



Análisis de la influencia de la intensidad del entrenamiento sobre variables de control de la carga interna en deportes colectivos

TESIS DOCTORAL
Jorge Cuadrado Reyes

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Universidad de Granada

2010

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Jorge Cuadrado Reyes
D.L.: GR 3217-2010
ISBN: 978-84-693-4380-7

Análisis de la influencia de la intensidad del entrenamiento sobre variables de control de la carga interna en deportes colectivos

Doctorando:

Jorge Cuadrado Reyes

Directores:

Dr. Luis Javier Chiroso Ríos

Dr. Ignacio Jesús Chiroso Ríos

Dr. Ignacio Martín Tamayo



**Departamento de Educación Física y Deportiva
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
Universidad de Granada
Abril 2010**



D. Luis Javier Chiroso Ríos

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Universidad de Granada.

D. Ignacio Jesús Chiroso Ríos

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
Universidad de Granada.

D. Ignacio Martín Tamayo

Doctor en Psicología.
Facultad de Psicología.
Universidad de Granada.

CERTIFICAN: Que la presente Tesis Doctoral titulada “Análisis de la influencia de la intensidad del entrenamiento sobre variables de control de carga interna en deportes coletivos” ha sido realizada bajo nuestra dirección, por D. Jorge Cuadrado Reyes para optar al grado de Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Hallándose concluida y reuniendo a su juicio, las condiciones de originalidad y rigor científico necesarias, autorizan su presentación a fin de que pueda ser defendida ante el tribunal correspondiente.

Y para que así conste, expiden y firman este informe en Granda, Abril de 2010.

*A mis padres, a mi familia, a mis amigos y
a todas las personas que están a mi lado y
en las que siempre encuentro felicidad,
alegría, optimismo y un gran apoyo.*

AGRADECIMIENTOS

A alguien que ha sido algo más que mi director de tesis, mi amigo Luja. Gracias a ti nunca me sentí solo durante todo el proceso de elaboración de Tesis Doctoral. Gracias a tu constante disponibilidad, apoyo, alegría, empatía, ánimo y profesionalidad. Gracias por estar ahí en los momentos buenos y en los malos. No tengo palabras para expresar mi agradecimiento. MUCHAS GRACIAS AMIGO.

A mi director y amigo Ignacio. Gracias por las oportunidades, ideas y aportaciones que me has dado durante todos estos años. Me has ayudado a crecer como profesional y como persona. Sinceramente. MUCHAS GRACIAS.

A mi director Nacho, por esas horas que has dedicado junto a mí para que este proyecto saliera adelante. Gracias por tu disponibilidad, por tu empatía, amistad y compromiso. MUCHAS GRACIAS.

A mi familia. Vuestra influencia y apoyo ha sido vital para conseguir este objetivo.

A mis padres Pepe y Mari, a los que les debo todo lo que tengo. Gracias por la educación que me habéis dado, y gracias por haber creado y trabajado nuestra gran familia.

A mis hermano/as: Miriam, Fátima, Begoña, Jose y Virginia, a mis cuñados/a: Paco, Miguel, Chiqui y Jose y a mis sobrino/as: Irene, Laura, Natalia, Miguel y Sofía (y a los que quedan por venir).

Gracias, porque me habéis apoyado, aconsejado o ayudado siempre que lo he necesitado y siempre me habéis transmitido alegría y optimismo.

Para los que son algo más que grandes amigos, mis hermanos, Demo, Emilio, Gonzalo y Willy, gracias por escucharme, comprenderme, apoyarme, animarme y motivarme durante todo este periodo y durante toda la vida que llevamos juntos. Por

supuesto gracias a vuestras respectivas familias, en las cuales me siento tan cómodo como si fuera la mía.

A Cristina, por haberme comprendido y “soportado” durante todo este proceso de Tesis Doctoral. Gracias por tus ánimos y muchas gracias por escucharme atentamente, tanto en los momentos buenos como en los momentos malos. Gracias por comprenderme y animarme, por tu ayuda, por preocuparte por mi y por tu constante disponibilidad... MUCHAS GRACIAS.

Al Club Balonmano Ángel Ximénez - Puente Genil, y en especial a sus jugadores que me han “aguantado” durante la temporada. Desde el primer día me recibisteis con una sonrisa. ¡Sois los mejores!

A mi amigo Brasileño “Tuta”, con el que he compartido muchos momentos durante nuestro proceso de Doctorado y elaboración de Tesis.

A Carlos, Manolo y Pepe, por la ayuda que me han brindado durante todo este periodo de tiempo.

A los amigos de siempre con los que he compartido y seguiré compartiendo esos buenos momentos que te animan y empujan a ver la vida con optimismo.

A los componentes de mi chirigota, “El Lunes empiezo” ya que en momentos determinados ha sido la mejor terapia para sacar este proyecto adelante. Una risa, un chiste o un buen cuplé, siempre es una ayuda para afrontar la vida con alegría!

A la buena gente de Neosport y en especial a mi amigo David. Gracias por vuestra empatía y confianza. Viva la buena gente como vosotros.

A todas esas personas que han confiado y confían en mí. MUCHAS GRACIAS.

ÍNDICE GENERAL

	<i>Páginas</i>
CAPÍTULO I: MARCO CONCEPTUAL	25
I.1.- MARCO TEÓRICO	27
I.1.1.- Clasificación de los deportes. Definición y características de deportes colectivos de cooperación/oposición: un acercamiento al balonmano	28
I.1.2.- Dinámica del juego. Ciclo de juego en deportes colectivos de cooperación/oposición: balonmano	31
I.1.3.- Perfil fisiológico de la actividad en deportes colectivos de cooperación/oposición	34
I.1.4.- Planificación del entrenamiento	37
I.1.5.- Cuantificación de la carga interna en deportes colectivos	42
I.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	55
I.2.1.- Planteamiento del problema de estudio	55
I.2.2.- Hipótesis de estudio	56
I.2.3.- Objetivos del estudio	56
CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODO	59
II.1.- SUJETOS	61
II.2.- VARIABLES	62
II.2.1.- Variables independientes	62
II.2.2.- Variables dependientes	62
II.2.3.- Variables contaminantes	62
II.3.- DISEÑO	64

II.4.- MATERIAL E INSTRUMENTOS DE MEDIDA	65
II.4.1.- Material utilizado para la valoración de los parámetros biométricos	65
II.4.2.- Material utilizado para la valoración en el test de campo	65
II.4.3.- Material utilizado para la valoración diaria de los deportistas en la pista de entrenamiento	67
II.4.4.- Material informático utilizado para la interpretación de datos ..	68
II.5.- PROCEDIMIENTOS	74
II.5.1.- Descripción de la prueba control realizada (Course Navette)...	74
II.5.2.- Descripción de los ejercicios C32 y S7.....	75
II.5.3.- Descripción del procedimiento utilizado durante las sesiones de entrenamiento.....	76
II.5.4.- Descripción del procedimiento para calcular las franjas de esfuerzo individuales de cada jugador (Porcentajes de FCR y VO2).....	79
II.5.5.- Descripción para el procedimiento de toma y procesamiento de datos.....	82
II.5.6.- Descripción del procedimiento de toma de datos de eficacia en la pista	83
II.5.7.- Planificación y estructuración del entrenamiento del Club Balonmano Ángel Ximénez - Puente Genil	86
CAPÍTULO III: RESULTADOS	93
III.1.- RELACIONES ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CARGA EN LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO	95
III.1.1.- Evolución de la percepción subjetiva del esfuerzo a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento y su relación con las franjas de esfuerzo de frecuencia cardiaca de reserva.....	95
III.1.2.- Relaciones existentes entre la frecuencia cardiaca máxima media, las diferentes franjas de esfuerzo medias de cada jugador y las RPE media y general. Análisis individual y grupal.....	107
III.1.3.- Estimación de la frecuencia cardiaca máxima individual. Propuesta de estimación de la frecuencia cardiaca máxima, a partir de situaciones de entrenamiento en balonmano	112

III.1.4.- Interpretación de los datos de Frecuencia cardiaca en valores de Consumo de Oxígeno	114
III.1.5.- Tendencia general de la RPE a lo largo de la sesión de entrenamiento	116
III.2.- RELACIONES ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CARGA INTERNA Y EFICACIA EN EJERCICIOS DE ALTA INTENSIDAD (S7 Y C32).....	122
III.2.1.- Resultados del ejercicio S7 realizado al principio y al final del entrenamiento	122
III.2.2.- Resultados del ejercicio C32 realizado al principio y al final del entrenamiento	128
III.2.3.- Intensidad de los ejercicios S7 y C32 en relación con los demás ejercicios realizados a lo largo de las 21 sesiones monitorizadas	134
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	135
IV.1.- RELACIONES ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CARGA EN LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO	137
IV.1.1.- Evolución de la percepción subjetiva del esfuerzo a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento y su relación con las franjas de esfuerzo de frecuencia cardiaca	137
IV.1.2.- Relaciones existentes entre la frecuencia cardiaca máxima media, las diferentes franjas de esfuerzo medias de cada jugador y las RPE media y general. Análisis individual y grupal.....	143
IV.1.3.- Estimación de la frecuencia cardiaca máxima individual. Propuesta de estimación de la frecuencia cardiaca máxima, a partir de situaciones de entrenamiento en balonmano	145
IV.1.4.- Discusión de la relación existente entre el % FC de reserva, FC máxima y VO2 máximo	149
IV.1.5.- Tendencia general de la RPE a lo largo de la sesión de entrenamiento	152
IV.2.- RELACIONES ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CARGA INTERNA Y EFICACIA EN EJERCICIOS DE ALTA INTENSIDAD (S7 Y C32).....	153

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	159
V.1.- CONCLUSIONES	161
V.2.- PERSPECTIVAS DE FUTURO.....	162
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA	163
VI.1.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165
CAPÍTULO VII: ANEXOS	179
ANEXO VII.1.- FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO DE LOS SUJETOS EXPERIMENTALES	181
ANEXO VII.2.- PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE FRECUENCIA CARDIACA BASAL	182
ANEXO VII.3.- PLANILLAS INDIVIDUALES DE CADA JUGADOR PARA EL REGISTRO DE LA RPE, DE CADA EJERCICIO Y GENERAL	183
ANEXO VII.4.- PLANILLAS DE RECOGIDA DE REGISTRO DE DATOS, PARA EL CONTROL DURANTE LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO	184
ANEXO VII.5.- PLANIFICACIÓN DEL CLUB BALONMANO PUENTE GENIL	185
ANEXO VII.6.- RESUMEN DE LA COMPARATIVA DE LAS MEDIAS DE FC MÁXIMA, DIFERENTES FRANJAS DE FCR, RPE GENERAL, RPE MEDIA Y RPE PREVISTA A LO LARGO DE LAS 21 SESIONES DE ENTRENAMIENTO	195

ÍNDICE DE TABLAS

	<i><u>Páginas</u></i>
<u>CAPÍTULO I.-</u>	
Tabla I.1: Diferentes estructuras de la planificación deportiva García Manso et al. (1996a).....	40
Tabla I.2: Índice TRIMP. $e = 2.712$, $x = (HR_{ex} - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest})$, HR_{rest} = Frecuencia cardiaca media durante la recuperación, y HR_{ex} = Frecuencia cardiaca media durante el ejercicio. (Bannister, 1991).....	43
Tabla I.3: Método Edwards. Zona 1 = 50 – 60% de la frecuencia cardiaca máxima, zona 2 = 60 – 70% de FC máx. zona 3 = 70 – 80% FC máx. zona 4 = 80 – 90% FC máx. zona 5 = 90 – 100% FC máx. (Edwards, 1993).....	43
Tabla I.4: Método WER. CW = Trabajo acumulado, END_{LIM} = Límite de la resistencia obtenida en el test, DCW = duración del trabajo acumulado y DCR = duración de los periodos de recuperación. (Desgorces et al., 2007).....	44
Tabla I.5: Escala de percepción subjetiva del esfuerzo. 0 a 10 puntos.....	45
Tabla I.6: Escala de percepción subjetiva del esfuerzo. 6 a 20 puntos.....	46
Tabla I.7: Ecuación de RPE. Foster et al. (1996).....	46
Tabla I.8: Escala de percepción subjetiva del esfuerzo en relación al tiempo de que se desarrolla la actividad.....	47
<u>CAPÍTULO 2.-</u>	
Tabla II.1: Características de los sujetos.....	61
Tabla II.2: Número de sesiones y variables controladas.....	64
Tabla II.3: Relación entre velocidades y estadios en Course Navette.....	80
Tabla II.4: Rivales, categorías y tipo de microciclo. Negrita: jugamos en casa, Azul: jugamos fuera.....	86

CAPÍTULO 3.-

Tabla III.1:	Valores mínimos, máximos, media y desviación típica de la RPE (media y general) lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. (RPE_M: valor de la RPE correspondiente a la sesión, RPE_G: valor general de la RPE correspondiente a la sesión indicada).....	96
Tabla III.2:	Datos del comportamiento de la frecuencia cardiaca a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. (FC_60: % de trabajo por debajo del 60% FCR; FC_60_80: % de trabajo entre el 60 y el 80% de la FCR; FC_80: % de trabajo por encima del 80% de la FCR).....	98
Tabla III.3:	Correlaciones entre las medias de RPE general, RPE media, FC_80, FC_60_80 y FC_60 de las 21 sesiones	100
Tabla III.4:	Correlaciones entre la RPE media, general y RPE prevista.....	100
Tabla III.5:	Correlaciones entre los valores individuales de RPE general, RPE medio, FC_80, FC_60_80 y FC_60 de las 21 sesiones	102
Tabla III.6:	Predicción de la RPE (media) individual a partir de los valores de FC a partir del 80% y valores entre 60 y 80%	104
Tabla III.7:	Predicción de la RPE (general) individual a partir de los valores de FC a partir del 80% y valores entre 60 y 80%	106
Tabla III.8:	Datos descriptivos de la frecuencia cardiaca máxima a lo largo de las 21 sesiones monitorizadas.....	107
Tabla III.9:	Correlaciones existentes entre los valores medios de FC máx y FC_60, FC_60_80, FC_80 a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento	109
Tabla III.10:	Correlaciones existentes entre los valores individuales de FC máx y FC_60, FC_60_80, FC_80 a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento	109
Tabla III.11:	Correlaciones entre las RPE (media) y RPE (general) y la FC máxima individual de cada jugador en las 21 sesiones de entrenamiento	111
Tabla III.12:	Correlaciones entre las RPE (media) y RPE (general) y la FC máxima grupales en las 21 sesiones de entrenamiento.....	111
Tabla III.13:	Resultados de los 13 sujetos durante el test de potencia aeróbica máxima. Y los resultados de las medias de las Frecuencias cardiacas máximas en 3 sesiones de intensidad por encima de 17 en la escala de RPE (general y media)	112

Tabla III.14:	Resultados de las correlaciones entre distintas formas de cálculo de la frecuencia cardiaca máxima.....	113
Tabla III.15:	Asociaciones %FC máxima y % VO ₂ máximo. Relaciones de % FC máx y %VO ₂ máx. (Jiménez et al., 2005 Modificado de Marion et al., 1994).....	115
Tabla III.16:	Resultados de las correlaciones entre distintas formas de cálculo de la frecuencia cardiaca máxima.....	115
Tabla III.17:	Datos descriptivos de las medias de la RPE de cada ejercicio de 7 sesiones seleccionadas	117
Tabla III.18:	Resultados del ANOVA de medidas repetidas sobre la VD RPE en función de la Sesión y el Momento	118
Tabla III.19:	RPE en función del momento dentro de la sesión.....	118
Tabla III.20:	Comparaciones DMS entre los seis momentos.....	119
Tabla III.21:	Diferencias entre momentos dentro de las sesiones de entrenamiento	121
Tabla III.22:	Datos medios de los ejercicios S7 realizados al inicio del entrenamiento. GOL BC: Gol Buenas condiciones, GOL MC: Gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones.....	122
Tabla III.23:	Datos medios de los ejercicios S7 realizados al final del entrenamiento. GOL BC: Gol Buenas condiciones, GOL MC: Gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones.....	122
Tabla III.24:	Diferencias entre FC al 60%, entre el 60 y el 80%, por encima del 80% y RPE en el S7 al principio y al final del entrenamiento	123
Tabla III.25:	Correlaciones entre la RPE y las diferentes franjas de esfuerzo. También correlación entre las diferentes franjas de esfuerzo en los S7 realizados al inicio del entrenamiento.....	125
Tabla III.26:	Correlaciones entre la RPE y las diferentes franjas de esfuerzo. También correlación entre las diferentes franjas de esfuerzo en los S7 realizados al final del entrenamiento	125
Tabla III.27:	Diferencias entre los lanzamientos realizados en los ejercicios S7 al principio y al final del entrenamiento	126
Tabla III.28:	Comparativa de los valores de Frecuencia cardiaca y RPE en los ejercicios C32 realizados al principio y al final del entrenamiento	128

Tabla III.29:	Datos medios obtenidos en el ejercicio C32 realizado al principio de las sesiones de entrenamiento	128
Tabla III.30:	Datos medios obtenidos en el ejercicio C32 realizado al final de las sesiones de entrenamiento.....	128
Tabla III.31:	Correlaciones entre variables de %FC y RPE en los ejercicios C32 realizados tras el calentamiento.....	130
Tabla III.32:	Correlaciones entre variables de %FC y RPE en los ejercicios C32 realizados como último ejercicio del entrenamiento.....	131
Tabla III.33:	Diferencias entre los lanzamientos realizados en el ejercicio C32 al principio y al final de la sesión de entrenamiento	133
Tabla III.34:	RPE media de los ejercicios realizados a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. N = número de muestras de cada ejercicio	134

CAPÍTULO IV.-

Tabla IV.1:	Equivalencias entre % FC y % VO ₂ máx. (Jiménez, A., 2005. Modificado de Marion, Kenny y Thoden, 1994).....	150
--------------------	--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

	<u>Páginas</u>
<u>CAPÍTULO I.-</u>	
Figura I.1: Clasificación deportes cooperación/oposición. Hernández-Moreno (1998)	29
Figura I.2: Clasificación de la técnica ofensiva en deportes de cooperación/oposición. (Hernández-Moreno, 1998)	30
Figura I.3: Clasificación de la técnica defensiva en los deportes de cooperación/oposición. (Hernández-Moreno, 1998)	30
Figura I.4: Principios generales del juego en balonmano. Ataque - Defensa. Bayer (1986)	31
Figura I.5: Ciclo de juego y sus fases. Correlación ataque – defensa. (Antón, 1990)	32
Figura I.6: Fases del juego. Espar (2001)	33
Figura I.7: Comportamiento de la frecuencia cardiaca a lo largo de un entrenamiento en Balonmano	35
Figura I.8: Dinámica general de un proceso de entrenamiento. García Manso, Navarro Valdivieso y Ruíz Caballero, (1996b)	38
Figura I.9: Dinámica de cargas. Pretemporada Seiru-lo. VCCE: Volumen concentrado de condición específica. VTT: Volumen técnico táctico. I: Intensidad. VCG: Volumen carga general	41
Figura I.10: Dinámica de cargas. Microciclo competición. Seiru-lo. VCCE: Volumen concentrado de condición específica. VTT: Volumen técnico táctico. I: Intensidad. VCG: Volumen carga general.....	41
<u>CAPÍTULO II.-</u>	
Figura II.1: Comparativa de la realización de los mismos ejercicios (S7 y C32) al principio y al final de la sesión de entrenamiento.	64

Figura II.2:	Impedanciómetro, Tanita TBF – 300.....	65
Figura II.3:	Tallímetro.....	65
Figura II.4.	Pulsómetro Polar S610.....	66
Figura II.5:	Pulsómetro Polar Team.....	66
Figura II.6:	Planillas de registro de la RPE en cada sesión de entrenamiento....	67
Figura II.7:	Tabla de recogida de datos a pie de pista.....	68
Figura II.8:	Hoja de cálculo para la identificación de los ejercicios en la curva de frecuencia cardiaca.....	69
Figura II.9:	Hojas de cálculo para almacenar los datos de eficacia en los lanzamientos junto a la RPE.....	69
Figura II.10:	Hoja de cálculo para el almacenamiento general de datos de sesión.....	70
Figura II.11:	Hojas de cálculo para el almacenamiento de los resultados de los ejercicios S7 y C32.....	71
Figura II.12:	Hoja de cálculo para almacenamiento anual de datos.....	71
Figura II.13:	Software Polar Precision Performance version 4.00.022.....	72
Figura II.14:	Interface Polar Irda Usb.....	72
Figura II.15:	Ordenador de mesa Dell INSPIRON 545 MT.....	73
Figura II.16:	Ordenador portátil Asus EE PC S101.....	73
Figura II.17:	Colocación de pulsómetro Polar (modelo TEAM) para la monitorización de la prueba frecuencia cardiaca.....	74
Figura II.18:	Descripción gráfica del ejercicio C32.....	76
Figura II.19:	Colocación de pulsómetros y carpetas para la recogida del RPE....	77
Figura II.20:	Pulsómetros y carpetas para apuntar la RPE de los jugadores.....	78
Figura II.21:	Planilla para el cálculo de la frecuencia basal.....	79
Figura II.22:	Hoja de cálculo para la estimación de los porcentajes de trabajo (%FCR).....	81
Figura II.23:	Frecuencia cardiaca máxima. Distribución en las diferentes franjas de esfuerzo.....	81
Figura II.24:	Distribución de la frecuencia cardiaca en zonas. Tanto por ciento del tiempo total del entrenamiento que el jugador pasa en las diferentes zonas de establecidas de esfuerzo.....	82

Figura II.25: Hoja de cálculo, “identificación de la sesión de entrenamiento”.....	83
Figura II.26: Selección de la gráfica.....	83
Figura II.27: Selección de ejercicios identificados en la gráfica	83
Figura II.28: Valoración del lanzamiento para extremos.....	84
Figura II.29: Valoración del lanzamiento para laterales y centrales	85
Figura II.30: Valoración del lanzamiento para pivotes	85
Figura II.31: Dinámicas de cargas previstas por el cuerpo técnico para las 21 sesiones de entrenamiento monitorizadas	92

CAPÍTULO III.-

Figura III.1: Evolución de las RPE general y media obtenidos a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento	97
Figura III.2: Comportamiento de la frecuencia cardiaca media del equipo, distribuida a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.....	99
Figura III.3: Comparativa entre las RPE media, general y prevista por el cuerpo técnico	101
Figura III.4: Plano de predicción de la RPE (media)	103
Figura III.5: Plano de predicción de la RPE (general)	105
Figura III.6: Evolución gráfica de la frecuencia cardiaca máxima media a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento	108
Figura III.7: Comparativa de la evolución de la curva de la frecuencia cardiaca máxima y las diferentes franjas de esfuerzo a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. La curva de la FC máxima viene expresada en valores absolutos, mientras que las curvas de FC en las distintas franjas de esfuerzo vienen indicadas en valores relativos	108
Figura III.8: Predicción de la frecuencia cardiaca máxima a partir de los valores individuales de FC _{60_80} y FC ₈₀	110
Figura III.9: Estimación de la frecuencia cardiaca máxima individual del jugador a partir de la ecuación propuesta.....	114
Figura III.10: Igualdad de los valores de % FC máxima y % VO2 máx y FCR..	116
Figura III.11: Tendencia media de la RPE de los diferentes ejercicios a lo largo de la sesión de entrenamiento	119
Figura III.12: Evolución de los 6 ejercicios a lo largo de las 7 sesiones tomadas como muestra.....	120

Figura III.13: Distribución de los esfuerzos de los jugadores durante los ejercicios S7 realizados al inicio del entrenamiento.....	124
Figura III.14: Distribución de los esfuerzos de los jugadores durante los ejercicios S7 realizados al final del entrenamiento	124
Figura III.15: Distribución del total de lanzamientos realizados en el ejercicio S7 al inicio del entrenamiento, siendo un 64% el total de lanzamientos “gol en buenas condiciones”, 34% no gol en buenas condiciones, 0% de goles en malas condiciones y 2% de no goles en malas condiciones	127
Figura III.16: Distribución del total de lanzamientos realizados en el ejercicio S7 al final del entrenamiento, siendo un 63% el total de lanzamientos “gol en buenas condiciones”, 27% no gol en buenas condiciones, 4% de goles en malas condiciones y 6% de no goles en malas condiciones	127
Figura III.17: Distribución de los esfuerzos del ejercicio C32 realizado al principio del entrenamiento	129
Figura III.18: Distribución de los esfuerzos del ejercicio C32 realizado al final del entrenamiento	130
Figura III.19: Distribución del total de lanzamientos realizados en el ejercicio C32 al inicio del entrenamiento, siendo un 66% el total de lanzamientos “gol en buenas condiciones”, 20% no gol en buenas condiciones, 3% de goles en malas condiciones y 11% de no goles en malas condiciones	132
Figura III.20: Distribución del total de lanzamientos realizados en el ejercicio C32 al final del entrenamiento, siendo un 62% el total de lanzamientos “gol en buenas condiciones”, 26% no gol en buenas condiciones, 1% de goles en malas condiciones y 11% de no goles en malas condiciones	133

RESUMEN

Los deportes colectivos de cooperación/oposición encierran unas características comunes en lo que al carácter de los esfuerzos se refiere. En estas disciplinas deportivas se desarrollan esfuerzos intermitentes durante el juego ya que se despliegan durante el mismo una gran variabilidad de acciones técnico tácticas.

Ante la dificultad de controlar la carga interna desarrollada en los entrenamientos por los jugadores en estas disciplinas deportivas, planteamos el presente trabajo, donde exponemos alternativas para el control de la carga que soportan nuestros deportistas.

Para ello hemos contado con 13 sujetos de un equipo de balonmano de la División de Honor B española, que fueron evaluados para calcular sus frecuencias cardíacas máximas (FC máx) y sus consumos máximos de oxígeno (VO_2 máx). Se aplicó un test de potencia aeróbica máxima (Course Navette) y se les calcularon los porcentajes de trabajo usando los valores obtenidos de FC máx y frecuencia cardíaca basal (FC basal), calculando así la Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR). Posteriormente fueron monitorizados durante 21 sesiones de entrenamiento, las cuales tuvieron una duración de entre 1 hora 50 minutos y 2 horas. Los esfuerzos realizados medidos en FC, fueron clasificados como 1.- esfuerzos por debajo del 60% de la FCR, 2.- esfuerzos entre el 60 y el 80% de la FCR y 3.- Esfuerzos por encima del 80% de la FCR. Durante esas 21 sesiones se realizaron tomas de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) de todos los ejercicios desarrollados y del global de todas las sesiones de entrenamiento, obteniendo la RPE general de sesión y la RPE media de todos los ejercicios realizados a lo largo de la sesión.

Tras las 21 sesiones de toma de datos se realizaron diferentes estudios. Se comprobó la correlación existente entre la RPE prevista por los entrenadores y la RPE media ($r = 0,77$) y general ($r = 0,85$), también se determinó la correlación existente entre la RPE general y la RPE media, a nivel grupal ($r = 0,96$) y a nivel individual ($r = 0,88$). Se determinaron las correlaciones existentes a nivel individual y a nivel grupal de la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva del es-

fuerzo. Las correlaciones de la línea de máximo esfuerzo (por encima del 80% de FCR) con la RPE general fueron significativas tanto a nivel grupal ($r = 0,82$) como a nivel individual ($r = 0,35$).

Se obtuvieron ecuaciones para la predicción de los esfuerzos realizados en relación a la RPE media y general.

Se correlacionó la curva descrita por las FC máximas de los jugadores a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento y las diferentes franjas de esfuerzo en FCR y la RPE, obteniéndose una correlación de $r = 0,83$ para la curva descrita por la FC máx media y la FCR por encima del 80%. Se obtuvo una correlación significativa entre la curva descrita por la media de la FC máx y la RPE media ($r = 0,59$) y general ($r = 0,70$).

Igualmente se propuso una ecuación para la estimación de la frecuencia cardiaca máxima de los sujetos en situaciones reales de juego, y se contrastó con otras fórmulas de estimación de la FC máxima, obteniéndose correlaciones significativas ($r = 0,71$, con la fórmula propuesta por Karvonen y $r = 0,71$ con la fórmula propuesta por Imbar et al.).

Se comprobó que la tendencia normal de la RPE a lo largo de la sesión va en progresivo aumento, existiendo diferencias significativas en los valores de la RPE entre algunos ejercicios dentro de la sesión.

Finalmente se estudiaron detenidamente dos ejercicios que se asemejan mucho al juego real en balonmano, estos eran los ejercicios S7 y C32. Se examinaron los esfuerzos realizados y las RPE obtenidas, y además se incluyó una valoración de los goles obtenidos.

Tras todos los estudios realizados, se expusieron argumentaciones para la interpretación de los datos en porcentajes de VO_2 máx, realizando las estimaciones oportunas.

Los resultados nos muestran que el uso conjunto de la frecuencia cardiaca junto a la percepción subjetiva del esfuerzo, nos pueden ser de mucha utilidad para el control diario de la carga de trabajo que soportan nuestros jugadores, siendo las correlaciones más fuertes a nivel grupal que a nivel individual, por lo que podríamos decir que los medios empleados son correctos para el control de la carga de entrenamiento que soporta un equipo deportivo.



CAPÍTULO I:

Marco Conceptual



I.1.- MARCO TEÓRICO

Los deportes colectivos en general y el balonmano en particular, son disciplinas deportivas en las que se desarrollan unas características técnico-tácticas y de esfuerzos determinadas.

En el presente capítulo, realizaremos un breve acercamiento a las clasificaciones de los diferentes deportes existentes y explicaremos la dinámica de juego común en todos los deportes colectivos de cooperación/oposición. Esta determinada estructura de juego y variabilidad técnico-táctica, repercutirá en la dinámica de esfuerzos y vías metabólicas implicadas para la obtención de energía, por lo que realizaremos también una breve reseña sobre las vías energéticas más demandadas en este tipo de deportes.

Esta contextualización inicial, la vemos importante para comprender la importancia de la cuantificación de la carga de entrenamiento, ya que ésta será la base de una correcta organización de las cargas a lo largo de la planificación de un equipo. En relación a ello, se han expuesto modelos de planificación del entrenamiento en deportes colectivos, pero para ser capaces de estructurar bien la carga de entrenamiento a lo largo de la planificación, una correcta cuantificación y control de la misma será fundamental, por lo que en este capítulo se expone una revisión de estudios en los que se ha cuantificado la carga interna de jugadores en deportes colectivos de cooperación/oposición, usando diferentes medios y procedimientos.

Terminaremos el capítulo argumentando el problema de estudio, formulando las hipótesis y enunciando los objetivos del estudio.

I.1.1.- CLASIFICACIÓN DE LOS DEPORTES. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE DEPORTES COLECTIVOS DE COOPERACIÓN/OPOSICIÓN: UN ACERCAMIENTO AL BALONMANO.

El balonmano es un deporte de cooperación/oposición, donde los jugadores interaccionan de forma simultánea en un mismo espacio de juego y cuyo objetivo es marcar gol en la portería del equipo contrario.

Tal y como expone Parlebas (2003), existen un gran cúmulo de clasificaciones. Según Parlebas, son numerosos los autores que han realizado clasificaciones sobre los deportes y cada uno de ellos presenta una propia tipología.

En nuestro caso, nos hemos basado en la clasificación expuesta por Hernández-Moreno (1998) para contextualizar a los deportes colectivos en general y al balonmano en particular. Hernández-Moreno clasifica los deportes desde el punto de vista organizativo en:

- Deportes psicomotrices o individuales.
- Deportes de oposición.
- Deportes de cooperación.
- Deportes de cooperación/oposición.

En la clasificación realizada por Hernández-Moreno (1998) incluye al balonmano dentro de los deportes de cooperación/oposición y los define como “aquellos deportes en los que la acción de juego es la resultante de las interacciones entre participantes, producidas de manera que un equipo coopera entre sí para oponerse a otro que actúa también en cooperación y que a su vez se opone al anterior”. Blázquez (1999) añade que “los deportes de cooperación/oposición presentan como rasgo más significativo precisamente el hecho de que se da simultáneamente la cooperación y la oposición por un número variable de individuos, con lo que las interacciones son a la vez negativas y positivas y que como consecuencia de ello, el factor decisión o comportamiento estratégico se convierte en predominante para la puesta en acción o desarrollo práctico”. En ellos, el balón constituye el factor relacional del deporte (Bouet, 1968). Igualmente, son actividades competitivas, donde se juega contra otro equipo y pueden o no interaccionar sobre el terreno de juego y la participación puede ser simultánea o alternativa. Según Siff y Verkhoshansky (2004), diferencian los deportes acíclicos y cíclicos, encuadrando al balonmano, como deporte acíclico en el que la demanda energética y patrones funcionales del movimiento serán diferentes que los deportes cíclicos.

Hernández-Moreno (1998) realiza una estructuración de los diferentes deportes de cooperación/oposición tal y como podemos comprobar en la figura I.1. Como podemos observar, Hernández-Moreno clasifica al balonmano como un deporte de cooperación/oposición, en el que los dos equipos participan en un espacio común, y la participación es simultánea sobre el terreno de juego. Al igual que el balonmano, el fútbol, el baloncesto el hockey o el rugby, cumplen esas mismas características. Será este grupo de deportes al que dirigamos la investigación que proponemos en posteriores capítulos.

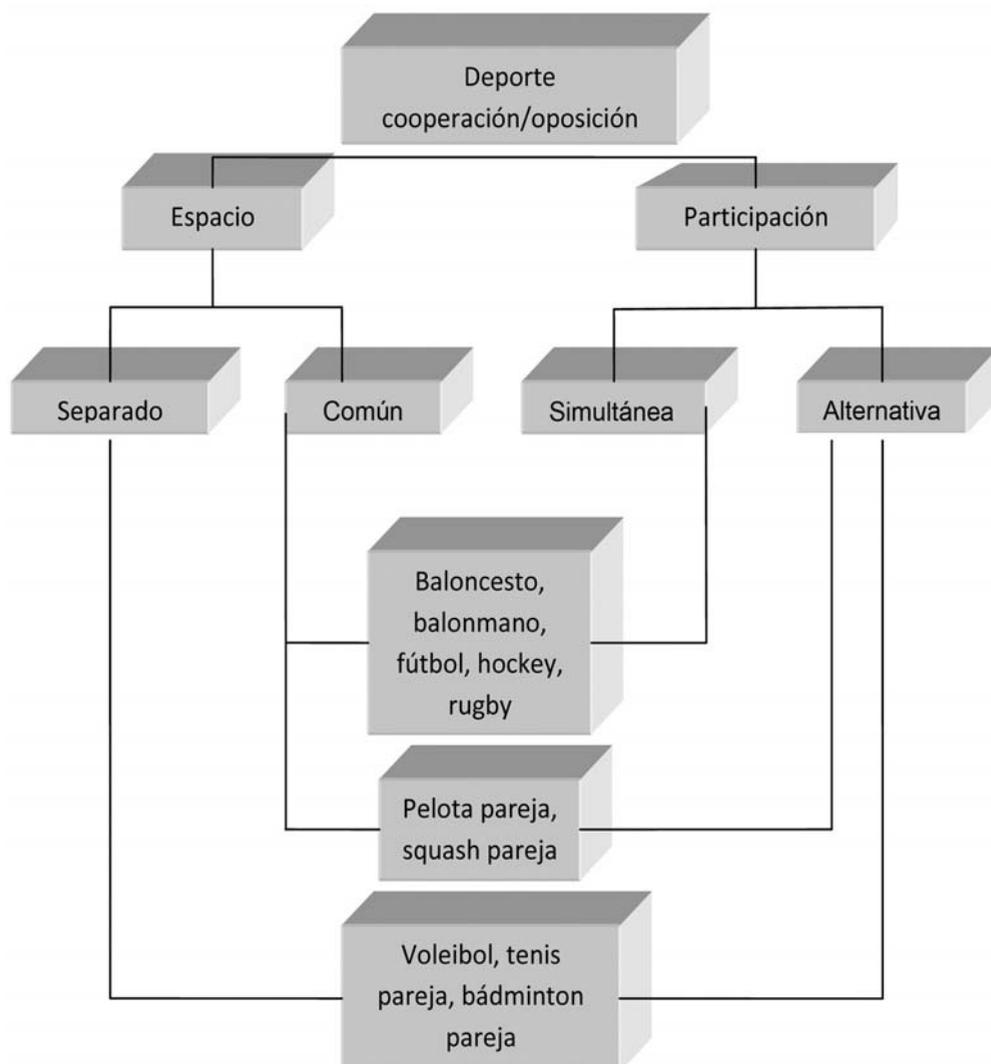


Figura I.1: Clasificación deportes cooperación/oposición. Hernández-Moreno (1998).

Hernández-Moreno (1998) realiza también una clasificación técnico/táctica de las acciones en deportes colectivos de cooperación/oposición tanto en el ciclo de ataque, (figura I.2) como en el ciclo de defensa (figura I.3).



Figura I.2: Clasificación de la técnica ofensiva en deportes de cooperación/oposición. (Hernández-Moreno, 1998).



Figura I.3: Clasificación de la técnica defensiva en los deportes de cooperación/oposición. (Hernández-Moreno, 1998).

Estas acciones técnico-tácticas descritas en las figuras I.2 y I.3 son comunes en todos los deportes colectivos de cooperación/oposición. Cada deporte tendrá sus restricciones oportunas, según la reglamentación del mismo.

I.1.2.- DINÁMICA DEL JUEGO. CICLO DE JUEGO EN DEPORTES COLECTIVOS DE COOPERACIÓN/OPOSICIÓN: BALONMANO.

Tanto en los deportes de equipo en general (de participación simultánea y espacio de juego común) como en el balonmano en particular, el juego sigue una estructura determinada. Las fases del juego se desarrollan de igual modo en todos los deportes de equipo de cooperación/oposición.

Siguiendo a Bayer (1986), observamos su propuesta teórica sobre la dinámica del juego en balonmano. Tenemos un equipo que defiende y lucha por recuperar la posesión del balón, mientras que el contrario intenta conservarlo. El equipo que ataca intenta progresar con el balón y la defensa intenta anular o retardar el avance. El equipo que ataca intenta conseguir gol, mientras que el equipo que defiende intenta evitarlo (figura I.4).

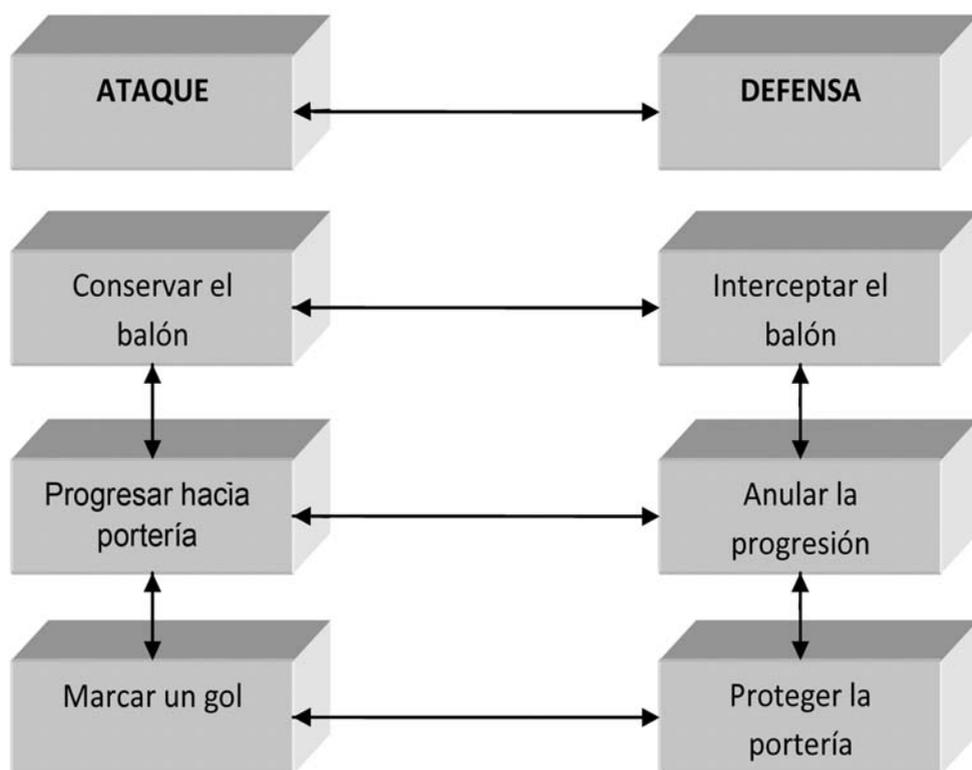


Figura I.4: Principios generales del juego en balonmano. Ataque - Defensa. Bayer (1986).

Antón (1990), hace una propuesta sobre el ciclo de juego (figura I.5). Según Antón, “la posesión del balón permite la obtención de un tanto, de un gol, y define lo que habitualmente llamamos *ataque*. Por consiguiente el hecho de poseer y

conservar el balón, o la lucha por su posesión, es un factor decisivo para el éxito en el juego”. Como podemos observar en la figura I.5, en el ciclo de juego podemos observar diferentes situaciones tácticas las cuales conllevan diferentes esfuerzos de forma sucesiva por parte de los jugadores, esta circunstancia unida a la variabilidad de acciones técnicas (figuras I.2 y I.3) dan el carácter intermitente al deporte.

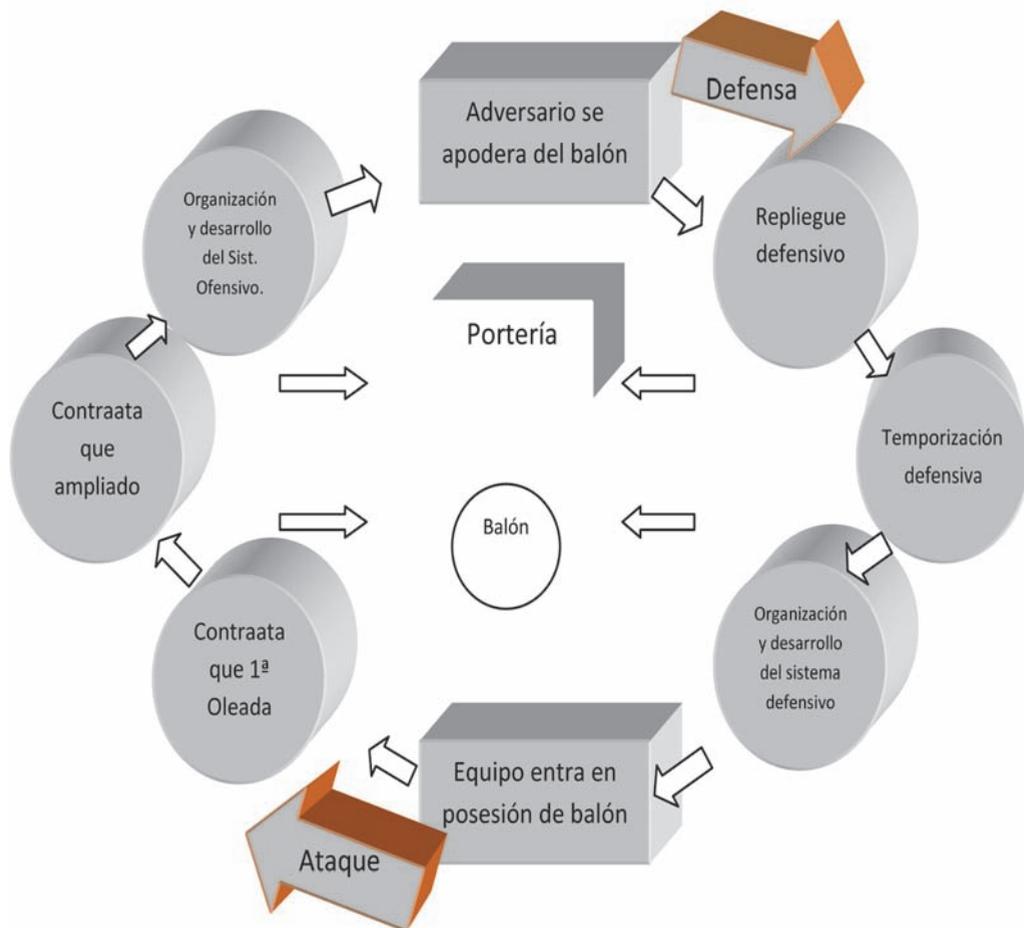


Figura I.5: Ciclo de juego y sus fases. Correlación ataque – defensa. (Antón, 1990).

Espar (2001) también expone de una forma simple las diferentes fases del juego en balonmano. En el juego se puede observar de forma cíclica las mismas fases del juego de una forma sucesiva (figura I.6).

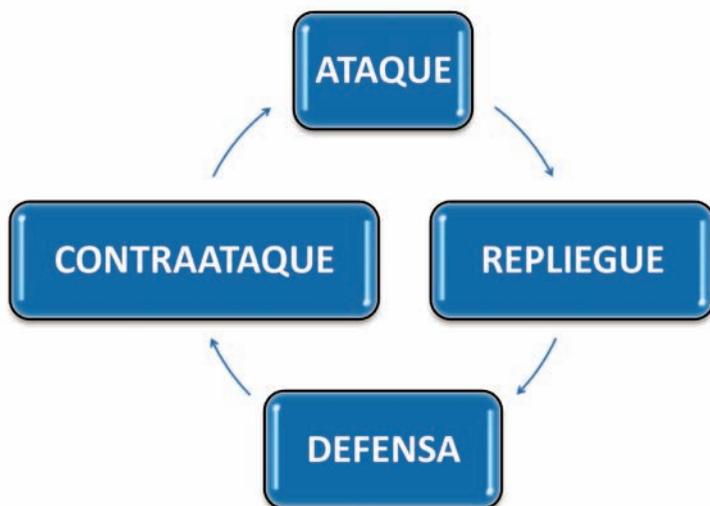


Figura I.6: Fases del juego. Espar (2001).

Ambos equipos participan con la misma secuenciación de fases, pero de forma alternativa. Podemos decir que todo el juego gira alrededor de la fase de ataque y de la fase de defensa, estas son las dos principales fases del juego. El equipo atacante es el equipo que tiene la posesión del balón en ese momento. La finalidad del equipo atacante será “meter gol” mientras que el objetivo del equipo que defiende será evitarlo. Además de estas dos fases principales, Espar (2001), expone dos subfases, estas son contraataque y repliegue. La fase de contraataque la podemos detectar en el momento que el equipo que defiende recupera el balón e intenta sorprender al adversario. Esto se da con mucha frecuencia en balonmano. El equipo defensor (que acaba de perder la posesión del balón) tendrá que montar la defensa para evitar el gol. Es aquí cuando podemos comprobar la fase de repliegue. Espar expone “un partido de balonmano supone una contraposición de objetivos que tienden a equilibrar el enfrentamiento”.

