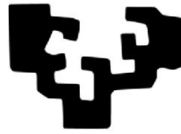


eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Facultad de Medicina y Odontología  
Departamento de Fisiología

Medikuntza eta Odontologia Fakultatea  
Fisiologia Saila

Tesis Doctoral

# Análisis nutricional y su relación con el estrés psico-físico y el daño muscular en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada

Juan Francisco Mielgo Ayuso  
(juankaya@msn.com)



Noviembre 2013



eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Facultad de Medicina y Odontología  
Departamento de Fisiología

Medikuntza eta Odontologia Fakultatea  
Fisiologia Saila

Tesis Doctoral

**Análisis nutricional y su relación con el estrés  
psico-físico y el daño muscular en jugadoras  
profesionales de voleibol a lo largo de una  
temporada**

Memoria presentada por

**Juan Francisco Mielgo Ayuso**

Director:

**Dr. Jesús Seco Calvo**

**Vitoria, Noviembre 2013**



## Agradecimientos

Cuando alguien llega al final de un largo camino como es una tesis doctoral, se da cuenta de lo importantes que han sido las personas que de una forma u otra te han ayudado a conseguir ese pasaje. Es por ello que quería aprovechar estas líneas para agradecer de corazón:

A mi director de tesis el Dr. Jesús Seco Calvo por compartir su idea, además de aportar su conocimiento y motivarme para llegar al final.

Al Departamento de Fisiología de la Universidad del País Vasco, ya que sin conocerme me permitieron acceder a su fantástico doctorado.

Al Club Voleibol Haro, y en particular a su presidente D. Ismael Merino Barrio, al cuerpo técnico, con Manuel Berdegué González al frente como entrenador y a las 10 jugadoras que formaron parte del equipo de la temporada 2011/2012 (Anicia Wood, Silvia Araco, Rosalía Alonso-Mañero, M<sup>a</sup> José "Pepo" Garrido, Noelia Sánchez, Antonela Curatola, Marta García, Lilian Ferreira, Bia Souza y M<sup>a</sup> Ángeles "Patás" Martín, por ponérmelo muy fácil.

Al Dr. Juan Miguel Orta Costea, ya que sin sus contactos no habiéramos podido realizar las analíticas tan importantes en esta investigación.

A los profesores del Máster en Nutrición y Salud de la Universidad del País Vasco, y en especial a la Dra. Idoia Labayen por "meterme el gusanillo" de la investigación.

A mis compañeros Aritz y Josemi por ayudarme en la redacción y búsqueda de información.

A mi familia, especialmente a mi mujer Vanessa, a mis 2 hijos Aitor y Aimar, a mis padres (Gabriel y M<sup>a</sup> Carmen) y hermano (Gabriel) porque son los pilares de mi vida, además de infundirme ánimo, cariño y serenidad para poder llevar a cabo este otro proyecto en la vida.



# ÍNDICE





## Tabla de contenido.

<b><u>ÍNDICE</u></b> .....	<b>I</b>
Tabla de contenido.....	III
<b><u>ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS</u></b> .....	<b>XI</b>
Índice de tablas.....	XIII
Índice de figuras.....	XV
<b><u>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</u></b> .....	<b>XVII</b>
Índice de acrónimos.....	XIX
<b><u>RESUMEN / ABSTRACT</u></b> .....	<b>XXIII</b>
Resumen.....	XXV
Abstract.....	XXIX
<b><u>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</u></b> .....	<b>1</b>
<b>1. Historia del Voleibol</b> .....	<b>3</b>
1.1. Los primeros años.....	3
1.2. La expansión del voleibol por el mundo.....	4
1.3. La introducción del voleibol en Europa.....	5
1.4. La introducción y expansión del voleibol en España.....	5
1.5. El profesionalismo.....	7
1.6. La fundación de la federación internacional de voleibol.....	9
1.7. Campeonatos del Mundo.....	12
1.8. Copa del Mundo.....	12
1.9. Juegos Olímpicos.....	13
<b>2. El equipo Haro Rioja Vóley en la temporada 2011/2012</b> .....	<b>15</b>
2.1. Club Voleibol Haro: Reseña histórica.....	15

**CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO..... 19**

<b>3. Características del voleibol.....</b>	<b>21</b>
3.1 Entrenamiento en voleibol.....	22
3.2 Competición de voleibol. ....	23
3.3 Características físicas y antropométricas del jugador de voleibol. ....	23
3.4 Características fisiológicas del voleibol.....	25
3.5 Características psicológicas del voleibol.....	29
<b>4. Deportes de equipo: El voleibol. ....</b>	<b>31</b>
<b>5. Necesidades nutricionales e ingestas recomendadas para deportistas. ....</b>	<b>33</b>
5.1. Estimación de las necesidades energéticas.....	34
5.1.1. Calorimetría indirecta.....	34
5.1.2. Mediciones isotópicas.....	35
5.1.3. Ecuaciones de predicción.....	36
5.2. Necesidades de macronutrientes.....	38
5.2.1. Carbohidratos (CHO).....	38
5.2.2. Proteínas.....	43
5.2.3. Lípidos. ....	44
5.3. Necesidades de micronutrientes.....	45
5.4. Necesidades hídricas y de electrolitos. ....	49
5.5. Aspectos relevantes.....	51
<b>6. Determinación de la composición corporal.....</b>	<b>53</b>
6.1. Antropometría.....	53
6.1.1. Introducción.....	53
6.1.2. Protocolo de las mediciones antropométricas.....	53
6.1.3. Consideraciones en la realización de la toma de medidas antropométricas. ....	54
6.2. Instrumental y anexos antropométricos.....	55
6.3. Puntos anatómicos.....	57
6.4. Determinación de las medidas básicas en antropometría.....	61

