

D.697684  
L.697685





UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

**Facultad de Psicología**

**"Control de la intensidad de la actividad deportiva de jugadores de tenis mediante el análisis de parámetros fisiológicos"**

Tesis Doctoral presentada por:  
D. Jose Enrique Gallach Lazcorreta,  
para aspirar al grado de Doctor en Psicología.

Dirigida por:  
Prof. Dr. D. Argimiro Rodríguez Jerez.

Valencia, Mayo de 1997.



UMI Number: U607371

All rights reserved

INFORMATION TO ALL USERS

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if material had to be removed, a note will indicate the deletion.



UMI U607371

Published by ProQuest LLC 2014. Copyright in the Dissertation held by the Author.  
Microform Edition © ProQuest LLC.

All rights reserved. This work is protected against  
unauthorized copying under Title 17, United States Code.



ProQuest LLC  
789 East Eisenhower Parkway  
P.O. Box 1346  
Ann Arbor, MI 48106-1346



BID. T 1514

UNIVERSIDAD DE VALENCIA
FACULTAD DE PSICOLOGIA
BIBLIOTECA
Reg de Entrada nº 10.222
Fecha: 13-5-98
Signatura PT 506

Argimiro Rodríguez Jerez, Profesor Titular de Fisiología de la Universidad de València, adscrito al Departamento de Fisiología.

CERTIFICA :

Que el presente trabajo, titulado "Control de la intensidad de la actividad deportiva de jugadores de tenis mediante el análisis de parámetros fisiológicos", ha sido realizado bajo su dirección en el Departamento de Fisiología de la Universidad de Valencia, por D. Jose Enrique Gallach Lazcorreta, para optar al grado de Doctor en Psicología. Habiendose concluido, y reuniendo a su juicio las condiciones de originalidad y rigor científico necesarias, autoriza su presentación a fin de que pueda ser defendido ante el tribunal correspondiente.

Y para que así conste expide y firma la presente certificación en Valencia, a 30 de Abril de 1997.

Fdo: Argimiro Rodríguez Jerez.



*A: Rafa, Paloma y Gracia*



Deseo expresar mi agradecimiento:

- Al Dr. D. Argimiro Rodríguez Jérez, por darme la oportunidad de iniciarme bajo su tutela en la investigación y por sus consejos y aportación a la elaboración de la presente tesis.
- Al Dr. D. Antonio Iradi Casal por su permanente buena disposición, su afabilidad y buen trato.
- A la Dr. Dña. M<sup>a</sup> Consolación García Lucerga por su inestimable colaboración, su animosidad y apoyo y por que realmente sin ella este trabajo no hubiese sido posible.
- A Pancho Alvariño Casaña entrenador del grupo de jugadores motivo del presente estudio, por su asesoramiento y participación en el mismo.
- A los jugadores y jugadoras, que siempre han estado dispuestos, y auténticos protagonistas a los que nunca podré compensar en la misma medida.
- A los Dres. Luis y Jorge G<sup>a</sup> del Moral Betzen, pioneros de la "Medicina Deportiva" en Valencia, que han contribuido de manera inestimable en mis conocimientos de este area.
- A Miguel Crespo Celda, entrenador de tenis, por su asesoramiento y colaboración en los aspectos técnicos y reglamentarios.
- Al Dr. D. Carlos Sanchis Mínguez por su aportación al trabajo y a la Medicina Deportiva.
- Al resto de personas que con su colaboración de distinta índole, me han facilitado la compleja misión de elaborar una Tesis Doctoral, que sin lugar a dudas será a partir de ahora para mí, un modelo de lo que debe ser un trabajo en equipo.



**INDICE.**



## INDICE GENERAL

<b>Índice de Introducción</b> .....	I
<b>Índice de material y métodos</b> .....	III
<b>Índice de resultados</b> .....	III
<b>Índice de tablas</b> .....	IV
<b>Índice de figuras</b> .....	VIII
<b>Abreviaturas</b> .....	XI

## INDICE

I. INTRODUCCION.....	1
I.1 PREAMBULO .....	3
I.2. EL TENIS	
2.1. Orígenes históricos .....	6
2.2. Equipamiento deportivo .....	9
2.2.1. La raqueta .....	9
2.2.2. La pelota .....	10
2.3. Instalaciones .....	11
2.3.1. La pista de tenis .....	11
2.3.2. El gimnasio .....	14
2.3.3. La pista de atletismo .....	14
2.3.4. El pabellón cubierto .....	14
2.4. El entrenamiento .....	14
2.4.1. De la condición física .....	15
2.4.1.1. La carrera continua .....	16
2.4.1.2. El fartlek .....	16
2.4.1.3. Juegos polacos de carrera .....	17
2.4.1.4. Interval-training .....	18
2.4.1.5. Circuitos .....	19
2.4.1.6. Los balones medicinales .....	20

2.4.1.7. El trabajo con barras .....	21
2.4.1.8. Los multisaltos .....	21
2.4.1.9. Los ejercicios de velocidad de reacción .....	21
2.4.1.10. Estímulos máximos .....	22
2.4.1.11. Velocidad-resistencia .....	22
2.4.1.12. Los ejercicios de arrastre con poleas .....	23
2.4.2. De la técnica .....	24
2.4.2.1. Angulos .....	24
2.4.2.2. Control .....	24
2.4.2.3. Cristo .....	24
2.4.2.4. Cubos .....	24
2.4.2.5. Entrar y salir .....	24
2.4.2.6. Espejo .....	25
2.4.2.7. Esquiador .....	25
2.4.2.8. Fijos .....	25
2.4.2.9. Móvil .....	25
2.4.2.10. Servicio .....	25
2.4.2.11. Velocidad de reacción .....	25
2.5. Algunos aspectos reglamentarios .....	25
<b>I.3. ASPECTOS FISIOLÓGICOS</b>	
3.1. Frecuencias cardiacas .....	28
3.1.1. En el tenis .....	31
3.2. Energética del ejercicio .....	33
3.2.1. En el tenis .....	36
3.3. Acido láctico y ejercicio físico .....	39
3.3.1. En el tenis .....	40
3.4. Umbral de lactato .....	42
3.5. Consumo de oxígeno y capacidad aeróbica .....	45
3.5.1. En el tenis .....	45
3.6. Antropometría .....	48
3.6.1. Somatotipo .....	48

3.6.2. Composición corporal .....	50
3.6.3. En el tenis .....	50
3.7. Espirometría .....	53
3.8. Analítica .....	53
I.4. OBJETIVOS .....	54
II. MATERIAL Y METODOS	
II.1. MATERIAL	
1.1. Sujetos experimentales .....	59
1.2. Equipamiento .....	59
1.3. Instalaciones .....	60
1.4. Aparatos .....	61
1.5. Material deportivo .....	63
1.6. Reactivos y productos .....	64
II.2. METODOS	
2.1. Protocolos médicos .....	64
2.2. Protocolos de entrenamiento físico .....	66
2.3. Protocolos de entrenamiento técnico .....	74
2.4. Partidos de competición .....	76
2.5. Métodos de determinación de metabolitos .....	77
2.5.1. Determinación de L-lactato .....	77
2.5.2. Determinación de Hemoglobina .....	79
2.6. Descripción de medidas antropométricas. ....	79
2.7. Composición corporal. ....	84
II.3. CALCULOS Y ESTUDIO ESTADISTICO	
3.1. Cálculo de la intensidad de los esfuerzos .....	86
3.2. Analisis estadísticos.....	88
III. RESULTADOS	
III.1. En los entrenamientos físicos .....	91
III.2. En los entrenamientos técnicos .....	95
III.3. En los partidos de competición .....	97

III.4. Valores antropometricos.....	100
III.5. Valoración funcional .....	120
IV. DISCUSION	
IV.1. Los sujetos experimentales .....	129
IV.2. El metodo empleado .....	130
IV.3. De los entrenamientos fisicos .....	132
IV.4. En los entrenamientos tecnicos.....	133
IV.5. En el total de los entrenamientos.....	134
IV.6. En los partidos de competición.....	135
IV.7. De los valores antropometricos .....	136
IV.8. De los valoración funcional.....	141
V. CONCLUSIONES .....	147
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	149

## INDICE DE TABLAS

### I. INTRODUCCION

Tabla I-1. Relación entre trabajo y frecuencia cardiaca .....	29
Tabla I-2. Frecuencias cardiacas máximas y mínimas medidas en entrenamiento .....	32
Tabla I-3. Frecuencias cardiacas medias medidas en entrenamiento de la técnica .....	32
Tabla I-4. Frecuencias cardiacas medias, de golpes en situaciones difíciles medidas en entrenamiento. (Elementos condicionales) .....	33
Tabla I-5. Frecuencias cardiacas registradas en partidos de competición .....	33
Tabla I-6. Valores medios de tiempo real de juego por hora de partido .....	37
Tabla I-7. Valores más significativos que permiten calcular las acciones realizadas en un partido en mujeres (M) y hombres (H).....	42
Tabla I-8. Consumos de oxígeno en distintos tipos de superficie .....	47
Tabla I-9. Valores antropométricos de las participantes del Campeonato Nacional de tenis femenino 1988 .....	51

Tabla I-10. Análisis del Somatotipo de las participantes en el Campeonato Nacional de tenis femenino 1988 .....	51
Tabla I-11. Valores antropométricos de otros colectivos femeninos .....	51
Tabla I-12. Pliegues cutáneos y tanto por ciento graso (Fórmula de Yuhasz) de los colectivos femeninos indicados .....	52
Tabla I-13. Valores antropométricos de colectivos masculinos .....	52

## II. MATERIAL Y METODOS

Tabla II-1. Ambitos de esfuerzo o bien de entrenamiento del desarrollo de la resistencia .....	68
Tabla II-2. Representación de los tipos de entrenamiento definidos por el lactato en la sangre y clasificación de las capacidades condicionales y técnico-tácticas a desarrollar según las diferentes intensidades .....	69
Tabla II-3. Distribución de las intensidades previstas de entrenamiento de la condición física en los distintos mesociclos, expresada en % .....	73
Tabla II-4. Distribución de las intensidades previstas de entrenamiento de la condición física en los distintos mesociclos, expresada en min .....	73
Tabla II-5. Distribución de las intensidades de entrenamiento técnico previstas, expresadas en tiempo .....	76
Tabla II-6. Distribución de las intensidades de entrenamiento técnico (previstas) expresadas en % .....	76

## III. RESULTADOS

Tabla R-1. Listado de las frecuencias cardiacas registradas a través de un pulsómetro .....	92
Tabla R-2. Frecuencias cardiacas (ciclos/min) al umbral aeróbico y anaeróbico de los grupos estudiados .....	93
Tabla R-3. Distribución de las intensidades de los entrenamientos físicos observados, expresados en tiempo real .....	93
Tabla R-4. Distribución de las intensidades reales de entrenamientos físicos observados, expresadas en % .....	93

Tabla R- 5. Niveles medios de lactato registrados en distintos entrenamientos de la condición física .....	95
Tabla R-6. Distribución de las intensidades de los entrenamientos técnicos observados, expresados en tiempo real .....	96
Tabla R-7. Distribución de la intensidad de los esfuerzos en los entrenamientos técnicos observados a partir de la F.c, expresadas en %	96
Tabla R-8. Niveles medios de lactatemia hallados en distintas circunstancias del entrenamiento técnico (aprendizaje) .....	97
Tabla R-9. Niveles medios de lactatemia hallados en distintas circunstancias del entrenamiento técnico (consolidación) .....	97
Tabla R-10. Niveles medios de lactatemia hallados en situaciones de entrenamiento técnico .....	97
Tabla R-11. Distribución de las intensidades de los partidos de competición, observados, expresados en tiempo real.....	97
Tabla R-12. Distribución de las intensidades de los partidos de competición observados a partir de la F.c, en % .....	99
Tabla R-13. Frecuencias cardiacas registradas en nuestros jugadores en partidos de competición .....	99
Tabla R-14. Niveles medios de lactatemia hallados en nuestros jugadores en partidos de competición .....	99
Tabla R-15. Estadísticos descriptivos de estatura en cada condición experimental .....	100
Tabla R-16. Estadísticos descriptivos del peso en cada condición experimental.....	102
Tabla R-17. Estadísticos descriptivos del diámetro bicondileo del fémur en cada condición experimental.....	102
Tabla R-18. Estadísticos descriptivos del diámetro biepicondileo del húmero en cada condición experimental.....	103
Tabla R-19 Estadísticos descriptivos del perímetro de la pierna en cada condición experimental .....	104

Tabla R-20. Estadísticos descriptivos del perímetro del brazo contraído en cada condición experimental.....	104
Tabla R-21. Estadísticos descriptivos de perímetro del antebrazo en cada condición experimental.....	105
Tabla R-22. Estadísticos descriptivos del pliegue del bíceps en cada condición experimental.....	106
Tabla R-23. Estadísticos descriptivos del pliegue del tríceps en cada condición experimental.....	107
Tabla R-24. Estadísticos descriptivos del pliegue subescapular en cada condición experimental.....	109
Tabla R-25. Estadísticos descriptivos del pliegue del pecho en cada condición experimental.....	110
Tabla R-26. Estadísticos descriptivos del pliegue axilar en cada condición experimental.....	111
Tabla R-27. Estadísticos descriptivos del pliegue supraíliaco en cada condición experimental.....	111
Tabla R-28. Estadísticos descriptivos de pliegue abdominal en cada condición experimental.....	112
Tabla R-29. Estadísticos descriptivos del pliegue del muslo en cada condición experimental.....	113
Tabla R-30. Estadísticos descriptivos del pliegue de la pierna en cada condición experimental.....	114
Tabla R-31. Estadísticos descriptivos del índice de masa corporal en cada condición experimental.....	114
Tabla R-32. Estadísticos descriptivos de la superficie corporal en cada condición experimental.....	114
Tabla R-33. Estadísticos descriptivos de densidad corporal en cada condición experimental.....	115
Tabla R-34. Estadísticos descriptivos del peso graso en cada condición experimental.....	115

Tabla R-35. Estadísticos descriptivos del porcentaje de grasa en cada condición experimental .....	115
Tabla R-36. Estadísticos descriptivos del peso residual en cada condición experimental .....	116
Tabla R-37. Estadísticos descriptivos de endomorfia en cada condición experimental .....	116
Tabla R-38. Estadísticos descriptivos de mesomorfia en cada condición experimental.....	117
Tabla R-39. Estadísticos descriptivos de ectomorfia en cada condición experimental.....	118
Tabla R-40. Estadísticos descriptivos de x en cada condición experimental.....	118
Tabla R-41. Estadísticos descriptivos de Y en cada condición experimental ....	119
Tabla R-42. Estadísticos descriptivos de metabolismo basal en cada condición experimental .....	119
Tabla R-43. Estadísticos descriptivos de frecuencia cardíaca en reposo en cada condición experimental.....	120
Tabla R-44. Estadísticos descriptivos de frecuencia cardíaca en el umbral en cada condición experimental.....	120
Tabla R-45. Estadísticos descriptivos de la frecuencia cardíaca máxima en cada condición experimental.....	121
Tabla R-46. Estadísticos descriptivos de la velocidad en el umbral en cada condición experimental.....	121
Tabla R-47. Estadísticos descriptivos de la velocidad máxima en cada condición experimental .....	123
Tabla R-48. Estadísticos descriptivos del consumo máximo de oxígeno en cada condición experimental .....	124
Tabla R-49. Estadísticos descriptivos de la lactatemia máxima en cada condición experimental .....	124
Tabla R-50. Cuadro resumen de los datos antropometricos y de la valoración funcional (media aritmética y desviación) de los hombres en los diferentes momentos de ambas temporadas.....	125

Tabla R-51. Cuadro resumen de los datos antropométricos y de la valoración funcional (media aritmética y desviación) de las mujeres en los diferentes momentos de ambas temporadas.....	126
---	-----

## INDICE DE FIGURAS

### I. INTRODUCCION

Figura I-1. Representación gráfica de la frecuencia cardíaca en la ejecución de un Interval-Training .....	18
Figura I-2. Utilización de las poleas en el trabajo de supervelocidad .....	23
Figura I-3. Comportamiento del pulso durante un ejercicio progresivo .....	28
Figura I-4. Cambios en el pulso después del entrenamiento de resistencia en un deportista .....	29
Figura I-5. Caída del pulso en reposo (por la mañana) después de un período de entrenamiento .....	30
Figura I-6. Reacciones del organismo de atletas de diferentes niveles a una carga de la misma intensidad y del mismo volumen .....	31
Figura I-7. Esquema del metabolismo intertisular durante el ejercicio físico intenso y prolongado .....	34
Figura I-8. Participación energética de los diferentes procesos suministradores de energía en un trabajo muscular importante.....	36
Figura I-9. Curva de lactacidemia .....	40
Figura I-10. Interpretaciones sobre la curva de lactato .....	44
Figura I-11. Representación gráfica de las variaciones del consumo de O <sub>2</sub> , frecuencia cardíaca y lactatemia a lo largo del juego del tenis .....	46
Figura I-12. Somatocarta .....	49

### II. MATERIAL Y METODOS

Figura II-1. Variación del volumen e intensidad de entrenamiento a lo largo del año .....	71
Figura II-2. Distribución del trabajo físico a realizar en los distintos mesociclos .....	73
Figura II-3. Localización de los distintos pliegues cutáneos .....	80

Figura II-4. Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un entrenamiento de velocidad .....	87
Figura II-5. Distribución de las frecuencias cardíacas en función de los niveles de entrenamiento establecidos .....	87
<b>III. RESULTADOS</b>	
Figura R-1. Representación de la distribución de las frecuencias absolutas de la F.c correspondientes al entrenamiento de la figura R-2 .....	91
Figura R-2. Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un entrenamiento técnico .....	91
Figura R-3a y 3b. Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un Interval-Training .....	94
Figura R-4. Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un entrenamiento técnico .....	95
Figura R-5. Representación de la distribución de las frecuencias absolutas de la F.c correspondientes al entrenamiento de la figura R-4 .....	96
Figura R-6. Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un partido de competición .....	98
Figura R-7. Representación de la distribución de las frecuencias absolutas de la F.c correspondientes a un partido de competición .....	98
Figura R-8. Interacción sexo x momento para la estatura.....	100
Figura R-9. Interacción sexo x temporada para la estatura.....	101
Figura R-10. Interacción temporada x momento para el perímetro del antebrazo	105
Figura R-11. Interacción sexo x momento para el pliegue del biceps.....	107
Figura R-12. Interacción sexo x momento para el pliegue del tríceps.....	108
Figura R-13. Interacción temporada x momento para el pliegue del tríceps .....	108
Figura R-14. Interacción sexo x momento para el pliegue del pecho.....	110
Figura R-15. Interacción sexo x temporada para el pliegue abdominal.....	112
Figura R-16. Interacción sexo x temporada para el pliegue del muslo .....	113
Figura R-17. Interacción temporada x momento para la velocidad en el umbral (submuestra varones).....	122

Figura R-18. Interacción temporada x momento para la velocidad en el umbral (submuestra mujeres) ..... 122

**IV. DISCUSIÓN**

Figura D-1. Comparación de la distribución de intensidades de entrenamiento de la condición física previstas (tabla II-3) y reales (tabla R-4), expresadas en % ..... 133

Figura D-2. Comparación de la distribución de intensidades de entrenamiento técnicos previstos (tabla II-6) y reales (tabla R-6), expresadas en % ..... 133

Figura D-3. Cantidad total de entrenamiento (de la condición física más técnicos), expresados en %. ..... 134

Figura D-4. Comparación de la distribución de las intensidades totales de entrenamiento con las intensidades halladas en partidos de competición, expresadas en % ..... 135

## ABREVIATURAS

ADP.	Adenosin - difosfato
A.F.I.	Aptitud fisiológica individual
AL.	Acido lactico
ATP.	Adenosin - trifosfato
C.O.I.	Comité olímpico internacional
CP.	Fosfato de creatina
Ctº.	Campeonato
F.c	Frecuencia cardíaca
F.c.max.	Frecuencia cardíaca máxima
F.c.r..	Frecuencia cardíaca en reposo
F.I.T.	Federación internacional de tenis
G.P.T.	Aminoácido piruvato amino transferasa
G R E C	Grupo español de cineantropometria de la federación española de medicina del deporte.
I.D.S.	Indice de dispersión del somatotipo
Kcal.	Kilocalorias
La.	Lactatemia
LDH.	Lactato deshidrogenasa (E.C.1.1.1.27).
mmoles.	Milimoles
NAD <sup>+</sup> .	Nicotinamida adenil dinucleotido
NADH.	Nicotinamida adenil dinucleotido reducido
NAI.	Nacional
nm	Nanometros
P.C.	Pliegues cutáneos
p/min.	Pulsaciones por minuto
P.W.C..	Power work capacity
R.	Recuperación
S.A.M.	Indice de dispersión atitudinal del somatotipo.
S.D.D.	Distancia de dispersión del somatotipo
S.D.I.	Indice de dispersión del somatotipo
Sx.	Desviación estandard
U.A.	Umbral anaeróbico
T.R.J.	Tiempo real de juego
VEMS.	Volumem espiratorio máximo por segundo
VO <sub>2</sub> máx.	Consumo máximo de oxígeno
2H 18O <sub>2</sub> .	Agua doblemente marcada

## **I.- INTRODUCCION.**



## I.1.- PREAMBULO.

En los últimos años, todos los deportes han experimentado un gran progreso. Los métodos y sistemas de entrenamiento, han sufrido una enorme evolución y hoy en día no se concibe un entrenamiento en el que no se atienda la mejora de las cualidades físicas, lo que permitirá logros superiores tanto a nivel técnico como táctico y en consecuencia el resultado deportivo se verá incrementado.

A principios de los años 50 se empieza a desarrollar una teoría general del entrenamiento como un área independiente dentro de la actividad deportiva. Hasta entonces, las mejoras de los resultados se conseguían mediante métodos intuitivos que consistían casi exclusivamente en el incremento progresivo de la cantidad de trabajo y el conocido proceso "ensayos-errores".

Como ejemplos más relevantes tendríamos que citar los casos de Emil Zatopek gestor práctico del "Interval-Training" y al no menos popular dentro del mundo de los entrenadores de tenis, Harry Hopman creador de las conocidas "parrillas".

Según Nocker J (1980) "Los factores decisivos para el progreso de los resultados deportivos han sido dados por el perfeccionamiento de los métodos de entrenamiento".

Hildebrant E (citado por Alvarez del Villar, C. 1983) afirma que la ciencia del entrenamiento se considera generalmente como la columna vertebral del deporte de alta competición, como disciplina que tiene por objeto estudiar en colaboración con las ciencias biológicas, sociales y de conducta, los problemas relacionados con el entrenamiento y la competición.

Hollman W., Hettinger Th. (1980) define el entrenamiento como: la suma de todos los estímulos en un determinado lapso de tiempo realizados con el fin de aumentar el rendimiento y que conducen a modificaciones (adaptaciones funcionales y morfológicas del organismo). Por último, de acuerdo con Roux, W C. (citado por Hegedüs J. 1973) sabemos que el organismo adapta sus sistemas según sus propias necesidades y, tendríamos que aceptar que a la reiteración de determinados tipos de trabajos, corresponderían una serie de modificaciones en el organismo ("la función hace al órgano").

Actualmente, la teoría del entrenamiento deportivo, se concibe como una forma de lograr modificaciones de parámetros biológicos.

Considerando el síndrome general de adaptación de Hans Selye (citado por Thibodeau G y Patton K. 1995) como justificante del aspecto cuantitativo, y a pesar de que sabemos por el "Principio de la Unidad Funcional" (factor cualitativo) que el organismo responde como un conjunto ante cualquier estímulo, hoy en día sabemos como actuar de manera selectiva y fundamentalmente sobre determinados órganos y aparatos para lograr de ellos las adaptaciones deseadas.

Así, sabemos: como aumentar el volumen ventricular o incrementar el grosor del miocardio, conseguir que aumente la fuerza y con ello la masa muscular o que esta no lo haga en la misma proporción. En definitiva podemos lograr adaptaciones estructurales, funcionales o metabólicas que nos permitan mejorar el rendimiento a través del entrenamiento deportivo.

En algunos deportes como el atletismo, la natación o el ciclismo en pista, se conoce a priori el esfuerzo que va a realizar cada deportista. Sabemos la distancia que va a recorrer e incluso el tiempo casi exacto en que es capaz de hacerlo.

Esto permite calcular la energía necesaria para ello e incluso el oxígeno que se va a consumir. Sabiendo por otra parte la máxima capacidad de utilización de oxígeno ( $VO_2$ máx.) de un individuo, el problema del entrenamiento puede parecer reducido a una simple regla de tres. Nada más lejos de la realidad puesto que hay otros factores endógenos y exógenos que complican el problema.

Por añadidura, en otros deportes y sin excepción en los que se denominan con oponente (tenis, judo, etc), es la capacidad del adversario, quien determina el trabajo a realizar en el enfrentamiento. En estos casos es imposible establecer a priori ningún cálculo que sea algo más que probabilístico.

No obstante y con el fin de tener la mayor información posible, ya hace tiempo que se empezó a estudiar las características propias de estos deportes. Hoy se conocen los tiempos medios de juegos, los metros recorridos (aproximadamente) y algunos otros aspectos que vienen incluso determinados con carácter reglamentario: el número de descansos, la duración de éstos, etc. Gracias a estos tratamientos puramente estadísticos, poseemos una información suficiente como para afrontar el entrenamiento específico con una serie de garantías.

En el periodo de formación de los jugadores, y ya que lo que se pretende es el desarrollo de capacidades para la práctica de una determinada modalidad deportiva, el problema es mucho menor puesto que se trabaja de manera general y hoy en día no es secreto para ningún técnico deportivo cómo conseguirlo. Las dificultades llegan cuando se trata de obtener el máximo rendimiento de cada individuo, sabiendo que no hay dos jugadores que sean iguales y por ello que cada uno debería de entrenar de forma diferente (principio de la individualización del entrenamiento).

Galeno, ya utilizó la frecuencia cardíaca como indicio de la condición física de los gladiadores a los que entrenó y Leonardo da Vinci había concebido un podómetro (Gibbs-Smith, citado por Montoye HJ, 1988)

para contabilizar los pasos en marcha o en carrera. Un espirómetro portátil (Kofanyi y Michaelis, 1940, citado por Montoye HJ, 1988) ya hace tiempo que se utilizó. El oxilog, otro aparato portátil que permitía medir directamente el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y el saco de Douglas no han pretendido otra cosa que medir la intensidad de los esfuerzos desde el punto de vista funcional.

La cuantificación de la energía consumida puede ser determinada con exactitud por la producción de calor o por el  $VO_2$  en un calorímetro o por medio de un analizador de gases espirados. Para los trabajos de campo estas técnicas no son nada útiles. La absorción de agua doblemente marcada ( $2H_18O_2$ ) parece la solución más prometedora pero no ha sido suficientemente estudiada hasta el presente.

Los cambios producidos por el entrenamiento no solo son funcionales sino que son de distinta índole: Las modificaciones estructurales tales como la composición corporal, cambios en la cantidad de masa muscular, ósea, grasa, etc, pueden ser valoradas con las técnicas adecuadas tales como la antropometría.

Todo esto deja bien patente el interés permanente por valorar el esfuerzo físico. Así pues, podemos resumir diciendo que existen relaciones de causa y efecto entre los sistemas de entrenamiento utilizados y las modificaciones de distintos parámetros biológicos. De la correcta relación entre el trabajo realizado y las variaciones observadas se podría deducir el nivel de eficacia del entrenamiento.

Habitualmente, la valoración de estos se ha realizado agrupando una serie de tareas en función de las adaptaciones que se pretenden lograr con ellas, pero puesto que es obvio que cuando se activa un músculo también lo hace el corazón es necesario saber hasta que punto un trabajo que se plantea como muscular, no sobrepasa el umbral de estimulación de otros órganos produciendo con ello adaptaciones también en los mismos.

Es precisamente por esto, por lo que se hacia necesario saber que es lo que estaba sucediendo en cada momento desde el punto de vista funcional, independientemente del objetivo muscular, técnico o táctico que se persiguiese en cada caso.

En la línea de este trabajo, se realizaron hace algunos años unos estudios con medios telemétricos (Safaric V, citado por Gallach JE 1992) en los que la dificultad de utilización del aparataje y su escasa fiabilidad (20 registros cada 10 minutos) hicieron que se usara exclusivamente como una fuente para añadir algunos datos a los ya apuntados anteriormente.

La creciente tecnología e investigación nos permite no obstante reunir datos más abundantes de modo mucho más fiable, y probablemente sea la cuantificación cada vez más precisa de todos estos datos, la que sigue permitiendo el progreso del deporte más que la aportación de nuevos aspectos cualitativos al entrenamiento.

Por lo expuesto hasta aquí es por lo que vamos a tratar de objetivar no el rendimiento deportivo sino la intensidad de la actividad deportiva en jugadores de tenis tanto en los entrenamientos como en los partidos de



competición. Dicho de otro modo, no se trata de valorar sus resultados deportivos, que en un deporte como el que nos ocupa implica la participación de un oponente (que al ser diferente en cada ocasión implica distinto empeño, nivel técnico, etc.), sino que trataremos de comparar a un sujeto (y por extensión a un colectivo) consigo mismo, antes y después de aplicarle un proceso de entrenamiento.

## **I.2.- EL TENIS.**

### **2.1.- Orígenes históricos.**

El tenis como uno de tantos juegos de pelota pierde sus inicios en la oscuridad de la historia, con motivo de las celebraciones de acción de gracias tras las batallas y en los ritos de primavera para pedir la lluvia se manejan cuerpos esféricos (frutos y en su defecto piedras quizás, que resultarán a su vez reemplazadas por la pelota).

La ilustración más antigua que se conoce sobre los juegos de pelota data de más de 2000 años a de C. y se encuentra en Egipto en la tumba de Beni-Hassan. Otro testimonio gráfico se encuentra en la entrada del sepulcro de Hattor en el templo de Dir-er-Bahari. Este mural, que data de entorno a 1500 a de C., muestra a Thotmes III y frente a él se encuentran dos sacerdotes preparados para coger la pelota cuando él la golpee. Posteriormente y ya en la época griega, hay constancia de la importancia de los juegos de pelota gracias a los escritos de Homero, Sófocles, Ateneo y otros, que reflejan incluso la afición de Alejandro Magno, conservándose aún en el muro de Temístocles la estatua erigida en honor de Ariston de Caristos, su entrenador de éste juego.

A los juegos de pelota, los griegos los denominaron genéricamente "Sphairistique" (de esférica) y en 1873 el Mayor Wingfield utilizará éste mismo nombre cuando presente su juego del tenis.

En España y, entre ambos períodos, en el "Libro de Apolonio", de autor anónimo y escrito entre 1230 y 1250, se hace referencia al juego de pelota y también en "El código de las 7 partidas" de Alfonso X el Sabio (1265) se dedican unas páginas a la legislación de éstos juegos. Debido a la pluralidad de modalidades existentes (golpeadas con la mano, con palos, vergas y cañas), a finales del siglo XIII se establecen reglas que distinguen los juegos en los que se golpea la pelota con bates y palos de gran tamaño, de los que se impulsa con pequeños instrumentos o simplemente con la mano.

Estamos asistiendo al nacimiento del "Jeu de Paume" que así se llamó en Francia, mientras que en Inglaterra recibe el nombre de "Royal Tennis".

El origen etimológico de este vocablo está en la palabra que utilizaba quién servía para asegurarse de que el contrario estaba preparado "Tenez" que significa "tenga usted" y de la modalidad jugada en espacios cerrados del "Jeu Paume" (Paume courte o palma corta) se llegará al término "Court" palabra que ingleses y franceses utilizan para denominar a la pista.

Los siglos XVI y XVII son la auténtica edad de oro del tenis, además de en Francia e Inglaterra se le conoce en Flandes y en Italia donde se llama "Corda" por ser ésta la barrera (antecesora de la red) que separa a los jugadores.

El emperador Fernando I, hermano de Carlos V introdujo el tenis en la corte de Viena y, concretamente en Praga, existe todavía el edificio que albergó la pista construida en 1568. El tanteo, que como se sabe se realiza de 15 en 15 hasta alcanzar 60 para conseguir un juego, es muy posible que tenga su justificación en la vigencia en aquella época del sistema sexagesimal.

En el "Poema de Charles de Orleans" (1439) en "Enrique V" de Shakespeare y en los "Coloquios de Erasmo" (1552) queda constancia de ello y éste último describe un partido y cuenta en latín : "quimdecim", "triginta", "cuadragintaquincue" que posiblemente se abreviara en "quadra" según Cordier en 1580. Es natural por tanto que el número 60 represente el total y al dividirlo en 4 se dé un valor de 15 a cada punto.

La idea del elitismo del tenis siempre ha existido, "quizá haya colaborado a ello la enorme cantidad de citas de la realeza y la nobleza que han trascendido: Francisco I convirtió el "Jeu de Paume" en juego nacional, Carlos IX que le sucedió con sólo 10 años de edad puede ser el jugador más precoz de su época según el embajador de Venecia en París quien lo definió como "apasionadamente aficionado al tenis y a saltar a caballo". Quizás por esa razón en 1571 concedió a los "profesionales" del tenis un estatuto para convertirse en gremio. Otro similar se creó en Florencia en 1550.

Otras citas dejan constancia de la habilidad en este juego de Enrique IV, Felipe I "El Hermoso", Carlos V, Enrique VIII, el marqués de Dorset y un largo etc. A pesar de que también existen numerosas prohibiciones en esta época que provocan alternancias de aceptación y rechazo, bien sea por su aspecto social o por la avalancha de apuestas según los libros de contabilidad de las distintas tesorerías reales, en las que se demuestran la popularidad de este deporte y de su práctica entre la clase trabajadora, lo bien cierto es que la historia una vez más se repite.

En 1877 Spencer Gore ganó el primer torneo de Wimbledon y en 1880, ya hay establecido una especie de circuito, jugándose torneos también en Edimburgo y Eastbourne.

En 1899 Dwight F. Davis, estudiante de la Universidad de Harvard, contacta con la Federación de Tenis de Gran Bretaña y ofrece un Trofeo a disputar entre una selección de jugadores de ambos países. Lo denomina International Championship Cup. El trofeo es una copa enorme de plata que pesa 6,2 Kg y que entonces se valora en unas 1000 libras esterlinas.

Los británicos aceptan el desafío, pero llaman al torneo Copa Davis. La primera edición se disputa en Boston en agosto de 1900 y la gana el equipo de Estados Unidos.

El tenis fue deporte olímpico entre 1896 y 1924 pero la Federación Internacional lo retiró de los juegos tras largas disputas con el Comité Olímpico Internacional por razones concernientes al control de la organización y la definición del amateurismo.

Los 64 años que estuvo apartado del movimiento olímpico no sólo no lo postergaron como deporte, sino que su desarrollo siguió en auge aumentando el número de practicantes, de federaciones nacionales y de torneos oficiales.

En 1988 en Seúl, y siendo ya presidente del C.O.I. Juan Antonio Samaranch, quien comprendió que en los juegos debían estar los mejores deportistas, el tenis volvió a ser Olímpico. Hoy en día hay más de 160 países afiliados a la F.I.T. (Federación Internacional de Tenis).

El tenis moderno pudo haber llegado a España a través de los ingleses que venían a las minas de Riotinto en Huelva aunque de manera paralela a como lo hizo por el norte merced a los ciudadanos de aquel país trasladados al nuestro y residentes en aquella zona. El primer concurso se disputó en Barcelona (Abril de 1902), seguido de otro en San Sebastián en Septiembre del mismo año y posteriormente vinieron Madrid (1906) Jerez (1907) y Huelva (1910).

En 1903 se creó la primera Federación, entonces denominada Asociación Lawn Tennis de Barcelona, a la que se adhirieron no sólo clubs de esta ciudad sino también otros de Huelva, Valencia, Jerez y Zaragoza hasta 1908.

En 1909, se fundó la primera Asociación de Lawn Tennis de España. Desde entonces a la actualidad son cientos de páginas gloriosas las que se podrían escribir tanto para el tenis internacional (Renté Lacoste, Jack Kramer, Harry Hopman, Fred Perry, Rod Laver, Ilie Nastase, John Mc Enroe, Ivan Lendl, Jimmy Connors, Bjorn Borg, Boris Becker, Martina Navratilova, Chris Evert, Gabriela Sabatini, Steffi Graff) como nacional (Andrés Gimeno, Manuel Santana, Manuel Orantes, Sergio Bruguera, Arancha Sánchez, Conchita Martínez, etc.).

En el aspecto cuantitativo, basta decir que en nuestro país, existen más de 4.000 clubs y que el número de licencias federativas sobrepasa las 104.000, siendo 1.000.000 los practicantes estimados.

Hoy en día cuando el deporte es un "fenómeno social" de masas y cuando el profesionalismo en el tenis es una fuente de ingresos de las más substanciosas, nos encontramos con que una ingente cantidad de jóvenes llegan a nuestras escuelas deportivas soñando con resolver su futuro en torno a los clubs sociales donde se juega este deporte y gracias a los suculentos premios que se otorgan en la infinidad de torneos que se celebran a lo largo y ancho del planeta prácticamente todos los días del año. El colaborar en la preparación de estos jóvenes de manera científica y precisa ha sido el motivo fundamental del presente estudio.

## **2.2.- Equipamiento deportivo.**

### **2.2.1.- *La raqueta***

Para muchos jugadores y entrenadores, la raqueta es el elemento más importante del equipo de un jugador de tenis. Es muy común la idea de considerar la raqueta como "la prolongación natural del brazo del jugador", de ahí su papel capital en conseguir un rendimiento excelente.

La raqueta no trabaja únicamente en el momento de la realización del golpe, sino que, en ocasiones también debe ayudar a que el jugador recupere el equilibrio, se desplace de forma coordinada, etc. La función más importante de la raqueta es adaptarse totalmente a las características específicas del jugador para conseguir que este logre obtener el máximo provecho posible de sus cualidades tanto en el entrenamiento como en la competición.

La buena raqueta es aquella con la que el jugador consigue sus mejores resultados con los menores problemas (lesiones, roturas, etc.) Las partes fundamentales son:

A) El mango: es la parte inferior de la raqueta. Es la zona por la que el jugador la sujeta con la mano y por tanto el nexo de unión entre ambos. Por ello, su estructura y material afectan en gran manera al control y a la consistencia del juego. El cambio de mango, en cualquiera de sus características, puede afectar de forma crítica al jugador.

Su forma es variable siendo la octogonal la más utilizada y la más práctica ya que permite al jugador notar a través de la sensación del tacto que empuñadura está utilizando en cada caso, sin tener la necesidad de mirar el mango. Sus diseños más corrientes son: el de lados equiláteros que proporciona mayor facilidad a la hora de mover la mano sobre el mango ya que da la sensación de ser más redondeada, y el de lados mayores en las caras superior e inferior, izquierda y derecha de forma que se sabe mejor donde está colocada la mano ya que da la sensación de ser más oval.

B) El cuello: es la parte más alargada de la raqueta que conecta el mango con la parte superior de la misma. Su diseño puede ser de dos formas: unido, cuando el cuello forma una única estructura (es el caso de las raquetas más tradicionales, en especial la construidas en madera) o, partido, cuando este se divide en varias ramas o brazos. Este avance tecnológico, ha contribuido a proporcionar mayor estabilidad, absorber las vibraciones y facilitar la aerodinámica.

C) Marco o cabeza: es la parte superior y más ancha de la raqueta a la que van sujetas las cuerdas. Tradicionalmente ha sido elíptica u oval,

pero hay distintos diseños y tamaños. En 1976 aparece la primera raqueta sobredimensionada y desde entonces podemos decir que a este respecto existen 4 tipos: "Tradicional" (entre 400 y 508 cm ) permite mayor control pero es necesario hacer más fuerza al golpear. "Medio": sobredimensionada entre un 17 a 32 por ciento (entre 508 y 580 cm) combina de forma adecuada el control y la potencia de juego. Es la más utilizada por los jugadores profesionales. "Supermedio": mayor entre un 33 a 47 por ciento (entre 580 y 646 cm ) y por último la "Grande" más de un 48 por ciento de incremento del tamaño. Presenta más superficie de golpeo y por tanto mayor coeficiente de restitución y potencia, tolerando mejor los impactos descentrados. Es la más utilizada por jugadores veteranos y señoras.

Las características apuntadas que de por si, ya permiten un buen número de combinaciones, mas otras como el peso, el material de que estén hechas, el diseño, la longitud, el punto de equilibrio o inercia, el ancho del marco o el grosor del puño hacen de la elección de la raqueta un problema técnico que se resuelve las mas de las veces a expensas de los conocimientos de los entrenadores y de las sensaciones de los jugadores. De entre todos los aspectos presentados no obstante y sin lugar a dudas uno de los más importantes es el del grosor del mango, ya que esto determinará en muchas ocasiones si el jugador va a estar cómodo o no con ella. Para elegirlo correctamente se pueden seguir los siguientes criterios:

- La comodidad y el ajuste personal: es el más importante, ya que hay jugadores que seleccionan mangos más gruesos o más delgados según su estilo de juego, preferencias o características personales (tamaño de la mano, longitud de los dedos, etc.).

- El sistema de empuñadura: tomando la raqueta con empuñadura continental debe de quedar un espacio libre de aproximadamente un centímetro entre la eminencia hipotenar y el dedo anular.

- El sistema de medición de la mano: consiste en medir la distancia existente entre el centro de la palma de la mano y el extremo distal del dedo corazón. Existe una relación entre el número de centímetros de esta magnitud y el tallaje o medida de los mangos.

Un mango demasiado pequeño puede hacer que el jugador criske más la muñeca a la hora de sujetar la raqueta, lo cual suele producir cansancio muscular o lesiones. Por otro lado un mango excesivamente ancho no permite que el jugador sujete bien la raqueta y le obliga a forzar la palma de la mano constantemente, lo cual también puede producir lesiones como el codo de tenis etc.

### **2.2.2.- La pelota**

A pesar de que no constituye la indumentaria del jugador, es imprescindible hablar de ella al citar el equipamiento puesto que es necesario saber no solo que hay diferentes tipos en cuanto a presión, duración, peso y tipo del bote que exigen muchas veces que el jugador

tenga que adaptarse a sus características. Baste a modo de ejemplo de la importancia de este elemento, el citar que en las competiciones, se cambia varias veces de pelotas a lo largo de un partido para que las características de las mismas sean prácticamente constantes.

### **2.3.- Instalaciones.**

Además de las propias de la práctica del tenis, existen otras, que son igualmente necesarias sobre todo para las sesiones de preparación física.

#### **2.3.1.- *La pista de tenis***

La pista será un rectángulo de 23,77 m. de largo por 8,23 m. de ancho. Estará dividida en su mitad por una red suspendida de una cuerda o cable metálico de un diámetro máximo de 0,8 cm. cuyos extremos estarán fijos a la parte superior de dos postes o pasarán sobre la parte superior de dos postes, los cuales no tendrán más de 15 cm. de diámetro. Estos postes no tendrán una altura mayor de 2,3 cm. por encima de la parte superior de la cuerda de la red. Los centros de los postes estarán a 0,914 m. fuera de cada lado de la línea de dobles y la altura de éstos será tal que la parte superior de la cuerda o cable metálicos esté a 1,07 m. encima del suelo.

Cuando la pista combinada de dobles y singles con una red de dobles se usa para singles, la red debe estar sostenida a una altura de 1,07 m. mediante soportes llamados <<palos de individuales>>, los cuales no tendrán más de 7,5 cm. de lado o 7,5 cm. de diámetro.

Los centros de los <<palos individuales>> estarán a 0,914 m. fuera de la línea de individuales en cada lado.

La red estará totalmente extendida, de manera tal que llene completamente el espacio entre los dos postes, y la malla será suficientemente pequeña como para impedir que la pelota pase a través de la misma. La altura en el centro de la red será de 0,914 m., en donde será sostenida tensa mediante una faja de no más de 5 cm. de ancho, y de color completamente blanco. Habrá una banda cubriendo la cuerda o cable metálico y la parte superior de la red de no menos de 5 cm. ni más de 6,3 cm. de anchura y de color completamente blanco. No habrá anuncio publicitario alguno sobre la red, tirante, banda o <<palos individuales>>.

Las líneas que limitan los extremos y costados de la pista serán denominadas respectivamente, líneas de fondo y líneas laterales. A cada lado de la red, a una distancia de 6,40 m. a partir de la misma y paralelas a ella, serán trazadas las líneas de saque.

El espacio a cada lado de la red, entre las líneas de saque y las líneas laterales, será dividido en dos partes iguales llamadas cuadros de saque, por la línea central de saque, la cual debe ser de 5 cm. de ancho, trazada equidistante de las líneas laterales y paralela a ellas. Cada línea de fondo

estará dividida en dos por una prolongación imaginaria de la línea central de saque de 10 cm de largo y 5 cm. de ancho dentro de la pista llamada marca central, en ángulo recto y en contacto con esas líneas de fondo.

Todas las otras líneas serán de no menos de 2,5 cm. ni más de 5 cm de ancho. Excepto la de fondo que podrá ser de hasta 10 cm. de ancho. Todas las medidas serán tomadas por la parte exterior de las líneas. Todas las líneas serán de color uniforme.

Si se coloca una propaganda o cualquier otro material en el fondo de la pista, no pueden contener blanco o amarillo y solo puede usarse un color claro si éste no interfiere en la visión de los jugadores.

Si se colocan avisos o anuncios sobre las sillas de los jueces de línea sentados en el fondo de la pista, éstos no pueden contener ni blanco ni amarillo. Solo puede usarse un color claro si éste no interfiere en la visión de los jugadores

En el caso de la Copa Davis, u otro campeonato oficial de la Federación Internacional de Tenis, detrás de cada línea de fondo habrá un espacio de no menos de 6,40 m. y a los lados no menos de 3,66 m. Las sillas de los jueces de línea pueden situarse al fondo o al costado con la condición de que no ocupen dentro de esa area más de 0,914 m.

Además de los aspectos reglamentarios expuestos, hay otro hecho no menos importante puesto que varia incluso el rendimiento de los jugadores debido a las características tan dispares que se necesitan para cada una de ellas. Nos estamos refiriendo a los distintos tipos de superficies. La elección de una u otra depende de muchos factores como: el clima, las preferencias de los jugadores, la conservación o las posibilidades económicas. Según el tipo de materiales utilizados para su construcción, podemos distinguir los siguientes tipos de pistas:

A.- Tierra: son las superficies más habituales en España, Italia y Sudamérica. Están consideradas como las más lentas, favorecen el juego desde el fondo de la pista y los desplazamientos a base de resbalar en los golpes. El tipo de pista de tierra varia según las zonas. Por ejemplo, en Cataluña se utiliza tierra roja muy lenta, en Valencia es ligeramente más rápida, mientras que en Andalucía suele usarse el albero.

La pista tiene varias capas: una superficial de polvo de ladrillo, una intermedia de arena gruesa y tierra y la inferior permeable o de drenaje con una tubería bajo. La pista está construida entre bordillos de hormigón. Se trata de una pista en la que el ritmo de juego es más lento, no hace falta correr a por todas las pelotas y por su blandura hay menor riesgo de lesiones. Sin embargo, se trata de pistas que requieren mucho mantenimiento y son muy sensibles a la humedad y el viento. Hay que esperar un tiempo para jugar después de la lluvia.

B.- Duras: se conocen como pistas duras aquellas construidas básicamente de cemento o asfalto. Podemos distinguir los siguientes tipos:

+ Porosas: construidas a base de una superficie externa pintada de forma especial, una capa intermedia de planchas de cemento poroso y una capa inferior de grava o piedra que actúa de base. Son muy absorbentes, no necesitan prácticamente mantenimiento alguno, facilitan el juego de ataque y se han hecho muy populares entre los jugadores. Sin embargo, su dureza las hace causantes de lesiones en rodillas y tobillos; además, con el tiempo tienden a agrietarse y los reparaciones son muy costosas.

+ No porosas: su capa exterior es de pintura, resina caucho o látex acrílico colocada sobre una capa intermedia de cemento y una inferior de piedra o grava. Algunos autores afirman que tuvo su origen en California. Proporciona un juego algo rápido y un bote muy regular, no tiene juntas ni resbala y es muy resistente a los desperfectos. Sin embargo, su dureza favorece las lesiones y debe repintarse periódicamente.

C.- Hierba: es la superficie originaria sobre la que se empezó a jugar al tenis y sobre la que se disputa el torneo más importante del mundo, Wimbledon. De todas formas, en la actualidad sólo en algunas zonas de Gran Bretaña, Australia y la costa este de Estados Unidos se conservan pistas de este tipo. Su estructura está formada por una capa intermedia de tierra de drenaje permeable y una capa inferior de grava que se conecta con el canal de drenaje. Por su bote rápido y bajo, son pistas que favorecen el juego rápido de saque y red. Sin embargo, el mantenimiento de este tipo de pistas en cuanto a tiempo y coste hace que cada vez sean menos corrientes, además de que sólo se pueda jugar con ciertas garantías durante los meses de verano.

D.- Madera: superficie únicamente utilizada en instalaciones cubiertas. Son rápidas y, en ocasiones, resbaladizas, dependiendo de la capa abrillantadora superior. Favorecen el juego de ataque de saque y volea. Su elevado coste y su menor resistencia al desgaste hacen que sea un tipo de superficie poco utilizada para la práctica del tenis, aunque hay países en el centro y el norte de Europa en los que es bastante habitual (Suiza, Suecia, etc).

E.- Sintéticas: en los últimos años han proliferado una gran cantidad de fabricantes de pistas que utilizan materiales sintéticos con la idea de hacer más cómodo su mantenimiento. Entre otros, vamos a comentar los siguientes tipos:

+ Césped artificial: se trata de una moqueta de polipropileno rellena de mayor o menor cantidad de arena fina (según la vivacidad que se prefiera) colocada sobre una capa intermedia de goma porosa y una inferior de grava con elementos bituminosos. El bote suele ser algo bajo y rápido. Requiere poco mantenimiento, tiene una gran estética, absorbe bien el agua y es muy acolchada, por lo que evitan lesiones en los tobillos y rodillas.

+ Moqueta: es una superficie construida a base de mezclas de gomas o fibras sintéticas (poliuretano). Su rapidez o lentitud depende en

gran medida de la base inferior sobre la que están colocadas. Son agradables a la vista, desmontables y transportables, blandas (evitan lesiones) y suelen montarse en pabellones cubiertos. Su precio elevado y necesidad de ser montadas por especialistas son los inconvenientes mayores de estos tipos de superficies.

### **2.3.2.- El gimnasio**

Es una sala cubierta para la realización de una serie de tareas de las que se utilizan frecuentemente y que en los días de lluvia permite entrenar sin tener que alterar el ritmo de trabajo o en cualquier caso, cambiando una sesión por otra que logre los mismos objetivos.

También habitualmente se ejecutan en él algunos entrenamientos específicos como las pesas, aunque afortunadamente, cada vez son más frecuentes las salas de musculación para el trabajo específico de fuerza.

### **2.3.3.- La pista de atletismo**

Al ser una superficie de grandes dimensiones, permite realizar mejor algunas formas de trabajo como los entrenamientos naturales de carrera. Por otra parte y siendo reglamentarias, tienen un buen número de referencias que facilita la realización de "series" de cualquier distancia.

### **2.3.4.- El pabellón cubierto**

Cuando se puede disponer de él, aporta las ventajas de reunir en una sola instalación todos los servicios necesarios para realizar prácticamente cualquier forma de trabajo pues es corriente que cuente en su interior con: una zona de calentamiento, un anillo para carreras, una sala multiuso (baloncesto, balonmano etc) e incluso uno o varios gimnasios y sala de musculación.

## **2.4.- El entrenamiento.**

Desde hace mucho tiempo, la información que se posee de este deporte es extenuante, se saben datos como la distancia media que se recorre por punto, por juego, por set y por partido (Schonborn R. 1987; Stojan S. 1987; Safaric V. 1992 y Gallozzi C.1992).

Se conoce así mismo la duración media de cada punto en todo tipo de superficie (rápida, tierra o césped). Se ha calculado el número de golpes y

la fuerza que se desarrolla en cada partido. También es posible medir la concentración de lactato en sangre al final de cada juego o del encuentro.

Con los datos obtenidos de todo esto, se han propuesto técnicas sobre la forma correcta de entrenar para obtener el máximo rendimiento, considerando además el "principio de transferencia".

Desde quienes defienden la forma de "entrenamiento por competiciones", las series larguísimas de golpes, (válidas por otra parte sólo para quienes ya superaron su etapa de formación), podemos llegar hasta la improvisación absoluta que afortunadamente tampoco se da con frecuencia.

#### ***2.4.1.- De la condición física.***

Como ya vimos en la introducción al citar a Hollman el entrenamiento se define como la suma de todos los estímulos en un determinado lapso de tiempo realizados con el fin de aumentar el rendimiento y que conducen a adaptaciones funcionales y morfológicas del organismo.

En algunas especialidades deportivas (carreras de fondo en atletismo, ciclismo en ruta, etc... ) en las que la técnica no tiene una gran importancia, esto se consigue a expensas de un trabajo de acondicionamiento físico casi exclusivamente. En otros deportes y en concreto en el que nos ocupa, la trascendencia del dominio de la técnica es tal que se ha podido llegar a pensar que el desarrollo de las capacidades físicas no tenía importancia.

Hoy está admitido que esto no es así y no hay deportista de alta competición que no atienda esta parcela.

Es evidente que cuando se trabaja técnicamente, también se está realizando un esfuerzo y que consecuentemente se está dando una adaptación, no obstante la ventaja que aporta la preparación física es que al realizarse sin raqueta y sin pelota, podemos ejecutar mucho mejor las tareas a realizar tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo toda vez que no se producirán interrupciones por los fallos. Además, en otros casos, no se perjudicará la correcta ejecución del gesto técnico por causa de la fatiga con lo que tampoco se producirá la incorporación de un automatismo incorrecto. De ahí precisamente la necesidad de periodos de preparación física más prolongados en jugadores jóvenes (en fase de creación de automatismos) y de lapsos más cortos de este tipo de trabajos en jugadores ya maduros, que además de ser capaces de mantener la pelota en juego por periodos de tiempo más largos ya han logrado las adaptaciones morfológicas y funcionales necesarias para la práctica del tenis.

También así se justifica el paso de sistemas de trabajo más genéricos al inicio de la vida deportiva (y de cada temporada incluso) a la utilización de entrenamiento más específicos cuando se alcanza el alto rendimiento.