I.1.3.- PERFIL FISIOLÓGICO DE LA ACTIVIDAD EN DEPORTES COLECTIVOS DE COOPERACIÓN/OPOSICIÓN.

Una característica de este tipo de deportes es la intermitencia en los esfuerzos, ya que el jugador no participa de una forma continua en el juego. El deportista corre, salta, dribla, golpea, etc (figuras I.2 y I.3), por lo que se produce una discontinuidad en los esfuerzos realizados. En un deporte colectivo de cooperación/oposición como puede ser el balonmano, se desarrollan gran cantidad de aceleraciones repetidas, esprints, saltos o cambios rápidos de dirección, muchas veces en contacto con otros jugadores adversarios. Estas acciones se suelen realizar a una gran intensidad para conseguir sobreponerse al contrario y obtener el objetivo de forma exitosa (Ronglan, Raastad y Borgesen, 2006).

A diferencia de los deportes continuos individuales (carrera, natación, etc) donde valores como la frecuencia cardiaca o volumen de oxígeno consumido permanecen más estables, en los deportes colectivos la intermitencia de los esfuerzos provoca una complejidad mayor para la estimación de un esfuerzo medio.

Siguiendo a Seirul-lo (citado por Ribera, 2009), el jugador de un deporte de equipo en general y de balonmano en particular, desarrolla gran cantidad de movimientos específicos durante un entrenamiento o un partido. Seirul-lo expone las diferentes acciones que se dan durante el desarrollo de una actividad intermitente en deportes de equipo y expone que el entrenamiento de fuerza será importante para poder lanzar, saltar o luchar con el adversario, mientras que desde el punto de vista de los desplazamientos señala que se desarrollan acciones de salida donde el jugador recorre pocos metros, interviene en jugadas de acciones con diferente número de jugadores, realiza cambios de ritmo donde en ocasiones dispone de la posesión del balón y en otros casos no, ejecuta acciones a alta velocidad e intercala con acciones de menos intensidad. Se puede decir, que las demandas metabólicas engloban tanto la vía energética aeróbica como anaeróbica, utilizando la energía proveniente del ATP-PC y de la vía anaeróbica para las actividades de alta intensidad, y la vía aeróbica para las de baja intensidad, a modo de recuperación (Wallace y Cardinale, 1997). Astrand y Rodahl (1980) y Wilmore y Costill (2004), exponen que las variables que determinan el desempeño físico en deportes colectivos, dependen principalmente de la producción de energía anaeróbica y de la capacidad de utilización de la energía muscular. Rannou, Prioux, Zouhal, Gratas-Delamarche y Delamarche (2001) y Eleno, Barela y Kokubun (2002) muestran que en balonmano se requiere un alto esfuerzo en potencia aeróbica ya que las cualidades de velocidad y fuerza están muy presentes en el juego. Rannou et al. (2001) muestran la importancia de la vía anaeróbica ya que se realizan esfuerzos

fuertes con periodo de descanso intercalados. En la figura I.7, podemos distinguir los esfuerzos realizados por un jugador de balonmano a lo largo de una sesión de entrenamiento, distinguiéndose la intermitencia en los esfuerzos durante la sesión. Como observamos, podemos distinguir claramente momentos de esfuerzo de gran intensidad (vía anaeróbica) combinados con momentos de recuperación (vía aeróbica).

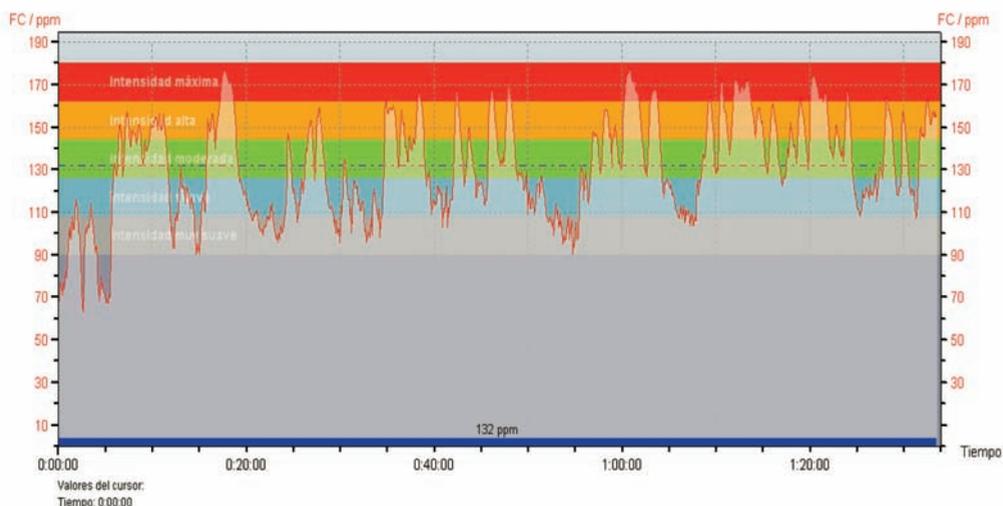


Figura I.7: Comportamiento de la frecuencia cardíaca a lo largo de un entrenamiento en Balonmano.

Eklblom (1999) citando estudios realizados por Bangsbo expone que la producción de energía en deportes colectivos y en concreto en fútbol proviene de procesos aeróbicos – anaeróbicos. Es realmente complicado medir directamente el consumo de oxígeno en de los jugadores en deportes de equipo, ya que aún los analizadores de gases portátiles siguen siendo algo incómodos para los jugadores. Sí podemos establecer estimaciones de consumo de oxígeno en relación a la frecuencia cardíaca de los jugadores durante un encuentro, aunque estas estimaciones no sean del todo exactas, nos podrán servir para controlar a los deportistas de una forma muy aproximada. Estudios expuestos por Bangsbo (2006) muestran las diferentes intensidades en los movimientos que realiza un futbolista a lo largo de un partido, lo clasifica en: estar de pie, andando, jogging, correr a poca velocidad, correr a velocidad moderada, correr a gran velocidad, esprintar y correr hacia atrás. Estas ocho acciones del juego son comunes en cualquier deporte de equipo. Evidentemente estas acciones se desarrollan de forma intercalada durante el juego, dando así el carácter de actividad intermitente.

Teniendo en cuenta la intermitencia de esfuerzos en los deportes colectivos, Terrados y Calleja (2008), referenciando estudios de Refoyo, exponen que los diferentes esfuerzos durante el juego en baloncesto estarán relacionados con diferentes factores, tales como pueden ser la “calidad de la oposición”, la posesión o no posesión del balón, la situación táctica en la que se desarrolle la acción (1 vs 1, 2 vs 2, etc). La frecuencia cardiaca y consigo la intermitencia del esfuerzo variarán según gran multitud de factores durante el juego. Igualmente la acumulación de lactato en sangre, será variable a lo largo de un encuentro, ya que en deportes de equipo con posibilidad de cambios de jugadores (baloncesto, balonmano o voleibol) los momentos de descanso podrán servir para la aclaración del mismo (MacLaren, 1990).

Chaouachi, Brughelli, Levin, Brahim, Cronin y Chamari (2009), en un estudio con jugadores de balonmano de élite, los evalúan por puestos y en diferentes acciones que luego se dan de forma conjunta en el juego (lanzamiento, sprint...etc) En esta misma línea de investigación Gorostiaga, Granados, Ibáñez, González-Badillo e Izquierdo (2006) realizan también un análisis temporal del juego, donde se puede comprobar las sucesivas acciones típicas en deportes colectivos.

En líneas generales, podríamos decir que la sucesión de esfuerzos y la gran variabilidad de desplazamientos y movimientos acíclicos encadenados en este tipo de deportes, dan el carácter intermitente, teniendo en cuenta además los factores de incertidumbre que implican la lógica interna del juego, por lo que como se ha expuesto anteriormente, la demanda metabólica engloba tanto a la vía aeróbica como anaeróbica.

Para medir de forma objetiva los esfuerzos en estas disciplinas sería ideal tener en cuenta:

- En el plano físico: metros recorridos, velocidad y tipos de desplazamientos (esprints, jogging, etc.), cambios de dirección, altura de los saltos, cantidad saltos, etc.
- En el plano biológico: frecuencia cardiaca, concentración de lactato en sangre, consumo de oxígeno y percepción subjetiva del esfuerzo.
- En el plano técnico-táctico: número y calidad de pases, número de lanzamientos, número de secuencias, contraataques, etc.

I.1.4.- PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO.

Diversos autores han definido el proceso de planificación de diferentes formas:

Seirul-lo (citado por Ribera, 2009) define el concepto de planificación en deportes de equipo como “la propuesta teórica constituida por la descripción, organización y diseño, de todos y cada uno de los acontecimientos del entrenamiento, en una determinada fase de la vida deportiva de un deportista, así como de los mecanismos de control que permitan modificar esos acontecimientos a fin de obtener un, cada vez más ajustado, proceso de entrenamiento, para que su destinatario pueda lograr los resultados deseados en la competición deportiva”.

Sánchez Bañuelos (1994), define planificación como “el proceso mediante el cual el entrenador busca y determina alternativas y vías de acción que con mayor probabilidad puedan conducir al éxito”.

García Verdugo (2008) habla de la planificación deportiva asemejándola a un viaje, donde tenemos un punto de inicio y un punto de llegada. En ese viaje tenemos que realizar una serie de previsiones para que la llegada al punto de destino se realice sin contratiempos y en el tiempo previsto.

Al fin y al cabo la planificación es adelantarnos a todo lo que creemos “predecible” que puede ocurrir en un proceso de entrenamiento. Ya que especialmente en un ámbito como es el deporte colectivo donde se suele competir cada semana, la planificación en ocasiones irá en relación a los éxitos o fracasos que el equipo contraiga en los diferentes encuentros. Los partidos a disputar marcan en gran parte las planificaciones de entrenamiento, siendo estos los causantes de las diferentes dinámicas de cargas aplicadas. Algunos autores como Kelly y Cutts (2007), referencian y argumentan las razones de la planificación, y no tienen en cuenta al partido tan solo como esfuerzo fisiológico, sino que también tienen en cuenta al tipo de rival contra el que se enfrenta en la jornada siguiente aplicando y modificando la carga de entrenamiento en relación al nivel y probabilidad de ganar o perder el partido, o incluso al lugar donde se desarrolle el encuentro (dentro o fuera de casa). Es por ello por lo que una correcta organización y estructuración de la carga de entrenamiento es muy importante para una adaptación adecuada. En la figura I.8 podemos observar el proceso de entrenamiento desde que se aplica la carga o estímulo de entrenamiento, hasta que se produce la adaptación gracias a ese estímulo.

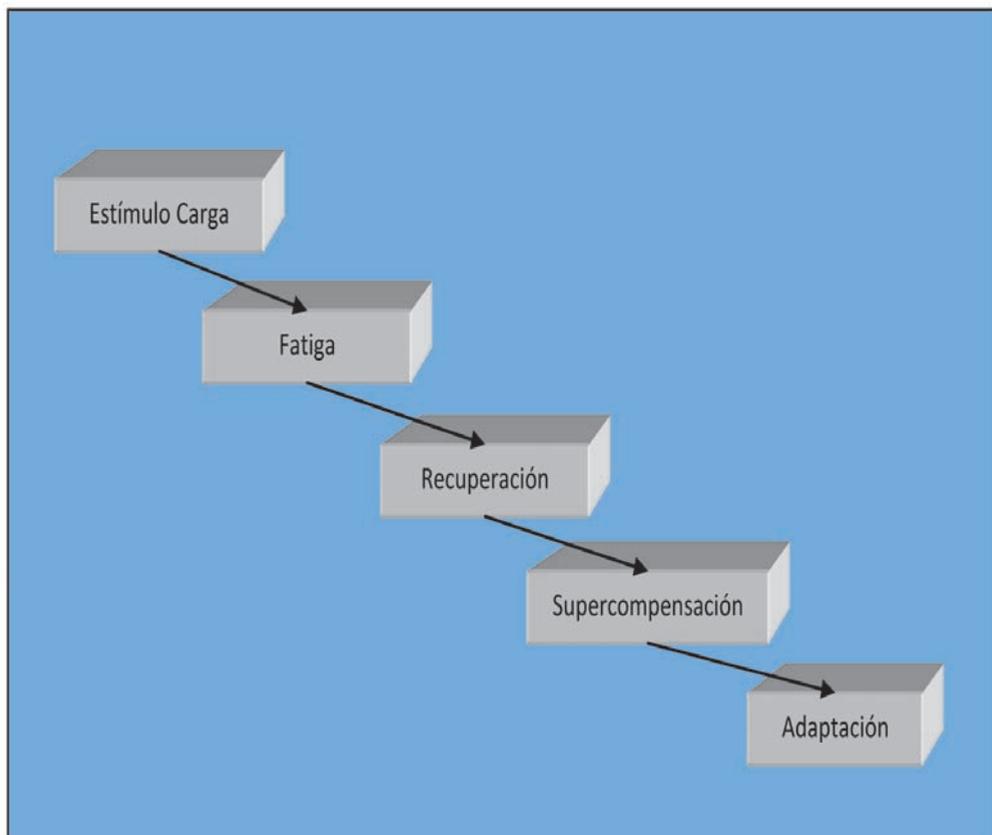


Figura I.8: Dinámica general de un proceso de entrenamiento. García Manso, Navarro Valdivieso y Ruíz Caballero (1996).

Una correcta estructuración de la carga de entrenamiento será fundamental para la preparación del deportista. Matveev (1985) define la preparación del deportista como “un proceso multifacético de utilización racional del total de factores (medios, métodos y condiciones) que permiten influir de manera dirigida sobre el crecimiento del deportista y asegurar el grado necesario de su disposición a alcanzar elevadas marcas deportivas”. Para conseguirlo será importante dirigir correctamente la carga de entrenamiento para llegar al objetivo propuesto. Definimos a continuación el concepto de carga.

1.1.4.1.- CONCEPTO DE CARGA.

Según Zintl (1991), define la carga como “La totalidad de estímulos de entrenamiento efectuados sobre el organismo”.

La carga de entrenamiento tiene su efecto óptimo. No por aplicar más carga será mejor, sino que cada momento y deportista deberá aplicársele un estímulo determinado. Por encima del umbral se provocaría un efecto de sobre-entrenamiento mientras que si el estímulo es por debajo del umbral mínimo, no tendría efecto alguno sobre el rendimiento, debemos ser capaces de localizar y aplicar la intensidad óptima del estímulo.

Autores como Platonov (2001), Vasconcelos (2000) o Zintl (1991) distinguen dos aspectos de la carga de entrenamiento:

Carga externa: Es el conjunto de actividades que proponemos a los deportistas para provocar adaptaciones en el organismo. En definitiva, el número de repeticiones, series, metros, etc., que deben realizar los deportistas dentro de un programa de entrenamiento.

Carga interna: Es la respuesta individual del organismo frente a las exigencias propuestas por la carga externa. Se pueden cuantificar en relación a la exactitud de diferentes parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, percepción subjetiva del esfuerzo, concentración de lactato en sangre, etc.).

En relación a la carga de entrenamiento, Verkhoshansky (1990) determina los siguientes aspectos a tener en cuenta:

- Contenido: Carácter específico y Potencial de entrenamiento.
- Volumen: Magnitud, Duración e Intensidad.
- Organización: Distribución e Interconexión.

1.1.4.2.- ESTRUCTURAS BÁSICAS Y MODELOS DE PLANIFICACIÓN.

Algunos de los modelos de planificación más utilizados en deportes colectivos, presentan diferentes estructuras y nomenclaturas (tabla I.1). En entrenamiento moderno la tendencia es adecuar la planificación a las necesidades del equipo, no siguiendo un modelo “cerrado” a la hora de planificar (Gamble, 2006).

Tabla I.1: Diferentes estructuras de la planificación deportiva García Manso et al. (1996a).

AUTOR	NOMENCLATURA DE ESTRUCTURA					
Matveiev/Ozolín/Manno	sesión	microciclo	mesociclo	fase	periodo	macrociclo
Harre/Weinek	sesión	microciclo	mesociclo	fase	periodo	ciclo
Bompa	sesión	microciclo	macrociclo	subfase	fase	mesociclo
Platonov	sesión	microciclo	Mesociclo	etapa	periodo	macrociclo
Verkhoshansky	sesión	microciclo	mesociclo/bloque	---	---	macrociclo/ciclo

Si siguiendo a Tous (1999) podríamos resaltar dos modelos de planificación del entrenamiento en deportes de equipo:

1.1.4.2.1.- Bloques concentrados de Verkhoshansky:

Donde distribuye la carga de la siguiente forma:

Mesociclo de carga: 3-4 microciclos

Mesociclo de transformación: 3 microciclos

Mesociclo de competición: 2 -3 microciclos

Al final de la temporada, se distribuiría en 1 mesociclo de carga, 2 de transformación y 2 de competición. Al fin y al cabo es muy similar al concepto actual de ATR (acumulación, transformación, realización). En este sentido, autores como Herrero y Cuadrado (2004) proponen un modelo de planificación mediante el ATR en baloncesto y señalan que la planificación no es un proceso cerrado, si no que tenemos que ajustarnos a la realidad del equipo.

1.1.4.2.2.-Microestructura de Seirulo:

Seirul-lo distribuye las cargas en microciclos. Con la disposición de los microciclos según el momento de la temporada, se conseguirán entre 50 - 60 momentos óptimos de forma.

Propone 3 tipos de microciclos:

- Microciclos de pretemporada.
- Microciclos de competición.
- Microciclos de descanso.

Seirul-lo plantea la estructuración de la carga tal y como podemos observar en las figuras I.9 (pretemporada) y I.10 (microciclo de competición). Con la concentración de la carga específica en pretemporada, Seirul-lo plantea la necesidad de crear una base de alta forma deportiva para mantenerla a lo largo de la temporada, por lo

que en pretemporada se realiza un bloque concentrado de preparación física específica para posteriormente buscar su transformación aumentando progresivamente el volumen de carga técnico táctica. Además, la orientación de las cargas de entrenamiento, está supeditada a la estructura condicional, coordinativa y cognitiva del proceso de entrenamiento. Seirul-lo afirma que no es posible plantear la mejora de las cualidades condicionales de forma racional sin tener en cuenta las capacidades coordinativas y cognitivas, que siempre aparecen durante la ejecución de cualquier acción deportiva abierta.

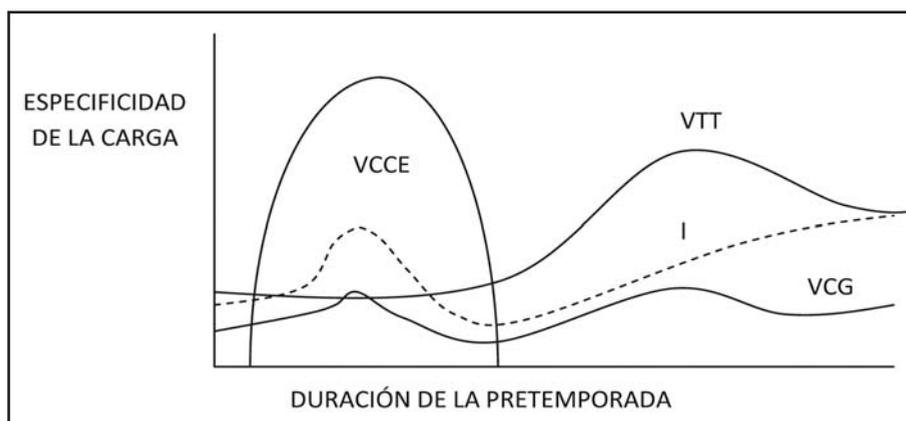


Figura I.9: Dinámica de cargas. Pretemporada Seiru-lo. VCCE: Volúmen concentrado de condición específica. VTT: Volúmen técnico táctica. I: Intensidad. VCG: Volúmen carga general.

La estructura del microciclo de competición, será muy parecida a la estructura de la pretemporada, pero cambiado según los días de la semana.

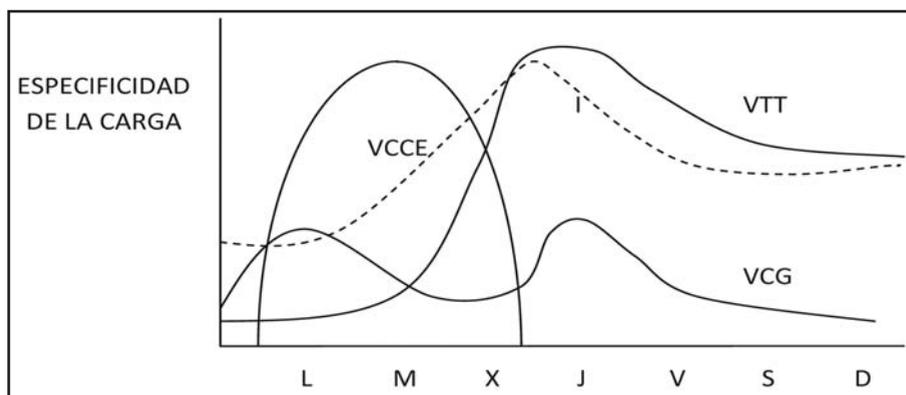


Figura I.10: Dinámica de cargas. Microciclo competición. Seiru-lo. VCCE: Volúmen concentrado de condición específica. VTT: Volúmen técnico táctica. I: Intensidad. VCG: Volúmen carga general.

I.1.5.- CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA INTERNA EN DEPORTES COLECTIVOS.

Para ejecutar una planificación de forma correcta debemos llevar a cabo una precisa cuantificación de las cargas de entrenamiento. Como podemos observar en puntos anteriores y en el anexo VII.5 (planificación del Club Balonmano Puente Genil), la carga externa de entrenamiento (ejercicios, tiempo de duración, número de repeticiones, etc.) es más simple de controlar e interpretar en una planificación que la carga interna de entrenamiento. Es por ello por lo que proponemos el siguiente punto donde mostraremos medios para controlar el esfuerzo desarrollado por los jugadores a lo largo de los entrenamientos en deportes colectivos.

Como indicadores más comunes para cuantificar la carga interna desarrollada por nuestros deportistas, encontramos cuatro:

- Frecuencia cardiaca (FC).
- Consumo de Oxígeno (VO_2).
- Concentración de lactato en sangre.
- Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).

La intermitencia de esfuerzos en los deportes colectivos dificulta la cuantificación y valoración de los mismos. Por tanto, se utilizan diferentes estrategias para controlar la carga en este tipo de disciplinas deportivas.

Exponemos a continuación estudios en los que se relaciona la FC a las otras formas de cuantificación e igualmente haremos especial hincapié en el cálculo de la RPE y las variantes de esta, ya que junto a la VO_2 estimado a partir de la FC han sido las formas de cuantificación llevadas a cabo en nuestro estudio.

I.1.5.1.- MÉTODOS DE INTERPRETACIÓN DE LOS REGISTROS DE FRECUENCIA CARDIACA.

La frecuencia cardiaca ha sido utilizada en múltiples estudios como medio para el control del entrenamiento en deportes colectivos (Alexiou y Coutts, 2008; Borresen y Lambert, 2008; Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna e Impellizzeri, 2009; Pablos y Huertas, 2000). Para usar la frecuencia cardiaca como medio de cuantificación es fundamental disponer de material para el registro. En la mayoría de los estudios consultados se han empleado pulsómetros con un registro por cada 5 segundos (12 bips x minuto).

Para el control y cuantificación de la carga de entrenamiento, la frecuencia cardiaca es interpretada de diferentes formas. La literatura científica en este campo muestra diferentes formas de procesamiento para medir esfuerzos intermitentes en actividades de deportes colectivos.

Una de las más utilizadas ha sido el índice TRIMP (Alexiou y Coutts, 2008; Borresen y Lambert, 2008; Desgorces, Sénégas, Garcia, Decker y Noirez, 2007; Green et al., 2009; Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi y Marcora, 2004; Mallo y Navarro, 2008; Stagno, Thatcher y Van Someren, 2007) propuesto por Bannister (1991). Este índice es el resultado de la multiplicación de la frecuencia cardíaca por el tiempo de trabajo. Lo podemos calcular según se expone en la tabla I.2.

Tabla I.2: Índice TRIMP. $e = 2.712$, $x = (HR_{ex} - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest})$, HR_{rest} = Frecuencia cardíaca media durante la recuperación, y HR_{ex} = Frecuencia cardíaca media durante el ejercicio. Hr = Frecuencia cardíaca máxima (Bannister, 1991).

Hombre: duración (min) $\times (HR_{ex} - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest}) \times 0,64e 1,92x$

Mujer: duración (min) $\times (HR_{ex} - HR_{rest}) / (HR_{max} - HR_{rest}) \times 0,86e 1,67x$

Muchos investigadores realizan sus estudios con este índice y muestran las ventajas y desventajas de utilizarlo. Según investigaciones (Alexiou y Coutts, 2008; Borresen y Lambert, 2008; Desgorces et al., 2007; Green et al., 2009; Impellizzeri, et al., 2004; Stagno, y Van Someren, 2007; Mallo y Navarro, 2008) utilizan el índice TRIMP y lo consideran un buen sistema para cuantificar la carga de la actividad intermitente por medio de la frecuencia cardíaca. Stagno et al. (2007), proponen adaptaciones de este índice para hacerlo un sistema más preciso, donde propone un factor de ponderación.

Igualmente, para la cuantificación de la carga de entrenamiento, se ha utilizado el método de sumatorio de zonas de entrenamiento de Edwards (Edwards, 1993). Este es un modelo utilizado en deportes individuales y que ha sido adaptado por diferentes investigadores para deportes colectivos.

El método Edwards distribuye el esfuerzo de la frecuencia cardíaca en 5 zonas diferentes, donde cada una de las zonas tiene un valor establecido (tabla I.3).

Tabla I.3: Método Edwards. Zona 1 = 50 – 60% de la frecuencia cardíaca máxima, zona 2 = 60 – 70 % de FC máx. zona 3 = 70 – 80 % FC máx. zona 4 = 80 – 90 % FC máx. zona 5 = 90 – 100 % FC máx. (Edwards, 1993).

Sumatorio de zonas de entrenamiento = (duración en zona 1 \times 1) + (duración en zona 2 \times 2) + (duración en zona 3 \times 3) + (duración en zona 4 \times 4) + (duración en zona 5 \times 5)

Borresen y Lambert (2008) en un estudio comparando métodos objetivos y subjetivos en el que participaron 15 hombres y 18 mujeres muestran la alta correlación ($r = 0,98$) que tiene la forma de cuantificar de TRIMP y el modelo de Edwards.

Existe otra forma distinta de cuantificar la carga de entrenamiento en deportes intermitentes utilizando la frecuencia cardiaca que es el denominado método WER (work endurance recovery) está basado en el tiempo de recuperación en la actividad intermitente (Desgorces et al., 2007) (tabla I.4).

Tabla I.4: CW = Trabajo acumulado, END_{LIM} = Límite de la resistencia obtenida en el test, DCW = duración del trabajo acumulado y DCR = duración de los periodos de recuperación. (Desgorces et al., 2007).

$$WER = CW/End_{lim} + Ln (1+DCW/DCR)$$

Esta forma de cuantificar la carga guarda una correlación positiva tanto con el índice TRIMP ($r=0,63$) como con la distribución de frecuencia cardiaca en zona de Edwards ($r=0,64$) y con la percepción subjetiva del esfuerzo ($r=0,68$) (Desgorces et al., 2007).

Otros autores (Alexiou y Coutts, 2008; Eniseler, 2005) usan la frecuencia cardiaca estableciendo una relación de equivalencia con el lactato en sangre. Para ello miden las concentraciones de 2 y 4 mmol/l. De esta forma se cuantifica la carga de entrenamiento de una forma personalizada, ya que se valorará a los deportistas en relación a sus umbrales de esfuerzo (aeróbico y anaeróbico). Posteriormente y guardando similitud con la distribución en zonas de entrenamiento de Edwards (Edwards, 1993) distribuyen los porcentajes de frecuencia cardiaca en zonas. En este caso la distribución se realiza de forma muy similar a la distribución propuesta por Lucia (Lucia, Hoyos, Santalla, Earnest y Chicharro, 2003) y también por otros autores (Seiler y Kjerland, 2006) los cuales marcan 3 zonas de trabajo, 1.- Por debajo del umbral aeróbico, 2.- En la zona aeróbica – anaeróbica y 3.- Por encima del umbral anaeróbico. Igualmente al método de Edwards, da un valor a cada zona de entrenamiento, 1 para la zona por debajo del umbral aeróbico, 2 para la zona de transición aeróbica anaeróbica y 3 para la zona por encima del umbral anaeróbico. Posteriormente se suman los valores obtenidos, cuantificando así la carga de entrenamiento.

1.1.5.2.- LA PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO (RPE) COMO MEDIO SUBJETIVO DEL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN DEPORTES COLECTIVOS.

Considerando a la Frecuencia cardiaca, el VO_2 y la concentración de lactato, métodos objetivos de control de la carga interna del deportista, referenciamos ahora trabajos sobre estudios que han usado métodos subjetivos para valorar la carga interna que soporta el deportista. El método más utilizado para cuantificar la carga interna desarrollada de una forma subjetiva es la escala de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) con sus diferentes variantes. La escala de la RPE es una forma de cuantificar la

carga, que ha sido muy utilizada por múltiples autores tanto en deportes colectivos como en deportes individuales tal y como exponen Chen, Fan y Moe (2002) en su trabajo de revisión. Existen dos tipos de escalas más usadas, en algunos estudios (Alexiou y Coutts, 2008; Borresen y Lambert, 2008; Buchheit et al., 2009; Coutts et al., 2009; Green et al., 2009; Impellizzeri et al., 2004) usan la escala que oscila de 1 a 10 puntos (Borg, 1982), mientras que en otros muchos estudios (Hill-Haas, Coutts, Rowsell y Dawson, 2008; Hill-Haas, Rowsell, Dawson y Coutts, 2009; Little y Williams, 2007; Loftin et al., 1996) la escala utilizada está compuesta por 15 puntos los cuales oscilan del 6 al 20. Ambas escalas se usan indistintamente y son igualmente válidas para las tomas de la Percepción subjetiva del esfuerzo. La tabla de 15 puntos, creada por Borg (1962), parte de 6 hasta 20, la razón de esta numeración es que si multiplicamos el número resultante $\times 10$, tendremos un valor aproximado a la frecuencia cardiaca del sujeto durante el ejercicio evaluado. Borg, E. y Kaijser (2006), proponen una nueva tabla para valorar la percepción del esfuerzo, la cual está numerada de 0 a 100 y junto a las otras dos anteriormente mencionadas realizan estudios y comparativas con la frecuencia cardiaca y la concentración de lactato en sangre.

Las dos escalas para medir la percepción del esfuerzo que hemos encontrado en la bibliografía con más frecuencia, han sido la escala que oscila de 0 a 10 puntos (tabla I.5), mientras que en otros muchos estudios la escala utilizada es la compuesta por 15 puntos los cuales oscilan del 6 al 20 (tabla I.6). Ambas escalas se usan indistintamente y son igualmente válidas para las tomas de la Percepción subjetiva del esfuerzo.

El uso de la tabla consiste en el registro de un valor por parte del deportista tras la realización de un esfuerzo concreto que puede ser un ejercicio, un partido o un entrenamiento. Se almacenará la valoración dada por el deportista y se interpretarán los resultados por parte del entrenador.

Tabla I.5: Escala de percepción subjetiva del esfuerzo. 0 a 10 puntos.

0	
1	Extremadamente ligero
2	Ligero
3	Moderado
4	
5	Duro
6	
7	Muy Duro
8	
9	
10	Extremadamente Duro

Tabla I.6: Escala de percepción subjetiva del esfuerzo. 6 a 20 puntos.

6		14	
7	muy muy ligero	15	duro
8		16	
9	muy ligero	17	muy duro
10		18	
11	bastante ligero	19	muy muy duro
12		20	
13	algo ligero		

Borresen y Lambert (2008), siguiendo a Foster, Daines, Hector, Snyder y Welsh (1996) utilizan la escala de 0 a 10 puntos multiplicando el valor obtenido por la duración total del ejercicio, cuantificando así la carga total de la actividad (tabla I.7). La RPE de 10 puntos ha sido muy utilizada usando esta simple ecuación.

Tabla I.7: Ecuación de RPE. Foster et al., 1996.

$$\text{Duración sesión} \times \text{RPE}$$

En casi todos los casos, la RPE, ha sido una herramienta de apoyo para las otras formas de cuantificación, en pocos casos la hemos encontrado como herramienta única para la cuantificación de la carga en deportes colectivos. Chen et al. (2002), discuten la fiabilidad de la RPE. Impellizzeri (2004) expone que aunque no sea del todo una herramienta precisa, podemos usarla para estimar de una forma aproximada la carga del deportista. Esta herramienta es de muy fácil uso y su bajo coste hace posible que sea una herramienta útil para equipos de base con escasos recursos económicos. No solo en deportes colectivos si no que también en deportes individuales la RPE nos da una buena información para cuantificar la carga de las actividades.

Garcin et al. (2003) utilizan otra variante de la escala de percepción del esfuerzo, la cual relaciona el tiempo que pueden mantener una actividad concreta a una intensidad determinada (tabla I.8). Ambas escalas (de esfuerzo y tiempo) pueden ir enlazadas la una con la otra para cuantificar la carga de entrenamiento.

Tabla I.8: Escala de percepción subjetiva del esfuerzo en relación al tiempo de que se desarrolla la actividad.

20		10	
19	2 minutos	9	1 hora
18		8	
17	4 minutos	7	2 horas
16		6	
15	8 minutos	5	4 horas
14		4	
13	15 minutos	3	8 horas
12		2	
11	30 minutos	1	6 horas

Borresen y Lambert (2008) muestran correlaciones altas de la RPE con el uso del índice TRIMP ($r = 0,76$), también se ha denotado una correlación alta con el método sumatorio de zonas de Edwards ($r = 0,84$), por lo que da fuerza al uso de la RPE como medio de cuantificación de la carga de entrenamiento. En la misma línea, obtienen correlaciones fuertes ($r = 0,84$ y $r = 0,85$, respectivamente) y además valoran la relación existente entre las zonas delimitadas por el lactato y la RPE ($r = 0,83$). Otras investigaciones (Green et al., 2009) correlacionan los índices de Bannister (TRIMP), Edward (TL) y Lucía de forma positiva con la RPE en fútbol ($r = 0,50 - 0,77$; $r = 0,54 - 0,78$; $r = 0,61 - 0,85$) respectivamente, corroborando así el uso de la RPE como buen indicativo de la carga de entrenamiento en fútbol. En la misma línea, Impellizzeri et al. (2004) han demostrado la utilidad y validez de la RPE tomada en 15 puntos para fútbol. Little y Williams (2007), muestran las posibilidades del uso conjunto de la RPE de 15 puntos con la Frecuencia cardiaca, para el control de los ejercicios en fútbol. Little y Williams exponen también que la escala de la percepción subjetiva del esfuerzo puede no tener una buena correlación a intensidades altas de trabajo.

El uso de la RPE lo hemos podido ver también para el estudio de la cuantificación de la carga de entrenamiento en diferentes circunstancias de entrenamiento con variantes de espacios y reglas de juego en fútbol; número de jugadores, número de jugadores “comodines”, dimensiones del terreno de juego, número de toques posibles al balón por jugador, (Hill-Haas et al., 2008; Hill-Haas, Coutts, Dawson y Row-sell, 2009; Little y Williams, 2007). Variantes como la realización de un ejercicio con balón en lugar de realizarlo sin balón, puede ser una razón para el aumento de la RPE (Reilly y Ball, 1984). Feriche, Chiroso, L.J. y Chiroso, I.J. (2002) confirman la utilidad de la escala de Borg de 15 puntos para los deportes colectivos. En concreto para balonmano, su uso será fiable para ejercicios que superen el umbral aeróbico.

Es difícil entonces obtener datos objetivos de la carga interna diaria que soportan nuestros deportistas, ya que tendríamos que tenerlos siempre monitorizados. Es aquí donde el buen uso de la RPE puede ser una herramienta fiable para cuantificar la carga. Aunque sea una herramienta subjetiva, según los estudios consultados, podremos hacernos una idea fiel de cuál es la carga que le estamos aplicando a nuestros jugadores, sin necesidad de tener que monitorizarlos en todos los entrenamientos, ni tener que hacer una extensa interpretación de datos. Podremos conocer también, la carga que han desarrollado los jugadores durante un partido de competición, ya que no es permitido el uso de aparatos de monitorización en partidos oficiales.

1.1.5.3.- APLICACIONES PRÁCTICAS DE CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA DE ENTRENAMIENTO USANDO LA FRECUENCIA CARDIACA Y SU APLICACIÓN CONJUNTA CON VO₂, RPE Y CONCENTRACIÓN DE LACTATO EN SANGRE.

Usando estas formas de cuantificación anteriormente expuestas, se han realizado multitud de investigaciones en actividades colectivas intermitentes, donde la frecuencia cardiaca ha sido la forma más común para medir los esfuerzos. De los estudios revisados, son pocos los que no utilizan la frecuencia cardiaca como medio de cuantificación de la carga de entrenamiento (Bisciotti, 2004; Delamarche et al., 1987; Gorostiaga et al., 2009; Kouidi, Kotzamanidis, Kellis, Kouitizidou y Deligiannis, 2000; Rannou, et al., 2001; Vargas, Dick, De Santi, Duarte y Da Cunha, 2008; Yamamura, Matsui y Kitagawa, 2000). En los que no se utilizaba la frecuencia cardiaca, se utilizó de forma más frecuente el VO₂ máx y la concentración de lactato en sangre. También fue utilizada la RPE, pero siempre en compañía de alguno de las tres formas anteriormente citadas.

García, Ardá, Rial y Domínguez (2007) en un estudio sobre el comportamiento de la frecuencia cardiaca en futbolistas profesionales en competición, trataron de dar un sentido al comportamiento de la frecuencia cardiaca a partir del contexto del juego. Para ello utilizaron estudios en deportes intermitentes, teniendo en cuenta la Frecuencia cardiaca de reserva y la Frecuencia cardiaca máxima. Según el estudio planteado, la frecuencia cardiaca puede tener diferencias de un 5% si se calcula teniendo en cuenta o no la Frecuencia cardiaca de reserva.

Estudios de Mallo y Navarro (2008) determinan como franja idónea que el trabajo de la resistencia en fútbol debe estar por encima del 85% y demuestran que la mayor parte del tiempo el futbolista trabaja en los entrenamientos en una franja de frecuencia cardiaca entre el 86 y 95% de la FC máx. Esto sucede entre el 70 y el 90 % del tiempo total de los entrenamientos propuestos por estos autores. Amar,

Medina, Mora, López y Jiménez (2003) establecen trabajos en fútbol a través de la velocidad aeróbica máxima y el umbral anaeróbico, para ello, aplican el test de Leger en pista de atletismo para el cálculo del VO_2 máx. Amar et al., argumentan la importancia del entrenamiento a través de la velocidad aeróbica máxima y la velocidad en el umbral anaeróbico para la mejora de la condición física y señala la importancia de la individualización del entrenamiento para los diferentes jugadores del equipo. Helgerud, Engen, Wisloff y Hoff (2001), proponen protocolos de entrenamiento específico de resistencia durante 8 semanas por medio de interval training, que realizados al 90-95% de Frecuencia cardiaca máxima conseguirán mejoras en los valores de VO_2 máx (10,8%, $p < 0,05$) y umbrales de lactato (16%, $p < 0,05$) de los jugadores de fútbol. En la misma línea y usando el mismo protocolo de entrenamiento analítico, Impellizzeri et al. (2006) no ven mejoras significativas con protocolos de entrenamientos realizados sin balón ya que un trabajo de 4' estructurado con balón realizado al 90 – 95% de FC máx con recuperaciones de 3' al 70% FC máx, 2 veces a la semana durante 10 semanas, mejorará de igual forma los valores de VO_2 (aumento del 9%) que un trabajo analítico sin balón. Hoff (2005) propone el mismo protocolo de trabajo para la mejora de la capacidad aeróbica y economía de carrera. Siguiendo la línea del entrenamiento integrado con balón y para la evaluación del VO_2 máximo en fútbol con jóvenes, se ha propuesto un test, “test de Hoff”, en el que se puede estimar el VO_2 máx de los jugadores realizando esa prueba con balón (Chamari et al., 2005). Siendo un test específico de fútbol, realizado con balón se ha determinado que podemos estimar mejoras ya que existe una correlación ($r=0,68$, $p < 0,01$) con las pruebas analíticas de laboratorio. Para conseguir esas mejoras en VO_2 máx, se cuantifica por medio de la frecuencia cardiaca teniendo que estar entre 90 – 95% de la frecuencia cardiaca máxima del jugador durante el ejercicio. Di Michele, Di Renzo, Ammazalorso y Merni (2009) han mostrado la importancia de la realización de test físicos para el control de los deportistas, pero reflejan la necesidad de realizarlos en el medio en el que se compita. Se ha demostrado que jugadores de fútbol que realizan la misma prueba sobre 3 diferentes superficies obtienen diferentes resultados de una forma significativa ($p < 0,05$).

Siguiendo la línea del entrenamiento integrado, Kemi, Hoff, Engen, Helgerud y Wisloff (2003) proponen un test con balón que determina el VO_2 máximo. Con la realización de una comparativa con un test realizado en una cinta de laboratorio determinan que según el test propuesto con balón, pueden llegar a conseguir los picos de VO_2 máximo de los jugadores que lo realizan ($r=0,84$, $p < 0,01$). Hoff, Wisloff, Engen, Kemi y Helgerud (2002) en otro trabajo, muestra las diferencias entre pruebas realizadas en laboratorio, con ejercicios específicos de fútbol.

bol (5 vs 5) y circuitos, donde quiere comprobar, cuantificando por medio de la % FC máx y el %VO₂ máx, las diferencias de esfuerzos intermitentes realizados en ambos juegos específicos de fútbol, siendo los circuitos de conducción de balón medios muy válidos para el desarrollo de la capacidad cardiovascular del futbolista.

Little y Williams (2007) desarrollan diferentes ejercicios cambiando el número de jugadores, siendo significativo el aumento de la frecuencia cardiaca y el porcentaje de VO₂ máx a menor número de jugadores de fútbol. Igualmente Little y Williams evaluaron a 28 jugadores profesionales de fútbol para estudiar la relación entre frecuencia cardiaca y RPE, denotándose una relación significativa en un amplio rango, pero siendo menos significativo en rangos de alta intensidad. Siguiendo la línea del entrenamiento integrado en fútbol, Dellal et al. (2008) usaron la frecuencia cardiaca como medio para comparar ejercicios intermitentes con y sin balón en fútbol, comprobando que actividades estructuradas con balón, podrán llegar a tener igual de beneficios para la mejora del VO₂ máx con grados de significatividad altos en algunos casos ($p < 0,001$). En relación a lo expuesto, el entrenamiento específico teniendo en cuenta las condiciones individuales de los jugadores y los puestos específicos que ocupan en fútbol será importante tenerlos en cuenta para la confección de los entrenamientos. Estudios como los de Bangsbo, Mohr y Krstrup (2006) y Reilly (2005) lo confirman. Siguiendo la línea de la valoración integrada de la condición física y usando la frecuencia cardiaca, se han elaborado trabajos (Antonacci et al., 2007) donde demuestran que la mejor forma para conseguir el pico de frecuencia cardiaca máxima es en competición. Se realiza una comparativa con la ecuación $220 - \text{edad}$ y con frecuencias cardiacas máximas conseguidas en test de campo, siendo significativamente ($p < 0,05$) la máxima la conseguida en circunstancias de competición. Siguiendo esta línea de valoración de la condición física, Kundurancioglu, Guner, Ulkar y Erdogan (2007) muestran diferencias significativas en lactato y frecuencia cardiaca entre tests realizados en laboratorio y campo. Reilly y Ball (1984) en un estudio, también exponen las mejoras sobre el rendimiento que puede provocar el entrenamiento integrado en fútbol.

Interpretando la frecuencia cardiaca y distribuyéndola en zonas de esfuerzo, Hill Haas, Coutts, Dawson y Rowsell (2009) realizaron estudios, comparando ejercicios en espacios reducidos en fútbol, usando protocolos de actividad continua y actividad intermitente. En el estudio usan una distribución en estos ejercicios con la siguiente distribución $< 75\%$ FC máx, $75 - 84\%$ FC máx, $85 - 89\%$ FC máx y $> 90\%$ FC máx, no viendo diferencias significativas entre un tipo de actividad, siendo los dos métodos buenas fórmulas para la mejora del VO₂ máx.

Demo, Senestrari y Ferreyra (2007) usando como medios de cuantificación la concentración de lactato y la frecuencia cardíaca, dan a conocer las diferencias entre un test realizado a 474 m y 1700 metros de altitud, mostrando diferencias significativas en las concentraciones de lactato siendo las medidas en altitud más altas que las tomadas a 474 m. Igualmente usando el lactato junto con la frecuencia cardíaca como medio de cuantificación, Guner, Kunduracioglu, Ulkar y Ergen (2005) comprueban que el perfil de los futbolistas profesionales son muy parejos a lo que la resistencia se refiere, independientemente de la posición que ocupen en el campo con la excepción de los porteros.

En otros deportes como el balonmano, Buchheit et al. (2009) proponen ejercicios con balón que con su realización se obtendrán mejoras en la capacidad aeróbica de los jugadores. Se proponen trabajos en balonmano donde la intensidad de los esfuerzos deben estar por encima del 80% para el desarrollo de la capacidad aeróbica aproximadamente el 66% del partido el jugador estará en esa franja de esfuerzo, la media de esfuerzo durante el juego se entorna al 85% de la FC máxima. (Alexander y Boreskie, 1989; Loftin, Anderson, Lytton, Pittman y Warren, 1996).

Sin embargo, se han realizado también estudios sobre los perfiles de jugadores de balonmano, donde no se dan diferencias significativas en valores de VO_2 máx ni lactato entre jugadores nacionales e internacionales (Rannou et al., 2001). También se ha visto la similitud en perfiles de los jugadores de balonmano con los esprinters, donde los valores de VO_2 máx y lactato son muy parecidos (VO_2 máx = 58,7 – 60,2 ml/kg/min, respectivamente y Lactato = 15,3 – 15,9 mmol/l). Igualmente, en estudios sobre el perfil fisiológico de jugadoras de balonmano, se realizan mediciones de VO_2 máx y lactato, por medio del Protocolo de Bruce para medir la potencia aeróbica (ml/kg/min), el test de Wingate para medir la Potencia anaeróbica (w) y tomas de lactato tras esas pruebas. Se determinaron que valores de $45,3 \pm 3,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ en VO_2 y $5,2 \pm 1,9 \text{ mmol.L}$ en lactato, son normales para ese tipo de jugadoras (Vargas et al., 2008).