6.4.1.	Determinación del peso corporal.....	61
6.4.2.	Determinación de la talla o estatura. ....	61
6.5.	Determinación de los pliegues cutáneos.....	62
6.5.1.	Lugares de medida de los pliegues cutáneos. ....	63
6.6.	Determinación de los perímetros musculares.....	65
6.6.1.	Lugares de medida de los perímetros musculares. ....	65
6.7.	Determinación de los diámetros óseos. ....	67
6.7.1.	Lugares de medida de los diámetros óseos.....	67
6.8.	Análisis de la composición corporal y del somatotipo a partir de las medidas antropométricas.....	69
6.9.	Cálculo de la composición corporal. ....	70
6.9.1.	Por medio del índice de masa corporal. ....	70
6.9.2.	A partir de ecuaciones derivadas de la utilización del peso, talla, pliegues cutáneos, perímetros musculares y diámetros óseos.....	70
6.9.3.	Fórmulas para el cálculo de la composición corporal en deportistas.... .....	71
6.10.	Somatotipo. ....	77
6.10.1.	Cálculo del somatotipo. Ecuaciones.....	78
<b>7.</b>	<b>Psicología en el deporte.</b> .....	<b>81</b>
7.1.	Introducción. ....	81
7.2.	Instrumentos de valoración psicológica.....	82
<b>8.</b>	<b>Daño muscular.</b> .....	<b>85</b>
8.1.	Introducción. ....	85
8.2.	Cambios fisiológicos provocados por el daño muscular inducido por ejercicio. ....	86
8.3.	Mecanismo propuesto del daño muscular. ....	87
8.3.1.	Daño primario.....	87
8.3.2.	Daño secundario.....	88
8.4.	Modificaciones metabólicas. ....	89
8.4.1.	Creatin-Kinasa (CK). ....	90
8.4.2.	Lactato deshidrogenasa (LDH). ....	91
8.4.3.	Mioglobina (MB).....	91

8.4.4.	Aldolasa.....	92
8.4.5.	Aspartato aminotransferasa (AST/GOT).....	93
8.4.6.	Alanina aminotransferasa (ALT/GPT).....	93
<b>9.</b>	<b>Respuesta hormonal al estrés.</b> .....	<b>95</b>
9.1.	Introducción. ....	95
9.2.	El estrés en el deporte.....	96
9.3.	Hormona adenocorticotropa (ACTH).....	98
9.4.	Cortisol (C).....	98
9.5.	Testosterona (T).....	99
9.6.	Ratio T/C.....	100
<b><u>CAPÍTULO 3: MARCO EXPERIMENTAL</u></b> .....		<b>103</b>
<b>10.</b>	<b>Marco experimental.</b> .....	<b>105</b>
10.1.	Planteamiento del problema. ....	105
10.2.	Objetivos generales.....	107
10.3.	Objetivos específicos. ....	108
10.3.1.	Estudio 1: Equilibrio catabólico / anabólico de las hormonas del estrés y estado psicológico en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada. ....	108
10.3.2.	Estudio 2: Variación de los parámetros de daño muscular en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada. ....	108
10.3.3.	Estudio 3: Ingesta alimentaria y cambios de la composición corporal tras un programa de entrenamiento en jugadoras profesionales de voleibol durante la temporada. ....	109
<b>11.</b>	<b>Procedimiento y diseño de la investigación.</b> .....	<b>111</b>
11.1.	Material y métodos empleados.....	111
11.1.1.	Participantes. ....	111
11.1.2.	Entrenamiento.....	114

<b>12. Estudio 1: Equilibrio catabólico / anabólico de las hormonas del estrés y estado psicológico en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada.</b>	<b>119</b>
12.1. Material y métodos.....	119
12.1.1. Pruebas bioquímicas.....	119
12.1.1.1. <i>Hormona Adenocorticotropa (ACTH)</i> .....	119
12.1.1.2. <i>Cortisol (C)</i> .....	120
12.1.1.3. <i>Testosterona Total (TT)</i> .....	120
12.1.1.4. <i>Testosterona Libre (TL)</i> .....	120
12.1.1.5. <i>Ratio TT/C y TL/C</i> .....	121
12.1.2. Instrumentos de valoración psicológica.....	121
12.1.3. Análisis estadístico.....	121
12.2. Resultados.....	121
12.3. Discusión.....	125
12.3.1. Equilibrio catabólico / anabólico de las hormonas del estrés.....	125
12.3.2. Estado psicológico.....	129
12.4. Conclusiones.....	131
12.5. Aplicaciones prácticas.....	132
<b>13. Estudio 2: Variación de los parámetros de daño muscular en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada.</b>	<b>135</b>
13.1. Material y métodos.....	135
13.1.1. Pruebas bioquímicas.....	135
13.1.1.1. <i>Creatin-kinasa (CK)</i> .....	135
13.1.1.2. <i>Lactato Deshidrogenasa (LDH)</i> .....	136
13.1.1.3. <i>Mioglobina (MB)</i> .....	136
13.1.1.1. <i>Aldolasa</i> .....	136
13.1.1.2. <i>AST/GOT</i> .....	136
13.1.1.3. <i>ALT/GPT</i> .....	137
13.1.2. Análisis Estadístico.....	137
13.2. Resultados.....	137
13.3. Discusión.....	139
12.4. Conclusiones.....	144

