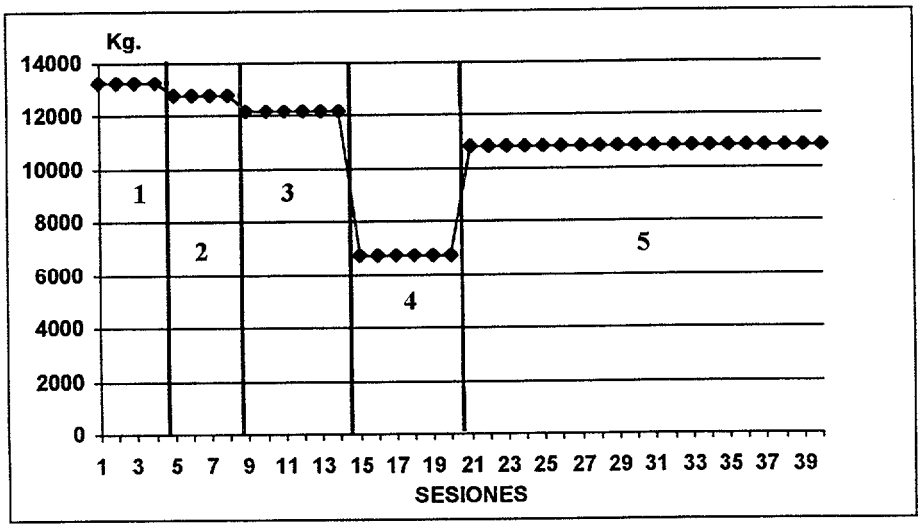


Figura 54: *Volumen en Kilogramos por sesión del grupo de entrenamiento sin pliometría. Correspondiendo a la progresión de las fases de Acondicionamiento (1), Introducción a la Hipertrofia (2), Hipertrofia (3), Fuerza máxima (4) y de Fuerza Veloz (5).*

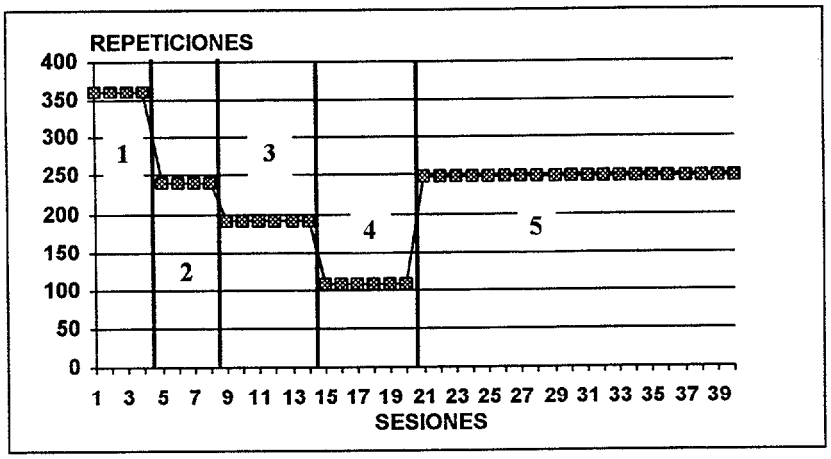


Figura 55: *Volumen en Repeticiones por sesión del grupo de entrenamiento sin pliometría. Correspondiendo a la progresión de las fases de Acondicionamiento (1), Introducción a la Hipertrofia (2), Hipertrofia (3), Fuerza máxima (4) y de Fuerza Veloz (5).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

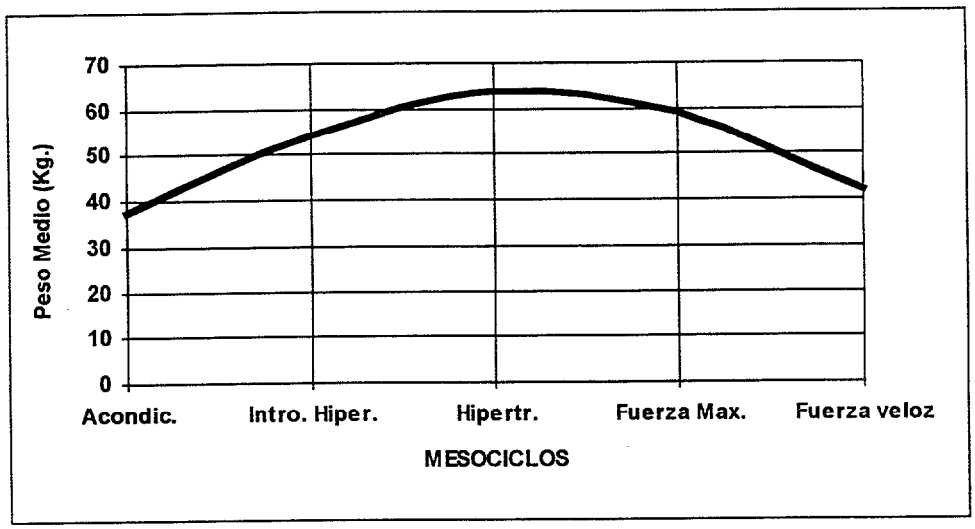


Figura 56: *Tendencia del peso medio, en Kilogramos, por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1993/94.*

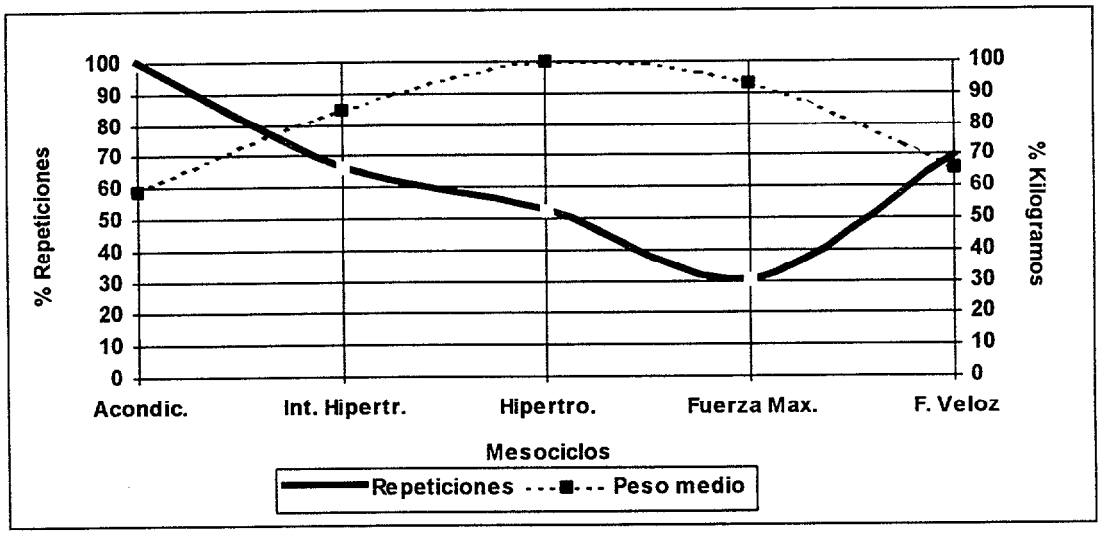


Figura 57: *Tendencia del Volumen (en número de repeticiones) y del peso medio (en Kilogramos) por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1993/94.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Esta forma de entrenar permitía, junto a un esmerado cuidado en el control de la ejecución tanto en el aspecto técnico como en el gesto explosivo, ir enfocando la mejora de la fuerza máxima hacia las estructuras musculares que teóricamente deben ser predominantes en la ejecución de acciones explosivas, como el salto vertical y el golpeo al balón en Voleibol. Al final de estas catorce sesiones entendíamos que los sujetos habrían conseguido una adaptación muscular lo suficientemente importante como para desarrollar aspectos de la fuerza especial que tuvieran una transferencia más directa sobre la mejora de la acción técnica.

Evidentemente las terminologías de *Introducción. a la hipertrofia. e Hipertrofia.* cobran aquí un papel más conceptual que el que tradicionalmente se le suele dar en el campo de la musculación, debido a que aunque se busca un aumento de la sección transversal de las fibras musculares implicadas en las acciones específicas de competición en el Voleibol, ésta no debe ser excesiva pues, como ya sabemos, puede afectar negativamente a la velocidad de contracción y a la duración del ciclo de estiramiento-acortamiento (Hakkinen et al., 1981; Bosco, 1985; Komi, 1986).

Durante el cuarto mesociclo, *Fuerza máxima*, los jugadores realizaron en las seis sesiones, de este mesociclo dedicado al trabajo de fuerza, un entrenamiento en el que, en esta ocasión, se disminuía de forma drástica tanto el volumen como las repeticiones pero incrementando, una vez más, el peso de las resistencias con las que los jugadores llevaban a cabo estos entrenamientos. Esto nos permitía mejorar por cuarta vez consecutiva el peso medio de las cargas utilizadas, lo que unido a los aspectos metodológicos de ejecución orientaba las sesiones hacia una mejora de la *fuerza máxima de carácter explosivo* en nuestros jugadores. Se pretendía fundamentalmente conseguir un más rápido desarrollo de la fuerza en unidad de tiempo y contra resistencias de moderada y alta intensidad. Este trabajo fue aplicado siguiendo las aportaciones de Hakkinen et al. (1985b), Häkkinen (1989), Hakkinen et al. (1989) y Ryhusi et al. (1988), en las que nos dicen que el empleo de cargas elevadas, movidas a altas velocidades, permiten generar una gran tensión al ser capaz de reclutar un mayor número de unidades motrices por unidad de tiempo (*coordinación neuromuscular o intramuscular*).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

No disponemos de datos funcionales con los que confirmar de forma rigurosa estos objetivos, aunque desde una perspectiva teórica presuponíamos que nuestros jugadores deberían haber superado los gradientes de fuerza en una hipotética curva de fuerza-tiempo, en los que los tiempos de aplicación corresponden al ciclo de ejecución de esos movimientos.

Durante las restantes sesiones de trabajo de fuerza hasta que finaliza el proceso de entrenamiento, podemos observar que existe un incremento en los aspectos cuantitativos de la carga (kilos y repeticiones), pero sin embargo, este incremento se acompaña con un descenso brusco en cuanto al peso utilizado para cada repetición, serie y ejercicio.

Este planteamiento metodológico se ajusta a lo que tradicionalmente se conoce como entrenamiento de la *fuerza veloz* de carácter *explosivo-balístico*[1], ya que se insistía, durante su realización, en que los jugadores la llevaran acabo con una elevada velocidad en la ejecución, desde su inicio. Esta característica, unido a las relativamente bajas resistencias a vencer, proporcionaba, a los movimientos, la peculiaridad de ser efectuados en un régimen muscular de estas características.

Entendíamos que el tipo de trabajo de fuerza realizado en esta fase de la planificación, nos permitiría transformar las ganancias de fuerza absoluta obtenida por nuestros jugadores en acciones más veloces que unidas a los gestos técnicos del entrenamiento específico nos llevaría a una mejora de la capacidad de salto.

[1] *Fuerza explosivo balística:* Hace referencia a fuerzas de desarrollo rápido, en las que la resistencia a vencer es relativamente pequeña y el movimiento es de tipo balístico, es decir, después de desarrollada una tensión máxima (inferior a las que se produce en acciones explosivo tónicas), la tensión comienza a disminuir aunque la velocidad del movimiento siga aumentando lentamente (ej: saltos o lanzamientos de artefactos ligeros). Si realizamos un registro electromiográfico de un grupo muscular en una acción balística, podemos observar en el tres fases: inicio del movimiento por contracción, programada e inmutable, de músculos agonistas (conducción del movimiento), la cual es seguida por una fase de inactividad de estos músculos y activación de los antagonistas (protección de la integridad de componentes que intervienen en el movimiento), finalización de la secuencia por una activación adicional de los agonistas.

Fuerza explosivo tónica: Hace referencia a fuerzas de desarrollo rápido contra resistencias relativamente altas, en las que el deportista genera tensiones que aparecen rápidamente y aumentan gradualmente hasta el final del recorrido (ej: arrancada en halterofilia).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Sin embargo, al analizar los resultados de los test de salto utilizados como indicadores de esta cualidad, observamos que las previsiones iniciales, anteriores al protocolo de fuerza planificado, no cumplieron las expectativas previstas, tal y como queda reflejada en la tabla . Se puede observar que en la mayoría de los casos no se consiguieron mejoras al comparar los datos de pre y post periodo de entrenamiento y en los dos únicos casos en los que hubo una ligera mejora esta no era lo suficientemente importantes ni cumplían los criterios de validez estadística que permitieran aceptar su validez como criterio de mejora significativa en su resultado.

ENTRENAMIENTO DE FUERZA SIN PLIOMETRÍA NI EJERCICIOS ESPECÍFICOS (N=7)												
FECHA	S.J.	C.M.J.	BLOQ.	REMA.	S.J.25%	S.J.50%	S.J.75%	S.J.100%	D.J.40	D.J.60	D.J.80	DJ.100
Oct-93	46,26	48,89	53,36	68,33	32,59	25,87	20,13	15,51	44,37	45,96	46,73	45,84
	+/- 6,65	+/- 6,40	+/- 7,52	+/- 8,25	+/- 4,19	+/- 2,85	+/- 3,75	+/- 2,59	+/- 6,11	+/- 6,73	+/- 8,31	+/-6,94
Feb-94	43,77	46,61	52,59	69,34	32,43	24,89	20	15,6	43,43	44,14	45,16	44,01
	+/- 5,67	+/- 4,53	+/- 6,31	+/- 7,57	+/- 4,18	+/- 4,05	+/- 3,77	+/- 4,06	+/- 3,84	+/- 4,66	+/- 3,53	+/-4,75
VARIACI	-2,49	-2,27	-0,77	1,01	-0,16	-0,99	-0,13	0,09	-0,94	-1,81	-1,57	-1,83

Tabla 59: *Resultado de los test empleados en centímetros.*

Estos resultados, obtenidos mediante esta metodología de entrenamiento de la fuerza, discrepan abiertamente con los planteamientos propuestos por alguno de los autores que han estudiado el entrenamiento de la fuerza velocidad. Destaca sobre todo la duda que surge al estudiar los resultados de las investigaciones de alguno de los expertos que entrenamiento de la fuerza existen en la denominada escuela alemana (Scmidtbleicher, 1985; Allman, 1985 y Grosser, 1992). Estos autores se manifiestan claramente favorables hacia el empleo de la fuerza máxima como criterio fundamental para obtener incrementos significativos en la manifestación rápida de la fuerza. Señalan que el entrenamiento aislado de la fuerza velocidad sin que se añada una base amplia de trabajo orientado a la fuerza máxima limita considerablemente la eficacia del entrenamiento, debido a que de esta forma se incide poco sobre la sección transversal de las fibras de contracción rápida (FT), característica morfológica determinante en este tipo de acciones. Así mismo, los defensores de este tipo de trabajo, en la que se acentúa durante el proceso de entrenamiento la utilización de cargas encaminadas hacia la mejora de la fuerza máxima, opinan que debe ir acompañada, que no seguida de forma secuencial, con el trabajo complementario de la fuerza velocidad.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

A priori éste fue el planteamiento, de entrenamiento de fuerza para la mejora del salto por el cual nosotros nos habíamos decantado a principio de temporada, ya que simultáneamente al trabajo de fuerza entendimos que los jugadores desarrollaban, mediante el trabajo técnico táctico, un entrenamiento complementario de fuerza veloz.

Si analizamos de forma pormenorizada los datos en los que se reflejan los resultados de los test de control, podemos comprobar que nunca se logra incidir positivamente en lo que podríamos considerar fuerza veloz en sus rangos más bajos respectos a los valores de fuerza máxima que los jugadores pudieran poseer. Así observamos que en los tests que representan a las diferentes manifestaciones de la fuerza:

- *Fuerza explosiva* (SJ): Esta cualidad de fuerza es la que permite al deportista imprimir a una masa una alta velocidad, que en el caso concreto del salto Vélez (1991) la define como "*la fuerza que aparece por una acción de contracción lo más rápida y potente posible, partiendo desde una posición de inmovilidad de los segmentos propulsivos, por tanto se hace referencia a la Capacidad de Sincronización de la contracción de las fibras, para obtener, junto con la Capacidad Contráctil, un Reclutamiento Instantáneo*".

- *Fuerza elástico - explosiva* (CMJ): Tiene lugar cuando la fase excéntrica no se ejecuta a alta velocidad, sino que se tiene más tiempo para lograr mayores niveles de fuerza (Bührle, 1985). En esta acción, el sistema músculo tendinoso almacena la energía cinética generada en la amortiguación (especialmente en tendones y en la cabeza de la miosina), en forma de *energía elástica*, para después liberarla en la fase concéntrica, como energía mecánica, siempre que el período de tiempo que transcurre entre las fases de alargamiento - acortamiento (excéntrica - concéntrica), denominado *tiempo de acoplamiento*, no sea demasiado largo. En el caso particular de un salto vertical, el realizar un ciclo de estiramiento - acortamiento, previo al salto, hace que se añada el efecto de la *Capacidad Elástica* a la Capacidad Contráctil y de Sincronización, del Reclutamiento Instantáneo, para conseguir una altura mayor (Vittori, 1990; Vélez, 1991).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- *Fuerza reactivo - elástico - explosiva* (DJ): Tiene lugar cuando el alargamiento previo a la contracción muscular es de amplitud limitada y su velocidad de ejecución es muy elevada. Estas acciones favorecen el reclutamiento, por estimulación del *reflejo de estiramiento o miotático* (Bosco et al., 1982a), de un mayor número de unidades motrices que permiten el desarrollo de una gran tensión en un corto período de tiempo. Por tanto, durante la ejecución de un salto, hay que añadir la *Capacidad Refleja* (Reflejo de Estiramiento o Miotático) a las Capacidades Elástica, Contráctil y de Sincronización (Vittori, 1990; Vélez, 1991),

En los resultados obtenidos en los test, mencionados anteriormente, al final de la temporada no se logra superar los valores que tenían antes de poner en marcha el programa de entrenamiento. Evidentemente las pérdidas de rendimiento no muestran diferencias significativas entre uno y otro control, pero si podemos afirmar de forma contundente que no ha permitido cumplir con los objetivos previstos antes de comenzar la temporada.

No obstante podemos ver que las menores diferencias, e incluso las pequeñas mejoras, se observan en aquellos test que cumplen dos requisitos añadidos a la fuerza velocidad de carácter especial: *la técnica y la fuerza máxima.*

Si observamos los resultados del test de salto con remate (REMA.) o bloqueo (BLOQ.), es decir, pruebas en las que se incluyen acciones técnicas (coordinativas) a las meramente condicionales, vemos que la eficacia de la metodología empleada ha sido levemente superior que en los aspectos puramente físicos de la capacidad de salto. Esto se podría explicar por el entrenamiento técnico-táctico paralelo que llevaron acabo los jugadores a lo largo de este tiempo, haciéndonos pensar que estos parámetros también son determinantes a la hora de mejorar la capacidad de salto y que, en nuestro caso, han tenido un peso superior al esperado, reforzando de forma significativa el entrenamiento de fuerza general que incidía de forma más directa en los aspectos estructurales, morfológicos y funcionales de la musculatura solicitada en este tipo de acciones.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por otro lado, si analizamos los test de salto con cargas añadidas ($SJ_{25\%}$, $SJ_{50\%}$, $SJ_{75\%}$, y $SJ_{100\%}$) podemos observar que conforme se incrementa la resistencia a vencer los resultados test pre y post entrenamiento van mejorando. Esto se podría explicar de forma coherente por el hecho de que nuestro entrenamiento se orientó en gran medida y durante 20 sesiones (50% del total) a la mejora de la fuerza máxima de nuestros jugadores, por esa razón los resultados de la curva fuerza velocidad muestran una estabilización en la zona más próxima a los valores máximos de fuerza pero un desplazamiento hacia la izquierda conforma el gesto incrementaba su velocidad de ejecución

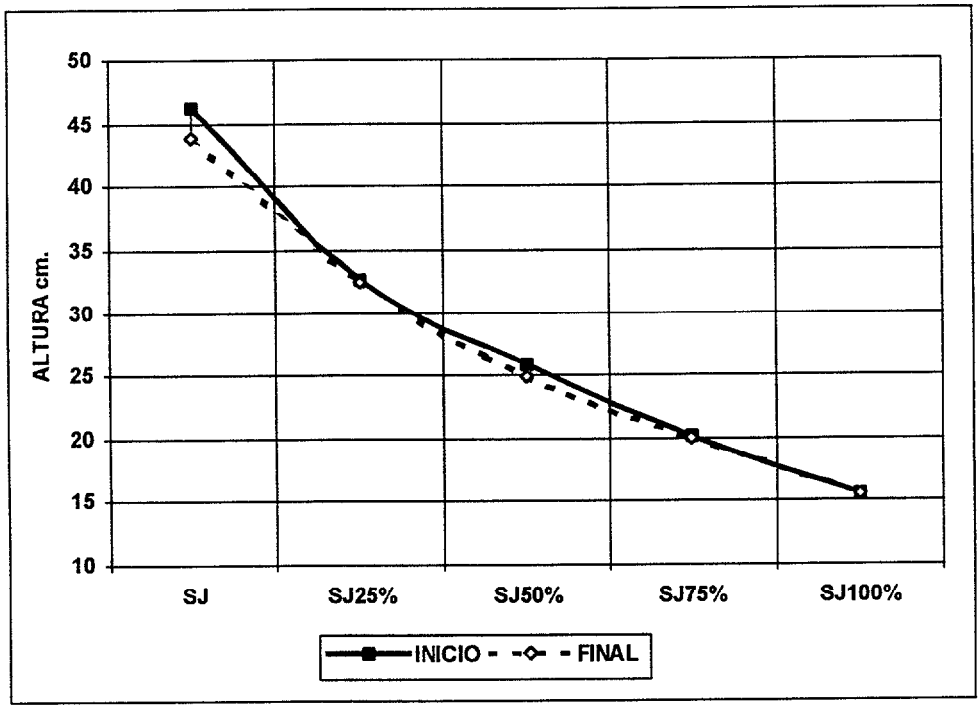


Figura 58: *Curva Fuerza - velocidad de la temporada 1993/94.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Una vez más, debemos recalcar que estas variaciones no son significativas desde el punto de vista estadístico pero si nos permiten afirmar con seguridad que ***el entrenamiento de fuerza utilizado si nos ha permitido mantener los resultados de fuerza explosivo tónica (acciones explosivas contra resistencias elevadas, próximas a la fuerza máxima), pero no ha cumplido su objetivo principal que era mejorar la capacidad de salto que es una manifestación de carácter explosivo balístico.***

Algunos autores como Bobbert et al. (1994) interpretan que una ganancia de un 20% en la fuerza máxima se traducirá en mejoras de la capacidad de salto de entre 7 y 8 cm, siempre que el dominio de nivel técnico sea elevado, reduciéndose a sólo 2 cm si no se posee el adecuado control del gesto. Esto podría explicar que en nuestro grupo de entrenamiento sólo se hayan conseguido ganancias en la altura de salto en el test de acción de remate(+1,01 cm.). En cualquier caso hacer una afirmación tajante sobre este dato sería entrar en el campo de la especulación, ya que no disponemos de un test que hubiese sido aplicado a nuestros jugadores para poder valorar la evolución de los parámetro de la fuerza máxima dinámica y /o estática.

5.3.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON PLIOMETRÍA Y EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1995/96):

Las experiencias obtenidas con el planteamiento metodológico sobre el entrenamiento de fuerza empleado durante la primera temporada (1993/94), de la que se hace que referencia en este estudio, nos sirvieron de base sobre la que estructurar el nuevo modelo a proponer durante la segunda temporada (1995/96). Tal y como queda reflejado en el apartado de metodología el segundo modelo se caracteriza básicamente por la incorporación al trabajo tradicional de fuerza, ejercicios analíticos, elementos de fuerza especial con sobrecargas (Contrate de fuerza) y de ejercicios en régimen de contracción pliométrica (ciclo de estiramiento-acortamiento).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La forma en que desarrolló este grupo el entrenamiento de fuerza fue mediante la combinación del trabajo con sobrecargas y de acciones pliométricas (en el último mesociclo) en días alternos y sesiones diurnas, mientras que el entrenamiento de Voleibol se realizó diariamente y en jornada de tarde. La planificación del entrenamiento fue realizada mediante la distribución de las cargas de entrenamiento de fuerza en cinco mesociclos que hemos denominado: *Acondicionamiento, Hipertrofia, Fuerza máxima, Contraste y Fuerza veloz.* Una simple observación de las estructuras intermedias utilizadas nos permite ver con claridad, y como aspecto novedoso, que se incluye un mesociclo de cinco sesiones de duración que hemos denominado de *Contraste* con el fin de ajustarnos, desde el punto de vista terminológico, a una forma de entrenamiento de la fuerza que sirve como de transferencia específica entre el trabajo de fuerza máxima y el de fuerza velocidad. El resto de mesociclos mantienen la denominación que habíamos empleado en la distribución de estructuras intermedias en la temporada anterior.

Desde el punto de vista cuantitativo la dinámica de las cargas en esta temporada siguen un comportamiento diferente al empleado en la temporada anterior, al igual que se plantea un volumen de trabajo muy superior al de la temporada antes mencionada. Así, se puede observar que los límites de carga por sesión, en las fases de máximo volumen, casi se duplican. Al igual que ocurren con el número de repeticiones ejecutadas en las sesiones de máximo trabajo.