Precisamente y en esta línea de trabajo, tanto por la edad como por el proyecto a largo plazo (4 años) que se afrontaba con los jugadores motivo del estudio, las formas de trabajo que utilizamos fueron las que se relacionan a continuación.

Descripción de los sistemas de entrenamiento utilizados:

#### 2.4.1.1.- La carrera continua

Podríamos incluirla también en lo que algunos especialistas en preparación como Ulatowski consideran método continuo, que se caracteriza principalmente por los siguientes factores:

- a) Intensidad constante y moderada de trabajo.
- b) Tiempo de permanencia en acción relativamente largo.
- c) Trabajar de la forma más económica que proporciona el aprovechamiento máximo de las reservas de oxígeno (O<sub>2</sub>) .
- d) Tiende a mejorar las posibilidades funcionales del organismo.

Desde el punto de vista de su realización práctica podríamos considerar los siguientes principios a tener en cuenta:

- a) El pulso se mantendrá entre 140-160 pulsaciones por minuto.
- b) La frecuencia de paso suele oscilar entre 120-140 pasos-minuto.
- c) El tiempo utilizado para correr 1.000 m. suele oscilar entre 5-6 min. Evidentemente, las consideraciones señaladas tienen un mero carácter orientativo, ya que tanto los ritmos como la frecuencia del pulso y la zancada vienen realmente determinados por el grado de entrenamiento del sujeto.

La carrera continua libre es aquella en la que únicamente se establece el tiempo de carrera, eligiendo el individuo el lugar y demás parámetros. También existe una carrera continua controlada (menos natural) en la que se determina el tiempo, la intensidad de la misma, el lugar (llano o con variaciones del terreno, etcétera). Supondrá entre un 60 y un 70 por 100 de las posibilidades de trabajo máximo de un sujeto y se tendrá que ir adaptando de forma progresiva a las mejoras. Primero aumentaremos la duración y posteriormente la intensidad, para finalizar combinando ambos factores. Se debe plantear sobre todo en la etapa inicial del entrenamiento ya que mejora la resistencia aeróbica (sistema cardio-respiratorio). El proceso energético es aeróbico.

#### 2.4.1.2.- El fartlek

Es un término que se traduce literalmente por "jugar a la zancada" y se debe a los entrenadores suecos Holmer y Olander.

Consiste en realizar una carrera continua, alternando la intensidad de los impulsos (frecuencia y amplitud de zancada) con el fin de estar continuamente variando los ritmos de esfuerzo. Para ello se aprovechan

también las características orográficas, pues es deseable que no se realice este tipo de entrenamiento en terreno llano, sino allí donde existan variaciones del mismo. Podemos, al igual que en la carrera continua, establecer las formas de libre y controlado.

Es un entrenamiento mucho más cualitativo que la carrera continua y que desarrolla fundamentalmente la resistencia aeróbica, pero también la anaeróbica (en los trayectos cortos y rápidos así como en las cuestas). El proceso energético es aeróbico y también anaeróbico.

#### 2.4.1.3.- Juegos polacos de carrera

También denominados "la carrera alegre de los polacos" o fartlek polaco. Se caracteriza por ser un trabajo largo a ritmo variable y de intensidad dosificada para cada sujeto (principio de la individualización). Determinación de:

1. Tiempo de ejercicios.
2. Tipo de ejercicios.
3. Distancia a recorrer.
4. Lugar de realización.
5. Periodo de recuperación.

La intensidad se controla por medio de la respiración.

Posee un alto grado de motivación, lo que proporciona la asimilación de mayor esfuerzo y mayor volumen de trabajo. Dicho volumen de trabajo debe ser regulado de forma que al terminar el entrenamiento el deportista conserve aún ganas de correr.

Contenido: Según Mulak, entrenador nacional polaco y creador del mismo, consta de cuatro partes:

1ª parte o fase inicial de calentamiento, en la que se introducen una serie de ejercicios relacionados con los grupos musculares más importantes y, sobre todo, dirigidos a la mejora del equilibrio, la coordinación, la elasticidad y movilidad articular, alternando con la carrera. Esta fase dura 10-15 minutos.

2ª parte, dedicada a la velocidad, en la que se introducen una serie de carreras cortas, si bien no se realiza todavía un trabajo de máxima intensidad. Se realizan trotes de 400-500m. y a continuación aceleraciones de 150-200 m. a ritmo vivo, repitiéndose las series 4-6 veces, cubriendo un recorrido de 2 a 3 Km. Se aconseja que tan pronto la respiración se vea dificultada, se disminuya el ritmo de trabajo. Dura 15-25 minutos. Terminada esta fase se realizan ejercicios de elasticidad durante unos 10 minutos.

3ª parte, trabajo sobre ritmo. Con carrera suave, se recorren distancias de 300 a 800m. a ritmo vivo. A cada tramo rápido le sigue uno de 500m. a ritmo suave. Se repite este tipo de trabajo 5-10 veces. Esta parte viene a durar 15-25 minutos.

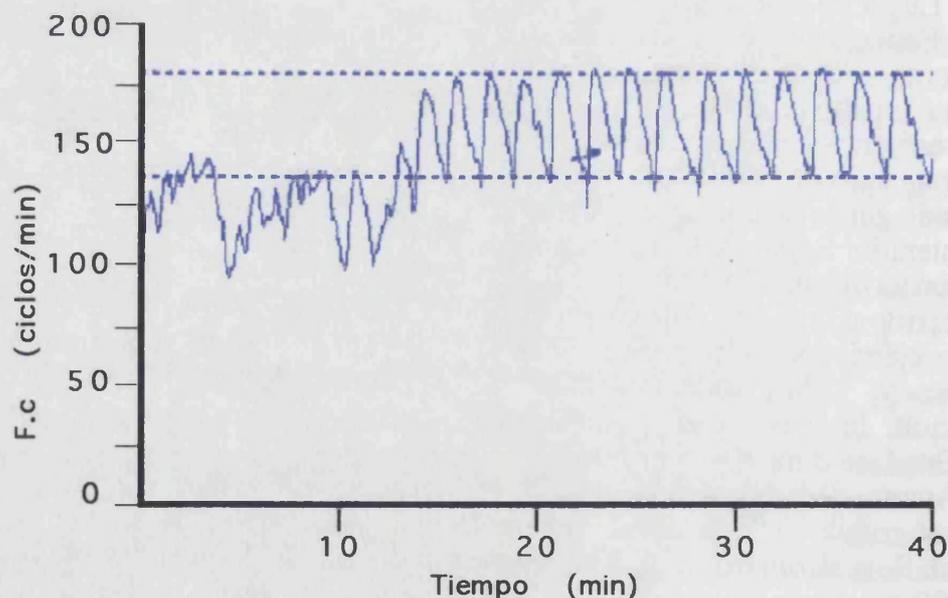
4ª parte o etapa de normalización, donde se realizan ejercicios de relajación y soltura, ligeros trotes y andar hasta la completa recuperación

del ritmo respiratorio. La intensidad del juego de carreras depende de la duración, de los kilómetros recorridos y del número de estímulos diferentes provocados por los cambios de ritmo y actividad. La duración total prevista que suele ser de 75 minutos, exige que durante este tiempo se cubran de 3 a 6 km. Existe una forma corta de realizar este tipo de entrenamiento, que es prescindiendo de la tercera parte, considerada como la más fuerte. En este caso, a este sistema ha venido a denominarse como "pequeño juego de carreras".

Se diferencian del fartlek en la introducción de la realización de ejercicios. Al igual que aquél y por las mismas razones, mejora la resistencia general aeróbica y anaeróbica. El proceso metabólico es, por ende, tanto aeróbico como anaeróbico.

#### 2.4.1.4.- Interval-training

La acepción más rigurosa del término corresponde a la desarrollada por W. Gerschler y H. Reindell en Friburgo (RFA), y que no hay que confundir con el resto de entrenamientos fraccionados o con intervalos.



**Figura I-1.- Representación gráfica de la frecuencia cardíaca (F.c.) en la ejecución de un Interval-Training.**

El interval es un sistema de entrenamiento fraccionado, pero no todos los sistemas fraccionados son interval; la diferencia fundamental es el fin, que en el caso que nos ocupa es la adaptación cardíaca (aumento de la capacidad ventricular e hipertrofia del miocardio), mientras que en otros casos buscaremos la adaptación a un ritmo, un determinado nivel de lactacidemia en la sangre o adaptaciones otro tipo etcétera.

El interval es el más importante de los sistemas de entrenamiento de tipo fraccionado y consiste en repetir una distancia, generalmente la misma (al menos en la fórmula simple), que oscila de 100 a 400 m. de 10 a 30 veces al 80 por 100 de la intensidad, con una recuperación que suele ser la misma distancia trotando o andando y una duración en torno a un minuto según los metros recorridos y la capacidad de recuperación. Este aspecto es el fundamental, puesto que para que un fraccionado sea interval se tiene que cumplir que el sujeto no sobrepase las 190 pulsaciones/minuto apenas terminado el esfuerzo, y no comenzar una nueva carrera hasta que el individuo se encuentre entre 120-130 pulsaciones/minuto (nunca por debajo de esto). Su representación gráfica por tanto, corresponde a la figura I-1.

Se trabaja así la resistencia aeróbica y la anaeróbica, puesto que entre los valores de 120 y de 180-190 se encontrará necesariamente el umbral aero-anaeróbico y el trabajo realizado por debajo de este valor sería aeróbico, siendo el resto anaeróbico. El proceso energético será aeróbico al inicio de cada repetición, con un porcentaje anaeróbico, por ser la recuperación incompleta y cuando aumentemos la velocidad de carrera.

#### 2.4.1.5.- Circuitos

Es un método de trabajo discontinuo que se puede realizar en cualquier lugar (abierto o cerrado). Fue creado en 1952 por Morgan y Adamson, en Inglaterra. Es más saludable su realización al aire libre (el problema puede estar en la necesidad y disponibilidad del material). Consta de un número variable de estaciones o postas (ejercicios) que no ha de ser muy elevado (de 6 a 12). Para trabajar una u otra condición, se jugaba con los tiempos de acción y recuperación, las cargas, etc.

Los ejercicios deben de implicar la mayor parte de regiones corporales posibles. Los problemas que suelen plantear son:

- a) Establecer un sistema de trabajo que englobe la totalidad de las partes.
- b) Seleccionar ejercicios de fácil ejecución y por tanto de fácil control (en los que se pueda ayudar al ejecutante a superarse continuamente).

En general hay dos tipos de circuitos: - por tiempo y - por repeticiones.

Normalmente los periodos de trabajo oscilan de 30" a 1' 30", ya que si estos periodos fueran muy largos se disiparía la atención del ejecutante y del controlador. Según la forma de ejecución desarrollamos un tipo u otro de resistencia. Sus creadores en principio lo diseñaron para el desarrollo de la resistencia aeróbica.

En cuanto a la intensidad, con un adulto es factible dosificar a un 60,70 o 90%. A nivel escolar lo más práctico es indicar "a tope" pues ellos consciente o inconscientemente se autorregulan. En cuanto a la recuperación, una buena medida es que sea idéntica al tiempo de trabajo (30" trabajo y 30" recuperación). En 45" al 100% hay una gran producción de lactato y se necesitaría una recuperación de más de 15".

Pero como "a tope" se convierte inconscientemente en mucho menos (80%) pueden realizarse tranquilamente 20"-30" con 15" de recuperación.

Por supuesto que en todo caso, habrá que tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a.- El profesor indica el comienzo y término del trabajo en cada estación. Igualmente corrige deficiencias técnicas y exige el ritmo de trabajo más conveniente.
- b.- Un circuito puede estar integrado por ejercicios de gimnasia o deportivos exclusivamente, o por ambos.
- c.- Se realizan dos o tres pases por los ejercicios del circuito con un descanso prudente (3 a 7' entre cada pase).
- d.- Un buen calentamiento debe preceder al primer pase.

El desarrollo de este método, implica siempre las siguientes fases:

- 1) Un planteamiento previo de lo que se va a realizar.
  - 2) Una explicación o demostración (o ambas cosas) por el profesor y un ensayo por parte de los alumnos cuando se emplean los ejercicios por primera vez.
  - 3) La repetición del trabajo para alcanzar el perfeccionamiento deseado.
- Sus principales ventajas son:
- 1º.- Ofrece a los alumnos independencia de trabajo.
  - 2º.- Estimula a los alumnos.
  - 3º.- El alumno busca su propia concepción del ejercicio de acuerdo con lo sugerido por el profesor.
  - 4º.- Se puede realizar con material muy escaso e incluso sin él.
  - 5º.- El espacio necesario para su ejecución es muy reducido.

Sus desventajas son:

- 1º.- Poca espontaneidad y creatividad.
- 2º.- Deterioro de la técnica en la realización de los ejercicios (si se descuida)

#### 2.4.1.6.- Los balones medicinales

Estos objetos reciben su nombre porque en origen fueron utilizados en fisioterapia y rehabilitación, hoy en día están completamente integrados en el material de uso cotidiano de entrenamiento. El individuo realiza lanzamientos de distintos tipos de balones en distintas formas (con una mano, con otra, con ambas a la vez, de abajo arriba, al frente, atrás, etcétera).

Para que el trabajo sea de potencia es necesario que la carga se maneje con velocidad, y por tanto el peso de los artefactos estará en función de la capacidad del sujeto, mientras que el número de repeticiones y la forma de agruparlas estará mediatizado no solo por el nivel del individuo, sino por la finalidad perseguida (potencia, fuerza-resistencia, etcétera). Variando la posición de partida (en pie, de rodillas, sentado...) se conseguirá una mayor o menor implicación de brazos, tronco o incluso piernas.

#### 2.4.1.7.- El trabajo con barras

Como forma de iniciación al entrenamiento con pesas se utilizan unas barras largas de peso entre 7 y 10 Kg (según se trate de chicas o chicos y más jóvenes o no), para los ejercicios que se realizan con ambos brazos a la vez. Otras barras cortas (40cm) se usan para los movimientos en los que intervienen los brazos de modo no simultáneo, cuyo peso oscila entre 1 y 2 kg.

En estas circunstancias el número de repeticiones con el brazo contralateral (no ejecutor) es doble con el objeto de que se produzca un "trabajo de compensación". En todo caso se pretende fundamentalmente la mejora de la "fuerza resistencia", por lo que el número de repeticiones es grande y la recuperación entre ejercicios muy corta.

#### 2.4.1.8.- Los multisaltos

Como se desprende del análisis etimológico de la palabra, consiste esta forma de trabajo en realizar muchos saltos. Estos pueden ser de distintos tipos: verticales, que así se denominan a los que se realizan sin desplazarse longitudinalmente en el espacio, y horizontales que son aquellos en los que el individuo se desplaza de un lado a otro. Lo normal es combinar ambos en una misma sesión, incluyendo a veces hasta algunos de tipo pliométrico, cambiando la proporción de cada uno de ellos o incluso la forma de agruparlos (series y repeticiones), así como el número total de ellos en función de las necesidades y/o capacidades del sujeto.

Aunque en todos ellos existe una fase de amortiguación y otra de impulsión, todos no merecen la consideración de pliométricos, (solo lo serán cuando el paso del trabajo excéntrico al concéntrico se dé en el menor tiempo posible) quedando este concepto exclusivamente ( y a nivel práctico) para aquellos en los que el salto se inicia en un plano superior al del suelo.

Al haber una continuidad en los ejercicios horizontales, la fase de amortiguación es más importante y, por tanto, el esfuerzo es mayor que en los verticales. El único problema que se puede presentar al utilizar esta forma de trabajo, es que en sujetos jóvenes y en edad de crecimiento se puede producir alguna lesión en los cartílagos de crecimiento por microtraumatismo. Por ello, se recomienda su ejecución en superficies blandas o elásticas que absorban parte del impacto.

#### 2.4.1.9.- Los ejercicios de velocidad de reacción

Con estos trabajos se trata de lograr automatismos que reduzcan el tiempo de reacción (tiempo que transcurre entre un estímulo y su respuesta). El argumento científico es que cuando se llega a convertir un acto voluntario en un reflejo condicionado, al producirse la respuesta a nivel medular, el tiempo disminuye sensiblemente.

En definitiva y a nivel práctico, se trata de responder en el menor tiempo posible a diferentes tipos de estímulos ( auditivos, visuales, etc) en diferentes posiciones, y que al igual que en otras formas de entrenamiento se progresa de lo general a lo específico. Así por ejemplo, estando sentados o tumbados, saldremos lo mas rápido posible al oír una señal o al ver un gesto del entrenador. Otras veces la tarea se complica debiendo ejecutar la orden contraria a la que se ha recibido.

#### 2.4.1.10.- Estímulos máximos

Como su nombre indica, consiste en realizar esfuerzos al 98 o 100 por 100 de intensidad. El sustrato metabólico de nuevo será el adenosín trifosfato (ATP) o el fosfato de creatina (CP), pero en este caso no se debe llegar a agotar, pues cuando esto sucede la velocidad automáticamente no es máxima (pinchazo) y a partir de ahí entraríamos en el sistema de entrenamiento descrito a continuación. Así pues, las distancias oscilan entre 20 y 60 m., el total de metros a recorrer no debe sobrepasar los 400m. (12x30 ó 6x60) y la recuperación debe ser mayor que en la velocidad-resistencia (de 3 a 6 minutos, en función de la distancia) para atender el componente metabólico, que aquí es altísimo. Así pues, en este caso si es necesaria una recuperación completa.

Se suelen utilizar para este tipo de entrenamientos algunos recursos como, por ejemplo, la carrera cuesta abajo, arrastrando al sujeto, suspendido o con viento a favor. El proceso energético es anaeróbico-aláctico.

#### 2.4.1.11.- Velocidad-resistencia

Englobaremos aquí los sistemas de entrenamiento que mejoren la resistencia a la velocidad, o dicho de otro modo, la capacidad de mantener la máxima velocidad de cada sujeto durante el mayor tiempo posible.

Al ser éste un factor fundamentalmente metabólico, pues depende de la capacidad de reponer el ATP y el CP, esta será la línea de trabajo: Se exige, de una parte, las grandes intensidades de esfuerzo que deben oscilar en torno al 90-95 por 100 (para producir el vaciado de los depósitos), y de otro lado, las recuperaciones para lograr la ya citada reposición (no interesa la recuperación exclusivamente funcional, es decir respiratoria y cardíaca). En términos concretos las distancias deberán superar los 60-80

m. o los 10 segundos de trabajo (máximo tiempo que se puede actuar por esta vía metabólica), estando condicionado por el nivel del deportista.

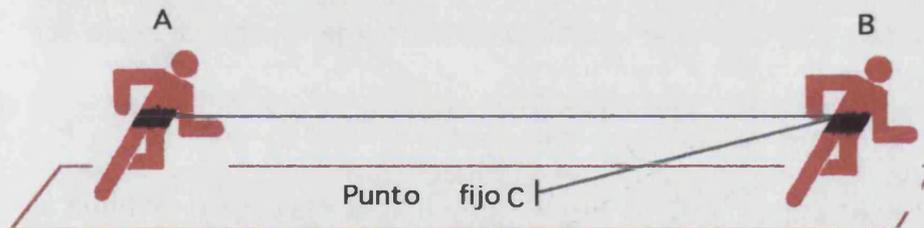
Las recuperaciones oscilarán en función de la distancia y de la capacidad del sujeto entre 3 y 10 minutos, siendo en todo caso incompletas. El proceso energético será anaeróbico-láctico.

#### 2.4.1.12.- Los ejercicios de arrastre con poleas

Como se adelanta en los estímulos máximos, un recurso que utilizamos para lograr favorecer la máxima velocidad de desplazamiento, es el arrastrar por medio de una polea al jugador. Así por ejemplo, en la figura I-2, al ser C un punto fijo, por cada metro que avanza B, A, tiene que correr el doble.

Se pretende lograr una memoria motriz y una coordinación más veloz, que mas tarde el jugador sea capaz de repetir por si solo, gracias al "principio de transferencia". Para ello el jugador A es arrastrado por el B durante 20 o 30 metros y a continuación y soltándose de este, intenta mantener la velocidad alcanzada con la ayuda.

Salir al mismo tiempo



**Figura I-2.- Utilización de las poleas en el trabajo de supervelocidad.**

#### **2.4.2.- De la técnica.**

Definimos como técnica a las relaciones del jugador con el medio y con los útiles o instrumentos que intervienen en el juego (la pista, la raqueta, la pelota...). Como táctica, entendemos las acciones que tienen que ver con el oponente (o con el compañero en el caso de que juguemos dobles o por equipos).

Ambos factores son mejorables a través del entrenamiento, existiendo para ello multitud de formas (se dice que tantas como entrenadores y yo aun diría más, debería de haber tantas como jugadores para poder así respetar sus características individuales), vamos a reflejar aquí exclusivamente aquellos ejercicios que se han utilizado. En cada caso le pondremos un nombre por el que lo reconocerán los deportistas describiendo a continuación de manera somera en que consisten:

#### 2.4.2.1.- Ángulos

El jugador ejecuta series de golpes de derecha o revés cruzadas cortas.

#### 2.4.2.2.- Control

Consiste en realizar el peloteo sin intervención del profesor. Este se puede situar a los lados o fuera de la pista para "controlar" la ejecución del ejercicio que se les va indicando en función de las zonas o golpes que se desea trabajar.

#### 2.4.2.3.- Cristo

El entrenador, situado cerca de la red y en el mismo campo que el jugador se coloca con los brazos en cruz y una pelota en cada mano, dejará caer una de ellas y el jugador debe de salir rápido para jugarla.

#### 2.4.2.4.- Cubos

Consiste en lanzar pelotas tomándolas de un cubo o cesto lleno de ellas. La cantidad depende del número de alumnos que estén haciendo el ejercicio, del número de pelotas que se lanza a cada alumno, y de si estos van a recogerlas durante el mismo o al final. Un número habitual suele ser entre 40 y 80.

#### 2.4.2.5.- Entrar y salir

El entrenador lanza pelotas con la mano. Corta a la derecha y larga al revés, para que el jugador entre y salga (se aproxime y se aleje de la red) a golpear la pelota. Cada "X" series se cambia y se juega larga de derecha y corta de revés.

#### 2.4.2.6.- Espejo

Dos jugadores, uno frente al otro y sin raquetas. El jugador A se sitúa enfrente del jugador B. A saltando con una cuerda tiene que seguir a B por toda la pista y en todas direcciones.

#### 2.4.2.7.- Esquiador

Los jugadores con la raqueta en la mano y los pies juntos saltan desde el centro de un hexágono hasta afuera de cada uno de los lados del mismo, teniendo que volver en cada ocasión al centro. A este ejercicio también se le conoce por el nombre de "la araña"

#### 2.4.2.8.- Fijos

Se denominan así de forma genérica a todos aquellos ejercicios en que el jugador utiliza un solo tipo de golpe o bien cuando el trabajo es prácticamente estático.

#### 2.4.2.9.- Móvil

También esta denominación tiene carácter general y se utiliza para indicar el carácter dinámico del ejercicio o que el jugador debe de realizar en este caso varios golpes diferentes en cada serie.

#### 2.4.2.10.- Servicio

Es la expresión utilizada para poner en juego la pelota en cada punto. El objetivo puede ser tan dispar como el lograr el control, potencia, precisión, efectos y en función de ellos se dan en cada caso las directrices pertinentes. Se pretende con ello automatizar un gesto técnico.

Los jugadores poseen dos gestos técnicos de este tipo según sea el primero de ellos, o bien la segunda bola que se utiliza (como permite el reglamento) para lograr el objetivo.

#### 2.4.2.11.- Velocidad de reacción

El entrenador lanza pelotas con la mano de manera anárquica desde el mismo campo en que se encuentra el jugador. Éste tratará de devolver las pelotas partiendo cada vez desde el centro de la pista y saliendo siempre de espaldas al entrenador, que indicará cuando debe de iniciar la acción a la voz de "ya".

### 2.5.- Algunos aspectos reglamentarios.

Vamos a comentar aquí, solo aquellos artículos o reglas que inciden en la duración e interrupciones del juego, haciendo variar la intensidad del mismo y por tanto condicionando los aspectos fisiológicos y de entrenamiento que veremos más adelante.

#### Regla 16 Cambios de lado.

Los jugadores cambian de lado al final del primero, tercero y siguientes juegos impares de cada set, y al final de cada set, a menos que el número total de juegos en ese set sea par en cuyo caso no se realizara el cambio hasta el final del primer juego del set siguiente.

Si se comete un error y no se sigue el orden de cambio correcto, los jugadores deben tomar su posición correcta tan pronto como ello se descubra y deben seguir el orden original.

**Regla nº 26 Puntuación en un juego.**

Sin un jugador gana su primer punto, se cantará un tanteo de 15 para ese jugador; al ganar su segundo punto, se cantará un tanteo de 30 para ese jugador; al ganar su tercer punto se cantara un tanteo de 40, y al cuarto punto ganado por un jugador se cantará juego para ese jugador, excepto: si ambos jugadores han ganado tres puntos, se cantara un tanteo de cuarenta iguales y el punto siguiente ganado por un jugador es cantado ventaja para ese jugador. Si el mismo jugador gana el punto siguiente, gana el juego; si es el otro jugador quien gana el punto siguiente, se canta nuevamente iguales; y así sucesivamente, hasta que un jugador gane los dos puntos inmediatamente siguientes después del tanteo de iguales. En este caso se anota el juego pare ese jugador.

**Regla 27 Puntuación en un set.**

a) El jugador (o jugadores) que primero gana seis juegos, gana un set, excepto que debe ganar por una diferencia de dos juegos sobre su oponente, y cuando sea necesario, se prolongara un set hasta que esa diferencia se logre.

b) El sistema de puntuación del tie-break puede ser adoptado como una alternativa del sistema del set de ventaja del párrafo a) de esta regla, a condición de que la decisión sea anunciada antes del partido. En este caso, la siguientes reglas estarán en vigor:

El tie-break empezara cuando el marcador alcance los seis juegos iguales en cualquier set, excepto en el tercero y en quinto set de un partido a tres o cinco sets respectivamente, en los que un set de ventaja ordinario debe de jugarse, a menos que sea decidido de otro modo antes del partido.

El siguiente sistema será utilizado en un tie-break: el jugador que primero haga siete puntos ganara el juego y el set con la condición de que gane con un margen mínimo de dos puntos. Si el marcador alcanza seis puntos iguales, todo el juego proseguirá hasta que este margen haya sido alcanzado. La cuenta numérica será utilizada a través del tie-break.

El jugador al que le toque servir será el servidor para el primer punto. Su oponente ser el servidor para el segundo y el tercer punto y, en adelante, cada jugador servirá alternativamente dos puntos consecutivos hasta que sea decidido el ganador del juego y el set.

Los jugadores cambiaran de lado después de cada seis puntos y a la conclusión del tie-break.

**Regla 30. Continuidad en el juego y periodos de descanso.**

El juego será continuo desde el primer servicio hasta que concluya el partido, de acuerdo con las siguientes estipulaciones:

a) Si el primer servicio es falta, el siguiente debe ser efectuado sin demora.

El restador debe jugar al ritmo del servidor y debe de estar listo para recibir el servicio cuando el servidor este listo para efectuarlo.

Cuando cambian de lado, transcurrirá un máximo de un minuto y treinta segundos desde el momento en que la pelota queda fuera de juego a

la finalización del último punto, hasta el instante en que la pelota es golpeada para el primer punto del juego siguiente.

El juez de silla usará su criterio cuando haya algún motivo que haga imposible que el juego sea continuo.

Los organizadores de los circuitos internacionales, o competiciones por equipos reconocidos por la federación internacional de tenis, pueden establecer el tiempo permitido entre puntos, el cual de ningún modo excederá de los veinticinco segundos.

b) el juego nunca debe ser suspendido, demorado, e interrumpido con el propósito de permitir a un jugador recuperar sus fuerzas, aliento o condiciones físicas. No obstante, en el caso de una lesión accidental, el juez de silla puede permitir por una sola vez una suspensión de tres minutos por esa lesión.

Los organizadores de circuitos internacionales y competiciones por equipos reconocidos por la F.I.T., pueden alargar el periodo de suspensión de tres minutos a cinco minutos.

c) si por circunstancias ajenas a la voluntad del jugador, su ropa, calzado, o equipo (excluida la raqueta) llega a deteriorarse de manera tal que le resulte imposible o inconveniente continuar el juego, el juez de silla puede suspender el juego mientras se corrige el deterioro.

d) el juez de silla puede suspender el juego en cualquier momento que sea necesario y apropiado.

e) después del tercer set, o en el segundo cuando participen damas, cualquier jugador está autorizado a tomarse un descanso, el cual no excederá de 10 minutos, o 45 minutos en los países situados entre los 15 grados de latitud norte y 15 grados de latitud sur y, además, cuando sea necesario por circunstancias ajenas a la voluntad de los jugadores el juez de silla puede suspender el juego por el periodo que considere necesario. Si el punto suspendido no es reanudado hasta el día siguiente, el descanso solo puede tomarse después de haberse jugado tres sets consecutivos (o dos cuando participen damas) en ese día siguiente, contándose como un set la terminación de un set inconcluso.

Si el juego es suspendido y no se reanuda antes de que hayan transcurrido diez minutos en el mismo día, el descanso puede tomarse solo después de haberse jugado tres sets consecutivos sin interrupción (o cuando participen damas dos sets), contándose la terminación de un set inconcluso como un set.

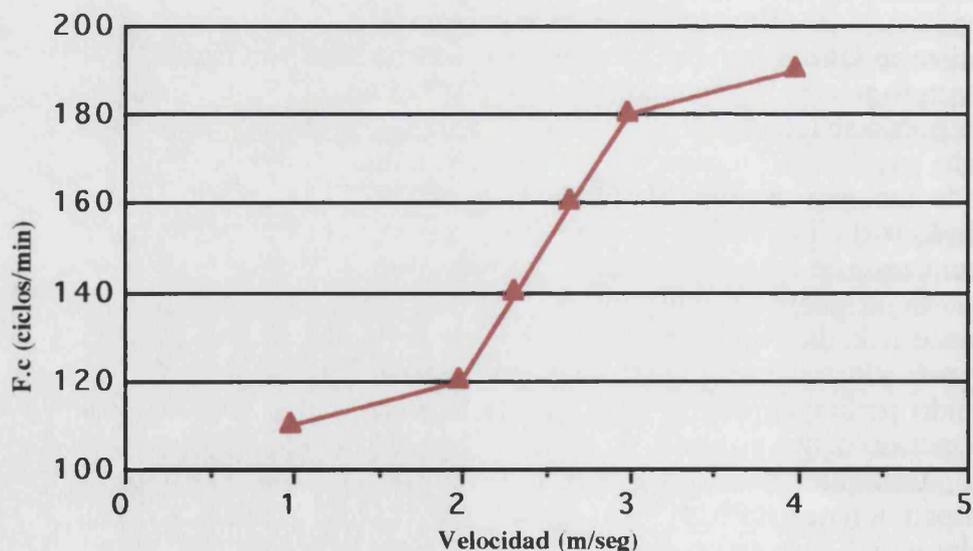
Cualquier nación y / o comité que organice un torneo, partido o competición que no sean los campeonatos de la F.I.T. (Copa Davis y Copa Federación), está en libertad de modificar esta disposición u omitirla de sus reglamentos con la condición de que ello sea anunciado antes de que comience la prueba.

### I.3.- ASPECTOS FISIOLÓGICOS.

#### 3.1.- Frecuencia cardíaca.

En algunos casos el expresar la carga o el trabajo realizado es tan sencillo como medir el número de Km recorridos o la cantidad de Kg desplazados, no obstante y puesto que el tiempo empleado en realizar una tarea es determinante del grado de fatiga, estos parámetros no son suficientes cuando se trata de valorar el entrenamiento sobre todo en algunas cualidades como la resistencia.

Se han hecho estudios observando el comportamiento del pulso en distintas situaciones, comprobando que durante un ejercicio leve o moderado, la respuesta de la frecuencia cardíaca (F.c), refleja linealmente (Kinderman W. 1978, citado por García Del Moral L. 1986) los ajustes circulatorios necesarios para una intensidad de trabajo dada.



**Figura I-3.-** Comportamiento del pulso durante un ejercicio progresivo.

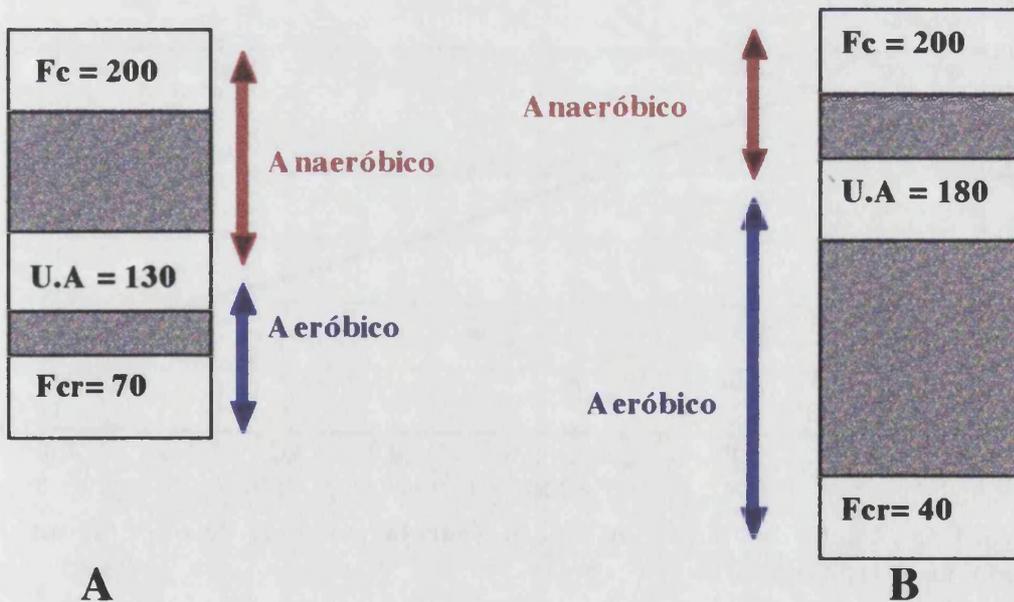
En cambio, el comportamiento del pulso durante un ejercicio progresivo se representa en forma de S "sigmoidea" en la que existe una zona plana para trabajos de poca intensidad que provocan pulsos inferiores y cercanos a 100 pulsaciones, una zona ascendente con relación lineal,

pulso-trabajo y una zona de aplanamiento a partir de 170 pulsaciones aproximadamente y hasta alcanzar la frecuencia cardíaca máxima. Es en la zona ascendente (fig I-3), donde se puede relacionar la carga de trabajo con el pulso. Al trabajar a ritmos más intensos donde la curva se aplanan, nos debemos fijar en otros parámetros. Al respecto, Morehouse LE et al 1970, dice que: "En un sujeto dado, la máxima frecuencia cardíaca alcanzada durante el esfuerzo, especialmente si se encuentra en la fase estable, tiene una significativa relación con la cantidad de trabajo realizado". (tabla I-1).

**Tabla I-1.- Relación entre trabajo y frecuencia cardíaca.**

Trabajo realizado (pie libras por minuto)	Frecuencia cardíaca (minuto)	Incremento de la frecuencia cardíaca
<b>Reposo</b>	<b>75</b>	<b>-</b>
<b>2.000</b>	<b>105</b>	<b>30</b>
<b>4.000</b>	<b>132</b>	<b>27</b>
<b>6.000</b>	<b>154</b>	<b>22</b>
<b>8.000</b>	<b>177</b>	<b>23</b>
<b>10.000</b>	<b>198</b>	<b>21</b>

De Schneider: Physiology of muscular activity, ed.2, Philadelphia, 1939,.W.B. Saunders Co.



**Figura I-4.- Cambios en el pulso después del entrenamiento de resistencia en un deportista.**

Dado que entre la intensidad de la carga y la F.c existe una relación directa, cuanto mayor sea la intensidad de aquella, tanto más alta será esta.

Además en los intervalos de 120 a 180 latidos por minuto, se observa relación directa también con el consumo de oxígeno, la ventilación pulmonar, el volumen minuto cardiaco y la concentración de ácido láctico en sangre (Platonov VN, 1988).

Después de un periodo de entrenamiento de resistencia, la reacción del pulso a un mismo nivel de esfuerzo es diferente, y en la figura I-4 se compara los cambios en el pulso de una persona desentrenada (A) con ella misma (B) después de someterse a un periodo de trabajo del tipo indicado.

Por una parte, se observa que la frecuencia cardiaca en reposo habrá disminuido ( como consecuencia del aumento del volumen ventricular y otros). Además, el umbral aero-anoerobico se habrá desplazado hacia niveles superiores (debido a las adaptaciones de la fibras lentas e intermedias, de la actividad enzimatica de la mitocondrias y otras) y como consecuencia el sujeto podrá realizar esfuerzos aeróbicos en un espectro mucho mas amplio de frecuencias cardiacas.

La frecuencia cardíaca en reposo nos da información sobre el estado de entrenamiento (fig I-5) si bien este dato puede ser más útil como indicativo de la capacidad de recuperación de una tarea determinada.

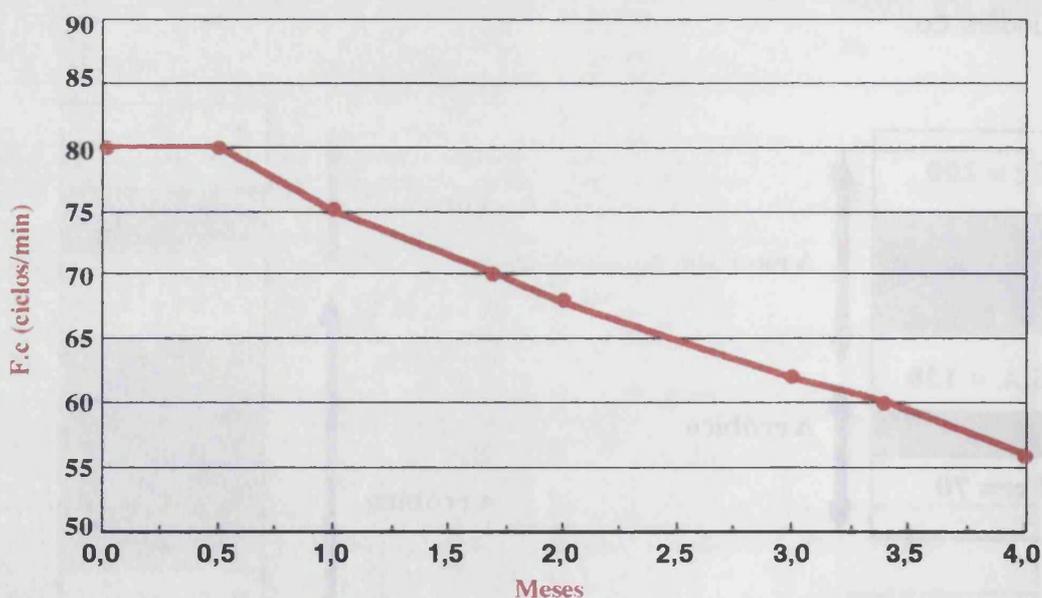


Figura I-5.- Caída del pulso en reposo (por la mañana) después de un período de entrenamiento.

También el retorno del pulso a la normalidad tras un ejercicio (fig I-6), esta en relación con la intensidad y duración del esfuerzo realizado, y del estado de entrenamiento.

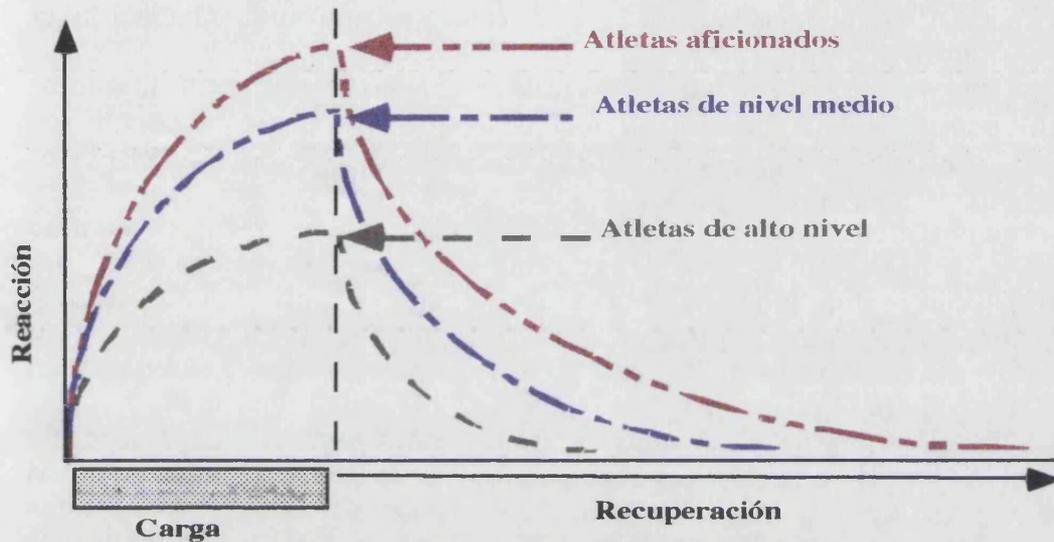


Figura I-6.- Reacciones del organismo de atletas de diferentes niveles a una carga de la misma intensidad y del mismo volumen.

De ahí, que uno de los parámetros a utilizar como control del ejercicio aeróbico sea precisamente el pulso (a pesar de la regulación por factores nerviosos y humorales).

No obstante, este índice tiene una importante deficiencia. Cuando el trabajo provoca una F.c mayor de 180 latidos/minuto, queda afectada la relación lineal existente entre la intensidad de la carga y los índices funcionales, no pudiendo reflejar con suficiente objetividad el nivel de cambios funcionales que se producen en el organismo del deportista y por ello la necesidad de utilización de otros parámetros.

### 3.1.1.- En el tenis.

Merced a los avances tecnológicos la información disponible al respecto no solo es más abundante sino que es más fiable. Gracias a aparatos como el holter y el pulsómetro, se han realizado en la última década una serie de estudios al respecto, tanto de partidos individuales, como de dobles y de diferentes situaciones de entrenamiento, habiendo llegado el afán investigador también a averiguar la incidencia en este factor del tipo de superficie sobre el que se juega.

El primer hecho curioso se desprende precisamente de esta observación en la que Romarate M. 1991, afirma en su estudio que los esfuerzos realizados en pista de cemento son más bajos que los que se efectúan en pista de tierra dando valores medios de 132 p/min. (66,6% F.c máx) y 164,6 p/min (83,1% F.c máx.) respectivamente para una y otra superficie. Siendo mucho más rápidos los desplazamientos que se realizan en la primera de las superficies citadas, como todo el mundo sabe, la explicación al hecho comprobado, es que la duración de los puntos es sensiblemente menor (10 y 4 segundos en cada caso), lo que justifica su

afirmación, si solo se toma la frecuencia cardiaca como indicador del nivel de esfuerzo.

Aunque no todos los estudios indican el tipo de pista sobre la que se han hecho, es lógico pensar que siendo la de tierra la más corriente sea ésta precisamente la que se ha utilizado, Docherty D.1982; Paruit-Portes MC et al 1982; Naughton G y Carlson J. 1990; Bergeron MF. et al 1991 y Morgans LF et al 1987, coinciden prácticamente en sus estudios cuando indican como valores medios (expresados en tanto por ciento de la F.c máx) los comprendidos entre el 60,5 y 70 para los partidos individuales. El último de los autores citados, aun aporta un dato más, cuando en su estudio indica un valor medio de  $130 \pm 16,6$  para el mismo parámetro en las competiciones de dobles.

En la línea de investigación de las variaciones de la frecuencia cardíaca y todavía dentro del tenis, hemos encontrado también algunos autores que han hecho estudios sobre la incidencia de los diferentes formas de entrenar la técnica. Paruit-Portes MC et al 1982 y 1983 y Schönborn R. 1987, son quienes más datos aportan, pero si el primero ya indica que no da los valores medios por que son engañosos puesto que varían incluso en función del momento de la temporada y además no señala ni la duración de cada jugada (o el nº de golpes) ni el nº de jugadores por pista, el segundo lo indica en valores absolutos (p/min.) lo que evidentemente no dice nada si no se referencia la frecuencia cardíaca máxima e incluso la de reposo, tablas I.2, I.3, I.4 y I.5.

**Tabla I-2.- Frecuencias cardíacas máximas y mínimas medidas en entrenamiento por Paruit-Portes MC.**

Contenido	F.c máxima medida	F.c mínima medida
Volea	90,0	70,0
Servicio	70,3	60,6
Juego defensivo	89,0	77,5
Servicio-volea	87,0	63,0

**Tabla I-3.- Frecuencias cardíacas medias medidas en entrenamiento de la técnica por Schonborn R.**

Contenido	Tiempo (min)	Jugadores/ Pista	Nº de golpes	F.c
Golpes de fondo	20	2	377	178
Voleas	20	2	630	175
Golpes de fondo	20	3	250	113
Voleas	30	3	275	131
Servicio	15	3	50	98

**Tabla I-4.- Frecuencias cardíacas medias, de golpes en situaciones difíciles medidas en entrenamiento. (Elementos condicionales) por Schonborn R.**

Contenido	Tiempo (min)	Jugadores/ Pista	Nº de golpes	F.c
Golpes de fondo	20	2	280	168
Golpes de fondo	20	3	150	153
Golpes de fondo	20	4	120	145
Entren partido	120	2	500	146

En el resumen de todos los artículos si aparece un hecho común y es el de dar importancia a la necesidad de utilizar este parámetro como indicador y regulador de la intensidad del ejercicio.

**Tabla I-5.-Frecuencias cardíacas registradas en partidos de competición por Gallozzi C.**

Sujetos	Superficie	Media	Mínima	Máxima
N = 4	Sintético	157,7±13,2	137,7±16,5	173,2±6,2
N = 4	Tierra	152,5±10,4	132,2± 6,3	172,2±4,8
Media Total		155,1±11,3	135,0±12,0	172,8±5,2

### 3.2.- Energética del ejercicio.

Las fuentes de energía que permiten la realización de trabajo mecánico (ejercicio) al músculo son diferentes pues dependen principalmente de la función, intensidad y duración del trabajo realizado.

A) En primer lugar, la hidrólisis del ATP en ADP y fosfato inorgánico.



Dado que el ATP acumulado en el músculo, lo está bajas concentraciones ( 5 micromoles /gr de tejido húmedo ) solo son posibles dos o tres contracciones musculares o un par de segundos de trabajo de máxima intensidad (Newsholm EA, Leech AR 1986)

B) En segundo lugar y para poder continuar con la actividad se recurre al desdoblamiento del fosfato de creatina (CP) como fuente para regenerar ATP.



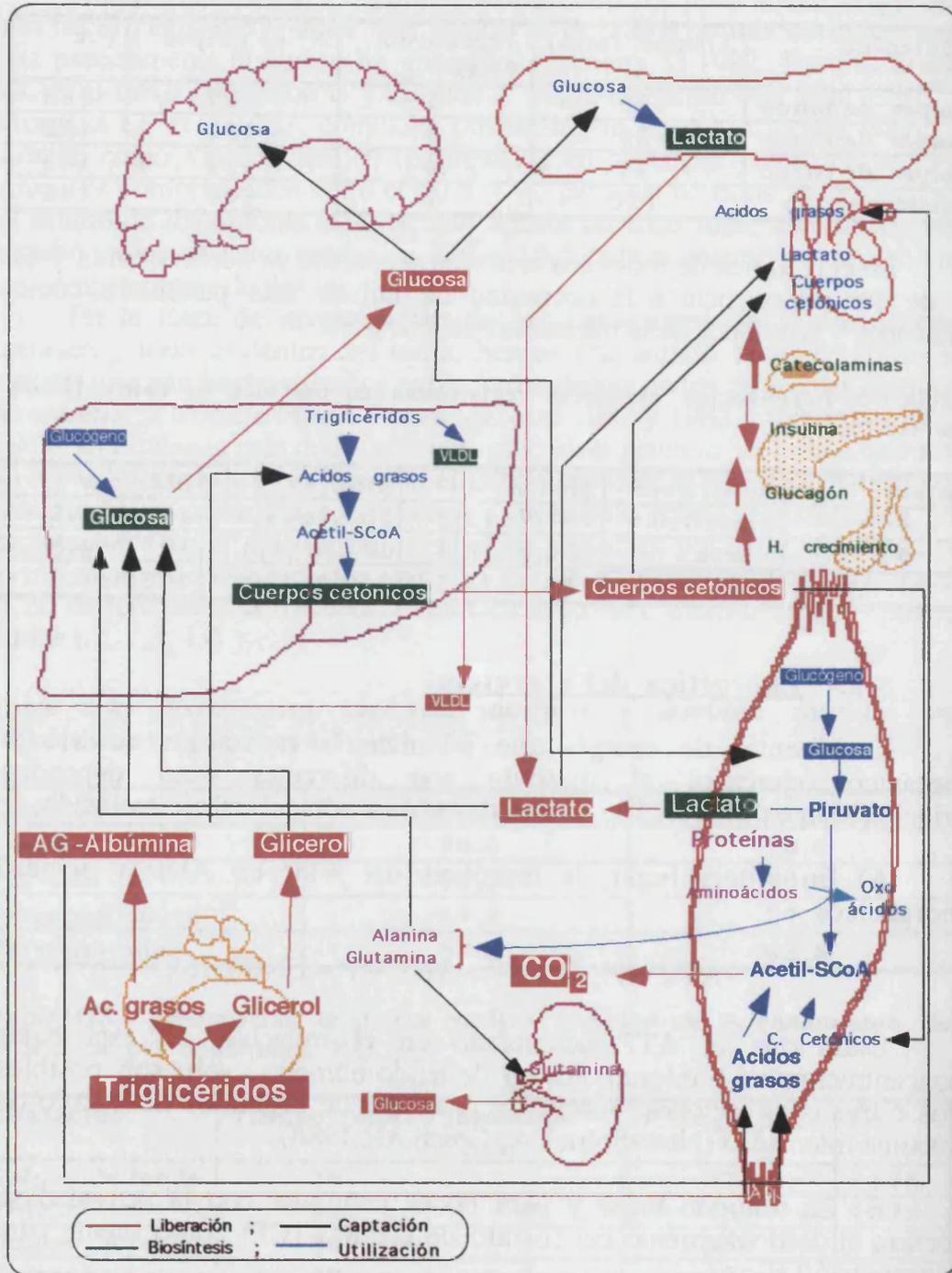


Figura I-7.-Esquema del metabolismo intertisular durante el ejercicio físico intenso y prolongado.

El musculo esquelético contiene aproximadamente 20 micromoles de CP por gramo de tejido húmedo.

Los esfuerzos sostenidos a expensas de estas fuentes citadas, son los denominados anaeróbicos alácticos, y corresponden a ejercicios de velocidad. También la energía obtenida por estas vías es pequeña y no es posible mantenerla más allá de 9 segundos, pero su intensidad ya no es del cien por cien.

C) La tercera vía existente para la obtención de la energía necesaria en condiciones de anaerobiosis es la glucolisis. Cuando la fosfocreatina se está consumiendo, comienza la degradación del glucógeno acumulado en el músculo (glucógeno muscular), glucogenolisis.

Por estas vías, se atiende la provisión de energía:

I) Cuando sea predominante el trabajo de las fibras tipo II b o anaeróbicas.

II) En el periodo inicial del ejercicio hasta que se produzca el incremento suficiente del aporte de oxígeno, y en contracciones isométricas, debido al gran incremento de la tensión intramuscular y la consecuente oclusión de la red capilar.

III) Cuando la demanda de ATP excede a la capacidad de producción de éste por vías aeróbicas.

La intensidad de los esfuerzos realizados a expensas del ATP así obtenido es todavía muy grande (80%) pero su duración no puede sobrepasar de un minuto sin que haya una merma importante del rendimiento.

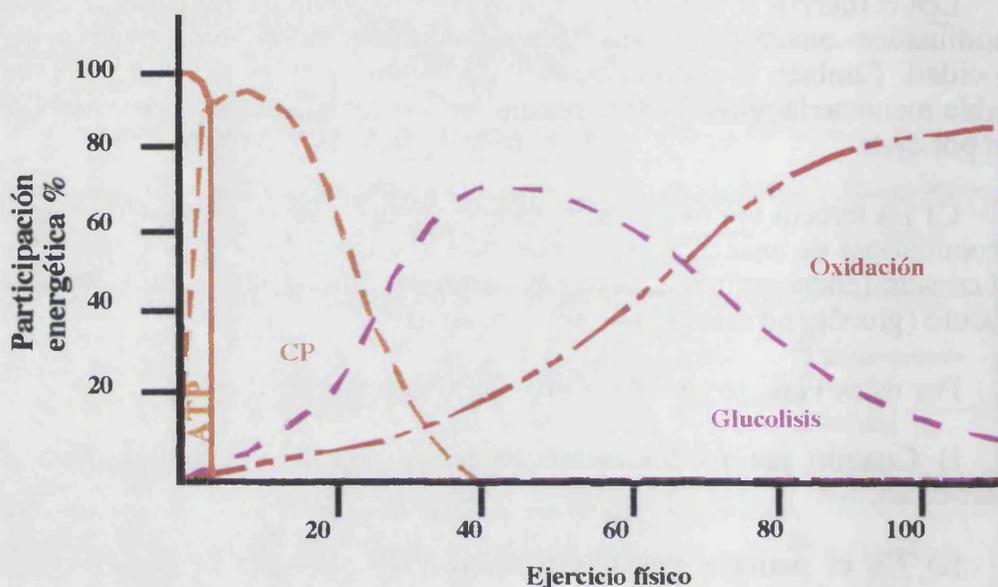
A partir de 1mol de glucosa, por glucolisis anaerobia, se obtienen 2 moles de ácido láctico y dos moles de ATP.



D) Las vías oxidativas de los ácidos grasos, son otras formas en que el organismo se provee de energía. A pesar de que el oxígeno tiene otras funciones, su papel en la oxidación de la glucosa, ácidos grasos y aminoácidos, es la más importante.

El trabajo que se puede efectuar por oxidación de los ácidos grasos, es de una intensidad mucho menor que las indicadas hasta ahora (hasta un 75%), pero permite realizarlo por periodos de tiempo de varias horas de duración (Triatletas, ciclistas, ultramaratonianos...). En la figura 1-8, se

representa como participa cada una de las vías en función de la intensidad y de la duración de un ejercicio determinado.



**Figura I-8.- Participación energética de los diferentes procesos suministradores de energía en un trabajo muscular importante (según Keul).**

Los ácidos grasos de cadena larga son substratos de primer orden especialmente (y con presencia de  $O_2$  suficiente), en situaciones de ayuno y en ejercicios prolongados.