12.5. Aplicaciones prácticas .....	144
<b>14. Estudio 3: Ingesta alimentaria y cambios de la composición corporal tras un programa de entrenamiento en jugadoras profesionales de voleibol durante la temporada.....</b>	<b>145</b>
14.1. Material y métodos.....	145
14.1.1. Datos antropométricos e instrumentos utilizados para su medición. ...	145
14.1.2. Control de la ingesta de alimentos.....	146
14.1.3. Análisis estadístico de datos. ....	146
14.2. Resultados.....	147
14.3. Discusión. ....	153
14.3.1. Composición corporal.....	153
14.3.2. Ingesta energética.....	156
14.3.3. Ingesta de macronutrientes.....	157
14.3.4. Ingesta de micronutrientes.....	158
14.4. Conclusiones.....	161
<b><u>CAPÍTULO 4: LIMITACIONES Y FORTALEZAS DEL ESTUDIO .....</u></b>	<b><u>163</u></b>
Limitaciones.....	165
Fortalezas.....	167
<b><u>CAPÍTULO 5: APLICACIONES PRACTICAS .....</u></b>	<b><u>169</u></b>
<b><u>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES GENERALES .....</u></b>	<b><u>173</u></b>
<b><u>CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFIA .....</u></b>	<b><u>177</u></b>
Bibliografía.....	179
<b><u>PUBLICACIONES Y COMUNICACIONES .....</u></b>	<b><u>213</u></b>
Publicaciones.....	215
Comunicaciones.....	217

**ANEXOS .....219**

Anexo 1: Planificación de la temporada.....	221
Anexo 2: Consentimiento informado por escrito para llevar a cabo la investigación. ....	222
Anexo 3: Informe favorable del comité de ética de la Universidad de León .....	224
Anexo 4: Ratificación del comité de ética de la Universidad del País Vasco. ....	225
Anexo 5: Carta de presentación.....	227
Anexo 6: Datos Sociodemográficos.....	228
Anexo 7: Datos Deportivos.....	229
Anexo 8: Antecedentes familiares.....	230
Anexo 9: Antecedentes personales.....	231
Anexo 10: Historia ponderal.....	232
Anexo 11: Datos dietéticos.....	233
Anexo 12: Instrucciones para el registro semanal de comidas.....	234
Anexo 13: Auto-registro dietético diario.....	236
Anexo 14: Cuestionario de salud general De Goldberg (GHQ28).....	237
Anexo 15: Cuestionario SCAT (Sport Competition Anxiety Test).....	239
Anexo16: Cuestionario STAI (State Trait Anxiety Inventory).....	240

2)	Anexo 17: Cuestionario CSAI-2 (Competitive State Anxiety Inventory - .....	241
	Anexo 18: Cuestionario de Oviedo del sueño (COS).....	243
	Anexo 19: Cuestionario Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD).....	246
	Anexo 20: Cuestionario de frecuencias de consumo de alimentos.....	253



## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS



## Índice de tablas.

Tabla 5.1. Componentes y factores del gastos energético en el deporte.....	33
Tabla 5.2. Ecuaciones para la estimación del GE para calorimetría indirecta. ....	35
Tabla 5.3. Ecuaciones de predicción de la TMR más utilizadas en deportistas.....	36
Tabla 5.4. Estimación de los METs para diferentes modalidades deportivas. ....	37
Tabla 5.5. Recomendaciones de ingesta de CHO en el deporte.....	40
Tabla 5.6. Necesidades proteínas en el deporte. ....	44
Tabla 5.7. Necesidades de micronutrientes considerando la actividad física en personas de 19-50 años.....	47
Tabla 5.8. Objetivos de las bebidas deportivas y su importancia.....	50
Tabla 6.1. Componentes de la composición corporal y ecuaciones para su cálculo.....	72
Tabla 6.2. Ecuaciones empleadas en el cálculo de la masa grasa.....	73
Tabla 6.3. Ecuaciones empleadas en el cálculo de la masa muscular .....	75
Tabla 6.4. Ecuaciones empleadas en el cálculo de la masa ósea.....	76
Tabla 6.5. Ecuaciones para estimar los componentes del somatotipo.....	78
Tabla 11.1. Características de las JVF del equipo Haro Rioja Voley.....	112
Tabla 11.2. Tipo y tiempo de entrenamiento y partidos realizado por las JVF en cada periodo de estudio.....	116
Tabla 11.3. Ejemplo de semana de entrenamiento de las JVF.....	117
Tabla 12.1. Valores de ACTH, cortisol, testosterona total, testosterona libre y ratios testosterona/cortisol de las JVF en los diferentes periodos del estudio.	122