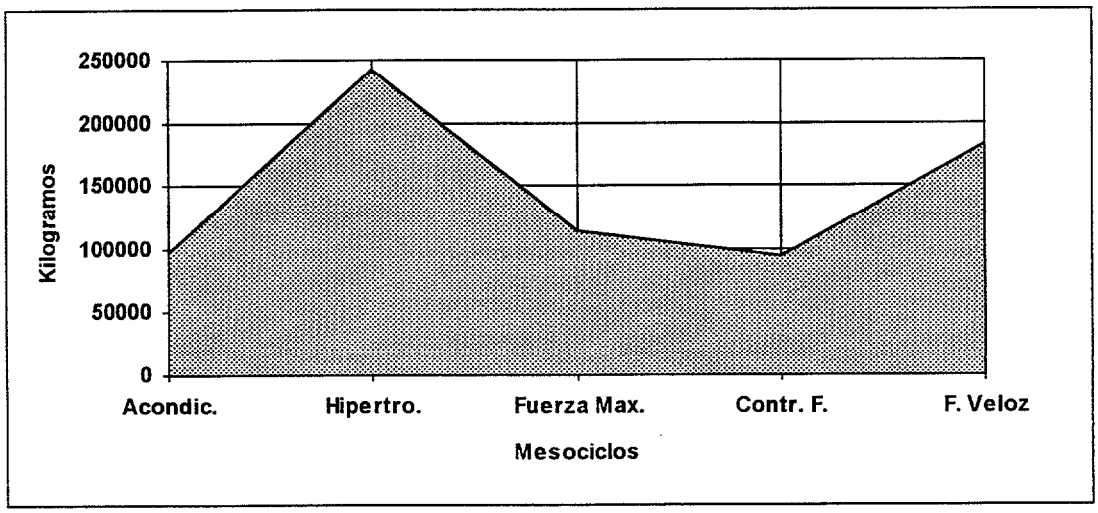


Figura 59 : *Volumen en Kilogramos por forma de trabajo o mesociclo Acondicionamiento (Acondic.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste de Fuerza (Contr. F.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1995/96.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El inicio del entrenamiento de fuerza se llevó a cabo mediante el *acondicionamiento* muscular, articular y ligamentoso de aquellas estructuras corporales que iban a ser mayormente solicitadas en etapas posteriores de la preparación del deportista, especialmente en aquellas que son responsables en la ejecución del salto, y en las acciones de golpeo. Cuantitativa, organizativa y metodológicamente muestran una elevada similitud con el periodo, de la misma orientación, desarrollado durante la temporada anterior. Obsérvese que en las sesiones de trabajo se empleaban ejercicios similares en las que las resistencias (peso medio) y las repeticiones realizadas no muestran a penas diferencias. Esta etapa es fundamental para evitar la aparición de lesiones, debido a que representa una introducción al trabajo con sobrecargas, después de un periodo de vacaciones donde los jugadores estuvieron en semiinactividad. Esta forma de trabajo, que podemos considerar como de introducción al entrenamiento de fuerza es la que Sidorenko (1991) llama "*preparación funcional*" y que viene representada por "*el acondicionamiento muscular del deportista y de sus puntos débiles*".

A diferencia del año anterior (1993/94), en esta temporada (1995/96) el volumen mayor de entrenamiento en kilogramos y repeticiones se muestra en la fase de *hipertrofia*. En este mesociclo se incluyó un elevado número de ejercicios y series, con el objetivo de conseguir un mayor trabajo acumulativo de cara al resto de la temporada. Las sesiones de entrenamiento se caracterizaban por el empleo de un elevado número de ejercicios que se encaminaban al desarrollo de la musculatura extensora del tren inferior y fortalecimiento de los grandes grupos musculares de la parte superior del tronco (deltoides y pectoral) y de los extensores de los brazos (tríceps). Así mismo, cada ejercicio pretendía mantener la peculiaridad de ser ejecutados con un elevado número de repeticiones con cargas que si bien eran elevadas no constituían el máximo que los jugadores podían desarrollar en cada uno de los movimiento utilizados. Básicamente se pretendía un fortalecimiento controlado que incrementara los índice de fuerza general de los grupos musculares entrenados con una transformación semiespecífica del gesto deportivo. Vemos, por tanto, que existe un predominio analítico de orientación hacia las gestoformas básicas en la práctica del Voleibol. Por otro lado, se buscaba, con el entrenamiento desarrollado entre las 10 sesiones de este mesociclo, cimentar unos rendimientos de fuerza lo suficientemente amplios como para no recurrir en etapas posteriores a cargas de esta orientación sin que por ello existiera una merma significativa de los niveles de partida.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En cualquier caso es necesario recordar que el concepto de *hipertrofia* en este caso es puramente conceptual ya que no se buscan exagerados incrementos de masa muscular sino una hipertrofia relativa de carácter *selectivo* hacia la fuerza explosiva, es decir, buscar una forma de trabajo específico, de manera que las adaptaciones musculares necesarias para desarrollar grandes niveles de tensión muscular en relación a la velocidad, vengan producidas por una hipertrofia de las fibras de contracción rápida (FT), ya sea por hipertrofia *confirmativa* (centrar el trabajo sobre las fibras que predominan en el músculo, cuando son las FT) o *compensatoria* (cuando las FT son las que están en menor porcentaje). Elegir un tipo u otro de trabajo de hipertrofia depende de las diferencias individuales (*principio de individualización*). Según un estudio de Hakkinen (1981) las FT consiguen un mayor nivel de hipertrofia que las ST, mientras que Grosser (1991) nos dice que los incrementos de tamaño son muy similares.

Una vez finalizado el mesociclo, llamado de hipertrofia, el trabajo con sobrecargas fue modificándose hacia un carácter más neuromuscular, es decir, buscando que las adaptaciones básicamente se produjeran en los aspectos de coordinación neural de las unidades motoras de los grupos entrenados. Para ello y siguiendo un protocolo tradicional entre los propuestos para la mejora de la fuerza, se procuro incrementar la calidad de las sesiones de entrenamiento, mediante una reducción en el número de series y de repeticiones, pero manteniendo un número similar de ejercicios.

Sin embargo, es necesario destacar, que tampoco en este mesociclo las resistencias empleadas se ajustan a las zonas de intensidad que en otro tipos de deportes donde la fuerza es más determinantes se entienden como cargas neural (90 - 100%). Insistimos una vez más en el valor conceptual de la palabra *fuerza máxima* de orientación neuromuscular, ya que este tipo de entrenamiento de fuerza, mediante el empleo de cargas de alta intensidad, en sujetos especializados en Voleibol, se aleja del concepto utilizado para este mismo termino en aquellas modalidades deportivas donde los desarrollos de tensión muscular están próximas a los valores máximos que el sujeto es capaz de alcanzar. Prima, una vez más, el criterio de especificidad incluso en una etapa en la que, desde el punto de vista gestual, todavía no se asume los patrones de movimiento propios de esta modalidad deportiva.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Una vez realizadas estas 22 sesiones de entrenamiento, se pretendía que nuestros jugadores hubieran alcanzados los mayores niveles de fuerza genérica que se pretendían lograr en esta temporada, es decir, abríamos construido el *edificio* muscular sobre el que moldear la fuerza especial para la práctica del Voleibol.

Con el objeto de conseguir una transformación suave y progresiva de esta mejora de los índices de fuerza, alcanzada mediante los métodos de entrenamiento antes mencionados, se incluyó un mesociclo de 5 sesiones de duración en el que predominó un trabajo de *Contraste* de fuerza. Se pretendía transformar la fuerza máxima en una mayor velocidad de ejecución de las gesto formas entrenadas, o al menos de aquellos movimiento, que constituyeron el núcleo de ejercicios utilizado en las etapas anteriores. Recordemos que en el tema de fundamentación se explicó el método de contraste definiéndose como la forma de entrenamiento en el que se alternaban cargas altas con cargas ligeras, las cuales eran ejecutas de forma explosiva, para permitir, a la vez, un hábito diferenciado en el comportamiento de unidades motoras y unas velocidades de ejecución distintas y, amoldadas a las resistencias utilizadas. Evidentemente, aunque predominando la acción de contraste y, por tanto, la utilización de resistencias claramente diferentes, los topes máximos tampoco, en esta ocasión, se acercaban a los límites potenciales que poseían los jugadores en cada movimiento. Desde el punto de vista metodológico se siguió como criterio las propuestas que en este sentido surgen del denominado método *búlgaro* en relación a las cargas empleadas para cada serie, ejercicio y sesión. Las repeticiones empleadas durante esta etapa, así como las series utilizadas por ejercicio se incrementa, respecto a los valores observables en el mesociclo de fuerza máxima, lo que se manifiesta en una alteración en la dinámica en la gráfica que representa las repeticiones empleadas durante esta fase del entrenamiento de nuestros jugadores.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De esta manera, esperábamos que concluido este mesociclo los jugadores hubiesen alcanzado un importante nivel en el rendimiento que corresponde a la manifestación de la fuerza respecto a la velocidad quedando, por realizar, un periodo de afinamiento que condujera a esta manifestación de la fuerza hacia los máximos logros de rendimiento. Este mesociclo es el que denominamos como de *fuerza veloz*, el cual se caracteriza por una reducción en los aspectos cuantitativos y cualitativos de la carga empleada, a la vez que se incluye en el programa de trabajo el empleo de ejercicios de carácter *pliométrico*, los cuales son desarrollados en días alternos al trabajo con sobrecargas. Vemos, por lo tanto, como el concepto de especificidad alcanza en esta parte de entrenamiento su máxima expresión, intentándose alcanzar un nivel de similitud máxima respecto a los patrones motores propios de nuestra modalidad deportiva.

En las gráficas que a continuación se muestran se puede observar, con todo detalle, la dinámica que llevan los parámetros de volumen (kilos y repeticiones) e intensidad (peso medio) de la carga.

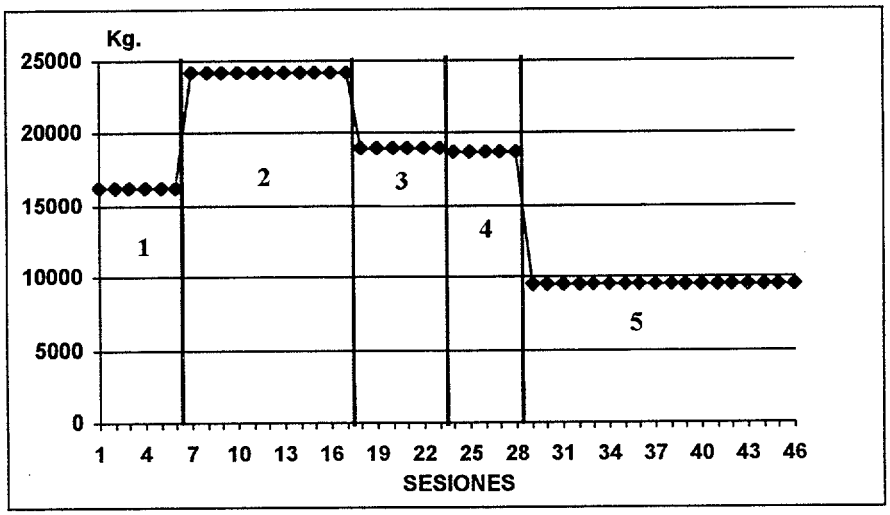


Figura 60: *Volumen en Kilogramos por sesión del grupo de entrenamiento con pliometría. Correspondiendo a la progresión de las fases de Acondicionamiento (1), Hipertrofia (2), Fuerza máxima (3), Contraste (4) y de Fuerza Veloz (5).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

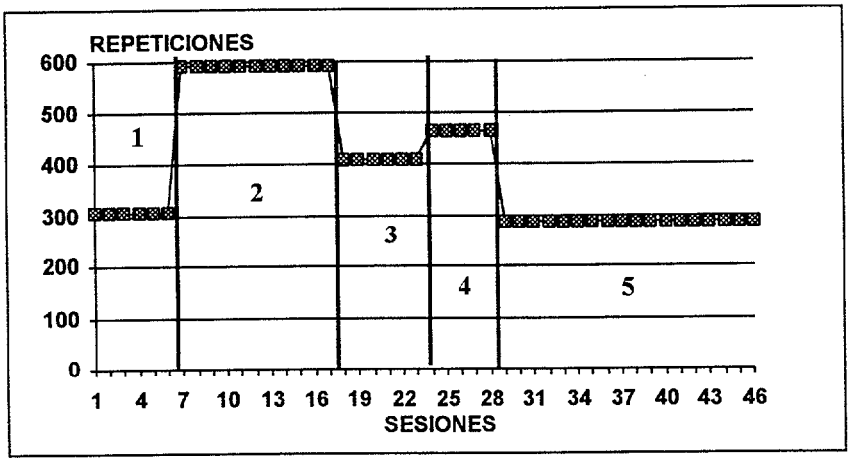


Figura 61: *Volumen en Repeticiones por sesión del grupo de entrenamiento con pliometría. Correspondiendo a la progresión de las fases de Acondicionamiento (1), Hipertrofia (2), Fuerza máxima (3), Contraste (4) y de Fuerza Veloz (5).*

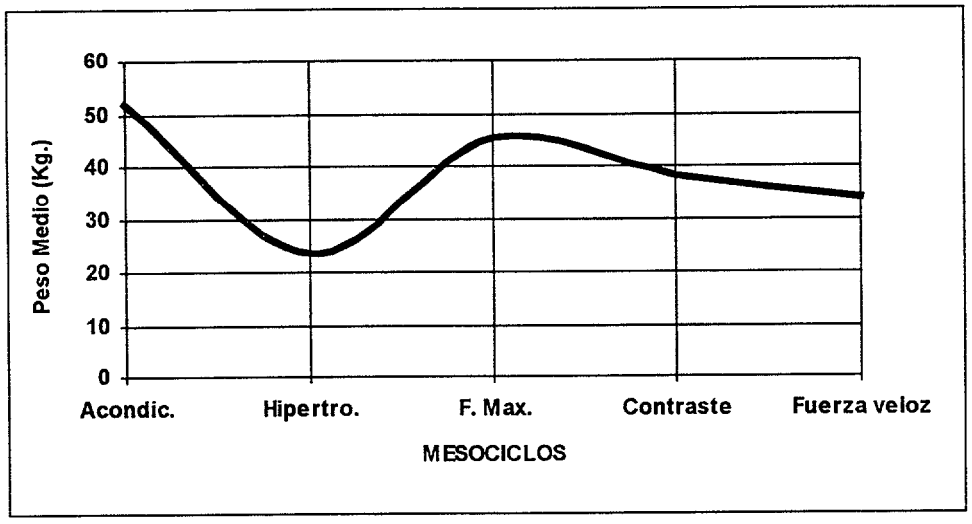


Figura 62: *Tendencia del peso medio, en Kilogramos, por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste (Contraste) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1995/96.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En las gráficas mostradas anteriormente, vemos que el comportamiento de ambos parámetros no es igual al que pudimos observar en la temporada anterior. Tenemos que recordar que, desde el punto de vista metodológico, decidimos dividir los ejercicios en dos grupos que denominamos *fundamentales y complementarios*:

- Los *fundamentales*, nos iban a servir como criterio orientador de la intensidad de las cargas de entrenamiento.

- Los *complementarios*, tienen la función de moldear la musculatura de sostén y proteger a las articulaciones de lesiones por descompensación muscular.

Destaca, poderosamente, que desde el principio se utilizaron cargas relativamente altas de entrenamiento respecto a la temporada anterior. Esto hace que la dinámica de los parámetros anteriormente citado, *intensidad y volumen*, tengan un comportamiento totalmente opuesto durante la segunda temporada (1995/96). Fundamentalmente se debe a una drástica disminución del tiempo empleado en el trabajo de acondicionamiento muscular general y específico (introducción a la hipertrofia). Los motivos que nos llevaron a esta modificación en el programa de trabajo fueron de tres tipos: *metodológicos, de realidad de rendimiento y del principio de individualidad de los jugadores*:

- En el primer caso, *aspectos metodológicos*, entendimos que no era necesario emplear tanto tiempo (8 sesiones) para llevar a cabo un proceso de adaptación muscular entre jugadores que pertenecen a un nivel competitivo de máximo nivel nacional e internacional. Razón esta, que nos llevo a elaborar un modelo de planificación en la que se reducía la fase de acondicionamiento en beneficio del trabajo específico de hipertrofia muscular.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- En relación a lo que hemos denominado *realidad de rendimiento*, hacemos referencia al hecho de que nuestro jugadores, aún perteneciendo a un club con las misma aspiraciones que en la temporada anterior, ya habían alcanzado un nivel condicional y técnico acorde a la realidad competitiva de esta nueva temporada, debido, principalmente, a la edad competitiva de la muestra utilizada en este caso. Esto nos hizo, siguiendo el *principio de especificidad*, realizar ligeras modificaciones respecto al trabajo de fuerza que pretendíamos desarrollar.

- Por último, y cumpliendo con lo que en teoría del entrenamiento se conoce como *principio de la individualidad*, debemos señalar que la muestra que constituía el grupo humano utilizado durante esta temporada (1995/96), presentaba una edad cronológica y una edad competitiva (años de entrenamiento) superior a la del grupo utilizado en la temporada anterior (1993/94).

Evidentemente estos tres criterios utilizados no deben ser analizados de forma aislada sino en un contexto global, en el que las conclusiones obtenidas reforzaban las experiencias obtenidas en la temporada precedente y que nos permitirían incidir de forma mas específica en la mejora de fuerza orientada a incrementar la capacidad de salto de nuestros jugadores.

La teoría del entrenamiento nos dice que la mejora del rendimiento expresada como eficacia durante el desarrollo de la competición debe ir acompañada de una reducción importante del trabajo condicional, razón esta por la cual conforme íbamos pasando de mesociclos de orientación general a mesociclos de orientación especifica, los parámetros de *volumen e intensidad* fueron disminuyendo progresivamente con el objetivo de alcanzar la máxima forma competitiva durante el periodo de entrenamiento que hemos denominado de fuerza veloz y que se corresponde con una fase del calendario de competición en la que el jugador y, por tanto, el equipo, debería alcanzar los niveles de rendimiento más elevados de la temporada.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

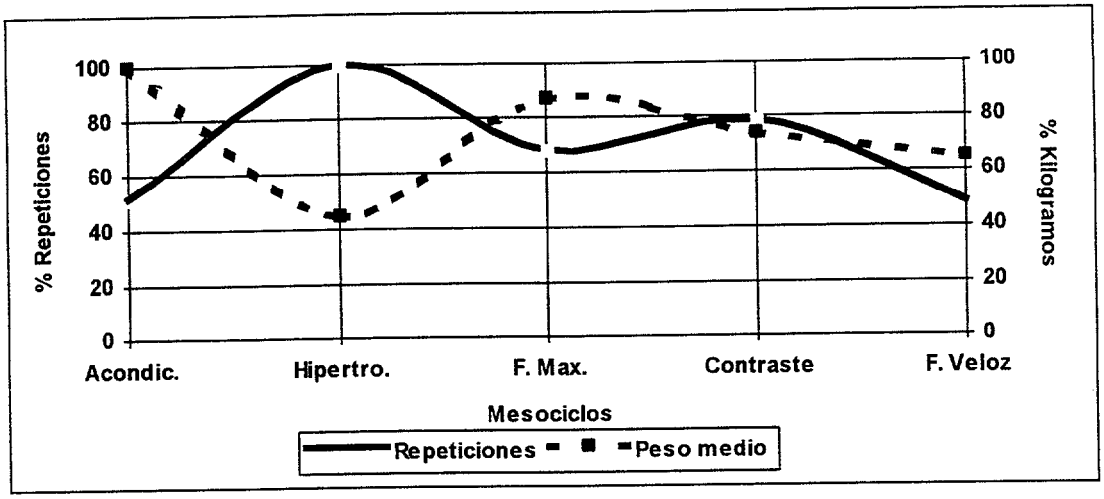


Figura 63: *Tendencia del Volumen (en número de repeticiones) y del peso medio (en Kilogramos) por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1995/96.*

Si analizamos los test de control de la capacidad de salto, objeto fundamental de nuestro estudio, observamos que el modelo de entrenamiento de esta temporada cumple, sobradamente los objetivos planteados al comienzo del año. Así podemos ver que en los test de valoración genérica de la capacidad del salto (fuerza activa y reactiva sin incorporación técnica) se obtiene en todos los casos una importante mejora en el resultado.

ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON PLIOMETRÍA Y EJERCICIOS ESPECÍFICOS (N=5)										
FECHA	S.J.	C.M.J.	BLOQ.	S.J.25	S.J.50	S.J.75	D.J.30	D.J.55	D.J.80	D.J.95
Jul-95	41,6 +/- 4,23	45,9 +/- 3,9	52,6 +/- 5,87	28 +/- 3,79	21,3 +/- 3,7	14,5 +/- 3,33	39,1 +/- 7,81	38 +/- 4,81	39,3 +/- 7,22	39,3 +/- 7,98
Dic-95	43,7 +/- 9,79	52,2 +/- 5,83	56,3 +/- 5,2	33,6 +/- 3,25	26,3 +/- 3,18	20,1 +/- 3,53	45,5 +/- 3,69	43,5 +/- 5,08	44,2 +/- 4,65	43,2 +/- 3,58
VARIACIÓN	2,1	6,3	3,7	5,6	5	5,6	6,4	5,5	4,9	4,0

Tabla 60: *Resultado de los test empleados en centímetros.*

Como se puede apreciar la mayor ganancia se produce en los test de contramovimiento (CMJ: 6,3 cm.) y salto desde 30 centímetros (DJ_{30} :6,4 cm.), no siendo muy distintos ni nada despreciables las mejoras obtenidas en el resto de los test, como el squat jump (SJ), Abálakov con acción de bloqueo (BLOQ.), Squat jump con sobrecargas ($SJ_{25\%}$, $SJ_{50\%}$, $SJ_{75\%}$) y Drop jump desde las diferentes alturas (DJ).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Si observamos la curva fuerza-velocidad que representa los resultados de los test de salto sin carga(SJ) y con carga creciente($SJ_{25\%}$, $SJ_{50\%}$, $SJ_{75\%}$), podemos ver el siguiente comportamiento.

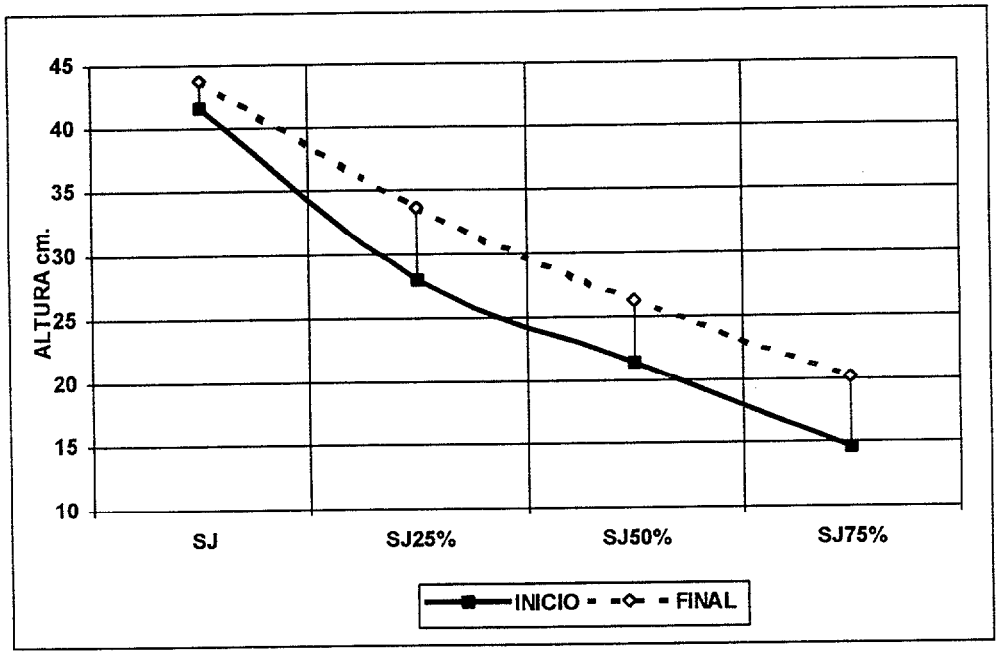


Figura 64: *Curva Fuerza - velocidad de la temporada 1995/96.*

El efecto del entrenamiento ha incidido de forma notable en los incrementos de fuerza máxima, lo que resulta lógico si tenemos en cuenta que se han empleado dos mesociclos específicos en caminados a conseguir adaptaciones propias de esta manifestación de la fuerza. Sin embargo, los efectos en relación a la capacidad de salto en condiciones normales, es decir, sin empleo de cargas añadidas, no han sido tan eficaces como en el caso anterior. Si aceptamos que el test de Squat Jump (SJ) es un test que nos permite valorar la capacidad de reclutamiento de unidades motoras, debemos entender que ***el entrenamiento de fuerza utilizado, aun siendo eficaz no ha tenido tanta incidencia como la que presentó sobre la capacidad muscular de reclutar de forma simultánea mayor numero de unidades motrices ($SJ_{75\%}$), aunque la resistencia a superar sea de baja magnitud.***

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Este fenómeno nos debe hacer pensar que en alguna fase del entrenamiento o en su totalidad no se ha utilizado la suficiente cantidad de trabajo orientado hacia ese comportamiento muscular. Sin embargo, si observamos el test de contramovimiento (CMJ) podemos ver que en estas condiciones, inclusión de una fase excéntrica-explosiva, el músculo si es capaz de responder mediante un rápido reclutamiento de unidades motoras. Desgraciadamente no disponemos de datos suficientes como para poder profundizar más en este tipo de comportamiento, aunque si podríamos aventurarnos a especular que parte de este comportamiento se podría explicar por el carácter predominantemente analítico de los ejercicios de entrenamiento utilizados y de un bajo número de acciones sin sobre carga de carácter explosivo, característica que representa al test antes mencionado. Esto podría, de alguna manera, reforzar el concepto de especificidad que existe no sólo en la determinación de cargas de entrenamiento sino también en el de los test de valoración que se deben emplear.

Si nos fijamos en el test de bloqueo (Abálakov con la acción de brazos idéntica a la del gesto de bloqueo), observamos que el comportamiento de la capacidad de salto en esta circunstancia sigue una tendencia similar a la descrita en el test de sentadilla salto (SJ). Esto nos hizo pensar que en posteriores temporadas deberíamos realizar un nuevo ajuste en cuanto al proceso de planificación de las cargas de entrenamiento de fuerza con el fin de perfeccionar la eficacia orientada hacia una mejor capacidad de salto en condiciones de juego.

Al analizar los test de Drop jump o test de caídas desde altura (DJ), en los cuales tratamos de estudiar la capacidad reactiva de la fuerza, vemos que se cumplen los objetivos previstos. Aunque se observa una tendencia decreciente en la mejora con forme se incrementa la altura desde que se realiza dicha prueba. Es difícil obtener ideas concluyentes sobre las causas que determinan estas circunstancias, aunque es necesario realizar una pequeña reflexión sobre las causas que lo hayan podido motivar.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Evidentemente la fuerza velocidad contra resistencias elevadas puede ser una de las razones que justifiquen las considerables mejoras observadas en la alturas mas bajas, siendo los niveles alcanzados en la fuerza máxima absoluta la que pueda justificar el menor incremento en las alturas elevadas. No podemos olvidar que el trabajo de fuerza máxima realizado ha tenido, a lo largo de la temporada, una orientación de *fuerza máxima relativa*, es decir, la relación de fuerza máxima y el peso corporal (fuerza por kilogramo de peso), propia de las características de los deportistas para los que se hizo este plan de entrenamiento y, muy especialmente, por las peculiaridades del deporte al cual nos estamos refiriendo.