En rugby, también se han hecho investigaciones donde se han realizado ejercicios con diferente número de jugadores y con modificación de los espacios Foster, Twist, Lamb y Nicholas (2010). Se realizaron ejercicios de 4 vs 4 y 6 vs 6, comprobándose de forma significativa ($p < 0,05$), que las situaciones de 4 vs 4 conllevan un incremento de la FC en relación con las de 6x6. Gabbett y Domrow (2007) usan el VO_2 para la cuantificación de la carga de entrenamiento de los jugadores a lo largo de una temporada de trabajo. En esta línea realizan estudios para relacionar la carga de entrenamiento con las lesiones de los jugadores.

Barbero-Alvarez, J.C., Soto, Barbero-Alvarez, V. y Granda-Vera (2008) desarrollaron estudios con 10 jugadores profesionales de fútbol sala durante 4 partidos, clasifican los esfuerzos realizados en los mismo en 3 franjas de esfuerzo determinadas según estudios Woolford y Angorve (1991) y recomendaciones de la ACSM en $>85\%$ FC máx, $65 - 85 \%$ FC máx y $< 65\%$ FC máx, siendo estos esfuerzos denominados como “por encima de umbral o actividad muy vigorosa”, “zona aeróbica o de moderada intensidad” y “zona sub aeróbica o de baja actividad” respectivamente. Estos determinan que los jugadores de fútbol sala pasan cerca del 83% del tiempo de juego en valores de actividad muy vigorosa, disminuyendo el tiempo en esta franja en la segunda parte del encuentro con respecto a la primera ($p<0,01$).

La profesionalidad de los equipos lleva consigo una mejor preparación de los jugadores. Álvarez, Barbero, D'Ottavio, Vera y Castagna (2009) muestran que los valores de VO_2 máx son mayores en profesionales que en amateurs del fútbol sala ($p = 0,003$). Castagna, D'Ottavio, Vera, Álvarez y Barbero (2009) muestran, en estudios de esfuerzos en fútbol sala, resultados donde se dan datos sobre los porcentajes de frecuencia cardiaca en el juego, los jugadores pasan entre el 46 y 52% del partido en valores por encima del 80 - 90% de su frecuencia cardiaca máxima.

En el ámbito de la salud podemos resaltar estudios realizados Krustup et al. (2009) donde se compararon actividades continuas e intermitentes de carrera y futbol respectivamente para valorar las mejoras sobre parámetros de salud (peso, composición corporal, masa grasa, masa magra y masa ósea) en deportistas desentrenados, sirviendo la frecuencia cardiaca como forma de cuantificación y control de la carga. Hubo una significatividad de $p<0,05$ en muchos de los casos. En esta línea de actividad saludable, también se han realizado investigaciones (Tessitore et al., 2006) en baloncesto, donde jugadores mayores pueden desarrollar sus capacidades cardiovasculares por medio de un entrenamiento en el que predominan los esfuerzos por encima del 70% de la FC máxima. También se han llevado a cabo estudios realizados con jóvenes púberes y pre - púberes, donde Stroyer, Hansen y Klausen (2004), usan la Frecuencia cardiaca y el VO_2 para valorar las diferencias existentes entre jugadores pre-púberes, post-púberes entrenados y otros no entrenados (pre-púberes), mostrando diferencias significativas ($p<0,05$) en valores de VO_2 o Frecuencias cardiacas máximas.

Según las referencias consultadas, la frecuencia cardiaca es una de las formas más fiables para cuantificar la carga interna de nuestros deportistas durante las tareas intermitentes. El uso de los diferentes métodos de cuantificación nos ayudará a dar una valoración objetiva de lo que ocurre en cada actividad.

Como hemos podido comprobar, existen diferentes formas de almacenar los registros de frecuencia cardiaca. Tanto en el método TRIMP, cómo en el sumatorio de

zonas de Edwards, el método de Lucía o el método WER, nos veremos siempre con una circunstancia común, es necesario para la toma de los datos un sistema adaptado para poder registrar la frecuencia cardiaca de nuestros jugadores. En la gran mayoría de los estudios consultados, el material empleado han sido POLAR modelos TEAM, S610, ADVANTAGE y otros, con los costes que eso conlleva. Este aparataje tan solo está al alcance de un determinado grupo de clubes que disponen de poder adquisitivo para invertir en este instrumental. Por otro lado la cuantificación de la carga utilizando estos medios requiere una interpretación de datos, con el tiempo que ello necesita. Es importante conocer cuáles son las posibilidades máximas de nuestros deportistas para poder individualizar los entrenamientos y poder adaptar estos índices referenciados a las características individuales de cada uno de ellos.

Igualmente, la valoración del esfuerzo usando el VO_2 la podemos hacer de diferentes formas; cuantificando la carga en un test de laboratorio con un analizador de gases y asociándole una frecuencia cardiaca determinada a los umbrales tanto aeróbico como anaeróbico o también podemos realizar un test de campo y usar analizadores de gases portátiles. Otra opción, mucho más económica es calcular el VO_2 por estimación; podríamos estimar el VO_2 máx, en un test de potencia aeróbica máxima en campo y posteriormente estimar el VO_2 en un ejercicio concreto teniendo como referencia la frecuencia cardiaca. Usaríamos, como decimos la frecuencia cardiaca para estimar los consumos de oxígeno, por lo que también necesitaríamos un pulsómetro para valorar la frecuencia cardiaca del sujeto durante la actividad. El uso de analizadores de gases portátiles es aún muy incómodo para los jugadores que lo utilizan (además de costoso), limitando los movimientos y dificultando la técnica normal de ejecución de los ejercicios.

El uso de la concentración de lactato en pruebas de esfuerzo y su posterior asociación con la frecuencia cardiaca, será una forma objetiva de conocer posteriormente en el terreno de juego la zona de esfuerzo en la que trabajan los jugadores, por lo que igualmente tendremos la circunstancia asociada de que los jugadores tendrán que estar monitorizados en cada momento y posteriormente tendremos que interpretar esos datos.

Por lo que muchos estudios hemos encontrado, pero la cuantificación diaria de la carga y la interpretación de los datos, se hace una tarea ardua que tan solo equipos con materiales técnicos y personales podrían soportar.

Nosotros creemos que una monitorización de la frecuencia cardiaca unida a un registro diario de RPE nos dará una información muy valiosa y significativa de la carga que aplicamos a nuestros jugadores.

Después de esta revisión realizada sobre los medios de cuantificar la carga de entrenamiento, podríamos decir que:

- La frecuencia cardiaca ha sido la forma más común de cuantificación de la carga interna del deportista en deportes intermitentes. Su procesamiento por medio del método TRIMP, WER, distribución en zonas de Edwards o modificaciones de Lucia, son buenas formas de interpretar los esfuerzos. Siendo la herramienta más comúnmente utilizada, el pulsómetro de “12 bips” por minuto.
- Según la bibliografía, las estimaciones de VO_2 a partir de la FC son muy aproximadas aunque en ocasiones no son del todo exactas. Nosotros pensamos que aunque en situaciones concretas pueda llevar a error, esos valores nos pueden servir de forma muy cercana para realizar estimaciones sobre el oxígeno consumido por nuestros deportistas.
- La concentración de lactato en sangre, como medio para cuantificar la carga es un medio objetivo y su relación con la frecuencia cardiaca nos servirá para controlar la carga de entrenamiento “in situ” de nuestros deportistas. Ciertamente es que además de costoso, es un método invasivo para el deportista y la toma deberá realizarse en un periodo de tiempo corto tras el esfuerzo, ya que si no, los valores pueden descender, por lo que disminuiría la objetividad de la medida.
- La RPE es una forma subjetiva pero válida para cuantificar la carga de entrenamiento. Según muchos de los autores citados, su asociación con la frecuencia cardiaca será una forma adecuada para el control del entrenamiento.

Como problema fundamental que nos podemos encontrar en la valoración diaria de los esfuerzos realizados por nuestros jugadores, es que el uso de objetos de medición pueden dificultar y molestar a nuestros jugadores para desarrollar normalmente las acciones técnico tácticas que deben desempeñar a lo largo del entrenamiento. La medición de la concentración de lactato en sangre es una forma invasiva de controlar la carga de entrenamiento, así como no del todo precisa dependiendo del momento en el que se evalúe al sujeto. Además, la tecnología tampoco nos permite calcular de forma directa el VO_2 desarrollado por nuestros jugadores, ya que además de necesitarse un aparataje caro, los medios portátiles de análisis de gases, no les permitirán a nuestros jugadores desarrollar las acciones requeridas en el entrenamiento de forma natural. Es por ello por lo que los medios que hemos elegido para controlar la carga de entrenamiento han sido la FC y la RPE, así como el VO_2 pero de forma estimada a partir de la FC.

I.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I.2.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Según lo expuesto, los deportes de equipo de cooperación/oposición en general, y el balonmano en particular, son deportes donde se desarrollan esfuerzos intermitentes y la cuantificación de la carga se hace complicada, ya que la discontinuidad en los desplazamientos nos dificulta la determinación del esfuerzo realizado de una forma precisa. Por ello con este estudio, queremos conseguir establecer relaciones entre medios de cuantificación de carga interna: una relación entre 3 franjas de esfuerzo de frecuencia cardiaca de reserva (FCR) establecidas (por debajo del 60% FCR, entre el 60 y el 80% de la FCR y por encima del 80% de la FCR y la correspondiente estimación de %VO₂) junto con la RPE para cuantificar los esfuerzos realizados.

Utilizando esta forma de cuantificación estudiaremos la influencia de la confección y estructuración de las sesiones sobre la carga interna del deportista y comprobaremos la posibilidad de estimar esfuerzos por medio de parámetros subjetivos de medición (RPE).

Queremos conseguir mediante el uso lógico y conjunto de la percepción subjetiva del esfuerzo y frecuencia cardiaca (con su correspondiente estimación de consumo de oxígeno) una metodología para estimar la evolución de la carga y que nos sirva como medio de control diario para comprobar la evolución de nuestro equipo a lo largo de las sesiones de entrenamiento. De esta forma buscamos continuamente situarnos en un umbral de adaptación positivo que corresponda al concepto de intensidad óptima del estímulo.

Tenemos que tener en cuenta que esta investigación se ha realizado con un equipo de balonmano a lo largo de 21 sesiones de una temporada regular, por lo que podríamos decir que priman los aspectos ecológicos de la investigación frente a los aspectos de control que son más propios de investigaciones de laboratorio por lo que la generalización de resultados estará limitada pero, sin embargo, la aplicabilidad directa de los hallazgos será mucho más inmediata.

En este sentido, la muestra no ha sido elegida al azar, es decir, no es una investigación totalmente experimental, pero es una investigación cuyo mayor potencial es que está basada en datos reales tomados durante los entrenamientos de un equipo español de División de Honor durante 21 sesiones de una temporada real.

I.2.2.- HIPÓTESIS DE ESTUDIO

HIPÓTESIS 1.-

La carga aplicada en una sesión de entrenamiento, tendrá un efecto sobre la frecuencia cardiaca, percepción subjetiva del esfuerzo y consumo de oxígeno estimado de los jugadores, existiendo una relación entre parámetros de carga interna objetivos (FC y VO₂ estimado) y parámetros de carga interna subjetiva (RPE).

HIPOTESIS 2.-

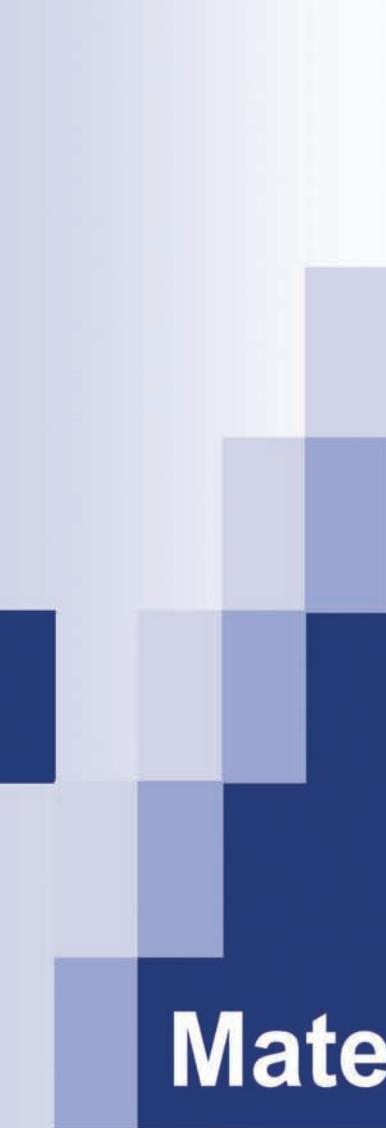
El momento de realización de dos ejercicios específicos de balonmano (C32 y S7¹) dentro de la sesión de entrenamiento, tendrá un efecto sobre la frecuencia cardiaca, percepción subjetiva del esfuerzo y consumo de oxígeno estimado de los jugadores, así como sobre la eficacia en la finalización de las jugadas.

I.2.3.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- 1.- Observar la evolución de la carga de entrenamiento por medio de la RPE, FC y VO₂ estimado, a lo largo de 21 sesiones de entrenamiento. Estudiar la evolución de cada una de las variables, sus relaciones y la utilidad que tienen para el control de la carga de entrenamiento en deportes colectivos.
- 2.- Comprobar el uso conjunto de la RPE con la valoración de porcentajes de frecuencia cardiaca de reserva. Asociar un valor de la RPE con una distribución determinada de esfuerzo expresado en Frecuencia cardiaca. Establecer una estimación de la frecuencia cardiaca desarrollada por los jugadores usando la escala de percepción subjetiva del esfuerzo.
- 3.- Comprobar los valores de la RPE media y RPE general a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. Valorar si pueden servirnos de utilidad para contrastar con la dinámica de cargas previstas (RPE PREVISTA) “a priori” por el cuerpo técnico.
- 4.- Conseguir un método de estimación de frecuencias cardiacas máximas de los jugadores de un equipo sin necesidad de usar un test analítico máximo.

(1) Descripción de ejercicios S7 y C32 en capítulo II.

- 5.- Determinar la tendencia normal de la RPE del jugador a lo largo de una sesión de entrenamiento. Comprobar el desarrollo de la RPE a lo largo de una sesión de entrenamiento.
- 6.- Comprobar las diferencias existentes entre 2 ejercicios específicos de balonmano de alta intensidad colocados en lugares diferentes a lo largo de diferentes sesiones de entrenamiento. Comparar las diferencias encontradas en los ejercicios según su situación (al principio o al final del entrenamiento) y las diferencias entre las medias de ambos ejercicios.



CAPÍTULO II:

Material y Método



OFFICIAL GAME BALL

A continuación en el capítulo II, expondremos la metodología de trabajo llevada a cabo en la investigación realizada a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento evaluadas, así como el material empleado para la misma. Describiremos los procedimientos seguidos para la evaluación de la condición física y el control diario de la carga desarrollada por los jugadores. Expondremos también el procedimiento llevado a cabo para confeccionar la planificación del Club Balonmano Ángel Ximénez - Puente Genil, justificando así la importancia de una correcta cuantificación de la carga de entrenamiento para una estructuración lógica de los contenidos a lo largo de la temporada.

II.1.- SUJETOS

Participaron 13 jugadores de sexo masculino, pertenecientes al Club Deportivo Puente Genil de Balonmano, equipo que milita en la División de Honor B española tomaron parte en la investigación.

Los sujetos participaron de forma voluntaria en la investigación. Todos fueron informados del propósito de estudio, y se obtuvo el consentimiento por escrito de cada uno de ellos (anexo VII.1).

En la tabla II.1, podemos observar las características de la muestra.

Tabla II.1: Características de los sujetos.

SUJETO	ALTURA	PESO	EDAD	FC Máx (ppm)	VO ₂ Máx (ml/kg/min)
S1	1,9	87,2	27	173	59,61
S2	1,87	90,7	20	195	50,28
S3	1,85	79,7	22	194	65,46
S4	1,88	111,5	31	182	56,68
S5	1,9	92,3	29	171	59,61
S6	1,79	81,5	22	195	59,61
S7	1,91	98,5	25	186	62,54
S8	1,91	91,8	22	210	65,46
S9	1,86	81,9	27	198	68,39
S10	1,98	94,5	27	185	65,46
S11	1,9	114,9	22	193	50,82
S12	1,89	86,8	22	195	59,61
S13	1,91	102,2	22	188	62,54
PROMEDIO	1,89	93,5	24,25	189,61	60,46
DT	0,043	10,98	3,40	10,49	5,47

II.2.- VARIABLES

Como variables de estudio, manejamos las siguientes.

II.2.1.- VARIABLES INDEPENDIENTES.

- VI₁: Intensidad de la sesión de entrenamiento.
- VI₂: Momento en el que se realizan los ejercicios (C32 y S7). (Principio, final de la sesión de entrenamiento).

II.2.2.- VARIABLES DEPENDIENTES.

- VD₁: Modificaciones en RPE, %FC (Estimación de %VO₂).
- VD₂: Modificaciones en RPE, %FC (Estimación de %VO₂) y Eficacia en los lanzamientos.

II.2.3.- VARIABLES CONTAMINANTES.

- VC₁: Errores ocasionado por los sujetos en la toma de frecuencia cardiaca basal.

Para la valoración de los porcentajes de esfuerzo desarrollado por cada jugador, usamos la frecuencia cardiaca basal para calcular la frecuencia cardiaca residual y establecer las diferentes franjas de trabajo. Como podemos ver en la figura II.21, la frecuencia cardiaca basal fue tomada diariamente por cada jugador durante una semana, usándose posteriormente el valor más bajo obtenido en las diferentes tomas. De esta forma obteníamos una semana de tomas de frecuencias basales minimizando así el posible error de una mala toma, o una variabilidad cardiaca producida por las circunstancias cotidianas de un día en concreto.

- VC₂: Errores provocados por calibración del material.

En ocasiones los pulsómetros podían registrar algunas tomas de forma incorrecta, ya que este tipo de material puede fallar al igual que cualquier otro instrumento electrónico que se utilice. Para controlar este posible error, todas las gráficas fueron revisadas y estudiadas de forma minuciosa tras los entrenamientos. Los posibles errores que podían registrar las gráficas eran corregidos de forma manual.

- VC₃: Errores ocasionados en la interpretación de los datos.

Las curvas de frecuencia cardiaca eran interpretadas y estudiadas de forma individual. Para asegurar la buena interpretación de las gráficas e identificación de los ejercicios, se dedicaba el tiempo necesario y se contrastaba con el tiempo real de entrenamiento.

- VC₄: Error por parte de los jugadores al estimar la RPE.

La estimación de la RPE por parte de los jugadores, podía estar sujeta a influencia por parte de los compañeros. Para evitar esta circunstancia los jugadores tenían unas carpetas individuales (figura II.20) donde reflejaban los valores de la RPE en una planilla (figura II.6) de forma privada sin influencia del compañero, ya que cada jugador tenía su carpeta en su puesto donde recuperaba entre los ejercicios desarrollados en los entrenamientos.

Por otro lado, los jugadores desarrollaron 4 semanas de familiarización con la escala subjetiva del esfuerzo, previas a la primera sesión de registro oficial. De esa forma se intentaba minimizar el error producido por una mala interpretación de la escala por parte de los jugadores.

- VC₅: Errores referentes a la valoración de los lanzamientos realizados a portería.

Como podremos observar en el apartado II.5.6, en los ejercicios S7 y C32, se realizó una valoración sobre los lanzamientos que se realizaron a lo largo de ambos ejercicios. En algunas jugadas, puede que no quedara del todo clara la valoración del lanzamiento. Por ello, se dejaron bien acotados cuales eran esos parámetros de eficacia, y para la valoración de esos ejercicios estaban presente 4 observadores especializados, los cuales habían desarrollado un entrenamiento previo tres semanas, y valoraban las jugadas de forma directa en la pista y posteriormente se discutían las posibles diferentes interpretaciones.

II.3.- DISEÑO

El diseño utilizado para el desarrollo de la investigación fue un diseño intrasujeto o de medidas repetidas.

Durante 21 sesiones de entrenamiento los 13 sujetos fueron monitorizados. Previamente realizaron un test de potencia aeróbica para valorar la condición física de cada uno e individualizar las diferentes franjas de esfuerzo de cada uno de los jugadores. Los jugadores fueron evaluados durante todas las sesiones y se compararon las diferentes modificaciones dadas sobre los parámetros de carga interna en relación con la intensidad de las sesiones y los ejercicios empleados (tabla II.2).

Tabla II.2: Número de sesiones y variables controladas.

SESIONES																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Cálculo RPE																				
Calculo FC																				
Cálculo VO ₂ estimado																				

Igualmente se llevó a cabo un diseño intrasujeto o medidas repetidas para el desarrollo de la comparativa de los ejercicios realizados al inicio y al final del entrenamiento. Se realizaron 5 tomas tras el calentamiento y otras 5 tomas como último ejercicio de la sesión, para posteriormente comparar las diferencias dadas entre uno y otro ejercicio (figura II.1).



Figura II.1: Comparativa de la realización de los mismos ejercicios (S7 y C32) al principio y al final de la sesión de entrenamiento.

II.4.- MATERIAL E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

II.4.1.- MATERIAL UTILIZADO PARA LA VALORACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOMÉTRICOS.

- Impedanciómetro para determinar composición corporal, Tanita TBF – 300 (figura II.2).
- Tallímetro (figura II.3).



Figura II.2: Impedanciómetro. Tanita TBF -300.



Figura II.3: Tallímetro.

II.4.2.- MATERIAL UTILIZADO PARA LA VALORACIÓN EN EL TEST DE CAMPO.

- 1 juego de Pulsómetros (POLAR TEAM) con toma de datos cada 5 segundos (12 “bips” por minuto). (Figura II.5).
- 3 pulsómetros POLAR S610 con toma de datos cada 5 segundos (12 “bips” por minuto). (Figura II.4).

- Protocolo de test de potencia aeróbica máxima (Course Navette).
- Portatil (Asus) con juego de altavoces.
- Pista de Balonmano (20 metros de ancho) para la realización del test.



Figura II.4: Pulsómetro Polar S610.



Figura II.5: Pulsómetro Polar Team.

II.4.3.- MATERIAL UTILIZADO PARA LA VALORACIÓN DIARIA DE LOS DEPORTISTAS EN LA PISTA DE ENTRENAMIENTO.

- 10 Pulsómetros (POLAR TEAM) + 3 Pulsómetros (POLAR S610). Ambos pulsómetros marcaban un “bip” para 5 segundos (12 “bips” por minutos) (figuras II.4 y II.5).
- 13 carpetas con 13 bolis (marca bic). Cada carpeta contenía una escala de percepción del esfuerzo (15 puntos) y una planilla en blanco (figura II.6) con cuadrículas para anotar la RPE del ejercicio en cada día según el orden del ejercicio.

NOMBRE JUGADOR						FECHA: LUNES 25/01/10			
RPE EJERCICIO 1	RPE EJERCICIO 2	RPE EJERCICIO 3	RPE EJERCICIO 4	RPE EJERCICIO 5	RPE EJERCICIO 6	RPE EJERCICIO 7	RPE EJERCICIO 8	RPE EJERCICIO 9	

¡¡IMPORTANTE!! VALORACIÓN RPE GENERAL DE LA SESIÓN:

NOMBRE JUGADOR						FECHA: MARTES 26/01/10			
RPE EJERCICIO 1	RPE EJERCICIO 2	RPE EJERCICIO 3	RPE EJERCICIO 4	RPE EJERCICIO 5	RPE EJERCICIO 6	RPE EJERCICIO 7	RPE EJERCICIO 8	RPE EJERCICIO 9	

¡¡IMPORTANTE!! VALORACIÓN RPE GENERAL DE LA SESIÓN:

NOMBRE JUGADOR						FECHA: MIÉRCOLES 27/01/10			
RPE EJERCICIO 1	RPE EJERCICIO 2	RPE EJERCICIO 3	RPE EJERCICIO 4	RPE EJERCICIO 5	RPE EJERCICIO 6	RPE EJERCICIO 7	RPE EJERCICIO 8	RPE EJERCICIO 9	

¡¡IMPORTANTE!! VALORACIÓN RPE GENERAL DE LA SESIÓN:

Figura II.6: Planillas de registro de la RPE en cada sesión de entrenamiento.

- Ordenador Portatil (EE PC S101), para la introducción directa de datos en las hojas de cálculo de registro durante el transcurso de los entrenamientos.

II.4.4.- MATERIAL INFORMÁTICO UTILIZADO PARA LA INTERPRETACIÓN DE DATOS.

– Hojas de Cálculo de Excel.

- Hoja de Cálculo para la recogida de datos a pie de pista.

En la hoja de cálculo se iban registrando las RPE de cada ejercicio a la conclusión de cada uno de ellos para llevar un control al momento de la intensidad desarrollada en los ejercicios. Igualmente ese control exhaustivo servía para minimizar al máximo el error de no registrar el ejercicio (por olvido) por parte de los jugadores, ya que como decimos, tras cada ejercicio, se procedía a revisar todas las carpetas para controlar esta circunstancia. En la figura II.7, podemos observar un ejemplo de planilla de recogida de datos.

	CAL 20'					A3 10'					A5 20'				
	RPE	GOL BC	NO GOL BC	GOL MC	NO GOL MC	RPE	GOL BC	NO GOL BC	GOL MC	NO GOL MC	RPE	GOL BC	NO GOL BC	GOL MC	NO GOL MC
S1	16					17					17				
S2	16					17					17				
S3	14					15					15				
S4	12					14					17				
S5	11					14					16				
S6	15					18					17				
S7	16					15					16				
S8						18					16				
S9	15					16					12				
S10	14					15					14				
S11						16					17				
S12	14					16					15				
S13	15					16					15				
	14,363636	0	0	0	0	15,923077	0	0	0	0	15,692308	0	0	0	0

Figura II.7: Tabla de recogida de datos a pie de pista.

- Hoja de Cálculo para la identificación de la curva (Figura II.8). Esta hoja de cálculo era utilizada para identificar los ejercicios sometidos a estudio y corregir posibles errores de frecuencia cardiaca que podían darse en el registro.

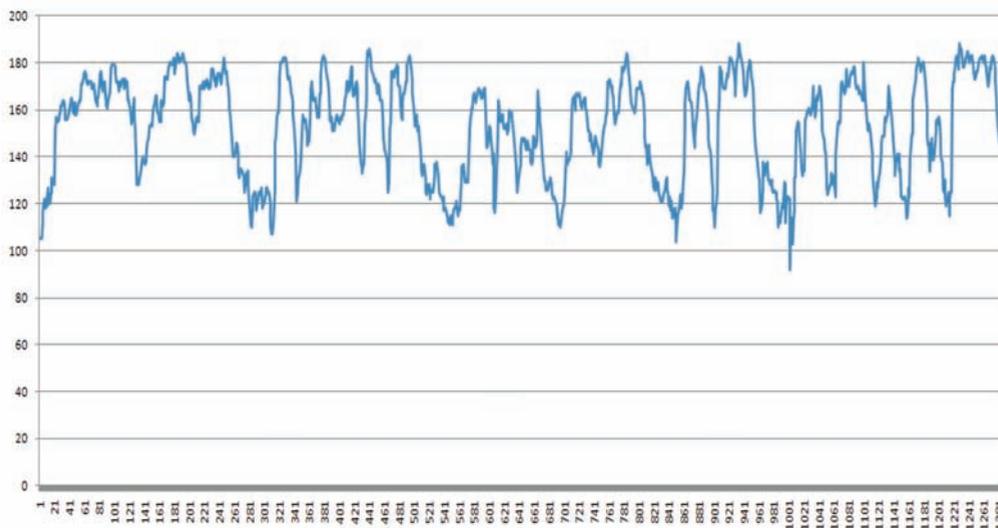


Figura II.8: Hoja de cálculo para la identificación de los ejercicios en la curva de frecuencia cardiaca.

- Hojas de cálculo de Excel con gráfico para el registro de la eficacia en los lanzamientos junto a la RPE percibida por los jugadores (figura II.9). Estas hojas se utilizaban también para dar un feedback directo a los jugadores durante los entrenamientos. Se les daba un conocimiento resultado sobre las acciones que habían realizado, tanto buenas como malas y conjuntamente se daban alternativas para la resolución del problema.

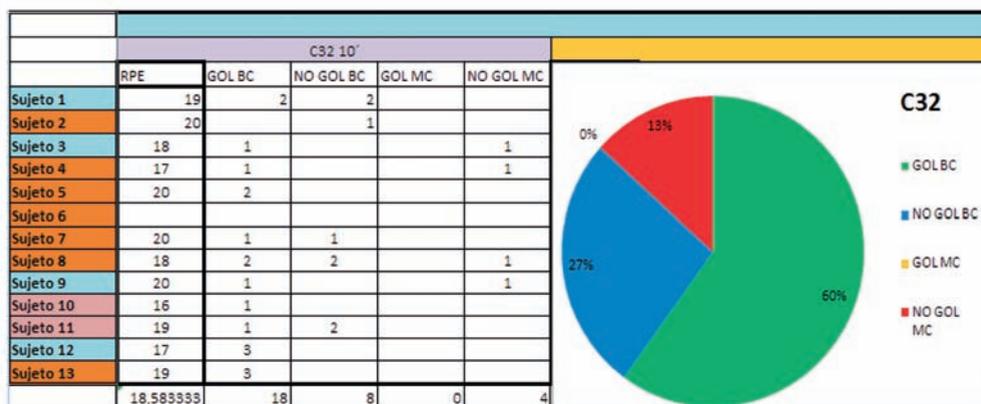


Figura II.9: Hojas de cálculo para almacenar los datos de eficacia en los lanzamientos junto a la RPE. GOL BC: Gol en lanzamiento realizado en buenas condiciones, NO GOL BC: No gol en lanzamiento realizado en buenas condiciones, GOL MC: Gol en lanzamiento realizado en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en lanzamiento realizado en malas condiciones.

- Hojas de cálculo para la estimación de los porcentajes generales de sesión y su relación con la RPE. Todos los datos individuales de los jugadores, se almacenaban en la hoja de cálculo mostrada en la figura II.10. Tras la interpretación de la curva de frecuencia cardiaca se registraban los valores individuales de cada jugador para obtener las medias generales del equipo por sesión de entrenamiento.

	RPE		%FC y % VO2 máx		
JUGADOR	RPE MEDIO	RPE GENERAL	% debajo 60%	% 60 y 80%	encima 80%
S1	17,00	17	64,88991889	25,955968	9,1541136
S2	17,00	17	22,05700124	39,776952	38,166047
S3	15,00	15	46,678234	22,234763	31,087003
S4	15,25	17	54,87804878	33,924612	11,197339
S5	14,00	14	53,45215	22,341234	24,206616
S6	15,50	15	56,20253165	35,316456	8,4810127
S7	15,75	16	29,5728368	61,445783	8,9813801
S8	16,67	16	54,435267	28,17345	17,391283
S9	13,75	13	47,23567	26,682409	26,081921
S10	14,50	15	55,23414	20,45635	24,30951
S11	17,00	17	50,54344	33,44444	16,01212
S12	15,75	16	26,5060241	52,650602	20,843373
S13	15,50	16	47,87234043	41,607565	10,520095
	15,589744	15,692308	46,88904638	34,15466	18,956293

Figura II.10: Hoja de cálculo para el almacenamiento general de datos de sesión.

- Hoja de Cálculo para la identificación de porcentajes de esfuerzo en los ejercicios S7 y C32 (figura II.11). Tras haber identificado los ejercicios en la gráfica (figura II.8), se almacenaban en hojas de cálculo junto con la eficacia en los lanzamientos, las RPE y los diferentes porcentajes de trabajo individuales de cada jugador.

FECHA:	26-nov			SITUACIÓN DEL EJERCICIO EN LA SESIÓN:					15 min
JUGADOR	%FC			RPE	GOL BC	NO GOL BC	GOL MC	NO GOL MC	
	% debajo 60%	% 60 y 80%	encima 80%						
S1	42,62	6,55	50,81	16	1				
S2	31,7	36,58	31,7	18					
S3	27,5	27,5	45	16		1			
S4	31,5	4,1	64,38	15					
S5	27,08	31,25	41,66	17	2				
S6	41,26	11,11	47,61	16	1				
S7	23,44	22,67	53,89	19		1			
S8	34,78	32,6	32,6	18	1				
S9	28,84	42,3	28,84	18		1			
S10	22,03	32,2	45,76	17					
S11	13,46	26,92	59,61	19		1			
S12	19,35	25,8	54,83	19	1				
S13	21,66	75	3,33	15		1			
	28,09384615	28,81384615	43,07846154	17,153846	6	5	0	0	

Figura II.11: Hojas de cálculo para el almacenamiento de los resultados de los ejercicios S7 y C32.

- Hoja de Cálculo para el almacenamiento anual de datos.

Los datos que diariamente se sacaban e interpretaban de las sesiones de entrenamiento, se iban almacenando en una hoja de cálculo tal y como se muestra en la figura II.12.

LUNES		PIVOTES						14,25	14	65,162929	31,066526	3,7705452
		EXTREMOS						14,1	14,4	63,958992	22,813019	13,227989
	30/11/2009	1 LÍNEA	14,196429	14,357143	65,091846	25,528876	9,8792776	14,25	14,43	65,88	25,89	8,23
MARTES		PIVOTES						16,25	16	53,747632	39,518236	6,7341319
		EXTREMOS						15,777778	16	56,18444	28,411318	15,404242
	01/12/2009	1 LÍNEA	15,838889	16,166667	57,400446	29,721358	12,878196	15,75	16,29	59,31	27,86	12,83
MIÉRCOLES		PIVOTES						16,666667	17	46,448087	48,998179	4,5537341
		EXTREMOS						14,666667	15	51,795862	32,789609	14,4052529
	02/12/2009	1 LÍNEA	15,111111	15,333333	52,317932	33,992728	13,68934	15,142857	15,285714	58,454806	32,540018	14,005176
JUEVES		PIVOTES						16,333333	16,5	57,871592	32,89358	9,2348285
		EXTREMOS						16,711111	16,666667	50,445798	32,430123	17,124079
	09/12/2009	1 LÍNEA	16,580556	16,916667	49,026158	34,000557	16,973286	16,395238	17,142857	46,842098	34,970269	18,187632
JUEVES		PIVOTES						16,333333	17	58,871811	32,438872	8,689317
		EXTREMOS						16,041667	16,5	55,696184	25,873042	18,430774
	10/12/2009	1 LÍNEA	16,419444	16,833333	53,894886	31,565774	14,53934	16,7	17	51,035045	35,069897	13,895058
LUNES**		PIVOTES						15	14,5	78,613099	21,386901	0
		EXTREMOS						14,5	14	53,534624	17,324033	2,374031
	E. Antón	1 LÍNEA	15,33	14,9	71,966252	23,944929	4,088819	15,75	15,333333	66,972075	27,00457	6,0233546
MIÉRCOLES		PIVOTES						15	15	66,420664	30,99631	2,5830258
		EXTREMOS						16,333333	16,666667	52,012812	28,361293	19,625896
	16/12/2009	1 LÍNEA	16,908333	17,1	51,468859	31,425615	17,105526	17,277778	16	48,768695	31,118195	25,11311
LUNES		PIVOTES						14,666667	15	59,967433	34,827107	5,2054598
		EXTREMOS						15,083333	14,75	63,462074	27,775589	8,7643368
	11/01/2010	1 LÍNEA	15,512821	15	54,756998	34,697519	10,545484	15,111111	14,714286	48,06402	36,331346	15,604635
MIÉRCOLES		PIVOTES						16,166667	16,5	50,133935	40,766875	9,0991898
		EXTREMOS						16,416667	16	45,16911	33,343783	21,487107
	19/01/2010	1 LÍNEA	16,615385	16,692308	42,609354	36,3085	21,081966	16,722222	16,142857	33,011474	35,004218	31,984309
JUEVES		PIVOTES						15,75	16	79,456907	20,070838	0,472255
		EXTREMOS						15,375	15,25	59,892188	31,880935	8,2268764
	14/01/2010	1 LÍNEA	15,589744	15,692308	55,621665	34,926983	9,4513514	15,416667	15,666667	47,65548	34,993197	17,351323

Figura II.12: Hoja de cálculo para almacenamiento anual de datos.

- Interface y Software para la transferencia de datos. Todos los archivos de frecuencia cardiaca eran transferidos al ordenador usando un interface Polar Irda Usb (figura II.14) y el software Polar Precision Performance, versión 4.00.022. (figura II.13).



Figura II.13: Software Polar Precision Performance version 4.00.022.



Figura II.14: Interface Polar Irda Usb.

- Programa estadístico SPSS para Windows v.15.0.
- Ordenadores:

Para el procesamiento de los datos se utilizaron dos ordenadores diferentes. Uno portátil (Asus EE PC S101, figura II.16) para la recogida de datos “in situ” en la pista y otro ordenador de mesa (Dell INSPIRON 545 MT, figura II.15) para el posterior procesamiento de datos. Los ficheros memorizados por los pulsómetros eran descargados en este ordenador y se preparaban los datos para la posterior interpretación en hojas de cálculo.



Figura II.15: Ordenador de mesa Dell INSPIRON 545 MT.

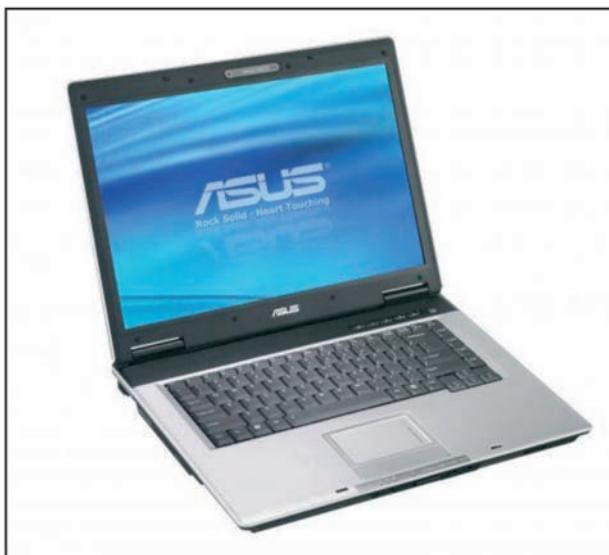


Figura II.16: Ordenador Portátil Asus EE PC S101.

II.5.- PROCEDIMIENTOS:

II.5.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA CONTROL REALIZADA (COURSE NAVETTE).

El objetivo principal de la prueba fue conocer la frecuencia cardiaca máxima individual de cada jugador los cuales fueron monitorizados durante la prueba (figura II.17). Igualmente usamos esta prueba para estimar los valores de VO_2 máximo individual de cada jugador. Esto nos serviría para individualizar las diferentes franjas de trabajo.

El test se realizó en el pabellón B de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Granada, lugar habitual de entrenamiento del Club Deportivo Angel Ximenez – Puente Genil.



Figura II.17: Colocación de pulsómetro Polar (modelo TEAM) para la monitorización de la frecuencia cardiaca.

El Course Navette es un test de potencia aeróbica máxima, el cual nos permite obtener la frecuencia cardiaca máxima y nos posibilita estimar el VO_2 máximo de cada jugador. El test consiste en una prueba de “ida y vuelta” de 20 metros. Se trata de recorrer durante el máximo tiempo posible la distancia de 20 metros a una velocidad progresiva que comienza a 8 km/h y va aumentando de forma paulatina cada minuto 0,5 km/h. El jugador deberá retirarse de la prueba cuando no sea

capaz de alcanzar la línea en el “bip” correspondiente marcado por el protocolo del test.

En el momento que se retiraba el jugador se almacenaba el periodo hasta el que llegó y el tiempo de ejecución de la prueba.

La prueba de Potencia aeróbica máxima tan solo se realizó una vez al principio del proceso experimental, con el fin de calcular la frecuencia cardiaca máxima y estimar los VO₂ de cada jugador y de esa forma poder individualizar los porcentajes de esfuerzo.

Según Billat (2002) el Course Navette al ser un test de “ida y vuelta”, se adapta muy bien a los deportes que realizan movimientos similares como fútbol, balonmano o baloncesto, no siendo conveniente realizar para deportes donde no se realizan este gesto como puede ser la carrera, ya que se subestimaría el VO₂ máx.

Para la realización de la prueba, los jugadores realizaron un calentamiento dirigido, donde se preparó para el posterior esfuerzo. El calentamiento duró 15 minutos y consistió en:

- 3´ de trote suave y desplazamientos.
- 5´ movilidad articular y estiramientos.
- 7´ de calentamiento general por medio de desplazamientos varios.
- COMIENZO DE LA PRUEBA.

II.5.2.- DESCRIPCIÓN DE LOS EJERCICIOS C32 Y S7.

II.5.2.1.- EL EJERCICIO C32.

Consiste en un ejercicio de contraataque. Tiene varias reglas. Participan cuatro jugadores de campo y dos porteros. Los cuatro jugadores salen desde los laterales del campo a la señal del entrenador, tal y como podemos observar en la figura II.18. En un principio dos jugadores atacarán y otros dos defenderán. Luego se producen segundas jugadas en las que los jugadores que atacaban pasan a defender y viceversa. A priori no se sabe que jugadores serán los que realicen el ataque y cuáles serán los que realizarán la defensa, será a la señal del entrenador cuando se conozcan los roles. La señal de salida, será un estímulo acústico por parte del entrenador. Se dirá uno de los nombres de los jugadores que están participando (o un número), siendo el jugador nombrado el encargado de poner la pelota en juego y junto con su compañero realizar labores de ataque en primera estancia. Todos los jugadores tienen una pelota en la mano, siendo la que se pone en

juego la del jugador nombrado por el entrenador. Las demás quedan en el lugar de salida de los jugadores que no han sido nombrados.

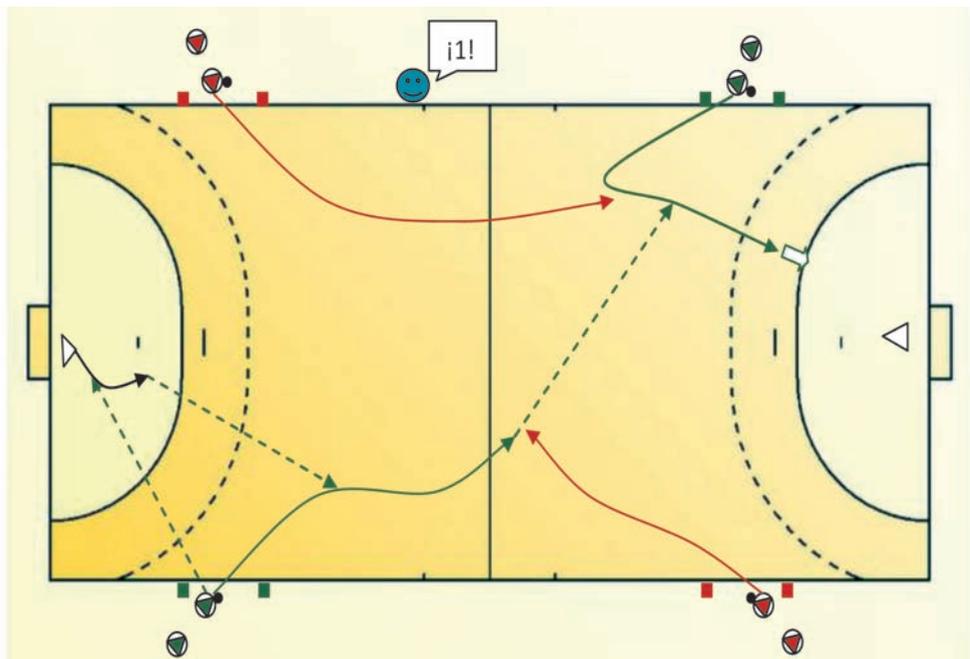


Figura II.18: Descripción gráfica del ejercicio C32.

El juego termina a los 30 segundos, pudiéndose cortar el juego por pasividad de los jugadores que participan.

Por lo tanto, los jugadores participaban una media de 30'' por repetición y descansaban 45'' - 60'' aproximadamente. Por lo que durante los 10 minutos que duraba el ejercicio, los jugadores participaban entre 6 y 7 ocasiones.

II.5.2.2.- EL EJERCICIO S7.

El ejercicio S7 consiste en un partido de 5 minutos de duración. El juego se desarrolla igual que en un partido normal de competición.

II.5.3.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO UTILIZADO DURANTE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO.

La toma de datos en los entrenamientos se prolongó durante 21 sesiones de entrenamiento. Todas las sesiones monitorizadas llevaron la estructura que se muestra a continuación y la duración total del entrenamiento osciló entre 1 hora 50' y 2 horas.

– CALENTAMIENTO GENERAL: (10´).

Los jugadores realizaban ejercicios de calentamiento general de forma dirigida. En los cuales, se realizaban ejercicios de movilidad articular, estiramientos, activación vegetativa y lanzamientos.

– CALENTAMIENTO ESPECÍFICO: (10´).

Los jugadores realizaban ejercicios específicos de calentamiento. Juegos de lanzamientos, entradas, calentamiento específico de porteros, etc.

– PARTE PRINCIPAL: (80´ - 90´).

La estructura de la parte principal se realizaba por medio de ejercicios estructurados y con una nomenclatura concreta en los que se trabajaban los medios tácticos para el partido de ese fin de semana.

– VUELTA A LA CALMA: (10´).

Los jugadores estiraban y recuperaban de forma individual.

El procedimiento de recogida de datos durante las sesiones fue la siguiente:

Los jugadores llegaban al pabellón y todos tenían su pulsómetro preparado junto con su carpeta que contenía la escala de esfuerzo percibido junto a la planilla para apuntar los valores de la escala (figura II.19 y II.20). Después de cada ejercicio los jugadores se acercaban a la banda y apuntaban de forma individual la RPE obtenida en el ejercicio concreto. Entre ejercicio y ejercicio había un intervalo de tiempo de unos 3 minutos, donde el jugador, apuntaba la percepción de esfuerzo y recuperaba.



Figura II.19: Colocación de pulsómetro y carpetas para la recogida de la RPE.



Figura II.20: Pulsómetros y carpetas para apuntar la RPE de los jugadores.

Tras el ejercicio se recogía carpeta por carpeta la valoración de cada jugador y se iban almacenando todos los datos en la hoja de cálculo elaborada “ad hoc” para la recogida de información de las sesiones de entrenamiento (figura II.7).