<b>Tabla 12.2.</b> Correlaciones entre cortisol, testosterona total y testosterona libre con los ratios testosterona total/cortisol y testosterona libre/cortisol en cada fase de estudio.....	123
<b>Tabla 12.3.</b> Valoración de los distintos cuestionarios psicológicos realizados a las JVF a lo largo de la temporada.....	124
<b>Tabla 13.1.</b> Parámetros bioquímicos de daño muscular JVF en las diferentes fases del estudio. ....	138
<b>Tabla 14.1.</b> Cantidad de energía y macronutrientes ingerida por JVF en cada uno de los periodos, así como la media anual .....	148
<b>Tabla 14.2.</b> Cantidad de minerales y vitaminas ingeridas por las JVF en cada uno de los periodos, así como la media anual.....	149
<b>Tabla 14.3.</b> Número de raciones de alimentos consumidas diariamente por las JVF durante cada periodo de estudio y media anual y las recomendaciones de referencia. ....	150
<b>Tabla 14.4.</b> Características básicas, sumatorios de pliegues y composición corporal de las JVF en cada periodo de estudio.....	152

## **Índice de figuras.**

<b>Figura 6.1.</b> Puntos anatómicos. Imagen obtenida del manual del ISAK .....	58
<b>Figura 6.2.</b> Pliegues cutáneos. Imagen obtenida del manual del ISAK.....	64
<b>Figura 6.3.</b> Perímetros musculares. Imagen obtenida del manual del ISAK.....	66
<b>Figura 6.4.</b> Diámetros óseos. Imagen obtenida del manual del ISAK.....	68