Estos resultados del test de Drop Jump se deben, también, a la incorporación del entrenamiento pliométrico como medio de transformación de la ganancia de fuerza en la capacidad de salto, incidiendo de manera significativa en la capacidad elástico - reactiva. Como ya señalamos en los tests de reactividad (drops) podemos comprobar que existen unas mejoras más importantes en alturas consideradas como altas o medio-altas (30 y 55 cm.), lo que puede ser debido, también, a que estas corresponden a lo que en la bibliografía internacional consideran como alturas óptimas de caída (Bosco et al., 1979; Zanon, 1974; Verschoshanshi, 1991), siendo en alturas superiores cuando la mayor parte de los sujetos disminuyen en su capacidad de respuesta en salto (Vélez, 1991). Además, es necesario destacar que estas alturas utilizadas en los test han sido las altura utilizadas también durante el entrenamiento, que como pudimos ver en el apartado de metodología, fueron empleadas durante 18 sesiones, siguiendo el planteamiento metodológico de incrementar de forma progresiva la altura de caída conforme se avanzada en el proceso de entrenamiento (*principio de progresión de la carga*).

a).- *Sesiones de baja y media intensidad* (acción de tobillos y drops de 20 y 40 cm). En un total de 100 saltos.

- 60 saltos en el sitio
- 20 saltos (caer - subir) desde 20 cm.
- 20 saltos (caer - subir) desde 40 cm.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

b).- *Sesiones de saltos repetidos de media intensidad (40 - 50 cm) seguidos de acciones de remate en la red tras colocación del colocador*. En un total de 80 saltos.

- 30 saltos en el sitio.
- 20 saltos a vallas de 30 cm.
- 20 saltos a vallas de 50 cm.
- 10 acciones de remate.

Las últimas tres acciones van encadenadas: salto a las vallas de 30 - 50 - 30 - 50 cm y seguidamente remate en la red con dos pasos de aproximación, esta secuencia se repite 10 veces.

5.4.- GRUPO DE ENTRENAMIENTO CON EJERCICIOS ESPECÍFICOS (1996/97)

El planteamiento metodológico del entrenamiento llevado a cabo durante esta temporada surge a partir de las experiencias obtenidas en las dos temporada anteriores. Se entendía que las modificaciones aplicadas permitirían obtener una mejora en la capacidad de salto de nuestros jugadores. En el proceso de entrenamiento de esta temporada se retomaban aspectos de planificación iniciales (mesociclos de *Acondicionamiento, Introducción a la hipertrofia, Hipertrofia y Fuerza máxima*) y se incorporaban nuevas estructuras que permitieran una acción mas progresiva y eficaz a la hora de transferir la mejora obtenida en los niveles fuerza hacia el incremento del rendimiento en las acciones especificas durante la competición (*Contraste de fuerza y Contraste de velocidad*).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Substancialmente la variación, respecto a las temporadas anteriores, consistió en dos aspectos: Eliminación del trabajo pliométrico e inclusión del trabajo especial de fuerza.

- El primer aspecto, *eliminación del trabajo pliométrico*, vino motivado por la experiencia previa, que nuevamente nos reafirmo en la idea de que la intensidad y el elevado numero de saltos que los jugadores realizaban en el entrenamiento técnico-táctico cumplía con creces las necesidades de contracciones musculares en régimen excéntrico- isométrico- concéntrico, es decir, pliométrico. Pensamos que el trabajo reactivo quedaba perfectamente cubierto con las tareas específicas anteriormente mencionadas. Por lo tanto, consideramos innecesario una carga añadida que permitiera mejorar los objetivos marcados, ya que corríamos el riesgo de sobrecargar en exceso las articulaciones, tendones y el tejido muscular de los principales grupos musculares que intervienen en la practica del Voleibol.

  En este sentido, Stacoff et al. (1987), intentan averiguar por qué los jugadores de Voleibol sufre un gran número de lesiones en el tren inferior. Para conseguirlo se analizaron las cargas de aterrizaje después de un salto de bloqueo en doce sujetos. Se hallaron unas fuerza de reacción de 1.000 - 2.000 N., en la parte delantera del pie y de 1.000 - 6.500 N. en el talón. En otro estudio, el realizado por Mair et al. (1993), los autores nos dicen que "*durante la fase de desaceleración de un movimiento excéntrico se generan grandes tensiones en el tejido muscular*", estas tensiones, capaces de soportar el músculo en contracción excéntrica, son un 200% superiores a las producidas en un contracción isométrica máxima (Armstrong et al., 1991). Al observar el estudio de Lieber et al. (1993), en el cual nos dicen que "*las fibras de contracción rápida (FT) son las que se lesionan con mayor facilidad*", decidimos suprimir este tipo de trabajo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- Por su parte, *el trabajo de fuerza especial* consistió en un programa que incluía ejercicios con sobrecargas, donde se empleaban bajas resistencias, con el propósito de que el jugador pudiera ejecutarlos con un patrón de movimiento similar al gesto técnico que se emplea en la competición. Este planteamiento nos permitiría desarrollar la musculatura mediante patrones cinéticos y cinemáticos específicos, añadiendo un mayor "*pool*" de unidades motoras a la acción, debido a la carga añadida que el sujeto debe vencer durante su realización. De esta forma, la utilización de cargas ligeramente superiores a las de competición permiten alcanzar importantes incrementos de la fuerza manteniendo el gesto deportivo (Edgerton et al., 1960; Logan et al., 1966; Brose et al., 1967; Litwhiler et al., 1973; DeRenne et al., 1990 y 1994; García Manso et al., 1996a).

Desde el punto de vista organizativo, las sesiones de fuerza especial fueron realizadas por la mañana, en días alternos, contrastando con el entrenamiento especifico de Voleibol que era ejecutado, diariamente, en sesiones de tarde. Tal y como señalamos en el apartado de metodología, este trabajo fue incluido en el mesociclo que hemos denominado como *Contraste de velocidad*, en el que los *Ejercicios fundamentales* (1/2 Sentadilla, press de banca y pull over), que se realizaban en regímenes de variación entre series y repeticiones:

½ SENTADILLA

SERIE	REPETICIONES	INTENSIDAD
1ª	10	75%
2ª	4	Saltos sin sobrecarga
3ª	10	75%
4ª	4	Saltos sin sobrecarga
5ª	10	75%
6ª	4	Saltos sin sobrecarga
7ª	10	75%
8ª	4	Saltos sin sobrecarga

Tabla 61: *Evolución de las series durante el ejercicio de ½ Sentadilla, en el mesociclo de contraste de velocidad, durante la temporada 1996/97.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

PRESS DE BANCA

SERIE	REPETICIONES	INTENSIDAD
1ª	6	75%
2ª	4	B.M. (3 Kg.)
3ª	6	75%
4ª	4	B.M. (3 Kg.)
5ª	6	75%
6ª	4	B.M. (3 Kg.)

Tabla 62: *Evolución de las series durante el ejercicio de Press de banca, en el mesociclo de contraste de velocidad, durante la temporada 1996/97 (B.M.: Balón medicinal).*

PRESS DE BANCA

SERIE	REPETICIONES	INTENSIDAD
1ª	6	70%
2ª	4	B.M. (3 Kg.)
3ª	6	70%
4ª	4	B.M. (3 Kg.)
5ª	6	70%
6ª	4	B.M. (3 Kg.)

Tabla 63: *Evolución de las series durante el ejercicio de Pull over, en el mesociclo de contraste de velocidad, durante la temporada 1996/97 (B.M.: Balón medicinal).*

En este período de preparación, también se incluyeron ejercicios que favorecieran el trabajo de la fuerza especial. Estos son: *gemelos dinámicos y desplazamiento con salto, específicos de bloqueo*, con una pequeña sobrecarga.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Si analizamos los contenidos del trabajo de fuerza especial desarrollado durante la segunda temporada (1995/96), vemos que las principales diferencias surgen no sólo en la inclusión de nuevos ejercicios (gemelos dinámicos y desplazamiento con salto, específicos de bloqueo), sino también en la forma metodológica con la que se llevó a cabo la transferencia hacia la fuerza especial. En este sentido, se puso más énfasis en el *principio de especificidad* abandonando los planteamientos clásicos de los métodos de *contraste tipo búlgaro* (60% - 30%, 70% - 35%,...), pasando a un modelo más especifico en el que la parte de ejecución para la transferencia asimilaba, con mayor intensidad, aspectos del patrón de movimiento específicos del juego de Voleibol (70% - B.M. de 3 Kg.).

Así mismo, es necesario destacar, desde la perspectiva metodológica de la planificación de las cargas, la forma en que hemos querido desarrollar el trabajo de transferencia a lo largo de las 15 sesiones, ya que en un principio en la acción de contraste predominó el criterio de fuerza mientras que en la secunda parte el contraste puso el acento en el criterio de la velocidad.

PRESS DE BANCA

SERIE	REPETICIONES		INTENSIDAD	
	Contraste de fuerza	*Contraste de velocidad*	*Contraste de fuerza*	*Contraste de velocidad*
1ª	10	6	70%	75%
2ª	8	4	35%	B.M. (3 Kg.)
3ª	8	6	80%	75%
4ª	8	4	40%	B.M. (3 Kg.)
5ª	6	6	90%	75%
6ª	8	4	45%	B.M. (3 Kg.)

Tabla 64: *Evolución de las series durante el ejercicio de Press de banca, en el mesociclo de contraste de fuerza y de velocidad, durante la temporada 1996/97 (B.M.: Balón medicinal).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El trabajo global de fuerza, desarrollado en 44 sesiones, fue organizado en seis mesociclos que, en esta ocasión, hemos denominado: *Acondicionamiento de fuerza, Introducción a la hipertrofia, Hipertrofia, Fuerza máxima, Contraste de fuerza y Contraste de Velocidad.* Obsérvese que se ha incrementado el volumen total de sesiones de carácter semigenérico de desarrollo global de fuerza, hecho que fue debido al empleo de cuatro mesociclos que englobaban las 29 sesiones creadas con este objetivo. Este proceso esta justificado porque los objetivo de máximo rendimiento se producían en fechas posteriores a los que nos habíamos enfrentado en las dos temporadas anteriormente analizadas (1993/94 y 1995/96). En realidad esta circunstancia nos permitió conseguir unos cimientos de desarrollo de fuerza mucho más amplios con los que poder afrontar, en etapas posteriores, el desarrollo de la fuerza especial.

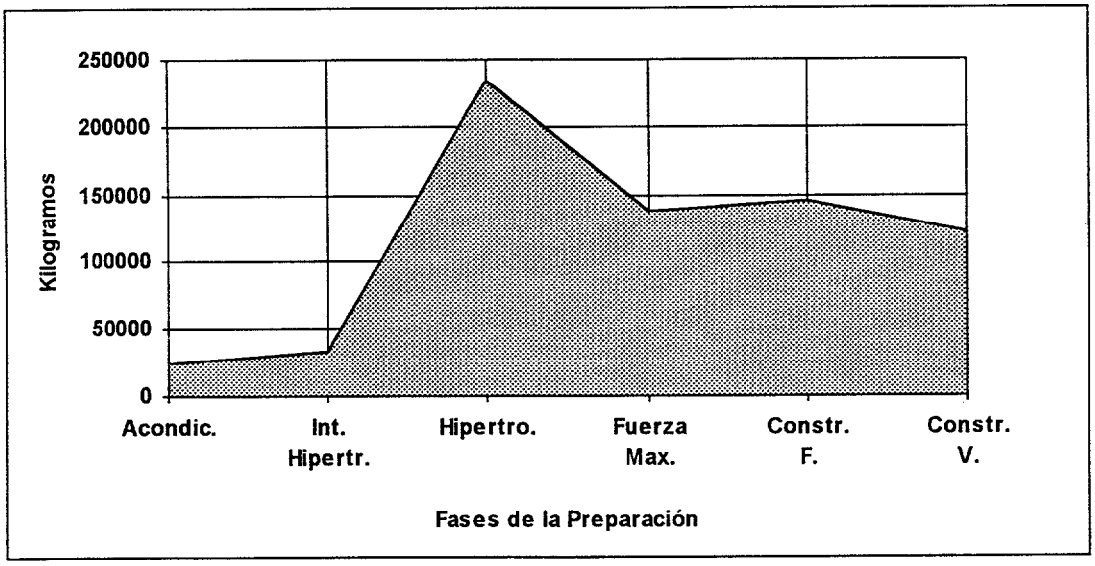


Figura 65: *Volumen en Kilogramos por forma de trabajo o mesociclo Acondicionamiento (Acondic.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste de Fuerza (Contr. F.) y Contraste de velocidad (Contr. V.). En la temporada 1996/97.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El disponer de un mayor tiempo para obtener los niveles máximos de fuerza nos permitió durante el mesociclo de *Acondicionamiento* empezar de una manera más gradual y progresiva, reduciendo en las primeras sesiones el volumen total de trabajo realizado, aunque las intensidades empleadas seguían siendo similares a las empleadas en temporadas anteriores. Esta fase se caracterizó por la aplicación de ejercicios analíticos que implicaban a grandes grupos musculares, con el objeto de desarrollar un trabajo extensivo, no demasiado elevado, mostrando la peculiaridad de utilizar un alto numero ejercicios que permitían gran variabilidad en las sesiones de trabajo sin fatiga considerable de nuestros jugadores. Esta temporada (1996/97) la plantilla de jugadores presentaban una edad significativamente inferior a la de la temporada anterior (23 años +/- 2,8 *vs* 30 años +/- 4,18), lo que unido a la menor experiencia en la competición y en el entrenamiento, especialmente de fuerza, favorecía el empleo de este modelo de organización de las cargas.

Con el objeto de continuar incidiendo en los aspectos de progresión suave en los incrementos de trabajo de fuerza se retomo la idea, ya empleada durante la primera temporada, de incluir un mesociclo, que sin ser puramente de acondicionamiento ni de hipertrofia, presentara unas características mixtas de ambas orientaciones que facilitara los procesos de adaptación necesarios en las estructuras musculares. La inclusión de este mesociclo, al que denominamos *Introducción a la hipertrofia*, nos permitiría emplear, posteriormente, un elevado trabajo con cargas de entrenamiento tanto intensivas como extensivas. Durante este periodo de trabajo se volvió a los criterios básicos utilizados en la primera temporada, tanto en relación al numero de sesiones empleadas con este fin como al volumen e intensidad de las cargas utilizadas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Recordemos que, tal y como se ha dicho en las temporadas anteriores (1993/94 y 1995/96), el termino *hipertrofia* adquiere un valor meramente conceptual, ya que hablamos de aumento de masa muscular relativos y orientados a la especificidad de la modalidad deportiva en la que estamos trabajando. En la práctica, esta fase, constituyó un periodo de características intermedias entre lo que es acondicionamiento muscular e hipertrofia de fuerza, con la idea de plantear un trabajo de fuerza que nos llevaría a un incremento suave pero gradual de los niveles de fuerza máxima así como a una adaptación de las estructuras anatómicas (musculares, ligamentosa y articulares) más ampliamente solicitadas durante la practica del Voleibol. Vemos, una vez más, que el planteamiento metodológico se orientaba a un desarrollo estructural de base, paralelo a la especificidad propia del trabajo técnico-táctico de la modalidad deportiva, contribuyendo a un incremento de los niveles de tensión que fueran capaces de desarrollar los principales grupos musculares implicados en la acción de juego.

Durante esta temporada (1996/97) nos planteamos desarrollar un importante trabajo de *hipertrofia* muscular, motivado por el hecho de que, durante el mesociclo que engloba las competiciones principales, nos íbamos a encontrar con un largo periodo de tiempo en el que los jugadores se iban a ver inmersos en constantes partidos de elevada responsabilidad (partidos de máxima importancia), lo que impediría incluir en esta fase de la temporada un elevado trabajo condicional que mermara las posibilidades de rendimiento y condicionara las aspiraciones marcadas al principio de la temporada.

A diferencia de otros años de preparación y como consecuencia de lo prolongado que fue el periodo de hipertrofia, anteriormente citado, se planteó un desarrollo inverso mucho mas acentuado que ocasiones anteriores de los parámetros de volumen e intensidad de las cargas, es decir, mientras el volumen expresado en repeticiones, disminuía progresivamente a lo largo de esta fase el peso medio de las resistencias empleadas iba incrementándose con la salvedad de la ultima semana. Esta ultima semana correspondía a la celebración de la Supercopa que si bien era un objetivo importante de la temporada, no deja de ser un objetivo secundario, ya que los objetivos principales eran la Copa de Europa y la Liga.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Como resultado de la forma de trabajo desarrollado hasta este momento, observamos que los indicadores de fuerza habían superado con creces las previsiones marcadas al principio de la temporada, lo que condicionó el planteamiento de cargas de entrenamiento a utilizar en el siguiente mesociclo, el cual iba orientado hacia el entrenamiento de la *Fuerza máxima*. Evidentemente, este nuevo mesociclo tenia por objeto unas mayores adaptaciones neuromusculares en los jugadores, lo que tradicionalmente es solucionado mediante un incremento en las resistencia empleadas para cada ejercicio. Esto supuso un problema importante a la hora de planificar las cargas pues, en ocasiones, si el incremento en la intensidad era muy elevado nos veíamos obligados a la utilización de pesos que considerábamos excesivos para un jugador de Voleibol. Hay que comprender que las cargas teóricas que deberíamos haber empleado suponían un elevado riesgo para jugadores de un desarrollo muscular (biotipo) especifico para un deporte de equipo en el que sujetos de demasiado peso muscular no se muestran muy eficaces. A la vez, se dificultaba y comprometía seriamente las posibilidades materiales a la hora de ejecutar las sesiones con sobrecargas, a desarrollar con todos los miembros del equipo y que venían motivadas por las carencias materiales del gimnasio.

Por esta razón, se optó por un incremento moderado en la intensidad pero manteniendo el volumen alto de trabajo en cada sesión de entrenamiento. Esta forma de trabajo nos llevo a aumentar el volumen, expresado tanto en kilos como en repeticiones, desarrollado en cada una de las sesiones.

Recalcando lo antes manifestado, vemos por los datos expresados en la siguiente tabla que los objetivos de ganancia de fuerza máxima fueron superados ampliamente con esta forma de entrenar que si bien en un principio nos hacia pensar que podríamos alcanzar mayores niveles de fuerza de base (fuerza máxima) estas previsiones fueron superadas ampliamente permitiéndonos efectuar una transformación hacia la fuerza especial más progresiva, segura y eficaz.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

	ACONDICIO.	HIPERTROFIA		FUERZA MÁXIMA		
JUGADORES	**RESULTADO (Kg).**	**RESULTADO (Kg).**	*A*	**RESULTADO (Kg).**	*B*	*C*
1	85	94	**+9**	-	-	**+9**
2	85	90	**+5**	96	**+6**	**+12**
3	100	106	**+6**	110	**+4**	**+10**
4	95	100	**+5**	106	**+6**	**+12**
5	90	98	**+8**	104	**+6**	**+14**
6	70	85	**+15**	90	**+5**	**+20**
7	90	94	**+4**	94	**0**	**+4**
8	105	-	-	112	-	+7
MEDIA	**90**	**95,3**	**+5,3**	**101,7**	**+6,4**	**+11,7**

Tabla 65: *Evolución de la ganancia de los niveles de fuerza conseguidos en el test de press de banca (1 RM), después de la realización de Acondicionamiento, Hipertrofia y Fuerza máxima, Durante la temporada 1996/97. Datos expresados en Kilogramos. (**A**: ganancia entre Acondicionamiento e Hipertrofia; **B**: ganancia entre la Hipertrofia y la Fuerza máxima; y **C**: ganancia entre Acondicionamiento y Fuerza máxima).*

Jugadores	***Resultado Kg.***	***Rept.***	***Equivalencia teórica***
1	215	**15**	**352**
2	185	**1**	**185**
3	215	**15**	**352**
4	215	**15**	**352**
5	215	**12**	**310**
6	215	**10**	**286**
7	215	**14**	**334**
8	215	**10**	**286**

Tabla 66: *Resultado del test de ½ Sentadilla a repeticiones máximas en el mesociclo de Fuerza máxima. Durante la temporada 1996/97.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La determinación de las cargas máximas de trabajo (*equivalencia teórica*) corresponde a la aplicación de la fórmula de Brzycki (1993), que nos permite, de forma indirecta, calcular las cargas máximas de trabajo a partir del uso de cargas submáximas.

$$\%1RM = 102{,}78 - 2{,}78 * \text{repeticiones.}$$

Tenemos que recordar que este trabajo de fuerza básica fue acompañado en todo momento por acciones especificas de juego, entrenamiento técnico-táctico y, la utilización de ejercicios analíticos de marcada orientación hacia las acciones de juego.

Esta situación facilitó enormemente el desarrollo del trabajo que a priori habíamos planificado bajo la denominación de *Contraste de fuerza*, es decir, un trabajo de transferencia con el acento puesto en componentes de fuerza, dejando en segundo termino el criterio de velocidad que debe primar en toda acción de tipo explosivo. Este trabajo se caracterizó por una disminución de las resistencias empleadas pero manteniendo un elevado numero de repeticiones totales efectuadas en cada sesión.

Se inicia, en este mesociclo, un descenso progresivo de los pesos utilizados, lo que es mantenido hasta el final del proceso de entrenamiento de fuerza, durante esta temporada (1996/97). Desde el punto de vista metodológico se evoluciona progresivamente de lo que es el método de contraste tradicional (*búlgaro*), predominante en este mesociclo a un método de contraste más especifico de Voleibol que será el que predomine en el siguiente mesociclo. Debemos destacar que esta característica metodológica de planificación del trabajo de fuerza, llevada a cabo en algunos ejercicios, como el de ½ sentadilla y press de banca, no fueron tan acentuado como el modelo clásico, lo que nos llevó al empleo, en los movimientos en que se buscan la acción de contraste, de cargas ligeramente más elevadas que mantuvieran un mayor nivel de tensión con incremento en la velocidad de ejecución del gesto. Esta forma de trabajo desarrollada en algunos ejercicios buscaba conseguir una mejora en el *déficit de fuerza* (llegar a los niveles máximos de tensión en el menor tiempo posible), cuando el sujeto realiza los movimientos con cargas inferiores.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por último, en la fase de *Contraste de velocidad* se mantuvo un alto volumen de repeticiones. pero con tendencia decreciente. En cuanto a las resistencias utilizadas, se caracterizó fundamentalmente por la inclusión de acciones de contraste que tuvieran la máxima similitud posible con la gesto forma de competición.