La interpretación correcta de lo expuesto es que los ácidos grasos por ser moléculas menos oxidadas y no hidratadas, son más eficientes energéticamente que el glucógeno, pero como el sistema aeróbico de provisión de energía se pone en marcha después de 40 segundos de trabajo y consigue el estado estable solo al sobrepasar los 120 (Mader A., 1976), es necesaria la participación tanto de las vías anaeróbica aláctica como de la láctica para proveer la energía necesaria hasta ese momento (Mader A., 1976).

En la figura I-7 esquematizamos el metabolismo intertissular durante el ejercicio físico intenso o prolongado

### 3.2.1.- En el tenis.

El tenis es una sucesión de esfuerzos intermitentes de duración relativamente corta. En función del tipo de pista, cada esfuerzo puede durar por término medio entre 3 y 30 segundos. El jugador que sirve puede conseguir el punto en menos tiempo si realiza un saque directo, por el contrario, "el resto" y varios intercambios pueden exigir 30 seg. para que

uno de los jugadores gane el punto e incluso más en caso de puntos de duración excepcional.

Un partido puede ser ganado rápidamente en 3 sets (2 en mujeres), pero los torneos de gran nivel se juegan habitualmente a 5 sets (3 en mujeres) (Roland Garros, Wimbledon, Flushing Meadows).

En un partido pueden ser realizados de 100 a 350 esfuerzos, que corresponden al número de puntos eventualmente disputados. Un juego puede ganarse en cuatro puntos (juego en blanco) o en un número que habitualmente oscila entre 8 y 12 y con un promedio de 5 golpes a la pelota por jugador.

El tiempo de recuperación entre cada punto es de 15 a 30 seg. (20 reglamentariamente) aumentando hasta 90 después de los juegos impares. Un partido ganado fácilmente en 2 sets puede durar menos de una hora, pero uno jugado a 5 sets puede prolongarse más allá de cuatro horas. Un partido de Copa Davis en 1985 que enfrentó al checo Thomas Smid y al alemán Westphal duró más de 6 horas.

En el Master de 1982 la media de tiempos de acción de jugadores como Mc Enroe, Borg, Gerulaitis, Lendl, fue de 6,30 segundos y la media de los tiempos de descanso fue de 16 segundos. Estas cifras, (Fidelman-Ramalho citados por Garez C. y Marini JF. 1987) se aproximan bastante a las obtenidas por otros autores ya citados e incluso a las obtenidas por nosotros mismos para nuestros jugadores. El tiempo real de juego (T.R.J.) lapso en el que la pelota está efectivamente en juego también varía en función de la superficie sobre la que se juegue y del sexo. Diferentes autores también dan valores muy aproximados entre ellos, y que expresados en minutos por hora de juego configurarían la tabla I-6. (según Talbot P. 1990).

**Tabla I-6.- Valores medios de tiempo real de juego por hora de partido (de Talbot).**

	<b>TIERRA BATIDA</b>	<b>SINTETICA</b>	<b>HIERBA</b>
<b>HOMBRES</b>	13 min.8 seg.	8 min.30 seg	7 min.
<b>MUJERES</b>	20 min. 30 seg.	14 min.	11 min.

En la práctica del tenis, la duración del esfuerzo solicita el metabolismo "aerobico". El metabolismo "anaerobico alactico" permite una liberación rápida de energía necesaria para los desplazamientos y para la realización de los golpes. En algunas situaciones y según el grado de entrenamiento y de maestría técnica, el jugador debe proveer parte de la energía a través de las reacciones del metabolismo "anaerobico lactico"; será el caso en que el juego del adversario imponga una sucesión de fases rápidas y explosivas (que solicitan fuertemente la vía anaeróbica aláctica) sin que el tiempo de recuperación haya podido permitir resíntesis suficiente del fosfato de creatina. También será el caso cuando se juegue un punto a un ritmo muy intenso y que dure más de allá de 10 a 15 segundos. En

ambos casos, es necesario tener cuidado en utilizar lo mejor posible los tiempos de recuperación disponibles entre cada punto.

Las tres vías energéticas anteriormente citadas, son solicitadas desde el principio de la actividad pero en un orden de intervención diferente y en proporciones que pueden variar en función de la duración de los esfuerzos y de otros factores como la ejecución de los diferentes golpes.

El servicio, el smash, los golpes de ataque, algunas aceleraciones y cambios de ritmo, reclaman un esfuerzo muy intenso pero breve. La energía necesaria es suministrada por el metabolismo anaeróbico aláctico. Los golpes defensivos en intercambios prolongados reclaman la vía aeróbica. En otros casos, el jugador puede tener que enlazar una serie de esfuerzos breves e intensos pero de una duración total importante. Por ejemplo: un servicio seguido de una volea retrocediendo rápidamente para responder con un smash al lob (globo) enviado por el contrario.

Un esfuerzo máximo se produce en el servicio y en el smash así como en los desplazamientos rápidos hacia adelante y hacia atrás, la situación se puede incluso prolongar si el contrario devuelve varias veces el smash. Es obvio que en este caso se necesitará una buena capacidad anaeróbica. Otros aspectos como la oposición del adversario también harán variar a veces el porcentaje de intervención de cada vía. Un jugador que domina fácilmente un encuentro, economiza su energía mientras que el que es dominado se vacía para disputar un punto.

Por último la maestría técnica del jugador es determinante en la medida en que un jugador cuya organización gestual esté bien adaptada desde el punto de vista biomecánico utilizará menos energía. Efectivamente, no utilizará más que los músculos eficaces en cada acción motriz permaneciendo inhibidos el resto lo cual implica un ahorro con respecto a los que la derrochan en acciones bruscas y poco fluidas. El mejor rendimiento de los gestos, retrasa la aparición de la fatiga.

Un término antiguo relacionado sin duda con el concepto que nos ocupa es el de "Ritmo de juego". Cada jugador trata de ganar los partidos imponiendo "su ritmo", la explicación de este hecho, pasa por la interpretación fisiológica de lo expuesto.

En atletismo, natación y otros deportes, se sabe que existen sprinters y corredores de fondo y nunca compiten entre ellos. En tenis por el contrario juegan constantemente los unos contra los otros sin conocer incluso la duración del partido. Desde 1985 P. Talbot médico de la Federación Francesa de Tenis, viene desarrollando un concepto que es el A.F.I. (Aptitud Fisiológica Individual) a partir del cual trata de demostrar que existe una gran relación entre las características metabólicas de un jugador y su forma de juego y esquematizando dice que se puede pensar que el A.F.I. de un jugador corresponde a la fuente energética que el utiliza preferentemente. Así que una A.F.I. corta corresponde a una vía corta (anaeróbica aláctica) y a una A.F.I. larga a una vía larga (aeróbica) y por tanto que estos dos términos son equivalentes.

### **3.3.- Ácido láctico y ejercicio físico.**

Los valores de lactato en sangre, en sujetos normales, oscilan entre 1 y 1,5 mmol/l. Durante la realización de ejercicios intensos y prolongados el músculo esquelético produce lactato que es liberado a la sangre. Si la velocidad muscular de producción de lactato es igual a la velocidad de resíntesis de glucosa por el hígado (neoglucogénesis) la lactatemia se mantiene constante.

A medida que aumenta la producción de lactato muscular la velocidad de resíntesis hepática aumenta, pero si se sobrepasa esta se produce un aumento del lactato muscular y de la lactatemia.

El aumento del lactato intramuscular (reflejado también por aumento de la lactatemia) produce una inhibición de la contracción. Cuando la lactatemia es de 4 mmol/l (lo cual supone una mayor concentración de lactato en la fibras musculares) se produce una disminución de la velocidad de la glicólisis (Mader A. 1976) por inhibición de la fosfofructoquinasa 1 por efecto de la disminución del pH intramuscular.

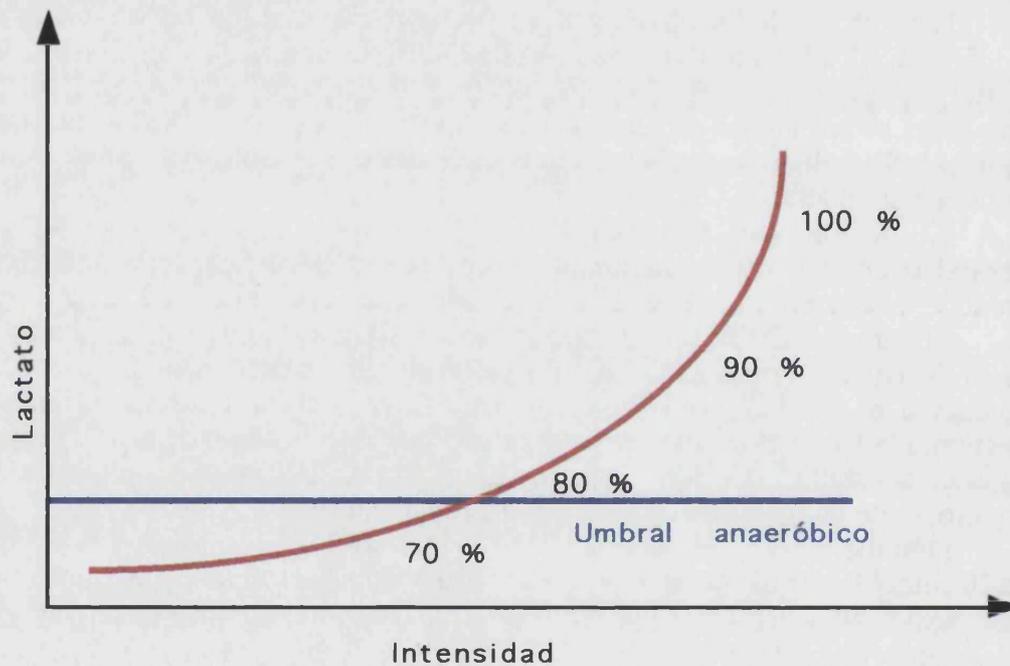
Durante el ejercicio físico intenso la lactatemia puede alcanzar valores de 20 mmol/l y en algunos deportistas (Nelli Cooman y Harald Schimid) se han llegado a encontrar 27 mmol/l en lactacidemias de post-competición (Hermansen L. 1979).

El pH sanguíneo oscila entre 7,2-7,4. El aumento de la lactatemia produce una disminución del pH pero este efecto es amortiguado por el tampón bicarbonato (Zintl F. 1991) hasta que se alcanza una concentración de lactato en sangre de 4 mmol/l. Por encima de esta concentración la capacidad amortiguadora de los tampones es sobrepasada lo cual produce una caída del pH sanguíneo con los consiguientes efectos ventilatorios (umbral ventilatorio).

Cuando los esfuerzos duran entre 90 y 180 minutos el metabolismo de la glucosa sanguínea aportará un 30-40 por 100 de la energía necesaria, proviniendo el resto (60-70 por 100) de la oxidación de los ácidos grasos.

La concentración de lactato ha sido empleada ampliamente en la última década con el fin de controlar el rendimiento específico de los deportistas. Las bases para la valoración del entrenamiento por medio del lactato, están en la relación existente entre su producción y la intensidad del esfuerzo. Esta relación está determinada por la capacidad de rendimiento del deportista en términos de energía aeróbica y anaeróbica.

La figura 1-9 muestra la relación entre la concentración de lactato sanguíneo y la intensidad del esfuerzo, en lo que sería un esquema de un protocolo típico de esfuerzo progresivo escalonado.



**Figura I-9.- Curva de lactacidemia.**

Con bajas intensidades de esfuerzo el nivel de lactato sanguíneo es muy próximo al de reposo. Al llegar a una intensidad particular, que varía entre los sujetos, la concentración de lactato sanguíneo empieza a incrementarse. Al aumentarse aún más la intensidad de trabajo, el lactato sanguíneo se incrementa progresivamente durante el periodo de ejercicio.

### **3.3.1.- En el tenis.**

En lo que respecta a la utilización de las fuentes energéticas de tipo anaeróbico, el único parámetro medido ha sido la concentración hemática del lactato. La valoración de este dato indica indirectamente la cantidad y concentración aproximada de dicha sustancia, producida por los músculos implicados durante la realización de un ejercicio.

A pesar de ello, los valores de lactatemia medidos durante los partidos, de acuerdo con los datos aportados por la literatura, pueden

inducir a afirmar que la glicolisis anaeróbica láctica en este deporte resulta utilizada de manera modesta.

Faltan datos relativos a la utilización de los fosfatos altamente energéticos indicativos de la intervención del metabolismo anaeróbico aláctico puesto que la determinación de dicho parámetro exige la utilización de métodos costosos (Resonancia Magnética Nuclear) o invasivos (biopsia muscular). Por la breve duración de las acciones del juego y la constatación de que el tenista imprime en la mayor parte de los casos una elevada potencia en cada golpe, cabe pensar que la contribución del sistema anaeróbico aláctico a la producción de energía en este deporte sea bastante importante.

En resumen, con base en los valores encontrados, y desde el punto de vista metabólico, podemos definir al tenis como un deporte caracterizado por repetidos incrementos bruscos de la aportación energética en concomitancia con las acciones del juego.

La breve duración de estas no permite al metabolismo oxidativo satisfacer completamente tales necesidades. Por tanto, se van a dar las condiciones para la intervención de las fuentes anaeróbicas en el ámbito de las cuales prevalece probablemente la aláctica.

El sistema láctico por el contrario parece emplearse de forma modesta y solo cuando los intercambios de golpes se prolongan por tiempo suficientemente largo.

El metabolismo aeróbico, raramente implicado de modo máximo, espera el papel fundamental de pagar durante la fase de descanso o en aquellas en que se juega a baja intensidad la deuda energética contraída durante la fase rápida del juego. Confirma esta interpretación el hecho de que el consumo de oxígeno se mantiene relativamente alto incluso durante las pausas que caracterizan a este deporte.

Los valores de la lactatemia encontrados en jugadores de gran categoría durante los partidos, normalmente oscilan entorno a 2,6 mmoles / litros (ente 1,5 y 3,5). Las medidas tomadas durante partidos de entrenamiento han dado valores de 1,7 a 2,4 siendo el promedio de 2,1 mmoles /l.

Una interpretación objetiva pero hecha a la ligera de los hechos apuntados nos llevaría a encuadrar al tenis como un deporte puramente aeróbico. De hecho así se podría confirmar si consideramos que la duración de los encuentros (a veces hasta 5 horas) no se pueden afrontar a expensas de otras vías metabólicas. No obstante, a nadie pasa desapercibido cuando se observa este juego, lo enormemente dinámicas de las acciones que lo componen. Precisamente del análisis de los partidos, realizados por Schonborn R 1987; Stojan S 1987; Safaric V. (citado por Gallach JE. 1992) y Gallozzi C. 1992, reflejados en la tabla I-7, es de donde se pueden deducir, las explicaciones más reales para los niveles de lactato encontrados.

**Tabla I-7.-Valores más significativos que permiten calcular las acciones realizadas en un partido en mujeres (M) y hombres (H).**

	Tierra		Sintético		Hierba	
	M	H	M	H	M	H
Duración media de una acción de juego (seg)	11"95	7"5	9"34	6"8	6"01	3"5
Número de golpes por punto	7,2	5,6	5,8	5,2	3,9	3,1
Intervalo medio de tiempo entre dos golpes sucesivos (seg)	1"65	1"34	1"61	1"32	1"52	1"12
Pausa media entre puntos (seg)	25"04	36"87	25"12	36"78	23"89	34"54
Tiempo real de juego(%)	32'3	16'9	27,1	15,6	20,1	9,2

El desplazamiento medio por golpe es de 4 m. y por punto supone 14 m., y las acciones comprendidas entre 1 y 5 seg. representan de hecho la mayoría con un porcentaje del 51,5% en tierra batida, el 64,6% en sintético y 87% en hierba.

Gracias a estos datos absolutamente objetivos, podríamos asegurar que es más cierto quizá el aseverar que un encuentro de tenis es una sucesión de esfuerzos anaeróbicos alácticos con intervalos intermedios que permite el reglamento, de 20 seg. de descanso entre puntos, y que en ocasiones se prolongan hasta 1 min. 30 seg. en los cambios de lado (al final de los juegos impares de cada set), lo que permite en gran medida la reposición de una importante cantidad de ATP y gracias a lo cual se pueden realizar las acciones tan dinámicas que se observan en el juego.

### **3.4.- Umbral de lactato.**

Kinderman W. 1977; Skinner JS. y McLellan TM., 1980, prácticamente coinciden al exponer sus teorías a la hora de clasificar los fenómenos observados en la transición desde los metabolismos aeróbicos hasta los anaeróbicos. En ambos casos, señalan la importancia de dos puntos que denominan "umbral aerobico" y "umbral anaerobico (U A)".

El primero de ellos establecido en el nivel de 2 mmoles de lactato, implica la utilización de las grasas como sustrato metabólico fundamental habiendo observado además, un aumento lineal del consumo de O<sub>2</sub> y de la frecuencia cardiaca. El trabajo es realizado por las fibras de contracción

lenta (ST) casi exclusivamente. Cuando la intensidad del ejercicio aumenta, hasta niveles casi máximos, existe un punto en que el lactato comienza a incrementarse de forma exponencial y aparece una meseta en la frecuencia cardíaca, el punto de inflexión de la curva del lactato coincide con el umbral anaeróbico, que se define como el nivel de trabajo valorado en tanto por ciento del  $\text{VO}_2$  max, en que el lactato comienza a acumularse en la sangre produciendo acidosis metabólica y las alteraciones mecánicas respiratorias correspondientes.

A pesar de que existen diferentes opiniones al respecto entre autores como Kinderman W. et al 1977; Sjoedin B. et al. 1981 y Mader A. 1986, que coinciden prácticamente, tomaremos el criterio de éste último autor, reconociendo que otros como Keul J. 1991; Simon G. et al 1981 y Stegman H. et al 1981 (citados por García Del Moral L. 1986) no realizan la determinación exactamente igual sin que por ello se den diferencias considerables entre todos los autores citados.

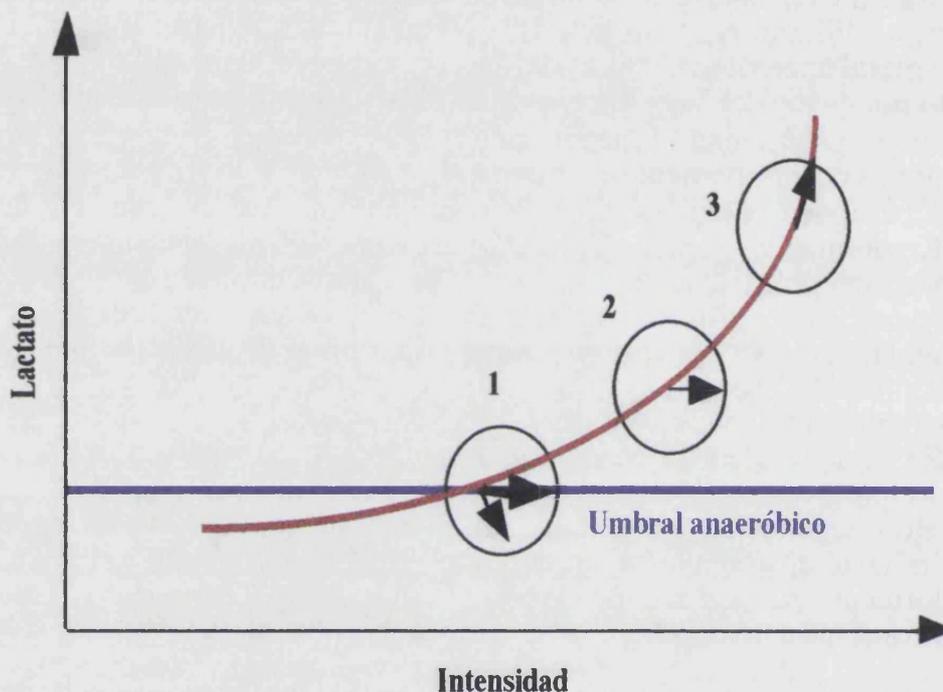
En la actualidad, la concentración de lactato en sangre durante un ejercicio progresivo es el parámetro que se está utilizando para la evaluación de la resistencia, estableciendo a partir de este dato el umbral láctico o inicio de la acumulación de lactato sanguíneo. Mader AH. 1976 y posteriormente Kinderman W. 1984 y García Del Moral L. 1986, han dejado constancia de la validez de éste hecho y de la alta correlación entre ambos.

El UA define dos regiones, la primera e inferior se corresponde con la combinación del sistema aeróbico de producción de energía junto con el sistema "anaeróbico" que genera ácido láctico. En esta primera zona, la eliminación y aparición en sangre del láctico van a la par existiendo un equilibrio estable. En la segunda zona (superior al UA), se observa un desequilibrio entre la producción del lactato, su aparición en el torrente circulatorio y su eliminación.

Las variaciones de la curva de lactato durante el entrenamiento pueden darnos indicaciones de cara a la posterior planificación del entrenamiento (Grosser M. et al., 1989).

En la figura I-10 se muestra una curva tipo de lactato que permite las siguientes interpretaciones:

- a) Desplazamiento a la derecha especialmente en la parte baja de la curva (1). Mejora de la resistencia de base.
- b) Desplazamiento a la derecha en la mitad de la curva (2). Posible mejora de la resistencia específica y/o consumo máximo de oxígeno.
- c) Desplazamiento a la derecha y arriba, especialmente en la parte alta de la curva (3). Mejora en el nivel anaeróbico.



**Figura I-10.- Interpretaciones sobre la curva de lactato.**

El reciente interés las determinaciones de lactatemia en el entrenamiento coincide con la introducción de instrumentos que permiten análisis rápidos (1-3 min) de micro muestra de sangre obtenida del dedo o el lóbulo de la oreja. Un instrumento portátil, de peso y tamaño reducidos, permite su uso en el campo y facilita su utilización en el propio lugar de entrenamiento. De este modo se pueden determinar "in situ" e inmediatamente las respuestas metabólicas a los distintos tipos de tareas de una sesión bien sea de entrenamiento o en competición.

Los diferentes datos que se reflejan en una prueba de esfuerzo como las que nosotros hemos realizado (frecuencia cardiaca, consumo máximo de oxígeno, nivel de lactacidemia y potencia del ejercicio, permiten evaluar la eficacia del metabolismo aeróbico para esfuerzos submáximos. Jouselin E. et al 1984 y Neumann V. 1984 (que son citados por García Del Moral L. 1986) ya observaron la característica propia de los deportistas de alto nivel entrenados en resistencia de utilizar un porcentaje muy alto de la potencia aeróbica máxima y de su frecuencia cardiaca a nivel del umbral anaeróbico.

### **3.5.- Consumo de oxígeno y capacidad aeróbica.**

Al escribir de la energía y el ejercicio físico, comentábamos que no se puede hablar de esfuerzos prolongados (resistencia) sin hacerlo del consumo de oxígeno. Sin este elemento no es posible la oxidación y sin ella la obtención de energía es muy reducida, por lo que podemos decir que uno de los factores más importantes que limita la capacidad de realizar ejercicio de larga duración es el oxígeno.

Por lo señalado, cobra especial importancia el concepto de  $VO_2$  max. que es: la cantidad máxima de oxígeno que nuestro organismo es capaz de utilizar para producir energía. Se expresa en l/min, o en ml / Kg / min. Puesto que existe una relación directa entre el volumen de  $O_2$  consumido y la energía que se puede producir con él, es por lo que éste elemento es un parámetro fundamental para calcular el trabajo que puede realizar un individuo.

$$200 \text{ ml } O_2 \approx 1 \text{ Kcal. (1 l.} \approx 5 \text{ Kcal.)}$$

Los trabajos de Astrand en 1952 hicieron que el consumo máximo de oxígeno fuese considerado como el parámetro más importante para evaluar la aptitud aeróbica de los deportistas. Trabajos posteriores (Heck H. 1985, citado por García Del Moral L. 1986) estiman que el  $VO_2$  max. es un criterio insuficiente para apreciar la capacidad de trabajo, no obstante es evidente que sirven para valorar la condición de base de un sujeto, establecer las diferencias habidas con el paso del tiempo (debidas al entrenamiento) con respecto a si mismo, y compararlo con el resto del colectivo al que pretende pertenecer (jugadores de tenis de nivel superior).

#### ***3.5.1.- En el tenis.***

En el deporte que nos ocupa, el control de los parámetros fisiológicos durante el juego ha estado obstaculizado, hasta hoy, por múltiples factores pero sobre todo por la complejidad, los métodos y lo voluminoso de los aparatajes utilizados.

Confirma lo expuesto que los trabajos científicos que se han ocupado de estos aspectos son poco numerosos y la mayor parte de ellos están únicamente basados en el registro de la frecuencia cardiaca y o de la lactatemia (La).

El consumo de oxígeno, ha sido valorado directamente solo por 3 autores:

Seliger, citado por Gallozzi, 1992 midió, el  $VO_2$  en 16 jugadores de alto nivel, durante 10' de un partido de individuales utilizando el saco

de Douglas. Este método sin embargo, tiene limitaciones en tanto que suministra solo los valores medios de los parámetros respiratorios y por que siendo el aparataje voluminoso, obstaculiza notablemente la libertad de movimientos del jugador.

Ikegami Y et al 1988, por primera vez, ha usado un sistema telemétrico para la obtención del  $\dot{V}O_2$  en campo; en su trabajo ha sido utilizado un solo jugador de nivel técnico modesto durante un encuentro de dobles. El propio autor especifica además que el aparato empleado es fiable solamente para valores de ventilación y consumo de oxígeno no superiores respectivamente a 80 l/min y 2 l/min.

El progreso de la tecnología ha permitido obviar gran parte de estas dificultades. El departamento de Fisiología y Biomecánica del Instituto de Ciencias del Deporte del Comité Olímpico Nacional Italiano (Roma), dispone de hecho desde hace algunos años, de un aparato de pequeñas dimensiones y de peso reducido (cerca de 800gr) capaz, (una vez ajustado al atleta) de obtener y transmitir a distancia, vía radio, toda una serie de parámetros fisiológicos fundamentales para evaluar las características del esfuerzo metabólico aeróbico durante una actividad física intensa.

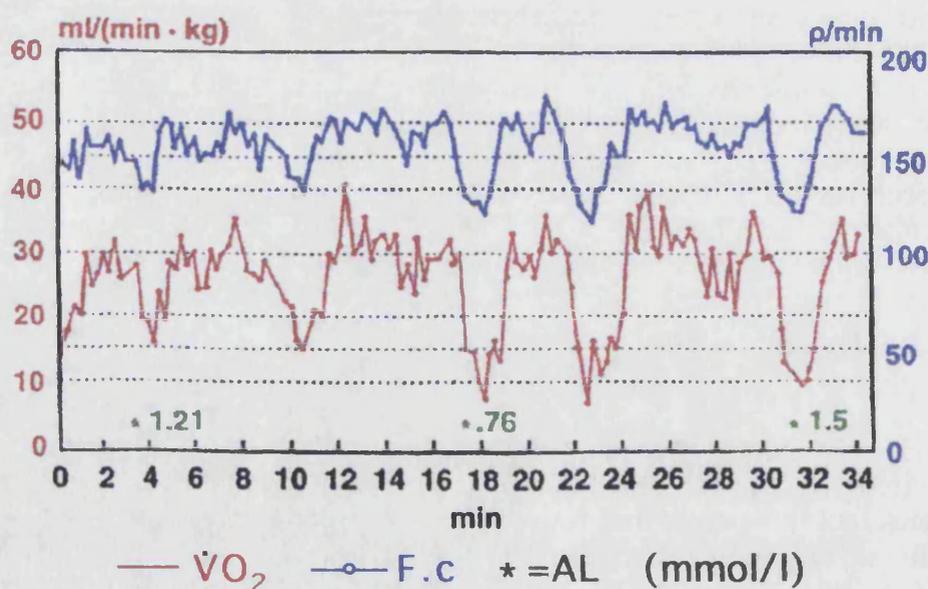


Figura I-11.- Representación gráfica de las variaciones del consumo de oxígeno, frecuencia cardíaca y lactatemia a lo largo del juego del tenis.

El aparato está dotado de un sistema telemétrico integrado capaz de medir los parámetros ventilatorios, la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno. Los datos obtenidos son enviados por un radiotransmisor de frecuencia modulada a un receptor que conectado a una microcalculadora, elabora, memoriza y visualiza en tiempo real los resultados de la prueba en

curso. Posteriormente la calculadora puede ser conectada a un PC. que elabora los gráficos (figura I-11) y archiva los datos obtenidos.

Con esta tecnología, el Instituto de Ciencias del Deporte en colaboración con la Federación Italiana de Tenis ha organizado un protocolo de investigación con el objeto de evaluar los aspectos fisiológicos del tenis masculino a través del estudio de una serie de partidos experimentales con la participación de 8 tenistas de buen nivel (serie B de categoría nacional) cuya edad, estatura, y masa corporal media eran respectivamente:  $18,8 \pm 0,6$  años,  $1,86 \pm 12$  cm y  $73,6 \pm 5,4$  Kg y que tenían un  $\text{VO}_2$  máx de  $57,3 \pm 3,1$  ml/Kg/min.

Los jugadores se enfrentaron en 8 partidos de individuales, 4 de los cuales se disputaron en tierra y 4 en superficie sintética (supreme) y los resultados obtenidos con respecto al parámetro que nos ocupa nos indican que el consumo de oxígeno se activa durante un partido en un rango de valores que va de un mínimo de  $22,6 \pm 3,2$  a un máximo de  $38,5 \pm 5,8$  ml/Kg/min con un valor medio de  $29,0 \pm 3,3$  (tabla I-8).

**Tabla I-8.-Consumo de oxígeno en distintos tipos de superficie.**  
 $\text{VO}_2$  (ml.  $\text{Kg}^{-1}$ .  $\text{Min}^{-1}$ )

	Sintético (n=4)	Tierra (n=4)	Total (n=8)
<b>Min.</b>	$23,0 \pm 3,6$	$21,6 \pm 3,0$	$22,6 \pm 3,2$
<b>Max.</b>	$40,0 \pm 5,7$	$37,0 \pm 6,2$	$38,5 \pm 5,8$
<b>Media</b>	$29,3 \pm 3,3$	$29,3 \pm 3,7$	$29,3 \pm 3,3$

(n= indica el número de sujetos).

El consumo de oxígeno ha resultado modificarse durante un encuentro en un intervalo de valores que van como media de  $39,4$  a  $67,2$  ml/Kg/min del  $\text{VO}_2$  máx: El valor medio del  $\text{VO}_2$  ha resultado ser del  $51,1\%$  del máximo obtenido en el laboratorio. De aquí se desprende que el aparato de transporte de oxígeno se estimula de forma submaximal y esto explica la relativa modestia de los valores de  $\text{VO}_2$  max aportados por estos deportistas.

Datos más fáciles de encontrar y corrientes son los referentes a la potencia aeróbica máxima (equivalente a  $\text{VO}_2$  máx) de los tenistas, medida en el laboratorio. El hecho de que no siempre se describa el protocolo e incluso el que unos estén realizados en cicloergómetro y otras veces la prueba se haga en tapiz rodante puede ser la explicación a la pluralidad de valores que dan los diferentes autores.

Carlson JS y Cera MA 1984, en su trabajo con 6 tenistas australianos de élite da un valor de  $60,3 \pm 6,3$ , Buti T. et al 1984, que realizó un estudio con prepúberes de alto nivel nos ofrece los valores de  $56,3 \pm 6,5$ , Elliot (citado por Gallozzi) con 8 jugadores a los que sometía a un programa de entrenamiento con carrera prolongada es el que da valores

más altos ( $69,9 \pm 6,3$ ). Con estos datos y los de Naughton G. y Carlson J. 1990; Neuman V. (citado por Aragonés T. 1991); Astrand P. y Rodahl K. 1992; Dragan (citado por Aragonés T. 1991) y Mero A. et al. 1990), podemos concluir que el valor medio de todos ellos es de  $58,7 \pm 5,2$  ml/Kg/min.

Para las mujeres haciendo otro tanto con los datos del Centro de Medicina de la Diputación de Aragón, el Centro de Estudios de Alta Rendimiento Deportivo (CEARE) de la Dirección General de Sports de Cataluña, Therminarias A. et al. 1988, Neuman V. (citado por Aragonés T. 1991) y González Gallego J. 1992, podemos dar como media el de  $46,55 \pm 2,4$ .

### **3.6.- Antropometría.**

Esta área de la antropología, puede definirse como la rama de la ciencia que se ocupa de la medición de la estructura corporal, así como de sus aplicaciones y métodos empleados.

Además de las finalidades típicas de clasificar a los sujetos por su estructura física y de estudiar sus incidencias en el proceso salud - enfermedad, otras razones como la estimación de la grasa corporal y la posibilidad de establecer unas relaciones de causa y efecto entre la actividad y el rendimiento físico, (Sharma SS. y Dixit NK. 1985; Kibler W. et al 1988; Sanchis C.1988; Fernández de Prado J. et al 1991; Galiano D.1991; Aragonés MT; 1992 y Groppe JL y Roetert EP. 1992), exigen la toma de datos de las variables antropométricas.

En principio, los objetivos del presente estudio serán:

- 1) Determinar el somatotipo del jugador.
- 2) Calcular el peso magro y peso graso.

#### **3.6.1.- Somatotipo.**

El interés por clasificar es antiguo y en su desarrollo han sido más conocidos como las tipologías, establecidas por diferentes escuelas: alemana (pícnico, atlético, leptosomático); francesa (digestivo, respiratorio, muscular, cerebral); americana (endomorfo, mesomorfo, ectomorfo). Estas tipologías han resultado insuficientes en su objetivo por clasificar la configuración física, sobre todo por la dificultad de encuadrar a un individuo en una sola de las categorías establecidas. De ahí el interés por encontrar un sistema de clasificación que reduzca varias características a una sola valoración (somatotipo).

Entre los diferentes métodos de determinar los somatotipos el más difundido es el método antropométrico de somatotipificación de Heath-Carter 1967 basado en conceptos Sheldonianos y que utiliza el método antropométrico frente al método fotoscópico usado por su creador (medición frente a observación).

La representación gráfica del estudio del somatotipo se puede realizar mediante un procedimiento bidimensional o tridimensional.

En el análisis bidimensional, el somatotipo se localiza en un eje de coordenadas x e y. En este caso, se precisa una conversión previa de los tres componentes en unidades x e y , cuya proporción es 3:1, según las siguientes fórmulas:

$$x = III - I ; y = 2II - (III + I)$$

(I endomorfia II mesomorfia III ectomorfia)

El punto resultante de estas dos coordenadas se denomina somatotipo y se representa en la somatocarta (Figura I-12).

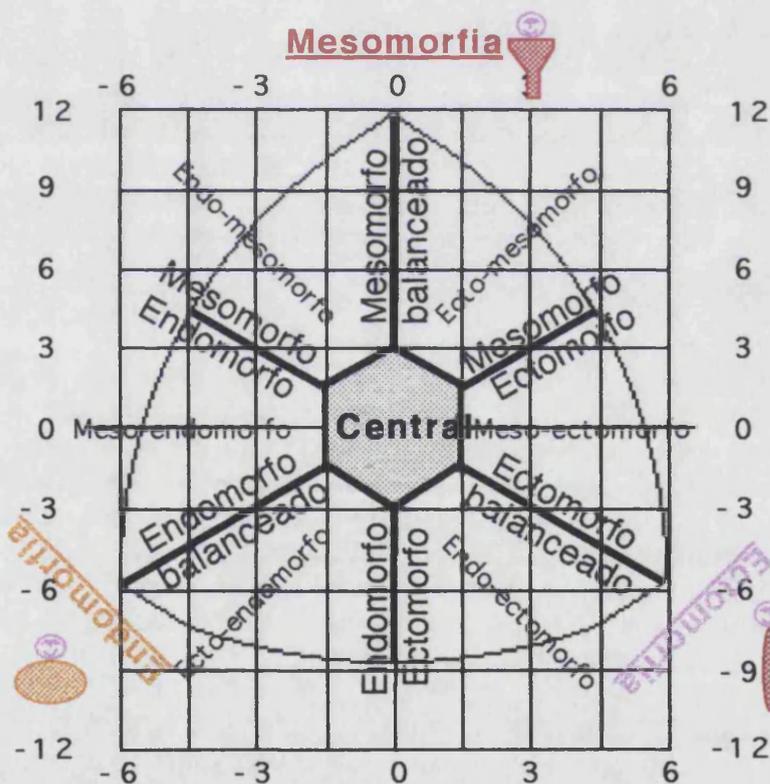


Figura I-12.- Somatocarta.

La somatocarta de Heath-Carter, consiste en un triángulo equilátero de lados curvos que corresponden a los arcos de circunferencia con centro en los vértices del triángulo primitivo. Las bisectrices de los ángulos, coinciden con los tres ejes de la misma que se cortan en el centro formando ángulos de 120 grados, y, representando cada uno a un componente de la somatocarta. En el exterior del triángulo, figuran los valores numéricos de las coordenadas x e y , coincidiendo el punto central del triángulo con el valor 0 de las coordenadas. En el eje de ordenadas, los valores van de + 16 a -10 y en abscisas de -9 a +9.

### **3.6.2.- Composición corporal.**

Básicamente el organismo puede ser dividido en dos componentes, en función de los tejidos magros y de los grasos.

a- En el compartimento magro encontraremos el tejido muscular, el óseo y los diferentes parénquimas orgánicas; de los que sólo la musculatura experimenta variaciones, permaneciendo el resto relativamente constante.

b- El compartimento graso está constituido por el tejido graso y que experimenta amplias variaciones dependiendo de la grasa almacenada y que está en estrecha relación con la ingesta, el metabolismo basal, la actividad física y la actividad nerviosa y endocrina.

Cuantificar el porcentaje de grasa interesa en varias situaciones para determinar si las alteraciones del peso están en relación con la grasa corporal; así un sobrepeso, estimado en relación a la estatura, puede ser etiquetado de obesidad si se presenta un elevado porcentaje de grasa o simplemente de elevación de la masa muscular, con la diferente consideración hacia los factores de riesgo asociados a la obesidad.

### **3.6.3.- En el tenis.**

A pesar de que la antropometría es considerada por quienes se desenvuelven en el ámbito deportivo como una de las ciencias de apoyo más interesante, y, que en particular en el tenis condiciona algunas características técnico-tácticas del jugador, no es excesiva la información bibliográfica que hemos podido encontrar al respecto.

Una buena parte de ella no aporta datos utilizables por razones tan obvias como el que sean trabajos realizados con colectivos en edades bien diferentes (jugadores profesionales o por el contrario con niños de 7 a 12 años) e incluso en alguna de ellas faltan datos de descripción del grupo.

La estatura del tenista le permite ventajas desde el punto de vista técnico en acciones como el saque, y su envergadura le aporta beneficios técnicos y tácticos cuando por ejemplo, se trata de cubrir ángulos. El peso que puede ser elevado debido al desarrollo de los huesos a pesar de que el individuo posea un escaso componente muscular, también será un dato del que dependerá su facilidad de movimiento en la pista.

A pesar de estos argumentos, Bloomfield J. et al 1984; Gropel JL y Roethert EP 1992; Galiano D. 1992; Sanchis C. 1990 y Fernandez de Prado J. et al 1991, apenas nos dan parámetros suficientes para establecer un marco de referencia para nuestros jugadores.

Los autores citados en último lugar son precisamente quienes más se aproximan a nuestro estudio y por lo que van a ser comentados en mayor extensión. Su trabajo consiste en el estudio de 10 mujeres participantes en el campeonato nacional absoluto de tenis de 1988, (tablas I-9 y I-10).

**Tabla I-9.-Valores antropométricos de las participantes del Campeonato Nacional de tenis femenino 1988.**

n = 10	Edad (meses)	Peso (Kg)	Talla (cm)
	211,20 ± 80,20	61,90 ± 6,01	167,40 ± 4,38

(n= indica el número de sujetos).

**Tabla I-10.- Análisis del Somatotipo de las participantes en el Campeonato Nacional de tenis femenino 1988.**

	X	DS
Somatotipo	3,70 - 3,40 - 2,40	0,90 - 0,82 - 0,90
S.D.M.	3,17	1,18
S.A.M.	1,35	0,52
<b>Endomorfo - Mesomorfo</b>		

La media y desviación standard en edad, peso y talla de las 10 tenistas estudiadas es de  $17,6 \pm 6,69$  años,  $61,9 \pm 6,01$  Kg y  $167,4 \pm 4,39$  cm respectivamente. Su somatotipo medio es endoformico-mesoformico con unos valores de 3,7 - 3,4 - 2,4 (0,90 - 0,82 - 0,90), y las medidas de dispersión de la muestra S.D.M. o I.D.S. de  $3,17 \pm 1,18$  y S.A.M. de  $1,35 \pm 0,52$ .

Comparando el somatotipo medio de dichas tenistas con valores publicados sobre tenistas profesionales (3,1 - 3,9 - 2,6) y juniors (4,0 - 4,0 - 2,7) de U.S.A, puede observarse una menor endomorfia y mayor mesomorfia de las tenistas profesionales, así como una ectomorfia mayor de la población de jugadoras pertenecientes a equipos que militan en segunda categoría nacional (3,7- 3,4 - 2,8) (tabla I-11).

**Tabla I-11.- Valores antropométricos de otros colectivos femeninos.**

	Edad meses	I	II	III	Peso Kg	Talla cm
Usa Profes.	289,2	3,1	3,9	2,6	-	-
Valencianas	229,8	3,9	4,1	2,5	60,2	166,2
Aragonesas	217,2	3,7	3,4	2,8	-	-
Cto.Nal. 88	211,2	3,7	3,4	2,4	61,9	167,4
Usa junior	200,4	4,0	4,0	2,7	-	-
Nacional	192,0	2,9	3,1	3,3	58,3	169,5
Regional	187,2	2,8	3,3	3,4	59,3	170,1
Infantil	156,0	3,0	2,6	4,1	43,9	156,9

La suma de los 5 pliegues cutáneos valorados en el estudio de referencia (triceps, subescapular, suprailiaco, abdominal y medial de la pierna) y el cálculo del porcentaje de grasa mediante la fórmula de Yuhasz

modificada por Foulkner (% de grasa = suma de pliegues: triceps, subescapular, suprailiaco, abdominal  $\times 0,153 + 5,783$ ) ofreció los siguientes resultados:

El total de los 5 pliegues cutáneos en las tenistas estudiadas es de 62,8 mm, y el porcentaje de grasa es de 12,9. Para estos mismos parámetros siguiendo con el estudio de las primeras clasificadas en los distintos niveles y categorías antes mencionadas, los valores son de 56,4 mm. y 11,6 % de grasa en las jugadoras nacionales, 53,4 mm. y 11,5 % de grasa en las categorías regional y 53,8 mm. y 12,2 % de grasa en las infantiles (tabla I-12).

**Tabla I-12.- Pliegues cutáneos y tanto por ciento graso (Fórmula de Yuhasz) de los colectivos femeninos indicados.**

	Valencia	Cto 1988	Nacio	Region.	Infant.
Triceps	14,4	16,3	13,4	13,0	10,2
Subescapular	11,2	9,8	7,0	7,8	8,1
Suprailiaco	11,3	9,7	8,1	7,0	9,8
M. Pierna	16,1	11,4	10,1	10,4	15,6
Abdominal	15,1	15,2	17,8	15,2	18,4
Suma 5 P.C	68,1	62,8	56,4	53,4	53,8
% grasa	13,9	12,9	11,6	11,5	12,2

Vodak PA et al 1980, para mujeres, da otros valores medios de 55,7 kg para el peso, de 163 cm. para la talla y de 20,3% de grasa corporal, pero no especifica la edad del grupo.

Desgraciadamente en jugadores masculinos no hemos podido encontrar datos en la misma proporción, teniendo únicamente como referencias las de Bloomfield J. et al 1984 (niños de 7 a 12 años); Galiano D. 1992 (de 11 a 14) y Sanchis C. 1990 (22,6 de media) que evidentemente se separan de nuestro grupo lo suficiente como para no poder establecer ningún tipo de comparaciones.

A pesar de ello, con los valores aportados por estos autores y comunes a los dos, hemos elaborado la tabla I-13.

**Tabla I-13.- Valores antropométricos de colectivos masculinos.**

Edad 14 años	Percentil	Percentil	Edad 22,6 años
	<b>50</b>	<b>90</b>	<b>Media (n= 12)</b>
Talla	176,70	185,60	175,50 $\pm$ 6,90
Peso	61,70	76,50	71,10 $\pm$ 5,40
Ectomorfismo	2,48	3,78	2,9-4,8-2,5 $\pm$ 1,4 SAM
% Graso	10,60	11,96	9,70 $\pm$ 3,90

Vodak PA et al 1980, para hombres, da unos valores medios de 77,1 para el peso, de 179,6 para la talla y de 16,3% de grasa corporal, pero no especifica la edad del grupo.

Como quiera que en nuestro estudio un objetivo es comparar a los sujetos consigo mismos en el transcurso del tiempo y establecer relaciones de causa-efecto entre estos valores y las formas de actividad física que hayan podido producir sus alteraciones, tampoco es excesivamente importante el que no dispongamos de un mejor marco referencial.

### **3.7.- Espirometría.**

Siendo este aspecto uno de los que siempre se ha considerado fundamental en el rendimiento deportivo e incluso y en su día tomando la capacidad vital casi como sinónimo de la ecuación de Fick, nosotros lo hemos considerado importante solo en la medida en que nos diera valores dentro de la normalidad toda vez que al no ser un parámetro utilizable durante la actividad, solamente podríamos establecer relaciones a través del tiempo.

Por otra parte y no habiendo encontrado en la bibliografía ningún dato relativo a este aspecto que nos permitiera realizar comparaciones de nuestros sujetos con otros colectivos de características similares es por lo que al final no se reflejan en las hojas de resultados ya que todos y cada uno de los jugadores se situaron en los rangos de normalidad siempre que fueron examinados.

### **3.8.- Analítica.**

Como forma de controlar el estado de salud y puesto que además es evidente que por este medio se pueden encontrar o justificar variaciones o deficiencias en el rendimiento deportivo, se realizaban coincidiendo con cada reconocimiento y tantas otras veces como se estimara conveniente.

De forma excepcional se solicitaban tantos parámetros como fueren necesarios pero habitualmente, se determinaba en sangre total:

Glucosa, urea, colesterol, hierro, transferrina, índice de saturación de transferrina, leucocitos, hematies, hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media.

#### **I.4.- OBJETIVOS.**

A pesar de que como se puede observar en la bibliografía comentada, se han tratado gran numero de aspectos en cuanto a la practica del tenis se refiere, no hemos encontrado ningún articulo en el se cuantifiquen utilizando las técnicas modernas, los parámetros de mayor interés para el estudio de los esfuerzos del tenis y los valores funcionales de los tenistas.

Cada vez son mas corrientes los términos VO<sub>2</sub>, antropometría, frecuencia cardiaca, etc, en la formación de los técnicos deportivos, y de otro lado, también cada vez son mas fiables y manejables los aparatos que permiten medir estos valores.

Gracias a los protocolos existentes, actualmente se pueden reproducir exactamente las situaciones de los controles y son por ello mas fiables los resultados obtenidos que los que años atrás nos daban la cinta métrica o el cronometro.

El acercar aun mas el rigor científico a la practica deportiva, podría ser un primer objetivo, si se quiere indirecto, de este trabajo pero por supuesto no el único.

Además de los propios de toda tesis, que implican: I) una amplia búsqueda bibliográfica, y para, II) lograr un profundo conocimiento del área de trabajo en que se va a investigar, y, III) la aportación de alguna novedad a este mismo campo, en este caso y en particular, los fundamentales de este estudio, han sido:

A) Controlar el nivel de intensidad de los entrenamientos a los que se someten los deportistas a edades cada vez más tempranas y en un número de horas que supera las 20 semanales.

B) Determinar la intensidad de los esfuerzos realizados en competición, que permitirá establecer el número óptimo de torneos, la frecuencia de los mismos, su categoría y un largo etc.

C) Comparar los puntos B y A, estableciendo como consecuencia, la carga total de trabajo (frecuencia x intensidad) de modo que no se produzcan situaciones de sobreentrenamiento o de falta de forma y que permitan prolongar y equilibrar la vida deportiva de nuestros jugadores.

D) Como consecuencia de la comparación anterior, establecer el nivel de eficacia de los entrenamientos realizados a lo largo de la temporada y poder en años sucesivos introducir los cambios necesarios para mejorar la preparación de los jugadores de tenis en general, y de los que se ajusten a las características del colectivo estudiado en particular.

E) Establecer comparaciones entre los parámetros fisiológicos hallados en nuestros jugadores y los referidos por otros autores para colectivos similares.

F) Observar las variaciones de dichos parámetros en función de los sistemas de entrenamientos utilizados en cada momento de la temporada.

G) Ver como varían con el paso del tiempo y como consecuencia del entrenamiento las diferencias con respecto a los jugadores de élite de otros países e incluso del nuestro.



## **II.- MATERIAL Y METODOS**



## **II.1.- MATERIAL.**

### **1.1.- Sujetos experimentales.**

El grupo de jugadores motivo del presente estudio está constituido por un total de 9 tenistas 5 varones y 4 hembras.

Todos ellos tenían un buen nivel de juego antes de iniciar su preparación, razón por la cual precisamente se integraban en la Escuela Nacional de la Real Federación Española de Tenis.

Por la misma razón, se da la circunstancia de que las edades casi coinciden, puesto que por la propia filosofía de la escuela, la permanencia de los jugadores en ella, sólo es posible entre los 14 y los 18 años.

El período de seguimiento de los jugadores ha durado 2 años exactamente, lo que ha permitido, observar a todos ellos al menos 2 veces en los momentos que se consideró oportuno por cada una de las dos temporadas. Se eligió el mes de noviembre por ser el inicio de la temporada para el primer control, el segundo, se realizaba en febrero coincidiendo con el momento central del período de entrenamiento y el más intenso. El tercer control tenía lugar en el mes de junio, al final del período de entrenamiento y el inicio de lo que son las competiciones más importantes y numerosas por lo que prácticamente se deja de entrenar (físicamente) para dedicarse casi exclusivamente a jugar torneos.

La edad media de los sujetos del grupo cuando se inicia su estudio es de 14 años y 10 meses, siendo el mayor de ellos de 15 años y 10 meses y teniendo 14 años y 3 meses el más joven.

### **1.2.- Equipamiento.**

#### **- La raqueta:**

De lo expuesto en la introducción con respecto a este elemento y sus partes (el grosor del puño, el cuello, el marco, el peso de la misma, el material con el que se fabrica, la longitud, su diseño, el punto de equilibrio, el ancho del marco), y de otros aspectos no tratados allí como: el tipo de cordaje, la tensión del mismo e incluso el precio, se puede desprender la complejidad de la elección de la raqueta.

A lo largo de la vida deportiva de un tenista, este elemento fundamental para él, cambia en varias ocasiones. Al principio, casi siempre atiende a las indicaciones de los técnicos, posteriormente, como consecuencia de la toma de conciencia de las sensaciones por parte del

jugador y la experiencia que va acumulando, es el mismo quien toma la iniciativa en cuanto a los cambios a realizar.

Es evidente que no se puede plantear el unificar un modelo, ni tan siquiera una marca para todo el colectivo, puesto que de entrada y tratándose de chicos y chicas, ni sus medidas antropométricas (longitud de la mano) ni sus características físicas (que condicionarían su peso, punto de equilibrio, etc) permitirían a todos ellos obtener el máximo rendimiento con la misma raqueta.

Por todo lo expuesto hasta aquí, se dejó total libertad a cada jugador para entrenar y jugar con aquella que le fuese posible lograr la mayor eficacia.

#### **- La pelota:**

Las que se utilizaban en los entrenamientos durante el tiempo que duró la presente observación eran de las marcas Wilson y Penn y del tipo "presurizadas" por ser las usadas en la totalidad de los torneos oficiales que se disputaban en la Comunidad Autónoma y en la mayoría de los jugadores en España.

Por la razón expuesta en la introducción y al hablar de la pelota para que las características de las mismas fueran aceptables en cualquier momento, estas eran cambiadas cada semana y se gastaban un promedio de 216 pelotas por mes.

Para los ejercicios de peloteo, control y partidos se estrenaban pelotas a diario que pasaban más tarde a "las cestas" o "cubos" para realizar el resto de ejercicios.

### **1.3.- Instalaciones.**

#### **- Las pistas:**

Las utilizadas en el tiempo que duró el estudio fueron preferentemente las de tierra batida por ser esta la superficie más corriente en los torneos en los que participan nuestros jugadores.

De modo excepcional y por dos razones bien diferentes se entrenaba también en pistas duras, unas veces, debido a que cuando llueve abundantemente las pistas de tierra quedan inutilizables por uno o dos días y en otras ocasiones porque siendo diferente la forma de jugar en una y otra superficie, cuando se va a competir en un tipo determinado de pista es conveniente jugar los días previos en el mismo tipo de instalación para habituarse a ella.

Los torneos más prestigiosos se juegan en tierra batida, casi todos los clubs tienen la mayoría de las pistas de este tipo y como consecuencia de todo ello, la mayoría de los entrenamientos se realizan así mismo en este tipo de superficie.

El número de pistas utilizadas a diario para los entrenamientos era de 5 lo que da un promedio de 2 jugadores por pista.

Como instalaciones complementarias y para la realización de las sesiones de preparación física, utilizamos:

A) La pista de atletismo de la Universidad de Valencia, donde podíamos hacer todo tipo de entrenamientos puesto que además del anillo reglamentario para carreras (400m), disponíamos de amplias superficies de césped para ejecutar otras formas de entrenamiento (multisaltos, ejercicios con balones medicinales etc.)

En la misma, existe además una bien dotada sala de musculación para la realización de este tipo de trabajos.

B) En los días de lluvia, acudíamos al pabellón cubierto de La Fuente de San Luis. De propiedad municipal, cuenta en la planta inferior con una zona de calentamiento en la que hay 6 calles de 60 metros de longitud y amplios gimnasios, además de una sala de musculación. En la planta superior, hay un anillo para carreras de 200 metros y una pista polideportiva.

Con ambas instalaciones, nos garantizábamos la posibilidad de entrenar todos los días del año, independientemente de cualquier circunstancia tanto prevista como no.