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS





## **Índice de acrónimos.**

**Σ4P:** Sumatorio de 4 pliegues.

**Σ6P:** Sumatorio de 6 pliegues.

**Σ8P:** Sumatorio de 8 pliegues.

**μg:** Microgramos.

**aa:** Aminoácidos.

**ACTH:** Hormona adrenocorticotropina.

**AEDN:** Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas.

**AFE:** Actividad Física Espontánea.

**AFV:** Actividad Física Voluntaria.

**AG:** Ácidos grasos.

**AGM:** Ácidos grasos monoinsaturados.

**AGP:** Ácidos grasos poliinsaturados.

**AGS:** Ácidos grasos saturados.

**ALT/GPT:** Alanina aminotransferasa

**AST/GOT:** Aspartato aminotransferasa.

**ATP:** Adenosín trifosfato.

**BMI:** Body Mass Index.

**C:** Cortisol.

**Ca<sup>++</sup>:** Ion calcio.

**CFC:** Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.

**CHO:** Carbohidratos.

**CK:** Creatin-kinasa.

**COS:** Cuestionario de Oviedo del sueño.

**COI:** Comité olímpico internacional.

**CP:** Fosfocreatina.

**CPRD:** Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo.

**CR:** Coeficiente respiratorio.

**CSAI-2:** Competitive State Anxiety Inventory - 2.

**DF:** Diámetro del fémur.

**DH:** Diámetro del humero.

**DHA:** Acido docosahexanoico.

**DM:** Diámetro de la muñeca.

**DT:** Diámetro del tobillo.

**EPA:** Acido eicosapentanoico.

**ETA:** Efecto Térmico de los Alimentos.

**FEV:** 3ª división de voleibol.

**FIDU:** Federación Internacional de Deporte Universitario.

**FIVB:** Federación International De Voleibol.

**FSH:** Hormona foliculoestimulante.

**g:** Gramos.

**GE:** Gasto energético.

**GEAF:** Gasto energético por actividad diaria.

**GGT:** Gama glutamil transferasa.

**GHQ28:** Cuestionario de salud general De Goldberg-28.

**GREC:** Grupo Español de Cineantropometría.

**IA:** Ingesta adecuada.

**IDR:** Ingestas diarias de referencia.

**IIs:** Ingesta tolerable.

**IMC:** Índice de masa corporal.

**IP:** Índice ponderal.

**IQ:** Índice de Quetelet.

**ISAK:** International Society for the Advancement of kineanthropometry.

**JVF:** Jugadoras profesionales de voleibol.

**Kcal:** Kilocalorías.

**L:** Litros.

**LDH:** Lactato deshidrogenasa.

**LH:** Hormona luteinizante.

**m:** Metros.

**MET:** Metabolic Equivalent of Task.

**MG:** Masa grasa.

**mg:** Miligramos.

**MB:** Mioglobina.

**MM:** Masa Muscular.

**MME:** Masa muscular esquelética.

**MO:** Masa ósea.

**N<sub>2</sub>:** Nitrógeno.

**Na:** Sodio.

**NAD<sup>+</sup>:** Nicotinamida adenina dinucleótido (forma oxidada).

**NADH:** Nicotinamida adenina dinucleótido (forma reducida).

**ng/ml:** Nanogramo por litro.

**PGC:** Perímetro gemelar corregido.

**PMB:** Perímetro brazo corregido.

**PMC:** Perímetro muslo corregido.

**SCAT:** Sport Competición Anexita Test.

**SENC:** Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.

**STAI:** State Trait Anxiety Inventory.

**T:** Testosterona.

**TBM:** Tasa Metabólica Basal.

**TL:** Testosterona Libre.

**TMR:** Tasa metabólica en reposo.

**TT:** Testosterona total.

**U/L:** Unidades internacionales por litro.

**URSS:** Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

**USVBA:** United States Volleyball Association.

**VCO<sub>2</sub>:** Producción de dióxido de carbono.

**Vit:** Vitaminas.

**VO<sub>2</sub>:** Consumo de oxígeno.

**VO<sub>2</sub>max:** Consumo de oxígeno máximo.

**μMol/L:** Micromol por litro.

## RESUMEN / ABSTRACT



## **Resumen.**

**Introducción:** El daño muscular, el estrés y la fatiga generan modificaciones en los niveles plasmáticos de las hormonas del estrés y de distintas enzimas y proteínas musculares que sirven para conocer el grado de adaptación del deportista al ejercicio. Así, el control del balance entre las hormonas catabólicas y anabólicas es fundamental para controlar el grado de asimilación del entrenamiento, mientras que los marcadores bioquímicos de daño muscular nos indican el grado de adaptación metabólica del musculo esquelético al entrenamiento físico, observándose una recuperación más rápida de los valores basales cuando el musculo está adaptado.

Por otro lado, el efecto de la nutrición sobre el daño muscular, el estrés y la fatiga ha sido ampliamente discutido en un gran número de investigaciones mostrando que durante la recuperación post-ejercicio una ingesta nutricional adecuada es importante para reponer las reservas endógenas de energía, el reacondicionamiento del musculo esquelético la reparación del daño muscular y por tanto evitar la fatiga. Otros autores han observado una correlación entre la ingesta de energía y carbohidratos previa al ejercicio con el grado de daño muscular post-ejercicio.

**Objetivos:** 1. Valorar el estrés psico-físico originado por la actividad física deportiva profesional, en jugadoras profesionales de voleibol (JVF) provocado a lo largo de la temporada de competición.

2. Valorar el daño muscular provocado a lo largo de la temporada de competición.

3. Determinar la composición nutricional y alimentaria de la ingesta realizada por las JVF a lo largo de la temporada y valorar la adecuación de la ingesta a las recomendaciones dietéticas y nutricionales de referencia.

4. Determinar los cambios en el perfil antropométrico de las JVF a lo largo de la temporada.

**Material y métodos:** Se estudió a un equipo de voleibol femenino profesional (n=10) durante una temporada deportiva. Para ello se recogieron tanto las muestras sanguíneas, datos psicológicos, antropométricos como dietéticos en 4 momentos durante la temporada: Octubre (T1): Previo al comienzo de la pretemporada. Diciembre (T2): Correspondiente a 11 semanas de entrenamiento (6 de pretemporada y 5 de específico). Marzo (T3): Previo a jugar la copa de S.M la Reina. Correspondiente a 10 semanas de entrenamiento competitivo. Abril (T4): Previo a jugar el play-off final. Correspondiente a 8 semanas de entrenamiento competitivo.

**Resultados:** Los niveles de la hormona adenocorticotropa (ACTH) aumentaron significativamente ( $p < 0,05$ ) respecto de los niveles basales durante todas las fases de la temporada. Además, el cortisol (C) cambió durante la temporada, con niveles más altos en diciembre y abril. Sin embargo, los niveles séricos de Testosterona Total (TT) disminuyeron durante la temporada hasta un mínimo en diciembre y un posterior aumento significativo ( $p < 0,05$ ) en marzo y abril. La Testosterona Libre (TL) presentó niveles significativamente más altos ( $p < 0,05$ ) en abril respecto a marzo. El ratio TT/C disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) en diciembre, seguido por un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) en abril. El ratio TL/C disminuyó durante la temporada (siendo el nivel más bajo en marzo) y aumentó significativamente durante la última parte de la temporada en abril.

Los valores de ansiedad y desmotivación aumentaron en T2 para posteriormente bajar en T3 y T4, mientras que los valores del trastorno del sueño aumentaron y el control del estrés en T3y T4.

Así mismo, se mostró una acumulación de daño muscular observado especialmente en la creatin-Kinasa, mioglobina y Lactado Deshidrogenasa en T3 y T4 por el acumulo de altas cargas de ejercicio (entrenamiento y partidos).

Por otro lado, solo se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el de las proteínas de origen vegetal, el consumo de P, Zn, tiamina y Ca. También se



observó que el consumo de kcal/kg peso/ día y el consumo de carbohidratos, tanto en g/kg peso/día como en porcentaje fue inferior a las recomendaciones. Por el contrario las JVF mostraron un mayor consumo de proteínas (g/kg peso/día y porcentaje) y de lípidos (porcentaje de energía, porcentaje de energía que aportan los AGS y monoinsaturados y colesterol) que las recomendaciones para dichos nutrientes.

En cuanto a la composición corporal Se observó que las JVF disminuyeron de una forma significativa ( $p < 0,05$ ) los valores de los sumatorios de 4, 6 y 8 pliegues ( $\Sigma 4P$ ,  $\Sigma 6P$ ,  $\Sigma 8P$ ) a lo largo de la temporada.