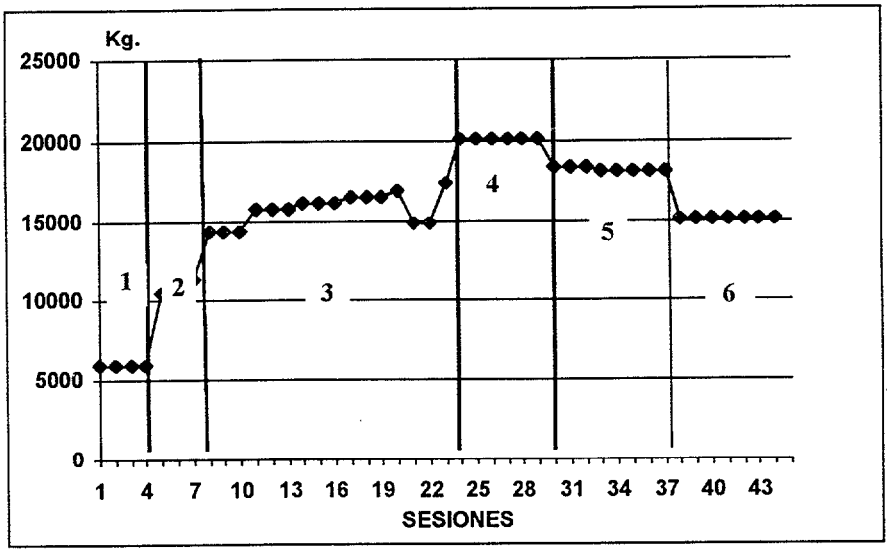


Figura 66 : *Volumen en Kilogramos por sesión del grupo de entrenamiento con ejercicios específicos con sobrecarga. Correspondiendo a la progresión de las fases de Acondicionamiento (1), Introducción a la Hipertrofia (2), Hipertrofia (3), Fuerza máxima (4), Contraste de fuerza (5) y Contraste de velocidad (6).*

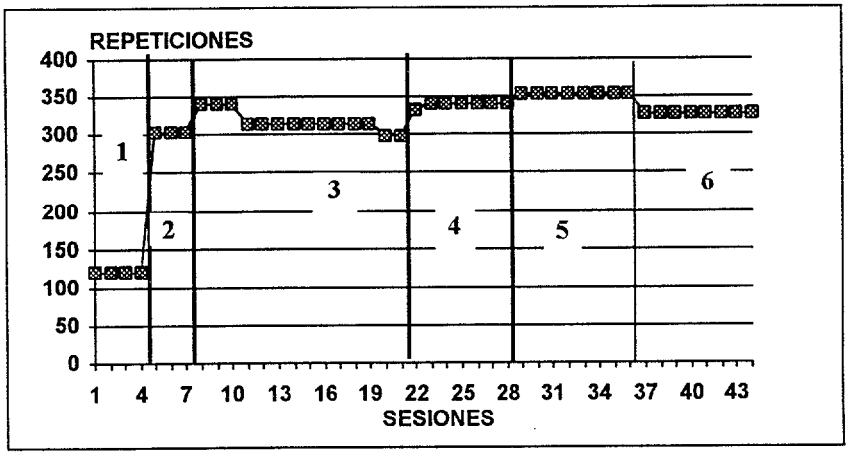
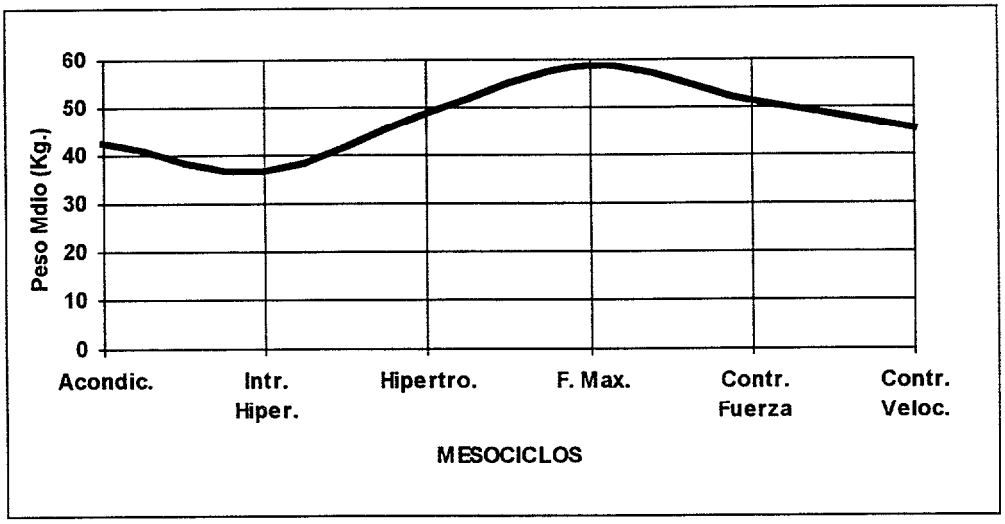


Figura 67: *Volumen en Repeticiones por sesión del grupo de entrenamiento con ejercicios específicos con sobrecarga. Correspondiendo a la progresión de las fases de Acondicionamiento (1), Introducción a la Hipertrofia (2), Hipertrofia (3), Fuerza máxima (4), Contraste de fuerza (5) y Contraste de velocidad (6).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004



Gráfica 68: *Tendencia del peso medio, en Kilogramos, por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Intr. Hiper.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste a la fuerza (Contr. fuerza) y Contraste de velocidad (Contr. Veloc.). En la temporada 1996/97.*

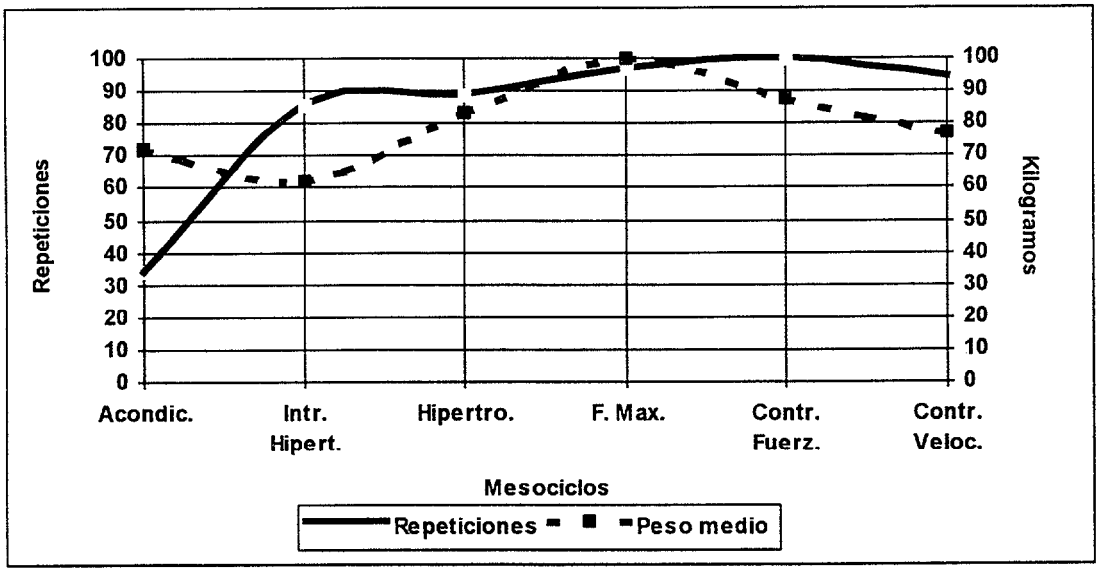


Figura 69: *Tendencia del Volumen (en número de repeticiones) y del peso medio (en Kilogramos) por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste de fuerza (Contr. fuerza) y Contraste de velocidad (Contr. veloc.). En la temporada 1995/96.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Estas modificaciones en el modelo de planificación utilizado en el trabajo de fuerza empleado con nuestros jugadores permitió unas mejoras de rendimiento mucho más especificas que en temporadas anteriores, las cuales quedan reflejadas en a tabla de resultados en los test de control:

ENTRENAMIENTO DE FUERZA SIN PLIOMETRÍA Y CON EJERCICIOS ESPECÍFICOS (N=8)									
FECHA	**S.J.**	**C.M.J.**	**BLOQ.**	**ABLK.**	**REMA.**	**S.J.25**	**S.J.50**	**S.J.75**	**SJ.100**
Jul-96	41 +/- 4,4	45,2+/- 5,1	48,8 +/- 6,2	51,2 +/- 6,6	67,7 +/- 5,0	28,3 +/- 4,6	21,3 +/- 3,8	15,6 +/- 3,2	11,5 +/- 3,1
Nov-96	47,0 +/- 4,5	50,8 +/- 4,9	54,7 +/- 4,1	58,1 +/- 5,2	73,3 +/- 5,6	32,0 +/- 5,0	24,1 +/- 3,7	18,1 +/- 3,4	13,4 +/- 2,3
VARIACIÓN	**6,0**	**5,6**	**6,0**	**6,9**	**5,5**	**3,8**	**2,8**	**2,5**	**1,9**

Tabla 66: *Resultado de los test empleados en centímetros.*

Si observamos con detenimiento los datos anteriores podemos ver unas importantísimas mejoras (13,5% y 12,3% y 8,1%) en las acciones de salto en las que el sujeto realiza gestos similares a los de competición Abálakov (ABK.), Abálakov con acción de brazos de bloqueo (BLOQ.) y batida de remate (REMA.), respectivamente. Siendo estas variaciones muy significativa en jugadores de alto nivel y gran experiencia competitiva.

Este planteamiento es compartido con otros autores, quienes opinan que para los deportistas altamente entrenados, el trabajo a realizar debe ser lo más específico posible, ya que cuanto más específicos sean, más eficaces serán los mismos, permitiendo mejoras más importantes (Verjoshanski et al., 1983).

No menos importantes fueron las mejoras que se observan en los otros dos test de salto, que si bien se basan en protocolos menos específicos, son ejecutados sin sobrecargas y permiten valorar objetivamente la elevación del centro de gravedad por acción mayoritaria de los miembros inferiores, estos son el Squat jump (SJ) y el Contramovimiento (CMJ). Recordemos que estos test tienen por objeto valorar el reclutamiento rápido de fibras y la capacidad elástica del jugador, aspectos condicionales que actúan muy directamente sobre las acciones específicas del salto tal y como vimos en la fundamentación teórica.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

El Squat jump (SJ) permite valorar la manifestación activa de la fuerza en su forma explosivo-balística (García Manso et al., 1996a), contracción muscular rápida y potente (Vittori, 1990; Vélez, 1992b), que provoca una tensión máxima (inferior a las que producen las acciones explosivo-tónicas) y que empieza a disminuir, como en cualquier acción balística, aunque la velocidad del movimiento siga aumentando.

La elevación conseguida por el centro de gravedad en el test de contramovimiento debe ser más alta que la obtenida en el SJ, debido a que, durante la contracción, se añade el efecto del *componente elástico*. Este efecto se puede determinar valorando la diferencia entre el CMJ y el SJ, la cual expresa la *capacidad elástica* del sujeto, habilidad que juega un papel muy importante en la práctica de deportes con dominio del ciclo de estiramiento-acortamiento (salto). Esta forma de manifestarse la fuerza es la que algunos autores denominan *fuerza elástico-explosiva* (Vittori, 1990, Vélez, 1992b, García Manso et al., 1996a).

Llama poderosamente la atención el análisis de los test de salto con sobrecarga ($SJ_{25\%}$, $SJ_{50\%}$, $SJ_{75\%}$ y $SJ_{100\%}$), pues a pesar de que se ven beneficiados por el trabajo de fuerza realizado, estas ganancias no son tan importantes como las observadas en la temperada anterior (1995/96) en los que se consiguieron menores incrementos de fuerza. A priori se esperaba que el desplazamiento de la curva fuerza-velocidad hacia la derecha, al inicio del periodo de transferencia, fuese mucho más importante que el obtenido, ya que se partía de unos niveles de fuerza máxima mas elevados.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

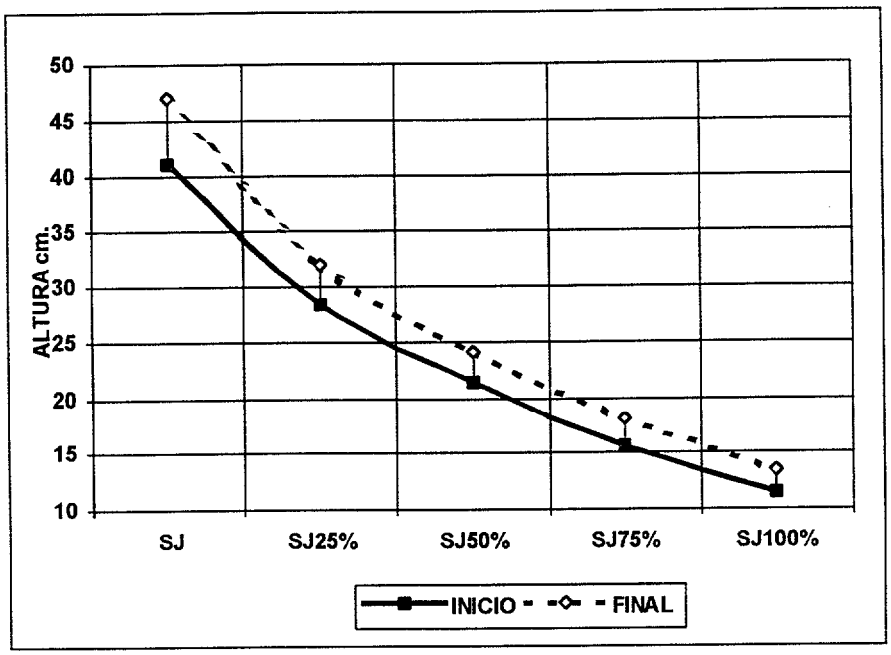


Figura 70: *Curva Fuerza - velocidad de la temporada 1996/97.*

Esto invita a la reflexión, pues es necesario encontrar un explicación lógica a este comportamiento de la fuerza. Se podría pensar, aun que no disponemos de pruebas como biopsias o resonancias magnéticas que nos lo pudieran ratificar, que la causa está en las adaptaciones obtenidas durante el mesociclo que hemos denominado de *hipertrofia*. Es posible que estas ganancias de *fuerza máxima*, obtenidas durante la temporada, se hayan debido fundamentalmente a adaptaciones estructurales que fuesen fruto de *hipertrofia general* en la sección transversal de los dos tipos de fibras ST y FT, y no por un adecuado proceso adaptativo en cuanto a los aspectos neuromusculares y, por tanto, de *hipertrofia selectiva*.

Recordemos que una *hipertrofia general* conlleva a incrementos de la sección transversal de los dos tipos de fibras, alterando con ello la velocidad de contracción muscular. Algo que no hubiera ocurrido, posiblemente, con un trabajo de *hipertrofia selectivo* que hubiera sido fruto de un planteamiento metodológico ligeramente diferente (modificaciones en las pausas, incrementos en el numero de serie, disminución en el número de repeticiones por serie).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En cualquier caso, es muy probable que estas pequeñas alteraciones metodológicas hubiesen actuado positivamente sobre el comportamiento de la curva fuerza-velocidad pero no podemos asegurar que hubiesen permitido transformaciones tan profundas en las acciones especificas de juego (*batida de remate y/o salto al bloqueo*). En cualquier caso, esto sería otra propuesta que en el futuro se debería analizar. De lo que si estamos seguros es que ***una propuesta metodológica de estas características, en la que se ha acentuado el desarrollo de la fuerza máxima y a la vez se ha buscado una transferencia de fuerza especial mas acorde a las necesidades mecánicas del juego, se ha mostrado como un instrumento de gran eficacia para el tipo de población que ha sido objeto de estudio en nuestro trabajo, es decir, jugadores de élite de Voleibol.***

Alguien podría estañarse de la no utilización durante esta temporada de los test de salto que intentan valorar las adaptaciones de fuerza reactiva (drop), las cuales fueron utilizados en las temporadas anteriores. La razón que nos llevo a no incluir los Drops en el protocolo de test evaluadores fue meramente utilitaria. Es decir, este test nos servía, en temporadas anteriores (1993/94 y 1995/96), para evaluar la capacidad de salto en estas circunstancias y, a la vez, controlar los tiempos de contacto con que los sujetos realizaban estas acciones.

- En el primer caso entendimos que la altura de salto que alcanzaban nuestros jugadores cuando caían de diferentes alturas no nos proporcionaban datos útiles a la hora de planificar y evaluar el entrenamiento de fuerza.

- En el segundo caso, la experiencia nos demuestra que los tiempos de contacto eficaces varían en esta modalidad deportiva en función de las características constitucionales (composición muscular) de nuestros jugadores.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En este sentido, coincidimos plenamente con las aportaciones que la bibliografía especializada (Bobbert et al., 1986; Bobbert et al., 1987; Scmidtbleicher, 1990 y 1992; Zatko, 1993; Bosco, 1994; Young et al., 1995) hace a la hora de evaluar los tiempos de contacto al tipo de fibra predominante en la musculatura que lleva a cabo la acción. Este aspecto es fundamental, ya que si el tiempo de contacto para el salto va disminuyendo a la vez que aumenta la altura de salto, podemos pensar que se está utilizando mayoritariamente las fibras rápidas (FT), en cambio, si la altura de salto permanece constante y el tiempo de apoyo aumenta significa que estamos solicitando de forma mayoritariamente las fibras de contracción lenta (ST). Entendemos que los tiempos de acoplamiento al igual que los grados de flexión en las articulaciones de cadera y de rodilla varían individualmente según las peculiaridades del jugador, resultando un error metodológico alterar los mismo pues incidirían muy negativamente en la eficacia de ejecución del salto.

Para explicar mejor nuestra posición ante este test, analizaremos el trabajo de Young et al. (1995), quienes compararon tres técnicas de drop jump, con estudiantes de educación física (n=17): DJ buscando la altura máxima (DJ-H), DJ buscando el mínimo tiempo de contacto posible (DJ-t), y DJ buscando la mayor altura con el menor tiempo de contacto posible (DJ-H/t). Los resultados de estos tres modelos se compararon con en el CMJ.

Altura de caída (cm)	**Altura del salto (cm)**		**Tiempo de contacto (mseg.)**		**Altura/tiempo de contacto (cm por seg.)**	
	MEDIA	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**
DJ buscando la altura máxima (DJ-H)						
30	40,2	7,7	409	78	101	25
45	39,8	7,9	415	71	98	24
60	39,6	7,8	421	79	97	22
MEJOR	40,7	7,7**				
DJ buscando el mínimo tiempo de contacto posible (DJ-t)						
30	12,5	6,5+	141	13+	90	47+
45	10,3	6,1+	143	17+	73	44+
60	9,3	6,2+	154	18+	62	43+
MEJOR			138	14		
DJ buscando la mayor altura con el menor tiempo de contacto posible (DJ-H/t)						
30	33,1	5,0*	177	25*	191	43*
45	32,3	5,6*	180	31*	188	58*
60	31,3	5,8*	186	33*	175	50*
MEJOR					202	52
CMJ = 41,9 +/- 8,3						

Tabla 67: *Estudio comparativo de tres técnicas de realización del Drop Jump. (Young et al., 1995)**p<0,05, con CMJ; *p<0,01, con DJ-H; + p<0,01, con DJ-h/t*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De los resultados se deduce que el Dj-H es la técnica más eficaz para conseguir una mayor altura de salto, aunque con un tiempo de contacto mayor. En cambio, el tiempo de contacto es menor en el DJ-t, pero consiguiendo una menor altura. La mejor relación entre tiempo de contacto y altura alcanzada se encuentra en el DJ-H/t. Por otro lado, la correlación existente entre CMJ y el DJ-H, nos hace ver que son dos ejercicios similares cuando el objetivo del DJ es la máxima altura posible, pero cuando el DJ requiere un tiempo de contacto menor, hay que buscar una relación óptima (DJ-H/t), de forma que el tiempo de acoplamiento no permita pérdidas tan drásticas de altura, como las que se presentan en el DJ-t.

Si a lo expuesto anteriormente le unimos que el tiempo de acoplamiento, en la fase de amortiguación, depende del porcentaje de fibras veloces que tenga el sujeto en los extensores de las piernas (Bosco et al., 1979) y en el vasto lateral (Mero et al., 1991 cfr. Bosco, 1994). Creemos necesario que el jugador disponga de una cierta flexibilidad en el tiempo de contacto, para que la realización sea lo más parecida al salto específico que realiza en su deporte (Schmidtbleicher, 1992), pero buscando una buena adaptación que le permita obtener una gran altura empleando el menor tiempo posible, sin que ninguno de estos factores influyan negativamente en la altura de salto (Young et al., 1995).

Como hemos podido comprobar en la fundamentación teórica los tiempos de contacto en Voleibol (salto al bloqueo) son superiores a los 250 mseg. (Schmidtbleicher, 1992), los cuales representarían la realización de un ciclo estiramiento-acrotamiento de larga duración (CDJ: flexión de la articulación de la rodilla a 90°), que según los estudios de Bobbert et al. (1986) "*buscan una respuesta de los extensores de la rodilla empleando un tiempo de contacto superior a 260 mseg*". En este sentido Zatko (1993) nos sugiere realizar saltos que precisen de tiempos de contacto iguales a los de competición o hasta un 25% mayores, como máximo. Si analizamos los tiempos de apoyo, obtenidos en las temporadas 1993/94 y 1995/96, vemos que gran parte de nuestros jugadores no cumplen este requisito, por lo que tomamos la decisión de no seguir empleándolo en temporadas siguientes.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

	TEMPORADA	
JUGADORES	**1993/94**	**1996/97**
1	325	277
2	219	414
3	197	337
4	328	184
5	451	223
6	203	
7	274	

Tabla 68: *Tiempos de contacto, en milisegundo, en el test de Drop jump desde altura óptima*

5.5.- REVISIÓN DE CONJUNTO DE LAS TRES TEMPORADAS Y MÉTODOS:

Con el objeto de conseguir un orden de exposición que favorezca el análisis y la interpretación al comparar el trabajo efectuado para mejorar la fuerza en las tres temporadas así como el resultado de los diferentes modos de intervención sobre la capacidad de salto Vamos a plantear dos apartados diferentes a lo largo de esta exposición.

El primero de ellos, va hacer referencia a la forma en que se ha *desarrollado el entrenamiento de fuerza*, haciendo hincapié en aspectos como el modelo de planificación utilizado en cada temporada, los planteamientos metodológicos en los que se sustentan la organización de estructuras intermedias de entrenamiento y, por último, la distribución de las cargas de trabajo que utilizaron nuestros jugadores en el trabajo de fuerza.

En el segundo apartado se realizará un *análisis de los resultados* obtenidos con cada uno de los modelos de intervención, mediante el entrenamiento de fuerza, que tenían como objetivo aumentar el rendimiento en la capacidad de salto de nuestros jugadores.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

5.5.1.- Desarrollo del trabajo de fuerza:

Es necesario recordar que aunque el trabajo hace referencia únicamente al entrenamiento de fuerza efectuado por nuestro jugadores, este debe ser entendido como parte de un trabajo global que tenía como objetivo la mejora de nuestros jugadores en la practica del Voleibol. Es decir, vamos a hacer un análisis de un aspecto parcial de un proceso sumamente complejo como lo constituye la preparación de un equipo de Voleibol de la máxima categoría nacional e internacional.

Ciertamente, esta metodología de investigación supone no profundizar en aspectos que puedan llegar a crear interferencias, pero de no hacerlo así, nos apartaríamos del *paradigma de rendimiento*.

Si no tenemos en cuenta esta perspectiva va a ser difícil comprender no sólo las peculiaridades de los modelos de entrenamiento utilizados sino también los resultados finales de los mismos. Entendemos que la utilización de una muestra de las características como la utilizada en este trabajo hace ver, de forma muy significativa, los verdaderos problemas a los que se enfrenta tanto el entrenador como los jugadores a la hora de obtener el objetivo prioritario y natural del deporte, que no es otro que un aumento en el rendimiento en la especialidad deportiva que corresponda.

Esta forma de abordar el problema del entrenamiento de la fuerza para mejorar la capacidad de salto se aleja de los protocolos tradicionales que habitualmente son utilizados en la investigación de esta cualidad condicional o capacidad de movimiento. Plantea una enorme dificultad a la hora de poder aislar todas aquellas variables que de forma colateral pueda afectar al resultado final pero, por otro lado, se ajusta con la máxima fidelidad a la realidad del deporte, la preparación de los deportistas y su entrenamiento.

Por estos motivos, antes señalados, es necesario en todo momento no perder de vista este enfoque más *ecológico*, menos *analítico* del estudio e investigación de los fenómenos inherentes al rendimiento deportivo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

5.5.1.1.- Modelos de planificación utilizados:

Siguiendo las indicaciones de García Manso et al. (1996c) "*un modelo implica un esquema teórico de un sistema o realidad compleja, el cual se elabora para facilitar su comprensión, estudio u organización*", es decir, no es más que una simplificación de la realidad del proceso con el objeto de facilitar su comprensión, constituyendo en si mismo una forma de abordar un problema con el objeto de obtener los máximos niveles de eficacia en el momento de la intervención.

La planificación constituye uno de los aspectos fundamentales y necesarios a los que debe hacer frente cualquier responsable de la preparación de un deportista, ya que debe prever con antelación todas aquellas circunstancias que se vayan produciendo en el tiempo durante el desarrollo del proceso de entrenamiento y competición. Motivo por el cual debe tenerse un conocimiento profundo y pormenorizado de la realidad en la que se encuentra y a la que se debe enfrentar, pudiendo de esta manera optimizar al máximo sus recursos humanos, técnicos y materiales con el objeto de llegar a las cotas más elevadas posibles de resultado deportivo.

La realidad nos demuestra que las circunstancias en las que se va a desarrollar todo este basto y complejo proceso varia mucho en función de las circunstancia de cada equipo o jugador lo que motiva la elaboración de una solución distinta para cada circunstancia o situación. En este sentido, las soluciones dadas por otros entrenadores, en otras situaciones, no van a servir como de referente del que extraer los aspectos más formales y globales de su propia realidad. Esta es la verdadera y única aportación que los modelos de planificación en entrenamiento deportivo han dado al resolución de problemas como el que nos ocupa. No obstante es fácil resaltar aquellos aspectos propios y más reseñables que confieren a cada modelo un sesgo de identidad propio en las que se incluye un mayor o menor número de aspectos diferenciadores que le aportan esa propia identidad.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Si observamos la forma en que se ha planificado el trabajo durante las tres temporadas analizadas es fácil comprobar que cumplen en todas las ocasiones alguno de los principios básicos de *los modelos tradicionales y contemporáneos*[2] de planificación del entrenamiento deportivo, aunque inclinándose a un lado u otro en cada una de las temporadas antes mencionadas.

El modelo de planificación utilizado durante la primera temporada (1993/94) se asemeja fuertemente a un modelo tradicional adaptado a las necesidades de un deporte de equipo con un largo periodo competitivo. Se hizo una distribución de estructuras intermedias similar a lo que proponen los teóricos de la planificación deportiva, con el nombre de *bloques de orientación sucesiva o en progresión* (García Manso et al., 1996c), aunque no utilizando una concentración de cargas de la misma orientación demasiado importante en cada una de las estructuras (mesociclos) en las que se dividió el proceso de entrenamiento. Destaca poderosamente el *principio de alternancia* (Matveiev, 1982) de los parámetros cualitativos y cuantitativos de la carga a lo largo de todo el proceso de trabajo, es decir, disminuyendo significativamente el volumen de trabajo cuando las carga utilizadas se incrementaban. En este sentido, podemos señalar que el modelo utilizado plantea una evidente *forma ondulatoria* (Matveiev, 1982) de distribución de estos parámetros, intentando conseguir un incremento gradual, no demasiado brusco, de la capacidad de rendimiento de nuestros jugadores, permitiéndoles de esta manera afrontar desde etapas muy tempranas del entrenamiento situaciones competitivas que si bien quedan englobadas en los objetivos secundarios de la temporada forman parte de las obligaciones propias de un deporte de largo periodo competitivo.

[2] Basándonos en las aportaciones de García Manso et al. (1996c), denominamos:

- *Modelo de planificación tradicional*: representa a los modelos de planificación que aunque tienen sus orígenes en Matveiev y que fue innovado por Aroseiev (péndulo), Vorobiev y Tschiene (Cargas altas).
- *Modelo de planificación contemporánea*: Caracteriza a los modelos de planificación que centran sus propuestas en la especialidad deportiva, caracterizándose por la individualización de las cargas, concentración de las cargas de trabajo de una misma orientación en períodos cortos de tiempo, desarrollo consecutivo de las capacidades y objetivos, y por el incremento del trabajo específico en el contenido del entrenamiento. Los autores más representativos son Verjochanski (bloques), Issurin y Kaverin (ATR), Navarro (acentuada), Bondarchuk (integrador), y Seirullo (cognitivo).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

A modo de resumen podemos señalar que durante esta temporada se siguió un modelo básicamente conservador de planificación, acorde a las formas tradicionales con las que se venía afrontando hasta el momento esta problemática entre la mayor parte de los equipos de Voleibol de la liga ACEBOL.