#### **1.4.- Aparatos.**

- *Monitor del ritmo cardiaco ó pulsómetro:* El medio de control seleccionado para la medida de la frecuencia cardiaca, ha sido el pulsómetro "Polar Sportster 4000" que es un monitor del ritmo cardiaco de última generación que permite hacer un seguimiento preciso y analizar almacenando además los datos obtenidos para su posterior estudio a través de un ordenador, pudiendo imprimir los resultados deseables en cada caso.

Componentes del pulsómetro:

- 1) Un monitor de pulsera.
- 2) Un sensor transmisor.
- 3) Una banda torácica (para sujeción del transmisor) con electrodos conductores.

Para el paso de los datos obtenidos durante los esfuerzos controlados a un ordenador se utiliza un "polar computer interface" compatible.

#### **MODO DE EMPLEO**

La utilización del aparato es sencillísima puesto que consiste en colocarse un reloj de pulsera y una banda elástica en el tórax, por debajo del pecho, que por medio de unos corchetes sujeta el receptor y emisor de la señal cardiaca. El reloj a través de una memoria registra lo sucedido y almacena información hasta un total de 2 horas 40 minutos cuando se

toman las frecuencias de 5 en 5 segundos pudiendo funcionar varias horas si el intervalo de registro se distancia a 15 o 60 segundos.

Para el paso posterior a un ordenador basta con un interface como ya se ha apuntado y el "Software de Análisis" nos da las siguientes posibilidades.

- 1) Curva
- 2) Distribución
- 3) Listado

y otras que no hemos utilizado (test Conconi, test de intervalos..).

El pulsómetro permite mediante su correcta programación, la selección de la zona de entrenamiento (exclusivamente aeróbico, anaeróbico o en transición de uno a otro) al poder marcar un límite superior e inferior del intervalo elegido, que nos es recordado acústicamente cuando se incumple tanto por arriba como por abajo.

También puede darnos en otra gráfica directamente y en porcentajes el trabajo realizado por debajo de la zona seleccionada, en la zona elegida, y por encima de la misma.

La validación de estos aparatos se ha realizado a través de su comparación con Holvers, y E.C.G y su eficacia sobradamente demostrada en la bibliografía que se cita al respecto. También, y como consecuencia de la comprobación del extremo señalado, se seleccionó el pulsómetro P.E. 4000 por ser según un estudio de mercado (Thivierge M. y Leger L 1988) el más fiable de cuantos existen.

- **Electrocardiógrafo:** marca Hellige, modelo Cardiotest EK-41, monocal.

- **Electrodos:** desechables, tipo "silver-silver chloride", situados en posición CC5, CM5.

- **Desfibrilador:** marca Honeywell, modelo ED40, portátil.

- **Cinta rodante:** marca Jaeger, modelo Laufergotest LE/5, programable, con velocidades de marcha de 0.1 a 29.9 km/h, y regulación de pendiente de 0 a 19.5%. Regulación automática de velocidad e inclinación a partir del paquete de software del sistema de procesamiento del ergoespirómetro.

- **Monitor menoscópico:** de 1 canal, marca Hellige, modelo SMS 182, para integración "on line" de la frecuencia cardiaca.

- **Centrifuga:** marca Eppendorf, modelo 5414 S, para 12 tubos de ensayo de 1,5 ml, de 15.400 G.

- **Analizador automático CIBA Corning, modelo Expres 550**

- **Espectrofotómetro:** marca Eppendorf, modelo PCP 6121, de lámpara Hg-espectral, precisión de la longitud de onda mejor de 0,05 nm,

volumen mínimo 200 microlitros, conectado a una mesa presentadora Eppendorf, modelo 5127, con velocidad de pipeteado cada 15 seg y a una bomba de aspiración marca Eppendorf, modelo 5260, con error máximo de  $\pm 6\%$  a una velocidad de 5 ml/min. Lectura en microcuveta de flujo, Eppendorf, modelo 4052, e inscripción de resultados en inscriptora térmica, Eppendorf, modelo 6526, sistema ASCII.

- **Bascula:** modelo Seca, de 5 a 150 kg., con cabezal basculante blindado con sistemas de escala doble y pesas corredoras, con divisiones de  $\pm 100$  gr.  $d=0,1$  kg.,  $e=0,1$  kg.

- **Antropometro:** modelo Harpenden Holtain LTD., de 2000 mm. de extensión y precisión de  $\pm 1$  mm.

- **Lapiz dermatográfico:** graso, para señalar los puntos antropométricos a medir.

- **Plicómetro:** modelo Holtain LTD.. Crymychu K., de 0 a 49 mm y precisión de  $\pm 0,2$  mm., con precisión constante de  $10 \text{ gr/mm}^2$ .

- **Cinta métrica:** modelo Holtain LTD. de 2000 mm. y precisión de  $\pm 1$  mm.

- **Pie de rey:** modelo Holtain LTD. de 0 a 140 mm. y precisión de  $\pm 1$  mm.

- **Espirómetro:** marca Gould, modelo Gould Pulmograph System, de campana seca, margen de medida de 10 l., resolución superior a 25 ml.

### 1.5.- Material deportivo.

Para la ejecución y el control de los entrenamientos de preparación física, se hizo necesario utilizar una serie de medios que se pasa a detallar.

- **Cronometro:** para la toma de tiempos, se usaron dos cronómetros de la marca Seiko, modelo S- 101-5010 que permiten el registro de tiempos parciales (LAP) y tiene memoria para la acumulación de 10 tiempos.

- **Balones medicinales:** comentados ya en el capítulo de introducción los utilizados en este caso eran de caucho, de la casa Amaya y de un peso de 3 Kilogramos tanto para los chicos como para las chicas.

- **Barras de halterofilia:** empleadas para la iniciación al trabajo de fuerza, se utilizaban sin discos. Se seleccionaron de 10 a 7 Kg para

chicos y chicas respectivamente y para aquellos ejercicios que se realizaban con ambos brazos. Los movimientos que eran ejecutados con un solo brazo los efectuaban con unas barras cortas (de mancuerna) que pesaban 2 y 1,5 Kilogramos para los chicos, en función de su grado de desarrollo y 1 Kg para las chicas.

- **Poleas:** es un sistema de trabajo poco corriente en España y que posiblemente se deba a que estos aparatos no se comercializan en nuestro país por lo que hay que importarlos de Suiza (4142 Munchenstein - Switzerland B y Sebestyen E.). Consiste en una rueda que va sujeta a un cinturón que porta un corredor por la que se desliza una cuerda de nylon que es la que arrastra a un segundo deportista. El nombre con el que se comercializa es el Speedy Junior.

- **Fichas de circuito:** para la mejor ejecución de este sistema de entrenamiento, se elaboraron unas fichas en las que se mostraban los ejercicios a realizar en cada posta, con el objeto de que los jugadores no tuvieran que memorizarlos. Colocadas en su lugar correspondiente (debidamente ordenadas) configuraban el circuito a realizar.

### **1.6.- Reactivos y productos.**

- **Determinaciones de la concentración de L-lactato en sangre.** Kit Testomar Lactato, completamente enzimático de la casa Boehringer, ref. OSUA 41.

- **Determinación de Hemoglobina** Kit Test-Combinación Hemoglobina, de la casa Boehringer Mannheim GmbH, ref. 124 729.

- El resto de las determinaciones han sido realizadas utilizando kits de coulter.

## **II.2.- METODOS.**

### **2.1.- Protocolos médicos:**

En los últimos años, todos los alumnos de la escuela nacional de la Real Federación Española de Tenis, siempre han estado sometidos a reconocimientos periódicos; en un principio más por el control de la salud que con otros fines, pero con el paso de los años, y en función de los medios disponibles hemos ido mejorando, y gracias al avance de la medicina en general y de la importancia que ha tomado el deporte como fenómeno social, hemos pasado de la traumatología deportiva a una auténtica "Medicina del Deporte".

Desde los P.W.C.-170 que comenzamos haciendo en cicloergómetros, hasta las ergometrías máximas, realizadas con analizadores de gases y en cinta rodante, hemos ido adaptando los protocolos, a la especificidad de nuestros deportistas y del deporte que nos ocupa.

En definitiva y para el presente trabajo, en cada momento de los que se determinó para pasar el control (noviembre, febrero y junio) por las razones ya apuntadas, se estableció una batería estandar de pruebas que consistía en:

- 1) Anamnesis
- 2) Exploración:
  - General (anual)
  - Electrocardiograma en reposo (anual)
  - Radiología de tórax (anual)
- 3) Antropometría:
  - Composición corporal
  - Somatotipo
- 4) Espirometría:
  - Capacidad vital (anual)
  - VEMS
  - I. Tiffeneau
- 5) Analítica sanguínea:
  - Hemograma
  - Glucemia
  - Colesterol
  - Triglicéridos
  - Urea
  - Hierro
  - Transferrina
  - Índice de saturación de Transferrina
- 6) Orina:
  - Anormales
  - Sedimentación
- 7) Prueba de esfuerzo (en el laboratorio)

A todos los sujetos examinados se les había descartado previamente la existencia de alguna patología que pudiese interferir en su rendimiento físico, teniendo todos ellos experiencia anterior en la técnica de carrera en cinta rodante.

La prueba era máxima por agotamiento subjetivo del sujeto en ausencia de hallazgos patológicos, con control E.C.G. y extracción de micromuestras sanguíneas para la determinación de la lactacidemia según protocolo de Heck et al 1982 - 1984 (citado por García Del Moral L. 1986)

Tras la colocación de electrodos e hiperemizar el lóbulo de la oreja con Finalgon® forte crema, se realizaba un calentamiento a 4 y 9 Km/h durante 5 minutos, se procedía una vez transcurridos 5 minutos de descanso a la toma de la muestra de reposo, y a iniciar la prueba de

esfuerzo de tipo triangular, con incremento de carga por aumento de la velocidad, iniciando la prueba con 9 Km/h (2,5 m/seg) con incrementos de 0,4 m/seg cada 5 minutos, con 30 segundos de parada entre cada estadio para proceder a la toma de la muestra de sangre del lóbulo de la oreja. La inclinación del tapiz era constante y del 1,5 %.

Al final se determinaba la velocidad máxima alcanzada, la frecuencia cardiaca máxima así como el umbral anaeróbico (criterio de 4 mmoles) y el VO<sub>2</sub> máx (Mader A. 1976).

## **2.2.- Protocolos de entrenamiento físico.**

Las sesiones de entrenamiento tenían lugar 5 días a la semana con una duración media diaria de 4 horas 30 minutos que se repartían entre 3 horas de técnica y 1 h. 30' de preparación física.

Estas como es lógico y se expondrá más adelante, estaban sometidas a la dinámica ortodoxa de mesociclos y microciclos, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo (Matveiev LP, 1989).

Un "microciclo" consiste en un periodo de una o dos semanas que se caracterizan por tener una unidad bien diferenciada en cuanto a medios y métodos a utilizar.

Se deben adaptar perfectamente a las necesidades inmediatas del entrenamiento y debe estar construido de tal forma que las sesiones de velocidad, fuerza o técnica, estén distribuidas perfectamente y en función de las sesiones anteriores y posteriores para que la capacidad de rendimiento sea optima.

Normalmente comprenden de cinco a seis sesiones semanales y en épocas especiales pueden llegar a ser 10 ó 12, pero siempre que se garantice una debida recuperación, puesto que es fundamental la proporcionalidad entre la carga y el descanso.

Las unidades de entrenamiento que exigen mas calidad (velocidad o fuerza velocidad) deben incluirse en los días en que la capacidad es maxima, que es precisamente en los días de supercompensación.

El conjunto de varios de ellos deben de tratar de lograr ciertos objetivos y en su totalidad configuran un nuevo periodo.

Los "mesociclos", son lapsos de tiempo de mayor duración en los que se diferencian claramente la finalidad que se persigue (periodo preparatorio, de competiciones o de transición) y que suelen durar entre 4 y 10 semanas en los que se distinguen varios microciclos.

Se caracterizan fundamentalmente por la variación de la relación volumen - intensidad y por el cambio de métodos de entrenamiento utilizados.

- Para la mejora de los distintos tipos de resistencia se utilizaron:
  - La carrera continua
  - El fartlek
  - Los juegos polacos de carrera
  - El interval-training

- El circuito
- Para la mejora de la fuerza:
  - Los balones medicinales
  - El trabajo con barras
  - Los multisaltos
  - Las cuestas
- Para la mejora de la velocidad:
  - Los ejercicios de velocidad de reacción
  - Los estímulos máximos
  - Los trabajos de velocidad-resistencia
  - Los ejercicios de arrastre con poleas

Por supuesto que la estructura del microciclo semanal de trabajo que se expone a continuación, aun siendo real, no es mas que un modelo que admite multitud de variedades en función del momento de la temporada en que nos encontremos e incluso de que se trate de una cima de la curva general o del microciclo de alivio.

Días	Sistemas		
3 Lunes	Carrera cont. 20'(1)	Velocidad 5 salidas 5 x 10 m R = 2' 5 arrastres	Multisaltos (2)
4 Martes	Carrera cont. 20''(1)	Pesas (3)	Interval (15 x 70 m) R = 1' 10''.
5 Miercoles	Fartlek 30'	Flexibilidad	
6 Jueves	Carrera cont. 20' (1)	Velocidad Res. (4) 3 x 10 x 4 m 3 x 5 x 8 m 3x 3 x 15 m	Circuito.(5)
7 Viernes:	Carrera cont. 10' (1)	Pesas	Interval (15 x 90) R = 1' 10''.
8 Sábado	Fartlek 25'	Balón medicinal (6)	Cuestas (8 x 40 m) R = 3'
9 Domingo	Descanso.		



- (1) La intensidad de carrera, variaba entre 4'20'' y 4'40'' el Km.
- (2) El total de ellos oscilaba entre 150 y 200, según el momento de la temporada, variando así mismo el número de repeticiones por serie y la proporción de estáticos, dinámicos y pliométricos.
- (3) Como se indica en el apartado 2.4.1.7 (pagina 21) y al ser el objetivo mejorar la "fuerza-resistencia", el número de ejercicios era de 20 (10 a una mano y 10 simétricos) de los que se realizaba una sola serie de 10 a 20 repeticiones, según el momento de la temporada.
- (4) Las expresiones 3x10x4m y sucesivas, quieren decir que se realizan 3 repeticiones de 10 recorridos de 4m (40 m en cambios de dirección de 4m).
- (5) Los circuitos eran de 10 postas, realizándose por tiempos y oscilando entre los 30'' y 40'' de trabajo y los 30'' y 20'' de recuperación, según el estado de forma de los jugadores, y siendo de intensidad del 70-80% (aerobicos).
- (6) El número de lanzamientos era de 150 repartidos en 15 ejercicios, realizándose 10 repeticiones de cada uno de ellos.

Como es lógico, los microciclos variaban a lo largo del año en función precisamente de los datos que se obtenían tanto de los tests físicos como de las pruebas de esfuerzo que nos indicaban el estado de forma de los jugadores, y de los objetivos que se establecían para cada mesociclo.

En función de los contenidos a desarrollar, y de la combinación de la información reflejada en las tablas II-1 y II-2, establecimos unos bloques de trabajo que recibieron diferentes nombres.

**Tabla II-1.- Ambitos de esfuerzo o bien de entrenamiento del desarrollo de la resistencia (modificado en base a Neumann V., 1984)**

Ambito de esfuerzo	Criterios de carga
<b>Ambito fundamental</b>	60-70% del mejor rendimiento en esta distancia (= 50-60% del VO <sub>2</sub> máx.); Fc/min de 130-150 y cantidades de lactato < 2 mmol/l.
<b>Ambito evolutivo I y II</b>	70-90% del mejor rendimiento en esta distancia (>70% del VO <sub>2</sub> máx.); Fc/min de 160-180 y cantidades de lactato 3-7 mmol/l
<b>Ambito límite</b>	95-100% del mejor rendimiento en esta distancia (100% del VO <sub>2</sub> máx.); Fc/min de 180-200 y cantidades de lactato > 7 mmol/l.

**Tabla II-2.- Representación de los tipos de entrenamiento definidos por la lactatemia (mmoles/L) y clasificación de las capacidades condicionales y técnico-tácticas a desarrollar según las diferentes intensidades (según Liesen y cols. 1985)**

Intensidad de la carga	Volumen de la carga	Condiciones metabólicas	Contenidos
Superior a 10	Muy pequeño	Muy desfavorables	
Entre 8 y 10 mmol	Pequeño	Desfavorables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolerancia a acidosis</li> <li>- Destrezas técnico-tácticas</li> <li>- Entrenamiento bajo estrés</li> <li>- Componentes de la fuerza</li> </ul>
Hasta 6 mmol	Elevado	Favorables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia de base</li> <li>- Destrezas técnico-tácticas</li> <li>- Componentes de la velocidad</li> <li>- Componentes de la fuerza</li> </ul>
Hasta 2-3 mmol	Elevado	Favorables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia de base</li> <li>- Adquisición de nuevas técnicas</li> <li>- Variación de la técnica</li> <li>- Práctica de elementos tácticos</li> </ul>

En el entrenamiento de la técnica nos referíamos a intensidades “baja”, “media” y “alta”, según pretendiéramos lograr un aprendizaje, consolidar algo ya aprendido o trabajar un ritmo de juego.

Cuanto mayor es la capacidad de coordinación, más seguro, preciso y natural es el gesto y por tanto más económico y efectivo. La fatiga altera en primer lugar esta cualidad y la secuencia óptima del golpe se ve alterada con lo que la repetición del mismo puede acabar creando un automatismo defectuoso.

En estas circunstancias es importante considerar tanto el tiempo de trabajo como las pausas de regeneración del sistema nervioso, para mantener esta cualidad a nivel óptimo.

Pero, no siendo el tenis un deporte de evaluación artística como la doma, los saltos de trampolín en natación o la gimnasia rítmica y existiendo por el contrario la necesidad de superar el juego de un contrario es por lo que el entrenar siempre a una “baja” intensidad nos llevaría a ser presa fácil.

Además y siendo un deporte en el que habitualmente los partidos duran más de una hora (a veces hasta 3 ó 4) esta claro que se puede juzgar a priori como una actividad fundamentalmente aeróbica

Ello implica exigencias de trabajo de mayor intensidad “media” pero sin llegar a sobrepasar el umbral anaeróbico.

Por otro lado a nadie ha pasado desapercibido la cantidad de acciones de tipo explosivo "máxima" que realiza un jugador a lo largo de un partido.

Es más, si no se practicasen todas estas alternativas en el entrenamiento difícilmente serian bien resueltas en situaciones de competición, en las que además se tiene una "presión" adicional.

A lo expuesto hay que añadir que no se puede olvidar cuando se habla de este tema otros aspectos como la capacidad de entrenamiento de cada jugador, su nivel técnico y su edad como mínimo.

De ahí la necesidad de la elaboración de informes individuales a pesar de que los entrenamientos sean en grupos, precisamente para tratar de adaptarlos a cada sujeto a través de pequeñas variaciones.

En el área de la preparación física, conocidas las cualidades necesarias para la practica del tenis y los medios habituales empleados para mejorar cada una de ellas, la agrupación es más sencilla y corriente.

El hecho de trabajar con jugadores jóvenes y por tanto en periodo de formación exige una preparación genérica atendiendo cualidades como la coordinación y el equilibrio que junto con la flexibilidad encuadraríamos en un primer bloque.

El segundo estará constituido por los esfuerzos que busquen la mejora de la resistencia necesaria no solo para jugar partidos de varias horas sino para hacerlo una o dos veces al día (individuales o dobles) durante 6 ó 7 días consecutivos que es lo que suele durar un torneo.

En el tercer grupo estará integrado por aquellos estímulos que pretenden mejorar la capacidad de recuperación de un músculo después de haber realizado esfuerzos de intensidad elevada.

Los llamaremos respectivamente:

- I) Esfuerzos musculares (**bajos**)
- II) Esfuerzos orgánicos (**medios**)
- III) Esfuerzos metabólicos (**altos**)

En el caso que nos ocupa, y considerando las formas de entrenamiento que se utilizaban, la agrupación en los distintos bloque fue:

- I) - Trabajo genérico de acondicionamiento físico.
  - Velocidad de reacción.
  - Velocidad de desplazamiento.
  - Pesas.
  - Multisaltos.
  - Balones medicinales.
  - Flexibilidad.
- II) - Carrera continua.
  - Fartlek.
  - Circuitos.
  - Juegos polacos.
- III) - Interval training:
  - Velocidad resistencia.
  - Cuestas.

De acuerdo con determinados autores (Liesen y cols., 1985 y Neuman V.1984) y poseyendo además nuestros propios datos (VO<sub>2</sub>, F.c, velocidad al umbral F.c al umbral), establecimos los grupos de trabajo que se ajustaban a aquellos que se realizaban por debajo del umbral aeróbico “bajos” los que estaban entre este y el umbral anaerobico “medios” y los que superaban a este último que denominábamos “altos”.

El trabajo de acondicionamiento físico se realizaba entre los meses de octubre a junio que totalizan 33 semanas de entrenamiento, teniendo una dinámica creciente desde el inicio hasta finales de febrero para perder en importancia (que ganaba el trabajo técnico) desde esa fechas hasta el citado mes de junio (figura II-I).

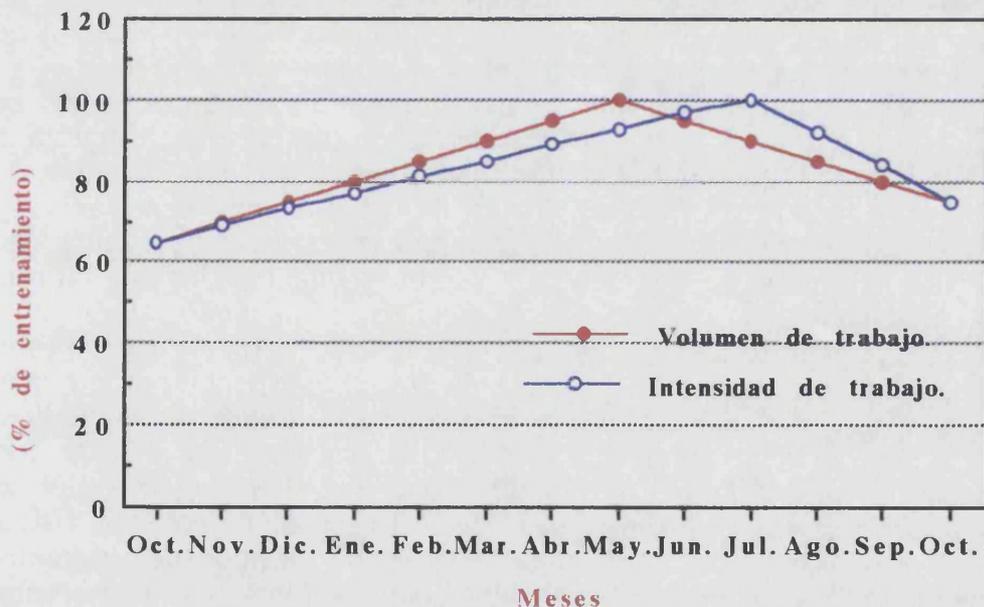


Figura II-1.- Variación del volumen e intensidad de entrenamiento a lo largo del año.

En dichos periodos (octubre-febrero) el trabajo iba encaminado fundamentalmente a lograr la mayor capacidad aeróbica no solo para soportar los esfuerzos propios del tenis, sino para poder entrenar a diario durante 5 días semanales y que los beneficios duraran además lo suficiente para que en verano el jugador pudiera afrontar los torneos (5 partidos o más en 5 días) con garantías.

El primer mesociclo, a su vez, se subdividía en dos:

- Periodo de “adaptación o pretemporada” (3-4 semanas), en el que se busca una mejora multifacética, que nos lleve al menos a los niveles óptimos que tenía el jugador al terminar la temporada anterior. Se debe de

conseguir mediante la utilización de los sistemas de entrenamiento mas generales posibles (naturales, entrenamiento total, circuitos, trabajo en gimnasio etc...).

En condiciones normales es el primer mesociclo del año, que sucede al de descanso. Cuanto mayor haya sido la inactividad, mas tiempo necesitamos para alcanzar el nivel preestablecido. En el momento en que se logre este, pasamos al periodo siguiente.

El segundo periodo : "de acondicionamiento físico general" (18 semanas), es el que sigue cronológicamente, y por tanto, un transición entre la preparación general y el trabajo propio de la estabilización del máximo rendimiento.

Se trata de lograr el mayor nivel en las cualidades específicas del deporte que nos ocupa e incluso considerando la forma particular de jugar de cada individuo.

Los métodos utilizados serán mas específicos y los ejercicios de "aplicación" primaran sobre los genéricos. Se busca la puesta a punto de manera progresiva pero sin precipitaciones.

En el segundo mesociclo (marzo-junio) de "precompetición" se pretende mejorar la potencia y velocidad para conseguir una puesta a punto.

Disminuyendo por otra parte el trabajo de resistencia y consecuentemente el volumen total de entrenamiento, se conseguía que porcentualmente estos factores se vieran incrementados de forma importante.

En este periodo no obstante, el entrenamiento técnico y táctico es el que cobra mayor protagonismo y esta es la razón fundamental por la que el acondicionamiento físico aun se individualiza más y se supedita a aquellos.

Durante la temporada, controlamos con pulsómetros más de 246 sesiones de entrenamiento, habiendo conservado los registros de las citadas, de las cuales 135 son técnicas y 111 lo son de preparación física. Del mismo modo, hemos grabado más de 16 partidos de diferentes jugadores que nos permitirán realizar las comparaciones pertinentes entre entrenamientos y competiciones.

Todos los tipos de entrenamiento fueron controlados para cada uno de los jugadores al menos una vez en cada periodo. Del análisis de cada una de dichas sesiones, se obtuvo la respuesta de cada jugador a cada tipo de trabajo, y de la suma de todas las sesiones de una semana, su carga de trabajo en dicho periodo.

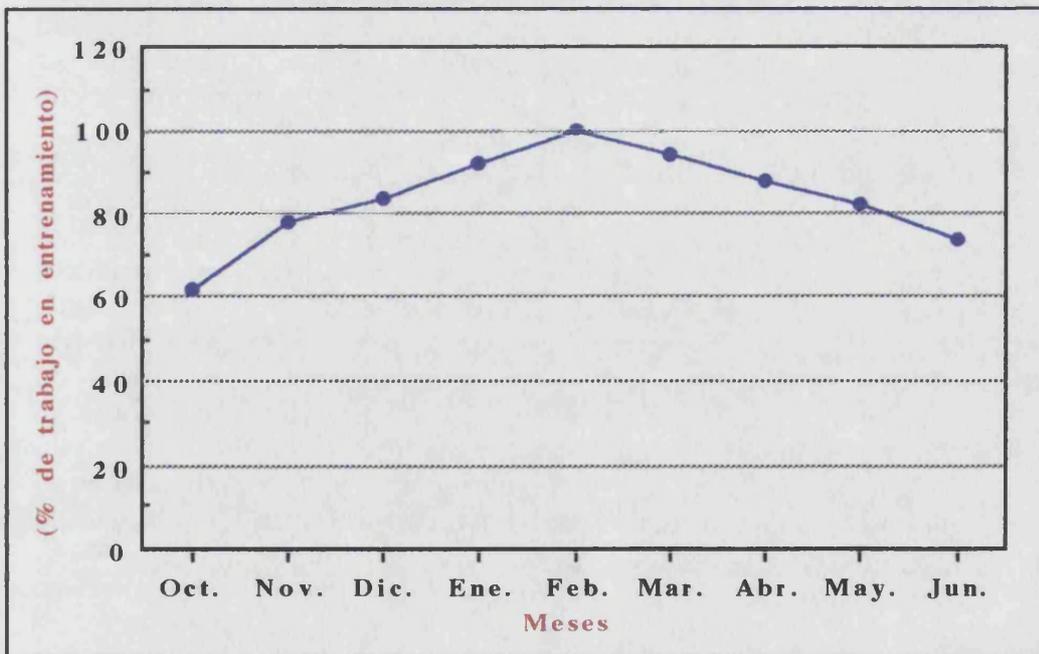
El tiempo medio de observación en las sesiones de preparación física era de 39 horas semanales que correspondía a 26 unidades de entrenamiento (casi uno de cada dos). Tomando como modelo una semana central de cada periodo: "Pretemporada" (I), "Acondicionamiento físico general" (II), y "Precompetición" (III), la distribución del trabajo a realizar en los distintos grupos se expresa en tantos por ciento en la tabla II-3 y en minutos en la tabla II-4.

**Tabla II-3.- Distribución de las intensidades previstas de entrenamiento de la condición física en los distintos mesociclos, expresada en %.**

	MUSCULARES	ORGÁNICOS	METABÓLICOS
<b>NOVIEMBRE (I)</b>	44,75	38,80	16,45
<b>FEBRERO (II)</b>	35,80	38,50	25,70
<b>JUNIO (III)</b>	44,30	29,00	26,70
<b>MEDIA</b>	<b>41,61</b>	<b>35,43</b>	<b>22,95</b>

**Tabla II-4.- Distribución de las intensidades previstas de entrenamiento de la condición física en los distintos mesociclos, expresada en minutos.**

	MUSCULARES	ORGÁNICOS	METABÓLICOS
<b>NOVIEMBRE (I)</b>	179	155	66
<b>FEBRERO (II)</b>	179	192	128
<b>JUNIO (III)</b>	155	101	93
<b>MEDIA</b>	<b>171</b>	<b>149,33</b>	<b>95,66</b>



**Figura II-2.- Distribución del trabajo físico a realizar en los distintos mesociclos.**

La interpretación es más fácil de comprender en la figura II-2, pero volviendo a la tabla II-4 se puede observar que el trabajo de resistencia orgánica se incrementa en casi 40' semanales de noviembre a febrero para disminuir prácticamente a la mitad en el mes de junio.

El trabajo muscular (genérico de acondicionamiento físico) se mantuvo constante de noviembre a febrero, disminuyendo también en junio. Por último los esfuerzos metabólicos que prácticamente se duplican en febrero, decrecen en junio como en los casos anteriores para permitir de ese modo que se incremente en su conjunto el trabajo técnico y táctico.

Si considerásemos el cien por cien (en volumen) al conjunto de actividades realizadas en febrero, podríamos comprobar que en noviembre solo se alcanza el 80% y en junio se desciende hasta un 70%.

### **2.3.- Protocolos de entrenamiento técnico.**

Las sesiones, tenían lugar 5 días a la semana con una duración media de 3 horas. En ellas y como se expone a continuación, se realizaban una serie de trabajos que incluían habitualmente desde los ejercicios de calentamiento, pasando por "el servicio" y "los cubos", hasta el peloteo e incluso algún partido. Con ello se combinan y cubren todas las necesidades de aprendizaje, consolidación de lo aprendido y ritmo de juego propio de los partidos que en definitiva es lo que permite al jugador alcanzar el nivel necesario para la competición.

Evidentemente, su programación corresponde a los técnicos pero en esta parcela, las experiencias de todos en general son mucho mayores (dado que hasta no hace mucho tiempo, era prácticamente lo único que se hacía) y las del entrenador del grupo observado en particular están fuera de toda duda puesto que no en balde, ha llegado a ser el capitán del equipo de "Copa Federación" (equivalente en mujeres a lo que en hombres se denomina "Copa Davis" y en el que una de nuestras jugadoras se ha incluido) ganando el título para nuestro país.

Como quiera que los mismos ejercicios, en función del número de pelotas que se utilicen y de otros aspectos (aprendizaje, consolidación o ritmo de juego) permiten intensidades de esfuerzo muy diferentes, se hizo imprescindible recurrir a la encuesta para saber lo que los jugadores consideraban en cada caso como de intensidad "alta" "media" o "baja", puesto que así decidimos agrupar los esfuerzos para poder asociarlos con los niveles establecidos en el trabajo de acondicionamiento físico y en función de los umbrales aeróbico y anaeróbico respectivamente y como ya se reflejó en el epígrafe 2.2. (pág. 66)

También en este caso la carga fue variable, evolucionando a lo largo del año con una dinámica similar a la reflejada en la figura II-1, buscando una intensidad máxima al final del periodo precompetitivo.

Después de esta etapa, el número de partidos jugados en competición es el factor fundamental que determina la carga, pero no siendo este previsible por las características reglamentarias del propio deporte (uno puede ser eliminado en primera ronda o llegar a la final en cada torneo), no se pueden hacer planificaciones más que a posteriori de cada torneo y hasta el inicio del siguiente.

Como modelo de lo que constituía una "semana tipo", se refleja a continuación la realizada en la primera semana de febrero:

Calentamiento (30 minutos)

- Lunes.- Correr a dejadas
- Martes.- Cristo + salir
- Miércoles.- Pillar + Entrar
- Jueves.- Entrar y salir + Velocidad de reacción
- Viernes.- Cristo + Salir

\* Habitualmente se hacen dos o tres series y se incluyen otros ejercicios como por ejemplo el espejo.

Cubos (30 minutos)

- Lunes.- Derecha y revés (cruzadas) + Angulos + Resto
- Martes.- Derecha y revés (paralelas) + Dejadas + Resto
- Miércoles.- Derecha y revés (cruzadas) + Angulos + Resto
- Jueves.- Derecha y revés (paralelas) + Dejadas + Resto
- Viernes.- Derecha y revés (cruzadas) + Angulos + Resto

Saques: (30 minutos)

- Diario, anotando porcentajes

Ejercicios de derecha (30 minutos)

- Derecha corta + Derecha hacia arriba

Control: (20 minutos)

- Fijos (lunes, miércoles y viernes)
- Movilidad (martes y jueves)

Volea y Remate: (20 minutos)

- Diario

Ejercicios con el entrenador (20 minutos)

- Entrar y salir (lunes, miércoles y viernes)
- Contando (martes y jueves)

El tiempo de entrenamientos técnicos supone un total de 15 horas semanales en el que como se comprueba en la descripción anterior se combinan todo tipo de situaciones.

Por ser la encuesta una valoración subjetiva, nos hemos encontrado con que al tratar de comparar los resultados de cada momento de la temporada, como consecuencia de su mejor estado de forma, se variaba también y de forma paralela el criterio evaluador por lo que consecuentemente solo estableceremos relaciones con los criterios objetivos en el momento central de la temporada de entrenamiento (febrero).

La valoración que de esta semana realizan los jugadores y agrupando como ya se ha indicado los distintos niveles de esfuerzo nos dan los siguientes resultados:

**Tabla II-5.- Distribución de las intensidades de entrenamiento técnico previstas expresada en tiempo.**

INTENSIDAD	BAJOS	MEDIOS	ALTOS
TIEMPO	3H 7min 30seg.	3H 48min 30seg.	8H 4min.

**Tabla II-6.- Distribución de las intensidades de entrenamiento técnico previstas expresada en %**

INTENSIDAD	BAJOS	MEDIOS	ALTOS
%	20,83	25,39	53,78

#### **2.4.- Partidos de competición.**

Para el presente trabajo, hemos tomado una muestra de 16 partidos de competición, disputados por 8 de los jugadores motivo del estudio.

Cada uno de los encuentros se registró con pulsómetro y en algunas ocasiones, sincronizando el reloj y una cámara de vídeo para analizar a posteriori, si las mayores frecuencias cardíacas correspondían a las jugadas más largas y de mayor intensidad o por el contrario había algún otro factor externo que alterase dicha suposición.

Tras la comprobación correspondiente podemos aseverar que existe un paralelismo total entre esfuerzo y frecuencia cardíaca.

Cabe destacar que en algunas ocasiones, fueron los dos jugadores que disputaban el partido quienes llevaron los pulsómetros y en otras uno solo, puesto que al no ser el oponente miembro del colectivo motivo del estudio, había que solicitarle su colaboración, hecho que en más de una vez nos fue denegado.

El total de horas de registro se acerca a las 22 lo que nos da una media de 1 hora y 22 minutos por partido, y las fechas en que se jugaron dichos enfrentamientos fueron inmediatamente después del periodo de entrenamiento observado, correspondiendo la mayoría de ellos al campeonato autonómico.

## 2.5.- Métodos de determinación de metabolitos.

### 2.5.1.- *Determinación de L-lactato.*

Semimicrométodo por sistema enzimático-fotométrico a partir de sangre arterializada, según técnica de Gutman I. y Wahlfeld AD. 1974, modificada por Mader AH. et al 1979.

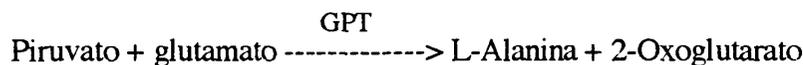
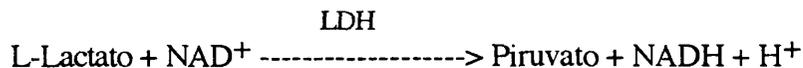
#### - Preparación del reactivo:

Frasco N° 1 (enzima/substrato) se le añaden 15,5 ml de agua bidestilada. Frasco N° 2 (mezcla reactiva) al que se le añade el contenido del frasco 1 con los 15,5 ml de agua bidestilada.

Estabilidad del preparado : 48 horas a una temperatura de 4° C ± 6°C.

#### - Metódica química:

La técnica se basa en la medida del incremento de absorbancia de NADH a 340 nm tras las siguientes reacciones:



#### - Toma de la muestra:

Tiene lugar en la parte supero externa del lóbulo de la oreja, previamente hiperhemizado 5 minutos antes con Finalgon® forte crema. Tras la completa limpieza de la zona se realiza una incisión con una microlanceta de punta larga (marca Microlance Ref .5755F) y se extraen 20 microlitros de sangre por medio de un tubo capilar calibrado a 20 microlitros (± 0,25) (marca Brand, Ref 708718). Previa cada extracción posterior se procede a realizar una escrupulosa limpieza de la zona, con objeto de dejarla exenta de sudor y con flujo de sangre adecuado.

#### - Desproteínización:

Inmediatamente tras la extracción, introduciendo la sangre (soplado cuidadosamente) en un tubo de ensayo de 1,5 ml con tapa, que contiene 200 microlitros de ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>) 0,6 Normal a 4°C (Boehringer Mannheim, Ref 1 25 377). El tubo capilar debe ser enjuagado 2-3 veces con el ácido perclórico para que no quede ningún resto de sangre en el mismo.

La mezcla desproteínizada, una vez cerrado el tubo de ensayo, será agitada, a fin de garantizar una distribución homogénea del sustrato.

- Mantenimiento de la muestra:

Debe de ser centrifugada durante 2-5 minutos lo antes posible; hasta entonces, y fundamentalmente en la toma de muestras en el campo deportivo, ésta deberá ser mantenida en nevera con hielo seco, a una temperatura aproximada de 4 ° C.; posteriormente se mantendrá en nevera: 1) A 4 grados, hasta un máximo de 7 días; 2) A -20 grados, en que teóricamente no tiene tiempo límite; se deberá realizar una nueva centrifugación tras 3-4 horas de descongelación.

- Esquema de pipeteado:

Con pipetas Eppendorf Variopette 4710 de 10 -100 microlitros (rango de error de  $\pm 0,6$  a  $\pm 1,5$  %) y de 100 -1000 microlitros (rango de error de  $\pm 0,5$  a  $1,0$  %)

a) Testigos: 400 microl. de reactivo + 20 microl de ac. perclórico 0,6N; dos testigos (blancos) cada 20-25 lecturas.

b) Muestras: 400 microl. de reactivo + 20 microl del sobrenadante del tubo de ensayo de la muestra. Se realiza por partida doble por cada muestra.

c) Suero control: En cuatro tubos de ensayo de 15-20 ml:

1) 1 ml precinorm S + 10 ml HClO<sub>4</sub>

2) 1 ml precinorm S + 5 microl. solución standart de lactato + 10 ml HClO<sub>4</sub>

3) 1 ml precinorm S + 10 microl. solución standart de lactato + 10 ml HClO<sub>4</sub>

4) 1 ml precinorm S + 15 microl. solución standart de lactato + 10 ml HClO<sub>4</sub>

Posteriormente se toman 20 microl. de este suero control + 400 microl. de reactivo, dos veces por cada uno de ellos, situándolos tras los primeros testigos. Una vez realizada la operación de pipeteado, hay que agitar inmediatamente. Se deja incubar a temperatura ambiente (20 grados) durante 1,30 horas antes de pasar a su lectura en el fotómetro.

- Lectura de la prueba en el fotómetro:

Se sitúan las pruebas en la mesa presentadora, siendo pipeteadas cada 15 seg. por medio de una bomba de aspiración a una velocidad de 5 ml / min. para ser leídas en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 365 nm, siendo los datos inscritos, una vez multiplicados por el factor corrección, directamente en mmol / l.

- Cálculo del factor de corrección:

$$\frac{V \times F}{E \times D \times v} \times AE = \langle \text{lactato} \rangle \text{ mmol / l}$$

donde:

V= volumen en el tubo de ensayo

F= factor de dilución: se obtiene de la desproteinización con ácido perclórico. Para su cálculo se debe tomar en cuenta el peso específico (1,6), y el contenido de líquido de la sangre (80%).

E= Coeficiente de extinción molar del NADH con filtro de 366 nm/3,33

D= Volumen de las cubetas de aspiración: 1 ml

v= Volumen de la prueba: 0,04 ml

Con el empleo de 0,02 ml de sangre y 0,2 de ac. perclórico, resultará el factor de dilución:

$$F = \frac{(0,02 \times 0,8 \times 1,06) + 0,2}{0,02} = 10,848$$

así:

$$\frac{0,24 \times 10,848}{3,33 \times 1 \times 0,02} = 68,4 \times AE = \langle \text{lactato} \rangle \text{ mmol / l}$$

### 2.5.2.- *Determinación de Hemoglobina.*

Test colorímetro midiéndose la absorbancia producida al aumentar la concentración de hemoglobincianuro, basándose en la siguiente reacción (Kampen y Zijlstra, 1976):

Hemoglobina + cianuro + ferritina ----> hemoglobincianuro

Toma de 20 microlitros de sangre total que es introducida inmediatamente en un tubo de ensayo que contiene 5,00 ml de solución reactiva. Lectura en el fotómetro a 540 nm a partir de los 3 min, hasta las 24 horas, siendo, la concentración de hemoglobina en sangre (c):

$$c = 36,77 \times E \text{ (gr / 100 ml)}$$

### 2.6.- Descripción de medidas antropométricas.

**Pliegues cutáneos.-** Se trata de medir el espesor del pánículo adiposo subcutáneo en un punto anatómico determinado; para lo cual situaremos al paciente en la posición mas adecuada (anatómica o sentada); tomando el pliegue con la mano izquierda entre los dedos pulgar e índice, al tiempo que aplicamos el plicómetro perpendicularmente a un centímetro de distancia de los dedos sujetado con la mano derecha; la lectura debe efectuarse en los dos primeros segundos. Cada medición debe realizarse tres veces y hallar la media expresando el resultado en milímetros con

precisión de décimas. Todos los pliegues deben medirse en la mitad derecha del cuerpo. Para facilitar la medición conviene señalar el punto anatómico con una lápiz dermatográfico.

#### Descripción de cada pliegue.

Bicipital.- Medido a nivel de la máxima circunferencia del brazo y perpendicular a su eje longitudinal.

Tricipital.- Perpendicular al eje del brazo en el punto medio entre el acromión y el olécranon.

Subescapular.- Situado en el ángulo inferior de la escápula en el borde vertebral, se toma el pliegue con 45 grados de inclinación con respecto a una línea horizontal trazada al borde inferior de la escápula.

Pecho.- Medido en el punto medio entre el acromion y la areola mamaria, sobre el borde lateral del musculo pectoral mayor y en dirección oblicua, formando un ángulo de unos 45 grados con el eje longitudinal del cuerpo.

Axilar medio.- Medido en la línea axilar media a nivel de la 5 costilla y en sentido vertical.

Suprailíaco.- Por encima de la cresta ilíaca a unos 5 cm y tomado en sentido oblicuo formando un ángulo de unos 45 grados con el eje del abdomen.

Abdominal.- Medido en sentido vertical a unos 3 cm de la cicatriz umbilical.

Músclo anterior.- En posición sentada y con la pierna formando un ángulo de 90 grados con el muslo, tomar el pliegue en la cara anterior del mismo, paralelo a su eje longitudinal en el punto medio entre el trocánter mayor y la rótula.

Medial de la pierna.- Medido a nivel del máximo perímetro de la pierna, en su cara interna y paralelo al eje de la extremidad; con el paciente en posición de sentado.

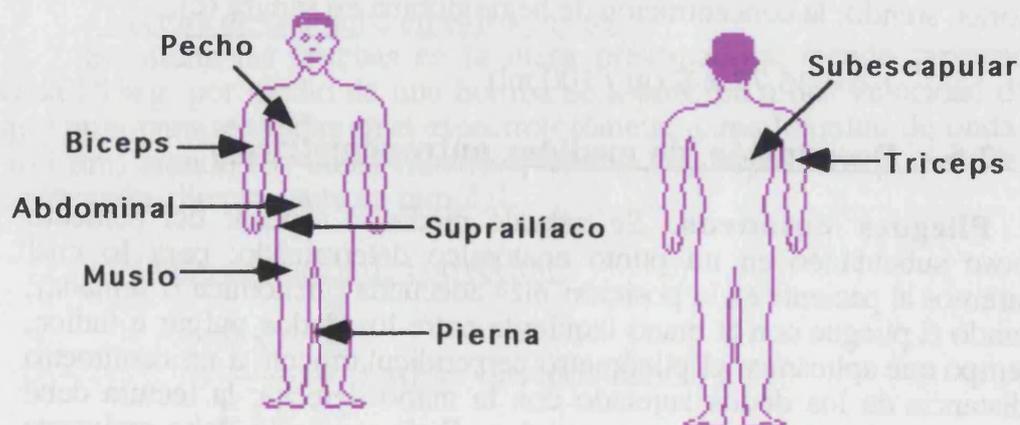


Figura II-3.- Localización de los distintos pliegues cutáneos.

**Descripción de los diámetros.-** Medidos con el nonio, y siempre como el resto de las medidas, en el lado derecho del cuerpo. Los resultados se expresan en centímetros y con precisión de milímetros.

**Bicondileo del fémur.-** Distancia entre los bordes laterales de los cóndilos femorales (lateral y medial); con el paciente sentado y la pierna formando un ángulo de 90 grados con el muslo.

**Biepicondileo del húmero.-** Distancia entre los bordes externos del epicondilo y la epitroclea. Con el brazo en posición horizontal y el antebrazo en flexión de 90 grados.

**Perímetros.-** Medidos con la cinta métrica metálica y expresando los resultados en centímetros con precisión de milímetros.

**Pierna.-** Medida en su máxima circunferencia.

**Brazo contraído.-** Situar el brazo en posición horizontal formando un ángulo de 90 grados con el antebrazo; con la mano cerrada realizar la máxima contracción isométrica posible y medir el perímetro a nivel de la máxima circunferencia.

**Antebrazo.-** Medido a nivel de la máxima circunferencia de la musculatura del antebrazo.

**Estatura.-** Situar al sujeto de pie con las piernas juntas, en posición erecta, mirando al frente, la espalda en contacto con el tallímetro y con la cabeza en el plano de Frankfurt; (en el que la línea imaginaria trazada desde la parte superior del conducto auditivo externo al borde inferior de la órbita debe estar en ángulo recto con el eje longitudinal del tronco); los miembros superiores suspendidos a los largo del cuerpo con los pulgares orientados hacia delante. En inspiración profunda y realizando el observador una ligera tracción de la columna cervical hacia arriba. En esta posición la estatura viene definida como la distancia del punto superior de la cabeza en el plano mediosagital (vertex) al suelo.

**Peso.-** Con el paciente desnudo, descalzo y de espaldas al registro de la balanza, la báscula debe estar calibrada a cero. Expresando la medición en kilogramos con precisión de 100 gramos.

### **Cálculo del somatotipo. Método de Heath-Carter.**

En su origen la denominación de los tres componentes del somatotipo que nos ocupa, hacían referencia a las tres hojas embrionarias y presumiblemente al grado de desarrollo alcanzado por cada una de ellas, así endomorfia en relación con el endodermo, mesomorfia con el mesodermo y ectomorfia con la ectomorfia.

Con la posterior evolución de estos conceptos hasta el somatotipo de Heath-Carter, su significado ha quedado reducido a términos más reales y medibles: Endomorfia expresando la cantidad de grasa corporal;

Mesomorfia el nivel de musculación y Ectomorfia expresa la linealidad del sujeto a través de la relación estatura raíz cúbica del peso.

Para calcular el somatotipo de un sujeto debemos en primer lugar tomar correctamente las once medidas utilizadas:

Estatura

Peso

Pliegues cutáneos :Triceps, subescapular, suprailíaco y medial de la pierna.

Diámetros óseos: Bicondileo de fémur y biepicondileo del húmero.

Perímetros musculares: Brazo contraído, antebrazo, pierna.

A continuación disponemos de los protocolos de cálculo, matemático y tabular.

### **Cálculo del somatotipo. Protocolo matemático.**

#### **Primer componente. Endomorfia.**

$$E_n = [-0,7182 + 0,1451 (X) - 0,00068 (X^2) + 0,0000014 (X^3)] \times (170,18 / H)$$

H= estatura del deportista en centímetros

X= sumatorio de los pliegues cutáneos triceps, subescapular y suprailíaco en mm.

#### **Segundo componente. Mesomorfia.**

$$M_e = 0,858 (U) + 0,601(F) + 0,188 [B - (PT/10)] + 0,161 [P - (PP/10)] - 0,13 (H) + 4,5$$

U= diámetro biepicondileo del húmero en mm.

F= diámetro bicondileo del fémur en mm.

B= perímetro del brazo en cm.

PT= pliegue cutáneo del triceps en mm.

P= perímetro de la pierna en cm.

PP= pliegue cutáneo medial de la pierna en mm.

H= estatura en cm.

#### **Tercer componente. Ectomorfia.**

Se basa en el cálculo del índice ponderal (IP= estatura en cm./ peso en kg<sup>(1/3)</sup>)

Si IP es mayor que 40,75 entonces  $E_c = (IP \times 0,732) - 28,58$

Si IP es menor o igual a 40,75 entonces  $E_c = (IP \times 0,463) - 17,63$

### **Cálculo del somatotipo. Protocolo tabular.**

Utilizar las mismas medidas que en el apartado anterior y usar el "Rating Form" de Heath-Carter. Los datos deben ser redondeados de media en media unidad, en caso de duda redondear por defecto.

**Primer componente. Endomorfia**

Sumar los valores obtenidos para los tres pliegues cutáneos: triceps, subescapular y suprailiaco. A continuación multiplicar la suma por el cociente de dividir 170,18 por la estatura del individuo para así tener el resultado corregido en función de la estatura del sujeto. Buscar el valor mas próximo en la tabla y tomar como endomorfia el valor situado en la misma columna en la fila marcada como endomorfia.

**Segundo componente. Mesomorfia**

Marcar la columna correspondiente al valor de cada medida; el calculo se realiza solo con las columnas, sin tener en cuenta el valor contenido en ellas.- Tomamos como referencia la columna correspondiente a la estatura, a las demás se les asigna una unidad por columna de separación, negativos a la izquierda y positivos a la derecha, se realiza la suma algebraica para obtener la Desviación (D) cifra que introducimos en la siguiente formula:

$$Me = 4,0 + (D/8)$$

Marcar el resultado en el número correspondiente de la fila que contiene los valores de la mesomorfia.

**Tercer componente. Ectomorfia**

Calcular el Índice ponderal (IP) como se describe en el método matemático y encontrar el valor en la columna correspondiente.

**Representación gráfica.**

Se sitúa sobre la somatocarta el punto correspondiente, obtenido de las dos fórmulas siguientes:

$$X = Ec - En$$

$$Y = 2Me - (Ec + En)$$

$$En = \text{Endomorfia} ; Me = \text{Mesomorfia}; Ec = \text{Ectomorfia}$$

No se debe olvidar que esta representación es una proyección en el plano bidimensional del somatotipo real que en realidad tendría una proyección tridimensional.

**Distancia de dispersión del somatotipo(SDD)**

Establece la distancia de dos somatotipos en la somatocarta a partir de sus coordenadas X e Y a través de la siguiente fórmula:

$$SDD = \sqrt{3(X_1 - X_2)^2 + 3(Y_1 - Y_2)^2}$$

Un **SDD** mayor o igual a 2 fue establecido por Hebbelinck como estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ).

### **Índice de dispersión del somatotipo (SDI)**

Representa la media de las dispersiones de cada somatotipo con respecto al somatotipo medio del grupo. Se calcula dividiendo la suma de los SDDs por el número de deportistas.

### **Representación gráfica del colectivo**

Usando como centro el somatotipo medio, trazar con centro en el una circunferencia cuyo radio es igual al SDD, expresado en las mismas unidades que las situadas sobre la ordenada Y.

## **2.7.- Composición corporal. Método Jackson-Pollock**

Medir directamente la grasa corporal es solo posible en el cadáver, en el organismo vivo se realiza a través de estimaciones indirectas, basadas en propiedades medibles de las grasas, entre estos métodos encontramos:

- Densitometría.
- Hidrometría.
- Potasio 40 ( $^{40}\text{K}$ )
- Impedancia bioeléctrica
- Tomografía computerizada
- Espectrografía de doble protón
- Ultrasonidos
- Resonancia nuclear magnética
- Mediciones antropométricas:
  - a) Pliegues cutáneos
  - b) Diámetros y perímetros
  - c) a + b

Entre estos métodos el mas utilizado en el laboratorio es el peso sumergido, basado en el cálculo de la densidad del cuerpo a través de la ecuación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

o también

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso en el aire}}{\frac{\text{Pérdida de peso en el agua}}{\text{Densidad del agua}} - \text{Volumen residual}}$$

Dado que la grasa es el tejido orgánico con menos densidad, conforme aumenta su contenido corporal disminuye la densidad del paciente. Si ya tenemos una propiedad física que varía con la variable sometida a estudio, el siguiente paso, como es lógico, era relacionarlas a través de una ecuación, entre las más conocidas están las de Behnke 1945; Brozek 1963 y la más difundida de Siri 1953, citados por Sanchis C. 1990.

A pesar de la sencillez de este método, técnicamente queda fuera del alcance de la práctica diaria, habiéndose desarrollado numerosas técnicas a partir de mediciones más sencillas, con las que se establecen las conocidas ecuaciones de regresión-predicción entre las mediciones antropométricas o el porcentaje de grasa o la misma densidad corporal.

De entre estas técnicas una de las más fiables y la que utilizaremos en este trabajo es la publicada por Jackson & Pollock 1985, en la que se establece una ecuación de regresión cuadrática entre la densidad corporal, de un lado, y la edad y la suma de varios pliegues cutáneos, de otra parte, e independientemente para cada sexo.