Posteriormente, al finalizar la sesión de entrenamiento, los jugadores daban una valoración global sobre la percepción subjetiva del esfuerzo de la sesión, la cual reflejaban también de forma individual en la carpeta. Este valor se anotaba igualmente en la hoja Excel. Por lo que finalmente la hoja de Excel contendría los valores de la RPE en cada ejercicio y una media de todos estos ejercicios para compararlo con la RPE general de la sesión. A esto, se le agregaba los valores de la frecuencia cardiaca obtenida en la sesión. La frecuencia cardiaca se exponía en la hoja de cálculo distribuida en 3 franjas. Por debajo del 60% FCR, entre el 60-80% FCR y por encima del 80% FCR. A estos valores se le relacionaba de forma estimada el VO_2 .

En los ejercicios C32 y S7 se realizaba una toma más exhaustiva de datos, donde se diferenciaba:

- La RPE de cada jugador.
- La distribución de la frecuencia cardiaca y el VO_2 estimado en las 3 franjas de esfuerzo.
- La eficacia en los lanzamientos y en la colocación para lanzar.

Estas tomas más exhaustivas fueron realizadas como decimos en estos 2 ejercicios en 10 ocasiones cada uno, cinco colocándolo al principio del entrenamiento, tras el calentamiento, y otras cinco, colocando el ejercicio al final de la sesión.

II.5.4.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LAS FRANJAS DE ESFUERZO INDIVIDUALES DE CADA JUGADOR (PORCENTAJES DE FCR Y VO₂).

Las hojas de cálculo para obtener las franjas de esfuerzo de los sujetos estaban diseñadas teniendo en cuenta la FCR.

- Para obtener las diferentes franjas de esfuerzo individualizada de cada jugador, tuvimos que realizar el siguiente proceso.
 - Obtuvimos 2 medidas.
 - La frecuencia cardiaca máxima por medio del test Course Navette.
 - La frecuencia cardiaca basal, obtenida por los propios sujetos en el momento de despertarse durante una semana. De las 7 medidas, se escogió la frecuencia cardiaca basal más baja figura II.21. En el anexo VII.2, se muestra el procedimiento para la toma de la frecuencia cardiaca. Se le explicó la metodología a cada jugador y se le dio una hoja para rellenar y devolver en una semana.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
FC BASAL							

Figura II.21: Planilla para el cálculo de la frecuencia basal.

- En relación a las 2 medidas obtenidas calculamos los % FCR (López Miñarro, 2002):

$$FC_{(residual)} = FC_{(máxima)} - FC_{(Basal)}$$

- Calculamos entonces en relación a la FCR los porcentajes de trabajo.

- Por lo que finalmente para calcular un porcentaje de trabajo al 80% FCR tendríamos que aplicar la siguiente fórmula:

$$80 \% \text{ FCR} = [\text{FC}_{(\text{residual})} * 0,80] + \text{FC}_{(\text{Basal})}$$

Posteriormente calculamos el VO_2 máximo de cada jugador por medio del cálculo indirecto a través del Course Navette.

- Obtención del VO_2 máx
 - ♣ La obtención del VO_2 máx la obtendremos en relación al periodo obtenido por el sujeto en la prueba del Course Navette. Obtendremos los valores máximos de VO_2 con la siguiente fórmula.

$$\text{VO}_2 \text{ máx}(\text{ml/kg/min}) = (5,857 * V) - 19,458$$

Siendo V la velocidad en el último estadio.

Tabla II.3: Relación entre velocidades y estadios en Course Navette.

Es.	Vel.	Es.	Vel.	Es.	Vel.	Es.	Vel.
1°	8,5	6°	11	11°	13,5	16°	16
2°	9,0	7°	11,5	12°	14	17°	16,5
3°	9,5	8°	12	13°	14,5	18°	17
4°	10	9°	12,5	14°	15	19°	17,5
5°	10,5	10°	13	15°	15,5	20°	18

Según todo lo argumentado, se procedió a la creación de hojas de cálculo personalizadas (figura II.22). Se crearon 21 archivos (uno para cada entrenamiento) y esos archivos disponían de una hoja para cada jugador. Estas hojas se crearon individuales para cada uno de ellos, donde se distinguían los valores de FC máx, con los diferentes porcentajes de trabajo calculados a partir de la FCR y el VO_2 máximo estimado por medio del Course Navette.

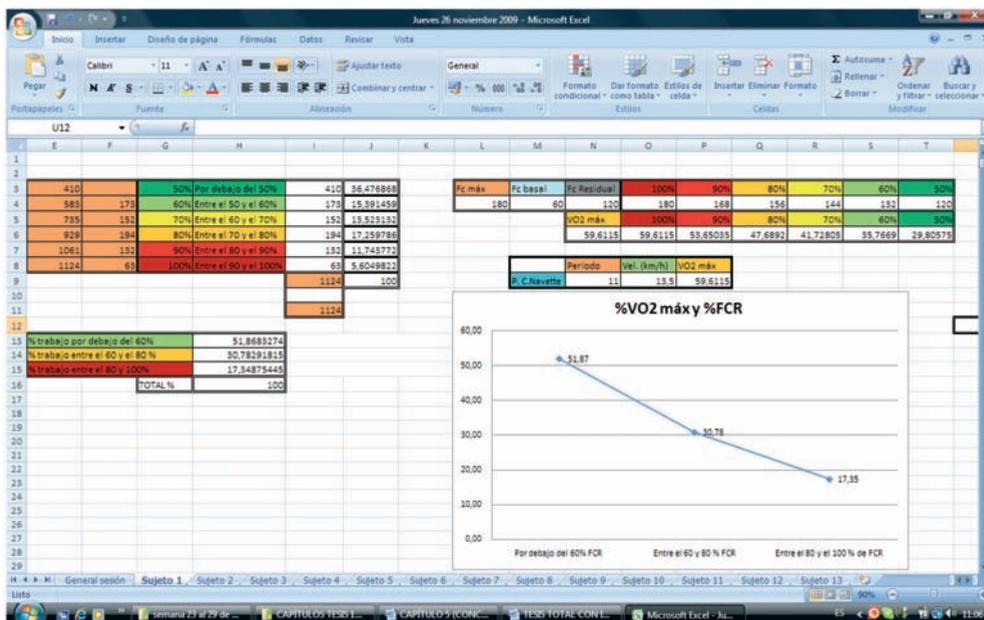


Figura II.22: Hoja de cálculo para la estimación de los porcentajes de trabajo (%FCR).

En esta hoja se introducían los datos sacados del Polar Precisión Performance referentes a la curva de frecuencia cardiaca sacada de cada sesión. La hoja estaba programada para distribuir de forma automática los porcentajes de esfuerzos de FC y en cada franja, además también se registraba la RPE (general y media) correspondiente a la sesión de entrenamiento.

En la figura II.23, podemos observar las franjas de esfuerzo calculadas para un sujeto cuya FC máxima era 188 ppm y su FC basal 41 ppm.

Fc máx	Fc basal	Fc Residual	100%	90%	80%	70%	60%	50%
188	41	147	188	173,3	158,6	143,9	129,2	114,5

Figura II.23: Frecuencia cardiaca máxima. Distribución en las diferentes franjas de esfuerzo.

En la figura II.24, podemos distinguir los porcentajes de trabajo, distribuidos en porcentajes de esfuerzo, una vez introducida la curva de la frecuencia cardiaca de la sesión en la hoja de cálculo anteriormente citada.

% trabajo por debajo del 60%	63,17957166
% trabajo entre el 60 y el 80 %	27,59472817
% trabajo entre el 80 y 100%	9,225700165
TOTAL %	100

Figura II.24: Distribución de la frecuencia cardiaca en zonas. Porcentajes del tiempo total del entrenamiento que el jugador pasa en las diferentes zonas de establecidas de esfuerzo.

II.5.5.- DESCRIPCIÓN PARA EL PROCEDIMIENTO DE TOMA Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

Los datos exigían un tratamiento desde la recogida del material en el pabellón, hasta que llegaban a la tabla de resultados para su posterior interpretación estadística.

Los datos registrados en los pulsómetros de los jugadores eran descargados en un ordenador Dell INSPIRON 545 MT (figura II.15) usando el programa Polar Precision Performance. De ese programa se extraían las gráficas de los sujetos en formato de texto, para posteriormente introducirlos en la hoja de cálculo de “identificación de la gráfica” (figura II.25). Una vez obtenida la gráfica en Excel, procedíamos a la identificación de cada ejercicio. Los cuales registrábamos en la misma hoja, identificando las sesiones y los ejercicios como podemos distinguir en las figuras II.26 y II.27, una vez identificados los ejercicios y las sesiones, se calculaban los porcentajes de esfuerzos por medio de la hoja expuesta anteriormente (figura II.22). Los datos obtenidos se almacenaban en la hoja de “almacenamiento anual de datos” (figura II.12).

Se usó la hoja de cálculo “identificación de la sesión de entrenamiento” (figura II.25) para eliminar las partes de la sesión que podrían llevarnos a error en la interpretación de datos así como para la corrección de posibles errores en pulsómetros. Las sesiones estaban calculadas temporalmente y sincronizadas con las gráficas de frecuencia cardiaca, pero independientemente de ello, todas necesitaban un tratamiento posterior.

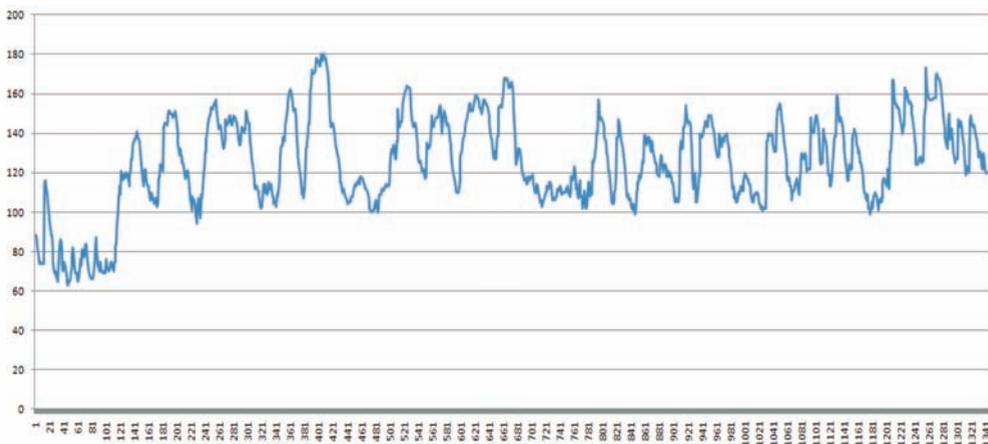


Figura II.25: Hoja de cálculo, “identificación de la sesión de entrenamiento”.

sesión			
COMIENZO		FINZALIZACIÓN	
PUNTO	VALOR	PUNTO	VALOR
103	72	1319	147

Figura II.26: Selección de la gráfica.

	BRE DEL EJER	COMIENZO		FINZALIZACIÓN	
		PUNTO	VALOR	PUNTO	VALOR
EJERCICIO 1	S7	338	104	404	179
EJERCICIO 2	C32	1175	102	1319	147

Figura II.27: Selección de ejercicios identificados en la gráfica.

II.5.6.- DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS DE EFICACIA EN LA PISTA.

En la evaluación de los ejercicios S7 y C32, se cuantificó además de la frecuencia cardiaca, el consumo de oxígeno (estimado) y la RPE, la eficacia en los lanzamientos a portería. Se realizó una distribución de los lanzamientos, atendiendo a las siguientes premisas.

A continuación exponemos los criterios para considerar condiciones óptimas de lanzamiento según la demarcación del jugador en balonmano.

Extremos:

Se considerará un lanzamiento en condiciones óptimas de lanzamiento cuando:

- Tras recibir el balón dirija su orientación hacia la portería antes de lanzar, y cuando se encuentre libre de marcaje o haya superado a su par o impar.
- No se considerará condición óptima o buena cuando el jugador se haya desplazado mucho en anchura. (Pierde ángulo de tiro).

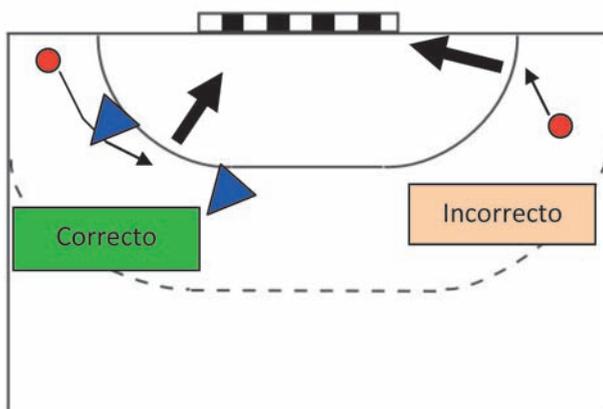


Figura II.28: Valoración del lanzamiento en extremos.

Laterales y Central:

Situación óptima de lanzamiento para estos puestos cuando:

- Cuando supera a su par o impares, ganándoles la posición, o bien saltando delante del mismo y éste no choque o busque el contacto para evitar lanzamiento.
- La orientación siempre hacia la portería.
- No se considerará (al igual que el anterior) condición óptima o buena cuando el jugador se haya desplazado mucho en anchura (Pierde ángulo de tiro).

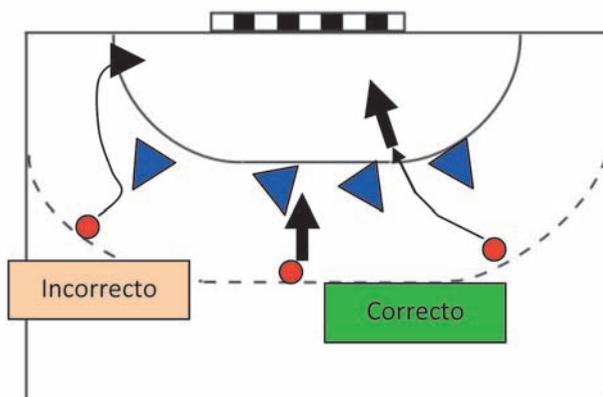


Figura II.29: Valoración del lanzamiento para laterales y centrales.

Pivote:

- Se considerará situación óptima de lanzamiento cuando supera a su par o impares, ganándose la posición, incluso cuando esté agarrado, en línea de 6m, orientado a portería.
- No se considerará (al igual que el anterior) condición óptima o buena cuando el jugador se haya desplazado mucho en anchura, ya que pierde la orientación y ángulo de tiro.

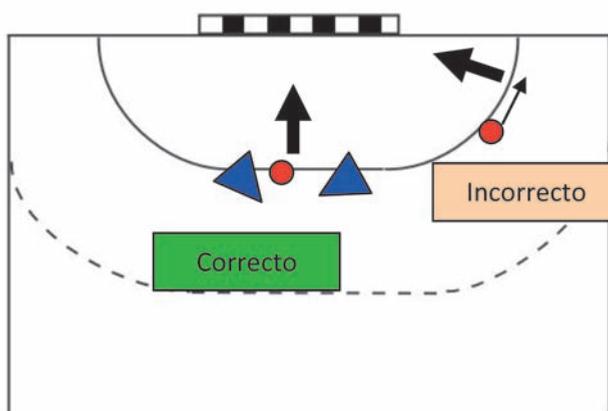


Figura II.30: Valoración del lanzamiento para pivotes.

En el ejercicio de C32, (contraataque), se tienen en cuenta los criterios citados según el jugador del puesto que estuviese realizando el ejercicio; pero al ser un 2 vs 2, principalmente predominaba que el jugador en el momento de finalización o lanzamiento, estuviese en línea de 6m, hubiera ganado la posición a su par o impar, y la orientación fuese hacia la portería y no en máxima profundidad y anchura.

II.5.7.- PLANIFICACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DEL CLUB BALONMANO ÁNGEL XIMÉNEZ - PUENTE GENIL.

A continuación exponemos la planificación confeccionada para el Club Balonmano Puente Genil en la temporada 09/10.

El planteamiento general de la planificación aunque basado, como hemos visto, en concepciones teóricas del entrenamiento no deja de ser una adaptación a la realidad concreta de la competición en la que se ve inmerso en equipo. Esto significa que el cuerpo técnico ha tenido que estudiar, valorar y predecir basándose en experiencias anteriores y del conocimiento de la realidad de la competición los momentos relacionados con la dificultad que va a tener todo el proceso de planificación (Chirosa, 1997).

Los rivales a priori, tras un estudio muy detallado (tipo de jugadores, presupuestos, cuerpo técnico, expectativas, historial previo, momento de la temporada y lugar en el que se juega) se clasifican en niveles de dificultad que van de una a cinco estrellas (tabla II.4).

Tabla II.4: Rivales, categorías y tipo de microciclo. Negrita: jugamos en casa, Azul: jugamos fuera.

EQUIPO	CATEGORÍA	MICROCICLO SEMANAL	CATEGORÍA	MICROCICLO SEMANAL
RIVAL 1	*****	CARGA + COMPET	*****	CARGA + COMPET
RIVAL 2	****	CARGA + COMPET	****	COMPETICIÓN
RIVAL 3	*****	CARGA + COMPET	*****	REC+CONT+COMP
RIVAL 4	*****	REC. + CONTROL	*****	CARGA + COMPET
RIVAL 5	***	COMPETICIÓN	***	COMPETICIÓN
RIVAL 6	****	COMPETICIÓN	****	COMPETICIÓN
RIVAL 7	****	COMPETICIÓN	****	COMPETICIÓN
RIVAL 8	****	CARGA + COMPET	****	REC. + CONTROL
RIVAL 9	*****	CARGA + COMPET	****	CARGA + COMPET
RIVAL 10	***	COMPETICIÓN	*****	COMPETICIÓN
RIVAL 11	*****	CONTROL + COMP	*****	CARGA + COMPET
RIVAL 12	****	COMPETICIÓN	****	COMPETICIÓN
RIVAL 13	****	COMPETICIÓN	*****	COMPETICIÓN
RIVAL 14	*****	REC. + CONTROL	****	CARGA + COMPET.
RIVAL 15	*****	COMPETICIÓN	*****	COMPETICIÓN

El nivel mínimo sería aquel rival en el que prácticamente se considera que las posibilidades de éxito son muy altas, por el contrario, en torno a un 90% las po-

sibilidades de éxito con un rival de cinco estrellas son mínimas. El clasificar de esta forma permite, hacer un planteamiento coherente de las dinámicas de carga a aplicar, permitiendo que el equipo llegue en momentos de afinamiento que coinciden con rivales con dificultades medias – altas, y planteamientos de aprendizaje carga y recuperación con rivales bajos y muy altos. Pensamos que este tipo de planificación en deportes colectivos permite superar las dificultades de seguir progresando en los periodos de competición porque se aprovechan, gracias al estudio de los rivales, los a priori momentos de menos preocupación de resultados para seguir progresando o recuperándose, permitiendo que el equipo siga avanzando a lo largo de la temporada.

La dinámica de cargas aplicadas se personaliza en relación al rival y a las circunstancias reales de nuestro equipo. La estructura básica utilizada en la planificación fue el microciclo en sus diferentes variantes. Se desarrollaron diferentes microciclos dependiendo del momento de la temporada en el que nos encontrábamos.

Con ello, se plantean diferentes modelos de microciclos como unidad básica del entrenamiento.

- Descarga: En los microciclos de descarga, su objetivo es recuperar a nivel psico-físicamente al deportista. Los volúmenes de cargase reducen drásticamente y aparecen dentro del microciclo de forma específica medios activos de recuperación (sesiones de masaje, estiramientos, relajación) Se aumentan las actividades lúdicas para descongestionar psicológicamente a los jugadores (se usan medios como partidos de fútbol sala, voleibol...) Este tipo de microciclos vienen precedidos de 3 o 4 microciclos de competición aprovechando los momentos en que la competición o el calendario te permite incluirlo. Estos momentos son principalmente cuando el rival es muy fuerte o el rival es muy débil. Casi siempre, por la “imagen se aprovecha que sean los partidos fuera de casa”.
- Aprendizaje: Son microciclos utilizados en el inicio de la pretemporada y en momentos puntuales de la misma para asentar los conocimientos. El volumen de trabajo “nuevo” es mayor.
- Competición 1: En los microciclos de competición 1 lo principal es adaptarse al rival. La intensidad es muy alta, la especificidad es también muy alta y el volumen es relativamente bajo. No se incluye ningún contenido nuevo. Suelen ir en ciclos de tres (3 microciclo juntos máximos). Se usa contra rivales que son del mismo nivel o algo superior. (no aprendizaje,

afianzar conceptos, ajustándose al rival, intensidades altas para afinar) no más de 3 seguidos.

- Competición 2: Se aumenta la carga, aparecen conceptos de aprendizaje y existe menos preocupación por el rival, pero se sigue con una dinámica específica. Se suele utilizar de nuevo cuando el rival es débil o bastante más superior que nosotros. (+ carga + aprendizaje – preocupación
- Control: este microciclo es utilizado para la evaluación de las diferentes cualidades físicas que se están trabajando. Podremos controlar de forma objetiva la evolución de los jugadores a lo largo de la temporada aplicando este tipo de microciclos.
- Carga: son microciclos utilizados principalmente en momentos de pretemporada en los que todos los factores que influyen en el rendimiento se tienen que trabajar a un nivel más general.

La planificación no es un proceso inmóvil o estático, si no que se ve modificado por las circunstancias concretas en las que se desenvuelve el equipo durante el periodo competitivo. Ello implica que rivales considerados de una determinada dificultad, puede que por diferentes circunstancias (lesiones, factores económicos, dinámica de resultados, etc) puedan cambiar el propio nivel de dificultad. Esto hace que todo el proceso se replantee modificando los niveles de cargas.

La carga fue distribuida en 2 macrociclos de 20 y 19 semanas. La larga trayectoria y experiencia como entrenadores de balonmano hace que los diferentes ejercicios y juegos realizados en los entrenamientos, estén perfectamente determinados y estructurados, los cuales tenían la siguiente nomenclatura:

II.5.7.1.- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EJERCICIOS REALIZADOS DURANTE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO.

- EJERCICIOS A (ATAQUE).

En estos ejercicios se focalizaba en las acciones de ataque. Cada ejercicio tenía sus características determinadas. Dentro de estos ejercicios tenemos: A1, A3, A4 y A5

- La denominación de 1 a 5 va en relación con el aumento de la dificultad, basándose exclusivamente en el número de jugadores y el acercamiento a la realidad específica del juego, de tal forma que el A1 serían ejercicios individuales, principalmente centrados en la técnica con mayor o menos grado de dificultad en el ámbito de la toma de decisión y las dificultades

perceptivas pero siempre centrados en mejoras de la capacidad ejecutiva. En el polo opuesto, el A5, son situaciones reales de juego más o menos adaptadas a la dificultad del rival y a las posibilidades de mejora en el aprendizaje.

En los ejercicios se combinan conceptos técnico tácticos con ejercicios para el desarrollo de la condición física. Igualmente se combinan ejercicios donde el jugador tiene que decidir entre diferentes alternativas para solucionar una situación de juego determinada, todo esto es lo que se viene llamando el entrenamiento integrado (Chirosa, Chirosa y Padiá, 1998).

– EJERCICIOS C (CONTRAATAQUE).

Estos ejercicios se utilizan para focalizar en acciones de transición de defensa – ataque y viceversa. Al igual que los ejercicios A, cada ejercicio tenía sus características propias. Dentro de estos ejercicios tenemos los C1, C3 y C5, siendo los más utilizados los C3 y C5.

Siguiendo las mismas pautas de los ejercicios de ataque (A) la complejidad, en función del número de participantes, aumenta del C1 el menos complejo, al C5 el más complejo. Esto como se ha indicado anteriormente no tiene nada que ver con las posibilidades de manipulación en otros factores que inciden en el entrenamiento (físico, técnico, táctico o teórico)

– EJERCICIOS D (DEFENSA).

Se focaliza especialmente en conceptos defensivos. Al igual que los ejercicios A y C, tienen unas características determinadas. La codificación es: D1, D3, D4 y D5. Siendo los D3, D4 y D5 los más utilizados. En ninguna ocasión se utilizó el D1 y cada vez que se realizó el D4, se hacía junto con el D5.

Se sigue la misma dinámica que en los ejercicios anteriores (A y C). Siendo el menos complejo el D1 y el más complejo el D5.

Todos los tipos de ejercicios se pueden trabajar de forma aislada o combinada. Dependiendo del momento de la competición y del tipo de microciclo en el que se encuentre inserto. Los microciclos, evidentemente, están relacionados con la dinámica de la competición que permitirá en función de la dificultad o facilidad del rival plantear situaciones de aprendizaje o de afinamiento.

– SITUACIONES ESPECIALES (S7).

Denominado como “situaciones especiales” aquí englobamos a los partidos disputados en los entrenamientos. Estos partidos son de 5 minutos de duración.

– CONTRAATAQUE “FRANCÉS” (C32).

Este ejercicio y explicado con más detalle en el capítulo II, es una variante de los ejercicios C, concretamente es una variante de los ejercicios C3. En él se dan situaciones de ataque y defensa, donde se trabaja de forma intensa durante un tiempo determinado. Se asemeja mucho al juego real en balonmano.

II.5.7.2.- DISTRIBUCIÓN DE LOS EJERCICIOS DURANTE LA TEMPORADA.

Las bases de toda esta planificación, radicó como se ha indicado anteriormente en los modelos expuestos de planificación, siguiendo a Verkhoshansky y Seirul-lo, ya que la estructura de la secuenciación de ciclos fue la siguiente: macrociclo – mesociclo – microciclo – sesión y los microciclos seguían la línea similar a la propuesta realizada por Seirul-lo. La carga específica de trabajo presentaba un volumen grande al principio de la semana para posteriormente bajar la magnitud de carga general de trabajo y manteniendo la intensidad, haciendo más hincapié en factores técnico – tácticos específicos del juego real.

Igualmente, la estructuración de la dinámica de cargas a lo largo de la temporada se fundamentó en estudios de otros autores que realizan periodizaciones lógicas de volúmenes e intensidades teniendo en cuenta diferentes circunstancias. Kelly y Cutts (2007) proponen adaptaciones de la planificación anual en relación a la calidad del rival, números de entrenamientos entre un partido y otro y en relación al viaje a realizar (distancia). Esta circunstancia condiciona que los partidos se clasifiquen entre mayor y menor probabilidad de éxito. Las semanas en la que se jueguen partidos más difíciles (o con menos probabilidad de éxito) se disminuirá la carga, sirviendo así como semana de “descarga”. Los partidos que sean a priori más fáciles o en los que exista una mayor probabilidad de éxito se aumentará la carga de entrenamiento, siendo denominados en nuestra planificación como semanas de “competición 1” o semanas de “competición 2” dependiendo de la carga administrada.

Al igual que estudios de Gorostiaga, Granados, Ibanez, González-Badillo e Izquierdo (2006); Cardoso y Gonzalez-Badillo (2006); Granados, Izquierdo, Ibáñez, Ruesta y Gorostiaga (2008), se realizaron a lo largo de la temporada semanas de control, donde pudimos obtener tomas del rendimiento de los jugadores en diferentes ocasiones. En cada una de ellas, se midieron variables funcionales como el pico fuerza-velocidad, la velocidad de lanzamiento con ambos brazos, salto vertical con contramovimiento (CMJ) y variables biométricas como el peso y el porcentaje graso. Todo esto servía para tener datos sobre la evolución del estado ope-

racional de los distintos jugadores y tomar decisiones si en algún momento se detectaba alguna desviación sobre el rendimiento previsto.

Teniendo en cuenta todas las circunstancias expuestas podemos comprobar en el anexo VII.5 la planificación llevada a cabo a lo largo de la temporada 2009/2010.

De los dos macrociclos planificados, hemos monitorizado y evaluado veintiuna sesiones, las cuales cumplían una dinámica de carga prevista por el cuerpo técnico (figura II.31).

Es esta una de las circunstancias de nuestro estudio, ya que el cuerpo técnico podrá cuantificar sin problema algunos parámetros de carga externa de los deportistas como es el tiempo de duración de los ejercicios, el número de repeticiones en diferentes ejercicios, etc. Pero sin embargo es más difícil cuantificar la carga interna del deportista, ya que en este tipo de deportes la valoración de los esfuerzos se complica por la interacción de los dos equipos en el mismo espacio de juego y la variabilidad de los movimientos y desplazamientos.

En nuestro caso, hemos unido las diferentes cargas establecidas “a priori” por el equipo técnico de las 21 sesiones monitorizadas, de esta forma se ha podido determinar la curva de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) como se muestra en la figura II.31 (expresada en valores de percepción subjetiva del esfuerzo prevista). La verdadera dificultad de esta tarea era saber si se estaba cumpliendo o no esa dinámica de cargas establecida previamente, es por ello por lo que se hace importante buscar formas para la cuantificación de la carga interna desarrollada por el deportista. En los posteriores capítulos, comprobaremos la similitud que esta curva mantiene con los métodos de cuantificación propuestos.

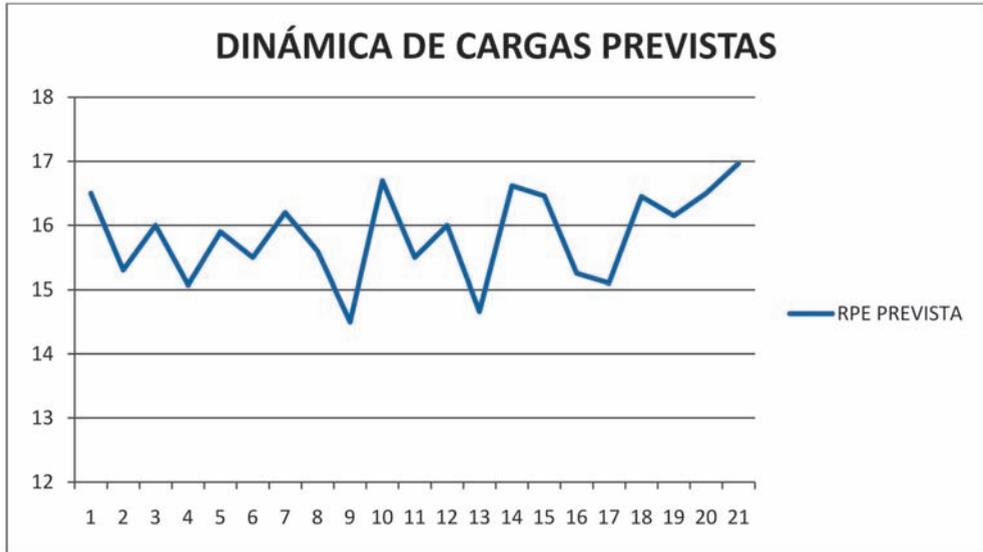


Figura II.31: Dinámicas de cargas previstas por el cuerpo técnico para las 21 sesiones de entrenamiento monitorizadas.



CAPÍTULO III:

Resultados



En este capítulo desarrollaremos los resultados de los diferentes estudios y relaciones que hemos ido realizando a lo largo de todo el proceso de toma de datos. Los resultados irán enfocados a responder a los diferentes objetivos planteados en el capítulo I.

III.1.- RELACIONES ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CARGA EN LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO

III.1.1.- EVOLUCIÓN DE LA PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO A LO LARGO DE LAS 21 SESIONES DE ENTRENAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LAS FRANJAS DE ESFUERZO DE FRECUENCIA CARDIACA DE RESERVA.

Como expusimos en el capítulo anterior, en cada sesión obtuvimos dos valores de la RPE percibida por los jugadores. Uno, al que llamamos RPE general, fue el dado por los jugadores tras la finalización del entrenamiento, mientras que la RPE media fue la que obtuvimos realizando la media de todos los ejercicios de forma independiente.

Los datos expuestos en la tabla III.1 nos muestran la similitud existente entre las RPE medias y generales a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.

Tabla III.I: Valores mínimos, máximos, media y desviación típica de de la RPE (media y general) lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. (RPE_M: valor de la RPE correspondiente a la media de todos los ejercicios de la sesión, RPE_G: valor general de la RPE correspondiente a la sesión indicada).

SESIÓN	RPE	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
1	RPE_M_1	12	14,33	19,00	16,0142	1,24798
	RPE_G_1	12	14,00	19,00	16,3750	1,29904
2	RPE_M_2	13	13,75	19,25	15,9038	1,56969
	RPE_G_2	12	14,00	20,00	16,0833	1,92865
3	RPE_M_3	13	15,00	18,43	16,5110	1,13533
	RPE_G_3	13	15,00	20,00	17,0769	1,55250
4	RPE_M_4	13	11,50	17,00	14,2115	1,77026
	RPE_G_4	13	12,00	17,00	14,3846	1,44559
5	RPE_M_5	12	13,33	18,40	15,8389	1,44787
	RPE_G_5	12	15,00	19,00	16,1667	1,26730
6	RPE_M_6	12	13,67	18,00	15,1111	1,33586
	RPE_G_6	12	13,00	18,00	15,3333	1,66969
7	RPE_M_7	12	13,20	18,17	16,5806	1,26063
	RPE_G_7	12	16,00	18,00	16,9167	,66856
8	RPE_M_8	12	15,00	18,00	16,4194	1,05653
	RPE_G_8	12	15,00	19,00	16,8333	1,40346
9	RPE_M_9	10	14,00	16,50	15,3500	,81820
	RPE_G_9	10	14,00	16,00	14,9000	,87560
10	RPE_M_10	10	15,00	18,50	16,9083	1,32838
	RPE_G_10	10	15,00	19,00	17,1000	1,59513
11	RPE_M_11	13	14,33	17,67	15,5128	1,05948
	RPE_G_11	13	13,00	17,00	15,0000	1,15470
12	RPE_M_12	13	14,83	17,50	16,6154	,81475
	RPE_G_12	13	15,00	18,00	16,6923	1,10940
13	RPE_M_13	13	13,75	17,00	15,5897	1,10892
	RPE_G_13	13	13,00	17,00	15,6923	1,25064
14	RPE_M_14	11	16,40	18,80	17,6727	,77600
	RPE_G_14	11	16,00	19,00	17,8182	,98165
15	RPE_M_15	11	15,29	19,00	17,2403	1,11313
	RPE_G_15	10	15,00	20,00	17,8000	1,31656
16	RPE_M_16	10	14,00	18,25	16,5250	1,35631
	RPE_G_16	10	15,00	18,00	16,5000	,97183
17	RPE_M_17	10	14,00	16,50	15,1500	,88349
	RPE_G_17	10	13,00	16,00	15,1000	,99443
18	RPE_M_18	12	15,17	17,50	16,6389	,76486
	RPE_G_18	12	15,00	20,00	17,3333	1,43548
19	RPE_M_19	12	15,17	17,50	16,9222	,69112
	RPE_G_19	12	15,50	18,00	17,5417	,78214
20	RPE_M_20	11	15,40	18,20	16,8545	,85366
	RPE_G_20	11	15,00	19,00	17,0000	1,09545
21	RPE_M_21	10	15,80	18,20	17,1000	,89069
	RPE_G_21	10	16,00	19,00	17,3000	1,15950

De forma gráfica podemos observarlo en la figura III.1 donde podemos comprobar la similitud de ambas curvas a lo largo de todo el proceso de toma de datos. Los datos expuestos en la figura III.1, corresponden a las medias de las RPE a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.

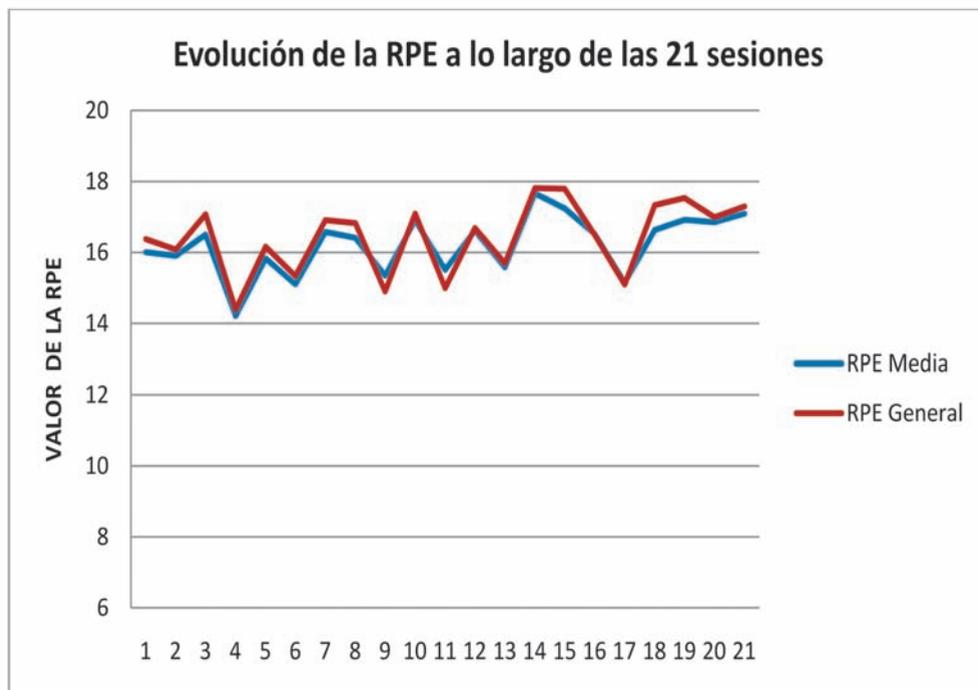


Figura III.1: Evolución de las RPE general y media obtenidos a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.

Al igual que la evolución de la RPE a lo largo de las 21 sesiones, podemos observar también la evolución de las frecuencias cardiacas distribuidas en zonas (según la FC de reserva). La frecuencia cardiaca, fue distribuida por debajo del 60% de la FCR (FC_60), entre el 60 y el 80% de la FCR (FC_60_80) y por encima del 80% de la FCR (FC_80). Podemos observar los datos obtenidos en la tabla III.2.

Tabla III.2: Datos del comportamiento de la frecuencia cardiaca a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. (FC_60: % de trabajo por debajo del 60% FCR; FC_60_80: % de trabajo entre el 60 y el 80 % de la FCR; FC_80: % de trabajo por encima del 80% de la FCR).

SESION		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
1	FC 60 1	11	35,44	72,91	49,6809	11,44258
	FC 60 80 1	11	20,40	47,01	31,7309	7,82701
	FC 80 1	11	6,61	31,53	18,5691	8,05543
2	FC 60 2	11	37,06	78,20	56,8245	13,62533
	FC 60 80 2	11	17,40	41,24	30,2882	8,31004
	FC 80 2	11	,12	26,61	12,8573	8,91195
3	FC 60 3	13	30,66	63,18	49,2960	8,98272
	FC 60 80 3	13	22,88	47,21	32,1532	6,25633
	FC 80 3	13	5,63	38,17	18,5508	11,01638
4	FC 60 4	13	41,08	87,45	66,1129	15,20826
	FC 60 80 4	13	12,42	47,21	25,1231	9,63288
	FC 80 4	13	,13	28,63	8,7640	9,52874
5	FC 60 5	12	27,98	74,51	59,2214	12,87716
	FC 60 80 5	12	18,91	47,21	29,4057	7,46301
	FC 80 5	12	,00	38,68	11,3730	9,61560
6	FC 60 6	12	30,86	81,78	52,3179	15,68140
	FC 60 80 6	12	18,22	49,00	33,9927	8,42743
	FC 80 6	12	,00	38,12	13,6893	11,13891
7	FC 60 7	10	32,43	66,41	49,0262	12,17344
	FC 60 80 7	10	25,84	43,02	34,0006	5,00852
	FC 80 7	10	2,28	36,31	16,9733	10,89572
8	FC 60 8	12	34,08	75,02	53,8949	12,67984
	FC 60 80 8	12	19,80	41,69	31,5658	6,90216
	FC 80 8	12	1,13	34,54	14,5393	10,11310
9	FC 60 9	10	58,30	84,60	71,9663	9,80017
	FC 60 80 9	10	14,83	34,44	23,9449	7,19212
	FC 80 9	10	,00	18,37	4,0888	5,80355
10	FC 60 10	9	33,87	66,42	51,4689	11,72138
	FC 60 80 10	9	16,05	44,33	31,4256	8,49567
	FC 80 10	9	,63	32,74	17,1055	11,42113
11	FC 60 11	11	27,17	69,85	54,7570	14,38419
	FC 60 80 11	11	26,38	53,06	34,6975	8,12978
	FC 80 11	11	,83	31,57	10,5455	9,18172
12	FC 60 12	13	19,46	79,54	42,6095	17,16862
	FC 60 80 12	13	20,05	47,60	36,3085	7,54078
	FC 80 12	13	,41	46,88	21,0820	13,28031
13	FC 60 13	12	22,06	79,46	55,6217	20,08135
	FC 60 80 13	12	20,07	61,45	34,9270	12,34272
	FC 80 13	12	,00	38,17	9,4514	10,88747
14	FC 60 14	11	15,53	53,00	38,4127	13,04567
	FC 60 80 14	11	25,23	46,47	36,7174	6,33289
	FC 80 14	11	,53	49,08	24,8699	14,38523
15	FC 60 15	10	28,37	52,41	40,5163	8,02587
	FC 60 80 15	10	26,63	44,32	36,7130	6,64052
	FC 80 15	10	12,77	33,05	22,7707	7,01279
16	FC 60 16	10	24,26	71,59	45,9917	14,53991
	FC 60 80 16	10	28,41	56,47	42,2688	9,87342
	FC 80 16	10	,00	25,89	11,7396	9,86097
17	FC 60 17	9	25,98	99,21	68,0315	21,32892
	FC 60 80 17	9	,79	58,66	25,9184	16,44899
	FC 80 17	9	,00	15,35	6,0501	5,10173
18	FC 60 18	11	28,85	72,84	48,7551	13,28109
	FC 60 80 18	11	22,63	45,73	36,8376	7,59697
	FC 80 18	11	,39	32,54	14,4072	9,23985
19	FC 60 19	12	27,35	68,95	48,9904	13,80473
	FC 60 80 19	12	19,94	52,59	35,4417	9,12299
	FC 80 19	12	,00	39,48	15,5680	10,45009
20	FC 60 20	11	21,99	68,14	43,5426	13,29920
	FC 60 80 20	11	30,65	44,57	37,5416	4,89058
	FC 80 20	11	,00	40,39	18,9158	11,10965
21	FC 60 21	10	26,27	61,66	43,6675	10,43747
	FC 60 80 21	10	26,53	53,48	38,1605	7,59723
	FC 80 21	10	4,03	30,03	18,1721	8,12784

En la figura III.2 podemos observar de forma gráfica la evolución de la FCR y su distribución en las diferentes franjas de esfuerzo. Si observamos las figuras III.1 y III.2 podríamos denotar una similitud en la curva de la RPE con la curva de FC por encima del 80%, cuando la RPE sube, el porcentaje de frecuencia cardíaca también sube, mientras que sucede lo mismo de forma inversa con la franja de porcentaje por debajo del 60% (cuando disminuye la percepción del esfuerzo, suben los valores en esta franja). Por otro lado, podemos comprobar que los valores en la zona media de trabajo (entre el 60 y el 80%) permanecen entre el 23 y 42% del tiempo total del entrenamiento.

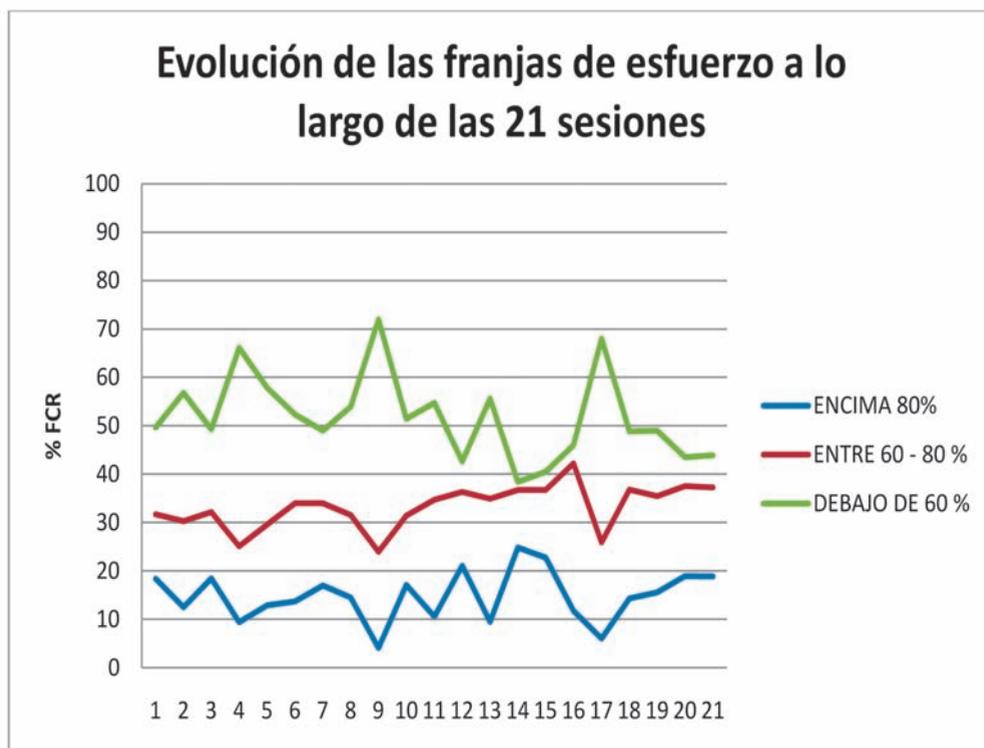


Figura III.2: Comportamiento de las medias de las FCR del equipo, distribuida en las 3 franjas de esfuerzo, a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.

Los datos de las medias de FCR en las diferentes franjas de esfuerzo y las RPE de las 21 sesiones monitorizadas, correlacionan de forma significativa, según los datos expuestos en la tabla III.3.

Tomando los valores medios de las 21 sesiones de entrenamiento la RPE (general) correlaciona positivamente y con unos valores muy fuertes con FC₈₀ ($r_{xy}=0,827$; $p=0,0001$), en valores positivos y medios con FC (60_80) ($r_{xy}=0,635$;

$p=0,0001$) y en valores muy fuertes negativos y significativos para FC-60 ($r_{xy}= -0,83$; $p=0,0001$). Igualmente, tomando los valores medios de las 21 sesiones de entrenamiento la RPE (media) correlaciona positivamente y con unos valores muy fuertes con FC_80 ($r_{xy}= 0,803$; $p=0,0001$), en valores positivos y medios con FC (60_80) ($r_{xy}= 0,674$; $p=0,0001$) y en valores negativos y significativos para FC_60 ($r_{xy}= -0,835$; $p=0,0001$).

Tabla III.3: Correlaciones entre las medias de RPE general, RPE media, FC_80, FC_60_80 y FC_60 de las 21 sesiones. (FC_60: % de trabajo por debajo del 60% FCR; FC_60_80: % de trabajo entre el 60 y el 80 % de la FCR; FC_80: % de trabajo por encima del 80% de la FCR).