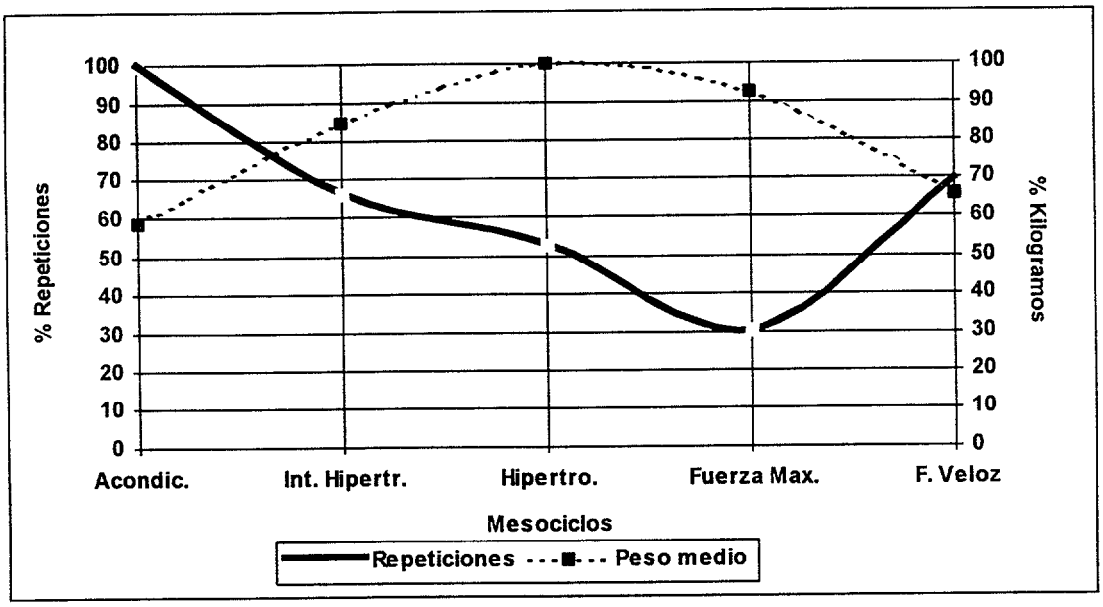


Figura 71 : *Tendencia del Volumen (en número de repeticiones) y del peso medio (en Kilogramos) por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1993/94.*

En la segunda y tercera temporada podemos observar que la filosofía con la que se aborda la planificación del trabajo sufre una modificación sustancial, fruto de la inclusión de alguno de los aspectos básicos que caracterizan los modelos contemporáneos de planificación de las cargas de entrenamiento. Las necesidades de cumplir objetivos cualitativamente más importantes obligó a una revisión profunda de las formas de entrenamiento de la fuerza, especialmente, cuando los resultados obtenidos con el modelo tradicional durante la temporada anterior no nos permitió mejoras en la capacidad de salto de nuestros jugadores, objetivo prioritario hacia el que se enfocaba este trabajo de fuerza.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Básicamente, en estas dos temporadas (1995/96 y 1996/97), destacan aspectos como el de *mayor concentración y especificidad en las cargas* de trabajo utilizadas. En el primer aspecto, es fácil observar como aun manteniendo el principio de ondulación de cargas entre los parámetros cualitativos y cuantitativos de la misma se observa una menor dispersión entre los limites alcanzados en cada una de las estructuras intermedias en que se dividió el proceso de entrenamiento. Respecto al segundo apartado, se hizo hincapié en la necesidad de incluir cada vez más ejercicios que tuvieran un patrón de movimiento cada vez mas parecido al del gesto especifico de competición, procurando así mismo, que el proceso de transformación de los aspectos condicionales máximos de fuerza hacia los de fuerzas especial fuesen mas graduales y progresivos que los utilizados en etapas anteriores de entrenamiento.

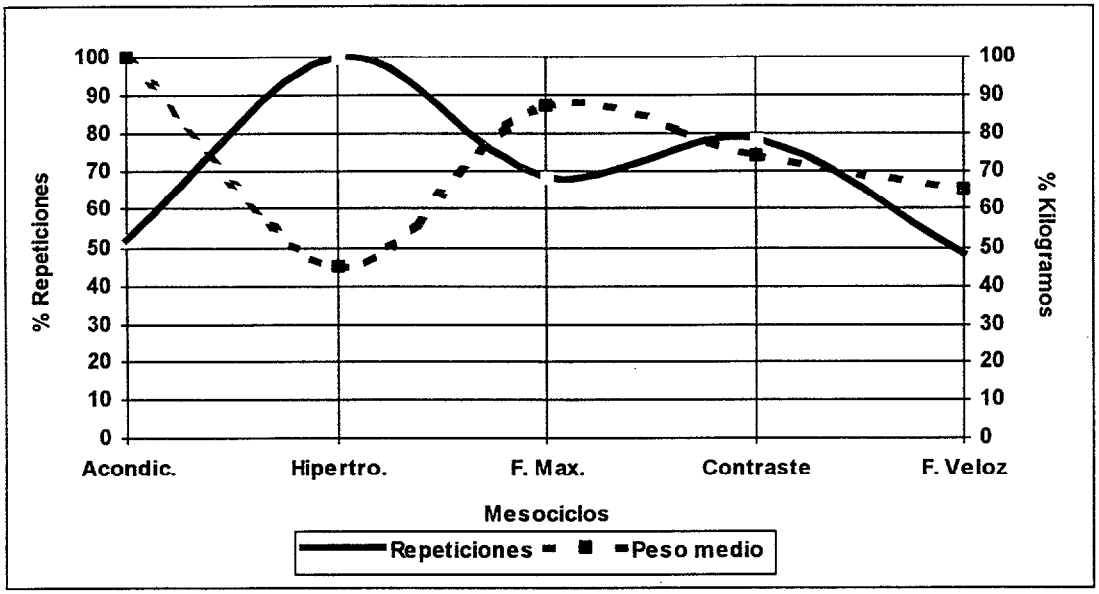


Figura 72 : *Tendencia del Volumen (en número de repeticiones) y del peso medio (en Kilogramos) por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.) y Fuerza veloz (F. Veloz). En la temporada 1995/96.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

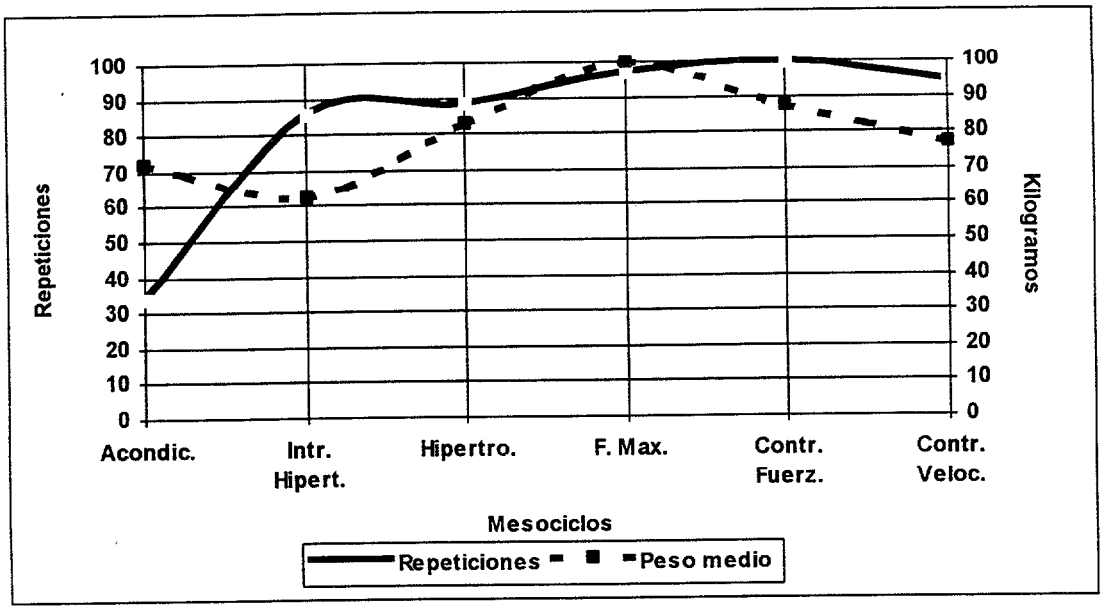


Figura 73 : *Tendencia del Volumen (en número de repeticiones) y del peso medio (en Kilogramos) por mesociclo: Acondicionamiento (Acondic.), Introducción a la hipertrofia (Int. Hipertro.), Hipertrofia (Hipertro.), Fuerza Máxima (F. Max.), Contraste de fuerza (Contr. fuerza) y Contraste de velocidad (Contr. veloc.). En la temporada 1995/96.*

5.5.1.2.- Planteamiento metodológico

Durante las tres temporadas, se ha mantenido una estructura metodológica global muy similar que se ajusta a las formas habituales con las que abordar exitosamente un trabajo de fuerza velocidad, tal y como podemos comprobar en la planificación propuesta por Sidorenko (1991) para saltadores:

- *Etapa de preparación funcional: Acondicionamiento muscular del deportista.*

- *Etapa de preparación especial: gran volumen de trabajo que tiene como objetivo mejorar la fuerza explosiva y la velocidad.*

- *Etapa de preparación físico-técnica: Modelación del gesto de competición, a la par que se mantiene un trabajo de fuerza explosivo-balística y fuerza rápida, más los componentes reactivos de alta calidad.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Basándonos en las aportaciones de Sidorenko, para la realización de los periodos de entrenamiento, se han seguido los siguientes criterios temporales

- En primer lugar, utilización de cargas orientadas a la *preparación muscular, tendinosa, ligamentosa y articular* para soportar en fases posteriores elevadas cargas de trabajo de fuerza.

- En una segunda etapa se ha buscado incrementos relativos en la sección transversal en los principales grupos musculares entrenados, criterio este que debe cumplir el principio de *hipertrofia selectiva* de aquellas unidades motoras que tengan una función prioritaria en las acciones musculares explosivas.

- En una tercera fase, se incidió en la *mejora de fuerza máxima con especial incidencia en aspectos neuromusculares de estructuras especificas*, intentando evitar incrementos de masa muscular que pudieran perjudicar posteriormente a la manifestación rápida de la fuerza y a la eficacia en la propulsión del centro de gravedad en la ejecución del salto.

- Por ultimo, en cuarto lugar, se incluían cargas de transformación que permitieran *transferir las ganancias condicionales de fuerza general en fuerza especial* de incidencia más directa sobre el rendimiento en el salto.

En los primeros tres aspecto (Acondicionamiento, Hipertrofia y Fuerza máxima) es donde menos diferencias podemos encontrar, desde el punto de vista de organización de cargas y elección de ejercicios, entre las tres temporadas analizadas. Sin embargo, en las fases que correspondían a la transformación de la fuerza general a la especial es donde podemos observar modificaciones mas significativas, especialmente, en relación al aspecto progresivo de transformación de esta capacidad condicional. Así podemos ver como de un trabajo utilizado en la primera temporada (1993/94) en la que del carácter explosivo de la fuerza máxima se pasa a un trabajo de fuerza velocidad de baja resistencia, a la utilización de mayores cargas de contraste en las siguiente dos temporadas (1995/96 y 1996/97).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Esta forma de trabajo es propuesta por numerosos autores como modelo ideal para transformar las ganancias de fuerza en fuerza eficaz durante el gesto competitivo, pero sin embargo en nuestro caso este modelo de aplicación de cargas no tuvo la eficacia esperada tal y como podremos ver en el análisis conjunto de los resultados.

La negativa experiencia obtenida con la aplicación de un modelo tan clásico como el utilizado durante la primera temporada nos confirmó la necesidad de utilizar cargas mas intensas y mas específicas para resolver problemas de rendimiento entre deportistas de alto nivel como el que nos ocupa. Por esta razón, en la segunda y tercera temporada se utilizaron en primer lugar lo *métodos de contraste tradicionales* para posteriormente en la ultima temporada incluir cargas de *contraste especial* con predominio de la velocidad de ejecución. El motivo de utilizar las cargas de contraste tradicional no fue otro que el favorecer la transferencia de la ganancia de fuerza obtenida durante el desarrollo de los primeros mesociclo, algo que si cumplió los objetivos de rendimiento previstos a priori, pero nos hizo pensar en la posibilidad de obtener mayores mejoras si modificábamos las cargas de contraste incluyendo aspectos de especificidad mayores en los ejercicios y resistencias utilizadas (contraste especial). Por esta razón, en la ultima temporada, manteniendo el criterio de cargas de contraste como medio de transformación, se decidió utilizar dos formas distintas de ejecutarlo, de tal forma que en principio se puso el acento del contraste en un predominio de la fuerza explosiva de elevada resistencia mientras que al final se fue situando el acento, del trabajo de fuerza, en los aspectos de mayor velocidad y patrón motor especifico de los ejercicios utilizados.

Es preciso señalar que durante la segunda temperada (1995/96) se incluyo un trabajo de *pliometría* con la finalidad de garantizar la especificidad en el trabajo de transferencia pero observamos que el elevado numero de saltos a los que se ve sometido durante el trabajo técnico-táctico es suficiente para mejorar los aspectos reactivos de la fuerza, necesarios en un jugador de Voleibol. Razón por la cual se decidió durante la ultima temporada (1996/97) no utilizarlos como trabajo complementarios de transformación de fuerza. Entendíamos que aparte de no ser determinante en la transformación suponía un factor añadido de sobre carga que pudiera incrementar los riesgos de lesión entre nuestros jugadores.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En este sentido, podemos señalar que los jugadores durante la segunda temporada (1995/96) presentaron con mayor frecuencia problemas en las articulaciones de tobillo y rodilla, a pesar de incluir rutinas, especialmente en las primeras etapas de preparación, orientadas hacia el fortalecimiento de tendones en esas articulaciones y de descarga al final de las sesiones de entrenamiento.

Este aspecto antes señalado, sobre la utilización del trabajo pliométrico como forma de entrenamiento de la capacidad de salto en jugadores de Voleibol presenta una elevada controversia entre gran numero de entrenadores de máxima categoría. Si analizamos la bibliografía especializada, podemos observar que los estudios realizados en este campo muestran en ocasiones resultados contradictorios.

En los últimos años, algunos investigadores han podido comprobar como el entrenamiento especial de fuerza (sentadillas salto) resulta más eficaz que el entrenamiento clásico de fuerza (sentadillas) a la hora que conseguir mayores ganancias en la capacidad de salto. Especialmente eficaz resultó en algunas investigaciones el entrenamiento si al trabajo clásico de fuerza se le incorporan ejercicios de salto en el protocolo del mismo. Este punto ha sido objeto de estudio en numerosas ocasiones, destacando entre otros los trabajos de Bosco et al. (1979 y 1982f), Clutch et al. (1983), Hakkinen et al. (1985b), Wilson et al. (1993).

Bosco et al. (1979) estudió dos grupos de 8 jugadores de Voleibol. Uno de los grupos lo constituían jugadores masculinos (24.0 años, 190.7 cm, 87.8 kg) al que se incorporó protocolos en los que tenían que ejecutar, 3 veces por semana, 7 a 9 series de 10 saltos en profundidad (desde altura) con 4 minutos de recuperación, algo muy similar a lo que en nuestro caso decidimos utilizar durante las fases de transformación de la fuerza durante la segunda temporada. El otro grupo lo conformaban 8 jugadoras (22.0 años, 171.0 cm, 66.6 kg) de Voleibol de alto nivel que realizaban un trabajo clásico de musculación. Los resultados en este trabajo demostraron una enorme eficacia en la aplicación de un protocolo de drops dentro del trabajo de fuerza orientado a la mejora del salto.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Grupo	Test	SJ (cm)	CMJ (cm)	BDJ (cm)
Masculino	Antes	37.5	42.3	39.3
	Después	39.9	47.1**	45.1*
Femenino	Antes	23.9	27.8	30.7
	Después	23.5	28.3	31.2

Tabla 69: *Evolución de los test de salto en jugadores/as de Voleibol. Bosco et al. (1979).*

Los datos de la tabla nos demuestran que la utilización conjunta de las pesas con los saltos, resulta más eficaz a la hora de mejorar la capacidad de salto, que el utilizar únicamente el trabajo clásico con sobrecargas. Se observa una mayor eficiencia del grupo masculino en los saltos de tipo elástico (CMJ) y elástico-reflejo, aunque no ocurre lo mismo en las acciones puramente explosivas.

Estos datos no coinciden con los resultados por nosotros obtenidos. Si bien es cierto que en esta temporada las mejoras en el salto fuero sumamente importantes, nos presento una serie de problemas antes mencionados, a la vez que no nos permitió saber con seguridad si los beneficios eran por este trabajo añadido, o si era suficiente el trabajo normal de entrenamiento que el jugador realiza en los aspectos técnicos y tácticos en los que ya se incluyen saltos y por lo tanto se incide indirectamente sobre la fuerza reactiva.

Los resultados obtenidos en la tercera temporada parecen, al menos en nuestra muestra, demostrar que no es necesario la inclusión de ejercicios de esta orientación, y es suficiente con la utilización de una correcta transferencia para lograra mejoras importantes en la capacidad de salto.

No quiere esto decir que el trabajo pliométrico unido al trabajo de sobrecargas no sea eficaz para el salto, sino que en un deporte como el Voleibol y con jugadores de alto nivel de rendimiento y muchos años de experiencia de competición y entrenamiento, el trabajo de pliometría podría verse suplido o compensado con el elevado trabajo técnico táctico que realizan. Es preciso destacar, que esto sólo será posible con un elevado nivel de especificidad en el trabajo con sobrecargas, pues de lo contrario, entendemos que la eficacia de l trabajo de fuerza con sobrecargas no se verá transformado en eficacia durante el salto.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En otro trabajo posterior de Bosco et al. (1982f), también con dos grupos de jugadores de Voleibol. (el grupo de control lo conformaron 11 jugadores universitarios, mientras que el experimental lo componía el equipo nacional italiano), se hizo una modificación en el protocolo de trabajo en el que la peculiaridad consistió en la incorporación de trabajos de contramovimiento drop jump (flexión de 90°). Esta modificación supuso un excelente motivo para incrementar la capacidad de salto 8 semanas después de iniciar la investigación. Todo ello parece confirmar la hipótesis señalada en el apartado anterior, pues vemos que la inclusión de movimientos con sobrecargas con una mayor especificidad en el patrón de movimiento respecto al gesto deportivo, permite ganancias en el salto mayores que los encontrados en el protocolo anterior del mismo autor.

Grupo	Test	SJ (cm)	CMJ (cm)
Selección Italia	Antes	37.7	46.4
	Después	49.2	55.8
Universitarios	Antes	41.8	50.2
	Después	38.5	47.6

Tabla 70 : *Evolución de los tests de salto en jugadores de Voleibol. Bosco et al. (1982f).*

Podemos ver que incluir un trabajo de tipo excéntrico-concéntrico orientado hacia el desarrollo de los músculos extensores de la rodilla, permite mejorar también la fuerza explosiva en esa misma musculatura.

El estudio de los trabajos realizados por Clutch et al. refuerzan las hipótesis mantenidas hasta el momento a lo largo de nuestra discusión, contribuyendo a confirmar las propuestas aportadas por Bosco en sus investigaciones. De las dos investigaciones llevadas a cabo por Clutch et al. (1983), en el primero de los trabajos realizados comprobaron, en 12 sujetos voluntarios enrolados en un programa de entrenamiento de fuerza, que al utilizar de forma simultánea el trabajo con sobrecargas y diferentes protocolos de salto, los incrementos en la capacidad de salto estaban garantizados. Durante la experimentación utilizó tres formas diferentes de pliometría: saltos pliométricos de alta intensidad, drops de baja intensidad y drops de alta intensidad

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Protocolos de entrenamiento		
A	B	C
3 x 4-6 x ½ sentadilla 4 x 10 saltos verticales máximos	3 x 4-6 x ½ sentadilla 4 x 10 saltos desde 30 centímetros	3 x 4-6 x ½ sentadilla 2 x 10 saltos desde 70 cm 2 x 10 saltos desde 110 cm.
Mejoras en el test de 1 RM		
18.56 kg (7.19)	10.59 kg (5.84)	14.58 kg (7.21)
Mejoras en el test de salto		
2.08 cm (3.23)	3.35 cm (2.03)	2.97 cm (3.56)

Tabla 71: *Protocolos de entrenamiento de fuerza realizados por los diferentes grupos de control. Clutch et al. (1983)*

El segundo trabajo fue realizado con 16 jugadores de Voleibol de 21.2 años de edad, a los que tras organizarlos en dos grupos, y a los que se les aplicó dos protocolos de entrenamiento diferentes. En el primero de ellos los sujetos realizaron un entrenamiento con sobrecargas (3x6x80% de press de banca, peso muerto y media-sentadilla), mientras que el segundo grupo hizo un entrenamiento conjunto de pesas y saltos en profundidad (3 x 4-6 x ½ sentadilla; 2 x 10 saltos desde 70 cm; 2 x 10 saltos desde 110 cm). Los datos demostraron que el entrenamiento combinado resultaba más eficaz que el uso exclusivo del trabajo con pesas, aunque no encontró diferencias entre usar protocolos de saltos clásicos o protocolos de saltos desde altura.

Pero no son estos los únicos trabajos que permiten reforzar nuestras conclusiones, existiendo en la bibliografía otras aportaciones con las que fundamentar nuestros resultados, los cuales como podemos observar quedan perfectamente confirmados por otros autores que han abordado el problema, no sólo entre jugadores de Voleibol, sino con otras muestras que pertenecen a poblaciones diferentes a las utilizadas en nuestro protocolo. Así, podemos destacar entre otros los trabajos de Hakkinen et al. (1985b) y Wilson et. al. (1993).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En un estudio realizado por Häkkinnen et al. (1985b) comprobaron que la incorporación de elementos de salto, si permitía mejorar de forma muy sustancial la capacidad de salto. Ya vimos en la fundamentación que el trabajo con cargas elevadas conducía a mejoras del 10.6% y el 7.3% en los test de CMJ y SJ, mientras que la utilización combinada de sentadillas saltos con cargas (10-60%), ejercicios de fuerza (60-80%) y saltos pliométricos (multisaltos en vallas, drops de 30-60 cm, drops facilitados y saltos a pies juntos), conducen a mejoras más importantes en la capacidad de salto. Al cabo de 24 semanas los autores comprobaron una hipertrofia selectiva de las fibras FT (13%), un incremento de la fuerza máxima isométrica (11%), y una mejora de la fuerza máxima dinámica de un 6.9% ($p<0.05$). Los resultados de los tests de fuerza velocidad dieron valores muchos mayores con resultados de 17.5% y 21.2% en CMJ y SJ respectivamente. Así mismo mejoró el test de reactividad (DJ) desde alturas de 20 a 100 cm, con especial incidencia en la última altura donde alcanzó una mejora del 32.5%.

Wilson et al. (1993) estudiaron tres modalidades de entrenamiento de la fuerza (a: 3-6x 6-10 RM; b: Pliometría de 20-80 cm.; c: 3-6 x 6-10x 30-40%), en 64 sujetos universitarios, que trabajaron a lo largo de 10 semanas (2 días/semana). Los resultados también evidencian la mayor eficacia mostrada por los dos últimos protocolos a la hora de mejorar la fuerza explosivo-balística, tal y como refleja la siguiente tabla.

Test de CMJ			
Grupo	Antes	Mitad	Final
Control	37.2 +/-8.2	37.6 +/-8.4	38.0 +/-8.2
Fuerza Máxima	40.0 +/-7.0*	41.1 +/- 7.0	41.9 +/-7.3*
Pliometría	35.8 +/-6.7*	37.7 +/-7.4	39.5 +/-9.0*
Potencia	35.8 +/-5.8*	39.7 +/-6.4*	41.8 +/-5.8*
Test de SJ			
Control	35.9 +/-8.1	35.1 +/-8.1	35.8 +/-7.6
Fuerza Máxima	38.0 +/-7.5*	39.3 +/-6.8	40.4 +/-6.9*
Pliometría	35.6 +/-7.8	36.2 +/-6.8	37.9 +/-8.2
Potencia	33.8 +/-4.9*	37.8 +/-6.4*	38.8 +/-5.6*

Tabla 72: *Evolución de los resultados de los tests de salto tras tres entrenamientos diferentes de fuerza. Wilson et al.(1993).*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Bobbert et al. (1994) interpretan que ganancias en la capacidad de salto a partir de la mejora de la fuerza máxima están condicionadas por el nivel técnico que el deportista tenga en la ejecución del salto. Entienden que una mejora de un 20% en la fuerza máxima se traducirá en mejoras de la capacidad de salto de 7.8 cm si el nivel de dominio técnico es elevado, pero de sólo 2 cm si no se posee este nivel técnico al inicio del trabajo.

Otros investigadores también coinciden en opinar que para los deportistas altamente entrenados, el trabajo a realizar debe ser lo más específico posible, ya que cuanto más específico sea este, más eficaz será el mismos, permitiendo de esta forma mejoras más importantes (Verjoshanski et al. 1983).

Nuestra experiencia nos hace pensar que la utilización de pliometría, especialmente de media y baja intensidad, resulta eficaz cuando el período de tiempo que se dispone para la transformación de las ganancias de fuerza máxima no son demasiado prolongados, pero si se dispone del tiempo suficiente, entendemos que el trabajo de contraste que incluye patrones de movimientos específicos y muy similares a los de competición, son más adecuados para mejorar la capacidad de salto, a la vez que permiten mantener los niveles de fuerza alcanzados durante un período mayor de tiempo y el riesgo de lesión es menor.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

5.5.2.- Análisis estadísticos de los resultados:

Una vez realizada la comparación entre los modelos de planificación y los planteamientos metodológicos empleados en el desarrollo del entrenamiento de fuerza durante las tres temporadas, vamos a adentrarnos en el análisis de los resultados obtenidos con cada uno de los test empleados durante los diferentes procesos de entrenamiento, para de esta forma poder llevar a cabo una reflexión de cada uno de ellos, de manera que podamos comprobar si se han cumplido el objetivo trazado para todos: "*aumentar el rendimiento de la capacidad de salto de nuestros jugadores*".

Como ya describimos en la metodología, el squat - jump (SJ) permite valorar la manifestación activa de la fuerza en su forma explosivo - balística (García Manso et al., 1996a), contracción muscular rápida y potente (Vittori, 1990; Vélez, 1992b), que provoca una tensión máxima (inferior a las que producen las acciones explosivo - tónicas) y que empieza a disminuir esta tensión generada por el músculo, como en cualquier acción balística, aunque la velocidad del movimiento siga aumentando.