Tras medir correctamente los pliegues cutáneos tenemos como en el caso del somatotipo dos posibilidades el cálculo matemático o tabular:

#### **Protocolo matemático.**

##### **Para mujeres:**

$$\text{Densidad corporal} = 1,0970 - 0,00046971 (x_1) + 0,00000056 (x_1)^2 - 0,00012828 (x_4)$$

o también

$$\text{Densidad corporal} = 1,099421 - 0,0009929 (x_2) + 0,0000023 (x_2)^2 - 0,0001392 (x_4)$$

donde:

$x_1$  = Suma de los siete pliegues (axilar, tríceps, subescapular, abdominal, suprailíaco, pecho y muslo anterior en mm.)

$x_2$  = Suma de pliegues de tríceps, muslo anterior y suprailíaco en mm.

$x_4$  = Edad en años

##### **Para hombres:**

$$\text{Densidad corporal} = 1,11200000 - 0,00043499 (x_1) + 0,00000055 (x_1)^2 - 0,00028826 (x_4)$$

o también

$$\text{Densidad corporal} = 1,1093800 - 0,0008267 (x_2) + 0,0000016 (x_2)^2 - 0,0002574 (x_4)$$

donde:

$x_1$  = Suma de los siete pliegues (axilar, tricípital, subescapular, abdominal, suprailíaco, pecho y muslo anterior en mm.)

$x_2$  = Suma de pliegues del pecho, abdomen y muslo en mm.

$x_4$  = Edad en años

Una vez calculada la densidad corporal utilizamos la ecuación de Siri mencionada anteriormente para el cálculo de porcentaje de grasa:

$$\% \text{ Grasa} = \left( \frac{4,950}{\text{Densidad}} - 4,500 \right) \times 100$$

#### **Protocolo tabular.**

Con la suma de los pliegues seleccionados buscar en la columna de la edad el porcentaje de grasa correspondiente. (Tablas de Pollock). Dado que la grasa no se distribuye uniformemente por el tejido celular subcutáneo, para evitar errores debidos a las peculiaridades de cada individuo es más adecuado hacer el cálculo con dos tablas que usen diferentes pliegues y hallar la media de los resultados obtenidos con cada una de ellas.

$$\text{Peso graso} = \text{Peso total en kg} \times (\% \text{ grasa} / 100)$$

$$\text{Peso magro} = \text{Peso total en kg} - \text{Peso graso en kg}$$

### **II.3.- CALCULO DE LA INTENSIDAD DE LOS ESFUERZOS.**

A partir de la división de los esfuerzos realizada en el epígrafe 2.2 (protocolos de entrenamiento), y teniendo en cuenta los umbrales individuales obtenidos en las pruebas de esfuerzo, con la ayuda de los pulsómetros y de las lactacidemias obtenidas en cada caso, establecimos los siguientes criterios para evaluar los esfuerzos.

En el caso de los trabajos musculares “bajos”, controlaríamos que la frecuencia cardiaca no sobrepasase la correspondiente al umbral anaeróbico y que los niveles de lactato estuvieran por debajo de los 4 mmoles.

Englobarían los esfuerzos orgánicos “medios”, todas aquellas tareas en las que los jugadores estuviesen por encima de las 120 - 130 pulsaciones pero sin sobrepasar las establecidas en cada caso para sus respectivos umbrales anaeróbicos y con una duración superior a 3 minutos.

Por último, encuadraríamos en el grupo de esfuerzos metabólicos “altos” a aquellos trabajos que nos dieran lactacidemias por encima de los

4 mmoles/l, e independientemente de la frecuencia cardiaca alcanzada puesto que a menudo y por ser entrenamientos que exigen una gran intensidad, se realizan de forma fraccionada o por repeticiones, con una duración muy corta para cada esfuerzo con lo que la frecuencia cardiaca no llega a alcanzar valores altos.

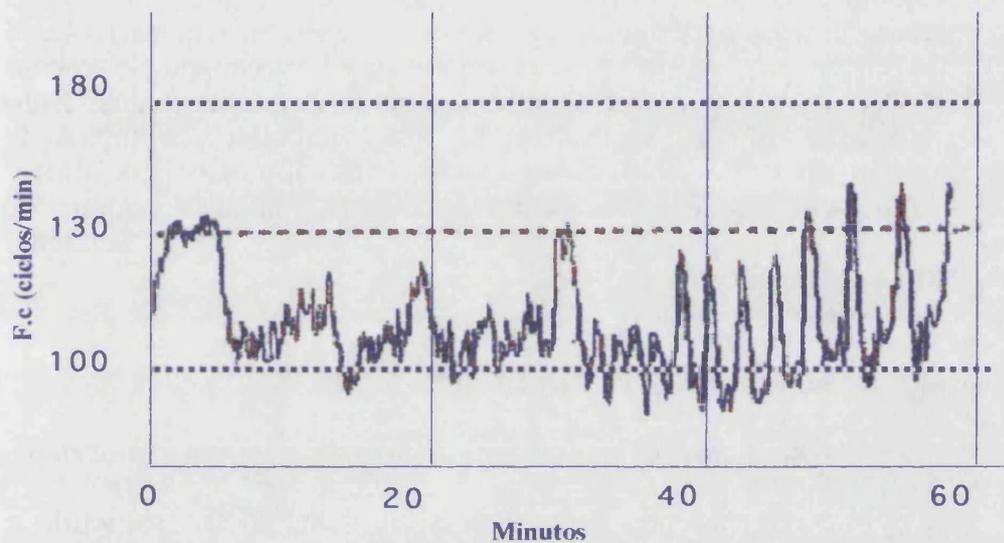


Figura II-4.- Representación de la variación de la frecuencia cardiaca durante un entrenamiento de velocidad.

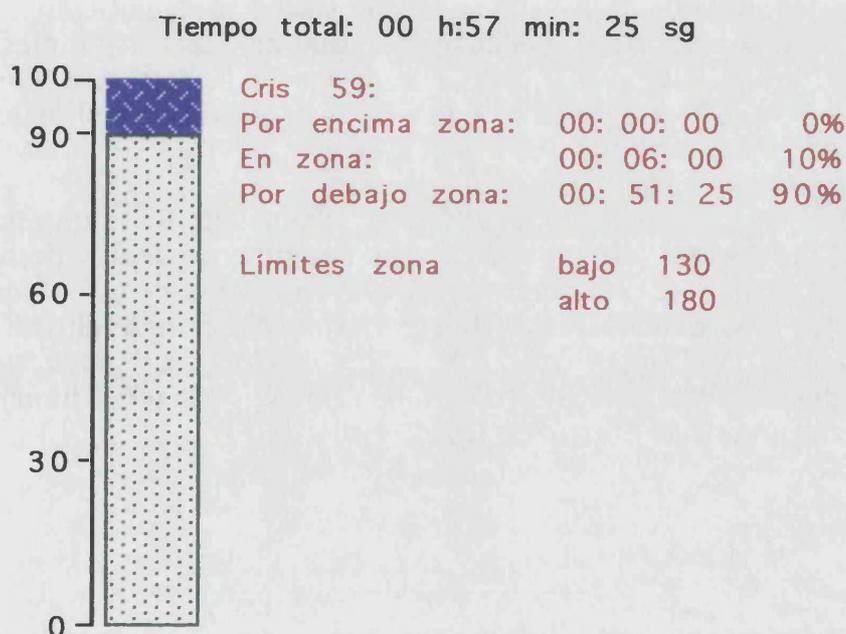


Figura II-5.- Distribución de las frecuencias cardíacas en función de los niveles de entrenamiento establecidos.

No obstante y dada la reiteración, cuando los periodos de descanso o recuperación son lo suficientemente cortos, los niveles de lactato suben (por acumulación) por encima de los 4 mmol/l.

Merced a la posibilidad de programar los pulsómetros con indicación de diferentes niveles de entrenamiento (líneas horizontales de puntos en la figura II-4), haríamos coincidir en cada caso, las zonas de trabajo (figura II-5), con los límites individuales de cada jugador, con lo cual, además del registro de lo que sucedía en cada sesión (figura II-4), el programa informático nos facilitaba directamente el porcentaje de trabajo muscular (o bajo) y orgánico (o medio) la mayoría de las veces. Solo cuando habíamos realizado un trabajo de tipo metabólico, debíamos de restar al trabajo muscular (bajo) el tiempo destinado al metabólico (alto) y comprobar posteriormente con los correspondientes análisis de sangre de las muestras que eran tomadas a diario, si los niveles de lactacidemia habían sido los deseados.

### 3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

*Procedimiento general de análisis de los resultados antropométricos, y de valoración funcional.*

El conjunto de variables dependientes bajo estudio fue sometido a análisis de varianza mixtos **momento x temporada x sexo (3x2x2)**, considerando como variables de medidas repetidas momento y temporada, y sexo como variable entre sujetos. El análisis de los datos, se realizó mediante el paquete SPSS para windows (6.1.3).

Las interacciones que resultaron estadísticamente significativas en el "anova" fueron analizadas mediante pruebas de efectos simples. Por último, se llevaron a cabo contrastes a posteriori mediante el procedimiento de Tukey para los efectos principales y para los efectos simples que resultaron estadísticamente significativos.

*Procedimientos específicos de ajuste.*

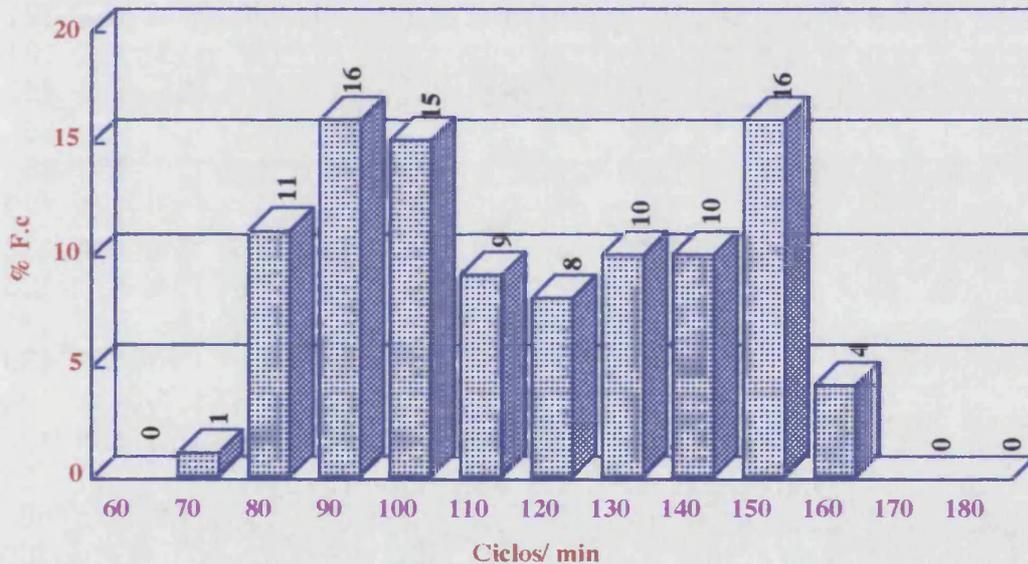
En aquellos casos en los que se incumplían los supuestos de aplicación del "anova", se llevaron a cabo los procedimientos de ajustes pertinentes. En el caso del incumplimiento del supuesto de esfericidad, se ajustaron los grados de libertad mediante la valor Épsilon de Huynh-Feldt (Girden, 1992). En el caso de la violación del supuesto de homocedasticidad en el análisis de varianza, se aplicó el procedimiento de ajuste de los grados de libertad de Box (Myers, 1979).

### **III.- RESULTADOS.**

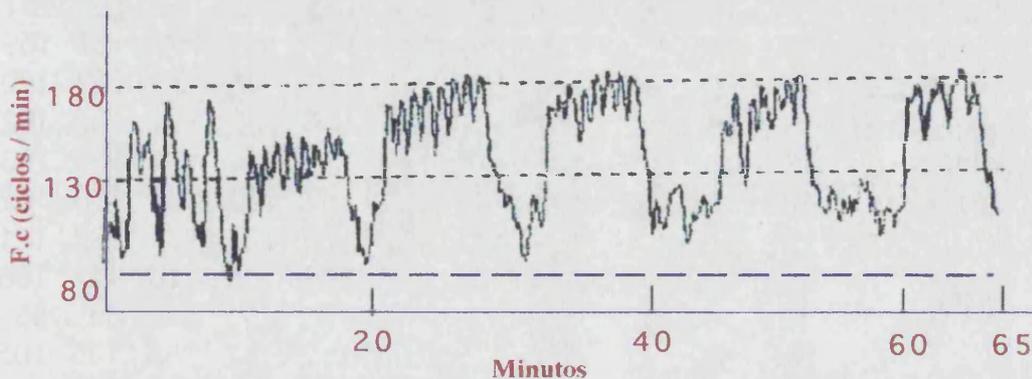


**III.1.- EN LOS ENTRENAMIENTOS FÍSICOS.**

A partir de otra de las opciones (figura R-1 y tabla R-1 correspondiente a la figura R-2) del programa informático del pulsómetro Polar Sportster P.E. 4000 que nos da el nº de veces que se repite cada frecuencia cardíaca durante el periodo de tiempo observado (frecuencia absoluta de la F.c), y con los umbrales aeróbico y anaeróbico de cada jugador, operamos del siguiente modo:



**Figura R-1.- Representación de la distribución de las frecuencias absolutas de la F.c. correspondientes al entrenamiento de la figura R-2.**



**Figura R-2.- Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un entrenamiento técnico.**

**Tabla R-1.- Listado de las frecuencias cardíacas registradas a través de un pulsómetro.**

Tiempo												
Segundos	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Minutos												
00:00	79	83	94	105	106	116	113	105	103	96	97	90
00:01	95	104	111	118	96	99	85	85	88	88	88	82
00:02	95	111	126	134	139	142	146	147	145	138	136	130
00:03	123	124	128	133	135	135	137	139	140	120	106	109
00:04	113	111	95	96	86	88	100	115	124	132	145	150
00:05	153	151	148	143	139	137	133	124	120	111	122	121
00:06	85	176	124	135	133	132	128	124	117	115	101	101
00:07	97	100	99	86	77	81	93	110	127	135	140	152
00:08	154	153	153	144	138	135	130	122	111	103	93	85
00:09	83	89	80	73	71	76	76	95	100	100	85	86
00:10	79	86	86	86	88	90	94	89	99	113	121	129
00:11	132	130	127	124	124	118	117	105	103	113	124	132
00:12	134	130	127	122	121	122	120	121	129	134	136	136
00:13	132	127	125	118	110	113	118	125	133	138	140	131
00:14	130	133	131	124	120	113	105	113	121	131	138	139
00:15	135	135	132	128	121	116	122	129	134	137	134	130
00:16	128	128	127	124	122	130	137	142	141	137	135	132
00:17	131	128	128	131	136	138	138	131	130	129	131	122
00:18	124	121	109	105	101	100	100	103	108	100	87	86
00:19	90	85	85	80	81	79	84	85	87	91	96	109
00:20	109	112	105	108	107	106	109	109	110	119	133	146
00:21	151	151	151	150	148	140	136	127	130	139	144	152
00:22	153	146	152	150	142	135	130	135	142	150	154	157
00:23	157	156	155	154	146	139	135	141	148	152	157	159
00:24	157	157	155	148	140	137	129	136	145	153	158	159
00:25	158	156	156	151	147	137	138	145	152	158	162	162
00:26	161	160	159	155	146	141	148	155	158	162	164	163
00:27	162	162	157	148	143	144	152	157	161	163	163	162
00:28	159	156	152	144	139	131	127	126	126	124	122	121
00:29	121	115	113	113	114	109	106	107	108	110	111	106
00:30	109	104	103	97	97	97	99	97	85	86	84	85
00:31	82	85	92	92	95	102	109	112	111	108	105	105
00:32	100	98	97	103	108	105	111	123	138	145	149	148
00:33	148	148	148	144	145	150	154	156	152	151	150	147

Sumamos las cantidades correspondientes a cada intervalo “por encima zona”, “en zona” “ por debajo zona” de cada uno de los jugadores para cada sesión de entrenamiento obteniendo así la media del tipo de esfuerzo realizado por el grupo para cada una de las tres categorías establecidas: “bajos”, “medios” y “altos” y que nos permitiría establecer las comparaciones posteriores.

A partir de los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio, calculamos los umbrales medios del grupo que se reflejan en la siguiente tabla (R-2) como un dato más pero que no servía para estimar las intensidades de entrenamiento del grupo dadas las desviaciones.

**Tabla R-2.- Frecuencias cardíacas (ciclos/min) al umbral aeróbico y anaeróbico de los grupos estudiados.**

JUGADORES (N=9)	UM. AEROBICO	UM. ANAEROBICO
MEDIA FEM (N=4)	140 ± 12	186 ± 14
MEDIA MASC (N=5)	140 ± 10	178 ± 12

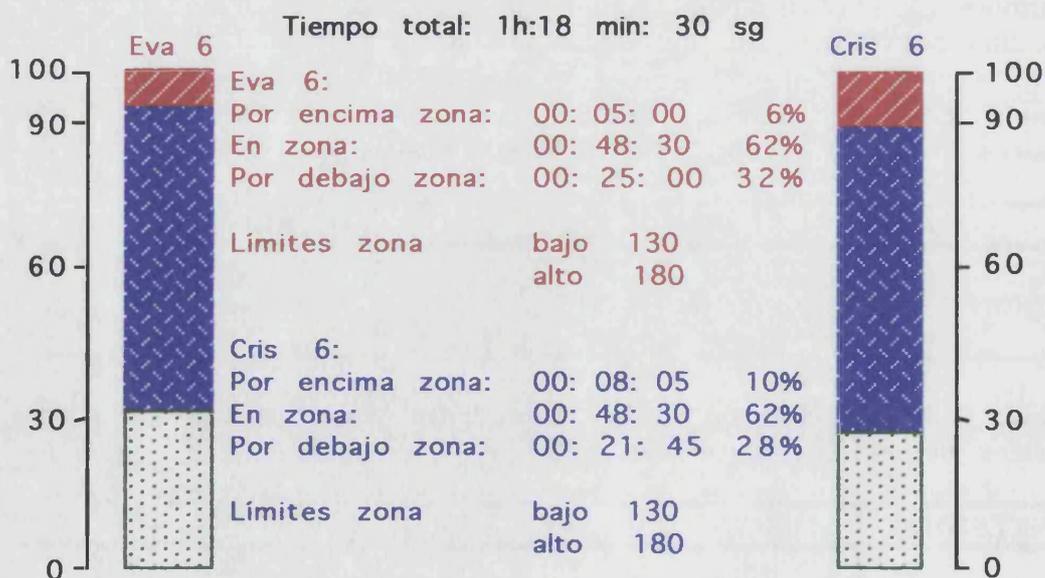
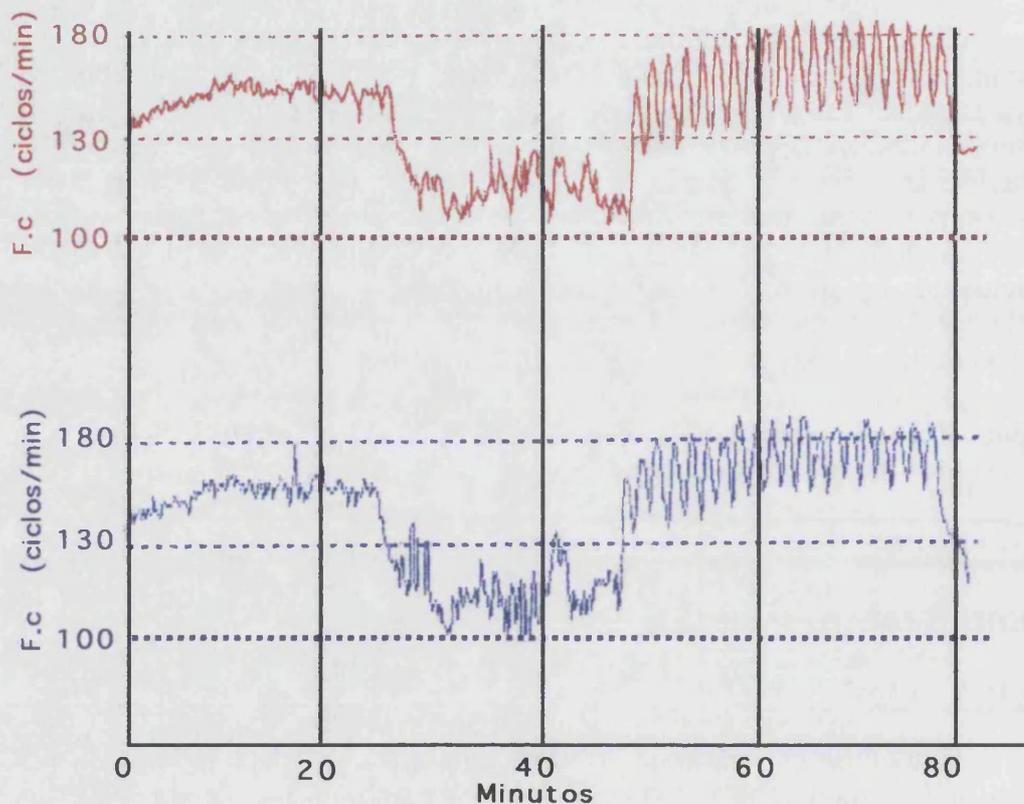
El total de entrenamientos controlados en esta etapa a los distintos jugadores, e incluyendo todas las formas de trabajo, fue de 45 horas 30 minutos que se reparten de la siguiente manera (tabla R-3) y que expresada en tanto por cientos se refleja en la tabla R-4.

**Tabla R-3.- Distribución de las intensidades de los entrenamientos físicos observados, expresados en tiempo real.**

	MUSCULAR	ORGANICO	METABOL	TOTAL
TIEMPO	19 H 20 min. 15 seg	17 H 3 min. 45 seg.	9 H 6 min.	45 H 30 min.

**Tabla R-4.- Distribución de las intensidades reales de entrenamientos físicos observados, expresadas en %.**

INTESIDAD	MUSCULAR	ORGANICO	METABOLICO
%	42'5	37'5	20'0



**Figura R3a y 3b.- Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un Interval-Training.**

En las figuras anteriores, se pueden comparar los diferentes resultados, obtenidos por la ejecución del mismo entrenamiento en dos jugadoras distintas.

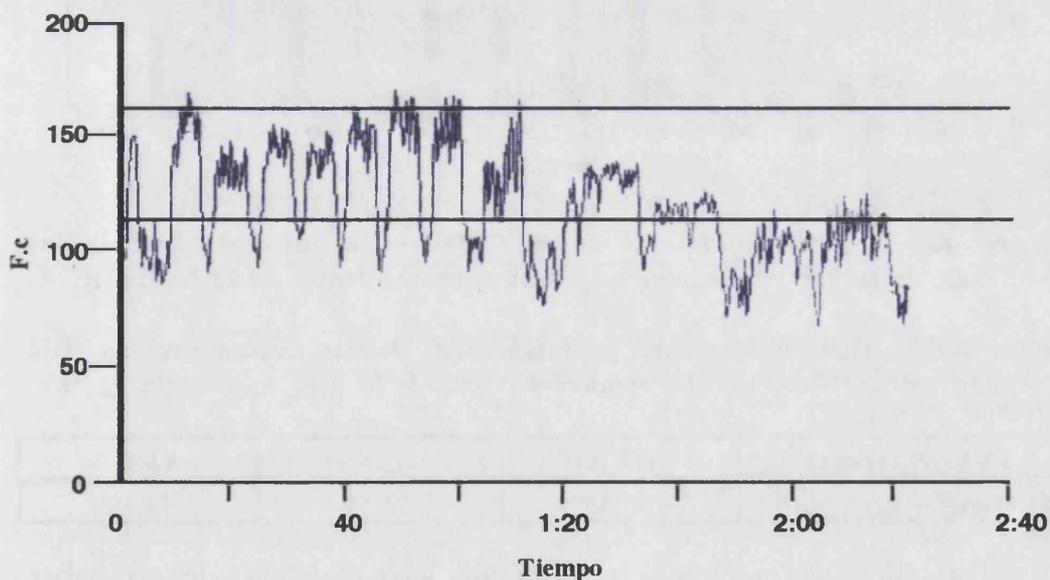
En los entrenamientos de la condición física, los niveles de lactacidemia encontrados, han oscilado entre 1,07 y 12,72 mmol/l (tabla R-5).

**Tabla R-5.- Niveles medios de lactato registrados en distintos entrenamientos de la condición física. (n=9)**

INTENSIDAD	MUSCULARES	ORGANICOS	METABOLICOS
Nivel (mmol/l)	1,92 ± 0,83	3,26 ± 0,76	10,84 ± 1,92

### III.2.- EN LOS ENTRENAMIENTOS TECNICOS.

La muestra tomada para el análisis de este tipo de sesiones totaliza 71 horas 47 minutos 30 segundos de registro, que supone una media de 7h 10min. 45seg. por jugador y la razón por la que es sensiblemente más amplia que la de los entrenamientos físicos es precisamente por el mayor desconocimiento que teníamos de lo que sucedía realmente en estas circunstancias. (figura R-4 y R-5)

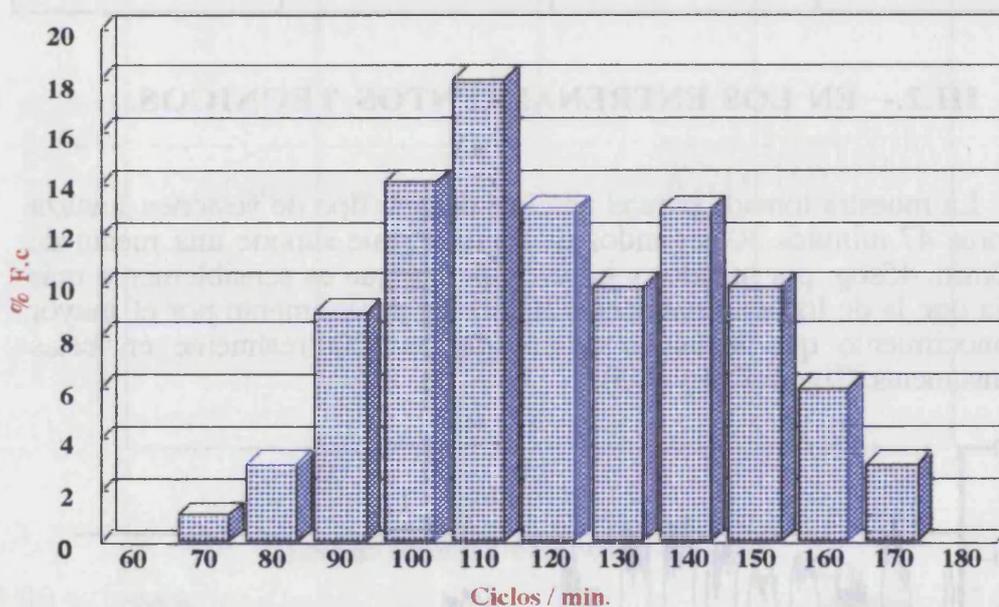


**Figura R-4.- Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un entrenamiento técnico.**

Tras el análisis de los resultados obtenidos, vimos que la distribución de los esfuerzos en función de los niveles establecidos era como se refleja en la tabla R-6.

**Tabla R-6.- Distribucion de las intensidades de los entrenamientos tecnicos observados, expresados en tiempo real.**

INTENSIDAD	BAJOS	MEDIOS	ALTOS	TOTAL
TIEMPO	38H22'50'	23H13'26'	10H11'14'	71H47'30'



**Figura R-5.- Representación de la distribución de las frecuencias absolutas de la F.c correspondientes al entrenamiento de la figura R -4.**

**Tabla R-7.- Distribución de la intensidad de los esfuerzos en los entrenamientos técnicos observados a partir de la F.c, expresada en %.**

INTENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
JUGADORES (N=9)	53,45	32,33	14,19

El reflejarlas en una sola tabla, se debe al hecho de no haber encontrado diferencias significativas entre hombres y mujeres.

Como se apunta en el epígrafe 3.1 (cálculo de la intensidad de los esfuerzos) y al objeto de distinguir los trabajos cortos pero intensos de los de baja intensidad que en definitiva alteran del mismo modo la frecuencia cardiaca, se hizo necesario obtener datos correspondientes a las variaciones del ácido láctico, en los cuadros adjuntos (tabla R-7 y R-8) se señalan algunos de ellos; toda vez que la media de los valores encontrados sin distinguir lo apuntado era de  $3,24 \pm 0,91$ .

**Tabla R-8.- Niveles medios de lactatemia hallados en distintas circunstancias del entrenamiento técnico (aprendizaje).**

**ENTRENAMIENTO TECNICA. APRENDIZAJE**

CONTENIDO	Tiempo(min)	jug/pista	Acido láctico mmoles/l
GOLPES FONDO	20	2	2,46 ± 0,51
VOLEAS	20	3	2,04 ± 0,38
VOLEAS ALTAS	20	2	1,82 ± 0,29
GOLPES FONDO	20	3	1,45 ± 0,20

**Tabla R-9.-Niveles medios de lactatemia hallados en distintas circunstancias del entrenamiento técnico (consolidación).**

**CONSOLIDACION**

CONTENIDO	Tiempo(min)	jug/pista	Acido láctico mmoles/l
GOLPES FONDO	20	2	6,02 ± 0,85
GOLPES FONDO	20	3	3,74 ± 0,45
GOLPES FONDO	20	4	2,71 ± 0,31

En situaciones de entrenamiento con ejercicios sistematizados y específicos del tenis, con desplazamientos y golpes de todo tipo, se ha constatado que los valores de lactato medio en esas circunstancias se sitúan entre 3 y 6 mmoles /l (tabla R-9).

**Tabla R-10.- Niveles medios de lactatemia hallados en situaciones de entrenamiento técnico.**

EJERCICIOS	Nº de jug/pista	Acido láctico mmoles/l
TRIANGULO (n=9)	2	3,28 ± 0,65
Ej. EN OCHO (n=9)	2	4,46 ± 1,49

**III.3.- EN LOS PARTIDOS DE COMPETICION.**

En los 16 encuentros controlados para el presente estudio como muestra de lo que sucedía a lo largo de un partido (figuras R-6 y R-7), se totalizaron 21 horas y 52 minutos de registro.

**Tabla R-11.- Distribucion de las intensidades de los partidos de competición observados, expresados en tiempo real.**

INTENSIDAD	BAJOS	MEDIOS	ALTOS	TOTAL
TIEMPO	2H11'12"	14H36'16"	5H4'30"	21H52'

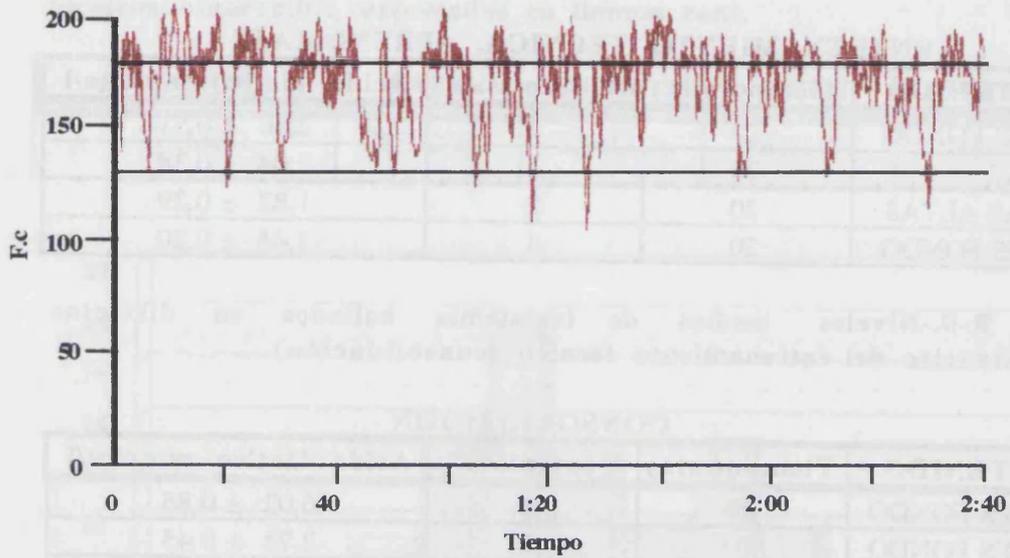


Figura R-6.- Representación de la variación de la frecuencia cardíaca durante un partido de competición.

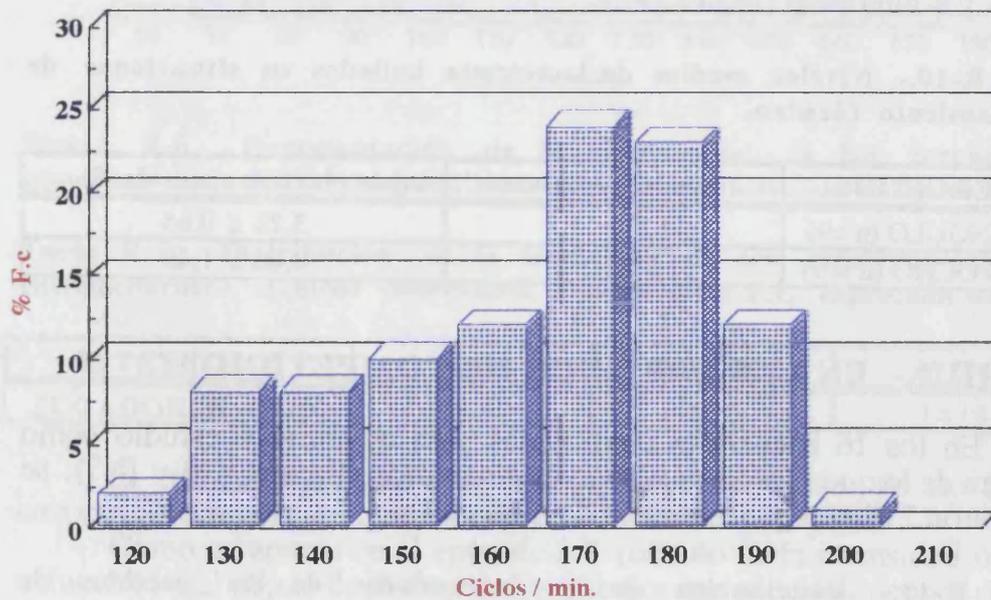


Figura R-7.- Representación de la distribución de las frecuencias absolutas de la F.C. correspondientes a un partido de competición.

Con el mismo criterio que se había establecido para la valoración de los entrenamientos técnicos a fin de que los resultados fueran comparables, se procedió al análisis de los datos obtenidos, que dieron lugar a las distribuciones que se reflejan a continuación:

**Tabla R-12.- Distribución de las intensidades de los partidos de competición observados, a partir de la F.c expresadas en %**

INTENSIDAD	BAJO	MEDIO	ALTO
JUGADORES (N=9)	10,00	66,79	23,21

Tratando de ampliar la información vertida, en los cuadros precedentes, se han reflejado los valores correspondientes a las frecuencias cardíacas (tabla R-11) y lactatos (tabla R-12).

**Tabla R-13.- Frecuencias cardíacas registradas en nuestros jugadores en partidos de competición.**

SUJETOS	SEXO	MEDIA	MINIMA	MAXIMA
N = 5	MASCULINO	165±10,3	125±7,2	180±5,4
N = 4	FEMENINO	166±15,2	130±5,4	200±3,2
MEDIA	TOTAL	165±12,7	127'5±6,3	190±4,3

**Tabla R-14.- Niveles medios de lactatemia (mmol/l) hallados en nuestros jugadores en partidos de competición.**

SUJETOS	SEXO M	MEDIA	MINIMA	MAXIMA
N = 4	SINTETICO	2,43±0,30	1,52±0,42	4,12±0,57
N = 4	TIERRA	1,86±0,20	1,31±0,29	3,12±0,05
MEDIA	TOTAL	2,14±0,25	1,41±0,35	3,62±0,31

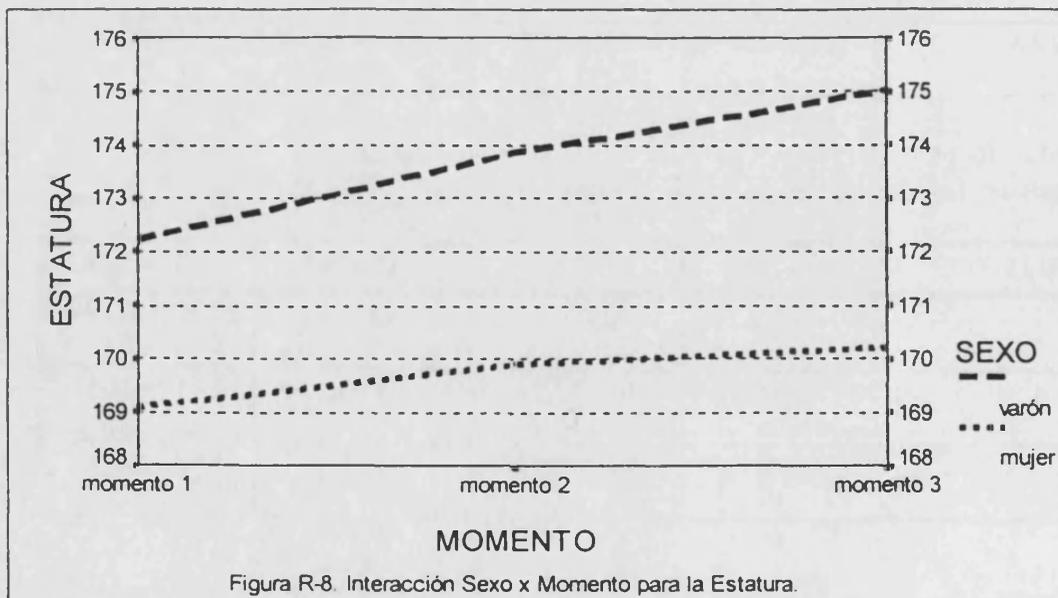
### III. 4 VALORES ANTROPOMETRICOS

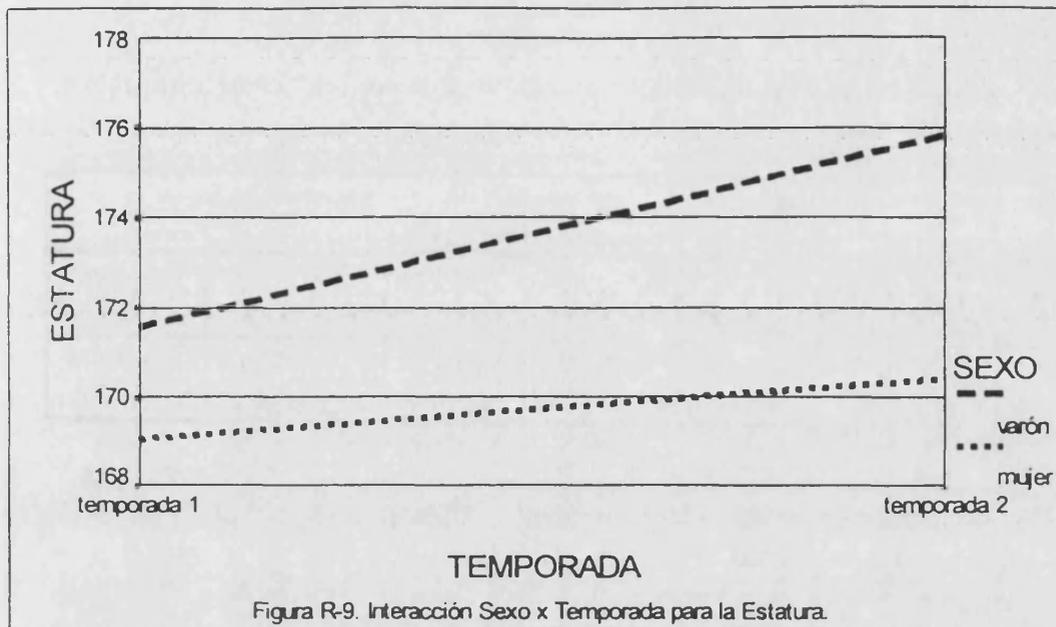
#### ESTATURA

Tabla R 15: Estadísticos descriptivos de estatura en cada condición experimental

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=169,78$ $S_{\bar{X}}=6,472$	$\bar{X}=171,86$ $S_{\bar{X}}=6,549$	$\bar{X}=173,08$ $S_{\bar{X}}=6,156$	$\bar{X}=174,68$ $S_{\bar{X}}=5,672$	$\bar{X}=175,84$ $S_{\bar{X}}=4,974$	$\bar{X}=176,96$ $S_{\bar{X}}=4,985$
Mujer n=4	$\bar{X}=168,25$ $S_{\bar{X}}=6,642$	$\bar{X}=169,25$ $S_{\bar{X}}=6,532$	$\bar{X}=169,65$ $S_{\bar{X}}=5,963$	$\bar{X}=169,92$ $S_{\bar{X}}=6,002$	$\bar{X}=170,55$ $S_{\bar{X}}=5,778$	$\bar{X}=170,77$ $S_{\bar{X}}=6,022$

El análisis de varianza realizado arroja efectos principales significativos tanto de la variable momento ( $F(2,14)=36,29$ ;  $p=0,001$ ) como de la variable temporada ( $F(1,7)=26,65$ ;  $p=0,001$ ). Los efectos de interacción que resultaron estadísticamente significativos (gráficas 1 y 2) fueron sexo x momento ( $F(2,14)=6,44$ ;  $p=0,01$ ) y sexo x temporada ( $F(1,7)=7,03$ ;  $p=0,03$ ).





Se realizaron contrastes a posteriori entre pares para el factor momento, resultando estadísticamente significativas las diferencias entre momento 1 vs momento 2 ( $F_{(1,8)}=29,56$ ;  $p=0,00286$ ) y entre momento 1 vs momento 3 ( $F_{(1,8)}=26,33$ ;  $p=0,00367$ ). Por tanto, los sujetos de la muestra tienen una estatura significativamente mayor en el momento 2 (media=172,09) y en el momento 3 (media=172,88) que en el momento 1 (media 170,83).

En cuanto a la variable temporada se puede afirmar que la estatura media de los sujetos en la temporada 2 (media= 173,42) es significativamente superior a la estatura media (170,45) en la temporada 1.

Se realizaron análisis de efectos simples para las interacciones sexo x temporada y sexo x momento. En cuanto a la interacción sexo x temporada se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las temporadas para los varones ( $F_{(1,7)}=34,34$ ;  $p=0,01$ ), siendo mayor la estatura de los varones en la temporada 2 (media=175,82) que en la temporada 1 (media=171,57). Ningún otro efecto simple resultó estadísticamente significativo.

Los efectos simples para la interacción sexo x momento revelan diferencias estadísticamente significativas entre la estatura de las mujeres en el momento 2 vs momento 3 ( $F_{(1,3)}=8,25$ ;  $p=0,06$ ), siendo significativamente superior la estatura media de las mujeres en el momento 3 (media=170,21) que en el momento 2 (media= 169,9). Para los varones existen diferencias estadísticamente significativas entre el momento 1 vs momento 3 ( $F_{(1,4)}=41,6$ ;  $p=0,003$ ) y entre el momento 2 vs momento 3 ( $F_{(1,4)}=65,36$ ;  $p=0,001$ ), siendo la media del momento 3 (media=175,02) significativamente mayor que las medias del momento 1 y momento 2 (medias=172,23 y 173,85 respectivamente).

## PESO

**Tabla R 16: Estadísticos descriptivos del peso en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=59,600$ $S_{\bar{X}}=8,914$	$\bar{X}=62,140$ $S_{\bar{X}}=7,127$	$\bar{X}=62,460$ $S_{\bar{X}}=6,485$	$\bar{X}=65,240$ $S_{\bar{X}}=6,656$	$\bar{X}=66,400$ $S_{\bar{X}}=5,821$	$\bar{X}=66,580$ $S_{\bar{X}}=6,909$
Mujer n=4	$\bar{X}=53,425$ $S_{\bar{X}}=7,379$	$\bar{X}=55,475$ $S_{\bar{X}}=6,115$	$\bar{X}=56,875$ $S_{\bar{X}}=5,994$	$\bar{X}=58,825$ $S_{\bar{X}}=6,453$	$\bar{X}=60,963$ $S_{\bar{X}}=6,417$	$\bar{X}=60,575$ $S_{\bar{X}}=6,437$

Se han obtenido diferencias estadísticamente significativas en el peso de los sujetos bajo estudio en función de la temporada ( $F(1,7)=55,67$ ;  $p=0,0001$ ) y del momento ( $F(2,14)=16,94$ ;  $p=0,001$ ).

En cuanto a la temporada, los sujetos presentan un peso significativamente superior en la temporada 2 (media=63,428) que en la temporada 1 (media=58,71).

Los contrastes realizados sobre el efecto principal de la variable momento indican que existen diferencias estadísticamente significativas en el peso de los sujetos entre los momentos 1 y 2 ( $F(1,8)=31,11$ ;  $p=0,00052$ ) y entre los momentos 1 y 3 ( $F(1,8)=20,59$ ;  $p=0,0019$ ) no existiendo diferencias significativas en el peso entre los momentos 2 y 3. Es decir, los sujetos de la muestra tienen un peso significativamente menor en el momento 1 (media=59,622) que en los momentos 2 y 3 (medias=61,581 y 61,944, respectivamente).

## DIAMETRO BICONDILEO DEL FEMUR

**Tabla R 17: Estadísticos descriptivos del diámetro bicondíleo del fémur en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=9,840$ $S_{\bar{X}}=0,297$	$\bar{X}=9,920$ $S_{\bar{X}}=0,286$	$\bar{X}=9,860$ $S_{\bar{X}}=0,152$	$\bar{X}=10,100$ $S_{\bar{X}}=0,245$	$\bar{X}=10,020$ $S_{\bar{X}}=0,335$	$\bar{X}=9,9400$ $S_{\bar{X}}=0,397$
Mujer n=4	$\bar{X}=9,050$ $S_{\bar{X}}=0,480$	$\bar{X}=9,075$ $S_{\bar{X}}=0,457$	$\bar{X}=9,175$ $S_{\bar{X}}=0,419$	$\bar{X}=9,400$ $S_{\bar{X}}=0,683$	$\bar{X}=9,475$ $S_{\bar{X}}=0,618$	$\bar{X}=9,750$ $S_{\bar{X}}=0,387$

El análisis de varianza realizado arroja efectos principales significativos tanto de la variable sexo ( $F(1,7)=7,67$ ;  $p=0,028$ ) como de la

variable temporada ( $F(1,7)=19,39$ ;  $p=0.003$ ). Ninguno de los restantes efectos resultó estadísticamente significativo.

Por tanto, se puede afirmar que la longitud del diametro bicondileo del fémur en los varones (media=9,95) es significativamente mayor que la de las mujeres (media=9,32). Por otra parte, dicha magnitud en la temporada 2 (media=9,78) es significativamente mayor que en la temporada 1 (media=9,49) para el conjunto de la muestra.

### DIAMETRO BIEPICONDILEO DEL HUMERO

Tabla R 18: Estadísticos descriptivos del diametro biepicondileo del húmero en cada condición experimental

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=7,060$ $S_x=0,114$	$\bar{X}=7,280$ $S_x=0,084$	$\bar{X}=7,220$ $S_x=0,110$	$\bar{X}=7,200$ $S_x=0,071$	$\bar{X}=7,360$ $S_x=0,182$	$\bar{X}=7,360$ $S_x=0,114$
Mujer n=4	$\bar{X}=6,375$ $S_x=0,386$	$\bar{X}=6,375$ $S_x=0,350$	$\bar{X}=6,425$ $S_x=0,359$	$\bar{X}=6,250$ $S_x=0,173$	$\bar{X}=6,450$ $S_x=0,100$	$\bar{X}=6,525$ $S_x=0,263$

En el análisis de varianza aplicado a los datos se observan efectos estadísticamente significativos para los factores sexo ( $F(1,7)=57,12$ ;  $p=0,01$ ) y momento ( $F(2,14)=11,07$ ;  $p=0,001$ ). Ningún otro efecto resultó estadísticamente significativo.

Se realizaron contrastes a posteriori entre pares para el factor momento, resultando estadísticamente significativas las diferencias entre momento 1 vs momento 2 ( $F(1,8)=20,25$ ;  $p=0,002$ ) y entre momento 1 vs momento 3 ( $F(1,8)=16,41$ ;  $p=0,004$ ).

Atendiendo a las medias, se puede afirmar que el diametro biepicondileo del húmero es significativamente mayor para la submuestra de varones (media=7,247) que para la submuestra de mujeres (media=6,4003). Por lo que respecta al factor momento, existen diferencias en la magnitud expresada entre el momento 1 y 2 y entre el momento 1 y 3, siendo significativamente menor la expresada en el momento 1 (media=6,767) que en los momentos 2 y 3 (medias=6,917 y 6,928, respectivamente) para el conjunto de la muestra.

### PERIMETRO DE LA PIERNA

Se han obtenido diferencias estadísticamente significativas en el perímetro de la pierna de los sujetos bajo estudio en función de la temporada ( $F(1,7)=25,94$ ;  $p=0,001$ ) y del momento ( $F(2,14)=10,99$ ;  $p=0,001$ ).

**Tabla R 19: Estadísticos descriptivos del perímetro de la pierna en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=34,440$ $S_{\bar{X}}=1,009$	$\bar{X}=35,440$ $S_{\bar{X}}=1,043$	$\bar{X}=35,360$ $S_{\bar{X}}=0,963$	$\bar{X}=35,240$ $S_{\bar{X}}=1,320$	$\bar{X}=36,000$ $S_{\bar{X}}=1,556$	$\bar{X}=36,260$ $S_{\bar{X}}=1,454$
Mujer n=4	$\bar{X}=33,275$ $S_{\bar{X}}=1,153$	$\bar{X}=34,100$ $S_{\bar{X}}=0,698$	$\bar{X}=33,900$ $S_{\bar{X}}=0,990$	$\bar{X}=34,850$ $S_{\bar{X}}=0,733$	$\bar{X}=35,375$ $S_{\bar{X}}=0,499$	$\bar{X}=35,775$ $S_{\bar{X}}=0,624$

El perímetro de la pierna de los sujetos de la muestra es significativamente mayor en la temporada 2 (media=35,611) que en la temporada 1 (media=34,49).

Realizados contrastes a posteriori para la variable momento se observan diferencias estadísticamente significativas en el perímetro de la pierna entre el momento 1 vs momento 2 ( $F(1,8)=13,26$ ;  $p=0,0066$ ) y entre el momento 1 vs momento 3 ( $F(1,8)=17,37$ ;  $p=0,003$ ), siendo la media del perímetro de la pierna significativamente menor en el momento 1 (media=34,494) que en los momentos 2 y 3 (medias=35,283 y 35,378, respectivamente) no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los momentos 2 y 3.

## PERIMETRO DEL BRAZO CONTRAÍDO

**Tabla R 20: Estadísticos descriptivos del perímetro del brazo contraído en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=27,300$ $S_{\bar{X}}=2,533$	$\bar{X}=28,360$ $S_{\bar{X}}=2,483$	$\bar{X}=28,600$ $S_{\bar{X}}=2,395$	$\bar{X}=28,780$ $S_{\bar{X}}=2,388$	$\bar{X}=29,480$ $S_{\bar{X}}=2,239$	$\bar{X}=29,800$ $S_{\bar{X}}=2,253$
Mujer n=4	$\bar{X}=24,875$ $S_{\bar{X}}=1,754$	$\bar{X}=25,650$ $S_{\bar{X}}=1,690$	$\bar{X}=25,925$ $S_{\bar{X}}=1,880$	$\bar{X}=26,275$ $S_{\bar{X}}=2,001$	$\bar{X}=26,800$ $S_{\bar{X}}=2,298$	$\bar{X}=26,875$ $S_{\bar{X}}=2,011$

Tras aplicar un análisis de varianza se observan efectos estadísticamente significativos para los factores temporada ( $F(1,7)=24,38$ ;  $p=0,002$ ) y momento ( $F(2,14)=34,18$ ;  $p=0,001$ ).

Los contrastes a posteriori realizados para el factor momento muestran diferencias estadísticamente significativas entre el momento 1 vs momento 2 ( $F(1,8)=26,79$ ;  $p=0,001$ ) y entre el momento 1 vs momento 3 ( $F(1,8)=77,57$ ;  $p=0,001$ ).

A partir de los análisis realizados se puede afirmar que el perímetro del brazo contraído es significativamente mayor para el conjunto de la

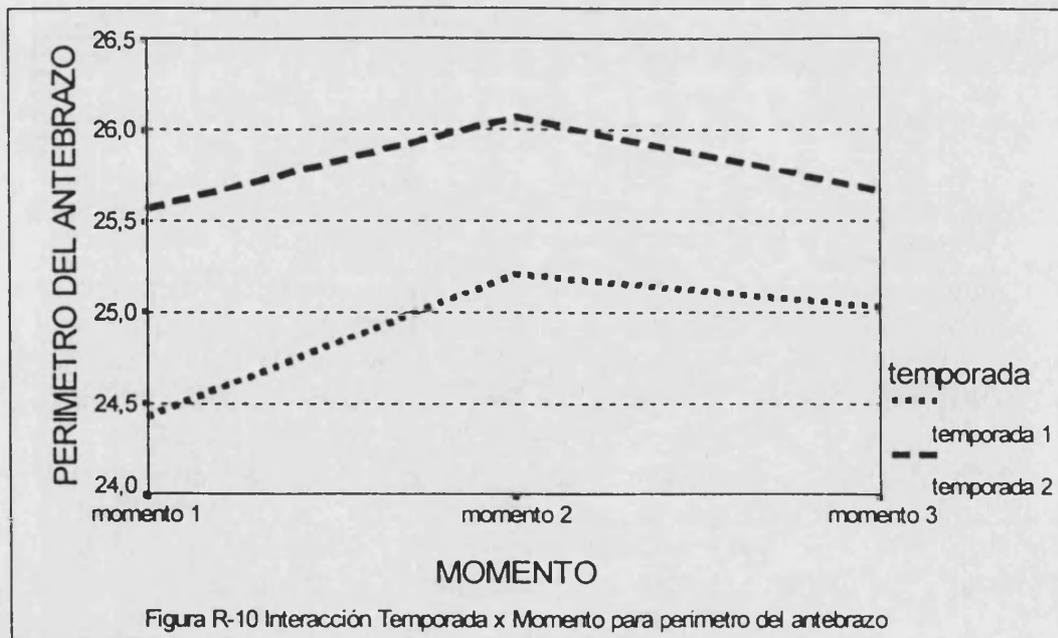
muestra en la temporada 2 (media=28,152) que en la temporada 1 (media=26,93). Por lo que respecta a la variable momento, el perímetro del antebrazo contraído es significativamente menor en el momento 1 (media=26,944) que en los momentos 2 y 3 (medias=27,722 y 27,956, respectivamente) no siendo estadísticamente significativa la diferencia de medias entre los momentos 2 y 3.