**Conclusiones:** Los resultado de las hormonas del estrés, test psicológicos y de los marcadores de daño muscular nos informó que el estrés psico-físico y el daño muscular se fue acumulando a lo largo de la temporada. Además, su comportamiento nos sugiere un overreaching tras la pretemporada, mostrando sin embargo una correcta adaptación en los dos momentos más importantes de la temporada (Copa de S.M la Reina y el play-off final por el título).

Así mismo, se observó un aumento de la masa muscular y disminución de la masa grasa, especialmente en las primeras fases de la temporada, además de que las dietas de las JVF no cumplieron con los criterios de cantidad y calidad para un correcto rendimiento deportivo y de la salud.



## **Abstract.**

**Introduction:** Muscle damage, stress and fatigue generated changes in plasma levels of hormones, stress and different enzymes and muscle proteins that serve to know the degree of adaptation of the athlete to exercise. Thus, the balance between anabolic and catabolic hormones control is fundamental to know the degree of assimilation of the training, while the biochemical markers of muscle damage indicates the degree of metabolic adaptation of skeletal muscle to physical training, noting a more rapid recovery of basal values when the muscle is adapted.

On the other hand, the effect of nutrition on muscle damage, stress, and fatigue has been widely discussed in a large number of researches, showing that adequate nutritional intake is important to replenish the endogenous energy reserves, the refurbishment of the skeletal muscle the muscle damage repair and therefore avoid fatigue during the post-exercise recovery. Other authors have observed a correlation between intake of energy and carbohydrates prior to exercise the degree of post-exercise muscle damage.

**Aims:** 1 To assess stress psycho-physical originated by the sports physical activity professional volleyball players throughout the competition season.

2 To evaluate muscle damage throughout the competition season.

3 Determine the nutritional and food composition of intake by the players throughout the season and assess the adequacy of intake to dietary and nutritional recommendations for reference.

4 Determine the changes in anthropometric profile of the players throughout the season.

**Material and methods:** we studied a professional women's volleyball team (n = 10) during a sports season. Were collected blood samples, anthropometric, psychological data and dietary assessment at 4 times during the season: October

(T1): prior to the start of the preseason. December (T2): corresponding to 11 weeks of training (6 of pre-season and 5 of specific). March (T3): prior to playing the Cup of S.M la Reina. (10 weeks of competitive training). April (T4): Before playing the final play-off (8 weeks of competitive training).

**Results:** Serum adrenocorticotrophic hormone levels increased significantly ( $p < 0.05$ ) from basal levels during all phases of the season. In addition, the serum cortisol (C) changed during the season, with highest levels in T2 and T4. However, serum levels of Total Testosterone (TT) decreased during the season to a minimum in December and a further significant increase ( $p < 0.05$ ) in T3 and T4. The Free Testosterone (FT) presented significantly higher levels ( $p < 0.05$ ) in April from March. The TT/C ratio decreased significantly ( $p < 0.05$ ) in T2, followed by a significant increase ( $p < 0.05$ ) in T4. The TL/C ratio decreased during the season (being in March the level lower) and significantly increased during the latter part of the season in T4.

The values of anxiety and discouragement grew in T2 then lower in T3 and T4, while the values of the sleep disorder increased and control of stress in T3y T4.

Likewise, were showed an accumulation of muscle damage observed especially in Myoglobin, Creatine Kinase Lactate Dehydrogenase in T3 and T4 by the accumulation of high loads of exercise (training and match).

On the other hand, only were showed significant differences ( $p > 0.05$ ) in the vegetable proteins, P, Zn, thiamine and Ca consumption. Also were noted that consumption in kcal/kg weight / day and the consumption of carbohydrates, both in g/kg weight/day and percentage were lower than recommendations. By contrast the JVF showed increased protein consumption (g/kg weight/day and percentage) and fat (energy, percentage of energy contributing the AGS and monounsaturated and cholesterol) that the recommendations for those nutrients.

Regarding of body composition, it was observed that the players decreased significantly ( $p < 0.05$ ) the values of  $\Sigma 4P$ ,  $\Sigma 6P$ ,  $\Sigma 8P$  throughout the season.

**Conclusions:** The result of stress hormones, psychological test and muscle damage markers showed to stress psycho-physical and the muscle damage is accumulated throughout the season. In addition, their behavior suggests an overreaching after the pre-season, however showing a correct adaptation in the two most important moments of the season (Copa de S.M la Reina and the final play-off for the title).

Likewise, an increase in muscle mass and decrease in fat mass, especially in the first phases of the season, also, the players did not meet the criteria of quantity and quality of their diets for a correct sports performance and health.



# CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN





## **1. Historia del Voleibol.**

Según la Federación internacional de voleibol (Fédération Internationale De Volleyball, 2012), William Morgan (1870-1942) originario de Nueva York (EE.UU.), es considerado como el inventor del Voleibol, inicialmente llamado "Mintonette". Morgan realizó sus estudios de pregrado en el Springfield College de la YMCA (Young Men's Christian Association), coincidiendo durante su estancia con el Dr. James Naismith, quien años antes (1891) había inventado el Baloncesto.