Los resultados obtenidos en cada uno de las temporadas han sido expresados en la siguiente tabla:

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEMPORADA	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	***t***	***p***
93- 94	46,2571	6,651	43,7714	5,670	-2,4857	3,250	-2.02	0.089
95 - 96	41,5800	4,233	48,1400	4,233	6,5600	4,468	3,28	0,030
96 - 97	41,0250	4,442	47,0125	40527	5,9875	5,680	2,98	0,020

Tabla 73: *Comparación de los resultados obtenidos en el Squat Jump durante las tres temporadas y la variación entre la prueba inicial y final, junto con la t y la p de significación.*

Como se puede apreciar, en la primera temporada (1993 - 94), la variación obtenida entre el test inicial y final corresponde a valores negativos importantes (-2,4857 +/- 3,250), es decir, el entrenamiento empleado no se mostró eficaz para la mejora de la fuerza explosivo - balística de los miembros inferiores, sino todo lo contrario. Desde el punto de vista estadístico esta variación obtenida mediante el proceso de entrenamiento realizado durante la temporada 1993 - 94 y mostradas en la realización del SJ, tiene una tendencia a ser significativa ($p=0,089$). En cambio, podemos ver, en la tabla anteriormente descrita, que los valores en las dos últimas temporadas (1995/96 y 1996/97) los resultados son positivos, 6,5600 (+/- 4,468) y 5,9875 (+/- 5,680) respectivamente, aumentando la manifestación de fuerza explosivo - balística, mejorando la capacidad de reclutamiento instantáneo, ya que "*mediante la realización de un SJ, a la capacidad contráctil del músculo se le añade la capacidad de sincronización de la contracción de las fibras, permitiendo un reclutamiento instantáneo*" (Vélez, 1992b). Estas variaciones en los resultados obtenidos en el test del SJ, durante la temporada 1995 - 96 y 1996 - 97, son significativas ($p<0,050$).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

Por otro lado, al analizar los resultados obtenidos en la curva fuerza - velocidad podemos comprobar que las variaciones obtenidas en cada una de las temporadas fue similar a la recogida mediante la prueba del SJ, tal y como queda reflejado en las siguientes tablas:

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEMPORADA	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	***t***	***p***
93- 94	32,5857	4,195	32,4286	4,177	-0,1571	1,041	-0,40	0,703
95 - 96	27,9600	3,790	33,6000	3,246	5,6400	3,615	3,49	0,025
96 - 97	28,2625	4,639	32,0125	5,049	3,7500	5,386	1,97	0,090

Tabla 74: *Comparación de los resultados obtenidos en el Squat Jump con el 25% del peso corporal durante las tres temporadas y la variación entre la prueba inicial y final, junto con la t y la p de significación.*

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEMPORADA	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	***t***	***p***
93- 94	25,8714	2,854	24,8857	4,046	-0,9857	3,325	-0,78	0,463
95 - 96	21,3200	3,700	26,3000	3,179	4,9800	2,988	3,73	0,020
96 - 97	21,2750	3,806	24,0500	33,747	2,7750	1,242	2,23	0,061

Tabla 75: *Comparación de los resultados obtenidos en el Squat Jump con el 50% del peso corporal durante las tres temporadas y la variación entre la prueba inicial y final, junto con la t y la p de significación.*

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEMPORADA	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	***t***	***p***
93- 94	20,1286	3,751	20,0000	3,772	-0,1286	1,551	-0,22	0,834
95 - 96	14,4800	3,328	20,0800	3,526	5,6000	3,505	3,57	0,023
96 - 97	15,6000	3,225	18,0750	3,374	2,4750	2,907	2,41	0,047

Tabla 76: *Comparación de los resultados obtenidos en el Squat Jump con el 75% del peso corporal durante las tres temporadas y la variación entre la prueba inicial y final, junto con la t y la p de significación.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEMPORADA	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	***t***	***p***
93- 94	15,5143	2,587	15,6000	4,062	0,0857	1,945	0,12	0,911
95 - 96	-	-	-	-	-	-	-	-
96 - 97	11,4875	3,142	13,3750	2,253	1,8875	3,108	1,72	0,130

Tabla 77: *Comparación de los resultados obtenidos en el Squat Jump con el 100% del peso corporal durante las tres temporadas y la variación entre la prueba inicial y final, junto con la t y la p de significación.*

Tal y como se puede ver en las tablas anteriores, durante la temporada 1993 - 94 se produce una variación negativa en cuanto a los resultados obtenidos en los test de SJ con sobrecarga ($SJ_{25\%}$, $SJ_{50\%}$ y $SJ_{75\%}$), menos en el $SJ_{100\%}$, donde se encontró una pequeña mejoría (0,0857 +/- 1,945). Esto pudo haber sido debido a la clara orientación del entrenamiento, de esta temporada, a la mejora de la fuerza máxima (20 sesiones = 50% del total).

Por otro lado, como ya citamos en la metodología, mediante el $SJ_{100\%}$ pretendimos obtener los datos de la *fuerza máxima dinámica* de nuestros jugadores, caracterizada por la *capacidad contractil* del músculo (Vittori, 1990; Vélez, 1992b), es por esto que aunque las variaciones que se recogieron en ésta temporada (1993 - 94) no son significativas desde el punto de vista estadístico, nos permiten afirmar que el entrenamiento de fuerza utilizado es eficaz para el mantenimiento de la *fuerza explosivo - tónica* (acciones explosivas contra resistencias elevadas, próximas a la fuerza máxima), pero no ha cumplido el objetivo principal de la preparación que era mejorar la capacidad de salto, que es una manifestación de carácter *explosivo - balística.*

Por el contrario, en las temporadas siguientes (1995- 96 y 1996 - 97), encontramos que las variaciones son positivas y, a demás, significativas en la temporada 1995 - 96 ($p<0,050$). Este desplazamiento de la curva fuerza - velocidad hacia la derecha es debido a la metodología empleada en los mesociclos de transformación que se introdujeron en éstas dos últimas temporadas.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En este sentido, podemos comprobar como del trabajo utilizado en la primera temporada (1993 - 94), donde se pasó de un trabajo de fuerza máxima, de carácter, explosivo, al trabajo de fuerza veloz con cargas bajas, se llegó a la utilización del método de contraste, como proceso de entrenamiento que nos permita una mejor transformación de la ganancia de fuerza a fuerza eficaz para el gesto competitivo.

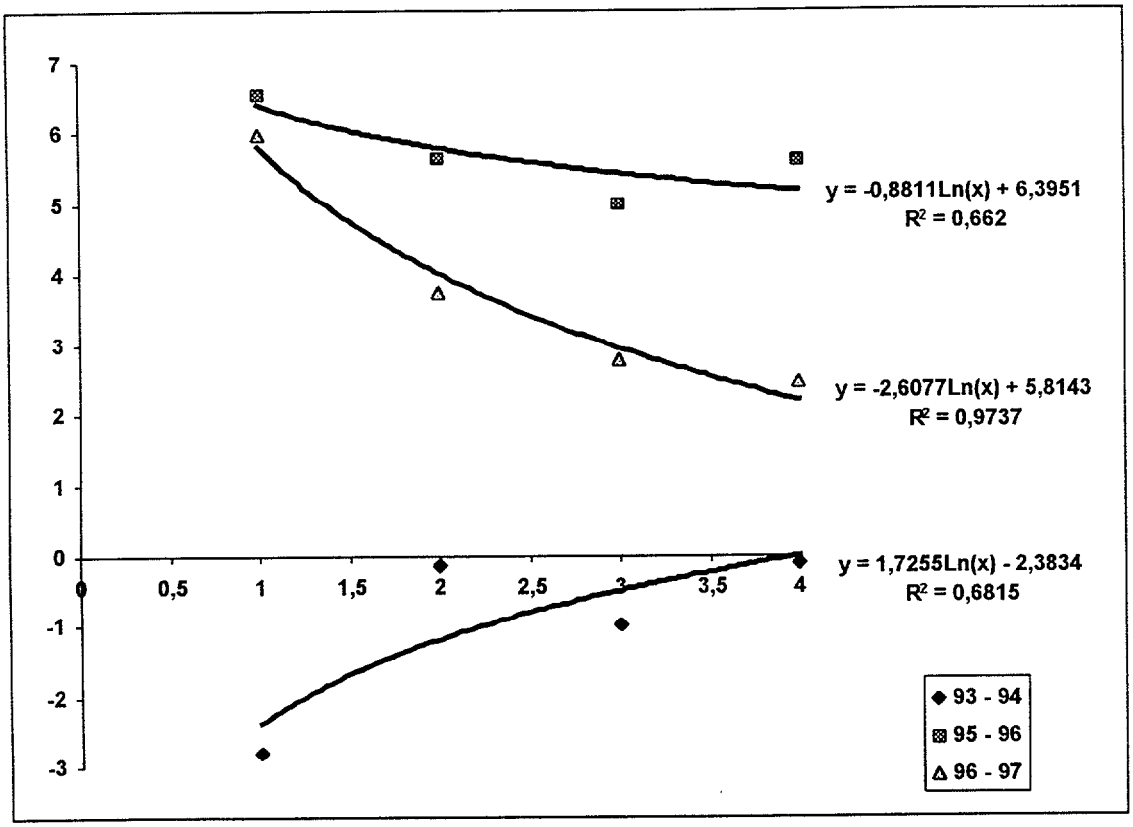


Figura 74: *Líneas de tendencia (logarítmicas) de las variaciones obtenidas en cada una de las temporadas. Para los test de Squat Jump con carga de 0, 25, 50 y 75% del peso corporal.*

Como se puede observar en la gráfica anterior, los tres métodos de entrenamiento de la fuerza para la mejora de la capacidad de salto afectan de forma diferente a la curva fuerza velocidad:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

1.- En la primera temporada (1993 - 94) el protocolo utilizado no permite obtener en los jugadores una mejora en el test que nos muestra la capacidad de desarrollar la fuerza de tipo veloz, pues en los resultados obtenidos en la curva de fuerza - velocidad el desplazamiento se manifiesta de forma gráfica hacia la izquierda. Se puede observar de forma clara que como la metodología empleada en esta temporada, no conduce a un comportamiento de estas característica sino todo lo contrario, un desplazamiento hacia la izquierda a excepción del sector que corresponde a la fuerza velocidad con cargas elevadas. De forma más explícita vemos como esta zona de la curva, que caracteriza las acciones de tipo explosivo - tónica, se manifiesta con cierta tendencia a modificar sus variaciones en sentido contrario. Esto podría ser explicado por la orientación clara del trabajo desarrollado en razón a una incidencia mayor sobre el trabajo de fuerza máxima.

2.- Los planteamientos de trabajo de fuerza que se utilizan en las siguientes dos temporadas estudiadas si permiten obtener un desplazamiento de la curva fuerza - velocidad hacia la derecha en todas las zonas de la misma lo que significa que los jugadores han mejorado tanto la fuerza como la velocidad de ejecución permitiéndonos aceptar como válidos para este propósito los dos planteamientos empleados en las dos temporadas (1995/96 y 1996/97).

Destaca el hecho de que ambos protocolos aún teniendo resultados diferentes tienen una incidencia altamente positiva ante los rendimientos de saltos sin sobrecargas externas (SJ), donde podemos comprobar como las variaciones que se consiguen son las más elevadas.

Al analizar las tendencias de las curvas de fuerza velocidad en estas dos temporadas, vemos que los comportamientos de la misma, aun siendo positivos desde el punto de vista del rendimiento, son claramente diferentes respecto al resultado final, debido sobre todo a comportamientos colaterales de fuerza que inciden en la capacidad de salto.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

3.- Durante la temporada 1995/96 la metodología desarrollada tiene incidencia no solamente sobre la manifestación explosivo - balística de la fuerza sino también sobre aquellos componentes de carácter explosivo - tónicos. Esto queda reflejado de forma gráfica por el acentuado desplazamiento hacia la derecha, tal y como sucede cuando se utilizan cargas de alta intensidad equivalentes a sobrecargas iguales o superiores a la mitad del peso corporal. Podemos, por tanto, pensar que el entrenamiento utilizado durante esta temporada beneficia no solamente a la velocidad, en una acción como el salto, sino a los niveles de tensión que es capaz de desarrollar la musculatura que participa en una acción de este tipo.

La dificultad estriba en poder afirmar cuales son las causas que generan este comportamiento ya que desde la metodología empleada en nuestro estudio podemos afirmar de forma indirecta y a partir de la interpretación de los resultados en los test de campo cuales son las causas de esta alteración de la curva fuerza velocidad.

No disponemos de pruebas como biopsias o Resonancias magnéticas nucleares que nos permitan asegurar de forma categórica cual es el efecto y proporción en que se produce hipertrofia de tipo selectiva, ya que se produce con este tipo de entrenamiento como tampoco las adaptaciones de tipo neuromuscular, responsables de la mejora en la capacidad de reclutamiento. En cualquier caso, mediante los resultados obtenidos en los test de campo, podemos pensar que la metodología empleada en la temporada 1995/96, donde predomina el contraste de fuerza, justifica por sí mismo el que la curva fuerza - velocidad se desplace en gran proporción en el sector en el que el componente de fuerza es más importante, lo que reflejaría su acción positiva sobre los niveles de fuerza máxima dinámica en los sujetos de nuestro estudio.

4.- Si observamos la tendencia de la curva fuerza - velocidad de los sujetos estudiados durante la temporada 1996/97 vemos que el planteamiento de fuerza utilizado es válido, a la vez que altamente positivo para mejorar la fuerza en relación a la velocidad de contracción, especialmente cuando la tensión que precisa el músculo se basa en la velocidad de ejecución del movimiento. Esto queda reflejado por la mayor inclinación que muestra la curva fuerza - velocidad, especialmente comparándola con la obtenida con el grupo de la temporada anterior (1995/96).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

La utilización de un trabajo de contraste de fuerza al que se le une un entrenamiento de contraste de velocidad, en los sujetos de nuestro estudio, nos permite afirmar que si bien se puede incidir sobre ambos comportamientos condicionales de fuerza y velocidad, esta forma de trabajo se muestra más efectiva en los movimientos de tipo explosivo - balísticos contra bajas resistencias. Debemos tener en cuenta que la acción técnica que nos ocupa, el salto en Voleibol, no supone la ejecución de este movimiento con cargas elevadas sino que es el propio peso corporal el que debe ser proyectado. Esta consideración nos hace pensar que esta metodología será válida para mejorar los aspectos específicos del salto en acciones propias de la competición.

Por otro lado, la elevación conseguida por el centro de gravedad en el test de contramovimiento debe ser más alta que la obtenida en el SJ, debido a que, durante la contracción, se añade el efecto del *componente elástico*. Este efecto se puede determinar valorando la diferencia entre el CMJ y el SJ, la cual expresa la *capacidad elástica* del sujeto, habilidad que juega un papel muy importante en la práctica de deportes con dominio del ciclo de estiramiento - acortamiento (salto). Esta forma de manifestarse la fuerza es la que algunos autores denominan *fuerza elástico - explosiva* (Vittori, 1990, Vélez, 1992b, García Manso et al., 1996a).

En este sentido, los datos obtenidos en los test efectuados durante las tres temporadas nos muestran en la siguiente tabla:

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN			
TEMPORADA	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	***t***	***p***
93- 94	48,8857	6,401	46,6143	4,530	-2,2714	2,965	-2,18	0,089
95 - 96	45,9000	3,900	52,2000	5,825	6,3000	6,457	2,18	0,095
96 - 97	45,2250	5,144	50,8375	5,825	5,6125	6,351	2,50	0,041

Tabla 78: *Comparación de los resultados obtenidos en el Counter Movement Jump durante las tres temporadas y la variación entre la prueba inicial y final, junto con la t y la p de significación.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En la primera temporada (1993 - 94) observamos que, como en casi todas las pruebas efectuadas en ese período de preparación, la variación es negativa (-2,2714 +/- 2,965). Por el contrario, en las dos temporadas anteriores (1995 - 96 y 1996 - 97) encontramos que los resultados son más eficaces, debido sobre todo, a la forma de transferir las ganancias de fuerza que introducen movimientos específicos de competición donde la capacidad elástica es trabajada a la vez que los componentes contractiles del músculo.

Como hemos mencionado, desde el principio, el objetivo de estos procesos de entrenamiento es la mejora de la fuerza para que revierta en la aplicación eficaz de ésta en los gestos específicos del Voleibol como lo es el salto, ya sea en bloqueo (BLOQ.) o de remate (REMA.). Es, por tanto, muy importante observar las variaciones que se producen estos dos test durante las tres temporadas, las cuales mostramos en las siguientes tablas:

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN
TEMPORADA	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**
93- 94	53,36	7,52	52,59	6,31	-0,77
95 - 96	52,6	5,87	56,3	5,2	3,7
96 - 97	48,8	6,2	54,7	4,1	6,0

Tabla 79: *Comparación de los resultados obtenidos en el Bloqueo durante las tres temporadas y la variación entre la prueba inicial y final.*

	INICIO		FINAL		VARIACIÓN
TEMPORADA	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**	**SD**	**MEDIA**
93- 94	68,33	8,25	69,34	7,57	1,01
95 - 96					
96 - 97	67,7	5,0	73,3	5,6	5,5

Tabla 80: *Comparación de los resultados obtenidos en el Remate durante las tres temporadas y la variación entre la prueba inicial y final.*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En la primera temporada (1993 - 94), podemos observar que en estas dos pruebas, en las cuales se incluyen acciones técnicas, que implican un nivel coordinativo, a las capacidades meramente condicionales, vemos que la eficacia de la metodología empleada ha sido levemente superior que en los aspectos puramente físicos de la capacidad de salto. Como ya hemos explicado en la metodología, los jugadores realizaban un entrenamiento técnico - táctico paralelo, que a la vista de los resultados ha tenido una incidencia superior a la esperada, reforzando de forma significativa el entrenamiento de fuerza general (máxima) que incide, sobre todo, en los aspectos estructurales, morfológicos y funcionales de la musculatura solicitada.

Por otro lado, vemos que en la segunda temporada (1995 - 96), la mejora que se produce en el test de bloqueo es menor que la obtenida en las demás pruebas, hecho que se podría explicar como una falta de adaptación de la mejora de fuerza a los movimientos específicos, es decir, existe una variación positiva pero ésta no es tan grande como las otras, debido a que este test implica una coordinación de movimientos que, aunque es entrenado en las sesiones técnico - tácticas, no es transferida directamente al movimiento específico del bloqueo.

Por el contrario, el introducir un ejercicio durante la temporada 1996 - 97, el cual se ejecutaba en las sesiones de pesas, que implicaba un movimiento específico como el bloqueo contrajo una mejora en este test muy llamativa. Éste planteamiento es compartido por muchos autores que opinan que para deportistas altamente entrenados, el trabajo debe ser lo más específico posible (Verjoshanski et al., 1983).

Este tipo de ejercicios específicos que introducen movimientos técnicos dentro de las sesiones de pesas mejoran la coordinación del movimiento pero a demás si a esto le unimos que la transformación de la ganancia de fuerza se ha realizado de forma escalonada, primero buscando una adaptación de la fuerza máxima a los movimientos veloces con cargas elevadas (fuerza explosivo - tónica) y posteriormente una transferencia a este tipo de movimientos pero con cargas específicas o semi - específicas de competición (fuerza explosivo - balística) tenemos que las mejoras ha de ser mayores, tal y como queda reflejado en las variaciones logradas en esta última temporada (1996 - 97).

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

En cuanto a las comparaciones de las variaciones obtenidas en las tres temporadas (1993 - 94, 1995 - 96 y 1996 - 97) tenemos que éstas se han mostrado significativas en los test de SJ, CMJ, $SJ_{50\%}$ y $SJ_{75\%}$. En los test de Bonferroni y de Scheffé, con una fiablidad del 95%.Estos datos se muestran en las siguientes tablas:

	SJ			CMJ			$SJ_{50\%}$			$SJ_{75\%}$		
	93-94	**95-96**	**96-97**	**93-94**	**95-96**	**96-97**	**93-94**	**95-96**	**96-97**	**93-94**	**95-96**	**96-97**
93 - 94	-2,6286			-2,2714			-0,9857			-0,1286		
95 - 96		6,5600		*	4,3000		*	4,9800		*	5,6000	
96 - 97	*		5,9375	*		5,6125			2,7750			2,4750

Tabla 81: *Tratamiento estadístico, Bonferroni y Scheffe, de la variación producida en los tests de Squat Jump (SJ),Countermoviment Jump (CMJ), Squat Jump con sobre carga del 50% del peso corporal ($SJ_{50\%}$) y el Squat Jump con sobre carga del 75% del peso coroporal ($SJ_{75\%}$), entre las pruebas realizados al inicio y final de la preparación en cada una de las temporadas. ($p<0,050$)*

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

CONCLUSIONES

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

De acuerdo al planteamiento metodológico mantenido a lo largo de nuestro trabajo, las conclusiones serán expuestas en dos bloques. El primero engloba los resultados que corresponden a cada una de las temporadas por separado. Pues, como ya dijimos, el objeto de nuestro trabajo es estudiar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la capacidad de salto en jugadores de Voleibol de máxima categoría (élite), en tres temporadas diferentes con métodos de preparación distintas. Mientras que en el segundo se enunciaran las conclusiones del análisis conjunto de las tres temporadas.

En la primera temporada analizada (1993/94) el trabajo de fuerza se caracterizó por una preparación orientada hacia el *desarrollo de la fuerza máxima*, utilizando las sesiones de preparación técnico - táctica específica con balón como transformación de la ganancia de fuerza. Del análisis y discusión de los resultados obtenidos en esta temporada se puede concluir que:

- Esta metodología de trabajo no es suficiente para la mejora de la capacidad de salto, ya que no se consigue ninguna variación positiva en los test que nos permiten valorar las distintas manifestaciones de fuerza, como la explosivo - balística (SJ), la elástico - explosiva (CMJ) y la reactivo - elástico - explosiva (DJ).

- A nivel de la curva fuerza - velocidad se puede observar una ligera mejoría en las acciones que corresponden a la fuerza velocidad con cargas elevadas ($SJ_{100\%}$) debido, principalmente, a la clara orientación del trabajo analítico con sobrecargas que favorecía una ganancia de fuerza máxima y no una transformación de ésta a las acciones específicas del Voleibol, como la capacidad de salto.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- Al ser la muestra elegida jugadores de alto nivel y mantener durante todo el proceso de preparación un gran volumen de entrenamiento específico técnico - táctico las variaciones obtenidas en el test de batida de remate (REMA.) son mejores, lo que puede deberse a un perfecto dominio técnico y de coordinación del movimiento.

En la segunda temporada (1995/96) el método de entrenamiento empleado varió notablemente, debido a la inclusión del entrenamiento *pliométrico* y el *contraste de fuerza*. De los resultados obtenidos podemos concluir que:

- El utilizar un método de contraste de fuerza nos sirvió para mejorar las manifestaciones de fuerza tanto explosivo - balística como explosivo - tónica.

- Las sesiones de pliometría nos permitieron mejorar las manifestaciones elástico - explosiva como la reactivo - elástico - explosiva, sobre todo en las alturas correspondientes a 30 cm. y 55 cm., ya que fueron estas las utilizadas para el entrenamiento de esta cualidad.

- La combinación de estos dos métodos de entrenamiento favorecieron la adaptación de la musculatura implicada a los patrones cinéticos a los que se verán sometidos cuando se efectúen las acciones específicas durante la práctica competitiva, unido a que se llevó a cabo entrenamiento específico técnico - táctico durante todo el período de entrenamiento permitió, a la vez que una mejora de las demás manifestaciones de fuerza, una ganancia de la capacidad de salto en el bloqueo.

En la tercera y última temporada (1996/97) observada, la metodología empleada fue muy parecida a la desarrollada en la temporada anterior con la salvedad de que se sustituyó el entrenamiento pliométrico por sesiones de sobrecarga que se centraban en un *contraste de velocidad* e introducir *ejercicios que conlleven movimientos específicos* dentro de estas sesiones, obteniendo las siguientes conclusiones:

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- El entrenamiento de sobrecarga basado en contraste de velocidad se mostró altamente positivo para la mejora de la fuerza en relación a la velocidad, especialmente cuando la tensión que precisa el músculo se basa en la velocidad de ejecución, y no tanto cuando se necesita vencer mayores niveles de fuerza.

- El introducir ejercicios que conlleven movimientos específicos dentro de las sesiones con sobrecargas, produjo una mejora muy llamativa en el test de bloqueo (BLOQ.) y batida de remate (REMA.), demostrando la especificidad y efectividad de esta metodología para los movimientos de rápido desarrollo presentes en la actividad competitiva en Voleibol.

Como conclusión de nuestro trabajo podemos decir, para los sujetos de nuestra muestra, que:

- La metodología que se basó en entrenamiento con sobrecargas y teniendo como transformación las sesiones de preparación específica técnico - táctica (1993/94) no favorece la mejora de la capacidad de salto.

- Las dos temporadas que introducen una transformación progresiva de la ganancia de fuerza a la velocidad de realización de habilidades específicas presentes en la actividad competitiva del Voleibol (1995/96 y 1996/97) se mostraron más eficaces.

- La metodología de trabajo que introdujo el entrenamiento de contraste de fuerza y pliometría como transformación de la ganancia de fuerza a la velocidad de ejecución (1995/96), obtuvo un rendimiento mayor en acciones explosivo - tónicas, donde el nivel de fuerza tiene mayor preponderancia que el de velocidad, y no tanto en acciones específicas como el bloqueo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

- La transformación más directa de la ganancia de fuerza a las habilidades específicas que se realizó en la tercera temporada (1996/97), introduciendo primero un contraste de fuerza y luego de velocidad, así como ejercicios que conllevan movimientos específicos, se muestra más eficaz en las acciones que implican un nivel técnico y coordinativo alto, como la batida de remate o el bloqueo.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

BIBLIOGRAFÍA

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

1. **ABSALJAMOV, T.M.; ZORIN, W.P.; CHOOSE, J.M.**: *"Kontraktionsgeschwindigkeit von Muskeln und ihre Veränderung im sportlichen Training"*. Leistungssport. 6: 58 - 61. 1976.

2. **ADAMS ,K.; O'SHEA, J.P.; O'SHEA, K.L.; CLIMSTEIN, M.**: "The effect of six weeks of squat, pliometric and squat - pliometric on power production". Journal of Applied Sports Science Research. Vol. 6, pp. 36 - 41. 1992.

3. **ADEYANJU, K.; CREWS, T.R.; MEADORS, W.J.**: *"Effects of two speeds of isokinetic training on muscular strength, power and endurance"*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 23 (3): 352 - 656. 1983.