		FC_60_80_m	FC_80_m	RPE_media	RPE_general
FC_60_m	Correlación de Pearson	-,871(**)	-,908(**)	-,835(**)	-,830(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000
	N	21	21	21	21
FC_60_80_m	Correlación de Pearson		,584(**)	,674(**)	,635(**)
	Sig. (bilateral)		,005	,001	,002
	N		21	21	21
FC_80_m	Correlación de Pearson			,803(**)	,827(**)
	Sig. (bilateral)			,000	,000
	N			21	21
RPE_media	Correlación de Pearson				,962(**)
	Sig. (bilateral)				,000
	N				21

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

Igualmente, podemos mostrar las correlaciones existentes entre la RPE general y media con la RPE prevista (tabla III.4) y gráficamente, podemos comprobar la similitud entre las medias de las diferentes RPE a lo largo de las sesiones monitorizadas (figura III.3).

Tabla III.4: Correlaciones entre la RPE media, general y RPE prevista.

		RPE_PREVISTA
RPE_MEDIA	Correlación de Pearson	,770(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	21
RPE_GENERAL	Correlación de Pearson	,805(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	21

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

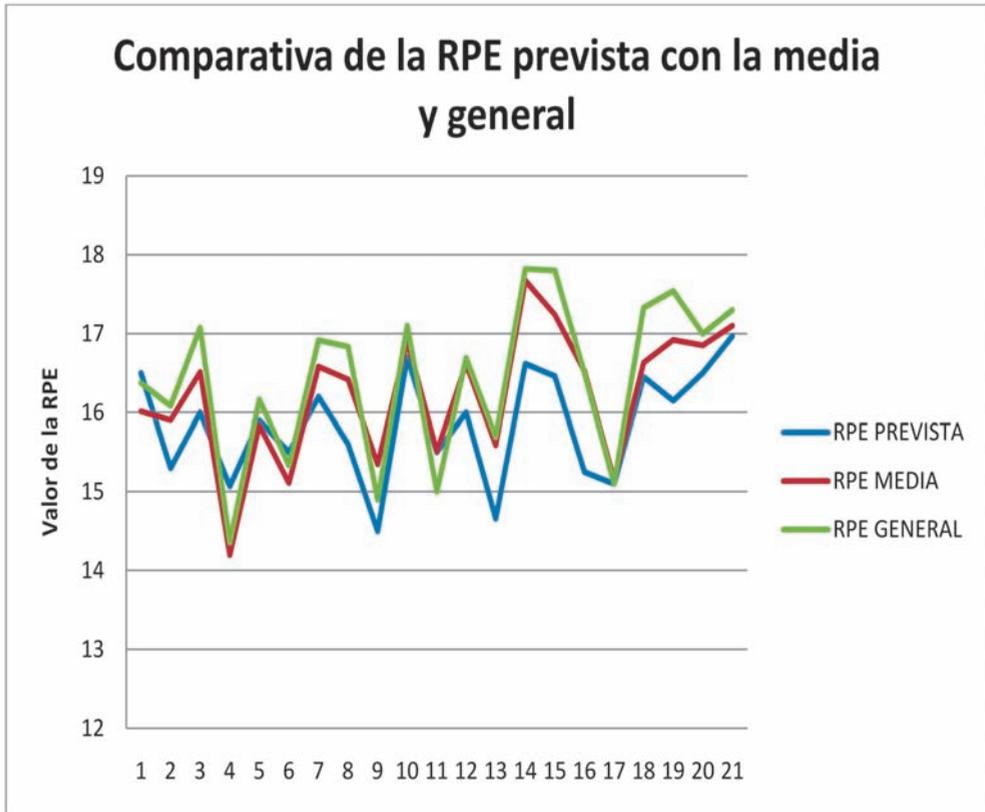


Figura III.3: Comparativa entre las RPE media, general y la prevista por los entrenadores.

Usando los valores individuales de cada jugador a lo largo de las 21 sesiones monitorizadas, obtenemos los datos expuestos en la tabla III.5.

Tomando los valores individuales de las 21 sesiones de entrenamiento la RPE (general) correlaciona positivamente y con valores no fuertes con la FC₈₀ ($r_{xy} = 0,35$; $p = 0,0001$), en valores positivos y no fuertes con FC_(60_80) ($r_{xy} = 0,264$; $p = 0,0001$) y en valores negativos y significativos para FC₆₀ ($r_{xy} = -0,396$; $p = 0,0001$).

Igualmente, tomando los valores individuales de cada jugador en las 21 sesiones de entrenamiento la RPE (media) correlaciona positivamente con FC₈₀ ($r_{xy} = 0,310$; $p = 0,0001$), en valores positivos con FC_{60_80} ($r_{xy} = 0,312$; $p = 0,0001$) y en valores negativos y significativos para FC₆₀ ($r_{xy} = -0,397$; $p = 0,0001$).

Tabla III.5: Correlaciones entre los valores individuales de RPE general, RPE medio, FC_80, FC_60_80 y FC_60 de las 21 sesiones.

		RPE_G	FC_60	FC_60_80	FC_80
RPE_M	Correlación de Pearson	,882(**)	-,397(**)	,312(**)	,310(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000
	N	243	233	233	233
RPE_G	Correlación de Pearson		-,396(**)	,264(**)	,350(**)
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N		232	232	232
FC_60	Correlación de Pearson			-,737(**)	-,823(**)
	Sig. (bilateral)			,000	,000
	N			233	233
FC_60_80	Correlación de Pearson				,222(**)
	Sig. (bilateral)				,001
	N				233

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

Hemos intentado predecir la RPE (tanto medio como general) en función de su FC_60, su FC 60_80 y FC_80, es decir, hemos incluido en una ecuación de regresión la variable RPE como dependiente y las tres variables de FC (por debajo de 60, 60-80 y por encima de 80 de FCR) como predictoras.

En cuanto a la RPE media hemos obtenido, mediante el método introducir, que sólo FC_60_80 y FC_80 han sido consideradas como predictoras con unos valores ($t= 4,117$; $p=0,0001$) para FC 60_80 y ($t= 4,087$; $p=0,0001$) para FC_80. El modelo así considerado muestra una $R^2= 0,158$.

A partir de este análisis podríamos estimar la siguiente ecuación:

$$RPE(\text{Media})= 14,439 + 0,038 (FC_{60_80}) + 0,032 (FC_{80})$$

De forma gráfica podemos ver reflejados los valores obtenidos en la ecuación anterior en la figura III.4.

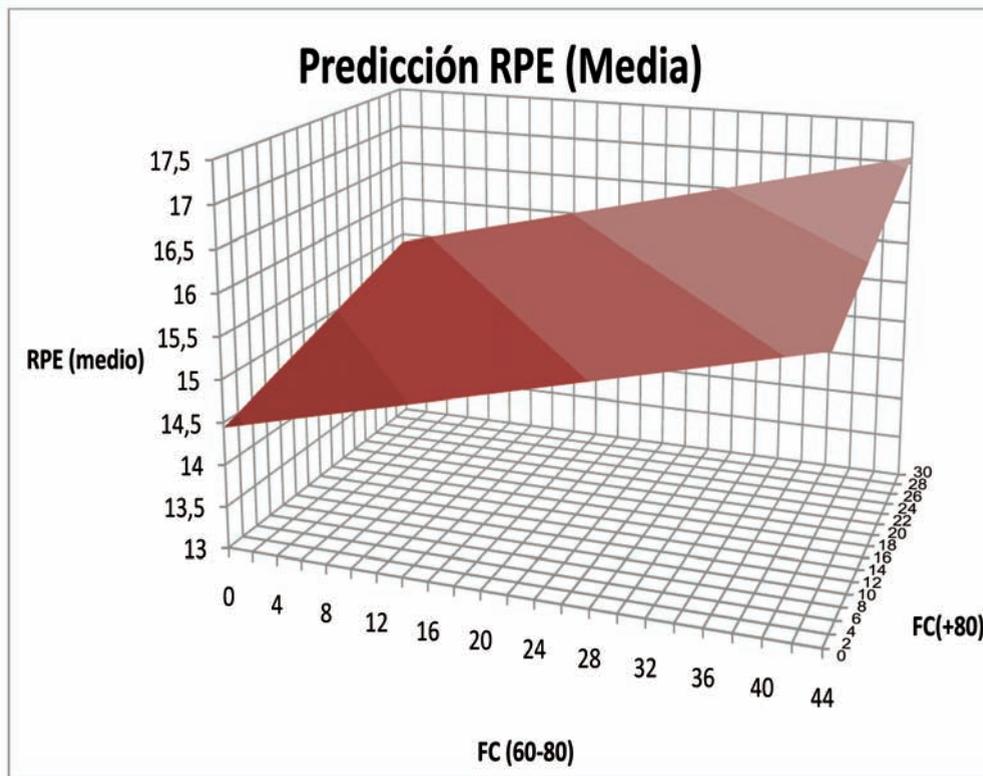


Figura III.4: Plano de predicción de la RPE (media).

En la tabla III.6, Podemos expresar con datos, la predicción de la RPE (media), obtenidos usando la ecuación propuesta.

Tabla III.6: Predicción de la RPE (media) individual a partir de los valores de la FCR por encima del 80% y valores entre 60 y 80%.

		% FC_80															
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
%FC_(60_80)	0	14,439	14,503	14,567	14,631	14,695	14,759	14,823	14,887	14,951	15,015	15,079	15,143	15,207	15,271	15,335	15,399
	2	14,515	14,579	14,643	14,707	14,771	14,835	14,899	14,963	15,027	15,091	15,155	15,219	15,283	15,347	15,411	15,475
	4	14,591	14,655	14,719	14,783	14,847	14,911	14,975	15,039	15,103	15,167	15,231	15,295	15,359	15,423	15,487	15,551
	6	14,667	14,731	14,795	14,859	14,923	14,987	15,051	15,115	15,179	15,243	15,307	15,371	15,435	15,499	15,563	15,627
	8	14,743	14,807	14,871	14,935	14,999	15,063	15,127	15,191	15,255	15,319	15,383	15,447	15,511	15,575	15,639	15,703
	10	14,819	14,883	14,947	15,011	15,075	15,139	15,203	15,267	15,331	15,395	15,459	15,523	15,587	15,651	15,715	15,779
	12	14,895	14,959	15,023	15,087	15,151	15,215	15,279	15,343	15,407	15,471	15,535	15,599	15,663	15,727	15,791	15,855
	14	14,971	15,035	15,099	15,163	15,227	15,291	15,355	15,419	15,483	15,547	15,611	15,675	15,739	15,803	15,867	15,931
	16	15,047	15,111	15,175	15,239	15,303	15,367	15,431	15,495	15,559	15,623	15,687	15,751	15,815	15,879	15,943	16,007
	18	15,123	15,187	15,251	15,315	15,379	15,443	15,507	15,571	15,635	15,699	15,763	15,827	15,891	15,955	16,019	16,083
	20	15,199	15,263	15,327	15,391	15,455	15,519	15,583	15,647	15,711	15,775	15,839	15,903	15,967	16,031	16,095	16,159
	22	15,275	15,339	15,403	15,467	15,531	15,595	15,659	15,723	15,787	15,851	15,915	15,979	16,043	16,107	16,171	16,235
	24	15,351	15,415	15,479	15,543	15,607	15,671	15,735	15,799	15,863	15,927	15,991	16,055	16,119	16,183	16,247	16,311
	26	15,427	15,491	15,555	15,619	15,683	15,747	15,811	15,875	15,939	16,003	16,067	16,131	16,195	16,259	16,323	16,387
	28	15,503	15,567	15,631	15,695	15,759	15,823	15,887	15,951	16,015	16,079	16,143	16,207	16,271	16,335	16,399	16,463
	30	15,579	15,643	15,707	15,771	15,835	15,899	15,963	16,027	16,091	16,155	16,219	16,283	16,347	16,411	16,475	16,539
	32	15,655	15,719	15,783	15,847	15,911	15,975	16,039	16,103	16,167	16,231	16,295	16,359	16,423	16,487	16,551	16,615
	34	15,731	15,795	15,859	15,923	15,987	16,051	16,115	16,179	16,243	16,307	16,371	16,435	16,499	16,563	16,627	16,691
	36	15,807	15,871	15,935	15,999	16,063	16,127	16,191	16,255	16,319	16,383	16,447	16,511	16,575	16,639	16,703	16,767
	38	15,883	15,947	16,011	16,075	16,139	16,203	16,267	16,331	16,395	16,459	16,523	16,587	16,651	16,715	16,779	16,843
	40	15,959	16,023	16,087	16,151	16,215	16,279	16,343	16,407	16,471	16,535	16,599	16,663	16,727	16,791	16,855	16,919
	42	16,035	16,099	16,163	16,227	16,291	16,355	16,419	16,483	16,547	16,611	16,675	16,739	16,803	16,867	16,931	16,995
44	16,111	16,175	16,239	16,303	16,367	16,431	16,495	16,559	16,623	16,687	16,751	16,815	16,879	16,943	17,007	17,071	

En cuanto a la RPE general, obtenemos resultados similares. Las variables significativas han sido nuevamente FC60_80 ($t= 3,146$; $p=0,002$) y FC_80 ($t= 4,924$; $p=0,0001$). El valor de R^2 ha sido de 0,159 y la ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$RPE(\text{General})= 14,659 + 0,033 (FC_{60_80}) + 0,044 (FC_{80})$$

Igualmente, de forma gráfica, los datos obtenidos usando la ecuación propuesta para el cálculo de la RPE general, describirían un plano tal y como se puede observar en la figura III.5.

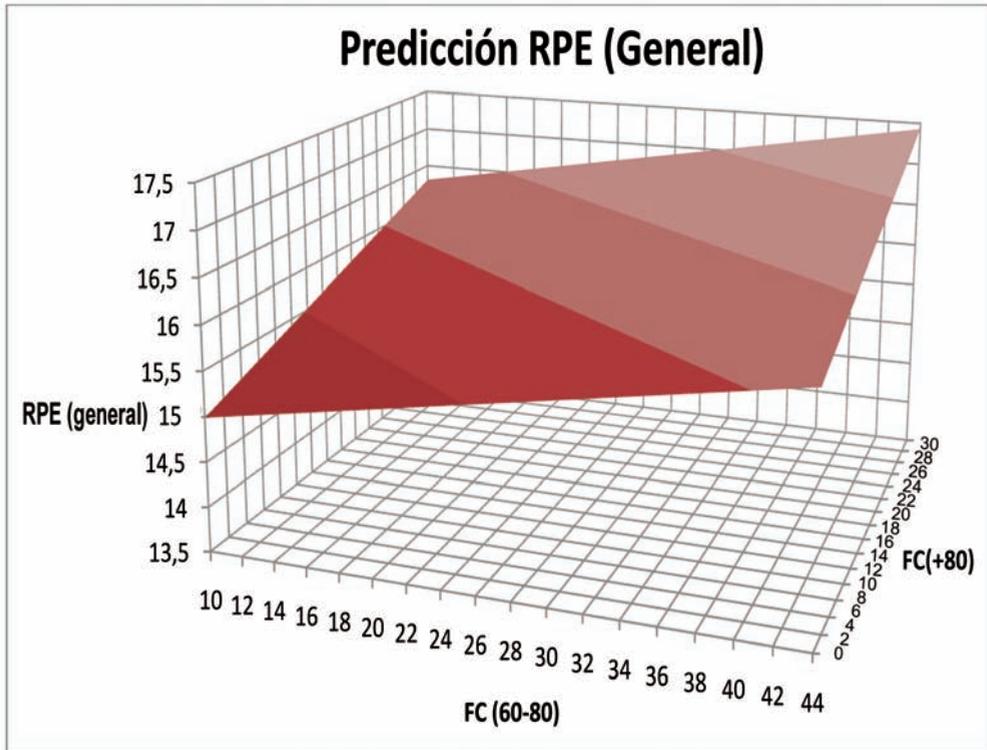


Figura III.5: Plano de predicción de la RPE (general).

En la tabla III.7 hacemos una propuesta para la estimación de la percepción subjetiva del esfuerzo general.

Tabla III.7: Predicción de la RPE (general) individual a partir de los valores de FC a partir del 80% y valores entre 60 y 80%.

		%FC(80)															
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
FC (60_80)	10	14,989	15,077	15,165	15,253	15,341	15,429	15,517	15,605	15,693	15,781	15,869	15,957	16,045	16,133	16,221	16,309
	12	15,055	15,143	15,231	15,319	15,407	15,495	15,583	15,671	15,759	15,847	15,935	16,023	16,111	16,199	16,287	16,375
	14	15,121	15,209	15,297	15,385	15,473	15,561	15,649	15,737	15,825	15,913	16,001	16,089	16,177	16,265	16,353	16,441
	16	15,187	15,275	15,363	15,451	15,539	15,627	15,715	15,803	15,891	15,979	16,067	16,155	16,243	16,331	16,419	16,507
	18	15,253	15,341	15,429	15,517	15,605	15,693	15,781	15,869	15,957	16,045	16,133	16,221	16,309	16,397	16,485	16,573
	20	15,319	15,407	15,495	15,583	15,671	15,759	15,847	15,935	16,023	16,111	16,199	16,287	16,375	16,463	16,551	16,639
	22	15,385	15,473	15,561	15,649	15,737	15,825	15,913	16,001	16,089	16,177	16,265	16,353	16,441	16,529	16,617	16,705
	24	15,451	15,539	15,627	15,715	15,803	15,891	15,979	16,067	16,155	16,243	16,331	16,419	16,507	16,595	16,683	16,771
	26	15,517	15,605	15,693	15,781	15,869	15,957	16,045	16,133	16,221	16,309	16,397	16,485	16,573	16,661	16,749	16,837
	28	15,583	15,671	15,759	15,847	15,935	16,023	16,111	16,199	16,287	16,375	16,463	16,551	16,639	16,727	16,815	16,903
	30	15,649	15,737	15,825	15,913	16,001	16,089	16,177	16,265	16,353	16,441	16,529	16,617	16,705	16,793	16,881	16,969
	32	15,715	15,803	15,891	15,979	16,067	16,155	16,243	16,331	16,419	16,507	16,595	16,683	16,771	16,859	16,947	17,035
	34	15,781	15,869	15,957	16,045	16,133	16,221	16,309	16,397	16,485	16,573	16,661	16,749	16,837	16,925	17,013	17,101
	36	15,847	15,935	16,023	16,111	16,199	16,287	16,375	16,463	16,551	16,639	16,727	16,815	16,903	16,991	17,079	17,167
	38	15,913	16,001	16,089	16,177	16,265	16,353	16,441	16,529	16,617	16,705	16,793	16,881	16,969	17,057	17,145	17,233
	40	15,979	16,067	16,155	16,243	16,331	16,419	16,507	16,595	16,683	16,771	16,859	16,947	17,035	17,123	17,211	17,299
42	16,045	16,133	16,221	16,309	16,397	16,485	16,573	16,661	16,749	16,837	16,925	17,013	17,101	17,189	17,277	17,365	
44	16,111	16,199	16,287	16,375	16,463	16,551	16,639	16,727	16,815	16,903	16,991	17,079	17,167	17,255	17,343	17,431	

III.1.2.- RELACIONES EXISTENTES ENTRE LA FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA MEDIA, LAS DIFERENTES FRANJAS DE ESFUERZO MEDIAS DE CADA JUGADOR Y LAS RPE MEDIA Y GENERAL. ANÁLISIS INDIVIDUAL Y GRUPAL.

En la tabla III.8, podemos distinguir los valores descriptivos del comportamiento de la frecuencia cardíaca máxima a lo largo de las sesiones de entrenamiento:

Tabla III.8: Datos descriptivos de la frecuencia cardíaca máxima a lo largo de las 21 sesiones monitorizadas.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.
Sesión 1	11	175,00	202,00	185,6364	9,42627
Sesión 2	11	156,00	194,00	178,8182	11,97346
Sesión 3	13	170,00	203,00	184,2308	10,00128
Sesión 4	13	159,00	192,00	177,4615	8,77131
Sesión 5	12	169,00	197,00	181,3333	7,43864
Sesión 6	12	165,00	199,00	178,1667	9,65621
Sesión 7	10	148,00	202,00	179,3000	13,86482
Sesión 8	12	170,00	201,00	184,1667	8,64274
Sesión 9	10	157,00	200,00	170,2000	12,96834
Sesión 10	9	169,00	200,00	183,3333	10,79352
Sesión 11	11	164,00	181,00	173,9091	5,28118
Sesión 12	13	173,00	201,00	185,2308	8,35817
Sesión 13	12	158,00	198,00	178,0000	12,12061
Sesión 14	11	169,00	207,00	185,0000	10,33441
Sesión 15	10	169,00	205,00	183,1000	10,52457
Sesión 16	10	157,00	193,00	175,0000	10,57250
Sesión 17	9	151,00	181,00	166,3333	10,18577
Sesión 18	11	166,00	189,00	180,6364	7,78810
Sesión 19	12	164,00	204,00	182,4167	11,38147
Sesión 20	11	165,00	192,00	179,6364	8,83485
Sesión 21	10	169,00	192,00	180,0000	6,64998
FC máxima en Test	13	171,00	210,00	189,6154	10,49237

La figura III.6 muestra la evolución de la frecuencia cardíaca máxima media a lo largo de las 21 sesiones monitorizadas.

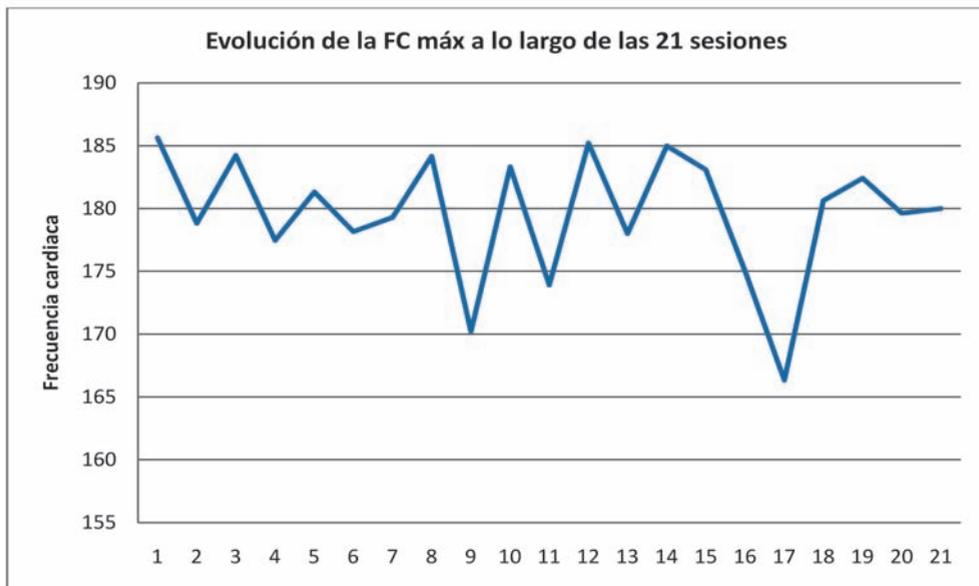


Figura III.6: Evolución gráfica de la frecuencia cardiaca máxima media a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.

Podemos comprobar en la figura III.7, que la curva de evolución del promedio de las frecuencias cardiacas máximas a lo largo de las sesiones de entrenamiento guarda semejanza con la franja de mayor esfuerzo de la frecuencia cardiaca a lo largo de las sesiones.

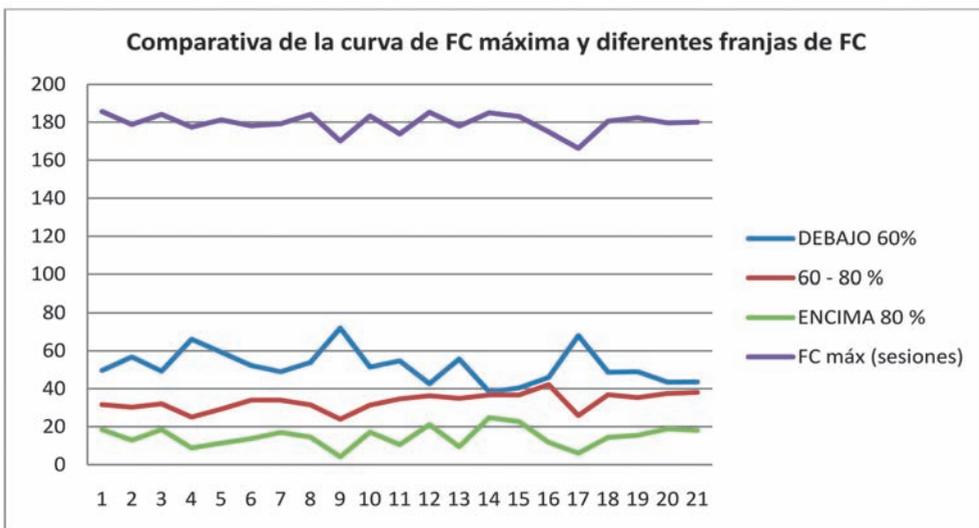


Figura III.7: Comparativa de la evolución de la curva de la frecuencia cardiaca máxima y las diferentes franjas de esfuerzo a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. La curva de la FC máxima viene expresada en valores absolutos, mientras que las curvas de FC en las distintas franjas de esfuerzo vienen indicadas en valores relativos.

Tomando los valores medios de las 21 sesiones de entrenamiento podemos observar en la tabla III.9, la FC max correlaciona positivamente de forma significativa y con unos valores muy altos con FC_80 ($r_{xy}= 0,832$; $p=0,0001$), y en valores negativos y significativos para FC_60 ($r_{xy}= -0,707$; $p=0,0001$). En valores positivos y medios pero no significativos con FC_60_80 ($r_{xy}= 0,393$; $p=0,0001$).

Tabla III.9: Correlaciones existentes entre los valores medios de FC máx y FC_60, FC_60_80, FC_80 a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.

		FC_Máx_m
FC_60_m	Correlación de Pearson	-,707(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	21
FC_60_80_m	Correlación de Pearson	,393
	Sig. (bilateral)	,078
	N	21
FC_80_m	Correlación de Pearson	,832(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	21

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

Si consideramos los valores individuales de los jugadores a lo largo de las 21 sesiones (tabla III.10), la FC max correlaciona positivamente y con unos valores altos con FC_80 ($r_{xy}= 0,565$; $p=0,0001$), en valores positivos y medios con FC_60_80 ($r_{xy}= 0,310$; $p=0,0001$) y en valores negativos y significativos para FC_60 ($r_{xy}= -0,572$; $p=0,0001$).

Tabla III.10: Correlaciones existentes entre los valores individuales de FC máx y FC_60, FC_60_80, FC_80 a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.

		FC_Máx
FC_60	Correlación de Pearson	-,572(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	233
FC_60_80	Correlación de Pearson	,310(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	233
FC_80	Correlación de Pearson	,565(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	233

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

Así pues, podríamos estimar la FC max de cada sesión en función de las franjas de esfuerzo. El análisis de regresión mediante el método de introducir variables nos muestra que la variable FC 60-80 es significativa ($t=3,573$; $p=0,0001$) y también la variable FC 80 ($t=9,601$; $p=0,0001$). El valor de R^2 ha sido de 0,355 y la ecuación quedaría:

$$FC \text{ max} = 164,902 + 0,224 (FC_{60-80}) + 0,506 (FC_{80})$$

En la figura III.8, podemos observar el plano formado por la ecuación propuesta para la estimación de la frecuencia cardiaca máxima en la sesión de entrenamiento.

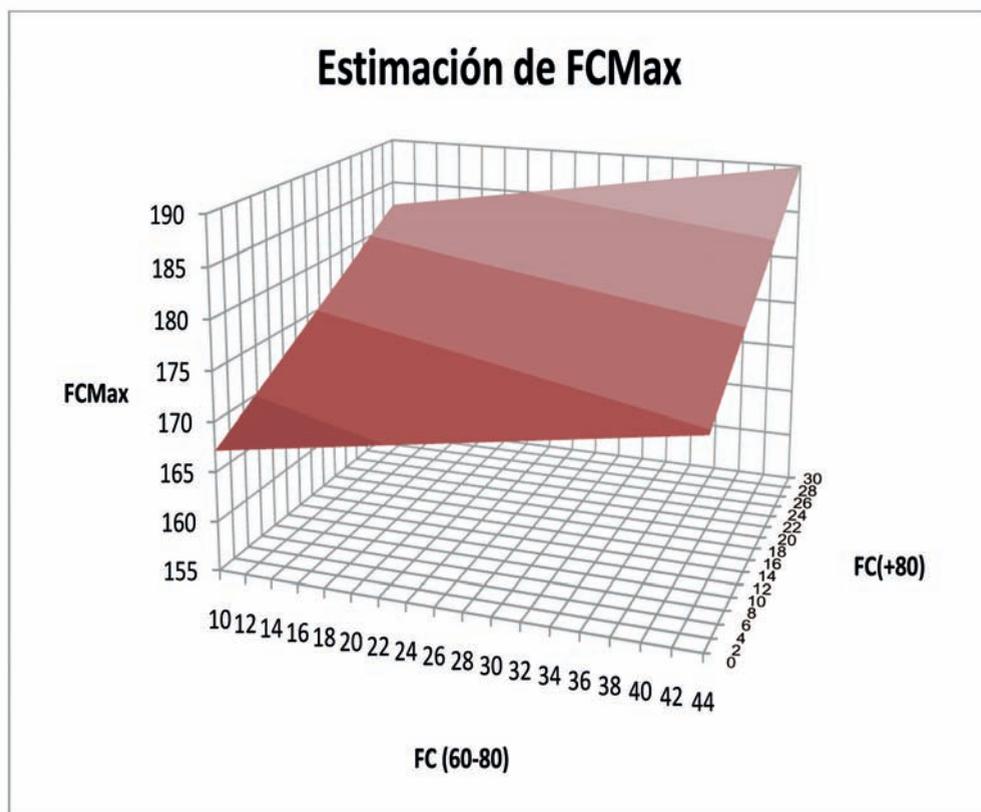


Figura III.8: Predicción de la frecuencia cardiaca máxima a partir de los valores individuales de FC_60_80 y FC_80.

Si consideramos los datos individuales de cada jugador en las 21 sesiones la FC max correlaciona significativamente y de forma positiva con la RPE media ($r_{xy}= 0,333$; $p=0,0001$), e igualmente en valores positivos y medios con la RPE general ($r_{xy}= 0,304$; $p=0,0001$) (tabla III.11).

Tabla III.11: Correlaciones entre las RPE (media) y RPE (general) y la FC máxima individual de cada jugador en las 21 sesiones de entrenamiento.

		FC_Máx
RPE_M	Correlación de Pearson	,333(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	233
RPE_G	Correlación de Pearson	,304(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	232

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

Si consideramos los datos medios de las 21 sesiones la FC max correlaciona significativamente y de forma positiva con la RPE media ($r_{xy}= 0,598$; $p=0,004$), e igualmente en valores positivos con la RPE general ($r_{xy}= 0,703$; $p=0,0001$) (tabla III.12).

Tabla III.12: Correlaciones entre las RPE (media) y RPE (general) y la FC máxima grupales en las 21 sesiones de entrenamiento.

		FC_MAX_m
RPE_media	Correlación de Pearson	,598(**)
	Sig. (bilateral)	,004
	N	21
RPE_general	Correlación de Pearson	,703(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	21

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

III.I.3.- ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA INDIVIDUAL. PROPUESTA DE ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA, A PARTIR DE SITUACIONES DE ENTRENAMIENTO EN BALONMANO.

Hemos tomado 3 sesiones (14, 15, 21) cuyas RPE tanto media como general superaban el valor de 17, lo cual indicaban que eran sesiones de exigencia alta. Hemos realizado una propuesta de estimación de FC máxima a partir de la monitorización de 3 sesiones de intensidad alta. Podemos observar los datos expuestos en la tabla III.13, donde exponemos los valores de frecuencia cardiaca máxima obtenidos con un test de potencia aeróbica máxima (Course Navette) y 3 fórmulas indirectas; Karvonen (1957), Imbar et al. (1994) y nuestra propuesta.

Tabla III.13: Resultados de los 13 sujetos durante el test de potencia aeróbica máxima (FCmáx C.Navette) y los resultados de las medias de las Frecuencias cardiacas máximas en 3 sesiones de intensidad por encima de 17 en la escala de RPE (general y media). Obtención de FC máx. por medio de Karvonen, Imbar et al. y nuestra fórmula.

Sujetos	Edad	FC.máx C.Navette.	FC.máx media (3 sesiones)	Karvonen (1957)	Imbar et al. (1994)	nuestra fórmula
S1	27	173	174	193	187,3	182
S2	20	195	207	200	192,1	207
S3	22	194	181	198	190,7	187
S4	31	182	177	189	184,5	185
S5	29	171	169	191	185,9	178
S6	22	195	192	198	190,7	196
S7	25	186	179	195	188,6	186
S8	22	210	190	198	190,7	194
S9	27	198	187	193	187,3	192
S10	27	185	176	193	187,3	183
S11	22	193	180	198	190,7	186
S12	22	195	191	198	190,7	195
S13	22	188	182	198	190,7	188
Prom	24,46	189,61	183,74	195,53	189,04	189,64

De las diferentes formas de obtención de Frecuencia Cardíaca máxima expuestas en la tabla III.13, hemos obtenido correlaciones significativas entre ellas, las cuales exponemos en la tabla III.14.

Tabla III.14: Resultados de las correlaciones entre distintas formas de cálculo de la frecuencia cardíaca máxima.

		Karvonen (1957)	Imbar et al. (1994)	NUESTRA FORMULA
C.NAVETTE	Correlación de Pearson	,664(*)	,664(*)	,707(**)
	Sig. (bilateral)	,013	,013	,007
	N	13	13	13
Karvonen (1957)	Correlación de Pearson		1,000(**)	,710(**)
	Sig. (bilateral)		,000	,007
	N		13	13
Imbar et al. (1994)	Correlación de Pearson			,710(**)
	Sig. (bilateral)			,007

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

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Podemos observar que nuestra fórmula correlaciona fuertemente con otras formas de obtención de la frecuencia cardíaca máxima tanto directa como es el Course Navette ($r = 0,707$) y con fórmulas de estimación indirecta como son las propuestas por Karvonen ($r = 0,710$) e Imbar et al. ($r = 0,710$).

Nuestra fórmula propuesta, la obtuvimos por medio de un análisis de regresión lineal estimando como variable dependiente la FC obtenida mediante Course Navette a partir de la media de las frecuencias cardíacas máximas obtenidas en tres sesiones (14,15 y 21) que tenían una RPE media y general por encima de 17. El análisis de regresión nos muestra que la variable FC max es significativa ($F_{1,11}=11,00$; $p=0,007$). El valor de R^2 ha sido de 0,50 y la ecuación quedaría:

$$FC \text{ máx (Estimada)} = 51,470 + 0,752 \text{ FC máx (media 3 sesiones)}$$

Podemos observar la representación gráfica de la ecuación en la figura III.9.

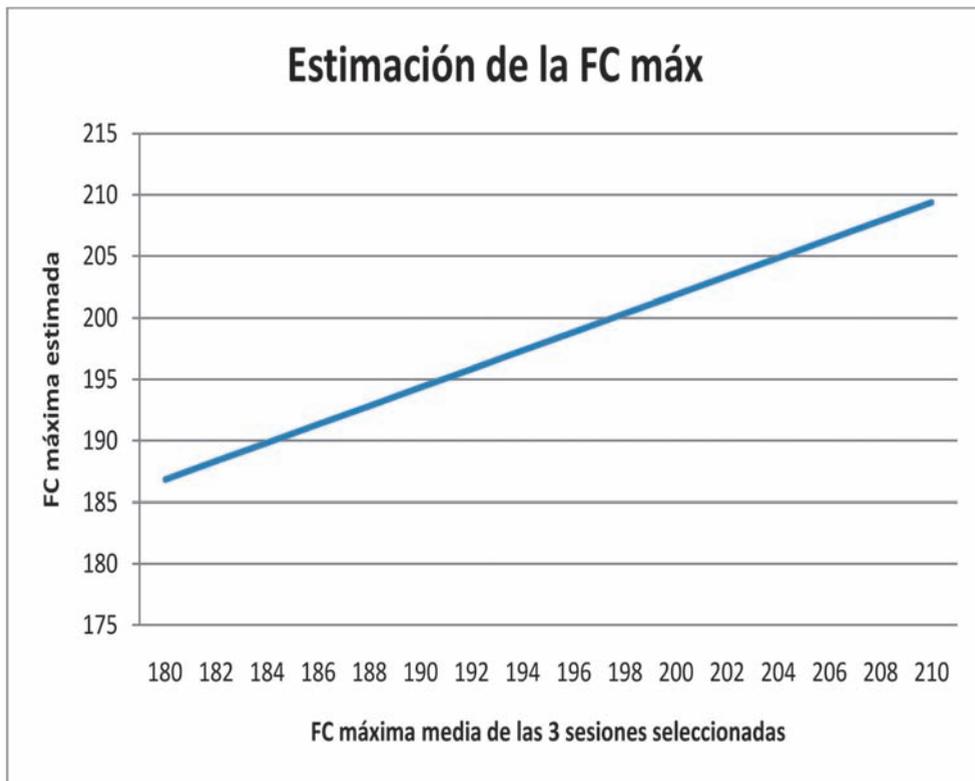


Figura III.9: Estimación de la frecuencia cardíaca máxima individual del jugador a partir de la ecuación propuesta.

III.1.4.- INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DE FRECUENCIA CARDIACA EN VALORES DE CONSUMO DE OXÍGENO

En la tabla III.15 mostramos las diferentes asociaciones realizadas para la justificación de la exposición de valores de % FC reserva en valores de % VO₂ máximo. Hemos asociado la FC calculada de forma máxima con valores de FC calculadas en valores de reserva, los cuales según autores como Jiménez et al. (2005) guarda una relación de igualdad con los valores de VO₂ máximo.

Tabla III.15: Relaciones de % FC máx y % VO₂ máx. (Jiménez et al., 2005 Modificado de Marion et al., 1994).

Valores relativos	
% FC máx	% VO ₂ -FCr
100	100
90	83
80	70
70	56
60	42
50	28

Por lo que hemos calculado los % FC máx individualizado de cada jugador, al 100, 90, 80, 70, 60 y 50 y los hemos comparado con los valores al 100, 83, 70, 56, 42 y 28 correspondientes a la FC (reserva) que igualmente según Wilmore y Costill (2004) coincidirían con los valores de VO₂ máximo. La correlación entre ambas variables la vemos reflejada en la tabla III.16.

Tabla III.16: Resultados de las correlaciones entre distintas formas de cálculo de la frecuencia cardiaca máxima.

		FC(reserva)
FC máxima	Correlación de Pearson	,994(**)
	Sig. (bilateral)	,000
	N	78

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

Podemos observar en la figura III.10 de forma gráfica la similitud entre las relaciones mencionadas anteriormente.

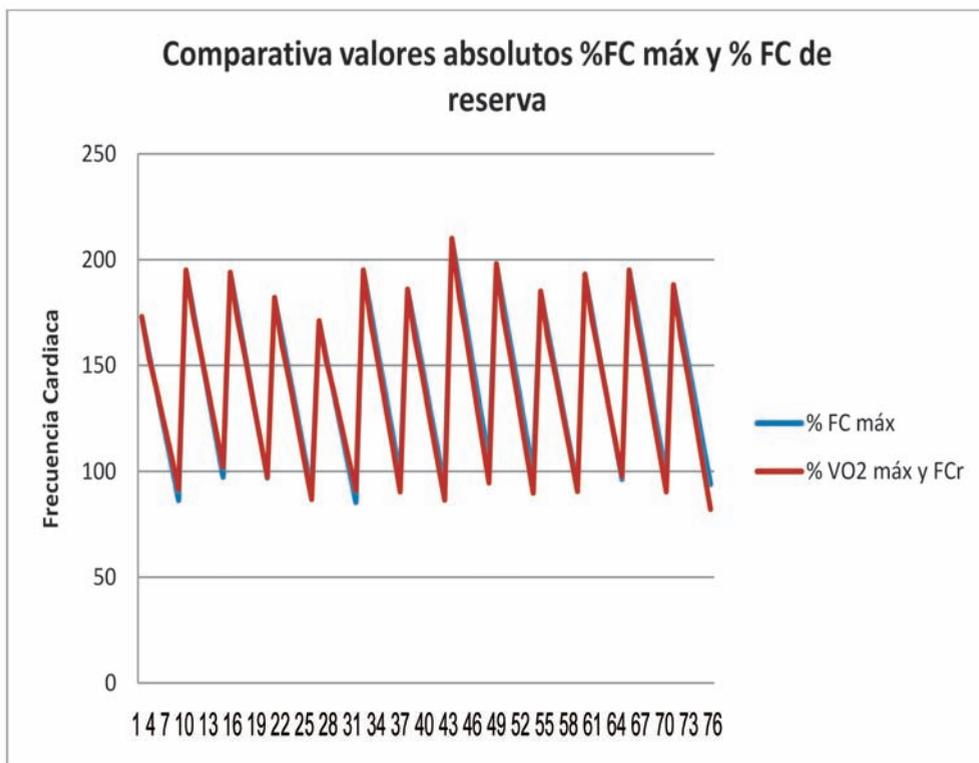


Figura III.10: Igualdad de los valores de % FC máxima y % VO₂ máx y FCR.

Podríamos confirmar así que ciertamente existe una correlación entre las diferentes variables, podríamos afirmar que la relación propuesta sería una buena forma para estimar el VO₂ máx a partir de la FC.

III.1.5.- TENDENCIA GENERAL DE LA RPE A LO LARGO DE LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO.

Según los datos registrados a lo largo de las sesiones de entrenamiento, podemos comprobar la tendencia natural de la RPE a lo largo del transcurso de la sesión. Según las sesiones registradas la tendencia se da de menos a más, siendo los últimos ejercicios de la sesión los que reflejan mayor valoración. En la tabla III.17 podemos ver la descripción de los diferentes valores de la RPE a lo largo de 7 se-

siones que se seleccionaron. Se seleccionaron las 7 sesiones que cumplían la premisa de contener 1 calentamiento más 5 ejercicios.

Tabla III.17: Datos descriptivos de las medias de la RPE de cada ejercicio de 7 sesiones seleccionadas.

Sesión	Ejercicio	Media	Desv. típ.	N
1	E1	15,0000	1,09545	6
	E2	16,1667	1,47196	6
	E3	17,3333	1,36626	6
	E4	15,5000	2,34521	6
	E5	16,6667	1,03280	6
	E6	16,6667	1,21106	6
2	E1	14,8333	1,72240	6
	E2	15,5000	1,64317	6
	E3	15,3333	1,96638	6
	E4	16,8333	1,60208	6
	E5	15,6667	1,63299	6
	E6	16,1667	,98319	6
3	E1	15,1667	1,83485	6
	E2	17,1667	1,83485	6
	E3	16,8333	,98319	6
	E4	18,1667	1,72240	6
	E5	17,0000	1,54919	6
	E6	16,5000	1,22474	6
4	E1	14,3333	1,50555	6
	E2	17,5000	1,22474	6
	E3	15,8333	1,16905	6
	E4	17,6667	2,33809	6
	E5	16,0000	,89443	6
	E6	17,1667	1,83485	6
5	E1	15,0000	1,54919	6
	E2	17,6667	1,03280	6
	E3	17,1667	1,83485	6
	E4	16,3333	1,50555	6
	E5	15,8333	1,60208	6
	E6	17,3333	,81650	6
6	E1	14,8333	,75277	6
	E2	16,5000	1,04881	6
	E3	17,0000	,63246	6
	E4	15,6667	1,36626	6
	E5	17,6667	,81650	6
	E6	18,1667	1,47196	6
7	E1	15,3333	,81650	6
	E2	16,8333	1,16905	6
	E3	16,5000	,83666	6
	E4	17,5000	1,04881	6
	E5	17,0000	1,41421	6
	E6	18,1667	1,16905	6

Las variables del análisis fueron la variable sesión con 7 niveles intrasujeto y el momento de medida con cinco niveles de medida intrasujeto.

La prueba de esfericidad de Mauchly no ha obtenido resultados significativos ($\chi^2_{14}=10,585$; $p=0,816$) por lo que elegimos la prueba de ANOVA de medidas repetidas asumiendo esfericidad. Los resultados se muestran en la tabla III.18.

Tabla III.18: Resultados del ANOVA de medidas repetidas sobre la VD RPE en función de la Sesión y el Momento.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
SESION	34,095	6	5,683	1,410	,243
Error(SESION)	120,905	30	4,030		
MOMENTO	129,274	5	25,855	13,042	,0001
Error(MOMENTO)	49,560	25	1,982		
SESION * MOMENTO	90,143	30	3,005	3,342	,0001
Error(SESION*MOMENTO)	134,857	150	,899		

Como muestran los resultados no hemos encontrado diferencias significativas en la variable sesión, pero si con la variable momento y en la interacción entre ambas variables.

Si estudiamos el efecto de la variable independiente Momento sobre la RPE vemos que las medias varían en cada uno de los seis momentos estudiados (tabla III.19).

Tabla III.19: RPE en función del momento dentro de la sesión de entrenamiento.

MOMENTO	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
1	14,929	,306	14,142	15,715
2	16,762	,376	15,797	17,727
3	16,571	,390	15,568	17,575
4	16,810	,433	15,697	17,922
5	16,548	,343	15,666	17,429
6	17,167	,325	16,332	18,001

De forma gráfica podemos observarlo en la figura III.11

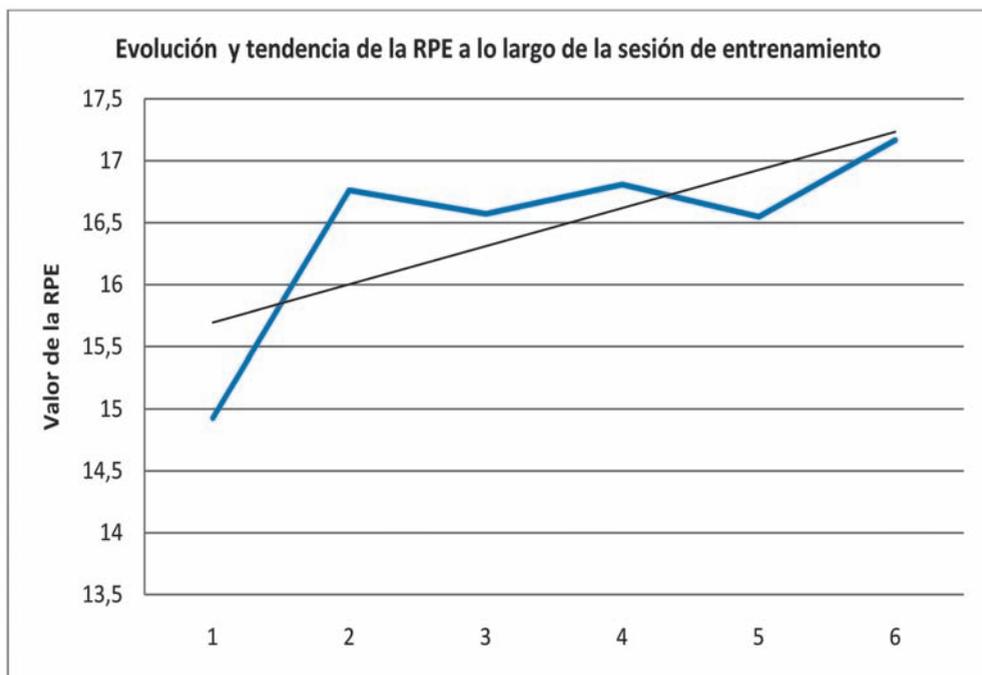


Figura III.11: Tendencia media de la RPE de los diferentes ejercicios a lo largo de la sesión de entrenamientos.