Tras graduarse, fue trasladado en el verano de 1895 al centro de Holyoke en Massachussets, donde fue nombrado Director del Departamento de Educación Física, cuya función entre otras, era la de desarrollar y dirigir un programa de ejercicios y clases deportivas para hombres adultos. Durante su estancia, llegó a la conclusión de que necesitaba un tipo de juego recreativo que le permitiera hacer sus clases más dinámicas y como no encontró ningún juego que se ajustara a sus deseos, comenzó a desarrollar sus propios métodos y experiencias prácticas en el gimnasio de la YMCA.

Al final, Morgan pidió a la firma Spalding A.G & BROS que le fabricaran un balón, surgiendo así el balón de cuero con una cámara interna, cuya circunferencia oscilaba entre 63,5 - 68,6 cm y su peso entre 252 - 336 gr. Como el resultado fue satisfactorio, Morgan solicitó a dos de sus amigos de Holyoke, el Dr. Frank Wood y John Lynch que, basándose en sus sugerencias, desarrollaran los conceptos básicos del juego así como las diez primeras reglas. El nombre original del nuevo juego fue "Mintonette".

### **1.1. Los primeros años.**

A principios de 1896 la YMCA de Springfield organizó una serie de conferencias, donde se le pidió a Morgan que hiciese una demostración de su juego en el nuevo estadio del colegio (Dearing, 2007). Tras la explicación y posterior demostración, el profesor Alfred T. Halstead propuso el cambio de nombre de

Mintonette a "Volley Ball" (balón en vuelo o voleado) por el vuelo que realizaba el balón de un lado a otro. Este nombre fue aceptado por Morgan, permaneciendo hasta 1952 en que la USVBA (United States Volleyball Association) propuso unirlo en una sola palabra "Volleyball".

Durante estas conferencias se creó un Comité de trabajo con el fin de estudiar las Reglas, así como para el desarrollo, promoción y enseñanza del voleibol. Como resultado se redactó un breve informe sobre las características del juego y las primeras reglas que se publicaron en la revista "Physical Education" en Julio de 1896, con el título "The Original Game of Volleyball". Posteriormente, en 1897 las reglas de juego fueron publicadas en el primer manual de la Liga Norteamericana de deportes de la Y.M.C.A.

En 1900 se produce la primera modificación de las Reglas de Juego que afectaba principalmente a la altura de la red que se subió a 7 pies y 6 pulgadas (229,1 cm), se extendía la duración de los sets a 21 puntos y la regla del "dribling" fue eliminada.

## **1.2. La expansión del voleibol por el mundo.**

En 1907, el voleibol era ya uno de los deportes más populares en Estados Unidos, debido entre otras cosas a que los directores de Educación Física de la YMCA, consiguieron introducirlo en todas sus sociedades de Norteamérica, quienes junto con el ejército norteamericano propagaran de una forma u otra el nuevo deporte en el resto del mundo.

Así, Canadá fue el primer país que adoptó el juego fuera de USA en 1900, haciendo lo mismo otros países como Japón en 1908, Filipinas y China en 1910, Birmania y la India. También fue pronta la incursión en Cuba (1905), Méjico (1908) y en el resto de Suramérica.

En 1916, El artículo que publicó Robert C. Cubbon en la *Spalding Volleyball Guide* dejaba clara constancia de la rápida expansión del Voleibol en los Estados

Unidos. Según sus estimaciones, el número de jugadores superaba los 200.000, distribuidos del siguiente modo: 70.000 en YMCA (niños, chicos y adultos), 50.000 en YWCA (chicas y mujeres), otros 25.000 en escuelas de niños y niñas y 10.000 en universidades para varones.

### **1.3. La introducción del voleibol en Europa.**

Importante para el desarrollo del Voleibol fue su introducción en Europa, que llegó gracias a los soldados americanos combatientes en la primera Guerra Mundial que lo practicaban en las playas francesas de Normandía y Bretaña en 1915. En Italia se introdujo en 1917 por los aviadores destinados a la base aérea de Porto Corsini en Rávena. Su popularidad creció rápidamente y sobre todo en Rusia y los países del Este de Europa donde llegó por influencias tanto europeas como asiáticas y donde debido a las condiciones climáticas de frío que favorecen su práctica en salas cubiertas, comienza a alcanzar un mayor desarrollo como futuro deporte de competición. La 1ª Guerra Mundial también permitió que la expansión fuese un hecho en África, siendo Egipto en 1915 el primer país en adoptarlo.

Por esta época el nivel de práctica es tan alto que las fuerzas militares americanas llegaron a tener hasta 16.000 soldados que lo practicaban por todo el territorio bélico. Se llegaron incluso a enviar miles de balones y redes a los pelotones, informando a los jefes deportivos aliados en qué consistía el juego.

En los Juegos Inter - Aliados que se organizaron en París en 1919, el Voleibol no pudo ser incluido en el programa porque el conocimiento y nivel de los 18 equipos aliados no permitía una competición justa y equilibrada.