4. **AGUADO, X, IZQUIERDO, M.**: *"La detente horizontal. Estudio cinemático y cinético de 64 casos en las pruebas de ingreso en el I.N.E.F. de León"*. Archivos de Medicina del Deporte, 12, (46): 93 - 104. 1995.

5. **ALBA,A.**: *"Dosificación de las cargas en algunos ejercicios con pesas atendiendo a la dirección anaeróbica aláctica del entrenamiento moderno, y pruebas específicas para evaluar su efectividad"*. Boletín Científico Técnico. INDER. 3: 20 - 29. 1988.

6. **ALLMAN, H.**: *"Maximalkraft und sprintleistung - maximalkraftraining in sprint"*. En Bührle, M. E.: Frundlagen des maximal und Schnellkraftrainings. Schorndorf. 282 - 300. 1985.

7. **ARCHAMBAULT, J.M.; WILEY, P.B.; BRAY, R.C.**: *"Exercise loading of tendons and development of overuse injuries"*. Sports Medicine. 20 - 78. 1995.

8. **ARMSTRONG R.B.; WARREN, G.L.; WARREN, J.A.**: *"Mechanism of exercise induced muscle fiber injury"*. Sports Med. 12: 184 - 207. 1991. 1991.

9. **ARUIN, A.S.; PRILUTSKII, B.I.; RAITSIN, L.M.; SAVEL'EV, L.A.**: *"Biomechanical properties of muscles and efficiency of movement"*. Fiziol. Cheloveka. 5: 589 - 599. 1979.

10. **ASMUSSEN, E.; BONDE - PETERSERN, E**: *"Storage of elastic energy in skeletal muscle in man"*. Acta Physiologica Scandinavica, 91, 385 - 392, 1974.

11. **AURA, O; KOMI, P.V.**: *"Coupling time in stretch - schortening cycle: influence on mechanical efficiency and elastic characteristics leg extensor muscles"*. In Biomechanics X - A. (JONSSON, B.). Ed. Human Kinetics. Champaign, Illinois. pp. 507 - 511. 1987.

12. **BAKER, D.**: *"Improving vertical jump performance through general, special, and specific strength training: A brief review"*. Journal of Strength and Conditioning Research. 10 (2): 131 - 136. 1996.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

13. **BAKER, D.; WILSON, G.J.; CARLYON, B.**: "*Periodization: The effect of manipulating volume and intensity upon strength*". J. Strength Cond. Res. 8: 235 - 242. 1994.

14. **BAUMANN, W.; GLITSCH, U.; QUADE, K.**: "*Aspectos Biomecánicos del entrenamiento de la fuerza de salto*". Workshop. "Entrenamiento de la fuerza para el salto". Colonia, 1985. Traducido por Schorlemmer y Vélez. Agosto, 1990.

15. **BEDI, J.; CRESWELL, A.; ENGEL, T.; NICOL, S.**: "*Increase in jumping heigth associated with maximal effort vertical depth jumps*". Research Quaterly for exercise and sport. 58 (1): 11 - 15. 1987.

16. **BEHM, D.G.; SALE, D.G.**: "*Velocity specificity of resistance training*". Sport Medicine. 15 (6): 374 - 388. 1993.

17. **BEHM, D.G.; SALE, D.G.**: Velocity specificty in resistance training is determinated by intended rather then actual contraction velocity. Ed. McMaster University. Hamilton. 1991.

18. **BELJAEV, A.V.**: "*Methods of developing work capacity in volleyball*". Soviet Sports Rev. 20 (1): 35 - 38. (1985).

19. **BELJAEV, A.V.**: "*Ricerca sui carichi si allenamento e agonistici nella pallavolo*" (1974). En Ivoilov, A.V.; Note di Biomeccanica e metodica di allenamento nella Pallavolo. Ed. Societa Stampa Sportiva. pp. 156. Roma. 1984.

20. **BERGER, R.A.**: "*Effects of dinamic and static training on vertical jump*". Research Quaterly. 34 (1). 1966.

21. **BERGER, R.A.**: "*Optium repetitions of development of strength*". Research Quaterly. 33: 161 - 181. 1983.

22. **BIGLAND-RITCHIE, B.; DAWSON, N.J.; JOHANSON, R.S.; LIPPOLD, O.C.J.**: "*Reflex origin for the slowing of motoneurone firing rates in fatigue of human voluntary contractions*". Journal of Physiology. 379: 1380 - 1392. 1986.

23. **BLACK, B.**: "*Conditioning for Volleyball*". Strength and Conditioning, 53 - 55. Octubre. (1995).

24. **BOBBERT, M.F.**: "*El drop jump como método de entrenamiento para la habilidad del salto*". Sport medicine, 9 (1): 7-22, 1990.

25. **BOBBERT, M.F.; HUIJING, P.A.; VAN INGEN, G.J.**: "*Drop jumping I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping*". Medicine Science Sports Exercise. 19: 332 - 338. 1987a.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

26. **BOBBERT, M.F.; HUIJING, P.A.; VAN INGEN, G.J.**: "*Drop jumping II. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping*". Medicine Science Sports Exercise. 19: 339 - 346. 1987b.

27. **BOBBERT, M.F.; MACKAY, M.; SCHINKELSOEK, D.; HUIJING, P.A. Y VAN INGEN SCHENEAU, G.J.**: "*A biomechanical analysis of drop and countermovement jumps*" European Journal of Applied Physiology, 54, 566 - 573. 1986.

28. **BOBBERT, M.F.; VAN SOEST, A.J.**: "*Effects of muscle strengthening on vertical jump height; a simulation study*". Med. Sci. Sports. Exerc. 26 (8): 1012 - 1020. 1994.

29. **BOMPA, T.**: Periodization of strength: The new wave in strength training. Edit. Orietta Calcina. 1993.

30. **BOMPA, T.**: Theory and methodology of training. Ed. Kendall/Hunt. 1983.

31. **BONDARCHUK, A.**: "*Constructing a training system*". part. I. Track Technique. 102: 3254 - 3259/3268. 1988b.

32. **BONDARCHUK, A.**: "*Constructing a training system*". part. II. Track Technique. 103: 3286 - 3288. 1988a.

33. **BOSCO, C.**: "*El entrenamiento de la fuerza en Voleibol*". Revista de Entrenamiento Deportivo. 2 (5-6): 57 - 62. (1988).

34. **BOSCO, C.**: "*New tests for measurement of anaerobic capacity in jumping and leg extensor muscle elasticity*". Volleyball I.F.V.B. Official Magacine. 1: 22 - 30. 1981.

35. **BOSCO, C.**: "*Un método para la valoración del entrenamiento*". Sport & Medicina. Julio - Agosto: 13 - 16. 1990.

36. **BOSCO, C.**: "*Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza exposiva y de la potencia anaeróbica aláctica con el test de Bosco*". Apunts. 24: 151 - 156. 1987b.

37. **BOSCO, C.**: Elasticitá musculare e forza esplosiva nelle attivitá fisico-sportive. Ed. Societa Stampa Sportiva. Roma. 1985.

38. **BOSCO, C.**: La preparación física en el Voleibol y el desarrollo de la fuerza en los deportes de caracter explosivo - balístico. Sociedad Prensa Deportiva. Ed. Revista Voley. Argentina. (1987).

39. **BOSCO, C.**: La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Ed. Paidotribo. Barcelona. 1994.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

40. **BOSCO, C.**: La valorazione della forza con il test di Bosco. Società Stampa Sportiva. Roma. 1992.

41. **BOSCO, C.; KOMI, P.V.**: "*Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscle*". European journal of applied physiology and occupational physiology. 41: 275 - 284. 1979.

42. **BOSCO, C.; KOMI, P.V.; PULLI, M.; PITTERA, C.; MONTONEV, H.**: "*Considerations of the training of the elastic potential of the human skeletal muscle*" Volleybal Thecnical Journal, 6 (3). 75 - 81. 1982b.

43. **BOSCO, C.; LUTHANEN, P y KOMI, P.V.**: "*A simple method for measurement power in jumpig*". European journal of applied physiology and occupational physiology. 50: 273 - 282. 1983.

44. **BOSCO, C.; MAGNONI, P. y LUTHANEN, P.**: "*Relationship between isokinetics performance and ballistic movement*". European journal of applied physiology and occuational physiology. 51 (3): 357 - 364. 1983a.

45. **BOSCO, C.; PITTERA, C.**: "*Zur trainingswirkung neuenentwichelten Sprungübungen auf die Explosivkraft*". Leistungssport. 12 (1): 36 - 39. 1982f.

46. **BOSCO, C.; TARKKA, Y.; KOMI, P.V.**:"*Effect of elastic energy and myolectric potentation of triceps surae during stretch-schortening cycle exercise*" International Journal of Sports Medicine. 3, 137 - 140. 1982a

47. **BOSCO, C.; TIHANY, J.; KOMI, P.V.; FEKETE, G.; APOR, P.**: "*Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles*". Acta Physiol. Scand. 116: 343 - 349. 1982c.

48. **BOSCO, C.; VIITASALO, J.T.**: "*Potentiation of myoelectrical activity of human muscle during ballistics movement*". Electromyog. Clin. Neurophysiol. 22 (7): 549 - 562. 1982d.

49. **BOSCO, C.; VIITASALO, J.T.; KOMI, P.V.; LUTHANEN, P.I.**: "*Combined effect of elastic energy and myoelectric potentation during stretch - schortening cycle exercise*". Acta Physiol. Scand, 114: 557 - 557. 1982e.

50. **BRZYCKI, M.**: "*Strength testing: predicting in 1 RM from reps - to - fatigue*". JOHPERD. 64: 88 - 90. 1993.

51. **BÜHRLE, M.**: "*El concepto básico del entrenamiento de la fuerza de salto*". Simposium "Bases del entrenamiento de la fuerza rápida y máxima". Friburgo, 1983. Traducido por Schorlemmer y Vélez. Julio, 1990.

52. **BÜHRLE, M.; SCHMIDTBLEICHER, D.**: "*Der Einfluss von Maximalkrafttraining auf die Bewegungsschnelligkeit*". Leistungssport. 7: 7 - 10. 1977.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

53. **BULINGIN, M.A.**: *"Models for improving a volleyballer's physical qualities"* Theory and practice of physical culture. 6: 40 - 41. (1980).

54. **BURKE, R.E.; LEVINE, D.N.; TSARIS, P.; ZAJAC, F.E.**: *"Physiological types and hitochemical profiles in motor units of the cat gastrocnemius"*. Journal of Physiology (London). 234: 723 - 748. 1973.

55. **CAVAGNA G.A.; DUSMAN, B.; MARGARIA, R.**: *"Positive work done by previously streched muscle"*. Journal Aplied Physiology. 24: 21 -132. 1968.

56. **CAVAGNA, G.A.**: Musculo e Locomotzione. Ed. R. Cortina. Milán. 1988.

57. **CAVAGNA, G.A.; CITTERIO, G.; JACINI, P.**: *"The additional mechanical energy delivered by the contractile component of the previously stretched muscle"*. Journal of Physiology. 251: 65 - 66. 1975.

58. **CAVAGNA, G.A.; CITTERIO, G**: *"Effect of stretching on the elastic characteristics and the contractile component of frog striated muscle"*. J. Physiol. Lond. 239: 1 - 14. 1974.

59. **CAVAGNA, G.A.; SAIBENE, F.P.; MARGARIA, R.**: *"Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle"*. Journal Applied Physiology, 20. 157. 1965.

60. **CHU, D.**:*"The lenguaje of pliometric"*. National strength and conditioning Association journal. Vol. 6. 4: 30 - 31. 1984.

61. **CHUI, E.F.**: *"Effects of isometric and dynamic weigth training exercises upon strength and speed of movement"*. Research Quaterly. 35 (3): 246 - 257. 1964.

62. **CISAR, C., CORBELLI, J.**: *"The volleyball spike: A kinesiological and physiological analysis with recommendations for skill development and conditioning programs"*. National Strength and Conditioning Association Journal. 11 (1): 4 - 9. (1989).

63. **CLARKE, D.H.; HENRY, F.M.**: *"Neuromotor specifity and increased speed from strength development"*. Res. Q. 32: 315 - 325. 1961.

64. **CLUTCH, D.; WILSON, M.; McGOWN, C.; BRYCE, G.R.**: *"The effect of depth jumps and weigth training on leg strength and vertical jump"*. Research Quaterly for Exercise and Sport. 54; 5 - 10. 1983.

65. **COMETTI, G.**: La pliometrie. Edit. Universite de Bourgogne. 1988.

66. **COMETTI, G.**: Les methods modernes de musculation (2 tomos). Univ. Bourbogne. Dijon. 1989.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

67. **COUTTS, K.D.**: "*Kinetics differents of two volleyball jumping techniques*". Medicine Sciences Sports Exercise. 14, 1: 57 - 59. 1982.

68. **COYLE, E.F.; FERING, F.**: "*Muscular power improvements: specifity of training velocity*". Med. Science Sport Exercise. 12: 134. 1980.

69. **CROWE, A.**: "*Muscle spindles, tendon organs and joint receptors*". In. Biology of reptilia. Sensorimotor integration. Vol. 17. Neurology, C. (GANS, C.). University of Chicago Press. Chicago. pp. 454 - 495. 1992.

70. **DeRENNE, C.; BUXTON, B.P.; HETZLER, R.K.; HO, K.**: "*Effect of under and overweigthed implement training on pitching velocity*". Journal of strength and conditioning research. 8 (4): 247 - 250. 1994.

71. **DeRENNE, C.; HO, K.; BLITZBLAU, A.**: "*Effects of weigthed implement training on throwing velocity*". Journal of applied sport science research. 4 (1): 16 - 19. 1990.

72. **DERN,R.J.;LEVENE, J.M.; BLAIR, H.A.**: "*Forces exerted at different velocities in human arm movements*". American Journal Physiol. 151: 415 - 437. 1947.

73. **DIAMANT, J.; KELLER, A.; VER, E.; LITT, M.; ARRIDGE, R.G.C.**: "*Collagen: Ultraestructure and it is relation to mechanical properties as a function of ageing*". Proceeding of the Royal Society. 180: 239 - 315. 1972.

74. **DUCHATEAU, J.; HAINAUT, K.**: "*Isometric or dynamic training: Differential effects on mechanical propierties of a human muscle*". J. Appl. Physiol. 56: 296 - 301. 1984.

75. **DYBA, W.**: "*Physiological and activity characteristics of volleyball*". Volleyball Teach J. 6 (3): 33 - 51. (1982).

76. **EDGERTON, V.R.; ROY, R.R.; GREGOR, R.J.; RUGG, S.**: "*Morphological basis of skeletal muscle power output*". En Human muscle power. Edit. JONES, N.L.; McCARTNEY, N.; McCOMAS, A.J.. Ed. HUMAN KINETICS. CHAMPAIGN (IL.). p. 43 - 50. 1986.

77. **EDMAN, K.A.P.; ELZINGA, G.; NOBLE, M.I.M.**: "*Enhancement of mechanicla performance by stretch during tetanic contractions of vertebrale skeletal muscle fiber*". J. Physiol. 281: 139 - 155. 1978.

78. **EDMAN, K.A.P.; ELZINGA, G.; NOBLE, M.I.M.**: "*Residual force enhancement after strench of contracting frog simple muscle fiber*". J. Gen. Physiol. 80: 769 - 784. 1982.

79. **EHLENZ, H.; GROSSER, M; ZIMMERMANN, E.**: Entrenamiento de la fuerza. Ed. Martinez Roca. Barcelona. 1990.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

80. **FAWCETT, D.W.**: Tratado de Histiología. 12ª Edición. Ed. Interamericana. (por McGraw - Hill). 1996.

81. **FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J.**: "*Resistence training: Physiological responses and adaptations*". Part 2. Phys. Sports medicine. Vol. 16. Pp. 53 - 74. 1988.

82. **FORD, L.E.; HUXLEY, A.F.; SIMMONS, R.M.**: "*Tension responses to sudden length change in stimulated frog muscle fiber near slack length*". Journal Physiology. 269: 441 - 515. 1977.

83. **FRIEDLER, M.**: Voleibol. Ed. Pueblo y educación. La Habana, (1987).

84. **FRITZLER, W.**: "*La resistencia especial en el entrenamiento del Voleibolista*", Stadium. Octubre (28), nº 167:7 - 13. (1994).

85. **FUKASHIRO, S.; ITOH, M.; ICHINOSE, Y.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T.**: "*Ultrasonography gives directly but noninvasively elastic characteristic of human tendon in vivo*". European journal of applied physiology and occupational physiology. 71 (6): 55 - 557. 1995.

86. **GALE, J.B., NAGLE, F.J.**: "*Change in ATP and creatine phosphate storage in skeletal muscle otrats trained at 900 and 7600 feet*". Nature, 232: 332 - 343. (1971).

87. **GARCÍA MANSO J.M.; RODRÍGUEZ RUIZ, D.**: "*Comportamiento muscular en la fuerza reactiva*". Revista de Entrenamiento Deportivo. Tomo XI. 4: 5 - 12. 1998.

88. **GARCÍA MANSO, J.M.**: "*El entrenamiento de la capacidad de salto en los deportes de cooperación - oposición*". Escuela Canaria del Deporte, pág. 25 - 30, Las Palmas de Gran Canaria. 1993.

89. **GARCÍA MANSO, J.M.**: Comparación de la fuerza isométrica máxima ante contracciones repetidas de corta duración y recuperación semiincompleta: Incidencia del sexo, las capacidades condicionales y las características morfológicas". Tesis Doctoral. Las Palmas. 1994.

90. **GARCÍA MANSO, J.M.; NAVARRO VALDIVIESO, M. y RUIZ CABALLERO, J.A.**: Velocidad. Ed. Gymnos. Madrid. 1997.

91. **GARCÍA MANSO, J.M.; NAVARRO VALDIVIESO, M. y RUIZ CABALLERO, J.A.**: Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones. Ed. Gymnos. Madrid. 1996a.

92. **GARCÍA MANSO, J.M.; NAVARRO VALDIVIESO, M. y RUIZ CABALLERO, J.A.**: Pruebas de valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física. Ed. Gymnos. Madrid. 1996b.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

93. **GARCÍA MANSO, J.M.; NAVARRO VALDIVIESO, M. y RUIZ CABALLERO, J.A.**: Planificación del entrenamiento deportivo. Ed. Gymnos. Madrid. 1996c.

94. **GOLDSPINK, G.**: "*Malleability of the motor system: a comparative approach*". Journal of experimental biology. 115: 375 - 391. 1985.

95. **GOLLHOFER, A; KYROLAINEN, H.**: "*Neuromuscular control of the human leg extensor muscles in jump exercise under various stretch - load conditions*". Int. J. Sports. Med. 12: 34 - 40. 1991. 1991.

96. **GOLLNICK, PH. D.; BAYLY, W.M.**: "*Biochemical Training Adaptions and Maximal Power*". En Human Muscle Power. (JONES, N.L.; McCARTNEY, N.; McCOMAS, A.J..). Human Kinetics. Champaign, Illinois. pp. 255 - 267. 1986.

97. **GONZALEZ BADILLO, J.J.**: Halterofilia. Ed. Comité Olímpico Español. Madrid. 1991.

98. **GONZÁLEZ BADILLO, J.J.; GOROSTIAGA E.** Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Ed. Inde Publicaciones. Zaragoza, 1995.

99. **GONZÁLEZ, M. AT AL.**: "*Valores ergométricos en deportistas españoles de élite*". Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la E.F. y D. 14: 11 - 51. (1990).

100. **GOUBEL, F.**: "*Muscle mechanics: fundamental concepts in stretch - schortening cycle*". En Muscular function in exercise and training (Basel). Nice. pp: 24 - 35. 1987.

101. **GROSSER, M.**: Entrenamiento de la velocidad. Fundamentos, métodos y programas. Ed. Martinez Roca. 1992.

102. **GROSSER, M.; HERMANN, H.; TUSKER, F.; ZINTL, F.**: El movimiento deportivo. Bases anatómicas y biomecánicas. Ed. Martínez Roca. Barcelona. 1991.

103. **GUTIERREZ, M.; SOTO, V.; SNATOS, J.A.**: "*Análisis biomecánico del remate de Voleibol*". Departamento de Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada. Septiembre, 1992.

104. **HÄKKINEN, K.**: "*Daily changes in neural activation, force-time and relaxation-time characteristics in athletes during very intense trainig for one week*". Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 29. 9 - 26. 1989a.

105. **HÄKKINEN, K.**: "*Maximal force, explosive strength and speed in female volleyball and basketball players*". Journal of Human Moviment Studies. 16. 291 - 303. 1989b.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

106.**HÄKKINEN, K.**: "*Scientifics facts used as a base to determine Strength*". 1991.

107.**HÄKKINEN, K.; ALEN, M.; KOMI, P.V.**: "*Changes in isometrics force - andrelaxion - time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining*". Acta physiol. Scand. 125: 573 - 585. 1985a.

108.**HÄKKINEN, K.; KESKINEN, K.L.**: "*Muscle cross - sectional area and voluntary force production characteristics in elite strength - and endurance - trainined athletes and sprinters*". Eur. J. Appl. Phys. 59: 215 - 220. 1989.

109.**HÄKKINEN, K.; KOMI, P.V.**: "*Alterations of mechanical characteristics of human skeletal muscle during strength training*". European Journal Aplied Physiology. 50: 161 - 172. 1983

110.**HÄKKINEN, K.; KOMI, P.V.**: "*Training - induced changes in neuromuscular performance under voluntary and reflex conditions*". Eur. J. Appl. Phys. 55: 147 - 155. 1986.

111.**HÄKKINEN, K.; KOMI, P.V.; ALEN, M.**: "*Effect of explosive type strength training on isometric force - and relaxation - time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles*". Acta physiol. Scand. 125: 586 - 600. 1985b.

112.**HÄKKINEN, K.; KOMI, P.V.; ALEN, M.; KAUHAMEN, H.**: "*EMG, muscle fiber and force production characteristics during 1 year training period in elite weigth - lifters*". European Journal of Applied Physioloy. 56: 419 - 427. 1987.

113.**HÄKKINEN, K.; KOMI, P.V.; TESCH, P.**: "*Effect of combined concentric and excentric muscle work regimens on maximal strength development*". Journal Human Movement Studies. 7: 33 - 34. 1981a.

114.**HÄKKINEN, K.; KOMI, P.V.; TESCH, P.A.**: "*Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force - time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles*". Scand. J. Sports Sci. 3 (2): 50 - 58. 1981b.

115.**HÄKKINEN, K.; PAKARINEN, A.; ALEN, A.; KAUHANEN, H.; KOMI, P.V.**: "*Neuromuscular and hormonal response in elite athletes to two successive strength training in one day*". Eur. J. Appl. Phys. 57:133 - 139. 1988.

116.**HALLMAN, W.; HETTINGER, T.**: Sportmedizin: Arbeits und Trainsgrundlagen. Sttutgart. 1976.

117.**HARMAN, E.A.; ROSENSTEIN, M.T.; FRYKMAN, P.N.; ROSENSTEIN, R.M.**: "*The effects of arms and countermovement on vertical jumping*". Medicine Science Sports Exercise. 22 (6): 825 - 833. 1990.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

118.**HARRE, D.**: Teoría del entrenamiento deportivo. Ed. Stadium. Buenos Aires. 1987.

119.**HARRE, D.; HAUPMANT, M.**: "*La rapidez y su desarrollo*". Revista de Entrenamiento Deportivo". Vol. IV. nº 4. 2 - 9. 1990.

120.**HARRE, D.; LOTZ, I.**: "*Entrenamiento de la fuerza rápida*". Revista de Entrenamiento Deportivo. 2, 3: 42 - 49. 1988.

121.**HERNÁNDEZ, LUIS.**: "*La técnica*". En Voleibol. Ed. Comite Olímpico Español. pág. 59 - 132. 1992.

122.**HERRERA, G., CALLEJÓN, D.**: "*La preparación Física en Voleibol*". Capitulo IV, en Voleibol. Ed. Comité Olímpico Español. Madrid. (1992).

123.**HILL, A.V.**: "*The dimensions of animals and their muscular dynamics*". Sci. Prog. 38: 209 - 230. 1950.

124.**HILL, A.V.**: "*The heat of schortening and the dinamic constants of muscle*". Proccedings of the Royal Society of London. 126: 136 - 195. 1938.

125.**HOCHMUTH, G.**: "*Biomecánica de los movimientos deportivos*". Instituto Nacional de Educación Física. Madrid. 1973.

126.**HOFFER, A.; ANDREASSEN, S.**: "*Regulation of soleus muscle stiffness in premmammillary cats. Intrinsic and reflex components*". J. Neurophysiol. 45: 267 - 285. 1981.

127.**HOLCOMB, W.R.; LANDER, J.E.; RUTLAND, R.M.; WILSON, G.D.**: "*The effectiveness of a modified plyomteric program on power and vertical jump*". J. Strength and Cond. Res. 10 (2): 89 - 92. 1996.

128.**HOROWITS, R.; KEMPNER, E.S.; BISHER, M.E.; PODOLSKY, R.J.**: "*A physiological role for titil and nebulin in skeletal muscle*". Nature. 323: 160 - 166. 1986.

129.**IGLESIAS, F.**: "*Análisis del esfuerzo en el Voleibol*", Stadium, Diciembre. 17 - 23. 1994.

130.**IKAI, M.; STEINHAUS, A.H.**: "*Some factors modifying the expression of human strength*". Journal of Aplied Physiology. 28: 157 - 163. 1961.

131.**INGELMARK, B.E.**: "*Der Bau der sehnen wärend verschiedener Altersperioden und unter wechselden funktionellen Bedingungen*". Acta Anatom. 6: 113 - 140. 1948.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

132.**INGELMARK, B.E.**: "*Uber den Bau der sehnen während verschiedener Altersperioden und unter wechselden funktionellen Bedingungen*". Acta Soc. Med. Uppsala. 50: 357 - 396. 1945.

133.**IVOILOV, A.V.**: Voleibol. Ensayos de biomecánica y metodología del entrenamiento. Ed. Científica - Técnica. La Habana. 1988.

134.**IZQUIERDO, M., MORANTE, J.C.**: "*Aspectos técnicos condicionantes en la manifestación explosiva de la fuerza. Aplicación al salto*". Revista Española de Educación Física y Deportes. 3 (3): 23 - 30. 1996.