**PERIMETRO ANTEBRAZO**

**Tabla R 21: Estadísticos descriptivos de perímetro del antebrazo en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=25,360$ $S_x=1,240$	$\bar{X}=26,460$ $S_x=1,207$	$\bar{X}=25,720$ $S_x=1,725$	$\bar{X}=26,420$ $S_x=1,158$	$\bar{X}=27,000$ $S_x=1,247$	$\bar{X}=26,320$ $S_x=1,590$
Mujer n=4	$\bar{X}=23,275$ $S_x=2,131$	$\bar{X}=23,650$ $S_x=1,843$	$\bar{X}=24,175$ $S_x=2,268$	$\bar{X}=24,500$ $S_x=1,463$	$\bar{X}=24,900$ $S_x=1,817$	$\bar{X}=24,850$ $S_x=1,748$

Del análisis de varianza realizado se desprende que existen diferencias estadísticamente significativas en el perímetro del antebrazo en función de la temporada ( $F(1,7)=13,94$ ;  $p=0,007$ ) y de la interacción momento x temporada ( $F(2,14)=4,88$ ;  $p=0,025$ ).



Por lo que respecta a la variable temporada, el perímetro del antebrazo es significativamente mayor en la temporada 2 (media=25,76) que en la temporada 1 (media=24,89) para la muestra bajo estudio.

Se realizó un análisis de efectos simples para la interacción momento x temporada. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre momentos en la temporada 1 ( $F(2,16)=8,13$ ;  $p=0,004$ ) y entre el momento 1 de ambas temporadas ( $F(1,8)=11,07$ ,  $P=0,010$ ). El perímetro del antebrazo es mayor en el momento 1 de la temporada 2 (media=25,56) que en el momento 1 de la temporada 1 (media=24,43).

Los contrastes realizados para el efecto momento en temporada 1 indican diferencias estadísticamente significativas en el perímetro del antebrazo entre los momentos 1 y 2 de la temporada 1 ( $F(1,8)=11,067$ ;  $p=0,010$ ), siendo significativamente mayor el perímetro del antebrazo en el momento 2 de la temporada 1 (media=25,21) que en el momento 1 de la temporada 1 (media=24,43).

## PLIEGUE BICIPITAL

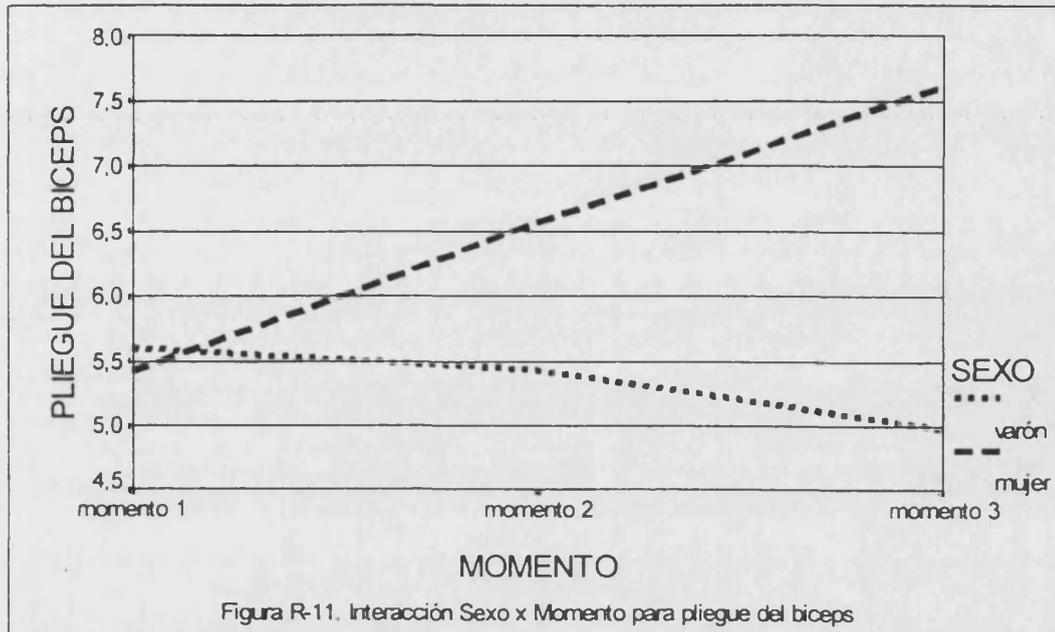
**Tabla R 22: Estadísticos descriptivos del pliegue del bíceps en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=6,000$ $S_{\bar{X}}=1,913$	$\bar{X}=5,820$ $S_{\bar{X}}=1,248$	$\bar{X}=4,760$ $S_{\bar{X}}=0,680$	$\bar{X}=5,200$ $S_{\bar{X}}=2,843$	$\bar{X}=5,040$ $S_{\bar{X}}=2,397$	$\bar{X}=5,200$ $S_{\bar{X}}=1,022$
Mujer n=4	$\bar{X}=5,075$ $S_{\bar{X}}=0,826$	$\bar{X}=5,600$ $S_{\bar{X}}=1,720$	$\bar{X}=6,850$ $S_{\bar{X}}=2,559$	$\bar{X}=5,775$ $S_{\bar{X}}=1,967$	$\bar{X}=7,550$ $S_{\bar{X}}=2,484$	$\bar{X}=8,375$ $S_{\bar{X}}=3,520$

El análisis de varianza realizado arroja resultados estadísticamente significativos para la interacción de primer orden sexo x momento ( $F(2,14)=4,02$ ;  $p=0,042$ ).

Tras realizar análisis de efectos simples para dicha interacción resultó significativa la diferencia entre los momentos sólo para el colectivo de mujeres ( $F(2,14)=4,39$ ;  $p=0,033$ ). Se realizaron contrastes para este efecto simple encontrándose una diferencia estadísticamente significativa entre momento 1 vs momento 2 ( $F(1,3)=16,79$ ;  $p=0,026$ ).

Del análisis anterior se desprende que existen diferencias estadísticamente significativas en el pliegue del bíceps para la submuestra de mujeres entre los momentos 1 y 2 (medias=5,425 y 6,575), siendo significativamente mayor el pliegue del bíceps en el momento 2.



**PLIEGUE TRICIPITAL**

**Tabla R 23: Estadísticos descriptivos del pliegue del tríceps en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=9,320$ $S_{\bar{X}}=1,375$	$\bar{X}=11,260$ $S_{\bar{X}}=1,750$	$\bar{X}=9,920$ $S_{\bar{X}}=1,441$	$\bar{X}=10,400$ $S_{\bar{X}}=4,294$	$\bar{X}=9,580$ $S_{\bar{X}}=3,287$	$\bar{X}=10,540$ $S_{\bar{X}}=3,302$
Mujer n=4	$\bar{X}=10,525$ $S_{\bar{X}}=3,684$	$\bar{X}=14,025$ $S_{\bar{X}}=5,315$	$\bar{X}=15,675$ $S_{\bar{X}}=5,218$	$\bar{X}=14,175$ $S_{\bar{X}}=4,948$	$\bar{X}=14,400$ $S_{\bar{X}}=4,632$	$\bar{X}=18,250$ $S_{\bar{X}}=6,994$

El factor momento ( $F(2,14)=9,89$ ;  $p=0,002$ ), así como las interacciones de primer orden sexo x momento ( $F(2,14)=7,53$ ;  $p=0,006$ ) y temporada x momento ( $F(2,14)=6,67$ ;  $p=0,009$ ) muestran efectos estadísticamente significativos sobre la variable dependiente pliegue del tríceps.

Los contrastes a posteriori realizados sobre el factor momento muestran diferencias estadísticamente significativas entre el momento 1 vs momento 2 ( $F(1,8)=6,688$ ;  $p=0,032$ ) y entre el momento 1 vs momento 3 ( $F(1,8)=5,328$ ;  $p=0,049$ ). Siendo significativamente menor el pliegue del tríceps en el momento 1 (media=10,967) que en los momentos 2 y 3 (medias=12,106 y 13,222 respectivamente). No encontrándose diferencias entre los momentos 2 y 3.

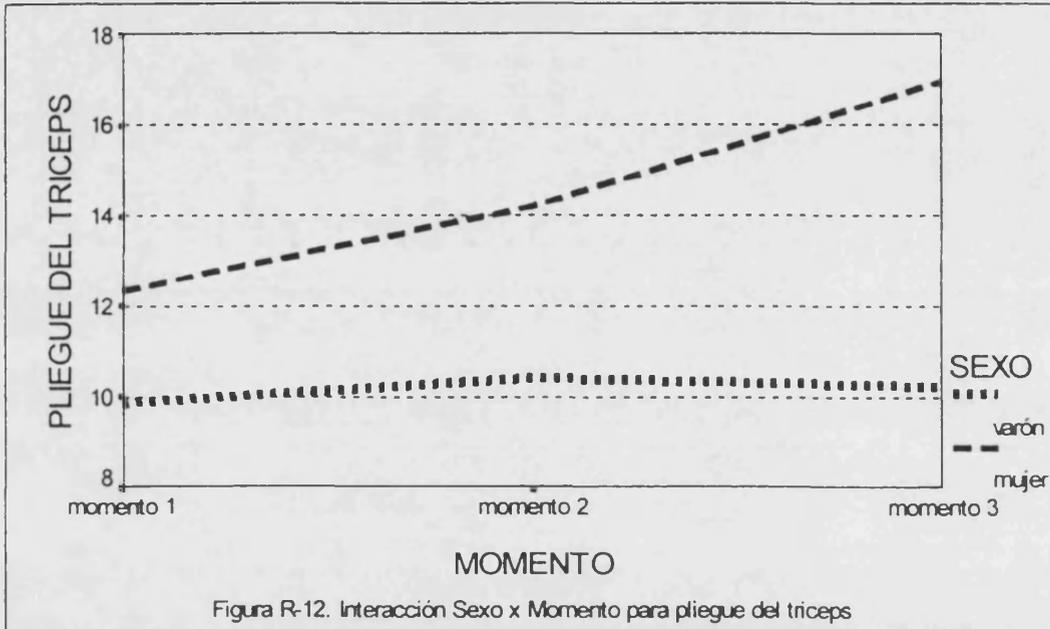


Figura R-12. Interacción Sexo x Momento para pliegue del triceps

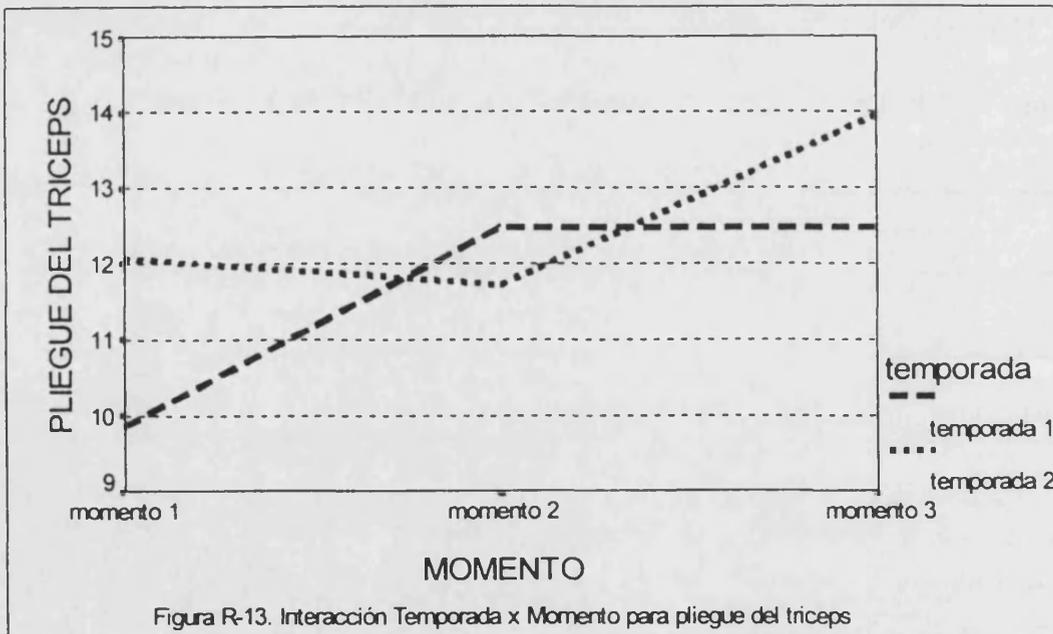


Figura R-13. Interacción Temporada x Momento para pliegue del triceps

El análisis de efectos simples realizado para la interacción momento x sexo, indica que existen diferencias estadísticamente significativas en el pliegue del tríceps entre varones y mujeres en el momento 3 ( $F(1,7)=6,16; p=0,042$ ) y entre los momentos para la submuestra de mujeres ( $F(2,14)=15,45; p=0,0001$ ). Siendo estadísticamente mayor el pliegue del tríceps de las mujeres (media=16,96) que de los hombres (media=10,23) en el momento 3.

Los contrastes a posteriori realizados para analizar las diferencias entre momentos en la submuestra de mujeres arrojan una diferencia estadísticamente significativa entre el momento 1 vs momento 3 ( $F(1,3)=13,53$ ;  $p=0,035$ ) siendo significativamente mayor el pliegue del tríceps de las mujeres en el momento 3 (media=16,963) que en el momento 1 (media=12,350).

El análisis de efectos simples realizado para la interacción temporada x momento indica que existen diferencias estadísticamente significativas entre momentos en la temporada 1 ( $F(2,16)=6,47$ ;  $p=0,009$ ) y entre momentos en la temporada 2 ( $F(2,16)=3,96$ ;  $p=0,04$ ).

Realizados los contrastes a posteriori para ambos efectos simples se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los momentos 1 y 2 ( $F(1,8)=15,315$ ;  $p=0,004$ ) y entre los momentos 1 y 3 ( $F(1,8)=6,296$ ;  $p=0,036$ ) de la temporada 1, siendo significativamente menor el pliegue del tríceps en el momento 1 (media= 9,856) que en los momentos 2 y 3 (media= 12,489 y 12,478, respectivamente) de la temporada 1.

Por lo que respecta a las diferencias entre momentos en la temporada 2 se obtienen diferencias estadísticamente significativas entre los momentos 2 y 3 de dicha temporada ( $F(1,8)=8,035$ ;  $p=0,022$ ) siendo menor el pliegue del tríceps en el momento 2 (media=11,722) que en el momento 3 (media=13,967) de la temporada 2.

**PLIEGUE SUBESCAPULAR**

Tras realizar los análisis estadísticos adecuados para la variable dependiente pliegue subescapular, el único efecto que resulto ser marginalmente significativo fue el del factor temporada ( $F(1,7)=5,06$ ;  $p=0,059$ ), siendo la media del pliegue subescapular en la temporada 1 de 7,904 y la media de la temporada 2 de 8,640.

**Tabla R 24: Estadísticos descriptivos del pliegue subescapular en cada condición experimental**

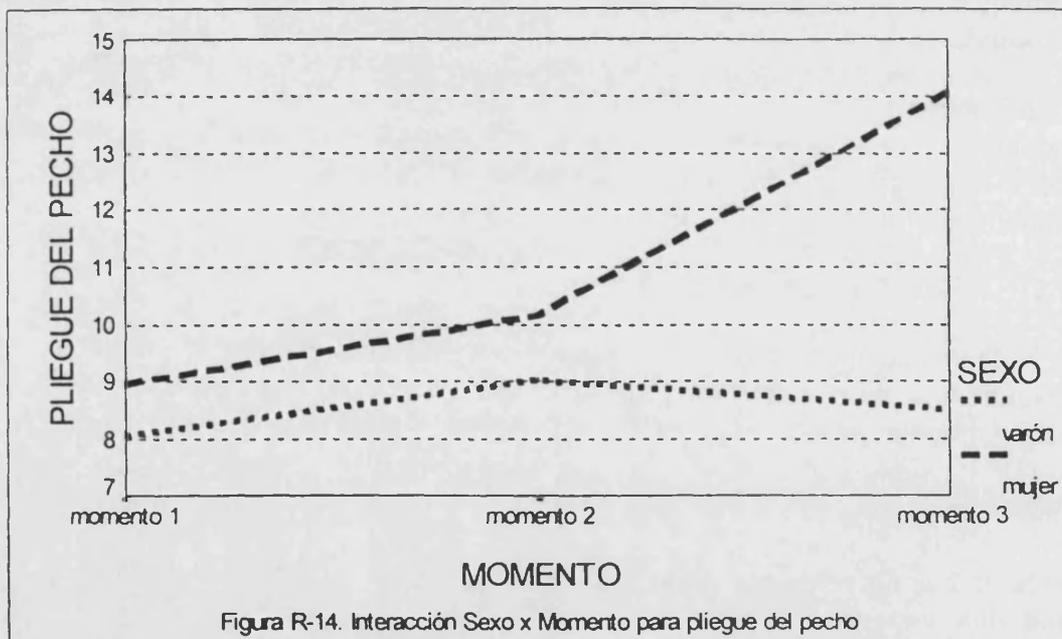
	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=8,220$ $S_x= 2,704$	$\bar{X}=7,760$ $S_x= 1,119$	$\bar{X}=8,160$ $S_x= 1,770$	$\bar{X}=7,260$ $S_x= 2,284$	$\bar{X}=7,940$ $S_x= 2,324$	$\bar{X}=9,160$ $S_x= 3,088$
Mujer n=4	$\bar{X}=7,025$ $S_x= 0,727$	$\bar{X}=7,550$ $S_x= 1,372$	$\bar{X}=8,600$ $S_x= 2,165$	$\bar{X}=8,550$ $S_x= 1,737$	$\bar{X}=9,750$ $S_x= 2,344$	$\bar{X}=9,575$ $S_x=2,366$

## PLIEGUE DEL PECHO

Tabla R 25: Estadísticos descriptivos del pliegue del pecho en cada condición experimental

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=8,320$ $S_X=1,665$	$\bar{X}=9,320$ $S_X=2,299$	$\bar{X}=7,360$ $S_X=1,922$	$\bar{X}=7,800$ $S_X=3,611$	$\bar{X}=8,740$ $S_X=3,549$	$\bar{X}=9,660$ $S_X=4,555$
Mujer n=4	$\bar{X}=7,500$ $S_X=2,135$	$\bar{X}=7,650$ $S_X=0,854$	$\bar{X}=12,950$ $S_X=5,948$	$\bar{X}=10,425$ $S_X=3,228$	$\bar{X}=12,675$ $S_X=4,121$	$\bar{X}=15,200$ $S_X=6,242$

Para la variable dependiente pliegue del pecho muestran efectos estadísticamente significativos el factor momento ( $F(2,14)=5,67$ ;  $p=0,016$ ) y la interacción sexo x momento ( $F(2,14)=4,98$ ;  $p=0,023$ ).



Los contrastes a posteriori realizados para la variable momento indican una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del momento 1 vs momento 2 ( $F(1,8)=5,566$ ;  $p=0,046$ ). Se puede afirmar que la media del pliegue del pecho para los sujetos de la muestra es mayor en el momento 2 (media=9,533) que en el momento 1 (media=8,461).

El análisis de efectos simples para la interacción sexo x momento arroja diferencias significativas para las mujeres entre los momentos ( $F(2,14)=9,28$ ;  $p=0,003$ ). Se realizaron contrastes a posteriori para dicho efecto encontrándose una diferencia marginalmente significativa ( $F(1,3)=6,38$ ;  $p=0,086$ ) entre los momentos 1 y 3, siendo menor la media

en el momento 1 (media=8,963) que en el momento 3 (media=14,075) para la submuestra de mujeres.

**PLIEGUE AXILAR**

**Tabla R 26: Estadísticos descriptivos del pliegue axilar en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=8,460$ $S_x=4,209$	$\bar{X}=8,020$ $S_x=2,857$	$\bar{X}=8,040$ $S_x=2,834$	$\bar{X}=7,360$ $S_x=4,426$	$\bar{X}=8,460$ $S_x=4,299$	$\bar{X}=8,560$ $S_x=2,361$
Mujer n=4	$\bar{X}=6,775$ $S_x=0,991$	$\bar{X}=6,625$ $S_x=1,179$	$\bar{X}=7,200$ $S_x=1,657$	$\bar{X}=6,925$ $S_x=1,477$	$\bar{X}=7,200$ $S_x=1,134$	$\bar{X}=7,175$ $S_x=1,493$

Ningún efecto ha resultado estadísticamente significativo para la variable dependiente pliegue axilar.

**PLIEGUE SUPRAILÍACO**

**Tabla R 27: Estadísticos descriptivos del pliegue suprailíaco en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=9,000$ $S_x=5,063$	$\bar{X}=8,340$ $S_x=2,926$	$\bar{X}=7,740$ $S_x=1,549$	$\bar{X}=8,480$ $S_x=3,425$	$\bar{X}=8,040$ $S_x=3,793$	$\bar{X}=9,480$ $S_x=5,770$
Mujer n=4	$\bar{X}=10,450$ $S_x=4,224$	$\bar{X}=8,250$ $S_x=3,441$	$\bar{X}=10,300$ $S_x=5,006$	$\bar{X}=8,125$ $S_x=1,846$	$\bar{X}=9,675$ $S_x=2,122$	$\bar{X}=10,500$ $S_x=3,539$

Ningún efecto principal ni de interacción ha resultado estadísticamente significativo al analizar la variable dependiente pliegue suprailíaco.

**PLIEGUE ABDOMINAL**

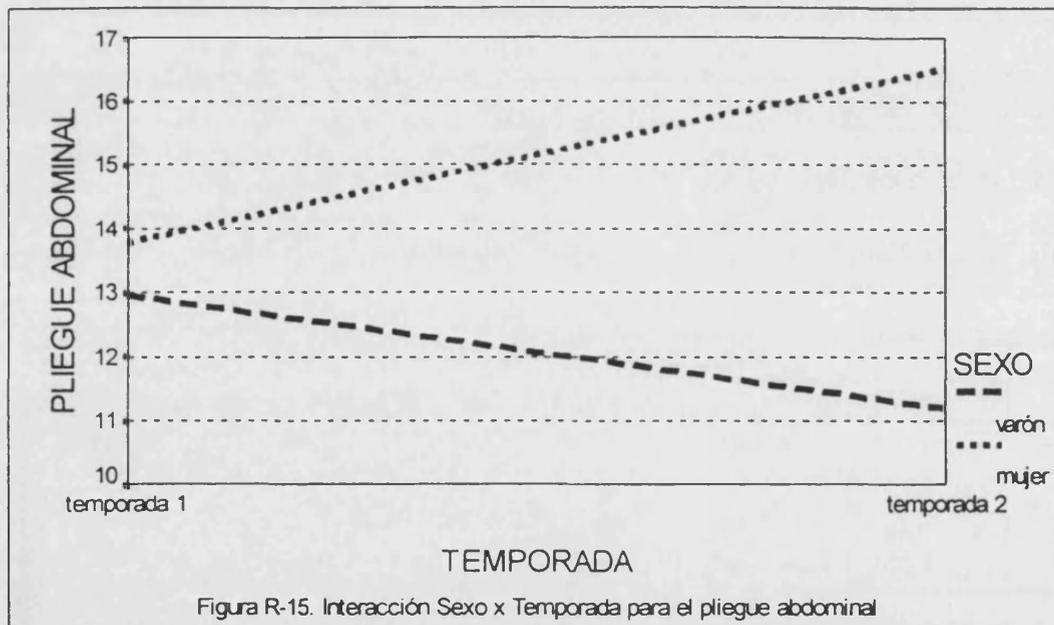
El análisis de varianza realizado arroja un efecto estadísticamente significativo para la interacción sexo x temporada ( $F(1,7)=8,96$ ;  $p=0,02$ ) no resultando ningún otro efecto estadísticamente significativo.

Los efectos simples para la interacción indican que hay diferencias en el pliegue abdominal entre la temporada 1 y 2 en las mujeres ( $F(1,7)=5,98$ ;  $p=0,04$ ), siendo mayor el pliegue abdominal de las mujeres en la temporada 2 (media=16,53) que en la temporada 1 (13,78). No se han

encontrado diferencias significativas en las medias de pliegue abdominal para los varones.

**Tabla R 28: Estadísticos descriptivos de pliegue abdominal en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=15,540$ $S_x=10,501$	$\bar{X}=11,960$ $S_x=3,698$	$\bar{X}=11,380$ $S_x=3,730$	$\bar{X}=12,300$ $S_x= 8,665$	$\bar{X}=10,500$ $S_x= 4,026$	$\bar{X}=10,780$ $S_x= 3,237$
Mujer n=4	$\bar{X}=15,325$ $S_x=6,394$	$\bar{X}=11,050$ $S_x=2,760$	$\bar{X}=14,975$ $S_x= 3,790$	$\bar{X}=17,600$ $S_x= 5,156$	$\bar{X}=14,800$ $S_x= 3,839$	$\bar{X}=17,200$ $S_x= 6,575$

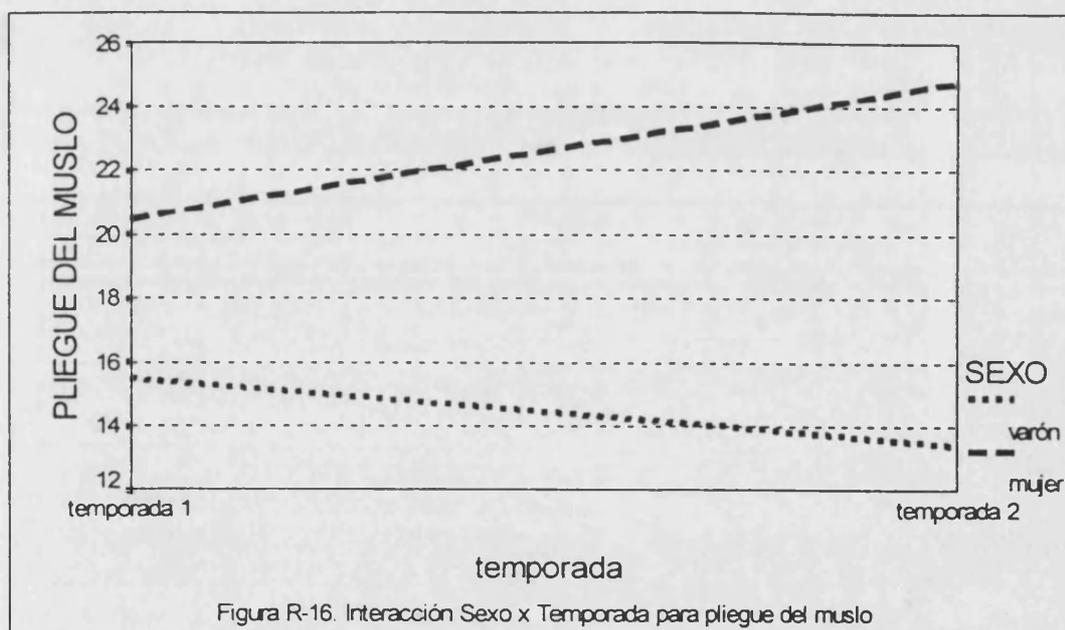


## PLIEGUE DEL MUSLO

A partir del análisis estadístico realizado se observan efectos significativos del factor sexo ( $F(1,7)=7,15$ ;  $p=0,032$ ), y de la interacción sexo x temporada ( $F(1,7)=13,91$ ;  $p=0,007$ ).

**Tabla R 29: Estadísticos descriptivos del pliegue del muslo en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=16,120$ $S_x= 6,021$	$\bar{X}=15,660$ $S_x= 1,981$	$\bar{X}=14,660$ $S_x= 3,260$	$\bar{X}=12,860$ $S_x= 3,031$	$\bar{X}=14,800$ $S_x= 4,897$	$\bar{X}=12,560$ $S_x= 1,424$
Mujer n=4	$\bar{X}=19,725$ $S_x= 6,980$	$\bar{X}=19,375$ $S_x= 6,714$	$\bar{X}=22,375$ $S_x= 5,499$	$\bar{X}=24,375$ $S_x= 7,273$	$\bar{X}=25,450$ $S_x= 8,680$	$\bar{X}=24,525$ $S_x=4,404$



Dado que el supuesto de homocedasticidad es violado para el factor sexo, se ha realizado el ajuste de Box obteniéndose, tras ajustar los grados de libertad, una probabilidad=0,048. Por tanto, podemos afirmar que el pliegue del muslo es mayor en la submuestra de mujeres (media=21,936) que en la de varones (media=14,443).

**PLIEGUE DE LA PIERNA**

Los análisis estadísticos realizados para la variable dependiente pliegue de la pierna no ofrecen ningún efecto estadísticamente significativo.

**Tabla R 30: Estadísticos descriptivos del pliegue de la pierna en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=12,220$ $S_x=6,520$	$\bar{X}=11,480$ $S_x=3,231$	$\bar{X}=11,800$ $S_x=2,482$	$\bar{X}=11,760$ $S_x=5,794$	$\bar{X}=11,720$ $S_x=5,076$	$\bar{X}=12,200$ $S_x=3,784$
Mujer n=4	$\bar{X}=13,000$ $S_x=2,877$	$\bar{X}=11,425$ $S_x=3,122$	$\bar{X}=12,975$ $S_x=1,5598$	$\bar{X}=12,600$ $S_x=1,402$	$\bar{X}=13,200$ $S_x=1,275$	$\bar{X}=13,475$ $S_x=2,934$

**INDICE MASA CORPORAL****Tabla R 31: Estadísticos descriptivos del índice de masa corporal en cada condición experimental.**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=16,160$ $S_x=7,317$	$\bar{X}=20,980$ $S_x=1,318$	$\bar{X}=20,800$ $S_x=1,042$	$\bar{X}=21,320$ $S_x=1,163$	$\bar{X}=21,380$ $S_x=1,180$	$\bar{X}=21,200$ $S_x=1,190$
Mujer n=4	$\bar{X}=18,775$ $S_x=1,156$	$\bar{X}=19,275$ $S_x=0,629$	$\bar{X}=19,700$ $S_x=0,787$	$\bar{X}=20,300$ $S_x=0,744$	$\bar{X}=20,900$ $S_x=0,796$	$\bar{X}=20,700$ $S_x=0,821$

El análisis de varianza efectuado ofrece efectos estadísticamente significativos del factor temporada ( $F(1,7)=9,05$ ;  $p=0,02$ ). El índice de masa corporal fue menor en la temporada 1 (media= 19,285) que en la temporada 2 (media= 21,004), para el conjunto de la muestra.

**SUPERFICIE CORPORAL****Tabla R 32: Estadísticos descriptivos de la superficie corporal en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=1,690$ $S_x=0,150$	$\bar{X}=1,720$ $S_x=0,148$	$\bar{X}=1,760$ $S_x=0,114$	$\bar{X}=1,760$ $S_x=0,114$	$\bar{X}=1,820$ $S_x=0,110$	$\bar{X}=1,820$ $S_x=0,110$
Mujer n=4	$\bar{X}=1,600$ $S_x=0,141$	$\bar{X}=1,650$ $S_x=0,129$	$\bar{X}=1,650$ $S_x=0,129$	$\bar{X}=1,675$ $S_x=0,096$	$\bar{X}=1,700$ $S_x=0,141$	$\bar{X}=1,700$ $S_x=0,141$

El análisis de varianza efectuado para la variable dependiente superficie corporal no arroja ningún efecto estadísticamente significativo.

**DENSIDAD CORPORAL**

**Tabla R 33: Estadísticos descriptivos de densidad corporal en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=1,320$ $S_x=0,349$	$\bar{X}=1,060$ $S_x=0,055$	$\bar{X}=1,080$ $S_x=0,045$	$\bar{X}=1,080$ $S_x=0,045$	$\bar{X}=1,080$ $S_x=0,045$	$\bar{X}=1,060$ $S_x=0,055$
Mujer n=4	$\bar{X}=1,045$ $S_x=0,013$	$\bar{X}=1,047$ $S_x=0,013$	$\bar{X}=1,038$ $S_x=0,013$	$\bar{X}=1,043$ $S_x=0,010$	$\bar{X}=1,038$ $S_x=0,015$	$\bar{X}=3,285$ $S_x=4,490$

Los análisis estadísticos realizados sobre la variable densidad corporal no muestran ningún efecto estadísticamente significativo.

**PESO GRASO**

**Tabla R 34: Estadísticos descriptivos del peso graso en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=9,840$ $S_x=9,672$	$\bar{X}=12,980$ $S_x=2,457$	$\bar{X}=12,300$ $S_x=1,497$	$\bar{X}=13,080$ $S_x=4,776$	$\bar{X}=13,560$ $S_x=4,654$	$\bar{X}=13,880$ $S_x=4,436$
Mujer n=4	$\bar{X}=12,250$ $S_x=4,159$	$\bar{X}=12,575$ $S_x=3,534$	$\bar{X}=14,825$ $S_x=4,242$	$\bar{X}=15,100$ $S_x=3,656$	$\bar{X}=16,375$ $S_x=4,251$	$\bar{X}=15,975$ $S_x=6,082$

El análisis de varianza efectuado ofrece efectos estadísticamente significativos del factor temporada ( $F(1,7)=11,10$ ;  $p=0,013$ ), siendo el peso graso menor en la temporada 1 (media= 12,377) que en la temporada 2 (media= 14,533) para los sujetos de la muestra.

**PORCENTAJE DE GRASA**

**Tabla R 35: Estadísticos descriptivos del porcentaje de grasa en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=18,620$ $S_x=9,809$	$\bar{X}=20,780$ $S_x=1,642$	$\bar{X}=19,760$ $S_x=1,798$	$\bar{X}=19,720$ $S_x=5,164$	$\bar{X}=20,140$ $S_x=5,023$	$\bar{X}=20,520$ $S_x=4,204$
Mujer n=4	$\bar{X}=22,500$ $S_x=5,350$	$\bar{X}=22,475$ $S_x=4,877$	$\bar{X}=25,925$ $S_x=5,821$	$\bar{X}=25,525$ $S_x=4,288$	$\bar{X}=26,625$ $S_x=5,201$	$\bar{X}=26,000$ $S_x=7,930$

El análisis de varianza efectuado no ofrece resultados estadísticamente significativos para ninguno de los factores considerados en la muestra analizada.

### PESO RESIDUAL

**Tabla R 36: Estadísticos descriptivos del peso residual en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=14,500$ $S_x= 2,870$	$\bar{X}=13,000$ $S_x= 1,476$	$\bar{X}=13,040$ $S_x= 1,350$	$\bar{X}=13,640$ $S_x= 1,406$	$\bar{X}=13,880$ $S_x= 1,213$	$\bar{X}=13,920$ $S_x= 1,413$
Mujer n=4	$\bar{X}=11,150$ $S_x= 1,542$	$\bar{X}=11,575$ $S_x= 1,269$	$\bar{X}=11,900$ $S_x= 1,257$	$\bar{X}=12,275$ $S_x= 1,333$	$\bar{X}=12,750$ $S_x= 1,370$	$\bar{X}=12,650$ $S_x=1,330$

El análisis de varianza efectuado indica efecto estadísticamente significativos para el factor temporada ( $F(1,7)=6,67$ ;  $p=0,036$ ), siendo la media de peso residual para el conjunto de la muestra menor en la temporada 1 (12,637) que en la temporada 2 (13,255).

### PORCENTAJE RESIDUAL

Esta variable presenta el mismo valor en todos los casos (dada la ausencia de variabilidad no puede ser analizada).

### ENDOMORFIA

**Tabla R 37: Estadísticos descriptivos de endomorfia en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=2,650$ $S_x= 0,760$	$\bar{X}=2,740$ $S_x= 0,336$	$\bar{X}=2,540$ $S_x= 0,336$	$\bar{X}=2,500$ $S_x= 0,922$	$\bar{X}=2,460$ $S_x= 0,896$	$\bar{X}=2,800$ $S_x= 1,037$
Mujer n=4	$\bar{X}=2,825$ $S_x= 0,776$	$\bar{X}=3,025$ $S_x= 0,964$	$\bar{X}=3,500$ $S_x= 1,068$	$\bar{X}=3,100$ $S_x= 0,712$	$\bar{X}=3,425$ $S_x= 0,802$	$\bar{X}=3,825$ $S_x=1,162$

El análisis de varianza efectuado para la variable dependiente endomorfia no arroja ningún efecto estadísticamente significativo.

## MESOMORFIA

**Tabla R 38: Estadísticos descriptivos de mesomorfia en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=3,800$ $S_x=1,620$	$\bar{X}=5,000$ $S_x=0,612$	$\bar{X}=4,820$ $S_x=0,536$	$\bar{X}=4,720$ $S_x=0,455$	$\bar{X}=4,900$ $S_x=0,718$	$\bar{X}=4,820$ $S_x=0,597$
Mujer n=4	$\bar{X}=3,200$ $S_x=0,216$	$\bar{X}=3,375$ $S_x=0,171$	$\bar{X}=3,375$ $S_x=0,096$	$\bar{X}=3,500$ $S_x=0,503$	$\bar{X}=3,850$ $S_x=0,574$	$\bar{X}=3,950$ $S_x=0,507$

El análisis de varianza efectuado ofrece efectos estadísticamente significativos de los factores temporada ( $F(1,7)=6,90$ ;  $p=0,0034$ ), momento ( $F(2,14)=7,56$ ;  $p=0,006$ ) y sexo ( $F(1,5)=7,54$ ;  $p=0,04$ ). Para este último factor se realizó un ajuste mediante la prueba F conservadora según el procedimiento de Box (1954 a) para corregir la violación del supuesto de homocedasticidad, siendo mayor el índice de mesomorfia en los varones (media= 4,677) que en las mujeres (media=3,542). En cuanto a las diferencias entre temporadas se observa un índice de mesomorfia menor en la temporada 1 (media= 3,996) que en la temporada 2 (media= 4,348).

Los contrastes realizados a posteriori para el factor momento indican diferencias estadísticamente significativas entre el momento 1 vs. el momento 2 ( $F(1,8)=11,65$ ;  $p=0,009$ ) y entre el momento 1 y el momento 3 ( $F(1,8)=6,98$ ;  $p=0,03$ ), siendo menor el índice de mesomorfia en el momento 1 (media= 3,856) que en los momentos 2 y 3 (media=4,356 y 4,306, respectivamente).

## ECTOMORFIA

En el análisis de varianza aplicado a los datos se observan efectos estadísticamente significativos para el factor temporada ( $F(1,7)=21,13$ ;  $p=0,002$ ) siendo el índice de ectomorfia mayor en la temporada 1 (media=3,615) que en la temporada 2 (media=3,293). Así mismo resultó estadísticamente significativa la interacción sexo x temporada ( $F(1,7)=15,96$ ;  $p=0,005$ ).

El análisis de efectos simples realizado para la interacción sexo x temporada revela diferencias estadísticamente significativas entre temporadas para la submuestra de mujeres ( $F(1,7)=33,21$ ;  $p=0,001$ ), siendo la media de ectomorfia en la temporada 1 (3,958) mayor que en la temporada 2 (3,292) para la submuestra de mujeres.

**Tabla R 39: Estadísticos descriptivos de ectomorfia en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=3,380$ $S_x=0,942$	$\bar{X}=3,240$ $S_x=0,666$	$\bar{X}=3,400$ $S_x=0,495$	$\bar{X}=3,200$ $S_x=0,490$	$\bar{X}=3,260$ $S_x=0,623$	$\bar{X}=3,420$ $S_x=0,502$
Mujer n=4	$\bar{X}=4,200$ $S_x=0,294$	$\bar{X}=3,925$ $S_x=0,150$	$\bar{X}=3,750$ $S_x=0,265$	$\bar{X}=3,425$ $S_x=0,050$	$\bar{X}=3,175$ $S_x=0,222$	$\bar{X}=3,275$ $S_x=0,287$

## X

**Tabla R 40: Estadísticos descriptivos de x en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=5	$\bar{X}=1,280$ $S_x=2,812$	$\bar{X}=0,500$ $S_x=0,843$	$\bar{X}=0,840$ $S_x=0,680$	$\bar{X}=0,700$ $S_x=1,155$	$\bar{X}=0,840$ $S_x=1,315$	$\bar{X}=0,620$ $S_x=1,386$
Mujer n=4	$\bar{X}=1,375$ $S_x=1,034$	$\bar{X}=0,950$ $S_x=1,008$	$\bar{X}=0,225$ $S_x=1,328$	$\bar{X}=0,325$ $S_x=0,759$	$\bar{X}=0,250$ $S_x=0,926$	$\bar{X}=0,555$ $S_x=1,315$

Los análisis estadísticos realizados sobre el índice X arrojan efectos estadísticamente significativos para el factor temporada ( $F(1,7)=6,5$ ;  $p=0,038$ ), siendo significativamente mayor la media en la temporada 1 (0,863) que en la temporada 2 (0,329) para la muestra bajo estudio.

## Y

El análisis de varianza efectuado ofrece efectos estadísticamente significativos de los factores sexo ( $F(1,7)=17,10$ ;  $p=0,004$ ) y temporada ( $F(1,7)=7,83$ ;  $p=0,027$ ). El índice Y fue menor en la temporada 1 (media=1,71) que en la temporada 2 (media=2,436), y para las mujeres (media=

0,157) que para los varones (media= 3,687). Ningún otro efecto resultó estadísticamente significativo.

**Tabla R 41: Estadísticos descriptivos de Y en cada condición experimental**

	temporada 1			temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
<b>Varón</b> n=5	$\bar{X}=3,040$ $S_x= 1,419$	$\bar{X}=4,080$ $S_x= 1,788$	$\bar{X}=3,700$ $S_x= 1,517$	$\bar{X}=3,740$ $S_x=1,609$	$\bar{X}=4,120$ $S_x= 2,046$	$\bar{X}=3,440$ $S_x= 1,662$
<b>Mujer</b> n=4	$\bar{X}=-0,608$ $S_x= 0,255$	$\bar{X}=-0,248$ $S_x= 0,802$	$\bar{X}=-0,520$ $S_x= 0,765$	$\bar{X}=-0,448$ $S_x= 1,463$	$\bar{X}=1,100$ $S_x= 1,324$	$\bar{X}=-0,770$ $S_x=1,572$

**METABOLISMO BASAL**

**Tabla R 42: Estadísticos descriptivos de metabolismo basal en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
<b>Varón</b> n=5	$\bar{X}=6737,90$ $S_x=622,43$	$\bar{X}=6918,60$ $S_x= 525,73$	$\bar{X}=6951,60$ $S_x= 488,08$	$\bar{X}=7130,60$ $S_x= 488,42$	$\bar{X}=7217,80$ $S_x=425,854$	$\bar{X}=7237,40$ $S_x= 492,35$
<b>Mujer</b> n=4	$\bar{X}=5670,00$ $S_x=325,69$	$\bar{X}=5753,00$ $S_x=275,151$	$\bar{X}=5804,50$ $S_x= 266,14$	$\bar{X}=5875,25$ $S_x=285,175$	$\bar{X}=5958,50$ $S_x=281,845$	$\bar{X}=5939,00$ $S_x=283,96$

El análisis de varianza efectuado ofrece efectos marginalmente significativos del factor temporada ( $F(1,7)=5,04$ ;  $p=0,06$ ), siendo el metabolismo basal más bajo en la temporada 1 (media= 5879,474) que en la temporada 2 (media= 6630,370) para la muestra bajo estudio.

### III. 5 RESULTADOS DE LA VALORACIÓN FUNCIONAL.

#### FRECUENCIA CARDIACA EN REPOSO

**Tabla R 43: Estadísticos descriptivos de frecuencia cardíaca en reposo en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
<b>Varón</b> n=3	$\bar{X}=80,000$ $S_{\bar{X}}= 1,000$	$\bar{X}=81,000$ $S_{\bar{X}}= 3,606$	$\bar{X}=77,333$ $S_{\bar{X}}= 11,54$	$\bar{X}=73,333$ $S_{\bar{X}}= 7,638$	$\bar{X}=72,667$ $S_{\bar{X}}= 10,78$	$\bar{X}=74,333$ $S_{\bar{X}}= 8,505$
<b>Mujer</b> n=4	$\bar{X}=84,250$ $S_{\bar{X}}= 11,73$	$\bar{X}=82,250$ $S_{\bar{X}}= 13,72$	$\bar{X}=82,500$ $S_{\bar{X}}= 14,15$	$\bar{X}=77,000$ $S_{\bar{X}}= 9,129$	$\bar{X}=71,500$ $S_{\bar{X}}= 10,59$	$\bar{X}=67,500$ $S_{\bar{X}}=9,110$

El único efecto que ha resultado estadísticamente significativo tras realizar el análisis de varianza ha sido el de la variable temporada ( $F(1,5)=23,57$ ;  $p=0,005$ ), siendo mayor la frecuencia cardíaca en reposo para el total de la muestra bajo estudio en la temporada 1 (media=81,746) que en la temporada 2 (media=72,619)

#### FRECUENCIA CARDIACA EN EL UMBRAL

**Tabla R 44: Estadísticos descriptivos de frecuencia cardíaca en el umbral en cada condición experimental**

	temporada 1			temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
<b>Varón</b> n=3	$\bar{X}=184,33$ $S_{\bar{X}}= 5,132$	$\bar{X}=183,00$ $S_{\bar{X}}= 8,185$	$\bar{X}=184,33$ $S_{\bar{X}}= 10,26$	$\bar{X}=182,33$ $S_{\bar{X}}= 6,658$	$\bar{X}=188,33$ $S_{\bar{X}}= 5,686$	$\bar{X}=186,33$ $S_{\bar{X}}= 4,509$
<b>Mujer</b> n=4	$\bar{X}=186,75$ $S_{\bar{X}}= 8,995$	$\bar{X}=184,75$ $S_{\bar{X}}= 8,995$	$\bar{X}=191,50$ $S_{\bar{X}}= 8,347$	$\bar{X}=192,75$ $S_{\bar{X}}= 9,650$	$\bar{X}=192,75$ $S_{\bar{X}}= 7,136$	$\bar{X}=193,50$ $S_{\bar{X}}=6,807$

No se ha encontrado ningún efecto estadísticamente significativo para la variable frecuencia cardíaca en el umbral, aunque es interesante mencionar un efecto marginalmente significativo del factor temporada ( $F(1,5)=4,95$ ;  $p=0,077$ ), siendo la frecuencia cardíaca en el umbral menor en la temporada 1 (media=186,0477) que en la temporada 2 (media=189,8573).

**FRECUENCIA CARDIACA MAXIMA**

Para la variable dependiente frecuencia cardiaca máxima no se han obtenido efectos principales ni de interacción estadísticamente significativos.

**Tabla R 45: Estadísticos descriptivos de la frecuencia cardíaca máxima en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
<b>Varón</b> n=3	$\bar{X}=201,66$ $S_x= 6,658$	$\bar{X}=197,66$ $S_x= 1,528$	$\bar{X}=199,00$ $S_x= 4,000$	$\bar{X}=205,00$ $S_x= 2,646$	$\bar{X}=200,33$ $S_x= 3,512$	$\bar{X}=201,33$ $S_x= 2,309$
<b>Mujer</b> n=4	$\bar{X}=202,50$ $S_x= 9,469$	$\bar{X}=204,00$ $S_x= 5,598$	$\bar{X}=202,70$ $S_x= 12,36$	$\bar{X}=204,20$ $S_x= 5,315$	$\bar{X}=200,70$ $S_x= 2,217$	$\bar{X}=203,50$ $S_x=3,000$

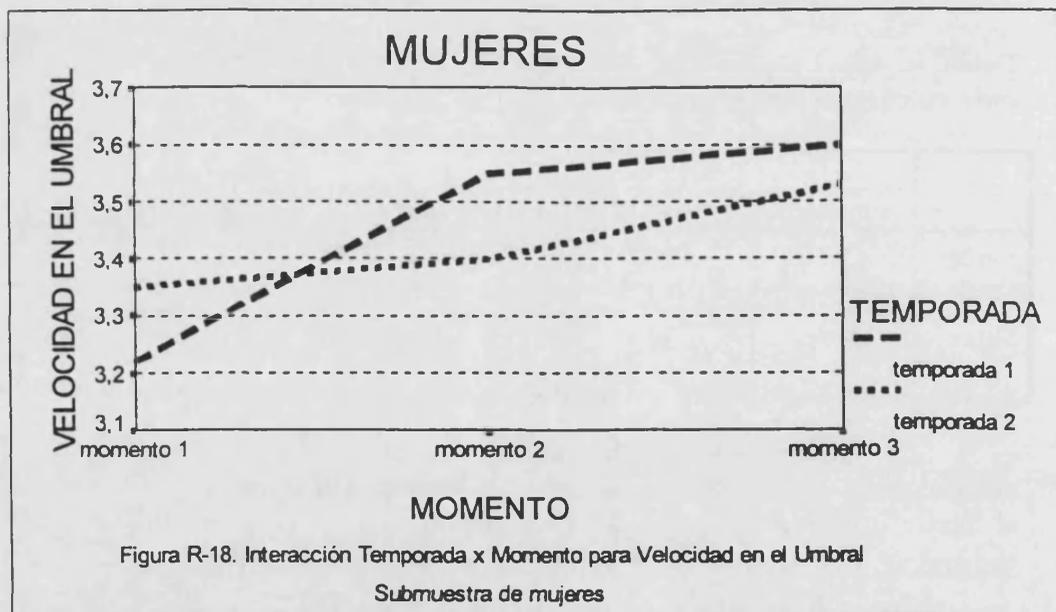
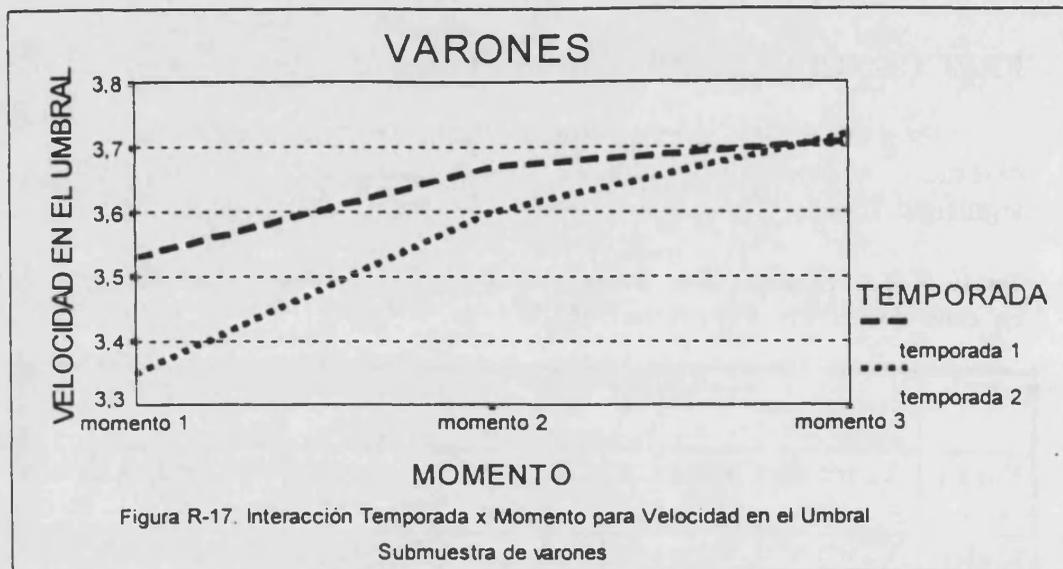
**VELOCIDAD EN EL UMBRAL**

**Tabla R 46: Estadísticos descriptivos de la velocidad en el umbral en cada condición experimental**

	Temporada 1			temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
<b>Varón</b> n=3	$\bar{X}=3,530$ $S_x= 0,440$	$\bar{X}=3,673$ $S_x= 0,471$	$\bar{X}=3,713$ $S_x= 0,356$	$\bar{X}=3,350$ $S_x=0,377$	$\bar{X}=3,660$ $S_x= 0,140$	$\bar{X}=3,717$ $S_x= 0,189$
<b>Mujer</b> n=4	$\bar{X}=3,223$ $S_x= 0,269$	$\bar{X}=3,555$ $S_x= 0,350$	$\bar{X}=3,605$ $S_x= 0,148$	$\bar{X}=3,515$ $S_x= 0,601$	$\bar{X}=3,400$ $S_x= 0,355$	$\bar{X}=3,528$ $S_x=0,311$

Los análisis estadísticos realizados sobre la variable dependiente velocidad en el umbral arrojan efectos estadísticamente significativos para el factor momento ( $F(2,10)=4,72; p=0,036$ ) y para la interacción de segundo orden sexo x temporada x momento ( $F(2,10)=5,11; p=0,030$ ).

Los contrastes a posterior realizados para el factor momento evidencian diferencias estadísticamente significativas entre los momentos 1 y 3 ( $F(1,6)=6,08; p=0,048$ ), siendo mayor la velocidad en el umbral media en el momento 3 (media= 3,63) que en el momento 1 (media=3,399).



Realizados los análisis de efectos para la interacción de segundo orden sexo x momento x temporada revelan un único efecto marginalmente significativo de la interacción momento x temporada en la submuestra de mujeres ( $F(2,6)=4,01$ ;  $p=0,07$ ). A pesar de ser este efecto marginalmente significativo se realizaron pruebas de efectos simples para dicha interacción por ser el único efecto simple que se había detectado, obteniéndose diferencias estadísticamente significativas entre los momentos en la temporada 1 para la submuestra de mujeres ( $F(2,6)=5,10$ ;  $p=0,05$ ). Los

contrastes a posteriori para este efecto arrojan diferencias estadísticamente significativas entre los momentos 1 y 3 ( $F(1,3)=17,17$ ;  $p=0,026$ ), siendo la media de velocidad en el umbral en el momento 1 de la temporada 1 (media=3,223) significativamente menor que la media en el momento 3 de la temporada 1 (media=3,605) para la submuestra de mujeres.