Las comparaciones entre las seis medias se visualizan en la tabla III.20.

Tabla III.20: Comparaciones de las diferencias mínimas significativas entre los seis momentos.

	1	2	3	4	5	6
1		**	**	**	*	**
2						
3						
4						
5						*
6						

Las comparaciones muestran diferencias significativas entre el primer momento con todos los demás, es decir, el calentamiento muestra significativamente menores niveles de RPE que en los demás momentos estudiados. También hemos encontrado diferencias de 0,05 entre el momento 5 y el 6 siendo menos el RPE en el momento 5.

Finalmente, en el ANOVA también hemos obtenido que el efecto conjunto de la sesión y el momento tiene significación sobre la RPE. Así, deberemos estudiar las 6 por 7, 42 medias y contrastar entre cuales de ellas existen diferencias significativas. Los resultados se muestran en la tabla expuesta anteriormente y en la figura III.12.

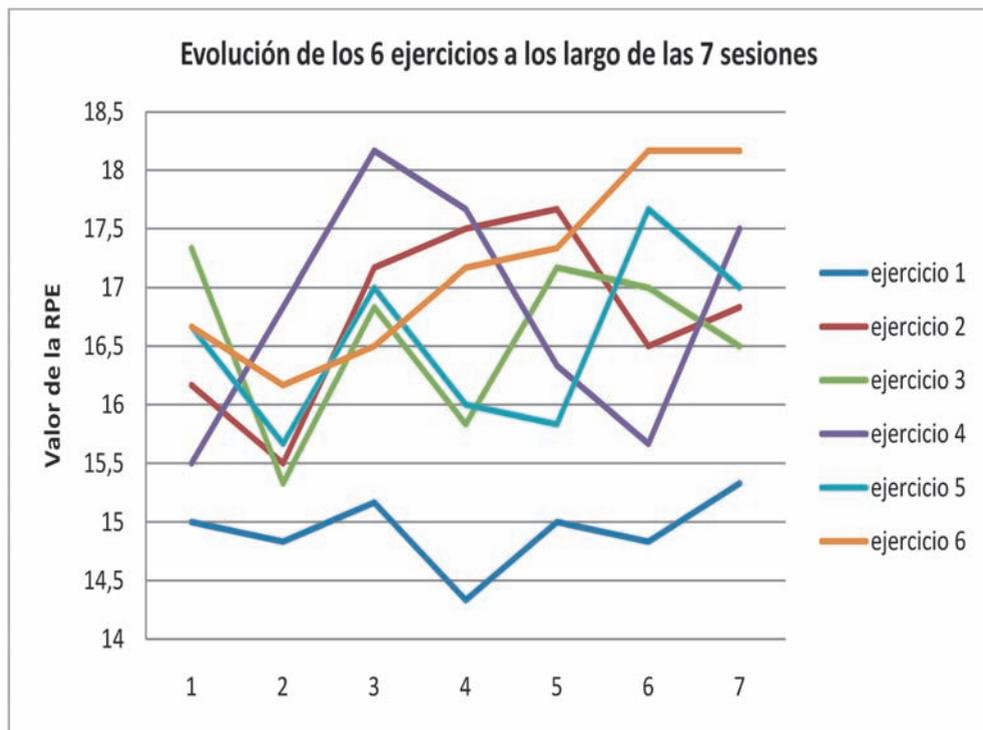


Figura III.12. Evolución de los 6 ejercicios a lo largo de las 7 sesiones tomadas como muestra.

Por tanto, ahora debemos estudiar las diferencias significativas entre ese conjunto de medias. Si estudiamos las diferencias significativas entre los diversos ejercicios en cada sesión obtenemos los datos obtenidos en la tabla III.21.

Tabla III.21: Diferencias entre momentos dentro de las sesiones de entrenamiento.

SESIÓN	EJERCICIO	EJERCICIO	P
1	1	3	0,040 *
	2	3	0,014**
2	1	4	0,009**
	2	4	0,022**
	3	4	0,017**
	4	5	0,014**
6	1	2	0,008**
	1	3	0,013**
	1	5	0,004**
	1	6	0,016**

También, podemos estudiar, según la sesión de entrenamiento las diferencias entre ejercicios. Sólo hemos encontrado una diferencia entre medias, en el ejercicio 3 entre la sesión 1 y la sesión 4 ($p = 0,023$).

III.2.- RELACIONES ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CARGA INTERNA Y EFICACIA EN EJERCICIOS DE ALTA INTENSIDAD (S7 Y C32)

En este punto veremos las diferencias existentes en dos ejercicios concretos realizados en dos momentos concretos del entrenamiento (al principio, tras el calentamiento) y al final (como último ejercicio de la sesión). Se realizaron valoraciones de la frecuencia cardiaca y valoraciones de la percepción subjetiva del esfuerzo y la eficacia en los lanzamientos, así como de las situaciones de los mismos.

III.2.1.- RESULTADOS DEL EJERCICIO S7 REALIZADO AL PRINCIPIO Y AL FINAL DEL ENTRENAMIENTO.

Los datos medios generales de los 5 ejercicios S7 realizado tras el calentamiento y los 5 ejercicios realizados en el último momento del entrenamiento, podemos distinguirlos en las tablas III.22 y III.23.

Tabla III.22: Datos medios de los ejercicios S7 realizados al inicio del entrenamiento. GOL BC: Gol Buenas condiciones, GOL MC: Gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones.

% debajo 60%	% 60 y 80%	encima 80%	RPE	GOL BC	NO GOL BC	GOL MC	NO GOL MC	GOLES TOTALES
23,72	20,14	56,14	17,3	37	20	0	1	58

Tabla III.23: Datos medios de los ejercicios S7 realizados al final del entrenamiento. GOL BC: Gol Buenas condiciones, GOL MC: Gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones.

% debajo 60%	% 60 y 80%	encima 80%	RPE	GOL BC	NO GOL BC	GOL MC	NO GOL MC	GOLES TOTALES
25,48	31,60	42,92	17,8	32	14	2	3	51

En el análisis de varianza de medidas repetidas entre los ejercicios cuando se han realizado al principio del entrenamiento o al final no hemos encontrado diferencias significativas en las variable FC_60 ($F_{1,50}=0,436$; $p=0,512$) pero si en las variables FC_60_80 ($F_{1,50}=14,711$; $p=0,0001$) siendo mayor la media al final (20,1475 por 31,6027), FC_80 ($F_{1,50}=9,845$; $p=0,003$) siendo la media mayor al inicio (56,1404 y 42,9216) y RPE ($F_{1,50}=5,365$; $p=0,024$) siendo mayor al final (17,3455 por 17,8182). Estos datos podemos observarlos en la tabla III.24.

Tabla III.24: Diferencias entre FC al 60 %, entre el 60 y el 80 %, por encima del 80 % y RPE en el S7 al principio y al final del entrenamiento.

	$F_{1,50}$	P	Media antes	Media después
FC_60	0,436	0,512	---	---
FC_60_80	14,711	0,0001	20,1475	31,6027
FC_80	9,845	0,003	56,1404	42,9216
RPE	5,365	0,024	17,3455	17,8182

Desde el punto de vista de la franja de las intensidades de los esfuerzos realizados, en los ejercicios desarrollados al principio y al final del entrenamiento, podemos denotar que la mayor franja de esfuerzo (por encima del 80% de la frecuencia cardiaca máxima de reserva) es más amplia (56% del tiempo total del partido) en los ejercicios realizados en el inicio, y menos amplia en los ejercicios realizados al final del entrenamiento (43% del tiempo total del partido). Los esfuerzos realizados entre el 60 – 80 % de la frecuencia cardiaca máxima de reserva aumentan en los ejercicios realizados al final del entrenamiento (20% en ejercicios realizados al principio, por 31% en ejercicios realizados al final), permaneciendo más o menos estable los esfuerzos realizados en la zona de más baja intensidad (por debajo del 60% de la frecuencia cardiaca máxima de reserva). Estos datos podemos observarlos de forma gráfica en la figuras III.13 y III.14.

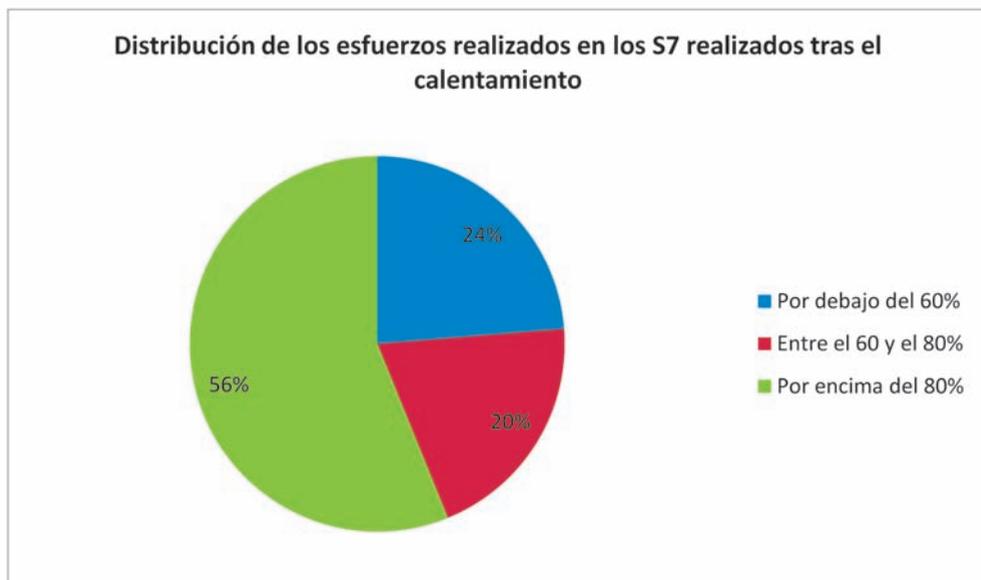


Figura III.13: Distribución de los esfuerzos (por debajo del 60% FCR, entre el 60 y 80% FCR y por encima del 80% FCR) desarrollado por los jugadores durante los ejercicios S7 realizados al inicio del entrenamiento.

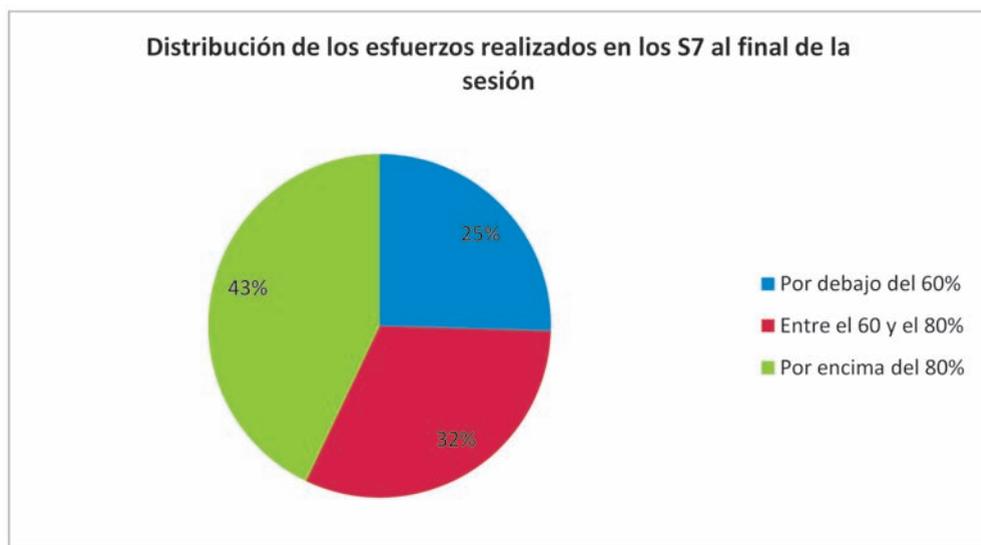


Figura III.14: Distribución de los esfuerzos (por debajo del 60% FCR, entre el 60 y 80% FCR y por encima del 80% FCR) desarrollado por los jugadores durante los ejercicios S7 realizados al final del entrenamiento.

Por otro lado, la RPE aumentó de forma significativa en los ejercicios realizados al final del entrenamiento con respecto a los ejercicios realizados al inicio.

La RPE media de los ejercicios realizados al principio del entrenamiento fue de 17,34, mientras que la RPE media de los ejercicios realizados al final del entrenamiento fue de 17,81.

Igualmente, hemos visto las correlaciones existentes entre la RPE y las diferentes franjas de esfuerzo, tanto en las repeticiones realizadas al principio del entrenamiento como las realizadas al final de las sesiones. También, hemos determinado las relaciones existentes entre las diferentes franjas de esfuerzo y hemos obtenidos los datos que se muestran en las tablas III.25 y III.26.

Tabla III.25: Correlaciones entre la RPE y las diferentes franjas de esfuerzo. También correlación entre las diferentes franjas de esfuerzo en los S7 realizados al inicio del entrenamiento.

		FC_60	FC_60_80	FC_80
RPE	Correlación de Pearson	-,470(**)	-,044	,316(*)
	Sig. (bilateral)	,000	,746	,017
	N	57	57	57
FC_60	Correlación de Pearson		,136	-,704(**)
	Sig. (bilateral)		,312	,000
	N		57	57
FC_60_80	Correlación de Pearson			-,800(**)
	Sig. (bilateral)			,000
	N			57

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

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla III.26: Correlaciones entre la RPE y las diferentes franjas de esfuerzo. También correlación entre las diferentes franjas de esfuerzo en los S7 realizados al final del entrenamiento. ("1_2" significa que es una medida de ejercicio al final de sesión).

		FC_60_80 _1_2	FC_80_1_2	RPE_1_2
FC_60_1_2	Correlación de Pearson	,048	-,651(**)	-,087
	Sig. (bilateral)	,729	,000	,532
	N	54	54	54
FC_60_80_1_2	Correlación de Pearson		-,790(**)	-,039
	Sig. (bilateral)		,000	,777
	N		54	54
FC_80_1_2	Correlación de Pearson			,083
	Sig. (bilateral)			,549
	N			54

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

Como podemos comprobar obtenemos resultados significativos de la percepción subjetiva del esfuerzo con las diferentes franjas de esfuerzo en tan solo dos casos. Ambos son en los ejercicios realizados al principio de la sesión y vemos que la percepción subjetiva del esfuerzo correlaciona negativamente de forma significativa ($p = 0,01$; $r = -0,470$) con la franja de esfuerzo correspondiente a los que se realizan por debajo del 60%, mientras que también existe una correlación positiva y significativa con los esfuerzos que se realizan por encima del 80% ($p = 0,05$; $r = 0,316$). También hemos comprobado las correlaciones existentes entre las diferentes franjas de esfuerzo, y hemos visto que los esfuerzos realizados por encima del 80% tienen una correlación negativa y significativa con los esfuerzos realizados por debajo del 60% ($p = 0,01$; $r = -0,704$) y entre el 60 y el 80 % ($p = 0,01$; $r = -0,80$) de la frecuencia cardiaca máxima.

Igualmente en las repeticiones de este ejercicio (S7) que se ha realizado al final del entrenamiento, hemos comprobado que la percepción subjetiva del esfuerzo no correlaciona de forma significativa con ninguna de las franjas de esfuerzo estudiadas y si hemos comprobado de nuevo las correlaciones significativas existentes entre las diferentes franjas de esfuerzo medidas por la frecuencia cardiaca. Los esfuerzos realizados por encima del 80 % correlacionan con los realizados por debajo del 60 % ($p = 0,01$; $r = -0,651$) y entre 60 y 80 % ($p = 0,01$; $r = -0,79$).

No hemos encontrado diferencia significativa entre los goles marcados en los ejercicios realizados al principio con respecto a los ejercicios realizados al final del entrenamiento. Podemos observarlo en la tabla III.27.

Tabla III.27: Diferencias entre los lanzamientos realizados en los ejercicios S7 al principio y al final del entrenamiento.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
GOL_BC	Se han asumido varianzas iguales	,307	,595	,704	8	,502
NO_GOL_BC	Se han asumido varianzas iguales	,729	,418	1,078	8	,313
GOL_MC	No se han asumido varianzas iguales	96,000	,000	-1,633	4,000	,178
NO_GOL_MC	Se han asumido varianzas iguales	3,571	,095	-,894	8	,397

De forma gráfica podemos observar la distribución de goles en las figuras III.15 y III.16.

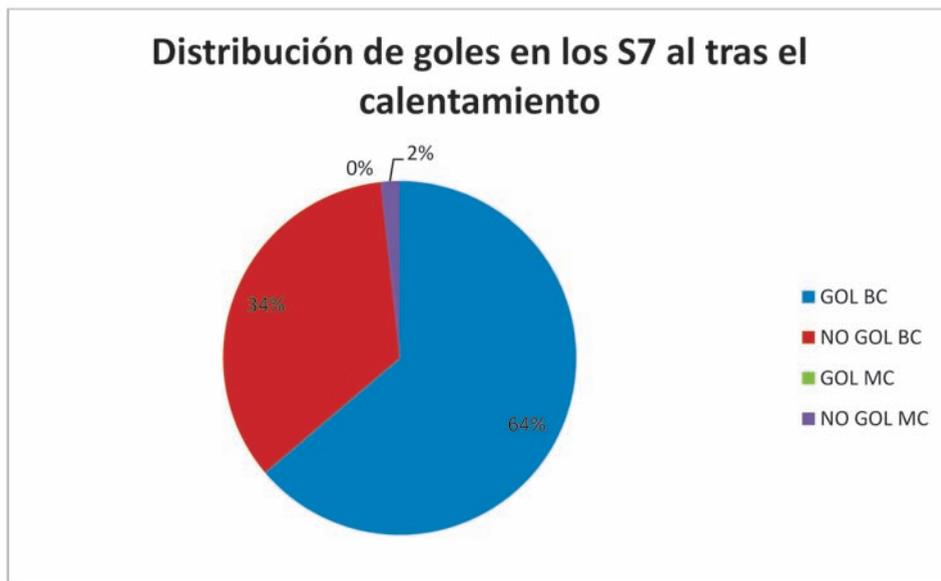


Figura III.15: Distribución del total de lanzamientos realizados en el ejercicio S7 al inicio del entrenamiento, siendo un 64% el total de lanzamientos “gol en buenas condiciones”, 34% no gol en buenas condiciones, 0% de goles en malas condiciones y 2% de no goles en malas condiciones.

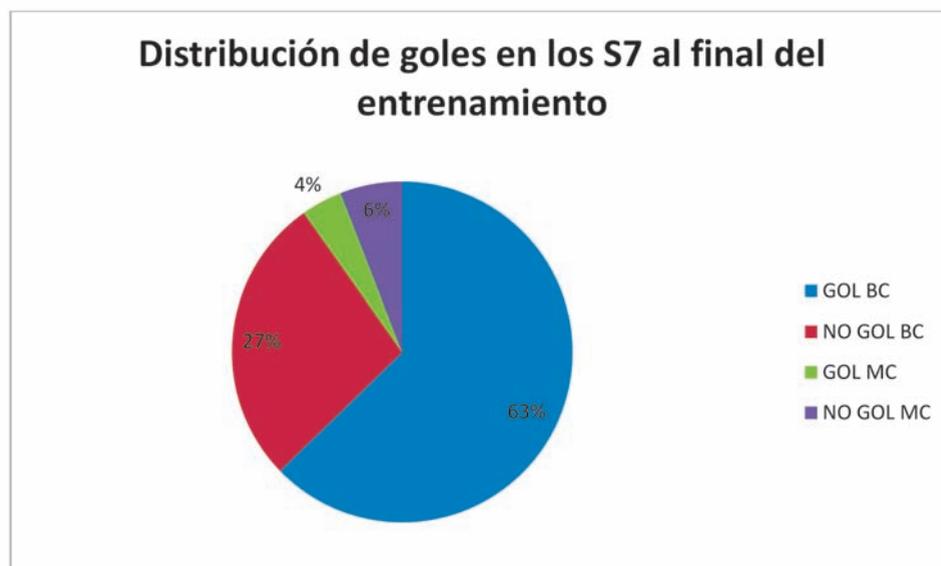


Figura III.16: Distribución del total de lanzamientos realizados en el ejercicio S7 al final del entrenamiento, siendo un 63% el total de lanzamientos “gol en buenas condiciones”, 27% no gol en buenas condiciones, 4% de goles en malas condiciones y 6% de no goles en malas condiciones.

III.2.2- RESULTADOS DEL EJERCICIO C32 REALIZADO AL PRINCIPIO Y AL FINAL DEL ENTRENAMIENTO.

En el análisis de varianza de Medidas repetidas entre los ejercicios cuando se han realizado al principio del entrenamiento o al final no hemos encontrado diferencias significativas en ninguna variable: FC_60 ($F_{1,47}=0,414$; $p=0,524$); FC_60_80 ($F_{1,47}=0,593$; $p=0,446$); FC_80 ($F_{1,47}=1,237$; $p=0,272$); y RPE ($F_{1,47}=2,689$; $p=0,108$). (Tabla III.28).

Tabla III.28: Comparativa de los valores de Frecuencia cardiaca y RPE en los ejercicios C32 realizados al principio y al final del entrenamiento.

	$F_{1,50}$	P	Media antes	Media después
FC_60	0,414	0,524	---	---
FC_60_80	0,593	0,446	---	---
FC_80	1,237	0,272	---	---
RPE	2,689	0,108	---	---

Los datos medios de las diferentes variables controladas, podemos observarlos en las tablas III.29 y III.30.

Tabla III.29: Datos medios obtenidos en el ejercicio C32 realizado al principio de las sesiones de entrenamiento. GOL BC: Gol Buenas condiciones, GOL MC: Gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones.

% debajo 60%	% 60 y 80%	encima 80%	RPE	GOL BC	NO GOL BC	GOL MC	NO GOL MC	GOLES TOTALES
28,89	40,70	30,42	17,9	90	28	4	15	137

Tabla III.30: Datos medios obtenidos en el ejercicio C32 realizado al final de las sesiones de entrenamiento. GOL BC: Gol Buenas condiciones, GOL MC: Gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones, NO GOL MC: No gol en malas condiciones.

% debajo 60%	% 60 y 80%	encima 80%	RPE	GOL BC	NO GOL BC	GOL MC	NO GOL MC	GOLES TOTALES
25,37	38,77	36,02	18,4	92	39	1	17	149

Desde el punto de vista del esfuerzo realizado por los jugadores, podemos ver los resultados obtenidos al principio del entrenamiento en la figura III.17. La actividad en la franja de esfuerzo máxima (por encima del 80% de la frecuencia cardiaca máxima de reserva) en los ejercicios realizados al principio de la sesión es de un 30%, mientras que los esfuerzos realizados en la franja media (80 – 60%), fueron del 41%, mientras que durante un 29 % del tiempo total del ejercicio, los jugadores trabajaron por debajo del 60%.



Figura III.17: Distribución de los esfuerzos (por debajo del 60% FCR, entre el 60 y 80% FCR y por encima del 80% FCR) desarrollado por los jugadores en el ejercicio C32 realizado al principio del entrenamiento.

Igualmente como podemos comprobar en la figura III.18 los esfuerzos realizados por los jugadores en los ejercicios C32 realizados al final de las sesiones de entrenamiento son el 36% del esfuerzo total en la franja de mayor intensidad, el 39% del esfuerzo fue desarrollado en la franja de intensidad media y el 25% del esfuerzo se realizó en la franja de intensidad más liviana.



Figura III.18: Distribución de los esfuerzos (por debajo del 60% FCR, entre el 60 y 80% FCR y por encima del 80% FCR) desarrollado por los jugadores en el ejercicio C32 realizado al final del entrenamiento.

Podemos exponer las diferencias observadas en la percepción subjetiva del esfuerzo. La RPE media de los ejercicios realizados al principio de la sesión del entrenamiento fue de 17,91 mientras que la RPE de los ejercicios realizados al final de las sesiones de entrenamiento fue de 18,41. (tablas III.29 y III.30).

Tabla III.31: Correlaciones entre variables de %FC y RPE en los ejercicios C32 realizados tras el calentamiento.

		FC_60_80	FC_80	RPE
FC_60	Correlación de Pearson	,068	-,789(**)	-,153
	Sig. (bilateral)	,627	,000	,269
	N	54	54	54
FC_60_80	Correlación de Pearson		-,666(**)	-,096
	Sig. (bilateral)		,000	,488
	N		54	54
FC_80	Correlación de Pearson			,174
	Sig. (bilateral)			,208
	N			54

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

Tabla III.32: Correlaciones entre variables de %FC y RPE en los ejercicios C32 realizados como último ejercicio del entrenamiento. (“1_2”significa que es una medida de ejercicio al final de sesión).

		FC_60_80 _1_2	FC_80_1_2	RPE_1_2
FC_60_1_2	Correlación de Pearson	-,142	-,740(**)	-,198
	Sig. (bilateral)	,311	,000	,156
	N	53	53	53
FC_60_80_1_2	Correlación de Pearson		-,560(**)	-,210
	Sig. (bilateral)		,000	,132
	N		53	53
FC_80_1_2	Correlación de Pearson			,307(*)
	Sig. (bilateral)			,025
	N			53

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

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Igualmente podemos observar en la tabla III.31, las correlaciones de percepción subjetiva del esfuerzo y porcentajes de esfuerzo en el ejercicio C32 y hemos visto las relaciones existentes entre las diferentes variables de estudio. Hemos comprobado, que en las repeticiones del ejercicio realizadas después del calentamiento no correlaciona de forma significativa en ningún caso la percepción subjetiva del esfuerzo con las diferentes franjas de esfuerzo, mientras que si correlacionan negativamente pero de forma significativa los esfuerzos realizados por encima del 80 % con los realizados por debajo del 60 % ($p = 0,01$; $r = - 0,789$) y los realizados entre el 60 y el 80 % ($p = 0,01$; $r = -0,666$).

De la misma forma, en la tabla III.32, podemos comprobar las correlaciones existentes en las repeticiones realizadas al final del entrenamiento. Hemos comprobado una correlación significativa entre la percepción subjetiva del esfuerzo y los esfuerzos realizados por encima del 80 % ($p = 0,05$; $r = 0,307$). Por otro lado si hemos observado que existe correlación negativa significativa entre las diferentes franjas de esfuerzos. Los realizados por encima del 80 % correlacionan con los realizados por debajo del 60 % ($p = 0,01$; $r = - 0,74$) y con los realizados entre el 60 y el 80 % ($p = 0,01$; $r = - 0,56$).

A continuación en la figura III.19 exponemos de forma gráfica los resultados obtenidos en la eficacia total de lanzamientos. El total de lanzamientos realizados en los ejercicios al principio del entrenamiento fueron 137, de los que el 66% (90), fueron realizados en circunstancias óptimas de lanzamiento y su finali-

zación terminó en gol. Por otro lado el 20% de los lanzamientos (28), fueron realizados en buenas condiciones para conseguir gol, pero no terminaron con éxito. De los 137 lanzamientos, 4 el 3% fueron goles en malas condiciones de lanzamiento, mientras que 15 (el 11%) fueron no goles en malas condiciones de finalización.

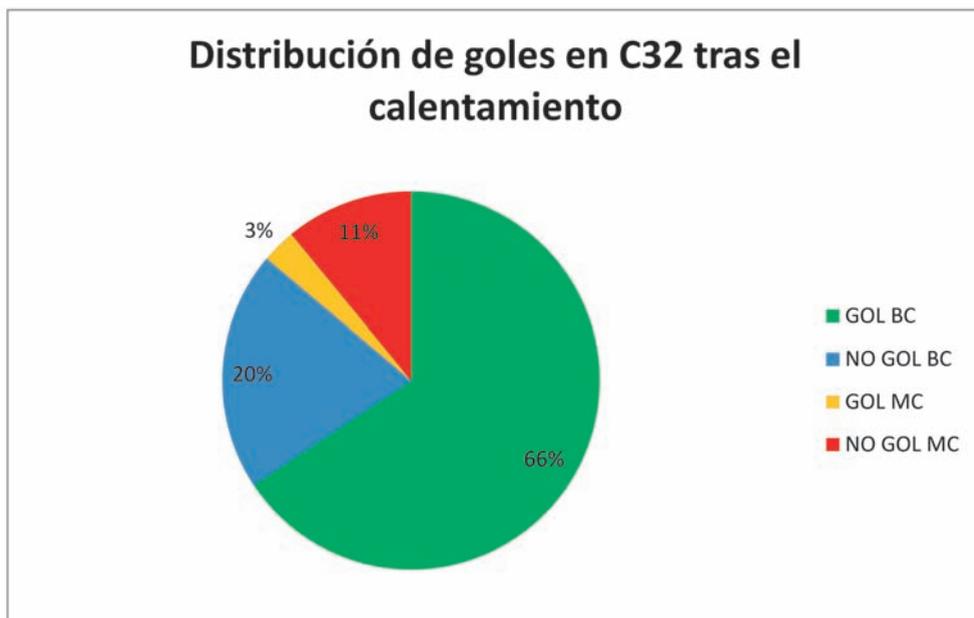


Figura III.19: Distribución del total de lanzamientos realizados en el ejercicio C32 al inicio del entrenamiento, siendo un 66% el total de lanzamientos “gol en buenas condiciones”, 20% no gol en buenas condiciones, 3% de goles en malas condiciones y 11% de no goles en malas condiciones.

Por otro lado, en la figura III.20 podemos ver los resultados obtenidos en el mismo ejercicio (C32) realizado al final de la sesión de entrenamiento. Los lanzamientos totales fueron 149, de los que el 62% (92) terminaron en goles en buenas condiciones (condiciones ideales), mientras que el 26 % (39 lanzamientos) fueron realizados en situación óptima de lanzamiento aunque no terminaron en gol. Tan solo el 1% de los lanzamientos (1) se consideró gol en malas condiciones de lanzamiento y el 11% (17) fueron lanzamientos que no terminaron en gol y fueron realizados en malas condiciones de finalización.

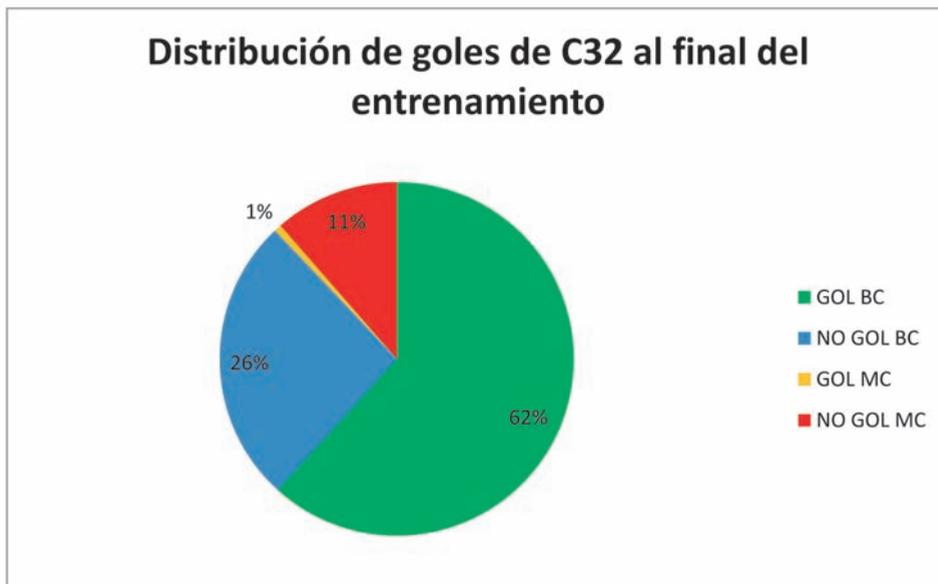


Figura III.20: Distribución del total de lanzamientos realizados en el ejercicio C32 al final del entrenamiento, siendo un 62% el total de lanzamientos “gol en buenas condiciones”, 26% no gol en buenas condiciones, 1% de goles en malas condiciones y 11% de no goles en malas condiciones.

Tal y como podemos observar en la tabla III.33 no existen diferencias significativas entre los lanzamientos realizados en los ejercicios C32 al principio del entrenamiento y al final del mismo.

Tabla III.33: Diferencias entre los lanzamientos realizados en el ejercicio C32 al principio y al final de la sesión de entrenamiento.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
GOL_BC	No se han asumido varianzas iguales	10,142	,013	-,196	4,979	,852
NO_GOL_BC	Se han asumido varianzas iguales	1,516	,253	-2,200	8	,059
GOL_MC	No se han asumido varianzas iguales	17,067	,003	1,134	5,297	,306
NO_GOL_MC	Se han asumido varianzas iguales	,196	,670	-,331	8	,749

III.2.3.- INTENSIDAD DE LOS EJERCICIOS S7 Y C32 EN RELACIÓN CON LOS DEMÁS EJERCICIOS REALIZADOS A LO LARGO DE LAS 21 SESIONES MONITORIZADAS.

En la tabla III.34 podemos observar las diferentes RPE medias de cada ejercicio a lo largo de las 21 sesiones monitorizadas. Como podemos comprobar los ejercicios con mayor percepción subjetiva del esfuerzo desarrollada fueron los C32 y S7.

Tabla III.34: RPE media de los ejercicios realizados a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento. N = número de muestras de cada ejercicio.

EJERCICIO	N	RPE MEDIA
A 3	14	16,38
A 4	5	15,85
A 5	10	16,49
C 3	6	16,82
C 5	3	16,52
D 3	4	16,01
D 4 – D 5	9	16,65
D5	3	16,20
C 32	10	18,16
S 7	10	17,63



CAPÍTULO IV:

Discusión



IV.1.- RELACIONES ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CARGA EN LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO

IV.1.1.- EVOLUCIÓN DE LA PERCEPCIÓN SUBJETIVA DEL ESFUERZO A LO LARGO DE LAS 21 SESIONES DE ENTRENAMIENTO Y SU RELACIÓN CON LAS FRANJAS DE ESFUERZO DE FRECUENCIA CARDIACA.

Con este estudio, hemos confirmado la utilidad de la escala de la RPE y su correlación con tres franjas de esfuerzo establecidas; esfuerzos por debajo del 60% de la FCR, entre el 60 y el 80% y por encima del 80% de la FCR de cada jugador, como medio para cuantificar la carga de entrenamiento en deportes colectivos.

Como hemos indicado, se aplicó la escala de RPE como indicativo del esfuerzo realizado por los deportistas en la pista y se valoró ejercicio por ejercicio durante 21 sesiones, para tener información directa y simultánea del esfuerzo que los jugadores estaban realizando, lo cual nos da una información muy valiosa para ir reajustando la intensidad de la carga de entrenamiento a lo largo de la sesión e ir graduándola según la información dada por los sujetos.

En nuestro estudio, hemos discriminado dos formas distintas de obtención de la RPE: la media y la general. La RPE media, sería la media realizada entre todos los ejercicios de la sesión y la RPE general, sería la general dada por los jugadores al concluir la sesión de entrenamiento. Como hemos podido comprobar, ambas formas de obtención de la RPE guardan una alta correlación entre ellas. Si interpretamos los datos a nivel individual, obtendríamos una correlación fuerte ($r = 0,88$) entre las dos formas de obtención de la RPE. Igualmente, podemos comprobar que esos valores obtenidos a nivel de media grupal (valores medios de la sesión) traen consigo una correlación aún más fuerte ($r = 0,96$). Ambas formas de usar la RPE la hemos utilizado para relacionarlas a las franjas de frecuencia cardiaca anteriormente expuestas.

Podemos distinguir en la bibliografía un gran número de investigaciones que usan la RPE como medio de cuantificación de la carga interna de los deportistas en deportes colectivos. En ocasiones, podemos encontrarla como forma de cuantificación de la carga interna de un ejercicio concreto dentro de una sesión de entrenamiento (Feriche, Chiroso L.J. y Chiroso I.J., 2002; Brink, Nederhof, Visscher, Schikli, Lemmink, 2010; Hill-Haas Coutts, Dawson, y Rowsell, 2009; Coutts, et al. 2009), y también podemos encontrarla como medio para cuantificar la carga de una sesión completa (Impellizzeri, et al., 2004; Coutts y Barbero, 2001; Borresen y Lambert, 2008).

En esta línea, Borresen y Lambert (2008) en una de sus investigaciones, valoraron la carga de entrenamiento usando la RPE a lo largo de las sesiones. Lo hicieron usando la escala subjetiva del esfuerzo de 10 puntos y multiplicaron el valor dado por el jugador por el tiempo total en minutos del que duraba la sesión de entrenamiento. Esta propuesta de cálculo de la RPE, ya había sido utilizada previamente en otros trabajos por Foster et al., 1996. Nuestra propuesta, a diferencia de Borresen y Lambert (2008), fue usando la escala de percepción del esfuerzo de 15 puntos. Para ello, nos hemos basado en estudios sobre la cuantificación de la carga interna en jugadores de balonmano realizados por Feriche et al. (2002).

Una circunstancia a tener en cuenta a la hora de utilizar la escala subjetiva del esfuerzo es el tiempo de aprendizaje para que sea un fiel reflejo de la percepción real del sujeto. En esta línea, Naclerio, Barriopedro y Rodríguez (2009) en estudios relacionados con el uso de la escala subjetiva del esfuerzo, aconsejan un tiempo de familiarización del sujeto con la escala de valoración. Naclerio, et al., en el estudio realizado sobre el control de la intensidad del entrenamiento usando la escala de percepción del esfuerzo de 10 puntos, expone la necesidad de un periodo de aprendizaje por parte del sujeto para la valoración en la escala de subjetiva. Naclerio, et al., desarrollaron 8 semanas de asimilación. En el estudio que hemos realizado, hemos aplicado 4 semanas, previas de aprendizaje antes del comienzo de la toma de datos en la pista. Bajo nuestro parecer, este periodo de tiempo, fue suficiente. La mayoría de los sujetos participantes en nuestro estudio ya habían utilizado la escala subjetiva del esfuerzo previamente en otras temporadas. Otros autores como Noble y Robertson (1996), ya aconsejaron un periodo de asimilación y familiarización, por parte de los deportistas, previo al uso y registro de la percepción subjetiva del esfuerzo.

Creemos que es de gran importancia la confidencialidad de la información dada por los jugadores, ya que podría haber influencia entre los jugadores en el momento de exponer la RPE, es por ello que en nuestro estudio, los jugadores re-

gistraban de forma individual e independiente las RPE sobre la actividad realizada. En este sentido, incluimos una novedad con respecto a la investigación realizada por Feriche et al. (2002) e introducimos el uso de carpetas individuales para anotar, mientras que en el estudio propuesto por Feriche, la percepción del esfuerzo era registrado por colaboradores. Nosotros, además incluimos, la valoración total de la sesión para contrastarla con la percepción subjetiva media total de los ejercicios. Además, en nuestro estudio, aumentamos el número total de sesiones monitorizadas (21) por 4 registradas por Feriche et al.

Estas puntualizaciones, las creemos importantes, ya que la primera asegurará la valoración individual del ejercicio por cada jugador, controlando así la posible variable contaminante de influencia de los compañeros para valorar de forma propia el ejercicio, ya que el hecho de dar una valoración que pueda ser vista por los compañeros creemos que podría condicionar a los sujetos en su valoración subjetiva del esfuerzo. En esta línea no hemos contrastado con estudios que corroboren esta circunstancia, porque son bastante escasos en la bibliografía. Creemos que el estudio de la influencia del compañero en el momento del registro de la RPE, podría ser una buena línea de investigación.

Por otro lado, vemos importante la valoración general de la sesión de entrenamiento realizada por los jugadores, ya que de esa forma hemos podido comparar los datos obtenidos de forma individual en cada ejercicio y de forma global. Esta comparativa nos ha servido para observar similitudes entre ambas formas de medir la RPE, y como hemos expuesto, la correlación fue bastante fuerte, por lo que podríamos usar tanto una como la otra para la cuantificación de las sesiones de entrenamiento. En relación a ello, hemos establecido correlaciones de las RPE (media y general), con las diferentes franjas de esfuerzo (cuantificadas en porcentajes de frecuencia cardiaca de reserva), siendo la correlación de la RPE tomada de forma general significativa con la frecuencia cardiaca $r = -0,396$ (FC_60), $r = 0,264$ (FC_60_80) y $r = 0,350$ (FC_80). La RPE tomada en forma de media guarda una correlación significativa con las diferentes franjas de esfuerzo $r = -0,397$ (FC_60), $r = 0,312$ (FC_60_80) y $r = 0,31$ (FC_80). Con la monitorización de más sesiones de entrenamiento obtendremos resultados más fieles al aumentar la muestra de estudio.

Sin embargo si interpretamos los valores como medias de las sesiones de entrenamiento (valores grupales), obtenemos correlaciones mucho más altas que las obtenidas de forma individual. La RPE (general) correlaciona positivamente y con unos valores muy fuertes con FC_80 ($r = 0,827$), en valores positivos y medios con FC_60_80 ($r = 0,635$) y en valores negativos y significativos para FC_60 ($r = -0,83$).

Tomando los valores medios de las 21 sesiones de entrenamiento la RPE (media) correlaciona positivamente y con unos valores muy fuertes con FC_80 ($r = 0,803$), en valores positivos y medios con FC_60_80 ($r = 0,674$) y en valores negativos y significativos para FC_60 ($r = -0,835$).

Estos datos, nos llevan a pensar que esta herramienta de cuantificación de la carga de entrenamiento, tiene especialmente más utilidad para el control grupal del entrenamiento en deportes colectivos que para la valoración individual.

Al igual que diferentes autores como Alexiou y Coutts, 2008; Coutts et al., 2009; Hill-Haas, Rowsell, Dawson y Coutts, 2009, que usan la RPE para la cuantificación de ejercicios en deportes de equipo, compartimos también la utilidad del uso de esta herramienta para cuantificar la carga de entrenamiento. Como decimos, aun siendo subjetiva, nos permite conocer de una forma simple el esfuerzo realizado por nuestros jugadores. Creemos que el uso de la percepción subjetiva del esfuerzo como medio de cuantificación de la carga del entrenamiento es un sistema útil, eficaz y económico.

Tal y como muestran los resultados (tabla III.1 y figura III.1), la evolución de las medias de la RPE (general y media) de las sesiones a lo largo de una temporada, nos pueden indicar la intensidad de la carga interna que están soportando nuestros deportistas. Esa forma de control de la carga de entrenamiento, nos puede servir para organizar de forma diaria y global la planificación que queremos aplicar y ver si se está desarrollando de forma correcta la dinámica de cargas planteadas a priori por el cuerpo técnico. En nuestro caso según la planificación desarrollada previamente por el cuerpo técnico, las sesiones señaladas por los jugadores de mayor percepción subjetiva del esfuerzo, coincide con la distribución previa de la carga estructurada por los entrenadores. Como podemos observar en la tabla III.4, hemos comparado la RPE general, la RPE media y la RPE estimada por el cuerpo técnico para controlar la carga aplicada en el entrenamiento. Podemos comprobar las correlaciones significativas existentes entre la carga prevista (RPE prevista) y la RPE general ($r = 0,805$) e igualmente la RPE prevista, guarda una alta correlación significativa ($r = 0,77$) con la RPE media. De forma gráfica podemos verlo en la figura III.3. Con los datos expuestos, podemos comprobar el uso que podemos darle al registro diario de la RPE en los entrenamientos, ya que obtendremos una curva de la intensidad aplicada en los entrenamientos, y podremos contrastar el esfuerzo percibido por los jugadores con el esfuerzo previsto por el cuerpo técnico.

El registro de la frecuencia cardiaca, se fue clasificando en tres franjas individualizadas de cada jugador. Como expusimos anteriormente, los porcentajes de

trabajo fueron personalizados a las capacidades de cada jugador, teniendo en cuenta la frecuencia cardiaca de reserva de cada uno de ellos. Se calcularon los porcentajes de esfuerzo teniendo en cuenta la frecuencia cardiaca basal, para ajustar más las capacidades individuales y se calcularon los valores al 60% y al 80% de la frecuencia cardiaca máxima de reserva para establecer así las franjas de esfuerzo individualizadas de cada jugador.

Diversos autores, como hemos visto han propuesto formas de organizar las intensidades de entrenamiento usando la frecuencia cardiaca. Bannister (1991) propone el método TRIMP (Training impulse), Edwards (1993) propone la distribución en cinco zonas de trabajo, las tres zonas propuestas por Lucía et al. (2003) por debajo de umbral aeróbico, en la zona aeróbica – anaeróbica y por encima del umbral anaeróbico, o las zonas usadas por Alexiou y Coutts (2008) o Eniseler (2005), donde dan un valor de frecuencia cardiaca a los umbrales de lactato y a partir de ahí valoran el tiempo que trabaja el deportista teniendo en cuenta los umbrales. Igualmente en otro estudio, Barbero, Granda y Soto (2004) proponen la distribución de las intensidades en tres franjas, por debajo del 65%, entre 65 y 85% y por encima del 85 % de la frecuencia cardiaca máxima. Hill-Haas, Coutts, Dawson y Rowsell (2009), en un estudio distribuyen también las diferentes franjas de esfuerzo de los jugadores en zonas, pero son en este caso 4 zonas de intensidad: 1 por debajo del 75%, 2 entre el 75 y 84%, 3, entre el 85 – 89% y 4, por encima del 90%.