135.**JOSEPHSON, R.K.**: "*Contraction dynamics and power output of skeletal muscle*". Annuary Rev. Physiology. 55: 527 - 546. 1993.

136.**KABITS, C.; HARAHOUSOU, Y.**: "*A study on relationship between strngth and power of various body parts in throwers*". Journal of human movement studies. 26 (5): 205 - 212. 1994.

137.**KANEKO, M.; FUCHIMOTO, T.; TOJI, H. y SNEY, K.**: "*Training effect of different loads on the force-velocity relathionship and mechanical power output in human muscle*". Scandinavica Journal of Sports and Science. 5 (2): 50 - 55. 1983.

138.**KANESHIA, H.; MIYASHITA, , M.**: "*Effects of heavy resistance and explosive - type strength training methods on mechanical, functional, and metabolic aspects of performance*". Exerc. Sport Biol. 92 - 102. 1983.

139.**KANUS, P.; JÓZSA, L.; NATRI, A.; JÄRVINEN, M.**: "*Effects of training, inmobization and remobilization on tendons*". Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports. 7: 67 - 71. 1997.

140.**KARLSSON, I.J., NORDENSON, J., JORFELDT Y SALTIN, B.**: " *Muscle lactate, ATP and C. P. levels during exercise after physical training in man*". J. Appl. Physiol. 33: 199 - 203. (1972).

141.**KIISKINEN, A.; HEIKKINEN, F.**: "*Effect of physical training on development and strength of tendons and bones in growing mice*". Scand. Journal Clinical Lab. Invest. 29: supl. 123. 1973.

142.**KILANI, H.A.; PALMER, S.S.; ADRIAN, M.I.; GAPSIS, J.J.**: "*Block of the stretch reflex of vastus lateralis during vertical jumps*". Human Movement Science. 8: 247 - 269. 1989.

143.**KING, I.**: "*Plyometric training: In perspective*". Sports 13: 5 - 6. 1993.

144.**KOH, T.J.**: "*Do adaptations in serial sarcomere number occur with strength training?*". Human movement science. 14 (1): 61 - 77. 1995.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

145.**KOMI, P.V.**: "*Elastic potentiation of muscle and its influence on sport performance*". En Biomechanics and Performance in Sport (Baumann, W.). Schorndorf: Verlag Karl Hoffman. Pp. 59 - 70. 1983.

146.**KOMI, P.V.:** "*Measurement of the force-velocity relationship in human muscle under concentric and eccentric contractions*" In. Medicine and Sport, Vol. 8, Biomechanics III, 224 - 229. Karger, Basel. 1973.

147.**KOMI, P.V.**: "*Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effect of muscle structure and setrch - schortening cycle on force and speed*". Exercise and sport science reviews. 12: 81 - 121. 1984.

148.**KOMI, P.V.**: "*Stretch - Schortening Cycle*" En Strength and Power in Sport. (KOMI, P.V.). Blackwell Scientific Publications. Londres. Capítulo 6: 169 - 179. 1992.

149.**KOMI, P.V.**: "*Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hyperttophic, and mechanical factors*". Int. J. Sports Med. 7 (Suppl.): 10 - 15. 1986.

150.**KOMI, P.V.; BOSCO, C.**: "*Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women*". Medicine and Science in Sports Exerc. 10: 261 - 265. 1978.

151.**KORGE, P., CAMPBELL, K.B.** *The importance of ATPase microenvironment in muscle fatigue: A hypothesis*". International Journal Sports Medicine. 16:172-179. 1995.

152.**KUNTSLINGER, U., LUDWING, H., STEGEMANN, J.**: "*Metabolic changes during volleyball matches*". Int. J. Sports Med. 8: 315 - 322. 1987.

153.**KUTNESOV, J.J.**: Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel. Ed. Stadium. Buenos Aires. 1984.

154.**LETZELTER,H.; LETZELTER,M.**: Entrenaiment de la force. Edit. Vigot. Paris. 1990.

155.**LIEBER, R.L.; FRIDEN, J.**: "*Muscle damage is not a function of muscle force but active muscle strain*". J. Appl. Physiol. 74: 520 - 526. 1993.

156.**LOCATELLI, E.**: "*La fuerza*". Atletica Leggera. 365: 50 - 56. (Traducción de M. Vélez). San Cugat. 1990.

157.**LOPEZ CALBET, J.A.; ARTEAGA, R.; CHAVARREN, J.; DORADO, C.**: "*Comportamiento mécanico del músculo durante el ciclo estiramiento - acortamiento (II). Factores neuromusculares*". Vol. XII. 47: 219 - 223. 1995.

158.**LÓPEZ DE VIÑASPRE, P.; PORTA, J.; COS, F.**: "*El entrenamiento de la fuerza en deportes de equipo*". APUNTS: Educación Física y Deportes. 43: 55 - 62. 1996.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

159.**LOTASH, M.L.; ZATSIORSKY, V.M.**: "*Joint stiffness: Myth or reality?*". Human Movement Science. 12: 653 - 692. 1993.

160.**LUHTANEN, P.; KOMI, P.V.**: "*Segmental contribution to forces in vertical jump*". Abstracts of the International Congress of Physical Activity Sciences. Quebec. 1976.

161.**MacDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A.; GREEN, H.J.**: Evaluación fisiológica del deportísta.Ed . Paidotribo. Barcelona. 1996.

162.**MacDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A.; GREEN, H.J.**: Physiological Testing of the high performance athlete. Ed. Human Kinetics. Champain, Illinois. 1991.

163.**MAFFULLI, N.; TESTA, V.; CAPASSO, G.; MAFFULLI, F.**: "*Attivita sportiva e tendine di achille*". Atleticastudi. 23 (6): 239 - 254. 1992.

164.**MAIR, J.; KOLLER, A.; ARTNER - DWORZAK, L; HAID, C.; WICKE, K.; JUDMAIER, W.; PUSCHENDORF, B.**: "*Effects of exercise on plasma myosin heavy chain fragments and MRI of skeletal muscle*". J. Appl. Physiol. 72: 656 - 663. 1993.

165.**MANNO, R.**: Fundamentos del entrenamiento deportivo. Ed. Paidotribo. Barcelona. 1991.

166.**MASTRAPAOLO, J.A.; TIMSON, B.F.**: "*Training induced muscle enlargement*". Journal of applied physiology. 71 (1): 372 - 374. 1991.

167.**MATVEIEV, L.P..**: "*Modern procedures for the construction of macrocicles*". Modern athlete and Coach. 30 (1): 32 - 34. 1992.

168.**MATVEIEV, L.P.**: "*L'allenamento e la sua organizacione*". Rivista di Cultura Física. 9 (18): 3 - 6. 1990.

169.**MATVEIEV, L.P.**: El proceso de entrenamiento. Ed. Stadium. Buenos Aires, 1982.

170.**MATVEIEV, L.P.**: Periodización del entrenamiento deportivo. Ed. INEF. Madrid. 1977.

171.**MATVEIEV,L.P.**: Fundamentos del entrenamiento deportivo. Ed. Ráduga. Moscú. 1985.

172.**McCLEMENTS, L.G.**: "*Power relative to strength of legs and thigh muscles*". University Microfilms, Ann Arbor, IV. pp.: 87. 1966.

173.**MOFFROID, M.; WHIPPLE, M.**: "*Specifity of speed of exercise*". Physiology Ther. 50: 1693 - 1699. 1970.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

174.**MOLINA, J.J.; SAGASTUME, R.; FANO, D.**: "*Estudio de los factores musculares implicados en la saltabilidad de jóvenes jugadores de Voleibol*". Kirola Ikertuz, nº8, otoño, pág. 25 - 45. 1994.

175.**MORÁS, G. y LÓPEZ, D.**: "*Relación entre diferentes tests de salto en Voleibol utilizando la plataforma de Bosco*". APUNTS. Vol. XXXII. 119 - 129. !995.

176.**MORGENSTERN, R.; PORTA, J.; RIBAS, J.; PARRERO, J.L. y RUANO GIL, D.**: "*Análisis comparativo del test de Bosco con técnicas de vídeo 3D (Peak performance)*". APUNTS. Vol. XXIX. 225 - 231. 1992.

177.**MORITANI, T.; DE VRIES, H.**: "*Neural factors versus hypertrofy in the time course of muscle strength gain*". American Journal Physical Medicine. 58. 3: 115 - 130. 1979.

178.**MORITANI, T.; MURO, M.; ISHIDA, K.; TAGUSHI, S.**: "*Electrophysiological analyses of the effects of muscle power training*". Research Journal Physiology. 1: 23 - 32. 1987.

179.**MORRISSEY, M.C.; HARMAN, E.A.; JOHNSON, M.J.**: "*Resistance training modes: specifity and effectivness*". Med. Sci. Sports Exerc. 27 (5): 648 - 660. 1995.

180.**NAAR, T.**: "*Step by step study of a volleyball player*". Sports Coach. 6 (3): 41 - 46. (1979).

181.**NAVARRO, F.**: "*Estrategias de la planificación del entyrenamiento deportivo*". Novedades en Entrenamiento Deportivo. Las Palmas de Gran Canaria y Santa Cruz de Tenerife. 1995.

182.**NAVARRO, F.**: "*Tendencias actuales en la planificación del entrenamiento*". I Simposium de Educación Física Escolar y Alto Rendimiento. Las Palmas de Gran Canaria. 1993.

183.**NAVARRO, F.**: Principios del entrenamiento y estructuras de la planificación deportiva. Módulo 2.2.1. Master en Alto Rendimiento Deportivo. Apuntes de 1994.

184.**O'BREIN, M.**: "*Functional anatomy and physiology of tendons*". Clinics in Sports Medicine. 11 (3): 505 - 519. 1992.

185.**ORTIZ CERVERA, V.**: Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición. Ed. INDE. Barcelona. 1996.

186.**OZOLIN, N.G.**: El entrenamiento en el sistema contemporaneo. Ed. Científico - Técnica. La Habana. 1983.

187.**PAYNE, A.H.; SLATER, W.J.; TELFORD, T.**: "*The use of a force plataform in the study of athletic activities*". Ergonomics, 11: 123-143. 1968.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

188.**PEDEMONTE, J.**: "*The preparation of Soviet throwers for the Moscow Olimpics*". National Strength and Conditioning Association Journal. 10 (4): 58 - 61. 1983.

189.**PÉREZ, J., HERNÁNDEZ, J.A., BLACKWOOD, O.S.**: "*Estudio de la saltabilidad en voleibolistas cubanos de alto rendimiento*". Revista de Entrenamiento Deportivo. Volumen 4, nº 5. (1990).

190.**PERRINE, J.J.; EDGERTON, V.R.**: "*Muscle force-velocity and power-velocity relationships and isokinetics loading*". Medicine and Science in Sport. 10: 159 - 166. 1978.

191.**PLATONOV, V.N.**: La adaptación en el deporte. Ed. Paidotribo. Barcelona. 1991.

192.**POLIQUIN, C.**: "*At which speed should repetitions be performed*". Sport Coach. April - June: 35 - 38. 1990.

193.**POPRAWSKI, B.**: "*Strength power speed development process in power events*". En Canadian track and field. (CTFA Association). Toronto. pp.: 1 - 7. 1987.

194.**POUSSON, M.; VAN HOECKE, J.; LEGRAND, J.; BERJAUD, S.**: "*Détente et élasticité: Effects d'un entraînement pliométrique*". Science et motricité. 25: 19 - 26. 1995.

195.**REIβ, M.**: "*Problemi dell'allenamiento di alto livello negli sport di resistenza*". Scuolla dilo Sport. 10 (22): 30 - 39. 1991.

196.**ROBERTSON, D.G.E.; FLEMING, D.**: "*Kinetics of standing broad and vertical jumping*". Canadian Journal Sports Sciences. 12 (1): 19 - 23. 1983.

197.**RODRÍGUEZ RUIZ, DAVID; GARCÍA MANSO JUAN M.**: "*Efecto de dos modelos de entrenamiento de la fuerza especial en Voleibol: Aplicación práctica de dos temporadas en el C.V. Gran Canaria*". Archivos de Medicina del Deporte. Vol. XIV. 57: 25 - 30. 1997.

198.**ROLLHÄUSSER, H.**: "*Funktionelle Anpassung der Schenfaser mi submikroskopischen Bereich*". Anat. Anz. 51: 318 - 322. 1954.

199.**ROMÁN, I.**: Indicadores desplazados de la carga de entrenamiento. Ed. ISCF. La Habana. 1988.

200.**RYHUSI, T.; HÄKKINEN, K.; KAUHANEN, H.; KOMI, P.V.**: "*Muscle fiber characteristics, muscle cross - sectional area and force production instrength athletes, physically active males and females*". Scand. J. Sports Sci. 10: 7 - 15. 1988.

201.**SALE, D.G.; MaCDOUGALL, J.D.**: "*Specifity in strength training: a review for the coach and athletes*". Can. J. Appl. Sports Science. 16, 2: 87 - 91. 1981.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

202.**SÁNCHEZ BAÑUELOS, F.**: Bases teóricas y funcionales del Alto Rendimiento Deportivo. Conceptos, requisitos y condicionantes. Mod. 1.1.1. Master en Alto Rendimiento Dportivo. 1994.

203.**SANTOS, J.A.**: "*La preparación física dentro del entrenamiento integrado en Voleibol*", Escuela Canaria del Deporte. Simposium sobre Preparación Física Específica. Las Palmas de Gran Canaria. (1993).

204.**SCHMIDTBLEICHER, G.**: "*Aspectos Neurofisiológicos del Entrenamiento de la Fuerza de Salto*". Workshop, "Entrenamiento de la Fuerza para el salto". 1985. Traducción de M. Schorlemmer y M. Vélez. 1990.

205.**SCHMIDTBLEICHER, G.**: "*Training for power events*". In: Strength and power in sport. Edited by P. Komi. Blackwell Scientific Publication, London. 381 - 395. 1992.

206.**SCHMIDTBLEICHER, G.; HARALAMBIE, D.**: "*Changes in contractile proteies of muscle after strength training in man*". Eur. J. Appl. Physiol. 46: 221 - 228. 1981.

207.**SEIRULLO, F.; MASSAFRET, M.; ESPAR, F.**: "*Aplicación en el espacio deportivo específico de los sistemas de entrenamiento*". En Novedades en entrenamiento deportivo. Escuela Canaria del Deporte. 1995.

208.**SEMENICK, D.; ADAMS, K.**: "*The vertical Jump: A kinesiological analysis with recommendations for strength and conditioning programming*". National Strength and Conditioning Association Journal 9 (3): 5 - 9. 1987.

209.**SHADWICK, R.E.**: "*Elastic energy storage in tendons: mechanical differences related to funtion an age*". Journal Applied Physiology. 68: 1033 - 1040. 1990.

210.**SHORTEN, M.R.**: "*Muscle elasticity and human performance*" Med. Sport Sci. 25: 1 - 18.. 1987.

211.**SIDORENKO, S.**:"*Periodización y control del entrenamiento de los saltadores*". Workshop de saltos. CAR de San Cugat. Transcripción de M. Vélez. Abril 1991.

212.**SOLDATI, A; LUBICH, T.**: "*Dinamometria isocinetica e prestazioni di forza esplosiva in pallavolisti di alto livello*". Medicina dello sport. 42 (2): 55 - 59. 1989.

213.**SOMMER, H.M.**: "*The biomechanical and metabolic effect of running regimen on the Achilles tendon in the rat*". Orthop. 11: 71 - 75. 1987.

214.**SPASSOV, A.**: "*Special considerations when programming for strength and power for atheltes (I)*". National Strength and Conditioning Association Journal. 10 (4): 58 - 61. 1988.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

215.**SPENCE, D.W.; DISCH, J.G.; FRED, H.L.; COLEMAN, A.E.**: "*Descreptive profiles of highly skilled women volleyball players*". Medicine Science Sports. 12: 299 - 302,.1980.

216.**STACOFF, A.; KAELIN, X y STUESSI, E.**: "*Belastungen im Volleyball bei der Laundung nach dem Block*". Deutsche Zeitschrift fuer Sportmedizin. 38 (11): 458 - 464. 1987.

217.**STONE, M.H.; FLECK, S.J.; TRIPLETT, N.R.; KRAEMER, W.J.**: "*Physiological adaptations to resistence training exercise*". Sports Medicine. 11: 210 - 231. 1991.

218.**TANT, C.L., LAMACK, D., GREENE, B.**: "*A biomechanical and physiological analysis of the volleybal jump set*". National Strength and Conditioning Association Journal. 15 (4): 25 - 30. (1993).

219.**TESCH, P.A.; LARSSON, L.**: "*Muscle hypertrofie in bodybuilders*". Eur. J. Appl. Physiol. 49: 301 - 306. 1982.

220.**TESCH, P.A.; THORSTENSSON, A.; KAISER, P.**: "*Muscle capillary supply and fiber type characteristics in weigth and power lifters*". J. Appl. Physiol. 56: 35 - 38. 1984.

221.**THORSTENSON, A., SJONDIN, B., KARLSSON, J.**: "*Enzime activities and musc strength after spring training in man*". Acta Physiol. Scand. 94: 313 - 318. (1975).

222.**THYS, H.; CAVAGNA, G.A.; MARGARIA, R.**: "*The role played by elasticity in an exercise involving movements of small amplitude*". Pflugers Arch. 354: 281 - 286. 1975.

223.**THYS, H.; FARAGGIANA, T.; MARGARIA, R.**: "*Utilization of muscle elasticity in exercise*". J. Appl. Physiol. 31: 281 - 286. 1972.

224.**TIDBALL, J.G.**: "*Energy stored and dissipated of single muscle baseement membranes during sinusoidal oscillations*". Biophysical J. 50: 1127 - 1138. 1986.

225.**TIHANY, J.**: "*Fisiología y mecánica de la fuerza* ". Rivista de Cultura Sportiva (Scuola dello Sport). 13: 12 - 17. 1988.

226.**TIHANY, J.**: "*Fisiología y mecánica de la fuerza*". Revista de entrenamiento deportivo (RED).Vol. III. 2: 2 - 10. 1989.

227.**TIHANY, J.**: "*Planificación y control del entrenamiento de la potencia basado en las fibras musculares y en las características mecánicas*". (Presente y tendencias de futuro del entrenamiento de la fuerza). I Jornadas internacionales sobre alto rendimiento deportivo. 1997.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

228. **TITTEL, K.; OTTO, H.**: "*Der Einfluss eines Lauftrainings Unterschiedlichen Dauer und Intensität auf die Hypertropic. Zugfestgkeit und Dehnungsfähigkeit des straffen Kollagenen Bindewebws*". Med. Sport. 10: 308 - 312. 1970.

229. **TSCHINE, P.**: "*La prioridad del aspecto biológico en la teoría del entrenamiento*". Scuola de lo Sport. 23: 2 - 8. (Traducido por R. Coll). 1991.

230. **VAN INGEN - SCHENEAU, G.; BOBBERT, M.; HUIJING, P. y WOITTIEZ, R.**: "*The instantaneus torque - velocity relation in plantar flexion during jumping*". Medicine and science and exercise. 17 (4): 422 - 426. 1985.

231. **VARGAS, R.**: La preparación física en Voleibol. Ed. Pila Teleña. Madrid, (1982).

232. **VÉLEZ, M.**: "*Control de la planificación y desarrollo del rendimiento en el Fosbury Flop*". Apunts: Educació Física i Esports. 28: 7 - 16. 1992a.

233. **VÉLEZ, M.**: "*El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto*". II Jornadas de Actualización sobre el Entrenamiento del Deportista de Élite". CIMD. Pamplona. 1991.

234. **VÉLEZ, M.**: "*Entrenamiento de la fuerza para la mejora del salto*". APUNTS. Vol.: XXIX. 139 - 156. 1992b.

235. **VERJOSHANSKI Y.; TAYTAN, V.**: "*Power development*". Modern Athlete and Coach. 3 (2): 21 - 22. 1983.

236. **VERJOSHANSKI, Y.**: "*La capacità di salto degli atleti, struttura e specialità della loro forza rapida*". Teoria I Praktika Fisiceskoj Kul'tury. 10: 2 - 6. 1970.

237. **VERJOSHANSKI, Y.**: "*Principi dell'organizzazione del'allenamento nelle discipline di forza veloce, nell'atletica leggera*". Atleticastudi. pp. 11 - 19. 1979.

238. **VERJOSHANSKI, Y.**: "*Speed - strength preparation and development of strength endurance of athletes in various specializations*". Soviet Sports Review. 21: 120 - 124. 1986.

239. **VERJOSHANSKI, Y.**: Entrenamiento deportivo. Ed. Martínez Roca. Barcelona. 1990.

240. **VERJOSHANSKI, Y.; VIRU, A.**: "*Adaptación a largo plazo*". Comunicaciones técnicas ENEP. 9 (9): 37 - 51. 1992.

241. **VIIDIK, A.**: "*Tensile strength properties of Achiles tendon system in trained and untrained rabbits*". Orthop. Scand. 40: 261 - 272. 1962.

242. **VIITASALO, J.T., RUSKO, H., PAJALA, O., RAHKILA, P., AHILA, M., MONTONEN, H.**: "*Endurance requeriments in volleyball*". Can. J. Sports Sci. 12: 194 - 201. 1987.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

243. **VIITASALO, J.T.**: "*Anthropometric and Physical performance characteristics of Volleybal players*" Canadian Journal Applied Sports and Science. 7 (3): 182 - 188. 1982.

244. **VIITASALO, J.T.**: "*Effects of training on force - velocity characteristics*". En Biomechanics IX - A. (WINTER, D.A.; NORMA, R.W.; WELLS, R.P.; HAYES, K.C.; PATLA, A.E.). Ed. Human Kinetics. Champaign Il. pp 91 - 95. 1985.

245. **VIITASALO, J.T.**: "*Evaluation of explosive strength for young and adult athletes*". Research Quaterly for Exercise and Sport. 59 (1): 9 - 13. 1988.

246. **VIITASALO, J.T.; BOSCO, C.**: "*Electromechanical behaviour of human muscles in vertical jumps*". European Journal of Applied Physiological. 48: 253 - 261. 1982.

247. **VIITASALO, J.T.; SAUKKONEN, S.; KOMI, P.V.**: "*Reproductibility of mesasurements of selected neuromuscular variables in man*". Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 20: 487 - 501. 1981.

248. **VITTORI, C.**: "*Entrenamiento de la fuerza en el sprint*". Atleticastudi. 1, 2: 3 - 25. Traducción de Vélez, J.M.; Vela, J.M. y Galilea, P.A. 1990.

249. **VITTORI, C.**: "*Entrenamiento de la fuerza en el sprint*". Revista de entrenamiento deportivo. 4, 3. 1990.

250. **VOIGT, M.; KLAUSEN, K.**: "*Changes in muscle strength and speed of an unloaded movement after various training programmes*". Eur. J. Appl. Physiol. 60: 370 - 376. 1990.

251. **VOLKOV, N.I.; BELJAEV, N.A.; SMIRNOV, Y.I.**: "*The factorial structure of special endurance of volleyball players*". Teoria I Praktika Fisiceskoj Kul'tury. 8: 21 - 28. 1977.

252. **VOROBIEV, A.N.**: Halterofilia. Ensayo sobre fisiología y entrenamiento deportivo. Ed. Libros de México. México. 1974.

253. **WEINEK, J.**: Biologie du sport. Ed. Vigot. Paris. 1992.

254. **WEINEK, J.**: Entrenamiento óptimo. Ed. Hispano - Europea. Barcelona. 1988.

255. **WESTON, J.**: "*A study of biomechanical variables in the countermovement jump and drop jump performed by female intercollegiate athletes*". Microform Publications. Institute for Sport and Human Performance. Univ. of Oregon. (Abtrat). 1994.

256. **WHITLEY, J.D.; SMITH., L.E.**: "*Influence of three different training programs on strength and speed of a limb movement*". Res. Q. 37: 132 - 142. 1966.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004

257.**WILKERSON, J.D.:** "*Comparative Model 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 - A. Champaign. Il.: Human Kinetics, 434 - 437. 1985.

258.**WILSON, G.J.**: "*The use of elastic energy in sport*". Sport Coach. 13: 8 - 10. 1991.

259.**WILSON, G.J.; ELLIOT, B.C.; WOOD, G.A.**: "*The effect on performance of imposing a delay during a strength - shorten cycle movement*". Medicine and Science in sports and axercise. 23 (3): 364 - 370. 1991.

260.**WILSON, G.J.; NEWTON, A.J.; MURPHY, A.J.; HUMPHRIES, B.J.**: *The optimal training load for the development of dynamic athletic performance*". Medicine Science Sports Exercise. 25: 1279 - 1286. 1993.

261.**WILSON, G.J.; WOOD, G.A.; ELLIOT, B.C.**: "*Optimal stiffness of the series elastic component in a stretch schorten cycle activity*". J. Appl. Physiol. 70: 825 - 833. 1991.

262.**YOUNG, W.B.**: "*Training for speed/strength: Heavy vs. Ligth loads*". National Strength and Conditioning Association Journal. 15 (5): 34 - 42. 1993.

263.**YOUNG, W.B.; BILBY, G.E.**: "*The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power and hipertrphy development*". J. Strength Con. Res. 7 (3): 172 - 178. 1993.

264.**YOUNG, W.B.; PRYOR, J.F. y WILSON, G.J.**: "*Effects of instructions on charcteristics of countermovement and drop jump performance*". Journal of Strength and Conditioning Research. 9 (4): 232 - 236. 1995.

265.**ZANON, S.S.**: "*Specific power in jumping and throwing*". Modern Athlete and Coach. 12: 7 - 10. 1974.

266.**ZATKO, R.**: "*Entrenamiento del salto de longitud*". Conferencia en la Escuela Catalana del Deporte. 1993.

267.**ZATSIORSKY, V.M.**: "*Die Körpeliche Eigenshaften des Sportles*". Theorie und Praxis der Körperkultur. 20 (2). 1971.

268.**ZATSIORSKY, V.M.**: Apuntes mecanografiados del curso de Maestro del deporte. 1991.

269.**ZATSIORSKY, V.M.**: Science and practice of strength training. Ed. Human Kinetics. Champaign, Illinois. 1995.

270.**ZATSIORSKY, V.M.; LATASH, M.L.**: "*What is joint torque for joints spanned by multiarticular muscles?*". Journal of applied biomechanics 9 (4): 333 - 336. 1993.

© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital, 2004