**VELOCIDAD MAXIMA**

**Tabla R 47: Estadísticos descriptivos de la velocidad máxima en cada condición experimental**

	Temporada 1			Temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
Varón n=3	$\bar{X}=3,923$ $S_x=0,580$	$\bar{X}=4,187$ $S_x=0,561$	$\bar{X}=4,370$ $S_x=0,225$	$\bar{X}=4,200$ $S_x=0,265$	$\bar{X}=4,257$ $S_x=0,206$	$\bar{X}=4,377$ $S_x=0,240$
Mujer n=4	$\bar{X}=3,693$ $S_x=0,327$	$\bar{X}=3,940$ $S_x=0,080$	$\bar{X}=3,905$ $S_x=0,130$	$\bar{X}=4,040$ $S_x=0,286$	$\bar{X}=3,825$ $S_x=0,350$	$\bar{X}=3,742$ $S_x=0,105$

Los análisis estadísticos realizados sobre la variable dependiente velocidad máxima arrojan efectos estadísticamente significativos para la interacción temporada x momento ( $F(2,10)=7,37$ ;  $p=0,0110$ ).

Realizados los análisis de efectos simples para la interacción momento x temporada revelan diferencias entre ambas temporadas en el momento 1 ( $F(1,6)=7,57$ ;  $p=0,033$ ); siendo menor la media de la temporada 1 en el momento 1(3,796) que la media de la temporada 2 en el momento 1 (4,099 para el conjunto de la muestra. Así mismo, se encuentran diferencias significativas entre los momentos en la temporada 1 ( $F(2,12)=4,14$ ;  $p=0,043$ ).

Los contrastes a posteriori para el efecto simple momento en temporada 1 revela diferencias estadísticamente marginalmente significativas entre los momentos 1 y 2 de la temporada 1 ( $F(1,6)=5,91$ ;  $p=0,051$ ), siendo mayor la media en el momento 2 (4,046) que en el momento 1 (3,796) de la temporada 1 para el conjunto de la muestra.

**CONSUMO MAXIMO OXIGENO**

El análisis de varianza realizado arroja un efecto significativo del factor sexo ( $F(1,8)=24,38$ ;  $p=0,038$ ). Dado que el supuesto de homocedasticidad es violado, se ha realizado el ajuste de Box obteniéndose, tras ajustar los grados de libertad, una probabilidad=0,048. Por tanto, podemos afirmar que la submuestra de varones posee un consumo máximo de oxígeno (media=51,95) significativamente mayor que la submuestra de mujeres (media=46,55).

**Tabla R 48: Estadísticos descriptivos del consumo máximo de oxígeno en cada condición experimental**

	Temporada 1			temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
<b>Varón</b> n=3	$\bar{X}=54,600$ $S_X=5,851$	$\bar{X}=50,633$ $S_X=7,092$	$\bar{X}=53,000$ $S_X=2,598$	$\bar{X}=50,733$ $S_X=3,326$	$\bar{X}=49,767$ $S_X=3,101$	$\bar{X}=52,967$ $S_X=3,009$
<b>Mujer</b> n=4	$\bar{X}=44,425$ $S_X=4,048$	$\bar{X}=47,650$ $S_X=0,900$	$\bar{X}=47,175$ $S_X=1,550$	$\bar{X}=48,750$ $S_X=3,957$	$\bar{X}=46,050$ $S_X=4,300$	$\bar{X}=45,250$ $S_X=1,300$

**LACTATEMIA MAXIMA****Tabla R 49: Estadísticos descriptivos de la lactatemia máxima en cada condición experimental**

	Temporada 1			temporada 2		
	momento1	momento2	momento3	momento1	momento2	momento3
<b>Varón</b> n=3	$\bar{X}=8,617$ $S_X=1,715$	$\bar{X}=8,490$ $S_X=3,741$	$\bar{X}=8,107$ $S_X=0,744$	$\bar{X}=8,367$ $S_X=1,550$	$\bar{X}=7,177$ $S_X=2,308$	$\bar{X}=8,943$ $S_X=0,271$
<b>Mujer</b> n=4	$\bar{X}=8,813$ $S_X=3,077$	$\bar{X}=6,530$ $S_X=2,630$	$\bar{X}=6,510$ $S_X=1,632$	$\bar{X}=7,580$ $S_X=2,082$	$\bar{X}=6,465$ $S_X=1,415$	$\bar{X}=5,885$ $S_X=2,299$

El análisis estadístico realizado sobre la variable dependiente lactatemia máxima no arroja ningún efecto estadísticamente significativo.

Tabla R 50 Cuadro resumen de los datos antropométricos y de la valoración funcional (media aritmética y desviación) de los hombres en los diferentes momentos de ambas temporadas.

Masculino.	1ª Temporada						2ª Temporada					
	Inicio		Centro		Final		Inicio		Centro		Final	
	Md	Sd	Md	Sd	Md	Sd	Md	Sd	Md	Sd	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>												
Edad(meses)	177,80	7,60	180,40	7,83	184,80	7,60	189,80	7,60	192,80	7,60	196,80	7,60
Estatura (cm)	169,78	6,47	171,86	6,55	173,08	6,16	174,68	5,67	175,84	4,97	176,96	4,99
Peso (Kg)	59,60	8,91	62,14	7,13	62,46	6,48	65,24	6,66	66,40	5,82	66,58	6,91
B. fémur (mm)	9,84	0,30	9,92	0,29	9,86	0,15	10,10	0,24	10,02	0,33	9,94	0,40
B. húmero (mm)	7,06	0,11	7,28	0,08	7,22	0,11	7,20	0,07	7,36	0,18	7,36	0,11
Per. pierna (cm)	34,44	1,01	35,44	1,04	35,36	0,96	35,24	1,32	36,00	1,56	36,26	1,45
Per. brazo contraído (cm)	27,30	2,53	28,36	2,48	28,60	2,39	28,78	2,39	29,48	2,24	29,80	2,25
Per. antebrazo (mm)	25,36	1,24	26,46	1,21	25,72	1,73	26,42	1,16	27,00	1,25	26,32	1,59
Pliegue bicipital (mm)	6,00	1,91	5,82	1,25	4,76	0,68	5,20	2,84	5,04	2,40	5,20	1,02
Pliegue tricipital (mm)	9,32	1,38	11,26	1,75	9,92	1,44	10,40	4,29	9,58	3,29	10,54	3,30
Pliegue subescapular (mm)	8,22	2,70	7,76	1,12	8,16	1,77	7,26	2,28	7,94	2,32	9,16	3,09
Pliegue pecho (mm)	8,32	1,66	9,32	2,30	7,36	1,92	7,80	3,61	8,74	3,55	9,66	4,55
Pliegue axilar (mm)	8,46	4,21	8,02	2,86	8,04	2,83	7,36	4,43	8,46	4,30	8,56	2,36
Pliegue supraíliaco (mm)	9,00	5,06	8,34	2,93	7,74	1,55	8,48	3,43	8,04	3,79	9,48	5,77
Pliegue abdominal (mm)	15,54	10,50	11,96	3,70	11,38	3,73	12,30	8,67	10,50	4,03	10,78	3,24
Pliegue muslo (mm)	16,12	6,02	15,66	1,98	14,66	3,26	12,86	3,03	14,80	4,90	12,56	1,42
Pliegue pierna (mm)	12,22	6,52	11,48	3,23	11,80	2,48	11,76	5,79	11,72	5,08	12,20	3,78
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	20,59	1,92	20,99	1,30	20,80	1,03	21,33	1,15	21,45	1,10	21,22	1,22
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,69	0,15	1,73	0,13	1,75	0,12	1,79	0,12	1,81	0,10	1,82	0,11
Densidad corporal	1,05	0,01	1,05	0,00	1,05	0,00	1,05	0,01	1,05	0,01	1,05	0,01
Peso graso (Kg)	12,73	5,32	12,98	2,46	12,31	1,51	13,08	4,76	13,56	4,64	13,89	4,45
% grasa	20,84	5,38	20,76	1,67	19,74	1,81	19,71	5,15	20,12	5,03	20,54	4,21
Peso residual (Kg)	12,46	1,86	12,99	1,49	13,05	1,36	13,64	1,39	13,88	1,22	13,92	1,44
% residual	20,90	0,00	20,90	0,00	20,90	0,00	20,90	0,00	20,90	0,00	20,90	0,00
Endomorfia	2,65	0,76	2,73	0,34	2,55	0,35	2,51	0,91	2,44	0,90	2,79	1,04
Mesomorfia	4,71	0,59	5,01	0,63	4,81	0,55	4,74	0,44	4,95	0,70	4,83	0,56
Ectomorfia	3,32	0,86	3,23	0,65	3,39	0,48	3,22	0,50	3,24	0,53	3,42	0,51
X	0,67	1,51	0,50	0,87	0,84	0,64	0,71	1,15	0,80	1,27	0,63	1,38
Y	3,44	1,66	4,06	1,79	3,69	1,50	3,74	1,62	4,22	1,94	3,45	1,68
<b>Valores funcionales</b>												
Metabolismo basal (KJ/día)	6737,87	622,43	6918,62	525,73	6951,70	487,81	7130,58	488,43	7213,25	424,54	7237,26	492,34
F.c. en reposo (ciclos/seg)	83,00	4,53	83,40	4,39	75,40	10,48	68,00	9,51	65,60	12,40	74,33	8,50
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	175,60	15,31	177,80	11,58	179,20	12,54	178,00	10,61	181,40	12,12	186,33	4,51
F.c. máxima (ciclos/seg)	196,80	10,13	198,00	3,39	194,00	7,62	203,00	7,81	196,60	5,73	201,33	2,31
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,57	0,35	3,55	0,55	3,75	0,26	3,39	0,29	3,65	0,14	3,72	0,19
Velocidad máxima (m/seg)	3,99	0,49	4,21	0,42	4,34	0,22	4,24	0,24	4,35	0,35	4,38	0,24
VO <sub>2</sub> máx. (ml/Kg/min)	54,08	7,56	50,94	5,31	52,60	2,61	51,24	3,02	51,70	4,98	52,97	3,01
Lactemia máxima (mM)	8,42	2,09	8,50	2,71	7,81	1,53	10,22	2,77	8,55	2,83	8,93	0,26

Tabla R 51 Cuadro resumen de los datos antropométricos y de la valoración funcional (media aritmética y desviación) de las mujeres en los diferentes momentos de ambas temporadas.

Femeninas	1ª Temporada						2ª Temporada					
	Inicio		Centro		Final		Inicio		Centro		Final	
	Md	Sd	Md	Sd	Md	Sd	Md	Sd	Md	Sd	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>												
Edad (meses)	179,75	6,55	182,75	6,55	186,75	6,55	191,75	6,55	194,75	6,55	198,75	6,55
Estatura (cm)	168,25	6,64	169,25	6,53	169,65	5,96	169,93	6,00	170,55	5,78	170,78	6,02
Peso (Kg)	53,43	7,38	55,48	6,11	56,88	5,99	58,83	6,45	60,95	6,42	60,58	6,44
B. fémur (mm)	9,05	0,48	9,08	0,46	9,18	0,42	9,40	0,68	9,48	0,62	9,75	0,39
B. húmero (mm)	6,43	0,40	6,45	0,33	6,50	0,33	6,25	0,17	6,50	0,16	6,45	0,31
Per. pierna (cm)	33,28	1,15	34,10	0,70	33,90	0,99	34,85	0,73	35,38	0,50	35,78	0,62
Per. brazo contraído (cm)	24,88	1,75	25,65	1,69	25,93	1,88	26,28	2,00	26,80	2,30	26,88	2,01
Per. antebrazo (mm)	23,28	2,13	23,65	1,84	24,18	2,27	24,50	1,46	24,90	1,82	24,85	1,75
Pliege bicipital (mm)	5,08	0,83	5,60	1,72	6,85	2,56	5,78	1,97	7,55	2,48	8,38	3,52
Pliege tricipital (mm)	10,53	3,68	14,03	5,31	15,68	5,22	14,18	4,95	14,40	4,63	18,25	6,99
Pliege subescapular (mm)	7,03	0,73	7,55	1,37	8,60	2,16	8,55	1,74	9,75	2,34	9,58	2,37
Pliege pecho (mm)	7,50	2,14	7,65	0,85	12,95	5,95	10,43	3,23	12,68	4,12	15,20	6,24
Pliege axilar (mm)	6,78	0,99	6,63	1,18	7,20	1,66	6,93	1,48	7,20	1,13	7,18	1,49
Pliege supraíliaco (mm)	10,45	4,22	8,25	3,44	10,30	5,01	8,13	1,85	9,68	2,12	10,50	3,54
Pliege abdominal (mm)	15,33	6,39	11,05	2,76	14,98	3,79	17,60	5,16	14,80	3,84	17,20	6,57
Pliege muslo (mm)	19,73	6,98	19,38	6,71	22,38	5,50	24,38	7,27	25,45	8,68	24,53	4,40
Pliege pierna (mm)	13,00	2,88	11,43	3,12	12,98	1,56	12,60	1,40	13,20	1,28	13,48	2,93
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	18,79	1,14	19,31	0,64	19,71	0,78	20,31	0,76	20,90	0,80	20,72	0,83
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,60	0,14	1,63	0,12	1,65	0,12	1,68	0,12	1,71	0,12	1,71	0,12
Densidad corporal	1,05	0,01	1,05	0,01	1,04	0,01	1,04	0,01	1,04	0,01	1,03	0,01
Peso graso (Kg)	12,24	4,14	12,58	3,55	14,86	4,24	15,12	3,66	16,37	4,26	16,00	6,07
% grasa	22,51	5,34	22,47	4,89	25,90	5,84	25,51	4,30	26,63	5,22	25,99	7,92
Peso residual (Kg)	11,17	1,54	11,59	1,28	11,89	1,25	12,29	1,35	12,74	1,34	12,66	1,35
% residual	20,90	0,00	20,90	0,00	20,90	0,00	20,90	0,00	20,90	0,00	20,90	0,00
Endomorfia	2,84	0,78	3,01	0,96	3,50	1,07	3,12	0,74	3,42	0,79	3,84	1,16
Mesomorfia	3,21	0,20	3,35	0,16	3,36	0,09	3,50	0,54	3,85	0,59	3,95	0,50
Ectomorfia	4,18	0,32	3,94	0,13	3,75	0,27	3,44	0,03	3,18	0,21	3,28	0,30
X	1,35	1,05	0,93	1,02	0,24	1,32	0,32	0,76	-0,24	0,91	-0,56	1,32
Y	-0,61	0,26	-0,25	0,80	-0,52	0,76	0,45	1,46	1,10	1,32	0,77	1,57
<b>Valores funcionales</b>												
Metabolismo basal (KJ/día)	5669,93	325,69	5752,84	275,31	5804,40	265,80	5875,21	285,26	5958,53	281,87	5938,83	283,86
F.c. en reposo (ciclos/seg)	84,25	11,73	82,25	13,72	82,50	14,15	77,00	9,13	71,50	10,60	67,50	9,11
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	186,75	9,00	184,75	9,00	191,50	8,35	192,75	9,60	192,75	7,14	193,50	6,81
F.c. máxima (ciclos/seg)	202,50	9,47	204,00	5,60	202,75	12,37	204,25	5,32	200,75	2,22	203,50	3,00
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,22	0,27	3,56	0,35	3,61	0,15	3,52	0,60	3,40	0,36	3,53	0,31
Velocidad máxima (m/seg)	3,69	0,33	3,94	0,08	3,91	0,13	4,04	0,29	3,83	0,35	3,74	0,11
VO <sub>2</sub> máx. (ml/Kg/min)	44,43	4,05	47,65	0,90	47,18	1,55	48,75	3,60	46,05	4,30	45,25	1,30
Lactemia máxima (mM)	8,82	3,09	6,53	2,63	6,52	1,62	7,58	2,08	6,47	1,41	5,88	2,28

#### **IV.- DISCUSION.**



#### IV. 1.- LOS SUJETOS EXPERIMENTALES.

Las razones que nos movieron a seleccionar el grupo de la muestra, fueron varios y de índole diversa.

Por una parte el que fuesen un grupo de deportistas de élite, becados por la Federación Española de Tenis, lo que representaba en un principio una serie de ventajas: el nivel uniforme de algunos parámetros a controlar como la edad, el tiempo de entrenamiento, la posibilidad de ejecutar con todos ellos programas uniformes de trabajo y en general el sometimiento a una disciplina, que difícilmente se consigue en otras condiciones.

Esto ha permitido la unificación de algunos aspectos de entrenamiento (tiempo de dedicación, tipo de tareas a realizar, programación y planificación de la temporada y otros) que de no ser así hubiera sido prácticamente imposible llevar a cabo.

También y como inconvenientes teníamos, lo reducido del grupo, y el hecho de que al ser ya buenos jugadores no cabía realizar con ellos grandes modificaciones en los programas de entrenamiento.

Por otra parte, el que fuese un grupo mixto, con las ventajas de poder obtener resultados tanto para hombres como para mujeres, considerando a priori, los problemas que estas añaden a cualquier investigación de este tipo (por razones hormonales, etc) y las ventajas que se pueden obtener ante la evidencia de la integración total y absoluta de la mujer en el mundo del deporte.

La buena predisposición de los técnicos y jugadores a someterse a este planteamiento y observación durante un periodo de tiempo tan largo (hablando en términos deportivos) si consideramos que en dos temporadas son muy frecuentes los cambios de técnicos, de clubs e incluso de federaciones, lo que hubiera imposibilitado llevar el presente trabajo a buen fin.

Quizás en este caso no había contrapunto dadas las buenas relaciones existentes entre todos los técnicos toda vez que después de varios años trabajando juntos existe una gran confianza mutua, avalada por los éxitos de los jugadores que han ido pasando por la escuela. Por otra parte, los jugadores motivo del estudio, aceptaban voluntariamente su integración en el grupo y quizá por la misma razón apuntada anteriormente, nunca pusieron en tela de juicio el trabajo a realizar ni la dinámica del mismo.

En el presente estudio longitudinal en el que se sigue a los mismos individuos durante un período de tiempo como recomienda Åstrand P y Rodahl 1992, nos hemos encontrado con los problemas que también él apunta, puesto que por diversas razones (lesiones, ausencias por competición y otras ) hubo sujetos que no completaron los dos ciclos y debimos eliminarles del mismo.

Las demás objeciones señaladas por él, se han podido evitar, tratando de no extrapolar los datos a otras poblaciones, o gracias al avance de la tecnología.

#### IV 2.- EL MÉTODO EMPLEADO.

Por las razones ya apuntadas de que se trataba de jugadores de élite y basándonos en las experiencias de años anteriores en que ya desarrollábamos la misma función en la propia escuela, tratamos de adaptar las necesidades de los jugadores, para la obtención del fin último de cualquier deportista: "obtener el máximo rendimiento a largo plazo" pero sin olvidar el día a día que nos permite llegar al final.

Seguimos los patrones tradicionales, y al uso por la inmensa mayoría de técnicos con jugadores de las características de los nuestros toda vez que tampoco se trataba, de introducir variaciones cualitativas, si no de "cuantificar" los resultados obtenidos de modo absolutamente objetivo y diferente a como se venía haciendo (medir la resistencia por los tiempos obtenidos en carreras de larga distancia o el esfuerzo realizado por el tiempo que tardaba el jugador en recuperarse).

En el área de trabajo de la técnica y la táctica, los sistemas de entrenamiento utilizados fueron los habituales para jugadores de su categoría y edad.

En cuanto al trabajo de acondicionamiento físico y dada la falta de información existente al respecto por ser parcela de nueva creación para la Escuela, se comenzó por analizar las características del deporte practicado por jóvenes en la edad que nos ocupa

Utilizando técnicas de observación del juego (planillas, tomas de tiempo etc...) ya validadas para tenistas adultos, se obtuvo la suficiente información en cuanto al tipo de esfuerzos que se realizan habitualmente por nuestros jugadores. Estos datos unidos a los aportados por Schonborn R. 1987; Safaric V. citado por Gallach JE 1992; Stojan S. 1987, para los profesionales, nos marcarían de una parte la línea de salida y por otro lado el objetivo a lograr a largo plazo.

Considerando que los jugadores motivo del estudio están en proceso de formación, se supeditó "el principio de la individualización" a la eficacia y se consideró que solamente en los periodos de verano en que tienen que competir y viajar por separado, sería más rentable darles indicaciones de entrenamiento para que lo hicieran de forma individual. Desde el punto de vista cualitativo, los sistemas de entrenamiento utilizados en la preparación física, fueron prácticamente todos los que se emplean habitualmente para el desarrollo de las distintas cualidades debido a la necesidad no solo de evitar la monotonía sino de conseguir una progresión y una puesta a punto oportuna.

Por otra parte y considerando un proyecto a largo plazo, se hacía imprescindible el que los jugadores fuesen capaces de entrenar por si solos

y eso pasa por que aprendan a utilizar los diferentes sistemas de entrenamiento.

Como quiera que en las sesiones de entrenamiento de la técnica el trabajo es específico, en la preparación física se trabaja con sistemas de entrenamiento que no lo son pero que como se apuntó en el epígrafe 2.4.1., aportan también una serie de ventajas allí enunciadas.

Debido a que por razones de la edad son jugadores en periodo de formación, se podía supeditar el trabajo en grupo necesario para la realización del presente estudio a "el principio de individualización del entrenamiento" que en periodos posteriores (y debido a que en algunos jugadores ya aparecen definidos sus patrones de juego e incluso alcanzada la madurez se fijan parámetros antropométricos y de otra índole) sería impensable.

La necesidad de buscar nuevas formas de medir el rendimiento de nuestros jugadores no es solo una muestra de esnobismo ni pretende impresionar a nadie sino que tiene un doble sentido: de una parte añadir algún dato mas a los que ya poseemos y veníamos utilizando de forma tradicional (incluso el "ojo clínico") y por otra parte el poder comparar nuestros resultados con los que cada vez con mas profusión aparecen en la bibliografía nacional e internacional que vienen reflejados en dichas unidades.

Las integración cada vez mas corriente de equipos de técnicos, hace necesaria no solo la comunicación y coordinación de los entrenamientos a realizar sino que exige la valoración del trabajo realizado por los jugadores en conjunto, no como resultado de las opiniones subjetivas de los entrenadores o deportistas sino como producto de un minucioso análisis por los procedimientos mas objetivos posibles.

Los procedimientos de medición fueron analizados a priori y seleccionados en función de diferentes razones. En unos casos como en la antropometría se eligieron las normas del GREC para poder comparar nuestros resultados con los publicados de otros colectivos de jugadores españoles. En otros casos y por ejemplo a la hora de adquirir los pulsómetros se reviso toda la bibliografía existente al respecto y se opto por los mas fiables y que mejores prestaciones ofrecían en aquel momento. Otras veces las infraestructuras imponían determinados metodos (analizadores, programas informaticos y otros) que por supuesto se comprobó eran validos para el fin que se perseguía.

Como medidas del grupo de control, tomaremos las correspondientes al colectivo de la Fundación Orbeagozo, toda vez que por ser un numero de sujetos muy amplio, estadísticamente es mas válido que el que nosotros hubiéramos podido reunir y porque además en pediatría es aceptado como representativo de la población española.

También estableceremos comparaciones con los escolares de Cataluña pues poseemos datos antropométricos de colectivos masculinos y femeninos (de 520 y 504 sujetos respectivamente que Solanellas 1995 utiliza como grupo control).



En cualquier caso y en estudios posteriores habría que considerar mas oportuno seleccionar tanto a los sujetos como al grupo control por el grado de maduración biológica en lugar de considerar solo su edad cronológica, pero lo bien cierto es que hasta hoy todas las referencias que hemos encontrado y que nos permiten comparar a nuestros jugadores con otros colectivos venian expresados en años, quizá por la existencia de "categorías" en todos los deportes federados. Nuestro grupo en concreto, pertenece a la "cadete" y con ellos trataremos de compararlos.

#### IV. 3.- DE LOS ENTRENAMIENTOS FÍSICOS.

Se puede observar que los resultados de los entrenamientos físicos coinciden (tablas 2-3 y R-4 y figura D -1) prácticamente en lo orgánico, con lo preestablecido, considerando las pequeñas diferencias lógicas entre lo que se programa y lo que se realiza (Figuras R-3a y R-3b) y esta distribución, se ajusta a aspectos que a priori eran los objetivos a lograr en función de las circunstancias de los jugadores (en periodo de formación, y con un suficiente consumo de oxígeno para su categoría y edad), de las características del propio deporte (fundamentalmente aeróbico) y considerando el momento de la temporada (todavía en la línea ascendente tanto en volumen como en intensidad, (ver figura II-1).

En lo metabólico, las diferencias son achacables a los largos periodos de recuperación en los que las frecuencias bajan en exceso y que hacen que los porcentajes salgan más bajos, prácticamente en la misma proporción en la que se incrementan los trabajos musculares. No obstante y de no respetar estos tiempos de recuperación, nos encontraríamos con lactacidemias muy altas, que tampoco se dan en la competición.

Por definición los trabajos musculares son aquellos que no superaban los 2 mmoles de lactatemia, los orgánicos, los que no sobrepasan los 4 mmoles y puede llamar la atención los elevados niveles que se dan en el apartado de trabajos metabolicos ( $10,84 \pm 1,92$ ) que se explica al considerar que los jugadores se encuentran en periodo de formación que consecuentemente exigen el desarrollo de "las capacidades" y, por ello formas de trabajo menos específicas. Los resultados, se reflejan en la tabla R-5.

Los valores máximos encontrados (12,72 y 12,24) correspondieron a sendos entrenamientos de Interval-training, que se realizaron sobre distancias de 150 m (25" de trabajo con 1'10" de recuperación) buscando con ello precisamente la tolerancia del jugador a la acidosis.

Los niveles más bajos se dieron en los entrenamientos de velocidad en los que para que el sistema nervioso no se afecte alterando con ello la velocidad de reacción y la coordinación necesaria, los tiempos de trabajo son muy cortos (menores de 5") y los tiempos de descanso llegan a ser de 3 minutos para que tenga lugar la total reposición del ATP empleado en el esfuerzo.

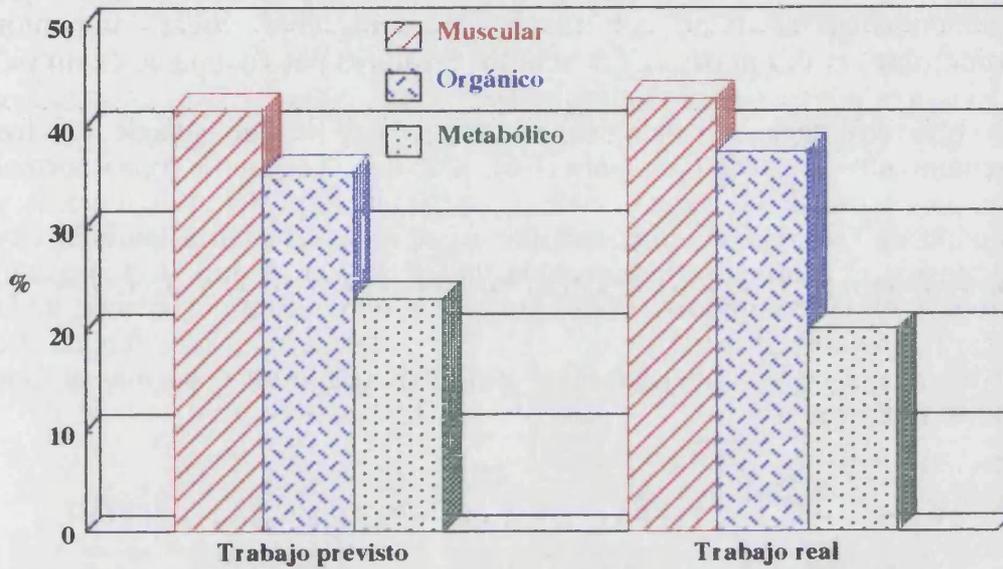


Fig. D-1. Comparación de la distribución de intensidades de entrenamiento de la condición física previstas (tabla II-3) y reales (tabla R-4), expresadas en %.

IV. 4.- EN LOS ENTRENAMIENTOS TECNICOS.

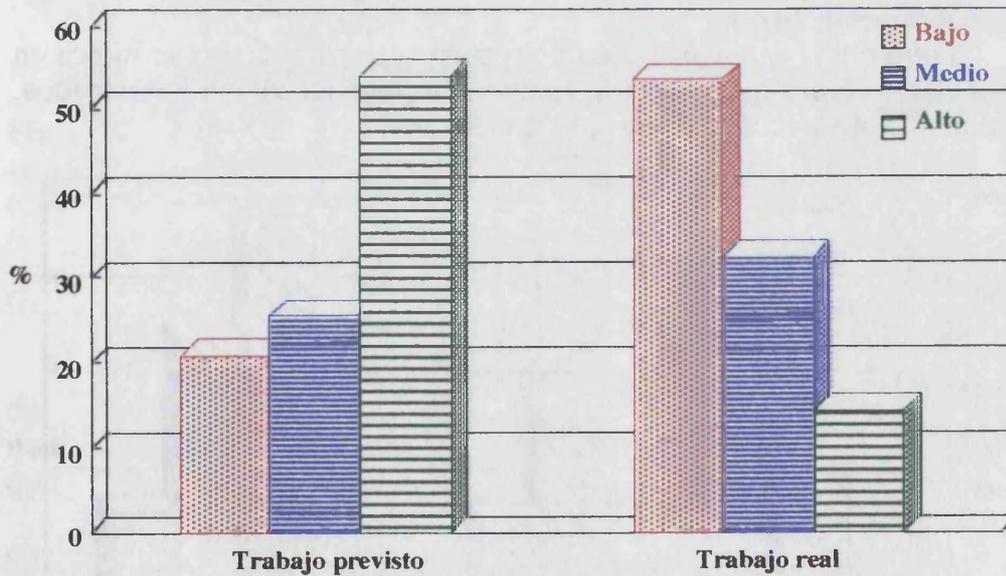


Fig. D-2. Comparación de la distribución de intensidades de entrenamiento técnicos previstos (tabla II-6) y reales (tabla R-6), expresadas en %.

Esfuerzos determinados y estandarizados gracias a una máquina lanzapelotas, nos han mostrado que en algunos casos particulares e incluso

cuando los valores de lactatemia no se incrementaban más que moderadamente al final del juego, pueden tener lugar aumentos considerables (valor máximo 7,5 mmol/l, 6 valores por encima de 5 mmol/l y 11 valores por encima de 4 mmoles/l).

Las diferencias existentes con respecto a lo que sucede en los entrenamientos técnicos (ver tabla II-6), hay que entenderla como normal dado que, como se refleja en la tabla II -2, para la adquisición de técnicas y variación de las mismas, conviene que así sea. De otra parte también hay que considerar de nuevo el momento de la temporada en que se encuentran los jugadores (ver figura II - 1) en el que el volumen esta por encima de la intensidad, lo que quiere decir que el trabajo de baja intensidad tendrá que disminuir para poder trabajar a nivel alto igualándose un poco mas ambos tipos de trabajos.

#### IV. 5.- EN EL TOTAL DE LOS ENTRENAMIENTOS.

La suma de los entrenamientos físicos mas los técnicos nos daría el total de la carga pero estando calculados ambos en tantos por cientos evidentemente la suma dará un 200%.

El 50% del tiempo total de entrenamiento técnico se dedica al calentamiento y aprendizaje (pag 72) y por ello la intensidad es muy baja (por debajo del umbral aeróbico (2 mmol/l) lo que no presenta dificultades en cuanto a la recuperación, pero tampoco daría lugar a adaptaciones de tipo funcional o metabólico.

La otra mitad del tiempo total entrenado se reparte como se indica en la tabla C-1 y vemos que supera ligeramente lo que sucede en los partidos, cosa que no solo es conveniente sino necesaria.

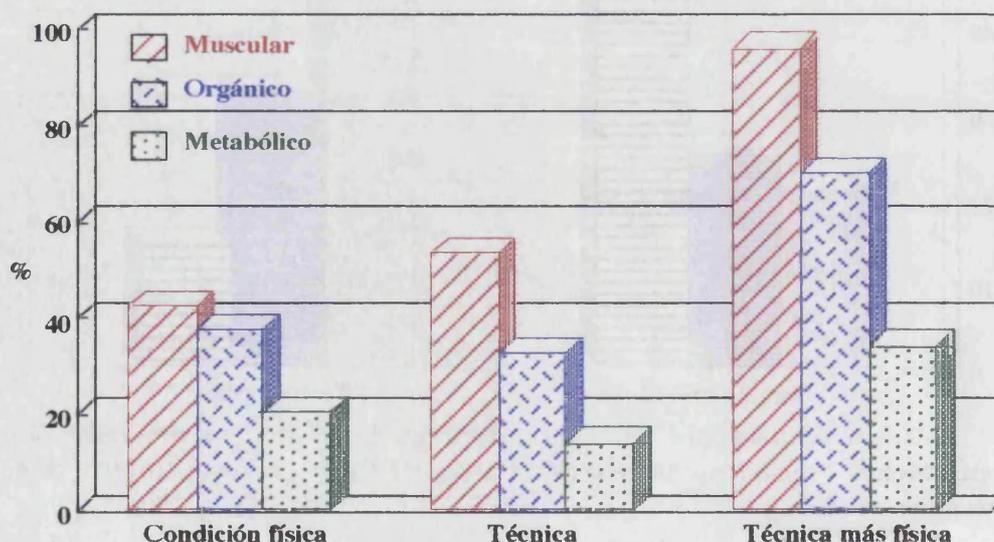
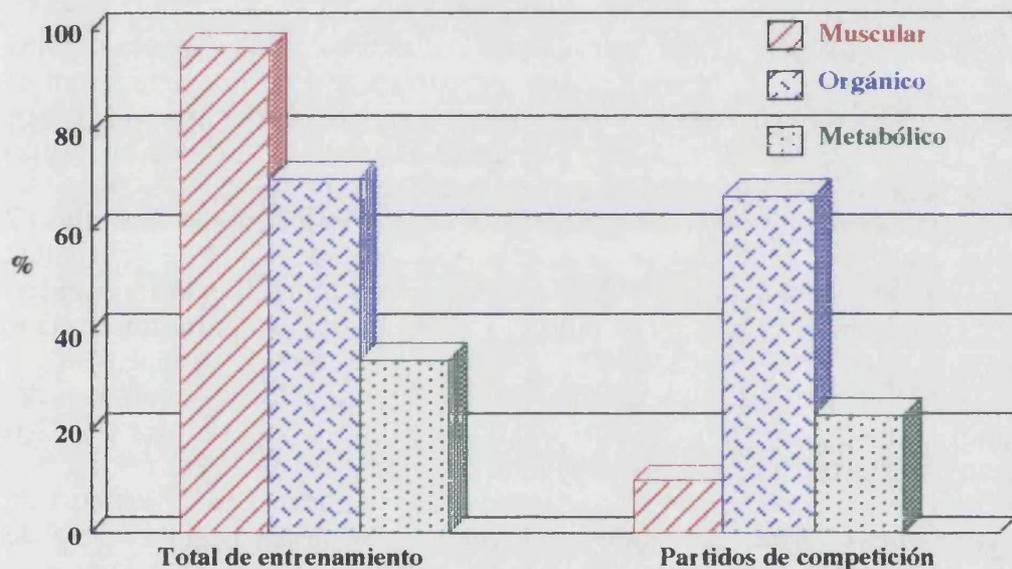


Fig D-3. Cantidad total de entrenamiento (de la condición física más técnicos), expresados en %.

La gráfica precedente (figura D 3 ) representa la comparación de las tablas R-4 y R-7.

#### IV. 6.- EN LOS PARTIDOS DE COMPETICION



**Fig D-4. Comparación de la distribución de las intensidades totales de entrenamiento con las intensidades halladas en partidos de competición, expresadas en %.**

La gráfica precedente (figura D 4) representa la comparación de la figura D-1 y tabla R-12.

Al comparar la tabla R-12 con la tabla C-1 (la suma de intensidades de entrenamiento técnico mas físico) observamos que los esfuerzos metabólicos y orgánicos realizados en los entrenamientos, superan a los que los jugadores deben realizar en los partidos de competición.

Llama la atención el que solo sea un 10% el trabajo de baja intensidad cuando las interrupciones que hay a lo largo de un partido son abundantísimas (en tierra batida se juega aproximadamente un 25% del tiempo real) e incluso en los cambios de pista el jugador se sienta. Evidentemente en estos lapsos de tiempo la frecuencia cardíaca no llega a bajar de 130 pulsaciones (fig R-6 y R-7) aunque los descansos son de 20" y 90" respectivamente, lo que justifica sobradamente la realidad del dato.

#### IV. 7. - DE LOS VALORES ANTROPOMETRICOS.

##### Estatura.

Tanto el grupo en su conjunto como atendiendo a las diferencias de sexo (varones y mujeres), aumentan su talla a lo largo del periodo de observación como se refleja en la tabla R-15.

Al inicio del periodo de observación al comparar a los varones con las tablas de la Fundación Orbeago, comprobamos que se encuentran en el percentil 75 y si la relación se establece con los datos aportados por Solanellas se observa que nuestros jugadores tienen la estatura de su grupo de referencia pero son más bajos que los estudiados por este.

En la tabla I-13, también aparece un valor sensiblemente más alto (7 cm) que los jugadores de nuestro estudio, que coincide con el de Solanellas pero es lógico pues en ambos casos los sujetos motivo del estudio eran los mismos (jugadores cadetes de Cataluña) y además esta categoría abarca dos años.

Obsérvamos que en cualquier caso, los jugadores catalanes del percentil 50 en dicha categoría, superan en estatura a los jugadores de 22,6 años de media observados por Sanchis (tabla I-13).

Probablemente otra razón que justifica lo expuesto sea el criterio de selección que se sigue para integrar a dichos jugadores en la escuela de aquella federación.

En cuanto a las jugadoras, nos encontramos con que las de la muestra se situarían entre los percentiles 90 y 95 de las tablas de Orbeago y superan ampliamente tanto al grupo de control utilizado por Solanellas como al de jugadoras catalanas coincidiendo casi con las tallas reflejadas en las tablas I-9 y I-11.

Al finalizar el estudio, los chicos siguen estando en el percentil 65, alcanzan la altura media del grupo de jugadores catalanes y superan en 8 cm al grupo de referencia de Solanellas. Las chicas por su parte en dicho momento se encuentran en el percentil 95 y superan en 8 cm a las jugadoras catalanas y en más de 10 cm al grupo de control.

##### Peso

Del análisis de la tabla R-16, se desprende que al inicio del periodo de observación, los sujetos de nuestro estudio, se encuentran en torno al percentil 65, bajando al 50 al terminar el tiempo de observación, si tomamos como patrón las tablas de la Fundación Orbeago.

Al compararlos con el grupo de tenistas de Cataluña, al principio el peso de nuestros jugadores es sensiblemente menor (en casi 7 kilos) y al final practicante coincide (- 300 gramos). Cuando la relación se establece con el grupo de control, las diferencias cambian, siendo solo 500 gramos menor al inicio y 6 kilos mayor al final.

El hecho de entrenar a diario, es el factor determinante de un desarrollo muscular mayor que justificaría en parte la diferencia de peso pero hay que recordar que la estatura de nuestros jugadores supera en 8 cm al grupo citado.

En el caso de las mujeres, al inicio se encuentran exactamente en el percentil 50 y al terminar están casi en el 80 de las tablas de Orbegozo. En su comparación con las jugadoras catalanas están casi 4 kilos por debajo al comienzo, pero 3 kilos por encima al final y con respecto al grupo de control, tienen 1 kilo menos al inicio y 6 kilos más al finalizar (para alturas superiores en 8 y 10 cm respectivamente).

Al compararlas con los datos de la tabla I-9, vemos que están por debajo del peso y de la edad de aquellas, cuando además las superan en estatura y, aportando un dato más, solo las separan 300 gramos del grupo de jugadoras de la W.T.A. (1992) que referencia Solanellas en su trabajo.

### **Diámetros, perímetros y pliegues**

Para la determinación de la composición corporal por el método de Jackson-Pollock, es necesario la medición de los diámetros, perímetros y pliegues que se han analizado en los resultados.

De una parte de ellos, no existen referencias bibliográficas al respecto que nos permitan comparar los datos obtenidos en los deportistas motivo de nuestro estudio con otros colectivos por lo que solo se han realizado las comparaciones ínter e intra sujetos que se exponen en los resultados y en cualquier caso quedan como una aportación más a la antropometría deportiva.

Dichos parámetros son:

Diámetro bicondileo del fémur

Diámetro biepicondileo del humero

Perímetro de la pierna

Perímetro del antebrazo

Pliegue bicipital

Pliegue del pecho

Pliegue axilar

Pliegue del muslo.

### **Perímetro del brazo contraído.**

Como se puede comprobar, de la comparación de la tabla R-20 con las de Orbegozo, al inicio del periodo de observación, los jugadores motivo del presente estudio se encontraban para este parámetro en el percentil 90, descendiendo de dicho valor de manera casi imperceptible al final de los 2 años.

Las mujeres por su parte inician el periodo de trabajo en un percentil 70 para terminar en el 90.

### **Pliegue tricipital.**

Al comenzar el estudio, según se observa en la tabla R-23, la media para los varones se cifra en 9,32 que corresponde a un percentil 33 y al terminar y con un pliegue de 10,54, se encuentran en un percentil 45.

Las mujeres que empiezan teniendo 10,52 se encontrarían en el percentil 10 y al terminar y con un grosor de pliegue de 18,25 están prácticamente en el percentil 50. Al compararlas con los datos de la tabla I 12, nos encontramos con que el valor que se obtiene al final del estudio, está por encima de todos ellos.

### **Pliegue subescapular.**

De la comparación de las tablas de Orbeago y de nuestros propios resultados, se desprende que en el momento I de la observación, los hombres con un pliegue de 8,22, están ligeramente por encima del percentil 50 y al terminar y con un grosor de 9,16 se encuentran en torno al 45.

Para ellas el dato de 7,02 significa estar prácticamente en el percentil 8 y al final del periodo de observación y con un valor de 9,57 pasan a estar en el percentil 20.

Al compararlas con la tabla I 12, el valor inicial se encuentra al nivel del menor de los reflejados (jugadoras de categoría nacional) y el valor final todavía las deja por debajo del colectivo de tenistas valencianas y de la que jugaron el campeonato de España en 1988.

### **Pliegue suprailiaco**

De los datos de la tabla R-27, únicamente los de las mujeres pueden ser comparados, y al hacerlos con los que aparecen en la tabla I-12 nos encontramos con que los valores que dan al inicio y al final de la observación (son prácticamente iguales 10,450 y 10,500) están solo por debajo del colectivo de tenistas valencianas superando en uno y dos puntos respectivamente a las jugadoras de categoría nacional y a las que jugaron el campeonato de España de 1988.

### **Pliegue abdominal.**

Al igual que en el caso anterior, solo los valores correspondientes a las mujeres que se reflejan en la tabla R-28 son comparables.

El grosor del pliegue al inicio (15,325) está en el rango de las jugadoras de la comunidad valenciana y de las que jugaron el campeonato de 1988 y por debajo de las jugadoras de categoría nacional.

Al final del periodo de observación, el valor obtenido (17,2) supera a los dos colectivos citados en primer lugar pero continua muy por debajo de las últimas jugadoras aludidas (17,8).

### **Pliegue de la pierna.**

Si del análisis de la tabla R-30 no se obtienen ningún efecto estadísticamente significativo, si nos permite al menos efectuar comparaciones con la tabla I-12 de las que se deduce que nuestras jugadoras, tanto al inicio como al final del periodo de observación (la diferencia entre ambos momentos no llega a ser de medio punto) se encuentran entre los colectivos de las tenistas que jugaron el campeonato de España de 1988 y las que representan a la comunidad valenciana.

### **Indice de masa corporal.**

De la comparación de la tabla R-31 con las de Orbegozo, se puede concluir que mientras los varones pasan del percentil 7 al inicio de la primera temporada al 40 al terminar la segunda, las mujeres se sitúan en el percentil 25 al principio del periodo de observación y llegan al 50 al final del mismo.

Superficie corporal  
Densidad corporal.  
Peso residual.  
Porcentaje residual.  
X  
Y

Los valores obtenidos para los citados parámetros que se reflejan en las tablas R-32 R-33 R-36 R-37 R-40 y R-41 tampoco pueden ser comparados con los de otros colectivos pues no hemos encontrado bibliografía al respecto, por lo que nada se puede añadir a lo apuntado en el análisis de los resultado.

### **Peso graso.**

Al inicio del estudio los varones se encuentran en un valor de 9,84 pasando a un 13,88 al final del periodo de observación. En ambos casos superan ampliamente la media obtenida para los jugadores de la misma categoría en la escuela catalana.

Las mujeres por su parte pasan de un valor de 12,25 en el momento I al de 15,97 al final del periodo controlado y al igual que en los chicos en

uno y otro momento, así como en todos los intermedios también están por encima de las referencias de Solanellas.

Para este dato además no existen referencias de grupos de control, ni hemos encontrado otros datos que nos permitan contrastar los nuestros.

### **Porcentaje de grasa.**

Los varones comienzan el periodo de entrenamiento con un 18,62 y en el momento 3 de la segunda temporada de observación llegan a alcanzar un 20,52. Al comparar estos datos con los de la escuela catalana nos encontramos con los valores de 8,68 (Yuhasz) y 11,11 (Faulkner).

En el caso de las mujeres pasan de un 22,50 a un 26,0 para los mismos momentos citados con anterioridad, que al compararlos con los de las jugadoras del estudio de Solanellas que dan valores de 18,85 (Yuhasz) y 14,12 (Faulkner) también las colocan muy por encima. Al comparálas con la tabla I-12 encontramos también que el valor más alto que lo dan precisamente las jugadoras de la comunidad valenciana (13,9) es sensiblemente menor y que nuestras tenistas doblan en este parámetro a las que jugaron el campeonato nacional de 1988.

### **Endomorfia.**

Los varones en el momento I se encuentran para este componente en un valor de 2,65 y al finalizar el periodo de observación alcanzan el de 2,80. Comparados con el colectivo de la escuela catalana que dan una media de 2,38 nuestros jugadores se encuentran ligeramente en ambas ocasiones.

Las mujeres por su parte dan valores de 2,82 en el momento I y un punto más exactamente (3,82) al finalizar el estudio coincidiendo practicante este valor con el que dan las jugadoras del trabajo de Solanellas (3,74) y con el que aparece en la tabla I-10 (participantes en el campeonato nacional de 1988) que es de 3,70. La tabla I-11 se puede comprobar que se encuentran por debajo de sus compañeras valencianas (3,9) y de las junior USA (4,0) estando por encima del resto de colectivos citados.

### **Mesomorfia.**

Nuestros jugadores pasan de tener un valor de 3,80 al inicio de la investigación al de 4,82 al finalizarla. Los jugadores de la escuela catalana se encuentran en 4,02 lo que evidentemente es un valor intermedio.

Las chicas pasan de 3,20 a 3,95 al principio y final respectivamente del periodo de observación que comparadas con las del grupo de Solanellas (que dan 4,01) las dejaría prácticamente al mismo nivel. En la tabla I-10 para este componente aparece un valor de 3,40 y en la tabla I-11 las

encontramos al nivel de las jugadoras profesionales de USA y solo por debajo del colectivo valenciano.

### **Ectomorfia.**

Los chicos que comienzan estando en un valor de 3,38 pasan a finalizar en 3,42 estando en este ultimo momento aun ligeramente por debajo del grupo de jugadores catalanes (3,46) y entre los percentiles 50 y 90 de la tabla I-13.

Las chicas por su parte que inician el periodo de observación en 4,20 acaban en 3,27 cuando las cadetes del grupo de Solanellas están en 2,34 pero en la tabla I-11 también podemos comprobar que sólo están por debajo de la jugadoras de categoría nacional y regional.

## **IV 8 .- DE LA VALORACIÓN FUNCIONAL.**

### **Metabolismo basal.**

Lo apuntado en la tabla R-42 y el análisis posterior, es de nuevo toda la aportación que podemos hacer ya que un vez mas nos encontramos sin parámetros de referencia. No obstante, el valor obtenido por nosotros no es muy indicativo, ya que la técnica que hemos utilizado para su determinación es la formula de Harris-Benedict y por tanto los cambios que se observan al analizar los valores de este parámetro, discurren paralelamente a los de la edad, talla, peso y sexo, ya que en ellos se basa la fórmula citada para obtenerlo.

### **Frecuencia cardiaca en reposo.**

Cuando comenzó el estudio, la frecuencia cardiaca media del grupo era de 82 pulsaciones/min siendo la de los varones de 80 y terminando estos el periodo estos de observación en 74.

Las mujeres que comienzan en 84 terminan en 67, pero de nuevo estos datos de por si ya elocuentes no pueden ser comparados con los de otros colectivos desde el punto de vista cuantitativo, a pesar de que como se indica en el epígrafe 3.1. de la pagina 28, y se puede comprobar en la figura I-4 esto es fisiológicamente esperable y un excelente indicio de un correcto entrenamiento de la resistencia aeróbica.

### **Frecuencia cardíaca en el umbral metabólico.**

Tanto los chicos como las chicas, y por tanto la media de ambos grupos dan valores más altos (186 y 193 respectivamente) al finalizar el periodo de observación que la inicio del mismo.

Al comparar nuestros datos con los de los jugadores de la escuela catalana de la misma categoría, encontramos que ellos tienen sus umbrales 174 y 183 respectivamente.

En este caso tampoco se puede comparar a ambos colectivos con los no jugadores pues no existen datos de grupos de control.

Quizás lo más significativo que aquí se puede apuntar es que el hecho de que el umbral se desplace, permitirá a los jugadores, permanecer en régimen aeróbico con frecuencias cardíacas más altas.

Por otra parte es destacable la escasez de información que se posee de este parámetro no solo en jugadores de tenis, sino incluso en otros colectivos de deportistas por lo que este dato puede ser considerado como una importante aportación.

### **Frecuencia cardíaca máxima.**

En ninguno de los jugadores (varones y mujeres) hemos encontrado variaciones de la F.c máxima durante el tiempo de observación de este estudio pues ellos pasan de 201,66 a 201,33 de media y ellas cambian de 202,5 a 203,5. Posiblemente este hecho se debe a que durante un periodo de tiempo de dos años no es posible observar modificaciones de este parámetro.

En la comparación con los jugadores motivo de estudio de Solanellas nuestros tenistas dan frecuencias cardíacas sensiblemente más altas tanto en hombres como en mujeres (los catalanes dan valores de 189,4 y 195,3 respectivamente).

### **Velocidad en el umbral.**

Dadas las características de los desplazamientos de los tenistas (en recorridos de ida y vuelta o con cambios de dirección) este dato, que en otros colectivos de deportistas cobra una especial importancia, en este caso y al no ser transferible al terreno de la competición, solo nos vale para la programación de los entrenamientos y como referencia de la mejora del rendimiento

Nuestros jugadores mejoran su velocidad en el umbral (de 3,53 pasan a 3,71 m/seg) a lo largo del periodo de observación con oscilaciones que son normales debido a las variaciones en sus planificaciones del entrenamiento.

Las chicas a su vez también incrementan su velocidad al umbral pasando de 3,22 al inicio de la primera temporada a terminar la segunda en

3,52. Aunque en ambos caso las diferencias pueden parecer mínimas, en los resultados ya se apunto que son estadísticamente significativas.

### **Velocidad máxima.**

En los varones se observa un crecimiento constante del inicio al final de cada temporada, pasando de 3,92 al comienzo de la primera a 4,37 al terminar la segunda.

La comparación con los datos de Solanellas nos permite comprobar que los jugadores de la escuela catalana alcanzan un valor de 5,02 al convertir los 18,1 Km/h en m/seg que son las unidades que nosotros hemos utilizado.

Por lo que respecta a las chicas, que comienzan el periodo de observación en 3,69 alcanzan su valor mas alto (4,04) en el momento I de la segunda temporada, y al compararlas con sus compañeras catalanas, quedan ligeramente por debajo ya que aquellas alcanzan una velocidad de 4,38 m/seg.

### **Consumo máximo de oxigeno.**

Las variaciones de este parámetro expresadas en ml/kg/min, oscila para los hombres entre los valores mínimos de 49,76 +- 3,10 en el momento de II de la temporada dos y máximos de 54,60 +- 5,85 en el primer momento I de la temporada uno, pero hay que recordar que en el tiempo en que se realizó la observación aumentaron de peso en 7 kg.

Los jugadores de la escuela catalana dan valores de 59,2 +- 4,1, por encima de los citados en el epígrafe 3.5.1. (57,3 de la federación italiana, 56,3 de Buti e incluso de la media de todos ellos allí referidos 58,7 +- 5,2).

Ellas dieron el valor mas bajo al llegar en la primera temporada (44,42) alcanzado el mayor en noviembre de la segunda (48,75) para bajar posteriormente, pero también en los dos años de trabajo ganaron peso exactamente en la misma medida que los chicos.

Al compararlos con los valores aportados por Solanellas (51,9 +- 4,5) se encuentran tres puntos por debajo, pero si la relación se establece con la media (46,55) de los grupos recogidos en el mismo epígrafe de la introducción ya citado, vemos que se encuentran dos puntos por encima.

### **Lactatemia maxima.**

Las lactatemias máximas encontradas en los varones a lo largo del periodo de observación han variado realmente poco, entre 7,17 y 8,94. Las mujeres han oscilado entre 5,88 y 8,81 para el mismo periodo.

En esta ocasión además de no haber encontrado referencias de otros colectivos, quizás se necesario recordar que según se apunto en el epígrafe

3.3.1. las lactatemias que se dan en los partidos oscilan entorno a 2,6 mmoles y que incluso los mas altos registrados en los entrenamientos de la técnica (tablas R-8, R-9 y R-10) son de 6,02 por lo que no debe de extrañar el hecho de que no se den ni sea necesario que haya niveles superiores.

## **V.- CONCLUSIONES.**



**1.-** Las cargas de entrenamiento programadas y realizadas han sido adecuadas, en cuanto a su distribución cualitativa y cuantitativa se refiere. Esta afirmación ha sido demostrada por el óptimo rendimiento conseguido por los tenistas, así como por el hecho de que los esfuerzos durante los entrenamientos superan ligeramente a las intensidades que se dan en competición.

**2.-** La intensidad de los partidos de competición no puede ser valorada exclusivamente por la frecuencia cardíaca, ya que cuando esta variable nos indica que los esfuerzos son intensos, el nivel de las lactacidemias halladas en los jugadores solo supera ligeramente en alguna ocasión el umbral de lactato.

**3.-** Con el entrenamiento (técnico y de preparación física) programado por nosotros y que han realizado los tenistas, hemos logrado una notable mejora de la frecuencia cardíaca en el umbral, la frecuencia cardíaca máxima y el  $VO_2$  máx., lo cual les permite obtener un mejor rendimiento para la práctica del tenis.

**4.-** El entrenamiento realizado ha incrementado durante todos los periodos de entrenamiento la  $VO_2$  máx. lo necesario para la edad, el tipo y nivel de juego controlado.