Según lo expuesto, podemos identificar en la bibliografía diferentes formas de distribución e interpretación de la frecuencia cardiaca, lo cierto es que los datos obtenidos en nuestro estudio, muestran las diferentes correlaciones existentes de la RPE con las diferentes franjas de esfuerzo valoradas en frecuencia cardiaca de reserva y pueden ser para nosotros un indicativo para estimar el esfuerzo realizado por cada uno de nuestros jugadores. Podemos ver la ecuación propuesta para la estimación de la frecuencia cardiaca a partir de la percepción subjetiva del esfuerzo y viceversa. Ciertamente aunque obtengamos una correlación no del todo fuerte, si nos puede servir para realizar estimaciones que ayuden al cuerpo técnico a cuantificar la carga de entrenamiento por medio de cualquiera de las dos medidas propuestas anteriormente (RPE Media y RPE general):

$$\text{RPE (Media)} = 14,439 + 0,038 (\text{FC}_{60-80}) + 0,032 (\text{FC}_{80})$$

$$\text{RPE (General)} = 14,659 + 0,033 (\text{FC}_{60-80}) + 0,044 (\text{FC}_{80})$$

Alexiou y Coutts (2008) en la misma línea, estudian las correlaciones existentes entre la RPE y la Frecuencia cardiaca, ven que existe una correlación fuerte y positiva ($r = 0,84$; $r = 0,83$; $r = 0,85$) usando el método TRIMP, la distribución de cargas de Edwards y la cuantificación por medio de las cargas de lactato. Igualmente y siguiendo esta línea de estudios, la RPE parece tener una correlación positiva en muchas más investigaciones, Borresen y Lambert (2008) también comprueban en sus investigaciones la correlación entre Frecuencia cardiaca (usando el método TRIMP y la distribución en zonas) y percepción subjetiva del esfuerzo. Esto es confirmado en estudios de Coutts et al. (2009) donde comprueban las relaciones existentes entre la frecuencia cardiaca y percepción subjetiva del esfuerzo en deportes de equipo. Según Coutts et al. (2009) la percepción subjetiva del esfuerzo es una herramienta muy útil para controlar la carga de entrenamiento en deportes colectivos.

Todas estas investigaciones corroboran nuestras predicciones sobre la correlación existente entre la frecuencia cardiaca y la percepción subjetiva del esfuerzo.

Por otro lado, las franjas de frecuencia cardiaca guardan también correlaciones entre ellas, pudiendo describir las diferentes relaciones.

A nivel individual, podemos comprobar que la franja de esfuerzo de máxima intensidad, por encima del 80% de la frecuencia cardiaca de reserva del jugador, guarda una alta correlación negativa ($r = - 0,82$) con la franja de esfuerzo realizada a la más baja intensidad, por debajo del 60%.

La franja de esfuerzo individual situada entre el 60 al 80% de la FCR, también guarda relación con las otras dos mencionadas franjas. Existe una alta correlación negativa de ésta ($r = - 0,737$) con la franja de más baja intensidad y significativa de ($r = 0,22$) con la franja de mayor intensidad.

Igualmente, si lo interpretamos como valores grupales, obtendríamos correlaciones más fuertes entre las diferentes franjas de esfuerzo. La frecuencia cardiaca media en la franja más alta, tendría correlación significativa negativa con la franja de menor intensidad ($r = - 0,908$), una correlación significativa y positiva con la franja de esfuerzo medio ($r = 0,584$) y la franja de menor intensidad guardaría una correlación significativa y negativa con la franja de esfuerzos medios ($r = - 0,871$).

Se ha demostrado que las diferentes curvas de intensidad guardan similitud y correlacionan entre ellas. Podemos ver que cuando una sesión aumenta de intensidad, aumenta la franja por encima del 80%, mientras que desciende la franja

de intensidad más liviana (por debajo de 60%). Paralelamente hemos comprobado que la franja situada entre el 60 y el 80% del esfuerzo aumenta cuando la sesión aumenta de intensidad y disminuye cuando aumenta la franja de esfuerzo por debajo del 60%. Esto nos puede dar de forma gráfica, una idea de cómo evoluciona la dinámica de esfuerzos según la carga de entrenamiento (figura III.2).

IV.1.2.- RELACIONES EXISTENTES ENTRE LA FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA MEDIA, LAS DIFERENTES FRANJAS DE ESFUERZO MEDIAS DE CADA JUGADOR Y LAS RPE MEDIA Y GENERAL. ANÁLISIS INDIVIDUAL Y GRUPAL.

Con este estudio, hemos demostrado la existencia de correlaciones entre las frecuencias cardiacas máximas y las diferentes franjas de esfuerzo a nivel individual y también hemos demostrado las relaciones existentes a nivel grupal de las frecuencias cardiacas máximas medias con las diferentes franjas de esfuerzos y percepción subjetiva del esfuerzo. Con nuestro estudio, aportamos la utilidad del dato de frecuencia cardiaca máxima para el control de la carga de entrenamiento del microciclo. Hemos detectado que la curva descrita por la media de la frecuencia cardiaca máxima a lo largo de las sesiones mantiene una correlación bastante alta con la RPE general con la RPE media y con las diferentes franjas de esfuerzo de frecuencia cardiaca, por lo que podemos tomar ese dato como un indicativo fiable para el control de la carga de entrenamiento.

Las correlaciones de la frecuencia cardiaca máxima individual de cada jugador por sesión con las diferentes franjas de esfuerzo individuales (tabla III.10) y RPE media y general también individuales (tabla III.11), correlacionaría de forma positiva con la frecuencia cardiaca por encima del 80% ($r = 0,565$), mientras que la correlación significativa no es tan fuerte con la franja de esfuerzo entre el 60 y 80% ($r = 0,310$). Igualmente la frecuencia cardiaca máxima, correlaciona de forma negativa y con algo más de fuerza con la franja de esfuerzo por debajo del 60% ($r = - 0,572$).

Cómo podemos comprobar en la tabla III.9 la frecuencia cardiaca máxima media del equipo en cada sesión de entrenamiento, guarda correlación con las tres franjas de esfuerzo estudiadas y de forma gráfica, podemos distinguir los paralelismos entre las diferentes curvas comparadas en la figura III.7.

Podemos describir también relaciones entre las franjas de esfuerzo medias desarrolladas por los deportistas a lo largo de las 21 sesiones con las frecuencias cardiacas máximas medias de cada sesión y con las medias de las RPE generales y medias, siendo la correlación existente entre los esfuerzos realizados por deba-

jo del 60% negativa y significativa ($r = -0,707$). Los esfuerzos realizados por encima del 80%, también correlacionan de forma positiva y significativa ($r = 0,832$) y las correlaciones entre los esfuerzos realizados entre el 60 y el 80% no guardan correlación significativa alguna con los valores de Fc máxima media ($r = 0,393$).

Podríamos interpretar los datos diciendo que el aumento de intensidad en la franja de esfuerzo por encima del 80% de la frecuencia cardiaca máxima de reserva durante las sesiones de entrenamiento, conlleva consigo una consecución de mayores picos de frecuencias cardiacas máximas. Esto quiere decir que, a más intensidad de trabajo en la sesión, se consiguen más frecuencias máximas de trabajo.

Igualmente podemos relacionar las RPE generales y medias individual de cada jugador con las frecuencias cardiacas máximas. En la tabla III.11, se puede comprobar la correlación significativa y positiva de la Frecuencia cardiaca máxima con la RPE general ($r = 0,304$) y la RPE media ($r = 0,333$). Si usáramos las medias para correlacionar las diferentes sesiones de entrenamiento monitorizadas, obtendríamos correlaciones positivas y significativas con la RPE general ($r = 0,703$) y con la RPE media ($r = 0,598$) (tabla III.12).

Según lo expuesto, podemos decir que en las sesiones que se ha trabajado más intensamente de forma general, se han llegado a mayores valores de frecuencia cardiaca máxima. Podríamos decir que a nivel grupal las correlaciones son más fuertes, por lo que podemos afirmar que nuestras propuestas serán de mayor fiabilidad cuando la usemos tomando valores grupales. Quizá no podríamos establecer una relación Fc máx – RPE en un sujeto en concreto, ya que el jugador, podría haber realizado un esfuerzo determinado durante la sesión de entrenamiento que le hubiera hecho aumentar las pulsaciones y se podrían ver interferidos los resultados, pero sin embargo, nosotros hemos tomado como referencia la media de las frecuencias máximas de todos los jugadores, y las hemos correlacionado con las medias en los esfuerzos en las diferentes franjas y con la percepción subjetiva del esfuerzo de cada uno de ellos, obteniendo los datos de correlación. Es por ello, por lo que creemos que los resultados obtenidos a nivel grupal pueden que sean más fieles a la realidad que los tomados a nivel individual.

Los datos referidos a la frecuencia cardiaca máxima, nos servirían como otro indicativo más de control de la carga de entrenamiento. Como vemos en la figura III.6 si trazáramos una curva media de todos los jugadores a lo largo de las sesiones de entrenamiento, podríamos ver si la dinámica de cargas que se está aplicando sobre el equipo es la oportuna o no. Esta curva como hemos mostrado an-

teriormente guarda correlación con otros parámetros de cálculo de obtención de la carga interna del deportista.

La literatura en esta línea es realmente escasa, ya que en pocas ocasiones se han relacionado estas variables de control de carga interna. Al fin y al cabo, con esta propuesta queremos mostrar que usando la frecuencia cardíaca máxima, podremos tener otro parámetro más de control de la dinámica de cargas establecidas. En el anexo VII.6 podemos ver un gráfico que representa los diferentes parámetros de control (FC₆₀, FC_{60_80}, FC₈₀, RPE general y RPE medio) relacionados con la FC máxima media, pudiendo distinguirse la similitud entre las curvas que se describen.

IV.1.3.- ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA INDIVIDUAL. PROPUESTA DE ESTIMACIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA, A PARTIR DE SITUACIONES DE ENTRENAMIENTO EN BALONMANO.

Con este estudio, hemos conseguido obtener una ecuación para estimar la frecuencia cardíaca máxima de nuestros jugadores en situaciones reales de juego durante los entrenamientos. Hemos puesto en práctica una metodología para poder estimar las frecuencias cardíacas máximas de nuestros jugadores sin necesidad de la realización de un test analítico máximo y si usando situaciones de juego en unas determinadas circunstancias de entrenamiento.

Como hemos expuesto a lo largo de este trabajo, los jugadores fueron monitorizados a lo largo de 21 sesiones de entrenamiento, desarrollándose entre las cuales sesiones de más y de menos intensidad. Las fuimos valorando por medio de la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva del esfuerzo. Como hemos visto anteriormente, los resultados de las frecuencias cardíacas máximas de los jugadores fueron registradas a lo largo de las diferentes sesiones de entrenamiento y hemos observado que en pocas ocasiones han sido sobrepasadas las frecuencias cardíacas máximas obtenidas en el test máximo analítico que se realizó a los jugadores. Igualmente, hemos comprobado que podríamos llegar a establecer una relación, entre esta circunstancia y una estimación de frecuencia cardíaca máxima individual de cada jugador por medio de situaciones jugadas.

Tras todo el proceso de recogida de datos y como hemos comentado previamente, hemos comprobado que algunos jugadores no llegan a la frecuencia cardíaca máxima obtenida en el test analítico de potencia aeróbica máxima, pero otros si sobrepasan en ocasiones esos valores. Creemos que el hecho de la superación de la frecuencia cardíaca máxima en una situación real de entrenamiento puede

venir ligado a una mala ejecución del test analítico, con la retirada prematura del sujeto que realiza la prueba antes de llegar a su máximo. Las razones creemos, pueden ser diversas, como puede ser la falta de motivación por la realización de la prueba por parte del sujeto que la realiza o haber realizado la prueba en un mal momento (estado anímico malo, enfermedad, etc).

Por ello, creemos que podemos realizar una evaluación continua de nuestros jugadores a lo largo de diferentes sesiones de entrenamiento para llegar a conclusiones sobre las frecuencias cardíacas máximas individuales de cada jugador. Para ello, hemos seleccionado 3 sesiones de las 21 que hemos monitorizado, y las hemos seleccionado según el nivel de intensidad marcado por la percepción subjetiva del esfuerzo, más concretamente, hemos seleccionado las tres sesiones de entrenamiento cuyos valores de RPE general y RPE media superaban ambas el valor de 17 en la escala de la RPE (esto quiere decir un nivel alto de intensidad en la sesión de entrenamiento). Posteriormente hemos realizado una estimación de la frecuencia cardíaca máxima usando la ecuación propuesta en el capítulo III (resultados), en el apartado 1.3. A continuación, exponemos de nuevo la ecuación utilizada:

$$FC \text{ máx (Estimada en juego)} = 51,470 + 0,752 FC \text{ máx}_{(\text{media 3 sesiones})}$$

Los datos obtenidos en esta ecuación podemos observarlo en la tabla III.13 junto a otras formas de cálculo de la frecuencia cardíaca máxima propuesta por otros autores. Hemos podido comprobar correlaciones fuertes de nuestra fórmula de cálculo de frecuencia cardíaca máxima con otras fórmulas propuestas en la bibliografía por Karvonen (1957), el cual propone el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima usando la fórmula siguiente:

$$FC \text{ máxima} = 220 - \text{edad}$$

Por otro lado, otros autores como Imbar, Oten, Scheinowitz, Rotstein, Dlin y Casaburi (1994), proponen otra fórmula para el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima:

$$FC \text{ máx} = 205,8 - [0,685 * \text{edad}]$$

La correlación de nuestra fórmula propuesta con la fórmula de Karvonen (1957) fue $r = 0,71$, mientras que con la propuesta por Imbar et al. (1994) fue igualmente $r = 0,71$. Por otro lado, la fórmula propuesta en nuestro estudio, también guarda una fuerte correlación con los resultados obtenidos en el Course Navette ($r = 0,707$). Estos resultados, dan fuerza a nuestra propuesta ya que se asemejan en gran medida a las otras 3 formas expuestas para el cálculo de la frecuencia cardiaca máxima.

Diferentes autores muestran valoraciones sobre los test máximos realizados a jugadores de deportes de equipo. Di Michele, Di Renzo, Ammazalorso y Merni (2009) muestran la importancia de la realización de tests en el mismo medio en el que se va a realizar la acción del juego ya que se obtendrán valores más reales del sujeto que se evalúa. Sin embargo, Kemi, Hoff, Engen, Helgerud y Wisloff (2003) realizan los mismos protocolos de test para futbolistas buscando alcanzar el consumo de oxígeno máximo y determinan que los test de campo registran valores muy similares a la prueba realizada de forma analítica en un laboratorio.

En esta línea se han realizado investigaciones donde se intenta simular de una forma muy cercana las condiciones reales de juego en diferentes deportes. Trabajos como los de Nicholas, Nuttall y Williams (2000) en fútbol, muestran la práctica de un test realizado para evaluar futbolistas en condiciones de demanda física similares al juego real. García, Villa, Rodríguez, Morante, Álvarez y Jover (2003) Labsy, Collomp, Frey y De Ceaurriz (2004) y Nunez, Da Silva-Grigoletto, Castillo, Poblador y Lancho (2008) utilizan en sus estudios un tes específico de potencia aeróbica máxima en el fútbol, Test de Probst, el cual se realiza para futbolistas en el mismo campo de fútbol en un determinado circuito y con un protocolo de esfuerzo determinado muy similar a los esfuerzos desarrollados en fútbol. Otra prueba utilizada en fútbol para valorar el consumo de oxígeno máximo de los futbolistas ha sido el test de Hoff, utilizada por Chamari, et al. (2005), el cual desarrolla esfuerzos muy parecidos al juego real en fútbol.

En balonmano, investigaciones realizadas por Souhail, Castagna, Mohamed, Younes, y Chemari, (2010), aplican el Yo – Yo test para la valoración aeróbica de jugadores de balonmano. Los esfuerzos realizados en esta prueba, son similares a los realizados en al balonmano y la actividad se realiza en la misma pista de juego. Otros estudios como los de Blasco y Huertas (2009), Delamarche et al. (1987) Alexander y Boreskie (1989) Buchheit et al. (2009) Loftin et al. (1996), muestran la importancia de controlar el esfuerzo de los jugadores en balonmano, aplicándoles diferentes tests máximos (de laboratorio y campo) para determinar valores máximos de frecuencia cardiaca y consumo de oxígeno.

En deportes como el baloncesto, Castagna, et al. (2009) utilizan igualmente el Yo – Yo test para la valoración aeróbica de los deportistas.

En nuestro caso hemos desarrollado el test de potencia aeróbica máxima Course Navette para obtener las frecuencias cardíacas máximas de los jugadores y poder estimar el consumo de oxígeno máximo de cada jugador. Se escogió el Course Navette, por lo anteriormente argumentado en algunos estudios; es un test de carreras de 20 metros de ida y vuelta y que se desarrolla en una pista de balonmano asemejándose a la realidad del deporte del balonmano. Con esta prueba validada se determinó la frecuencia cardíaca máxima de cada jugador y se estimó el consumo de oxígeno máximo de cada uno de ellos.

Con nuestra propuesta para estimar la frecuencia cardíaca máxima en situaciones reales de juego, monitorizando tres sesiones intensas de juego, podremos estimar de una forma aproximada la frecuencia cardíaca máxima de nuestros jugadores.

En todas las investigaciones consultadas donde se ha hallado la FC máx, se han desarrollado tests máximos analíticos, en los que el comportamiento del sujeto puede ser máximo o no, por ello, nosotros proponemos la valoración continua del jugador para comprobar los valores de frecuencia cardíaca que desarrolla en situaciones real de entrenamiento.

En relación a lo expuesto anteriormente, Antonacci, Mortimer, Rodrigues, Coelho y Silami-García (2007) realizan investigaciones sobre el cálculo de frecuencias cardíaca máximas en jugadores de fútbol de diferentes edades, demostrando que la frecuencia cardíaca máxima obtenida en tests analíticos para el cálculo de la frecuencia cardíaca no es en todos los casos la real, ya que en muchas ocasiones los deportistas no están del todo motivados en el momento de la realización de la prueba. Spiering, Wilson, Judelson y Rundell (2003) en un estudio realizado con jugadores de hockey, demuestran que en circunstancias de competición, los jugadores pueden llegar a desarrollar mayores valores de frecuencia cardíaca máxima que en los registros realizados previamente en las sesiones de entrenamiento.

En la línea de lo expuesto anteriormente, Rivilla (2008) argumenta que en deportes de equipo la valoración se realiza con pruebas analíticas, donde se dejan a parte factores cognitivos y decisionales. Según Rivilla, “la introducción de factores cognitivos en la valoración de la condición física es sin duda, complejo, pero a la vez nos acercaría sustancialmente a la realidad del juego”.

Nuestra propuesta de estimación de frecuencia cardíaca máxima en situaciones integradas de juego, sigue la idea de Rivilla, ya que según lo argumentado integra factores cognitivos y decisionales, asemejándose así a la realidad del juego en balonmano.

IV.1.4.- DISCUSIÓN DE LA RELACIÓN EXISTENTE ENTRE EL % FC DE RESERVA, % FC MÁXIMA Y VO₂ MÁXIMO

Con esta relación que a continuación discutimos, establecemos equivalencias para dar la posibilidad de usar los datos obtenidos en las investigaciones realizadas tanto en valores relativos de frecuencia cardíaca como en valores relativos de consumo de oxígeno.

Podemos distinguir en la bibliografía, relaciones que se han establecido sobre las equivalencias existentes entre frecuencia cardíaca y consumo máximo de oxígeno. La bibliografía distingue diferentes conceptos para su posterior relación, tales como la frecuencia cardíaca que en ocasiones se utiliza con valores máximos y en otras ocasiones con valores de reserva e igualmente hemos observado en la bibliografía que los valores de consumo de oxígeno, se muestran en valores máximos y en otras ocasiones se muestra en valores de reserva (Swain y Leutholtz, 1997; Swain, Leutholtz, King, Haas y Branch, 1998; Lounana, Campion, Noakes, Medelli, 2007; Byrne y Hills, 2002), por lo que finalmente la bibliografía nos remite a diferentes relaciones en el caso que usemos una forma de calcular los porcentajes de trabajo u otra.

En nuestro caso hemos estimado el consumo máximo de oxígeno de forma indirecta por medio de un test de potencia aeróbica máxima y no invasivo (Course Navette) y posteriormente, hemos establecido, estimaciones del consumo máximo de oxígeno usando relaciones expuestas en diferentes estudios.

Autores como Wilmore y Costill (2004) argumentan que cuando se exponen valores de porcentaje de frecuencia cardíaca de reserva, la relación existente entre la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno de reserva es directa, esto quiere decir que para un mismo porcentaje de FC reserva, equivale un mismo porcentaje de VO₂ máx. Swain y Leutholtz (1997) años antes, expusieron en esta línea posibles incoherencias en las relaciones existentes entre % FC reserva y VO₂ máx y otro trabajo de Swain, Leutholtz, King, Hass y Branch (1998) exponen también lo anteriormente argumentado sobre las relaciones existentes entre la FC de reserva y el VO₂ de reserva, sirviendo los valores de la FC de reserva, como indicadores directos de la VO₂ de reserva.

Sin embargo Lounana, Campion, Noakes y Medelli (2007), en un estudio realizado con ciclistas, argumentan que valores superiores a 75% de la frecuencia cardíaca máxima de reserva se puede asociar a los mismos valores tanto de %VO₂ de reserva como de porcentajes de VO₂ máximo. Esto es también afirmado por Wilmore y Costill (2004) donde asemejan el % de FC de reserva a % VO₂ máx en un estudio adaptado de Pollock y Wilmore (1990). Ellos realizan la equivalencia no solo por encima de valores superiores al 75%, si no que argumentan que existe una relación de semejanza entre el % FC reserva con % VO₂ máx en todos los valores, por lo que establecen esta relación para el cálculo de %VO₂ máx.

En esta misma línea existen muchos estudios que comparan porcentajes de FC máxima con VO₂ máximo. Esposito et al. (2004), Jiménez (2005) el cual realiza adaptaciones de Marion et al. (1994) o la ecuación de regresión propuesta por Londeree y Ames, (1976), son algunas de las propuestas para estimar el % VO₂ máx a partir de % de FC máxima.

Esposito et al. (2004) determina esta relación en fútbol comparando situaciones de juego en un circuito establecido con balón y un protocolo de esfuerzo en laboratorio, llegando a determinar relaciones de 80 – 97% de frecuencia cardíaca máxima, con valores de 70 – 94% de consumo máximo de oxígeno. Bucheit et al. (2009) exponen que la relación existente entre la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno, puede no ser del todo exacta a niveles de gran intensidad de trabajo.

Jiménez (2005) propone la tabla IV.1 para la estimación del %VO₂ máx a partir del %FC máx. Igualmente, una vez obtenidos los porcentajes de trabajo en relación a la frecuencia cardíaca máxima, podremos establecer los consumos de oxígeno de forma estimativa de nuestro deportista.

Tabla IV.1: Equivalencias entre % FC y % VO₂ máx. (Jiménez, A., 2005. Modificado de Marion, Kenny y Thoden, 1994).

% FC máx	% VO ₂ máx
50	28
60	42
70	56
80	70
90	83
100	100

Igualmente esta relación también se ve argumentada en estudios previos de Londeree y Ames (1976) donde exponen la relación entre el % FC máx y % VO₂ máx expuesta en la siguiente ecuación:

$$\% \text{ FC máx} = (0,7305 \times \% \text{ VO}_2 \text{ máx}) + 29,95$$

Nuestro trabajo no estima valores absolutos de consumo de oxígeno a partir de frecuencia cardíaca por cada valor de esta, sino que nos sirve para establecer franjas de esfuerzo en valores relativos para posteriormente poder establecer el tiempo transcurrido en las franjas de esfuerzo, teniendo como referencia los valores 60% y 80% del VO₂ máximo (que corresponden a los valores 60% y 80% de la frecuencia cardíaca de reserva del sujeto).

Otros autores como Cunha, Midgley y Farinatti (2010), establecen diferentes asociaciones entre % FC reserva, % FC máx, % VO₂ máx y VO₂ máx de reserva, para ello utilizan diferentes protocolos de tests y realizan comparativas, concluyendo que pueden existir equivalencias en % de FC reserva y % VO₂ máx. Sai-Chuen y Wan-Sze (2006) muestran en investigaciones realizadas con adolescentes una gran similitud entre los valores de % FC reserva con los % VO₂ máx, según concluyen el % FC reserva, puede ser un buen indicador del % VO₂ máx al que se trabaja.

Al igual que en nuestro estudio, autores como Castagna et al. (2007) en fútbol o Buchheit et al. (2009) en balonmano, usan y defienden la utilidad de la frecuencia cardíaca como medio para estimar el consumo de oxígeno consumido por los jugadores a nivel grupal.

Basándonos en todos los estudios expuestos anteriormente, hemos calculado las FC máximas de cada jugador al 100, 90, 80, 70, 60 y 50% y las hemos comparado con la FC (reserva) al 100, 83, 70 56, 42 y 28%, para contrarrestar los estudios consultados y ver si coinciden los valores. Cómo podemos comprobar en la tabla III.16, la correlación existente entre ambas variables es muy fuerte ($r = 0,994$), y ambas curvas presentan gran similitud (figura III.10) lo cual nos permite afirmar que los porcentajes de trabajo empleados al 60 y al 80% de la Frecuencia cardíaca de reserva, pueden asemejarse de una forma muy aproximada a los valores del 60 y 80 % de VO₂ máx. Así que usando la frecuencia cardíaca de reserva podremos expresar los resultados igualmente en valores de % de VO₂ máx.

IV.1.5.- TENDENCIA GENERAL DE LA RPE A LO LARGO DE LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO.

Con este estudio, hemos demostrado que la percepción del esfuerzo aumenta a lo largo de la sesión de entrenamiento. Hemos mostrado cual es la tendencia normal de la percepción del esfuerzo por parte de los jugadores del equipo. Esto nos servirá para situar los ejercicios que queramos trabajar en un lugar u otro de la sesión de entrenamiento según queramos trabajarlo con mayor o menor grado de esfuerzo acumulado o queramos incidir más en factores técnico tácticos o en el entrenamiento de la condición física.

Como hemos podido comprobar en la figura III.11 la tendencia general de la percepción subjetiva del esfuerzo a lo largo de la sesión va en aumento. A lo largo del entrenamiento, va incrementando la sensación de esfuerzo, esto coincide con estudios realizados por Gómez-López (2005), el cual realiza un estudio de entrenamiento integrado con esquiadores tomándoles la RPE después de cada descenso. Se observa un aumento progresivo de la RPE a lo largo de la sesión de entrenamiento. Según Gómez-López, este dato es importante para la estructuración lógica de la sesión, según el objetivo que se persiga, ya que habrá que situar los ejercicios de asimilación técnica al principio de la sesión, mientras que a partir de un cierto momento de la sesión de entrenamiento podríamos comenzar a usar diferentes ejercicios para mejorar determinados aspectos de la condición física.

Previamente a nuestro estudio, diferentes autores, han usado la RPE para la monitorización de los diferentes ejercicios dentro de una sesión de entrenamiento. Singh, Foster, Tod y McGuigan (2007) usan la escala de RPE de 10 puntos para esta valoración. Sweet, Foster, McGuigan y Brice (2004) usan también en sus investigaciones la escala de RPE para la valoración de las sesiones, considerándola una herramienta muy útil para el control de la carga de entrenamiento, tanto en ejercicios aeróbicos como en ejercicios de fuerza. Borresen y Lambert (2009) exponen en un trabajo de revisión diferentes formas de uso de RPE a lo largo de una sesión de entrenamiento y muestran la utilidad de estas herramientas para la cuantificación de ejercicios y sesiones de entrenamiento. En nuestro estudio y basándonos en investigaciones previas donde se ha usado la RPE, la hemos utilizado, para valorar la evolución de la Percepción subjetiva del esfuerzo a lo largo de la sesión de entrenamiento, denotando un incremento a lo largo de los ejercicios que se van realizando. Seiler y Sjursen (2004), en esta misma línea argumentan que un estrés cardiovascular a lo largo de una sesión de entrenamiento, puede provocar un aumento progresivo de la percepción subjetiva del esfuerzo. Igualmente, creemos

que la acumulación de ejercicios realizados a lo largo del entrenamiento, traerá consigo esa progresión lineal de la percepción subjetiva del esfuerzo.

Planteamos al respecto, diferentes cuestiones. La primera de ellas es si la percepción subjetiva del esfuerzo se ve influenciada no solamente por el estrés físico, sino que también por el estrés mental. Pensamos, que los valores más altos al final de la sesión de entrenamiento, no sean solo fruto del cansancio físico, sino también del estrés mental provocado por la duración de la sesión de entrenamiento con todo lo que ello conlleva (tomas de decisión, discusiones, ... etc). Esta circunstancia podría ser la base de futuras investigaciones.

Por otro lado, hemos comprobado una percepción subjetiva del esfuerzo significativamente más baja en el calentamiento que en el resto de ejercicios desarrollados en la parte principal del entrenamiento (tabla III.19). Esto podría llevarnos a pensar si el calentamiento se realiza o no a una intensidad correcta. Puede que una RPE significativamente más baja que el resto de los ejercicios realizados a lo largo de la sesión de entrenamiento pueda ser un indicativo de un calentamiento realizado a una intensidad que no es la adecuada o puede ser que los ejercicios que se desarrollen durante la sesión tengan mayor demanda a nivel cognitivo, aumentándose así la RPE percibida por parte del deportista.

Como futuras investigaciones, desarrollaremos comparativas entre calentamientos de sesiones de entrenamiento y partido oficial. A priori creemos que el estrés y la ansiedad competitiva, puede hacer que aumenten estos valores de RPE en los partidos en relación a los entrenamientos.

IV.2.- RELACIONES ENTRE PARÁMETROS DE CONTROL DE LA CARGA INTERNA Y EFICACIA EN EJERCICIOS DE ALTA INTENSIDAD (S7 Y C32)

Con este estudio hemos demostrado las diferencias existentes entre ejercicios de alta intensidad en un deporte colectivo como es el balonmano y la diferencia existente entre los mismos ejercicios según el lugar que ocupen en la sesión de entrenamiento. Los ejercicios estudiados fueron el S7 y el C32, descritos con anterioridad en el capítulo II. Hemos observado las diferencias entre las repeticiones realizadas en un momento y otro del entrenamiento y hemos comprobado las diferencias existentes en los niveles de esfuerzo que se realizan. Los jugadores desarrollaron cinco repeticiones del ejercicio S7 al principio del entrenamiento (tras el calentamiento) y otras cinco repeticiones como último ejercicio de la sesión. Igualmente sucedió con el ejercicio C32. Ambos ejercicios fueron seleccio-

nados porque reflejan de forma fiel la demanda física, técnica y táctica en un partido de balonmano. Ambos son ejercicios de gran intensidad y demanda física, esto es demostrado por las percepciones del esfuerzo dadas por los jugadores a lo largo de las diferentes sesiones de entrenamiento, siendo estos dos ejercicios los catalogados con mayor percepción del esfuerzo (tabla III.34)

En el caso del S7, como hemos visto en los resultados, hemos podido distinguir algunas diferencias en nuestro estudio. La RPE varió de forma significativa entre los ejercicios realizados al inicio y al final del entrenamiento.

Estudios realizados por Little y Williams (2007) donde evaluaron ejercicios de fútbol en diferentes intensidades de juego, muestran que a intensidades altas de trabajo, la RPE no es un indicador fiel del esfuerzo que se realiza durante el ejercicio. Con nuestro estudio, confirmamos lo expuesto por Little y Williams, ya que hemos comprobado que la relación existente entre las diferentes franjas de esfuerzo y la percepción subjetiva del esfuerzo no es significativa en muchos de los casos, lo cual hace que no podamos confirmar la relación. Según los resultados obtenidos, no hemos podido correlacionar de forma significativa la percepción subjetiva del esfuerzo con las diferentes franjas de frecuencia cardiaca en dos ejercicios de alta intensidad como son el S7 y C32. En el caso concreto del S7, tan solo existió correlación significativa en 2 de las 6 relaciones posibles RPE - % FC (RPE - FC₆₀: $r = -0,470$; $p = 0,01$ y RPE - FC₈₀ $r = 0,316$; $p = 0,05$) y en el caso del C32, tan solo existió correlación significativa en uno de los casos (RPE_{1_2} - FC_{80_1_2} $r = 0,307$; $p = 0,05$), por lo que no podemos exponer que exista una alta fiabilidad en el uso de la RPE en ejercicios concretos de alta intensidad.

Igualmente estudios de Hill - Haas, Coutts, Dawson y Rowsell (2009) describen diferencias de percepción subjetiva del esfuerzo y frecuencia cardiaca, según el tipo de ejercicio que se realizara y las variantes aplicadas en cada uno de ellos. Como expusimos en el capítulo II, ambos ejercicios estaban bien acotados, y no hemos aplicado variante alguna en los mismos, tan solo hemos modificado la situación de estos dentro de la sesión de entrenamiento.

Como hemos comentado, los ejercicios S7 y C32 se asemejan mucho al juego real desde el punto de vista de la demanda física, técnica y táctica que se desarrolla en el balonmano. Marcello, Rampinini y Bangsbo (2009) muestran la importancia que tiene en deportes de equipo en general y en fútbol en particular, desarrollar ejercicios que se asemejen a la dinámica real del juego. Igualmente como hemos podido comprobar tanto en el S7 como en el C32, los jugadores pasan gran parte del ejercicio en valores superiores al 80% de su frecuencia cardiaca máxima

de reserva, confirmando así estudios de Alexander y Boreskie (1989) y Loftin et al. (1996) donde muestran que la mayor parte del esfuerzo realizado por los jugadores de balonmano a lo largo del juego, tanto en entrenamientos como en partidos, son por encima del 80% de la Frecuencia cardiaca máxima. También en investigaciones sobre esfuerzos realizados en deportes de equipo, Castagna, D'Ottavio, et al. (2009) igualmente realizan investigaciones con jugadores de fútbol sala y comprueban que los esfuerzos realizados por estos se sitúan en más de la mitad del juego por encima del 80 – 90 % de la frecuencia cardiaca máxima (70 – 83% de FCR).

Estos estudios, confirman valores obtenidos en la monitorización de estos dos ejercicios S7 y C32, donde gran parte del tiempo el deportista se encuentra en valores por encima del 80% de su frecuencia cardiaca de reserva.

Los datos obtenidos en el ejercicio S7 muestra diferencias significativas tras realizarlo al principio y al final del entrenamiento en los esfuerzos realizados por encima del 80% y los esfuerzos realizados entre el 60 y el 80%, así como la RPE desarrollada (tabla III.24). Las repeticiones que se realizaron al inicio del entrenamiento tras el calentamiento presentan mayores valores de esfuerzos por encima del 80% de la FC máx reserva (56,14%) que las repeticiones que se realizaron al final del entrenamiento (42,92%). Existe también, un incremento del esfuerzo desarrollado en la zona central (60 – 80% FC máx reserva) en los ejercicios realizados al final del entrenamiento con respecto a los realizados tras el calentamiento (20,14% al 31,60%). También se da un aumento significativo en la RPE tomada en los S7 realizados como último ejercicio de la sesión 17,34 a 17,81. Sin embargo no existen diferencias significativas en los esfuerzos realizados por debajo del 60% en los ejercicios S7 realizados al principio o al final del entrenamiento. No existe variación en el número de goles conseguidos ni en la distribución de los mismos.

Los datos de frecuencia cardiaca obtenidos en el S7 concuerdan con estudios de diferentes autores, los cuales han realizado tomas de frecuencia cardiaca en deportes colectivos siendo la frecuencia cardiaca tomada en la segunda parte del partido menor que en las tomas realizadas en la primera parte. Goubert, 1989 (citado por Weineck, 2005) refleja tomas de frecuencia cardiaca en fútbol siendo la frecuencia cardiaca media de la primera parte mayor que la media desarrollada en la segunda. En el mismo sentido estudios de Barbero et al. (2008), ven de forma significativa una mayor media de frecuencia cardiaca en la primera parte de un encuentro de fútbol sala que en la segunda. Barbero et al. muestran la distribución de los esfuerzos medidos en frecuencia cardiaca a lo largo de un encuentro y se ve

de forma significativa que los esfuerzos se realizaron de mayor intensidad en la primera parte del encuentro (por encima del 85%), pasándose a realizar en la segunda parte más esfuerzos en la zona de transición, 65 - 85%.

Bangsbo (2006) también refleja estudios donde la frecuencia cardiaca media desarrollada por un futbolista disminuye en la segunda parte en relación a la primera, e igualmente realiza tomas de esfuerzo de cinco minutos, donde también se ve reflejado que las medias de las tomas de frecuencia cardiaca de cinco minutos realizadas en la segunda parte son menores que las medias de cinco minutos realizadas en la primera parte. También Bangsbo y Lindquist (1992) observaron el comportamiento de la frecuencia cardiaca media en partidos de competición y mostraron resultados de 164 pulsaciones en la primera parte y 154 pulsaciones en la segunda parte. Esto nos ayuda a argumentar los resultados obtenidos en nuestro estudio, donde la distribución del esfuerzo de la frecuencia cardiaca, disminuye en los ejercicios realizados en la segunda parte del entrenamiento con respecto a los ejercicios realizados en la primera parte.

Otro estudio de Nogués (1996) muestra el registro del comportamiento de la frecuencia cardiaca durante un partido de competición en fútbol. Según Nogués los valores medios obtenidos de las frecuencias cardiacas en las primeras partes oscilaron entre el 151 y 171 pulsaciones por minuto (un 72,7 y 87,5% de la Frecuencia cardiaca máxima respectivamente. Sin embargo en las segundas partes, las pulsaciones oscilaron entre 146 y 164 puls/min que en valores relativos significaría un 69,1 y un 82,3% de la frecuencia cardiaca máxima respectivamente.

Los diferentes estudios referenciados corroboran nuestro trabajo en lo que al S7 se refiere. Los resultados en nuestra investigación, guardan gran similitud con los estudios expuestos anteriormente. Barbero et al. (2008) justifica los descensos de esfuerzos intensos en las segundas partes de los encuentros por la fatiga acumulada. Barbero et al. en su estudio, detectó un descenso significativo de los esfuerzos intensos realizados en la segunda parte con respecto a los de la primera. Los esfuerzos realizados por encima del 85% de la FC máx, pasaron de ser del 86,2% en la primera parte a 79,4% en la segunda parte. Igualmente y al igual que lo confirmando por Barbero, estudios de Castagna, D'Ottavio, et al. (2009) justifican el descenso de esfuerzos intensos en la segunda parte de los encuentros de fútbol sala a la fatiga acumulada por los deportistas.

En esta línea Bangsbo, Mohr y Krstrup (2006) referencian diferentes estudios los cuales intentan explicar las causas por las que con el transcurso de la actividad en un deporte colectivo como el fútbol, disminuyen los esfuerzos intensos

a medida que aumenta el tiempo de partido. Muchos de ellos, se remiten a la aparición de la fatiga por el transcurso de los minutos de partido.

En diferentes estudios se ha detectado que la capacidad de los jugadores disminuye a lo largo del encuentro para la realización de esfuerzos intensos (Krustrup et al., 2006; Mohr, Krustup y Bangsbo, 2003; Mohr, Krustup y Bangsbo, 2005). Otros estudios han comprobado también una disminución significativa en sprints y en carreras de alta intensidad en la segunda parte de un partido de fútbol con respecto a la primera, así como las distancias recorridas son menores en las segundas partes que en las primeras (Bangsbo, Nørregaard y Thorsøe, 1991; Bangsbo, 1994; Mohr et al., 2003).

Según los autores referenciados en sus diferentes estudios, las causas del descenso del rendimiento es algo incierto y se cree que es efecto de la fatiga provocada por el ejercicio intermitente y se atribuye al descenso de glucógeno muscular.

Además, estudios realizados por Magal et al. (2003) y Reilly (1997), también atribuyen el descenso del rendimiento a factores de deshidratación, ya que puede contribuir al aumento de la fatiga en deportes intermitentes.

Estas causas no quedan del todo acotadas. En nuestro trabajo, no hemos profundizado más de esta breve reseña, ya que no es el objeto principal de nuestro estudio. Aún así creemos que esta es una buena línea a desarrollar en posteriores investigaciones.

Por otro lado en el ejercicio C32 no hemos obtenido resultados significativos entre los ejercicios realizados al principio con los realizados al final de la sesión de entrenamiento. Los valores de los esfuerzos realizados en las diferentes franjas, como las RPE han permanecido estables tanto en los ejercicios realizados tras el calentamiento como en los ejercicios realizados al final del entrenamiento. Igualmente, no se ha visto cambio significativo en lo que a la consecución de goles se refiere, por lo que podríamos decir que la colocación de este ejercicio al principio o al final del entrenamiento, no tiene influencia sobre los valores estudiados. Esto a priori, podría parecer contradictorio con lo expuesto anteriormente para la argumentación de las diferencias en el ejercicio S7. Nosotros creemos lógico que no existan estas diferencias, ya que ambos ejercicios son diferentes. El S7 es de carácter más continuo (trabajo interválico), mientras que el C32 conlleva en su realización esfuerzos por repeticiones, asemejándose más al trabajo de “series” ya que existe un tiempo para recuperar entre un esfuerzo y otro, permitiéndose en ese intervalo de recuperación la hidratación y la regeneración muscular. Además la RPE media en los ejercicios C32 es mayor que en los ejercicios S7 (18,16 – 17,63).

Según las clasificaciones propuestas por García-Manso et al. (1996b) para deportes de resistencia, el C32 corresponde un ejercicio de carácter intermitente 30'' - 45'' (trabajo - recuperación), mientras que el S7 se asemeja a una actividad fraccionada aeróbica intensiva donde se desarrollan trabajos al 85 – 90 % durante pocos minutos, permaneciendo los valores de esfuerzo más continuo que en el trabajo de series (C32). Es por ello por lo que los valores en el ejercicio S7 permanecen más estables y se acumulan más esfuerzos en la franja por encima del 80% de la FCR que en el ejercicio C32.



CAPÍTULO V:

Conclusiones



V.1.- CONCLUSIONES

- 1.- El uso conjunto de la RPE, tomada de forma general y de forma media con los diferentes ejercicios realizados a lo largo de una sesión de entrenamiento, junto con la FC y VO_2 estimado es una forma válida y útil para cuantificar la carga de entrenamiento diario de nuestros jugadores.
- 2.- Podemos comprobar que todas estas correlaciones expuestas se dan con más fuerza a nivel grupal que a nivel individual, por lo que podríamos afirmar que nuestra metodología de cuantificación de la carga de entrenamiento es aplicable y útil para los deportes colectivos dándonos una información global sobre la dinámica general de cargas que se están aplicando.
- 3.- Podemos denotar las relaciones existentes entre las diferentes franjas de esfuerzo y las dos formas propuestas de la RPE. Igualmente podremos estimar y realizar valoraciones de la RPE a partir de la FC obtenida en los entrenamientos y viceversa por medio de las ecuaciones propuestas.
- 4.- La RPE media, guarda una fuerte relación con la RPE tomada de forma general en las sesiones de entrenamiento. Hemos comprobado que el uso conjunto de ambas puede darnos valores útiles para el control de la carga de entrenamiento y controlar la dinámica de cargas aplicada. La RPE general y media, nos servirá como buen indicativo de la dinámica que soportan los deportistas y podremos contrastarlas de forma sencilla con la RPE prevista.
- 5.- Podemos estimar la frecuencia cardiaca máxima de los jugadores por medio de situaciones reales de juego en los entrenamientos. Por medio del procedimiento seguido podemos conseguir una estimación de los valores máximos de frecuencia cardiaca de una forma muy aproximada y sin necesidad de un test analítico.
- 6.- La tendencia normal de la RPE a lo largo de la sesión de entrenamiento, describe un aumento que puede considerarse progresivo. La percep-

ción subjetiva del esfuerzo va incrementándose de forma lineal a lo largo de la sesión.

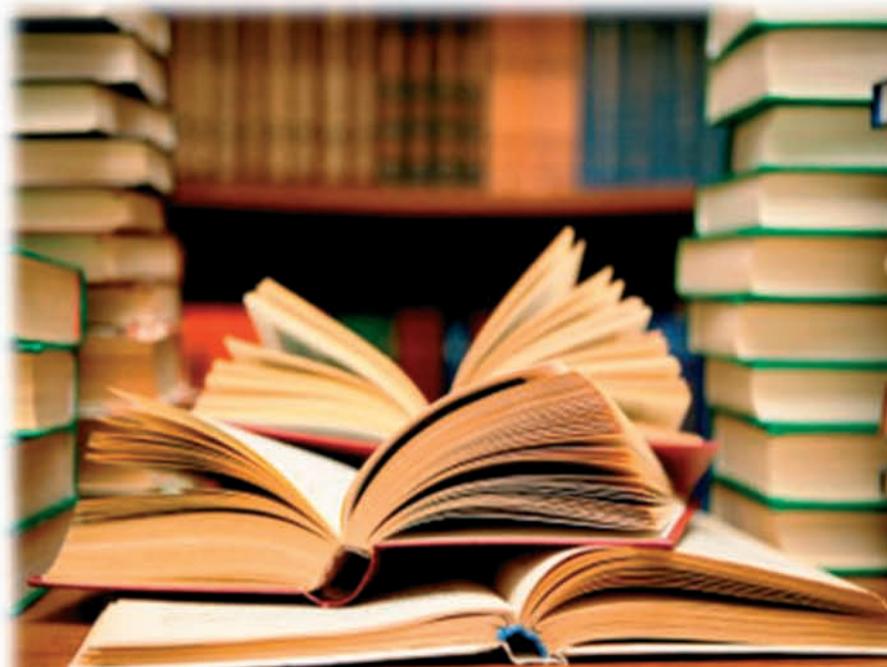
- 7.- La relación existente entre la RPE y FC en los ejercicios S7 y C32 no es significativa en la mayoría de los casos. Sin embargo si podemos observar diferencias significativas en un mismo ejercicio (S7) realizado al principio y al final de la sesión de entrenamiento, en lo que a la FC y RPE se refiere. No existen diferencias entre los lanzamientos realizados al principio y al final del entrenamiento.

V.2.- PERSPECTIVAS DE FUTURO

- Aplicar toda la metodología expuesta en otros deportes de equipo, como fútbol, baloncesto o fútbol sala. Utilización de la metodología de evaluación y control del entrenamiento.
- Contrastar la metodología de estimación de frecuencia cardiaca máxima en situaciones reales de juego usando la metodología propuesta.
 - Contrastación y comprobación en otras disciplinas deportivas de la aplicación de la metodología propuesta para estimar la frecuencia cardiaca máxima.
- Investigar una nueva metodología para la estimación de la VO_2 máx en situaciones reales de juego.
- Realizar comparativas de la RPE tomada en calentamientos de entrenamiento con las RPE de calentamientos de partidos.
- Comprobar el efecto que tiene la toma de decisión y el acumulo de fatiga sobre la RPE.
- Estudiar la influencia que tiene la presencia del compañero en la valoración de la RPE.

CAPÍTULO VI:

Bibliografía



VI.I.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, M.J. y Boreskie, S.L. (1989). An analysis of fitness and time-motion characteristics of handball. *The American Journal of Sports Medicine*, 17(1), 76-82.
- Alexiou, H. y Coutts, A. J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(3), 320-330.
- Álvarez, J., Barbero, C., D'Ottavio, S., Vera, J. y Castagna, C. (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *Journal of Strength & Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins)*, 23(7), 2163-2166.
- Amar, J., Medina, J., Mora, V., López, A. y Jiménez, A. (2003). La preparación física del fútbol a través de la velocidad aeróbica máxima y el umbral anaeróbico. *El entrenador español de fútbol*, 99, 4876-4896.
- Antón, J. L. (1990). *Balonmano. Fundamentos y etapas de aprendizaje*. Madrid: Gymnos.
- Antonacci, L., Mortimer, L. F., Rodrigues, V. M., Coelho, D. B., Soares, D. D. y Silami-Garcia, E. (2007). Competition, estimated, and test maximum heart rate. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(4), 418-421.
- Astrand P. O. y Rodahl K. (1980) *Tratado de fisiología del ejercicio*. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana.
- Bangsbo, J. (2006). *El entrenamiento de la condición física en el fútbol*. (4ª ed.) Barcelona: Paidotribo.
- Bangsbo, J. (1994) The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise, *Acta Physiologica Scandinavica*, 151 (suppl. 619), pp. 1–155.
- Bangsbo, J., Mohr, M. y Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665-674.

- Bangsbo, J. y Lindquist, F. (1992). Comparasion of various exercise tests with endurance performance during soccer in profesional players. *Int. J. Sports med.* 13:125-132, 1992.
- Bangsbo, J., Nørregaard, L. y Thorsøe, F. (1991) Activity profile of competition soccer, *Canadian Journal of Sports Sciences*, 16, 110–116.
- Bannister, E. W. (1991). *Modelling athletic performance*. In H. J. Green, J. D. McDougal, y H. Wenger (Eds.), *Physiological testing of elite athletes* (pp. 403 – 424). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Barbero-Álvarez, J. C., Granda, J. y Soto, V. M. (2004) Análisis de la frecuencia cardiaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala. *Apunts*, 77, 71 – 78.
- Barbero-Álvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Álvarez, V. y Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26 (1), 63-73.
- Bayer, C. (1986) *La enseñanza de los juegos deportivos colectivos: baloncesto, fútbol, balonmano, hockey sobre hierba y sobre hielo, rugby, balonvolea, waterpolo*. Barcelona: Hispano Europea.
- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento. De la teoría a la práctica*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Biscioti, G. N. (2004). La incidencia fisiológica de los parámetros de duración, intensidad y recuperación en el ámbito del entrenamiento intermitente. *Revista Sds* 60 - 61, 90 - 96.
- Blasco, E. y Huertas, F. (2009). *Análisis de las variables cardiorrespiratorias en un equipo de balonmano femenino de élite a lo largo de una temporada deportiva en función del puesto específico de juego. Investigando para innovar en la actividad física y el deporte*. 157 – 170. Vitoria (España). www.gidekit.com.
- Blázquez, D. y Hernández, J. (1984). *Clasificación o taxonomías deportivas*. Barcelona: Monografía. Inef.
- Blázquez Sánchez, D. (1999). *La iniciación deportiva y el deporte escolar*. Barcelona: Editorial Inde.
- Bompa, T. (2004). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Borg, G. (1982). A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. In: Geissler H-G, Petzold P, eds. *Psychophysical*

- judgment and the process of perception. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 25–34.
- Borg, G. (1962) A simple rating scale for use in physical work test. *Fysiografiska Sällskapet y Lund Förhandlingar*, 32, 7-15.
- Borg, E. y Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scandinavian journal of medicine & science in sport*. 16 (1) 57 - 69.
- Borresen, J. y Lambert, M. I. (2008). Quantifying training load: A comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(1), 16-30.
- Borresen J. y Lambert, M. (2009). The Quantification of Training Load, the Training Response and the Effect on Performance. *Sports Medicine*, 39, 9, 779-795.
- Bouet, M. (1968). *Signification du sport*. París: P.U.F.
- Brink, M. S.; Nederhof, E.; Visscher, C.; Schmikli, S. L.; Lemmink, K. A. (2010) Monitoring Load, Recovery, and Performance in Young Elite Soccer Players. 24(3):597-603.
- Buchheit, M., Lepretre, P. M., Behaegel, A. L., Millet, G. P., Cuvelier, G. y Ahmaidi, S. (2009). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 12(3), 399-405.
- Byrne, N. M y Hills, P. (2002). Relationships between HR and VO₂ in the obese. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34, 1419–1427.
- Cardoso M.A. y Gonzalez-Badillo, J. J. (2006). In-Season Resistance Training and Detraining in Professional Team Handball Players *Journal of Strength & Conditioning Research* (Allen Press Publishing Services Inc.), 20 (3), 563-571.
- Castagna, C., Belardinelli, R., Impellizzeri, F.M. Abt, G. A., Coutts, A. J. y D'Ottavio, S. (2007) Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer *J. Sci. Med. Sport* 10, 2, 89-95.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Vera, J., Álvarez, J. y Barbero, C. (2009). Match demands of professional futsal: A case study. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 12(4), 490-494.
- Castagna, C.; Chaouachi; A.; Rampinini, E.; Chamari, K. e Impellizzeri, F. (2009) Aerobic and explosive power performance of elite italian regional-

- level basketball players. *J. Strength Cond Res.*, 23 (7), 1982-1987, United States.
- Chamari, K., Hachana, Y., Kaouech, F., Jeddi, R., Moussa-Chamari, I. y Wisloff, U. (2005). Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 24-28.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Brahim, N., Cronin, J. y Chamari, K. (2009) Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 151–157.
- Chen, M. J., Fan, X. y Moe, S. T. (2002). Criterion-related validity of the borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: A meta-analysis. / meta-analyse de la fiabilité des critères de l'échelle de valeur de borg sur la perception de l'effort chez des personnes en bonne santé. *Journal of Sports Sciences*, 20(11), 873-899.
- Chirosa Rios, L., Chirosa Rios, I. y Padial Puche, P. (1998). Planificación y secuenciación de un modelo de entrenamiento integrado dentro del juego complejo en balonmano. / Planning and programming of an integrated training model for the complex game of team handball. *Lecturas: Educacion Fisica y Deportes*, 3(11).
- Chirosa Rios, L. (1997). Variables que determinan la preparación física en el balonmano. Características, concepto y aplicación del entrenamiento complejo del juego. / Variables influencing handball training. Characteristics, concept and application of complex game training. *En, I Jornadas sobre preparación física en los deportes de equipo, Málaga, Instituto Andaluz del Deporte. Junta de Andalucía, 1997, 11 h Spain.*
- Coutts, J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C. e Impellizzeri, F. M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science & Medicine in Sport*, 12(1), 79-84.
- Coutts, A. y Barbero, J. C. (2001). Monitoring training in team sports. *Revista Académica (Journal)* 24(2), 21-23.
- Cunha, F. A., Midgley, A. W., Monteiro, W. D. y Farinatti, P. T. (2010). Influence of Cardiopulmonary Exercise Testing Protocol and Resting VO₂ Assessment on %HRmax, %HRR, %VO₂max and %VO₂R Relationships. *Int. J. Sports Med.* Mar. 3.

- Delamarche, P., Gratas, A., Beillot, J., Dassonville, J., Rochcongar, P. y Lessard, Y. (1987). Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *International Journal of Sports Medicine*, 8(1), 55-59.
- Dellal, A., Chamari, K., Pintus, A., Girard, O., Cotte, T. y Keller, D. (2008). Heart rate responses during small-sided games and short intermittent running training in elite soccer players: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 22(5), 1449-1457.
- Demo, R., Senestrari, D. y Ferreyra, J. E. (2007). Young football players aerobic performance in sub-maximum exercise with exhaustion at a moderate altitude without acclimation: Experience in el condor. [Desempeño aerobico de futbolistas juvenes en ejercicio sub-maximo con agotamiento a moderada altitud sin aclimatacion: experiencia en el Condor] *Revista De La Facultad De Ciencias Medicas (Cordoba, Argentina)*, (1), 8-17.
- Desgorces, F., Sénégas, X., Garcia, J., Decker, L. y Noirez, P. (2007). Methods to quantify intermittent exercises. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 32(4), 762-769.
- Di Michele, R., Di Renzo, A. M., Ammazalorso, S. y Merni, F. (2009). Comparison of physiological responses to an incremental running test on treadmill, natural grass, and synthetic turf in young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(3), 939-945.
- Edwards, S. (1993). *The Heart Rate Monitor Book*. Sacramento, CA: Fleet Feet Press.
- Eklblom, B. (1999). *Fútbol. Manual de las Ciencias del Entrenamiento*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Eleno T.G., Barela, J.A. y Kokubun, E. (2002). Tipos de esforço e qualidades físicas do handebol. *Rev Bras Ciênc Esporte*; 1:83-98.
- Eniseler, N. (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *Journal of Strength & Conditioning Research (Allen Press Publishing Services Inc.)*, 19(4), 799-804.
- Espar, F. (2001) *Balonmano*. Barcelona: Editorial Martínez Roca.
- Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G. y Veicsteinas, A. (2004) Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand

- during soccer activities in amateur soccer players. *Eur. J. Appl. Physio.*, 93, 1, 167-172.
- Ferliche, B., Chiroso, L. J. y Chiroso, I. J. (2002). Validez del uso de la RPE en el control de la intensidad de entrenamiento en balonmano/Validity of the use of RPE in monitoring training intensity handball. *Archivos de medicina del deporte*. 19, 91. 377 – 383.
- Foster, C., Hector, L. L., Welsh, R., Schragger M., Green, M. A. y Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance. *Eur J Appl Physiol* 70, 367–372.
- Foster, C., Daines, E., Hector, L. Snyder, A. C. y Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wis Med J.*; 95(6): 370–374.
- Foster, C.D., Twist, C., Lamb, K. L. y Nicholas, C.W. (2010) Heart rate responses to small-sided games among elite junior rugby league players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4):906-11.
- Gabbett, T. y Domrow, N. (2007). Relationships between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25(13): 1507 – 1519.
- Gamble, P. (2006). Periodization of training for team sports athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 28(5), 56-66.
- García, J., Villa, J., Rodríguez, J. A., Morante, J. C., Álvarez, E. y Jover, R. (2003). Aplicación de un test de esfuerzo interválico (Test de Probst) para valorar la cualidad aeróbica en futbolistas de la liga española. *Apunts* 71, (80 – 88).
- García, O., Ardá, T., Rial A. y Domínguez, E. (2007). El comportamiento de la Frecuencia Cardíaca del futbolista profesional en competición. ¿Es posible explicarlo a partir del contexto de las situaciones del juego? *European Journal of Human Movement*, 19, 37.
- García Manso, J. M.; Navarro Valdivieso, M. y Ruíz Caballero, J. A. (1996a). *Planificación del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos.
- García Manso, J. M.; Navarro Valdivieso, M. y Ruíz Caballero, J. A. (1996b). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos.
- García Verdugo, M. (2008) *Planificación y control del entrenamiento de resistencia*. Badalona: Paidotribo.
- Garcin, M., Mille-Hamard, L., Devillers, S., Delattre, E., Dufour, S. y Billat, V. (2003). Influence of the type of training sport practised on psychological

- and physiological parameters during exhausting endurance exercises. *Perceptual and Motor Skills*, (3 Pt 2), 1150-1162.
- Gómez-López, P. J. (2005) El entrenamiento integrado en el esquí alpino. Propuesta de intervención del técnico deportivo en deportes de invierno en la preparación de esquiadores de alto nivel. III jornadas de técnicos deportivos de deportes de invierno. Instituto Andaluz del Deporte, Granada 23 al 25 febrero.
- Gorostiaga, E. M., Llodio, I., Ibañez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., Bonabau, H. e Izquierdo M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106(4), 483-491.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibañez, J., González-Badillo, J. J. y Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(2), 357-366.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibañez, J., Ruesta, M. y Gorostiaga, E. (2008) Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Med Sci Sports Exerc.* 40 (2), 351-61.
- Green, J. M., McIntosh, J. R., Hornsby, J., Timme, L., Gover, L. y Mayes, J. L. (2009). Effect of exercise duration on session RPE at an individualized constant workload. *European Journal of Applied Physiology*, 107(5), 501-507.
- Guner, R., Kunduracioglu, B., Ulkar, B. y Ergen, E. (2005). Running velocities and heart rates at fixed blood lactate concentrations in elite soccer players. *Advances in Therapy*, 22(6), 613-620.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U. y Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Hernández Moreno, J. (1998) *Fundamentos del deporte. Análisis de las estructuras del juego deportivo*. (2ª ed.) Barcelona: Inde.
- Herrero, J. A. y Cuadrado, G. (2004). Propuesta de planificación de la condición física en el baloncesto mediante el modelo ATR. *Revista Entrenamiento Deportivo*. 18 (3), 21 – 29.
- Hill-Haas, S., Coutts, A., Rowsell, G. y Dawson, B. (2008). Variability of acute physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 11(5), 487-490.

- Hill-Haas, S. V., Coutts, A. J., Dawson, B. T. y Rowsell, G. J. (2009). Time-motion characteristics and physiological responses of small-sided games in elite youth players: The influence of player number and rule changes. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, Oct 14.
- Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T. y Coutts, A. J. (2009). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(1), 111-115.
- Hill-Haas, S.V.; Coutts, A. J.; Rowsell, G. J. y Dawson, B. T. (2009) Generic versus small-sided game training in soccer. *Int. J. Sports Med.* 30, 9, 636-642.
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573-582.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J. y Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), 218-221.
- Imbar, O., Oten, A., Scheinowitz, M., Rotstein, A., Dlin, R. y Casaburi, R. (1994) Normal cardiopulmonary responses during incremental exercise in 20 – 70 years old men. *Med.Sci Sport Exercise*. 26 (5): 538-546.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M. y Rampinini E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483-492.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. y Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 1042-1047.
- Isidro, F.; Heredia, J. R.; Pinsach, P. y Costa, M.R. (2007). *Manual del entrenador Personal*. Barcelona: Paidotribo.
- Jiménez Gutiérrez, A. (2005). *Personal training. Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Inde.
- Karvonen, M. J.; Kentala, E. y Mustala, O. (1957) The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn.*, 35, 3, 307-315.

- Kemi, O. J., Hoff, J., Engen, L. C., Helgerud, J. y Wisloff, U. (2003). Soccer specific testing of maximal oxygen uptake. / test de mesure de la puissance maximale aerobie, specifique au football. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 43(2), 139-144.
- Kelly, V. y Cutts, A. (2007) Planning and monitoring training loads during the competition phase in team sports. *National Strength and Conditioning Association*. 29, (4), 32-37.
- Kouidi, E., Kotzamanidis, C., Kellis, S., Kouitzidou, C. y Deligiannis, A. (2000). The effects of a year training on cardiorespiratory efficiency of soccer and handball greek(sic) players. *Exercise & Society Journal of Sport Science*, 24, 30-35.
- Krustrup, P., Nielsen, J. J., Krustrup, B. R., Christensen, J. F., Pedersen, H., Randers, M. B., Aagaard, P., Petersen, A. M., Nybo, L. y Bangsbo, J. (2009). Recreational soccer is an effective health-promoting activity for untrained men. *British Journal of Sports Medicine*, 43(11), 825-831.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjær, M. y Bangsbo, J. (2006) Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1–10.
- Kunduracioglu, B., Guner, R., Ulkar, B. y Erdogan, A. (2007). Can heart rate values obtained from laboratory and field lactate tests be used interchangeably to prescribe exercise intensity for soccer players? *Advances in Therapy*, 24(4), 890-902.
- Labsy, Z., Collomp, K., Frey, A. y De Ceaurriz, J. (2004) Assessment of maximal aerobic velocity in soccer players by means of an adapted Probst field test. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 44, 4, 375.
- Little, T. y Williams, A. G. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 21(2), 367-371.
- Loftin, M., Anderson, P., Lytton, L., Pittman, P. y Warren, B. (1996). Heart rate response during handball singles match-play and selected physical fitness components of experienced male handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(2), 95-99.
- Londeree, B. R. y Ames, S. A. (1976) Trend analysis of the % VO₂ max-HR regression , 8, 2, 123-125.

- López Miñarro, P.A. (2002). *Mitos y falsas creencias en la práctica deportiva*. Barcelona: Inde.
- Lounana, J., Champion, F., Noakes, T. D. y Medelli, J. (2007). Relationship between % HRmax, % HR Reserve, % VO₂max, and % VO₂ Reserve in Elite Cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (2), 350-357.
- Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C. y Chicharro J. L. (2003). Tour de France versus Vuelta a España: which is harder? *Med Sci Sports Exerc.* 35(5):872–878.
- MacLaren D. (1990) Court games: Volleyball and Basketball. En: Reilly, N. Secher, P. Snell, C. Williams. *Physiology of sport*. London, E and F. N. Spon, págs 427-464,.
- Magal, M., Webster, M. J., Sistrunk, L. E., Whitehead, M. T., Evans, R. K. y Boyd, J. C. (2003). Comparison of glycerol and water hydration regimens on tennis-related performance, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 150–156.
- Mallo, J. y Navarro, E. (2008). Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(2), 166-171.
- Marcello, F., Rampinini, E. y Bangsbo, J. (2009). High-Intensity Training in Football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 291-306.
- Martin, D. T. y Andersen, M. B. (2000). “Heart rate-perceived exertion relationship during training and taper” *J Sports Med*, 40, 201-208.
- Marion, A., Kenny, G. y Thoden J. (1994). Heart Rate response as a means of quantifying training loads: Practical considerations for coaches. *Sports*. 14,2.
- Matveiev, L. (1985). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Moscú: Ráduga.
- Mercer, T.H. (2001). “Reproducibility of blood-lactate anchored ratings of perceived exertion” *Eur J Appl Physiol*, 85, 496-499.
- Mohr, M., Krstrup, P. y Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue, *Journal of Sports Sciences*, 21, 439–449.
- Mohr, M., Krstrup, P. y Bangsbo, J. (2005) Fatigue in soccer: A brief review, *Journal of Sports Sciences*, 23, 593–599.

- Mombaerts, E. (2000). *Fútbol. Del análisis del juego a la formación del jugador*. Barcelona: Inde.
- Naclerio, F., Barriopedro, I. y Rodríguez, G. (2009) Intensity measurement in strength trainings through subjective perception of effort. *Kronos. Rendimiento en el deporte*. 8 (14), 59 -66.
- Nicholas, C.W., Nuttall, F. E. y Williams, C. (2000) The loughborough Intermittent Shuttle Test: a field test that simulates the activity pattern of soccer. / Le test navette intermittent de Loughborough: un test de terrain qui stimule l'activité en football. *J. Sports Sci.*, 18, 2, 97-104.
- Noble, B. J. y Robertson, R. J. (1996). *Perceived Exertion*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Nogués, R. (1996) "Valoración de la frecuencia cardiaca en futbolistas no profesionales". *Rev. El Entrenador Español*, 70, 34-47.
- Núñez, V. M., Da Silva-Grigoletto, M. E., Castillo, E. F. Poblador, M. S. y Lanchó J. L. (2008) Effects of training exercises for the development of strength and endurance in soccer. *J. Strength Cond Res.*, 22, 2, 518-524.
- Pablos, C. y Huertas, F. (2000) Entrenamiento integrado: Justificación de las propuestas de entrenamiento y evaluación del rendimiento aero-anaeróbico en el fútbol. *Revista de Entrenamiento Deportivo*. 14 (3), 5 -15.
- Parlebas, P. (2003) *Elementos de sociología del deporte*. 40, 317, Instituto Andaluz del Deporte, Málaga, 2.^a rev.
- Platonov, V. N. (2001) Teoría general del entrenamiento deportivo Olímpico. Barcelona: Paidotribo.
- Pollock, M. L. y Wilmore, J.H. (1990). *Exercise in health and disease: Evaluation and prescription for prevention y rehabilitation* (2^a ed.). Filadelfia: Saunders.
- Rannou, F., Prioux, J., Zouhal, H., Gratas-Delamarche, A. y Delamarche, P. (2001). Physiological profile of handball players. / profil physiologique de joueurs de handball. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 41(3), 349-353.
- Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue, *Journal of Sports Sciences*, 15, 257–263.
- Reilly, T. (2005). Training specificity for soccer. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 17(2), 17-25.
- Reilly, T. y Ball, D. (1984). The net physiological cost of dribbling a soccer ball. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 55(3), 267-271.

- Ribera Nebot, D. (2009). Planificación a largo plazo en los deportes colectivos. Apuntes de Seirul-lo. *Revista de entrenamiento deportivo*, 23 (4).
- Rivilla, J. (2008) Valoración de la condición física en deportes de equipo: utilidad de los test tradicionales. *Comunicaciones Técnicas RFEBM*, 258, - 24 (11).
- Ronglan, L.T., Raastad, T. y Børghesen A. (2006). Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports* 16(4), 267–273.
- Sai-Chuen, S y Wan-See, J. (2006). The Relationship between heart rate reserve and oxygen uptake reserve in children and adolescents *Research Quarterly for exercise and Sport*, 77(1) 41-99.
- Sanchez-Bañuelos, F. (1994). Bases teóricas y funcionales del ARD. Conceptos, requisitos y condicionantes. Mod.1.1.1. *Master Alto Rendimiento Deportivo*.
- Seiler, K.S. y Kjerland, G. O. (2006). Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scand J Med Sci Sports*, 16(1), 49-56.
- Seiler, S. y Sjursen, J. E. (2004). Effect of work duration on physiological and rating scales of perceived exertion responses during self-paced interval Training. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 14, 5, 318-325.
- Sellers, C. (2007). Rate of Perceived Exertion. *Olympic Coach*, 19, (3).
- Siff, M. y Verkoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento*. (2ª ed.) Barcelona: Paidotribo.
- Singh, F., Foster, C., Tod, D. y McGuigan, M. R. (2007) Monitoring Different Types of Resistance Training Using Session Rating of Perceived Exertion. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 2, 1, 34-45.
- Souhail, H., Castagna, C., Mohamed, H.Y., Younes, H. y Chamari, K. (2010) Direct validity of the yo - yo intermittent recovery test in young team handball players. *J. Strength Cond Res.*, 24, 2, 465-470.
- Spiering, B. A., Wilson, M. H., Judelson, D. A. y Rundell, K. W. (2003) *J. Strength Cond Res.*, 17, 2, 329-333.
- Stagno, K. M., Thatcher, R. y Van Someren, K. A. (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 629-634.

- Stroyer, J., Hansen, L. y Klausen, K. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 168-174.
- Swain, D. P. y Leutholtz, B. C. (1997). Heart rate reserve is equivalent to %VO₂ reserve, not to %VO₂max. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 29 (3), 410-414.
- Swain, D. P., Leoutholtz, B. C., King, M. E., Haas, L. A. y Branch, J. D. (1998). Relationship between % heart rate reserve and % VO₂ reserve in treadmill exercise. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 30 (2), 318-321.
- Sweet, T. W., Foster, C., McGuigan, M. R. y Brice, G. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *J. Strength Cond Res.*, 18 (4), 796-802.
- Terrados, N. y Calleja, J. (2008). *Fisiología, entrenamiento y medicina del baloncesto*. Barcelona: Paidotribo.
- Tessitore, A., Tiberi, M., Cortis, C., Rapisarda, E., Meeusen, R. y Capranica, L. (2006). Aerobic-anaerobic profiles, heart rate and match analysis in old basketball players. *Gerontology*, 52(4), 214.
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.
- Vargas, R. P., Dick, D. D., de Santi, H., Duarte, M. y Da Cunha, J. (2008). Evaluation of physiological characteristics of female handball athletes. *Fitness & Performance Journal (Online Edition)*, 7(2), 93-98.
- Vasconcelos, A. (2000). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Verkhoshansky, I.V. (1990) *Entrenamiento deportivo. Planificación y programación*. Barcelona: Martínez Roca.
- Wallace, M. B. y Cardinale, M. (1997). Conditioning for team handball. *Strength & Conditioning, December*, 7-12.
- Weineck, J. (2005). *El entrenamiento físico del futbolista*. (4ª ed.) Barcelona: Paidotribo.
- Wilmore, J.H. y Costill D.L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. (5ª ed.) Barcelona: Paidotribo.
- Woolford, S. y Angove, M. (1991). A comparison of training techniques and game intensities for national level netball players. *Sports Coach*, 14, 18 – 21.

- Yamamura, C., Matsui, N. y Kitagawa, K. (2000). Physiological loads in the team technical and free routines of synchronized swimmers. / charge physiologique chez les nageuses lors du programme technique et du programme libre par equipe en natation synchronisee. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(6), 1171-1174.
- Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento*. Barcelona: Martínez Roca.

CAPÍTULO VII:

Anexos



ANEXO VII.1.- FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO DE LOS SUJETOS EXPERIMENTALES.

D. _____ con DNI: _____
acepto participar en el estudio titulado “ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA INTENSIDAD DEL ENTRENAMIENTO SOBRE VARIABLES DE CONTROL DE LA CARGA INTERNA EN DEPORTES COLECTIVOS” que se va a llevar a cabo durante veintiuna sesiones de entrenamiento del Club Balonmano Puente Genil.

Los objetivos de este estudio, son evaluar el impacto de la intensidad de la carga de entrenamiento sobre variables de carga interna objetivas y subjetivas, para comprobar las relaciones existentes y comprobar si la propuesta realizada es un buen indicativo para el control de la carga de entrenamiento.

He sido informado detalladamente del protocolo de estudio y se me han aclarado todas las dudas.

Granada, a _____ de _____ de 2009.

DATOS PERSONALES:

Nombre:

Dirección:

Teléfono:

Firma:

ANEXO VII.2.- PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE FRECUENCIA CARDIACA BASAL.

	VIERNES (6/11/09)	SÁBADO (7/11/09)	DOMINGO (8/11/09)	LUNES (9/11/09)	MARTES (10/11/09)	MIÉRCOLES (11/11/09)	JUEVES (12/11/09)
FC BASAL							

Fórmulas de obtención de la Frecuencia Cardiaca Basal:

En la cama, recién levantado, (antes de realizar cualquier otro tipo de actividad) nos tomaremos las pulsaciones de la siguiente forma:

- Usando los dedos índice y medio (1 y 2) nos lo colocamos en la muñeca (en la parte anterior). También valdría si colocamos ambos dedos en el cuello.
 - Contaremos los latidos y multiplicaremos según la siguiente fórmula:
 - ♣ Contamos pulsaciones durante 10 segundos y multiplicamos por 6.
 - ♣ Contamos pulsaciones durante 15 segundos y multiplicamos por 4.
 - ♣ Contamos pulsaciones durante 20 segundos y multiplicamos por 3.
- Ese valor de FC lo reflejaremos en la casilla del día correspondiente.



índice	1
medio	2
anular	3
meñique	4

ANEXO VII.3.- PLANILLAS INDIVIDUALES DE CADA JUGADOR PARA EL REGISTRO DE LA RPE, DE CADA EJERCICIO Y GENERAL.

NOMBRE JUGADOR					FECHA:			
RPE EJ. 1	RPE EJ. 2	RPE EJ. 3	RPE EJ. 4	RPE EJ. 5	RPE EJ. 6	RPE EJ. 7	RPE EJ. 8	RPE EJ. 9

¡¡IMPORTANTE!! VALORACIÓN RPE GENERAL DE LA SESIÓN:

NOMBRE JUGADOR					FECHA:			
RPE EJ. 1	RPE EJ. 2	RPE EJ. 3	RPE EJ. 4	RPE EJ. 5	RPE EJ. 6	RPE EJ. 7	RPE EJ. 8	RPE EJ. 9

¡¡IMPORTANTE!! VALORACIÓN RPE GENERAL DE LA SESIÓN:

NOMBRE JUGADOR					FECHA:			
RPE EJ. 1	RPE EJ. 2	RPE EJ. 3	RPE EJ. 4	RPE EJ. 5	RPE EJ. 6	RPE EJ. 7	RPE EJ. 8	RPE EJ. 9

¡¡IMPORTANTE!! VALORACIÓN RPE GENERAL DE LA SESIÓN:

ANEXO VII.4.- PLANILLAS DE RECOGIDA DE REGISTRO DE DATOS, PARA EL CONTROL DURANTE LA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO.

Sujeto	RPE 1 EJ: Tº:	RPE 2 EJ: Tº:	RPE 3 EJ: Tº:	RPE 4 EJ: Tº:	RPE 5 EJ: Tº:	RPE 6 EJ: Tº:	RPE 7 EJ: Tº:	RPE 8 EJ: Tº:	RPE 9 EJ: Tº:	RPE GENERAL
Sujeto 1										
Sujeto 2										
Sujeto 3										
Sujeto 4										
Sujeto 5										
Sujeto 6										
Sujeto 7										
Sujeto 8										
Sujeto 9										
Sujeto 10										
Sujeto 11										
Sujeto 12										
Sujeto 13										

ANEXO VII.5.- PLANIFICACIÓN DEL CLUB BALONMANO PUENTE GENIL.

MESOCICLO 1.-

MACROCICLO I	MESOCICLO 1	Microciclo 1 GRADUAL	Microciclo 2 CHOQUE	Microciclo 3 CHOQUE	Microciclo 4 CHOQUE	Microciclo 5 REC + COMP + CONTROL
TEMPORADA 2009/2010	PREPARATORIO	5 al 9 Agos	10 al 16 Agos	17 al 23 Agos	24 al 30 Agos	31 al 6 Sep
	5-8 al 6-9				AMISTOSOS 2	TORNEO BADAJOZ
RESULTADOS						
NIVEL DIFICULTAD						
A1	230	0	0	120	80	30
A3	245	50	110	30	15	40
A4	60	0	0	15	45	0
A5	180	0	0	50	75	55
D1	50	20	20	0	10	0
D3	40	0	0	30	0	10
D4	15	0	0	15	0	0
D5	60	0	0	0	35	25
CAL PORT	160	0	60	30	30	40
C1	40	10	10	20	0	0
C3	70	0	0	10	30	30
C5	10	0	0	10	0	0
R3	0	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0	0
F	1060	120	330	240	220	150
V	0	0	0	0	0	0
RS	87	35	42	10	0	0
LYT	325	65	185	40	35	0
SITUA ESP	40	0	0	0	0	40
PARTIDO	360	0	0	0	180	180
Calentamiento	295	190	45	40	10	10
Tiempo Total	3327	490	802	660	765	610
Tiempo Tarde						
RPE Planificado						
Información						
HORAS	55	8	13	11	13	10

MESOCICLO 2.-

MACROCICLO I	MESOCICLO 2	Microciclo 6 CARGA + COMP	Microciclo 7 CARGA + COMP	Microciclo 8 CARGA + COMPETICION	Microciclo 9 REC + CONTROL
TEMPORADA 2009/2010	COMPETICION	7 al 13 Sep	14 al 20 Sep	21 al 27 Sep	28 al 4 Oct
	7-9 al 4-10	Rival 1	Rival 2	Rival 3	Rival 4
RESULTADOS		26-30	30-28	25-26	37-24
NIVEL DIFICULTAD	OBJETIVOS	*****	****	*****	*****
A1	175	50	65	60	0
A3	165	85	30	50	60
A4	30	15	15	0	0
A5	190	80	60	50	35
D1	0	0	0	0	0
D3	80	15	35	30	0
D4	85	30	35	20	20
D5	75	15	30	30	35
CAL PORT	200	70	70	60	40
C1	0	0	0	0	0
C3	120	40	40	40	30
C5	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0
F	370	155	110	105	110
V	0	0	0	0	0
RS	0	0	0	0	0
LYT	30	0	0	30	25
SITUA ESP	10	0	10	0	0
PARTIDO	270	90	90	90	90
Calentamiento	130	50	45	35	25
Tiempo Total	1930	695	635	600	470
Tiempo Tarde					
RPE Planificado					
Información					
HORAS	32	12	11	10	8

MESOCICLO 3.-

MACROCICLO I	MESOCICLO 3	Microciclo 10 COMPETICION	Microciclo 11 COMPETICION	Microciclo 12 COMPETICION	Microciclo 13 RECUP + CONTROL
TEMPORADA 2009/2010	COMPETICION	5 al 11 Oct	12 al 18 Oct	19 al 25 Oct	26 al 1 Nov
	5-10 al 1-11	Rival 5	Rival 6	Rival 7	DESCANSO
RESULTADOS		31-31	29-26	33-25	
NIVEL DIFICULTAD	OBJETIVOS	***	****	****	
A1	25	15	0	10	0
A3	150	65	30	55	50
A4	0	0	0	0	15
A5	135	50	40	45	0
D1	20	20	0	0	0
D3	0	0	0	0	0
D4	65	25	40	0	0
D5	125	40	40	45	0
CAL PORT	140	50	40	50	20
C1	0	0	0	0	0
C3	110	50	40	20	10
C5	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0
F	190	80	80	30	60
V	0	0	0	0	0
RS	0	0	0	0	50
LYT	50	10	0	40	150
SITUA ESP	15	0	15	0	0
PARTIDO	270	90	90	90	0
Calentamiento	125	40	35	50	0
Tiempo Total	1420	535	450	435	355
Tiempo Tarde					
RPE Planificado					
Información					
HORAS	24	9	8	7	6

MESOCICLO 4.-

MACROCICLO I	MESOCICLO 4	Microciclo 14 CARGA + COMPETICION	Microciclo 15 CARGA + COMPETICION	Microciclo 16 COMPETICION	Microciclo 17 CONTROL + COMP
TEMPORADA 2009/2010	COMPETICION	2 al 8 Nov	9 al 15 Nov	16 al 22 Nov	23 al 29 Nov
	2-11 al 29-11	Rival 8	Rival 9	Rival 10	Rival11
RESULTADOS		28-30	29-29	32-28	25-20
NIVEL DIFICULTAD	OBJETIVOS	****	*****	***	*****
A1	45	15	15	15	0
A3	160	60	45	55	60
A4	65	35	30	0	15
A5	135	55	45	35	30
D1	10	10	0	0	0
D3	45	0	45	0	0
D4	15	0	0	15	0
D5	100	35	40	25	30
CAL PORT	130	40	50	40	40
C1	10	0	0	10	0
C3	90	40	40	10	20
C5	20	0	0	20	10
R3	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0
F	240	100	80	60	90
V	0	0	0	0	0
RS	25	0	25	0	0
LYT	110	0	60	50	30
SITUA ESP	40	10	15	15	10
PARTIDO	270	90	90	90	90
Calentamiento	110	35	35	40	40
Tiempo Total	1620	525	615	480	465
Tiempo Tarde					
RPE Planificado					
Información					
HORAS	27	9	10	8	8

MESOCICLO 5.-

MACROCICLO I	MESOCICLO 5	Microciclo 18 COMPETICION	Microciclo 19 COMPETICION	Microciclo 20 RECUP + CONTROL
TEMPORADA 2009/2010	COMPETICION	30 al 6 Dic	7 al 13 Dic	14 al 20 Dic
	30-11 al 20-12	Rival 12	Rival 13/ Rival 14	DESCANSO
RESULTADOS		28-24	25-27/24-27	
NIVEL DIFICULTAD	OBJETIVOS	****	****/*****	
A1	0	0	0	0
A3	110	70	40	80
A4	30	30	0	0
A5	80	30	50	0
D1	0	0	0	0
D3	25	10	15	0
D4	0	0	0	0
D5	60	40	20	0
CAL PORT	85	50	35	20
C1	0	0	0	0
C3	40	30	10	0
C5	45	25	20	0
R3	0	0	0	0
R5	0	0	0	0
F	90	90	0	140
V	0	0	0	0
RS	0	0	0	0
LYT	60	30	30	140
SITUA ESP	21	14	7	0
PARTIDO	270	90	180	0
Calentamiento	85	65	20	0
Tiempo Total	1001	574	427	400
Tiempo Tarde				
RPE Planificado				
Información				
HORAS	17	10	7	7

MESOCICLO 6.-

MACROCICLO II	MESOCICLO 6	Microciclo 21 CARGA + COMP	Microciclo 22 COMPETICION
TEMPORADA 2009/2010	PREP + COMP	4 al 10 Ene	11 al 17 Ene
	4-1 al 17-1	MEMORIAL A. XIMENEZ	Rival 15
RESULTADOS		27-31/38-32	27-19/38-31
NIVEL DIFICULTAD			*****
A1	0	0	0
A3	115	70	45
A4	0	0	0
A5	110	50	60
D1	0	0	0
D3	0	0	0
D4	20	0	20
D5	0	0	0
CAL PORT	75	45	30
C1	0	0	0
C3	30	10	20
C5	10	0	10
R3	0	0	0
R5	0	0	0
F	55	25	30
V	0	0	0
RS	0	0	0
LYT	30	0	30
SITUA ESP	22	15	7
PARTIDO	360	180	180
Calentamiento	75	45	30
Tiempo Total	902	440	462
Tiempo Tarde			
RPE Planificado			
Información			
HORAS	15	7	8

MESOCICLO 7.-

MACROCICLO II	MESOCICLO 7	Microciclo 23 CARGA + COMPETICION	Microciclo 24 COMPETICION	Microciclo 25 REC + COMP	Microciclo 26 CARGA + COMPETICION
TEMPORADA 2009/2010	COMPETICION	18 al 24 Ene	25 al 31 Ene	1 al 7 Feb	8 al 14 Feb
	18-1 al 14-2	Rival 1	Rival2	Rival 3	Rival4
RESULTADOS		30-29	22-33	33-24	23-27
NIVEL DIFICULTAD	OBJETIVOS	*****	****	*****	*****
A1	15	0	25	0	0
A3	190	50	35	35	20
A4	60	10	15	0	30
A5	180	50	55	82	40
D1	0	0	0	0	0
D3	25	0	15	10	45
D4	115	35	0	0	0
D5	125	30	40	40	30
CAL PORT	160	40	50	40	40
C1	30	10	0	0	10
C3	80	20	10	20	20
C5	40	10	20	10	10
R3	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0
F	325	80	80	30	100
V	0	0	0	0	0
RS	0	0	0	0	0
LYT	60	20	25	30	20
SITUA ESP	42	14	0	14	7
PARTIDO	270	90	90	90	90
Calentamiento	160	45	30	40	45
Tiempo Total	1877	504	490	441	507
Tiempo Tarde					
RPE Planificado					
Información					
HORAS	31	8	8	7	8

MESOCICLO 8.-

MACROCICLO II	MESOCICLO 8	Microciclo 27 COMPETICION	Microciclo 28 COMPETICION	Microciclo 29 COMPETICION	Microciclo 30 RECUP + COMPETICION
TEMPORADA 2009/2010	COMPETICION	15 al 21 Feb	22 al 28 Feb	1 al 7 Marzo	8 al 14 Marzo
	15-2 al 14-3	Rival 5	Rival 6	Rival 7	Rival 8
RESULTADOS		29-26	33-25	25-26	26-21
NIVEL DIFICULTAD	OBJETIVOS	****	****	****	****
A1	60	30	0	0	0
A3	115	35	45	55	30
A4	60	30	0	10	0
A5	150	50	50	45	60
D1	0	0	0	0	0
D3	30	15	0	10	10
D4	60	15	30	30	0
D5	90	30	30	15	30
CAL PORT	140	55	30	40	30
C1	0	0	0	0	0
C3	80	30	20	25	30
C5	10	0	10	0	0
R3	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0
F	260	100	60	60	60
V	0	0	0	0	0
RS	0	0	0	0	0
LYT	120	30	60	15	20
SITUA ESP	14	0	14	7	0
PARTIDO	270	90	90	90	90
Calentamiento	160	55	50	45	30
Tiempo Total	1619	565	489	447	390
Tiempo Tarde					
RPE Planificado					
Información					
HORAS	27	9	8	7	7

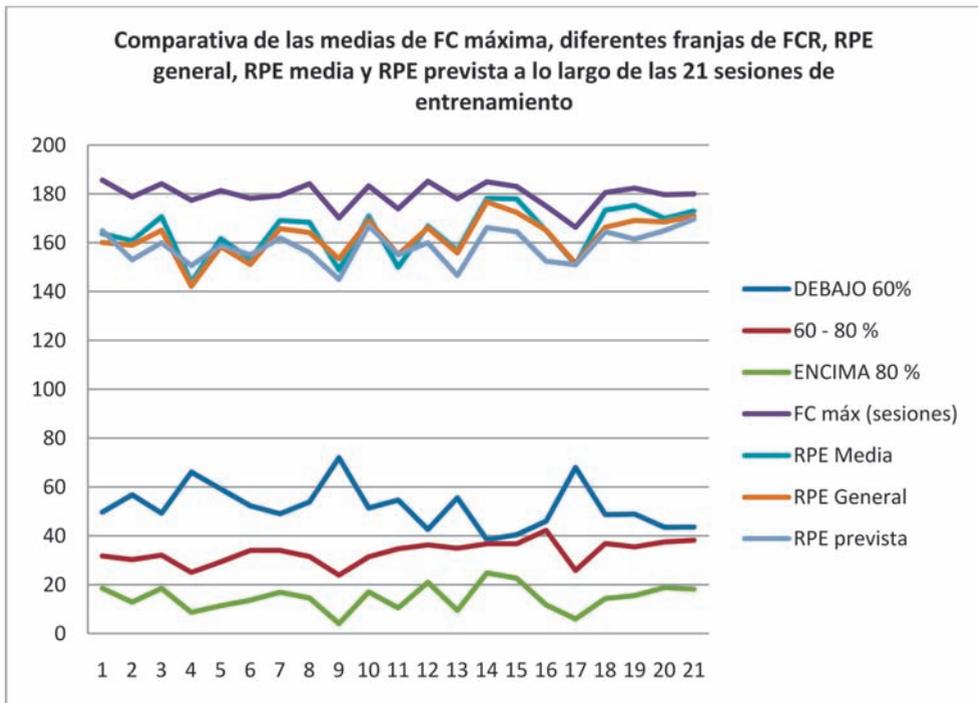
MESOCICLO 9.-

MACROCICLO II	MESOCICLO 9	Microciclo 31 CARGA + COMPETICION	Microciclo 32 COMPETICION	Microciclo 33 RECUPERACION	Microciclo 34 CARGA + COMP
TEMPORADA 2009/2010	COMPETICION	15 al 21 Marzo	22 al 28 Marzo	29 al 4 Abril	5 al 11 Abril
	15-3 al 11-4	Rival 9	Rival 10	SEMANA SANTA	Rival 11
RESULTADOS		28-28	26-28		21-30
NIVEL DIFICULTAD	OBJETIVOS	****	*****		*****
A1	15	0	15	60	20
A3	205	55	60	0	60
A4	30	10	0	0	0
A5	230	65	50	0	65
D1	0	0	0	0	0
D3	0	0	0	0	45
D4	210	60	30	0	45
D5	105	30	15	0	0
CAL PORT	180	50	40	0	50
C1	30	10	0	0	0
C3	60	10	30	0	30
C5	0	0	0	0	10
R3	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0
F	330	90	60	60	90
V	0	0	0	0	0
RS	0	0	0	0	0
LYT	0	0	0	0	60
SITUA ESP	21	7	0	0	0
PARTIDO	270	90	90	0	90
Calentamiento	165	45	40	0	50
Tiempo Total	1851	522	430	120	615
Tiempo Tarde					
RPE Planificado					
Información					
HORAS	31	9	7	2	10

MESOCICLO 10.-

MACROCICLO II	MESOCICLO 10	Microciclo 35 CARGA	Microciclo 36 COMPETICION	Microciclo 37 COMPETICION	Microciclo 38 CARGA + COMP	Microciclo 39 COMPETICION
TEMPORADA 2009/2010	COMPETICION	12 al 18 Abril	19 al 25 Abril	26 al 2 Mayo	3 al 9 Mayo	10 al 16 Mayo
	12-4 al 2-5	DESCANSO	Rival 12	Rival 13	Rival 14	Rival 15
RESULTADOS						
NIVEL DIFICULTAD	OBJETIVOS		****	*****	****	*****
A1	0	0	15	10	0	0
A3	200	120	45	87	100	65
A4	0	0	0	0	0	0
A5	0	0	65	25	15	30
D1	0	0	0	0	0	0
D3	0	0	0	0	0	0
D4	0	0	30	0	0	0
D5	0	0	45	55	40	30
CAL PORT	60	40	50	40	30	30
C1	0	0	0	0	0	0
C3	40	20	10	0	10	20
C5	0	0	10	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0	0
F	250	110	70	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0
RS	0	0	0	0	0	0
LYT	180	40	120	50	60	110
SITUA ESP	0	0	0	28	7	0
PARTIDO	180	90	90	90	90	90
Calentamiento	50	50	40	40	30	30
Tiempo Total	960	470	590	425	382	405
Tiempo Tarde						
RPE Planificado						
Información						
HORAS	16	8	10	7	6	7

ANEXO VII.6.- RESUMEN DE LA COMPARATIVA DE LAS MEDIAS DE FC MÁXIM, DIFERENTES FRANJAS DE FCR, RPE GENERAL, RPE MEDIA Y RPE PREVISTA A LO LARGO DE LAS 21 SESIONES DE ENTRENAMIENTO.



Podemos observar la similitud entre las diferentes curvas. Los valores de la RPE están multiplicados por 10.

Tabla resumen de la comparativa de las correlaciones de las medias de FC máxima, las diferentes franjas de FCR, RPE general, RPE media y RPE prevista a lo largo de las 21 sesiones de entrenamiento.

		FC_60_80	FC_80	FCmáx	RPE_media	RPE_general	RPE_prevista
FC_60	Correlación de Pearson	-,871(**)	-,908(**)	-,707(**)	-,835(**)	-,830(**)	-,760(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,001	,000	,000	,000
	N	21	21	21	21	21	21
FC_60_80	Correlación de Pearson		,584(**)	,393(**)	,674(**)	,635(**)	,499(*)
	Sig. (bilateral)		,004	,089	,002	,001	,021
	N		21	21	21	21	21
FC_80	Correlación de Pearson			,832(**)	,803(**)	,827(**)	,835(**)
	Sig. (bilateral)			,000	,000	,000	,000
	N			21	21	21	21
FCmáx	Correlación de Pearson				,598(**)	,703(**)	,677(**)
	Sig. (bilateral)				,000	,004	,001
	N				21	21	21
RPE_media	Correlación de Pearson					,962(**)	,805(**)
	Sig. (bilateral)					,000	,000
	N					21	21
RPE_general	Correlación de Pearson						,771(**)
	Sig. (bilateral)						,000
	N						21

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

* La correlación es significante al nivel 0.05 (bilateral).

*Esta Tesis Doctoral se terminó de
imprimir en los talleres de
Jiménez-Mena, s.l.
Cádiz, mayo de 2010.*