**5.-** Puede ser indicativo de que el periodo de competiciones es excesivamente largo el que la velocidad en el umbral metabólico aumenta durante la temporada y que baje del final de la primera al inicio de la siguiente de manera muy sensible.



## **VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**



- Alvarez del Villar C.** Preparación física del fútbol basada en el atletismo. Madrid. Gymnos, Librería Editorial Deportiva, 1983; 837.
- Aragonés MT.** Somatotipo: concepto, componentes, interpretación gráfica, análisis individual y por grupos. Unisport Andalucía. Jornadas sobre Metodología Antropométrica. Málaga. 1990; 211-238.
- Aragonés MT.** Valoración funcional del tenista. Pamplona. Anales Anamede '91. Archivos de Medicina del Deporte, 1991; 73-95.
- Arcelli E.** El entrenamiento de resistencia en el tenis. Sport & Medicina 1992; Nov-Dic: 7-12.
- Astrand P, Rodahl K.** Fisiología del trabajo físico. 3ªed. Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana, 1992; 448.
- Ballarin E, Borsetto C, Cellini M, Patracchini M, Ziglio PG, Conconi F.** Adaptation of the "Conconi Test" to children and adolescents. International Journal of Sports Medicine 1989; 10: 334-338.
- Bergeron MF, Maresh CM, Kraemen WJ, Abraham A., Conroy B, Gabaree C.** Tennis: A physiological profile during match play. International Journal of Sports Medicine 1991; 12: 474-479.
- Biancotti PP, Caropreso A, DiVicenzo GC, Ganzit GP, Gribaudo CG.** Hematological status in a group of male athletes of different sports. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness 1992; 32: 70-75
- Blomfield J, Blanksby BA, Beard DF, Ackland TR, Elliot BC.** Biological characteristics of young swimmers, tennis players and non-competitors. British Journal of Sports Medicine 1984; 18(2): 97-103.
- Brouns F.** Tennis moderne: Quelques aspects de l'entraînement. Medicine du Sport 1988; 62 (5): 5-9.
- Burke MJ, Whelan MV.** The accuracy and reliability of commercial heart rate monitors. British Journal of Sports Medicine 1987; 21 (1): 29-32.
- Buti T, Elliot B, Morton A.** Physiological and antropometric profiles of elite prepubescent tennis players. The Physician and Sport Medicine 1984; 12 (1): 111-116.

- Carlson JS, Cera MA.** Cardiorespirator y muscular streng and anthropometric characteristics of elite Australian junior male and female tennis players. *Aust. J. Sci. Med. Sport* 1984; 16 (4): 7-13.
- Chandler TJ, KiblerWB, Uhl,T. L, Wooten B, Kiser A, Stone E.** Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *The American Journal of Sports Medicine* 1990; 18 (2):134-136.
- De Hegedüs J.** Enciclopedia de la musculación deportiva Buenos Aires. Editorial Stadium, 1984;315.
- De Hegedüs J.** Teoría general y especial del entrenamiento deportivo. Buenos Aires. Ed. Stadium, 1973; 278.
- Deutsch E, Deutsch SL, Douglas PS.** Exercise Training for competitive tennis. *Clinics in Sports Medicine* 1988; 7 (2): 417-427.
- Docherty D.** A comparison of heart responses in racquet games. *British Journal of Sport Medicine* 1982; 16 (2): 96-100.
- Esparza Ros F.** Manual de cineantropometria. Madrid. Ed. Grupo Español de Cineantropetría. FEMEDE 1993.
- Estruch J.** Valoración clínica de la respuesta al esfuerzo en un grupo de mujeres deportistas. *Apunts* 1984; XXI:47-51
- Fernández de Prado J, Ceberio F, Usoz B, Aragonés MT.** Somatotipo y pliegues cutáneos en mujeres deportistas *Archivos de Medicina del Deporte* 1991; VIII (31): 231-235.
- Ferrero JA, García Del Moral L, Lopez Merino V** Ed Pruebas de esfuerzo,. Generalitat Valenciana. Conselleria de Cultura E y C 1989; 207.
- Galiano D.** Perfil morfológico del tenista en desarrollo. La selección de talentos en tenis. Barcelona. Ed. Paidotribo, 1992; II: 21-28.
- Galiano D.** Valoración cineantropométrica del tenista: interrelación con la biomecánica. Pamplona. *Anales Anamede ' 91. Archivos de Medicina del Deporte*, 1991; 61-71.
- Gallach JE.** Manual de preparación física para la formación de profesores. Madrid Escuela nacional de maestria de tenis 1992; 114.
- Gallozzi C.** Aspetti fisiologici del tennis maschile. *Scuola Informa Especial Tennis* 1992; 26: 1-32.

- García del Moral L.** Valoración de la "Endurance" por el umbral láctico en atletas de medio fondo. Tesina de Licenciatura. Universitat de Valencia, 1986.
- Garez C, Marini JF.** Tennis: la formation du joueur. Tennis et preparation physique. La Garenne. Colombes. Ed. Association EPS 1987; 8: 175-183.
- Gary A Thibodeav y Kevin T Patton Mosiby.** Doyna Libros S.A. 2º, De, 1995-964.
- Girden ER.** Anova respeated measures. London Sage. 1992.
- Gonzalez Gallego J.** Fisiologia de la actividad fisica y del deporte. Madrid. Interamericana. McGraw-Hill 1992; 384.
- Groppel JL, Roetert EP.** Applied physiology of tennis Sports Medicine 1992; 14 (4); 260-268.
- Grosser M, Brüggemann P, Zintl F.** Alto rendimiento deportivo. Planificación y desarrollo. Barcelona. Ediciones Martinez Roca, 1989; 223.
- Gutman I, Wahlefeld AD.** L-(+)-Lactate. Determination with Lactate dehydrogenase and NAD. Methods of enzymatic analysis. New york. Ed. Hans Ulrich Bergmeyer., 1974; 1464-1468.
- Hageman ChE, Lehman RC.** Stretching, strengthening and conditioning for the competitive tennis player Clinics in sports Medicine 1988; 7 (2): 211-228.
- Heat, B. H. ; Carter, J.E.L.** A modified somatotype method. American Journal of Physical Antropology 1967; 27:57-74.
- Hermansen L.** Muscular fatigue during maximal exercise of short duration. Medicine and Sport 1979; 13: 45-52.
- Hernandez M.** Curvas y Tablas de Crecimiento Madrid Garsi, 1988, 32
- Hollmann, W., Th. Hettinger:** Sportmedizinische Arbeits-und Trainingsgrundlagen. Schattauer, Stuttgart - New York 1980.
- Ikegami Y, Hiruta S, Ikegami H, Miyamura M.** Development of a telemetry system for measuring oxygen uptake during sports activities. European Journal of Applied Physiology 1988; 57: 622-626.
- Jansen PGJM.** Training lactate pulse-rate. Polar Electro Oy, 1989; 173.

- Jetté M, Landry F, Tiemann B, Blümchen, G.** Ambulatory blood pressure and holter monitoring during tennis play. *Canadian Journal of Sport Sciences* 1991; 16 (1): 40-44.
- Jousselin E, Handschuh R, Stephan H.** Determination de la zone de transition aerobie-anaerobie et utilisation pratique pur l'entraînement. *Cinesilogie* 1984; 23: 301-304.
- Keul J, Stockhausen W, Pokan R, Huonker M, Berg, A.** Metabolische und kardiozirkulatorische adaptation sowie leistungsverhalten professioneller tennisspieler. *Deutsche Zeitschrift fuer Sportmedizin* 1991; 116: 761-767.
- Kibler WB, McQueen C, Uhl T.** Fintnes evaluation and fintnes findingsin competitive juniors tennis players. *Clinics in Sports Medicine* 1988; 7 (2) 403-416.
- Kinderman W, Keul J.** Anaerobe energiebereitstellung im hochleistungssport: Die Bedeutung der metabolischen acidose unter physiologischen und pathologischen bedingungen. *Schorndorf, Hofmann* 1997; 1-118.
- Leger L, Thivierge M.** Heart rate monitors:validity,satbility and functionality. *Physician and sportsmedicine* 1988; 16 (5): 143-146.
- Lightfoot JT,Tankersley C, Rowe SA, Freed A. N, Fortney SM.** Automated blood pressure measurements during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1989; 21 (6): 698-707.
- Lupo S, Seriacopi D, Menchinelli C, Dicave P, Guidi G.** Bioquimica e fisiologia del tennis. *SDS Revista de Cultura Sportiva* 1986; 6: 54-62.
- Mader A, Heck H.** A theory of the metabolic origin of "Anaerobic Threshold". *Int. J. sports Med.* 1986; 7: 45-65.
- Mader A, Heck H, Föhrenbach R, Hollman W.** Das statische und dynamische verholten des laktats und des säure-basen-status im bereich niedriger bis maximaler azidosen bei 400-und 800 m lauern bei beiden. Geschlechtern nach Belastungsabbruch in: *Dtsch Zschr. Sport Med* 1979; 30:203-249.
- Matveyev LP.** El proceso del entrenamiento deportivo Buenos Aires, Editorial Stadium, 1989; 101.
- Matveyev LP.** Periodización del entrenamiento deportivo. Madrid. Instituto Nacional de Educación Física. 1977; 177.

- Mero A., Jaakkola L, Komi, PV.** Neuromuscular, metabolic and hormonal profiles of young tennis players and untrained boys. *Journal of Sports Sciences* 1989; 7: 95-100.
- Mero A., Jaakkol L, Komi PV.** Serum hormones and physical performance capacity in young boy athletes during a 1-year training period. *European Journal of Applied Physiology* 1990; 60: 32-37.
- Mero A, Jaakkola L, Komi PV.** Relationships between muscle fibre characteristics and physical performance capacity in trained athletic boys. *Journal of Sports Sciences* 1991; 9: 161-171.
- Mitchell JB, Cole KJ, Grandjean PW, Sobczak. RJ.** The effect of a carbohydrate beverage on tennis performance and fluid balance during prolonged tennis play. *Journal of Applied Sport Science Research* 1992; 6 (3): 174-180.
- Mollet R.** Entrenamiento de fuerza. El entrenamiento total. Madrid. Comité Olímpico Español, 1964; 84.
- Montoye HJ.** Utilisation des compteurs de mouvements pour la mesure de l'activité physique. *Science & Sports* 1988; 3 (3): 223-236.
- Morehouse LE, Augustus T, Miller JR.** Fisiología del Ejercicio. Buenos Aires. Ed. "El Ateneo", 1970; 352.
- Morgans LF, Jordan DL, Baeyens DA, Franciosa JA.** Heart rate responses during singles and doubles tennis competition. *The Physician and Sports Medicine* 1987;15 (7): 67-74.
- Myers, J.L.** Fundamentals of experimental design. Boston. Allyn & Bacon, inc. 1979.
- Naughton G, Carlson J.** Intensity of sports participation in circumpuberal children. *Pediatric Exercise Science* 1990; 2:57-64.
- Newsholme EA, Leech AR.** Bioquímica Médica. Madrid. Editorial Interamericana, 1986; 803.
- Nocker J.** Bases biológicas del ejercicio y del entrenamiento. Buenos Aires. Capelusz, 1980; 126.
- Ozolin NG.** Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo. La Habana. Editorial Científico-Técnica, 1989; 488.

- Parouit-Portes MC.** Étude de la fréquence cardiaque au cours des entraînements de tennis *Médecine du sport* 1983; 57 (1):18-20.
- Parouit-Portes MC, Potiron-Josse M., Ginet J.** Étude télémétrique de la fréquence cardiaque du joueur de tennis. (entraînements et matches). *Médecine du sport* 1982;56, 2, 35-107 40-112
- Pascual MJ, Crespo M, Gallach JE.** Tennis (II). Barcelona. Comité Olímpico Español, 1993;422.
- Pila A.** Preparación física. Ed. Augusto Pila Teleña, 1975;(2): 136.
- Pila A.** Preparación Física. Ed. Augusto Pila Teleña, 1976; (3): 212.
- Pilardeau P, Jones A, Garnier M, Prillard X.** Un test d' effort spécifique. *Education Physique et Sport* 1984; 185: 57-59.
- Platonov VN.** El entrenamiento deportivo. Teoría y Metodología. Barcelona. Colección Deporte. Ed. Paidotribo, 1988; 322.
- Prat Subirana JA.** Perfil del jugador de tenis. I Symposium Int. Prof. Enseñanza. Barcelona. Ed. Escuela Nacional Maestria de tenis 1986; 29-67.
- Roetert EP, Garrett G., Brown SW, Camaione DN.** Performance profiles of nationally ranked junior tennis players. *Journal of Applied Sport Science Research* 1992; 6 (4): 225-231.
- Romarate Albaina M.** Pista rápida, frecuencia cardíaca baja. Pista lenta, frecuencia cardíaca alta. Análisis de la frecuencia cardíaca durante un partido de tenis. Pamplona. Anales Anamede ' 91. Archivos de Medicina del Deporte, 1991; 321.
- Safaric V.** Manual para la Formación de Profesores de Escuela Nacional de Maestria de Tenis. Madrid. Ed. Escuela Nacional de Maestria de Tenis. 1992; 101.
- Sanchis C.** Análisis de la configuración física en deportistas. Tesis Doctoral. Universitat de Valencia, 1990.
- Schonborn R.** Investigaciones médicas en el entrenamiento del tenis. Simposium Federación Europea de Tenis. Torquay (Inglaterra), Madrid. Escuela nacional de maestria de tenis. 1986.
- Schonborn R.** Teoría del entrenamiento: estudio científico de los ejercicios de tenis. V Simposium I. T. F. Simposium E. T. A. Mallorca, Madrid. Escuela nacional de maestria de tenis. 1987.

- Schulz R, Curnow C.** Peak performance and age among superathletes: track and field, swimming, baseball, tennis, and golf. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences* 1988; 43 (5): 113-120.
- Sharma SS, Dixii NK.** Somatotype of athletes and their performance. *Int. J. Sports Medicine* 1985; 6: 161-162.
- Sinoway LI, Musch TI, Minotti JR, ZelisR.** Enhanced maximal metabolic vasodilation in the dominant forearms of tennis players. *Journal of Applied Physiology* 1986;61 (2):673-678.
- Sjoedin B, Jacobs Y, Carlsson J.** Onset of blood lactate accumulation and enzyme activitie in m. Vastus Lateralis in mam. *Int J. Sport Med* 1981; 2: 166-170
- Skinner JS, MclelanTM.** The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res. Q. Exer. Sport* 1980; 51: 234-248.
- Solanellas F.** Valoración funcional de tenistas de diferentes categorias Tesis Doctoral Universidad de Barcelona 1995.
- Stojan S.** Preparación física de un tenista. II Simposium Intrnac. Profesional Ensen. del Tenis (Valencia). Madrid. Escuela Nacional de Maestria de Tenis 1987.
- Talbot P.** Filières énergétiques et temps réels de jeu. *Education Physique et Sport* 1990; 228: 24-26.
- Therminarias A, Dansou P, Chirpaz-Oddou MF, Gharib C, Quirion A.** Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match. Effect o ageing. *International Journal of Sports Medicine* 1991; 12 (1): 10-16.
- Therminarias A, Dansou P, Chirpaz-Oddou MF, Quirion A.** Effects of age on heart rate response during a strenuous match of tennis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1990; 30(4): 389-396.
- Therminarias A, Dansou P, Chirpaz-Oddou MF, Quirion A.** Tennis et aptitude aérobie chez la femme: étude en fonction de l'age. *Science & Sports* 1988; 3: 181-186.
- Thivierge M, Leger L.** Validité des cardiofrequencemetres. *Science & Sports* 1988; 3 (3): 211-221.

- Vodak PA, Savin WN, Haskell WL, Whood PD.** Physiological profile of middle-age male and female tennys players. *Med Sci. Sport Exerc* 1980; 12 (3): 159-163.
- Vogelaere P, De-Meyer F, Duquet W, Vandeveld P.** Validation du Sport Tester PE 3000 en fonction de l' enregistrement Holter. *Science & Sports* 1986; 1 (4): 321-329.
- Weineck J.** Entrenamiento óptimo. Cómo lograr el máximo rendimiento. Barcelona. Ed. Hispano Europea, 1988; 544.
- Zaichkowsky LD.** Using heart rate to help define the "Zone of Optimal Functioning". *People to People. Sport Psychology Delegation to East Germany and the Soviet Union*, 1990.
- Zintl F.** Entrenamiento de la resistencia. Barcelona. Ed. Martinez Roca, 1991; 225.

## **VII.-ANEXOS.**



Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas masculinos obtenidos en el inicio (noviembre) de la primera temporada.

	1	2	3	4	5	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>							
Edad (meses)	180	171	173	175	190	177,80	7,60
Estatura (cm)	169,5	177,0	159,6	173,2	169,6	169,78	6,47
Peso (Kg)	62,2	73,1	49,1	55,6	58,0	59,60	8,91
B. fémur (mm)	9,5	10,3	9,7	9,8	9,9	9,84	0,30
B. húmero (mm)	7,2	7,1	6,9	7,0	7,1	7,06	0,11
Per. pierna (cm)	35,1	35,9	33,7	33,8	33,7	34,44	1,01
Per. brazo contraído (cm)	28,1	31,1	25,0	25,0	27,3	27,30	2,53
Per. antebrazo (mm)	26,1	26,5	23,5	24,7	26,0	25,36	1,24
Pliegue bicipital (mm)	4,8	8,6	6,8	6,2	3,6	6,00	1,91
Pliegue tricipital (mm)	9,2	10,4	10,2	9,8	7,0	9,32	1,38
Pliegue subescapular (mm)	11,2	11,0	5,6	7,3	6,0	8,22	2,70
Pliegue pecho (mm)	10,0	9,2	8,2	8,6	5,6	8,32	1,66
Pliegue axilar (mm)	12,2	13,8	5,6	6,0	4,7	8,46	4,21
Pliegue supraíliaco (mm)	7,1	17,9	8,0	5,4	6,6	9,00	5,06
Pliegue abdominal (mm)	14,4	33,8	9,0	12,2	8,3	15,54	10,50
Pliegue muslo (mm)	15,3	25,8	17,2	11,0	11,3	16,12	6,02
Pliegue pierna (mm)	9,8	23,7	11,0	8,0	8,6	12,22	6,52
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	21,6	23,3	19,3	18,5	20,2	20,59	1,92
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,7	1,9	1,5	1,7	1,7	1,69	0,15
Densidad corporal	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,05	0,01
Peso graso (Kg)	12,9	21,9	9,7	9,7	9,6	12,73	5,32
% grasa	20,7	30,0	19,7	17,4	16,5	20,84	5,38
Peso residual (Kg)	13,0	15,3	10,3	11,6	12,1	12,46	1,86
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	2,8	3,9	2,5	2,2	1,9	2,65	0,76
Mesomorfia	5,0	4,8	5,3	3,7	4,8	4,71	0,59
Ectomorfia	2,7	2,4	3,3	4,6	3,5	3,32	0,86
X	-0,1	-1,5	0,8	2,5	1,6	0,67	1,51
Y	4,4	3,4	4,7	0,6	4,2	3,44	1,66
<b>Valores funcionales</b>							
Metabolismo basal (KJ/día)	6874	7667	5944	6588	6615	6737,9	622,43
F.c. en reposo (ciclos/seg)	81	79	80	90	85	83,00	4,53
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	180	190	183	150	175	175,60	15,31
F.c. máxima (ciclos/seg)	206	194	205	181	198	196,80	10,13
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,86	3,03	3,70	3,43	3,83	3,57	0,35
Velocidad máxima (m/seg)	4,44	3,30	4,06	3,70	4,44	3,99	0,49
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	61,30	50,50	52,00	44,40	62,20	54,08	7,56
Lactatemia máxima (mM)	9,78	9,40	6,65	5,75	10,53	8,42	2,09

**Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas masculinos obtenidos a mitad del periodo de entrenamiento (febrero) de la primera temporada.**

	1	2	3	4	5	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>							
Edad (meses)	183	174	176	176	193	180,40	7,83
Estatura (cm)	172,6	178,5	161,5	176,1	170,6	171,86	6,55
Peso (Kg)	64,9	72,3	52,9	60,0	60,6	62,14	7,13
B. fémur (mm)	9,9	10,3	9,6	10,1	9,7	9,92	0,29
B. húmero (mm)	7,3	7,2	7,3	7,2	7,4	7,28	0,08
Per. pierna (cm)	36,5	36,5	35,3	34,7	34,2	35,44	1,04
Per. brazo contraído (cm)	29,7	32,0	26,0	26,5	27,6	28,36	2,48
Per. antebrazo (mm)	28,2	27,0	25,2	25,5	26,4	26,46	1,21
Pliegue bicipital (mm)	5,2	7,0	7,3	4,5	5,1	5,82	1,25
Pliegue tricipital (mm)	10,0	13,7	11,9	11,5	9,2	11,26	1,75
Pliegue subescapular (mm)	8,2	9,0	6,0	7,5	8,1	7,76	1,12
Pliegue pecho (mm)	10,0	5,5	11,0	11,1	9,0	9,32	2,30
Pliegue axilar (mm)	6,0	13,0	7,7	6,4	7,0	8,02	2,86
Pliegue suprailiaco (mm)	12,7	8,9	4,8	6,8	8,5	8,34	2,93
Pliegue abdominal (mm)	13,2	17,0	7,1	10,0	12,5	11,96	3,70
Pliegue muslo (mm)	17,0	16,9	17,0	12,5	14,9	15,66	1,98
Pliegue pierna (mm)	9,4	17,1	10,5	9,3	11,1	11,48	3,23
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	21,8	22,7	20,3	19,3	20,8	20,99	1,30
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	1,9	1,5	1,7	1,7	1,73	0,13
Densidad corporal	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,05	0,00
Peso graso (Kg)	14,5	16,4	10,3	11,4	12,3	12,98	2,46
% grasa	22,3	22,7	19,6	19,0	20,3	20,76	1,67
Peso residual (Kg)	13,6	15,1	11,1	12,5	12,7	12,99	1,49
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	3,1	3,1	2,4	2,5	2,6	2,73	0,34
Mesomorfia	5,4	5,0	5,7	4,1	4,8	5,01	0,63
Ectomorfia	2,9	2,8	2,9	4,4	3,2	3,23	0,65
X	-0,2	-0,3	0,6	1,8	0,6	0,50	0,87
Y	4,8	4,2	6,2	1,3	3,9	4,06	1,79
<b>Valores funcionales</b>							
Metabolismo basal (KJ/día)	7084	7646	6192	6895	6776	6918,6	525,73
F.c. en reposo (ciclos/seg)	85	78	80	89	85	83,40	4,39
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	174	185	190	160	180	177,80	11,58
F.c. máxima (ciclos/seg)	198	199	196	203	194	198,00	3,39
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,95	3,13	3,94	2,80	3,95	3,55	0,55
Velocidad máxima (m/seg)	4,80	3,70	4,06	4,06	4,44	4,21	0,42
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	58,40	44,50	49,00	49,00	53,80	50,94	5,31
Lactatemia máxima (mM)	12,28	8,39	4,82	9,40	7,62	8,50	2,71

Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas masculinos obtenidos al final del periodo de entrenamiento (junio) de la primera temporada.

	1	2	3	4	5	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>							
Edad (meses)	187	178	180	182	197	184,80	7,60
Estatura (cm)	173,0	179,8	163,6	177,0	172,0	173,08	6,16
Peso (Kg)	65,3	71,0	53,3	62,0	60,7	62,46	6,48
B. fémur (mm)	9,7	9,8	9,9	10,1	9,8	9,86	0,15
B. húmero (mm)	7,1	7,1	7,3	7,3	7,3	7,22	0,11
Per. pierna (cm)	35,8	36,6	35,6	34,6	34,2	35,36	0,96
Per. brazo contraído (cm)	29,7	32,1	26,0	27,0	28,2	28,60	2,39
Per. antebrazo (mm)	26,3	27,6	25,3	23,0	26,4	25,72	1,73
Pliegue bicipital (mm)	5,2	4,5	5,4	5,0	3,7	4,76	0,68
Pliegue tricipital (mm)	9,6	9,7	11,5	11,0	7,8	9,92	1,44
Pliegue subescapular (mm)	10,6	8,9	5,8	8,0	7,5	8,16	1,77
Pliegue pecho (mm)	10,2	4,9	7,5	7,6	6,6	7,36	1,92
Pliegue axilar (mm)	12,8	7,0	5,6	8,3	6,5	8,04	2,83
Pliegue supraíliaco (mm)	10,0	6,8	6,8	8,7	6,4	7,74	1,55
Pliegue abdominal (mm)	17,4	9,5	7,4	11,4	11,2	11,38	3,73
Pliegue muslo (mm)	15,5	12,8	20,0	12,0	13,0	14,66	3,26
Pliegue pierna (mm)	11,1	12,5	15,5	11,2	8,7	11,80	2,48
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	21,8	22,0	19,9	19,8	20,5	20,80	1,03
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	1,9	1,6	1,8	1,7	1,75	0,12
Densidad corporal	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05	0,00
Peso grasa (Kg)	14,6	12,8	11,0	12,1	11,0	12,31	1,51
% grasa	22,4	18,1	20,6	19,5	18,2	19,74	1,81
Peso residual (Kg)	13,6	14,8	11,1	13,0	12,7	13,05	1,36
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	3,0	2,4	2,5	2,7	2,1	2,55	0,35
Mesomorfia	4,9	4,7	5,6	4,1	4,8	4,81	0,55
Ectomorfia	2,9	3,2	3,2	4,2	3,5	3,39	0,48
X	-0,2	0,8	0,7	1,5	1,4	0,84	0,64
Y	3,9	3,7	5,5	1,3	4,1	3,69	1,50
<b>Valores funcionales</b>							
Metabolismo basal (KJ/día)	7106	7590	6248	7013	6801	6951,7	487,81
F.c. en reposo (ciclos/seg)	84	64	84	81	64	75,40	10,48
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	173	187	193	182	161	179,20	12,54
F.c. máxima (ciclos/seg)	199	195	203	184	189	194,00	7,62
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,75	3,34	4,05	3,87	3,74	3,75	0,26
Velocidad máxima (m/seg)	4,50	4,11	4,50	4,10	4,50	4,34	0,22
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	54,50	50,00	54,50	49,50	54,50	52,60	2,61
Lactatemia máxima (mM)	8,20	8,80	7,32	5,42	9,30	7,81	1,53

Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas masculinos obtenidos en el inicio (noviembre) de la segunda temporada.

	1	2	3	4	5	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>							
Edad (meses)	192	183	185	187	202	189,80	7,60
Estatura (cm)	173,5	180,6	166,8	179,8	172,7	174,68	5,67
Peso (Kg)	67,5	74,0	56,0	66,4	62,3	65,24	6,66
B. fémur (mm)	10,0	10,3	10,0	10,4	9,8	10,10	0,24
B. húmero (mm)	7,1	7,2	7,2	7,2	7,3	7,20	0,07
Per. pierna (cm)	36,4	36,7	34,6	35,0	33,5	35,24	1,32
Per. brazo contraído (cm)	30,0	32,0	25,6	28,3	28,0	28,78	2,39
Per. antebrazo (mm)	28,0	27,0	24,9	26,2	26,0	26,42	1,16
Pliegue bicipital (mm)	4,2	10,2	4,6	3,8	3,2	5,20	2,84
Pliegue tricipital (mm)	7,0	17,4	9,4	11,2	7,0	10,40	4,29
Pliegue subescapular (mm)	6,8	11,1	5,0	7,0	6,4	7,26	2,28
Pliegue pecho (mm)	5,8	14,0	7,2	7,2	4,8	7,80	3,61
Pliegue axilar (mm)	5,8	15,2	4,8	6,2	4,8	7,36	4,43
Pliegue supraíliaco (mm)	9,0	14,2	6,0	7,2	6,0	8,48	3,43
Pliegue abdominal (mm)	9,2	27,5	6,2	10,8	7,8	12,30	8,67
Pliegue muslo (mm)	12,6	18,1	11,6	11,6	10,4	12,86	3,03
Pliegue pierna (mm)	8,8	22,0	10,4	9,6	8,0	11,76	5,79
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	22,4	22,7	20,1	20,5	20,9	21,33	1,15
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	1,9	1,6	1,8	1,7	1,79	0,12
Densidad corporal	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,05	0,01
Peso graso (Kg)	12,2	21,3	9,4	12,4	10,1	13,08	4,76
% grasa	18,0	28,8	16,8	18,7	16,3	19,71	5,15
Peso residual (Kg)	14,1	15,5	11,7	13,9	13,0	13,64	1,39
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	2,2	4,1	2,0	2,4	1,8	2,51	0,91
Mesomorfia	5,3	4,6	5,0	4,1	4,6	4,74	0,44
Ectomorfia	2,6	2,9	3,3	3,9	3,3	3,22	0,50
X	0,4	-1,2	1,3	1,5	1,5	0,71	1,15
Y	5,7	2,3	4,7	1,9	4,1	3,74	1,62
<b>Valores funcionales</b>							
Metabolismo basal (KJ/día)	7229	7765	6456	7308	6895	7130,6	488,43
F.c. en reposo (ciclos/seg)	80	65	75	56	64	68,00	9,51
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	184	188	175	182	161	178,00	10,61
F.c. máxima (ciclos/seg)	202	206	207	210	190	203,00	7,81
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,75	3,30	3,00	3,30	3,59	3,39	0,29
Velocidad máxima (m/seg)	4,50	4,00	4,10	4,10	4,50	4,24	0,24
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	54,50	48,20	49,50	49,50	54,50	51,24	3,02
Lactatemia máxima (mM)	9,50	6,60	9,00	13,20	12,80	10,22	2,77

Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas masculinos obtenidos a mitad del periodo de entrenamiento (febrero) de la segunda temporada.

	1	2	3	4	5	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>							
Edad (meses)	195	186	188	190	205	192,80	7,60
Estatura (cm)	174,0	181,8	169,5	179,9	174,0	175,84	4,97
Peso (Kg)	68,7	74,7	59,3	66,2	63,1	66,40	5,82
B. fémur (mm)	9,8	10,4	10,0	10,3	9,6	10,02	0,33
B. húmero (mm)	7,5	7,2	7,3	7,2	7,6	7,36	0,18
Per. pierna (cm)	37,3	36,7	37,0	35,5	33,5	36,00	1,56
Per. brazo contraído (cm)	31,6	32,2	27,4	28,2	28,0	29,48	2,24
Per. antebrazo (mm)	29,2	26,6	26,6	26,5	26,1	27,00	1,25
Pliegue bicipital (mm)	4,8	9,2	4,2	3,2	3,8	5,04	2,40
Pliegue tricipital (mm)	8,8	15,4	8,0	7,5	8,2	9,58	3,29
Pliegue subescapular (mm)	8,3	11,5	5,2	6,8	7,9	7,94	2,32
Pliegue pecho (mm)	8,4	14,8	8,0	5,7	6,8	8,74	3,55
Pliegue axilar (mm)	8,0	16,0	5,9	6,0	6,4	8,46	4,30
Pliegue supraíliaco (mm)	10,2	13,6	4,6	5,2	6,6	8,04	3,79
Pliegue abdominal (mm)	9,8	17,4	7,0	8,5	9,8	10,50	4,03
Pliegue muslo (mm)	11,6	23,4	14,0	12,0	13,0	14,80	4,90
Pliegue pierna (mm)	8,5	20,6	11,0	8,5	10,0	11,72	5,08
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	22,7	22,6	20,6	20,5	20,8	21,45	1,10
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,81	0,10
Densidad corporal	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,05	0,01
Peso graso (Kg)	13,4	21,6	10,1	11,0	11,7	13,56	4,64
% grasa	19,5	28,9	17,1	16,7	18,5	20,12	5,03
Peso residual (Kg)	14,4	15,6	12,4	13,8	13,2	13,88	1,22
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	2,7	3,9	1,7	1,8	2,2	2,44	0,90
Mesomorfia	5,8	4,6	5,5	4,2	4,5	4,95	0,70
Ectomorfia	2,5	3,0	3,2	4,0	3,4	3,24	0,53
X	-0,2	-0,8	1,6	2,2	1,2	0,80	1,27
Y	6,5	2,4	6,1	2,7	3,4	4,22	1,94
<b>Valores funcionales</b>							
Metabolismo basal (KJ/día)	7301	7822	6691	7292	6960	7213,3	424,54
F.c. en reposo (ciclos/seg)	85	68	65	57	53	65,60	12,40
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	182	190	193	180	162	181,40	12,12
F.c. máxima (ciclos/seg)	200	204	197	192	190	196,60	5,73
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,80	3,66	3,52	3,49	3,77	3,65	0,14
Velocidad máxima (m/seg)	4,40	4,35	4,02	4,10	4,90	4,35	0,35
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	53,30	47,50	48,50	49,50	59,70	51,70	4,98
Lactatemia máxima (mM)	6,80	9,65	5,08	8,70	12,50	8,55	2,83

Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas masculinos obtenidos al final del periodo de entrenamiento (junio) de la segunda temporada.

	1	2	3	4	5	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>							
Edad (meses)	199	190	192	194	209	196,80	7,60
Estatura (cm)	174,4	184,0	171,5	180,0	174,9	176,96	4,99
Peso (Kg)	64,6	78,7	61,6	65,0	63,0	66,58	6,91
B. fémur (mm)	9,6	10,6	9,8	10,0	9,7	9,94	0,40
B. húmero (mm)	7,4	7,2	7,4	7,3	7,5	7,36	0,11
Per. pierna (cm)	36,7	37,8	37,3	35,1	34,4	36,26	1,45
Per. brazo contraído (cm)	31,2	33,0	27,9	27,8	29,1	29,80	2,25
Per. antebrazo (mm)	27,3	27,6	26,5	23,6	26,6	26,32	1,59
Pliegue bicipital (mm)	5,9	6,2	4,2	5,7	4,0	5,20	1,02
Pliegue tricipital (mm)	11,8	15,8	8,3	8,1	8,7	10,54	3,30
Pliegue subescapular (mm)	13,6	9,9	5,0	8,5	8,8	9,16	3,09
Pliegue pecho (mm)	12,6	16,0	8,2	4,9	6,6	9,66	4,55
Pliegue axilar (mm)	9,7	11,2	5,1	9,4	7,4	8,56	2,36
Pliegue supra-ilíaco (mm)	9,3	19,2	4,0	7,9	7,0	9,48	5,77
Pliegue abdominal (mm)	12,0	13,5	5,3	10,6	12,5	10,78	3,24
Pliegue muslo (mm)	11,6	15,0	12,0	11,6	12,6	12,56	1,42
Pliegue pierna (mm)	14,7	17,5	10,8	9,5	8,5	12,20	3,78
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	21,2	23,2	20,9	20,1	20,6	21,22	1,22
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	2,0	1,7	1,8	1,8	1,82	0,11
Densidad corporal	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,05	0,01
Peso graso (Kg)	14,0	21,4	10,0	11,9	12,1	13,89	4,45
% grasa	21,6	27,2	16,2	18,4	19,2	20,54	4,21
Peso residual (Kg)	13,5	16,4	12,9	13,6	13,2	13,92	1,44
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	3,5	4,2	1,6	2,3	2,4	2,79	1,04
Mesomorfia	5,3	4,8	5,4	3,9	4,7	4,83	0,56
Ectomorfia	3,2	2,9	3,2	4,2	3,6	3,42	0,51
X	-0,2	-1,4	1,6	1,9	1,2	0,63	1,38
Y	3,8	2,6	5,9	1,4	3,5	3,45	1,68
<b>Valores funcionales</b>							
Metabolismo basal (KJ/día)	7067	8085	6854	7217	6964	7237,3	492,34
F.c. en reposo (ciclos/seg)	83	66	74			74,33	8,50
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	182	191	186			186,33	4,51
F.c. máxima (ciclos/seg)	200	200	204			201,33	2,31
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,80	3,85	3,50			3,72	0,19
Velocidad máxima (m/seg)	4,50	4,53	4,10			4,38	0,24
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	54,50	54,90	49,50			52,97	3,01
Lactatemia máxima (mM)	9,05	9,10	8,63			8,93	0,26

**Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas femeninos obtenidos en el inicio (noviembre) de la primera temporada.**

	1	2	3	4	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>						
Edad	188	174	182	175	180	6,55
Estatura (cm)	177,2	162,5	169,3	164,0	168,25	6,64
Peso (Kg)	62,7	46,0	55,7	49,3	53,43	7,38
B. fémur (mm)	9,3	8,6	9,6	8,7	9,05	0,48
B. húmero (mm)	6,9	6,0	6,6	6,2	6,43	0,40
Per. pierna (cm)	34,2	32,0	34,3	32,6	33,28	1,15
Per. brazo contraído (cm)	27,4	24,6	24,1	23,4	24,88	1,75
Per. antebrazo (mm)	26,1	22,6	23,4	21,0	23,28	2,13
Pliegue bicipital (mm)	5,5	4,9	5,9	4,0	5,08	0,83
Pliegue tricipital (mm)	14,8	7,5	12,4	7,4	10,53	3,68
Pliegue subescapular (mm)	6,7	6,5	8,1	6,8	7,03	0,73
Pliegue pecho (mm)	9,3	5,1	9,3	6,3	7,50	2,14
Pliegue axilar (mm)	6,5	5,9	8,2	6,5	6,78	0,99
Pliegue supraíliaco (mm)	10,2	7,7	16,5	7,4	10,45	4,22
Pliegue abdominal (mm)	21,4	8,2	20,0	11,7	15,33	6,39
Pliegue muslo (mm)	19,1	11,0	28,0	20,8	19,73	6,98
Pliegue pierna (mm)	12,9	9,3	16,3	13,5	13,00	2,88
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	20,0	17,4	19,4	18,3	18,79	1,14
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	1,5	1,6	1,5	1,60	0,14
Densidad corporal	1,0	1,1	1,0	1,1	1,05	0,01
Peso graso (Kg)	15,4	7,6	16,1	9,9	12,24	4,14
% grasa	24,6	16,5	28,8	20,1	22,51	5,34
Peso residual (Kg)	13,1	9,6	11,6	10,3	11,17	1,54
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	3,1	2,2	3,8	2,2	2,84	0,78
Mesomorfia	3,1	3,2	3,5	3,0	3,21	0,20
Ectomorfia	4,1	4,6	3,9	4,2	4,18	0,32
X	1,0	2,4	0,1	2,0	1,35	1,05
Y	-0,9	-0,5	-0,7	-0,3	-0,61	0,26
<b>Valores funcionales</b>						
Metabolismo basal (KJ/día)	6084	5347	5763	5486	5669,9	325,7
F.c. en reposo (ciclos/seg)	90	75	74	98	84,25	11,73
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	183	200	184	180	186,75	9,00
F.c. máxima (ciclos/seg)	192	202	201	215	202,50	9,47
Velocidad en el umbral (m/seg)	2,99	3,47	3,44	2,99	3,22	0,27
Velocidad máxima (m/seg)	3,30	3,70	4,10	3,67	3,69	0,33
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	39,60	44,50	49,50	44,10	44,43	4,05
Lactatemia máxima (mM)	7,05	5,50	10,50	12,24	8,82	3,09

Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas femeninos obtenidos a mitad del periodo de entrenamiento (febrero) de la primera temporada.

	1	2	3	4	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>						
Edad (meses)	191	177	185	178	183	6,55
Estatura (cm)	177,7	162,4	170,5	166,4	169,25	6,53
Peso (Kg)	63,3	49,4	57,1	52,1	55,48	6,11
B. fémur (mm)	9,3	8,6	9,6	8,8	9,08	0,46
B. húmero (mm)	6,8	6,0	6,5	6,5	6,45	0,33
Per. pierna (cm)	34,7	33,2	34,6	33,9	34,10	0,70
Per. brazo contraído (cm)	27,9	25,0	25,8	23,9	25,65	1,69
Per. antebrazo (mm)	25,9	23,1	24,1	21,5	23,65	1,84
Pliegue bicipital (mm)	6,0	4,8	7,8	3,8	5,60	1,72
Pliegue tricipital (mm)	16,9	10,5	20,0	8,7	14,03	5,31
Pliegue subescapular (mm)	6,9	8,2	9,1	6,0	7,55	1,37
Pliegue pecho (mm)	7,8	8,2	8,2	6,4	7,65	0,85
Pliegue axilar (mm)	7,0	7,8	6,7	5,0	6,63	1,18
Pliegue supraíliaco (mm)	8,5	5,3	13,0	6,2	8,25	3,44
Pliegue abdominal (mm)	10,2	10,0	15,1	8,9	11,05	2,76
Pliegue muslo (mm)	15,8	12,3	27,5	21,9	19,38	6,71
Pliegue pierna (mm)	9,7	9,2	10,8	16,0	11,43	3,12
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	20,0	18,7	19,6	18,8	19,31	0,64
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	1,5	1,7	1,6	1,63	0,12
Densidad corporal	1,0	1,1	1,0	1,1	1,05	0,01
Peso graso (Kg)	14,2	8,9	16,7	10,5	12,58	3,55
% grasa	22,4	18,1	29,3	20,1	22,47	4,89
Peso residual (Kg)	13,2	10,3	11,9	10,9	11,59	1,28
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	3,2	2,5	4,3	2,1	3,01	0,96
Mesomorfia	3,2	3,4	3,6	3,3	3,35	0,16
Ectomorfia	4,1	3,8	3,8	4,0	3,94	0,13
X	0,9	1,3	-0,4	2,0	0,93	1,02
Y	-0,9	0,5	-1,0	0,4	-0,25	0,80
<b>Valores funcionales</b>						
Metabolismo basal (KJ/día)	6106	5476	5822	5608	5752,8	275,3
F.c. en reposo (ciclos/seg)	86	73	70	100	82,25	13,72
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	181	198	182	178	184,75	9,00
F.c. máxima (ciclos/seg)	196	206	205	209	204,00	5,60
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,80	3,64	3,74	3,04	3,56	0,35
Velocidad máxima (m/seg)	3,90	3,90	3,90	4,06	3,94	0,08
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	47,20	47,20	47,20	49,00	47,65	0,90
Lactatemia máxima (mM)	4,82	5,50	5,35	10,45	6,53	2,63

Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas femeninos obtenidos al final del periodo de entrenamiento (junio) de la primera temporada.

	1	2	3	4	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>						
Edad (meses)	195	181	189	182	187	6,55
Estatura (cm)	177,5	163,5	170,5	167,1	169,65	5,96
Peso (Kg)	64,5	51,7	58,8	52,5	56,88	5,99
B. fémur (mm)	9,2	8,6	9,6	9,3	9,18	0,42
B. húmero (mm)	6,9	6,1	6,5	6,5	6,50	0,33
Per. pierna (cm)	34,9	33,0	34,6	33,1	33,90	0,99
Per. brazo contraído (cm)	28,3	25,9	25,8	23,7	25,93	1,88
Per. antebrazo (mm)	27,1	23,7	24,3	21,6	24,18	2,27
Pliegue bicipital (mm)	7,2	7,5	9,4	3,3	6,85	2,56
Pliegue tricipital (mm)	18,8	15,0	20,3	8,6	15,68	5,22
Pliegue subescapular (mm)	7,1	11,5	9,0	6,8	8,60	2,16
Pliegue pecho (mm)	11,0	14,0	20,5	6,3	12,95	5,95
Pliegue axilar (mm)	6,6	8,0	9,0	5,2	7,20	1,66
Pliegue supra-ilíaco (mm)	11,0	7,7	17,0	5,5	10,30	5,01
Pliegue abdominal (mm)	15,8	11,9	20,0	12,2	14,98	3,79
Pliegue muslo (mm)	18,6	19,5	30,5	20,9	22,38	5,50
Pliegue pierna (mm)	10,8	13,4	14,5	13,2	12,98	1,56
Indice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	20,5	19,3	20,2	18,8	19,71	0,78
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	1,5	1,7	1,6	1,65	0,12
Densidad corporal	1,0	1,0	1,0	1,1	1,04	0,01
Peso graso (Kg)	16,6	12,3	19,9	10,5	14,86	4,24
% grasa	25,8	23,9	33,9	20,1	25,90	5,84
Peso residual (Kg)	13,5	10,8	12,3	11,0	11,89	1,25
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	3,6	3,6	4,7	2,1	3,50	1,07
Mesomorfia	3,3	3,3	3,5	3,4	3,36	0,09
Ectomorfia	3,8	3,6	3,5	4,1	3,75	0,27
X	0,2	-0,1	-1,2	2,0	0,24	1,32
Y	-0,9	-0,5	-1,2	0,5	-0,52	0,76
<b>Valores funcionales</b>						
Metabolismo basal (KJ/día)	6146	5567	5883	5622	5804,4	265,8
F.c. en reposo (ciclos/seg)	85	76	68	101	82,50	14,15
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	184	201	185	196	191,50	8,35
F.c. máxima (ciclos/seg)	190	207	196	218	202,75	12,37
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,62	3,75	3,65	3,40	3,61	0,15
Velocidad máxima (m/seg)	3,84	3,84	3,84	4,10	3,91	0,13
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	46,40	46,40	46,40	49,50	47,18	1,55
Lactatemia máxima (mM)	6,26	4,99	6,04	8,80	6,52	1,62

Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas femeninos obtenidos a mitad del periodo de entrenamiento (noviembre) de la primera temporada.

	1	2	3	4	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>						
Edad (meses)	200	186	194	187	192	6,55
Estatura (cm)	178,1	164,4	170,5	166,7	169,93	6,00
Peso (Kg)	67,7	53,1	59,3	55,2	58,83	6,45
B. fémur (mm)	9,1	8,7	10,3	9,5	9,40	0,68
B. húmero (mm)	6,2	6,1	6,5	6,2	6,25	0,17
Per. pierna (cm)	35,6	34,0	35,3	34,5	34,85	0,73
Per. brazo contraído (cm)	29,0	26,5	25,1	24,5	26,28	2,00
Per. antebrazo (mm)	26,5	24,4	24,1	23,0	24,50	1,46
Pliegue bicipital (mm)	6,5	7,6	6,0	3,0	5,78	1,97
Pliegue tricipital (mm)	20,2	13,3	15,0	8,2	14,18	4,95
Pliegue subescapular (mm)	9,1	9,9	9,2	6,0	8,55	1,74
Pliegue pecho (mm)	11,5	11,1	13,3	5,8	10,43	3,23
Pliegue axilar (mm)	8,2	7,2	7,5	4,8	6,93	1,48
Pliegue supraíliaco (mm)	9,0	6,4	10,3	6,8	8,13	1,85
Pliegue abdominal (mm)	23,0	17,0	19,6	10,8	17,60	5,16
Pliegue muslo (mm)	19,0	20,5	35,0	23,0	24,38	7,27
Pliegue pierna (mm)	11,3	13,0	11,7	14,4	12,60	1,40
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	21,3	19,6	20,4	19,9	20,31	0,76
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,8	1,6	1,7	1,6	1,68	0,12
Densidad corporal	1,0	1,0	1,0	1,1	1,04	0,01
Peso graso (Kg)	18,3	12,4	18,2	11,5	15,12	3,66
% grasa	27,1	23,4	30,7	20,9	25,51	4,30
Peso residual (Kg)	14,1	11,1	12,4	11,5	12,29	1,35
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	3,7	3,1	3,5	2,1	3,12	0,74
Mesomorfia	2,8	3,6	4,0	3,6	3,50	0,54
Ectomorfia	3,4	3,4	3,4	3,5	3,44	0,03
X	-0,3	0,3	-0,1	1,4	0,32	0,76
Y	-1,6	0,6	1,1	1,7	0,45	1,46
<b>Valores funcionales</b>						
Metabolismo basal (KJ/día)	6268	5621	5894	5718	5875,2	285,3
F.c. en reposo (ciclos/seg)	82	72	67	87	77,00	9,13
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	191	206	191	183	192,75	9,60
F.c. máxima (ciclos/seg)	198	210	202	207	204,25	5,32
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,42	3,86	4,07	2,71	3,52	0,60
Velocidad máxima (m/seg)	4,03	4,03	4,40	3,70	4,04	0,29
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	48,60	48,60	53,30	44,50	48,75	3,60
Lactatemia máxima (mM)	6,90	5,16	8,16	10,10	7,58	2,08

Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas femeninas obtenidos a mitad del periodo de entrenamiento (febrero) de la segunda temporada.

	1	2	3	4	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>						
Edad (meses)	203	189	197	190	195	6,55
Estatura (cm)	178,4	164,9	170,9	168,0	170,55	5,78
Peso (Kg)	70,1	56,2	60,7	56,8	60,95	6,42
B. fémur (mm)	9,6	9,4	10,2	8,7	9,48	0,62
B. húmero (mm)	6,5	6,5	6,7	6,3	6,50	0,16
Per. pierna (cm)	35,7	34,9	35,0	35,9	35,38	0,50
Per. brazo contraído (cm)	29,8	27,4	25,0	25,0	26,80	2,30
Per. antebrazo (mm)	27,3	25,1	24,2	23,0	24,90	1,82
Pliegue bicipital (mm)	8,0	10,2	7,8	4,2	7,55	2,48
Pliegue tricipital (mm)	20,1	13,4	15,2	8,9	14,40	4,63
Pliegue subescapular (mm)	10,2	10,2	12,1	6,5	9,75	2,34
Pliegue pecho (mm)	13,4	14,1	16,4	6,8	12,68	4,12
Pliegue axilar (mm)	6,3	7,2	8,8	6,5	7,20	1,13
Pliegue supraíliaco (mm)	10,3	8,2	12,4	7,8	9,68	2,12
Pliegue abdominal (mm)	18,8	12,2	17,3	10,9	14,80	3,84
Pliegue muslo (mm)	23,0	18,0	38,0	22,8	25,45	8,68
Pliegue pierna (mm)	13,0	12,0	12,8	15,0	13,20	1,28
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	22,0	20,7	20,8	20,1	20,90	0,80
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,9	1,6	1,7	1,6	1,71	0,12
Densidad corporal	1,0	1,0	1,0	1,0	1,04	0,01
Peso grasa (Kg)	20,0	13,0	20,1	12,4	16,37	4,26
% grasa	28,5	23,1	33,1	21,8	26,63	5,22
Peso residual (Kg)	14,7	11,7	12,7	11,9	12,74	1,34
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	4,0	3,4	4,0	2,3	3,42	0,79
Mesomorfia	3,4	4,6	4,0	3,4	3,85	0,59
Ectomorfia	3,1	2,9	3,3	3,4	3,18	0,21
X	-0,9	-0,4	-0,8	1,1	-0,24	0,91
Y	-0,2	2,9	0,7	1,0	1,10	1,32
<b>Valores funcionales</b>						
Metabolismo basal (KJ/día)	6360	5742	5947	5785	5958,5	281,9
F.c. en reposo (ciclos/seg)	75	68	59	84	71,50	10,60
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	193	200	183	195	192,75	7,14
F.c. máxima (ciclos/seg)	200	202	198	203	200,75	2,22
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,40	3,69	3,61	2,90	3,40	0,36
Velocidad máxima (m/seg)	4,00	4,00	4,00	3,30	3,83	0,35
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	48,20	48,20	48,20	39,60	46,05	4,30
Lactatemia máxima (mM)	6,68	6,26	8,18	4,74	6,47	1,41

**Medidas, valores antropométricos y resultados de la valoración funcional de tenistas femeninos obtenidos al final del periodo de entrenamiento (junio) de la segunda temporada.**

	1	2	3	4	Md	Sd
<b>Medidas antropométricas</b>						
Edad (meses)	207	193	201	194	199	6,55
Estatura (cm)	179,0	165,0	171,1	168,0	170,78	6,02
Peso (Kg)	70,0	56,6	59,4	56,3	60,58	6,44
B. fémur (mm)	9,9	9,8	10,1	9,2	9,75	0,39
B. húmero (mm)	6,9	6,4	6,3	6,2	6,45	0,31
Per. pierna (cm)	36,4	35,4	35,1	36,2	35,78	0,62
Per. brazo contraído (cm)	29,5	27,4	25,3	25,3	26,88	2,01
Per. antebrazo (mm)	27,2	25,0	24,1	23,1	24,85	1,75
Pliegue bicipital (mm)	8,0	12,0	9,8	3,7	8,38	3,52
Pliegue tricípital (mm)	26,0	19,0	19,0	9,0	18,25	6,99
Pliegue subescapular (mm)	10,5	11,4	10,3	6,1	9,58	2,37
Pliegue pecho (mm)	17,0	18,0	19,8	6,0	15,20	6,24
Pliegue axilar (mm)	7,0	6,9	9,2	5,6	7,18	1,49
Pliegue supraíliaco (mm)	12,0	9,2	14,5	6,3	10,50	3,54
Pliegue abdominal (mm)	22,0	14,8	23,0	9,0	17,20	6,57
Pliegue muslo (mm)	23,2	23,6	30,8	20,5	24,53	4,40
Pliegue pierna (mm)	17,0	14,4	12,4	10,1	13,48	2,93
Índice de masa corporal (Kg/cm <sup>2</sup> )	21,8	20,8	20,3	19,9	20,72	0,83
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,9	1,6	1,7	1,6	1,71	0,12
Densidad corporal	1,0	1,0	1,0	1,1	1,03	0,01
Peso graso (Kg)	22,4	10,2	19,9	11,4	16,00	6,07
% grasa	32,0	18,1	33,6	20,3	25,99	7,92
Peso residual (Kg)	14,6	11,8	12,4	11,8	12,66	1,35
% residual	20,9	20,9	20,9	20,9	20,90	0,00
Endomorfia	4,6	4,2	4,4	2,1	3,84	1,16
Mesomorfia	3,7	4,7	3,6	3,8	3,95	0,50
Ectomorfia	3,2	2,9	3,5	3,5	3,28	0,30
X	-1,4	-1,3	-0,9	1,4	-0,56	1,32
Y	-0,4	2,3	-0,8	1,9	0,77	1,57
<b>Valores funcionales</b>						
Metabolismo basal (KJ/día)	6354	5752	5891	5759	5938,8	283,9
F.c. en reposo (ciclos/seg)	72	65	56	77	67,50	9,11
F.c. en el umbral (ciclos/seg)	194	200	184	196	193,50	6,81
F.c. máxima (ciclos/seg)	201	205	201	207	203,50	3,00
Velocidad en el umbral (m/seg)	3,64	3,82	3,56	3,09	3,53	0,31
Velocidad máxima (m/seg)	3,69	3,90	3,69	3,69	3,74	0,11
VO <sub>2</sub> max. (ml/Kg/min)	44,60	47,20	44,60	44,60	45,25	1,30
Lactatemia máxima (mM)	4,60	4,45	5,19	9,26	5,88	2,28