### **1.4. La introducción y expansión del voleibol en España.**

La entrada del Voleibol (balonvolea) en España tiene su origen en el año 1920, cuando un grupo de hombres de negocios que se trasladaban con frecuencia a Francia comenzaron a practicarlo en las playas de Mongat (Barcelona) (Eras & Comité Olímpico Español, 1965). Así, entre el año 1924 y 1925 la Escuela Central de

Educación Física de Toledo publica en España la traducción de las primeras Reglas de Juego de Balonvolea (Eras & Comité Olímpico Español, 1965; Vidal & Torrent, 1985), pero no es hasta terminada la Guerra Civil cuando comienza a organizarse el voleibol y aunque no es un deporte oficial, se empieza a practicar en el ámbito escolar a través de la organización del Frente de Juventudes y de la Sección Femenina.

Y es en 1927 o 1928 cuando las autoridades deportivas, observando que el balonvolea se practicaba ya por todo el territorio nacional, que disponía de Federación Internacional y que se preveía que iba a ser incluido en el Comité Olímpico Internacional (1957), se propusieron organizarlo oficialmente creando sus órganos de gobierno, federaciones provinciales, etcétera, aunque agregándolo a la Federación Española de Balonmano.

A principios del año 1950, la Delegación Nacional de Deportes solicitó a la Federación Española de Baloncesto que encuadrara dentro del seno de su federación al balonvolea. Asimismo, pidió a la Federación de Baloncesto un plan de organización viable y compatible, ya que en la próxima temporada, 1950-51, debería organizarse competiciones oficiales.

En febrero de 1953, el Comité Directivo de la Federación Española de Baloncesto decidió efectuar los trámites necesarios para afiliar a la Sección de voleibol a la FIVB.

Después de los primeros años, 1950-56, en los que la Federación de Baloncesto había conseguido que el voleibol empezara a funcionar, le siguió un período, 1957-59, en el que aparece un descenso del interés y falta de organización en las Federaciones Provinciales.

Estando a punto de iniciarse la temporada 1958-59, se reunieron en el Negociado de las Federaciones de la Delegación Nacional de Deportes, el jefe de Federaciones y el Vicepresidente de la Sección de Voleibol y el presidente de la Federación Española de Rugby y es tras esta reunión cuando se decide integrar al

voleibol dentro de la Federación de Rugby, manteniendo la misma estructura y organización que se tenía en la Federación de Baloncesto.

Al inicio de la temporada siguiente, la 1959-60, la Federación Española de Baloncesto comunica a las autoridades deportivas que no se cumplió lo pactado en el Negociado de Federaciones, es decir, que la Sección de voleibol quedará integrada dentro de la Federación de Rugby. Por tanto, se volvía a estar en una situación parecida a la temporada anterior.

Ante todos estos pormenores, la Delegación Nacional de Deportes decide crear en diciembre de 1959, la Federación Española de Balonvolea/Voleibol, cuyo presidente será don Benito López Arjona, que venía desempeñando la vicepresidencia de la Sección desde 1950. El día 26 de enero de 1960, la Federación Española de Voleibol queda constituida en su primera reunión como órgano federativo.

### **1.5. El profesionalismo.**

Durante los años 20 y comienzos de los 30 muchos países comienzan a organizar sus propios campeonatos nacionales, adaptando cada uno de ellos, de forma particular, las reglas de juego según las necesidades y características de su población.

En Estados Unidos y los países de su área de influencia el reglamento estaba más estructurado: la rotación de los jugadores, la limitación de los pases a tres, el número de jugadores por equipo, las dimensiones del campo, etc. En cambio en Asia, debido a la cualidades físicas y psíquicas de la población, hacen que las dimensiones del terreno de juego sean de 11 m. x 22 m., la altura de la red sea de 2,30 m. para los hombres y 2,00 m. para las mujeres, que el número de jugadores fuera de 9 en Japón y de 14 en China, en 1927 se adoptó el formato de 9 contra 9. En estas comunidades no existía la rotación y en el saque se permitían dos intentos.

En 1922, en el centro de la Y.M.C.A. de Brooklyn, se jugó el primer Campeonato Nacional de Estados Unidos, con la participación de equipos de once estados y Canadá (Dearing, 2007), todos ellos pertenecientes a la Y.M.C.A. Ese año, se proclamó campeón el equipo de Pittsburg.

Fue a partir de 1928, año en el que se funda la "*American Volleyball Association*", entidad encargada de la organización de dichos campeonatos, cuando estos quedan abiertos a todos los equipos.

El primer Campeonato Universitario de Japón se jugó en el año 1918, y en 1929 se creó la Federación Japonesa de Voleibol (Bertucci, Bertucci, & Hippolyte, 1985), y en 1927 según la Federación internacional de voleibol (FIVB) (*Fédération Internationale De Volleyball*, 2012), se comenzó a organizar campeonatos sólo en categoría masculina y manteniendo el formato de 9 jugadores contra 9.

En los Juegos Olímpicos de París, 1924, se incluye el voleibol como una demostración de deportes americanos.

En 1929 Cuba organizó el primer campeonato de Voleibol masculino durante la celebración de los Juegos Caribeños y Centroamericanos, siguiendo las reglas americanas.

En 1933 se juega en la URSS su primer Campeonato Nacional, y en 1935 la Unión Soviética juega sus primeros partidos oficiales internacionales en Moscú y Tashkent contra Afganistán.

Es en 1933 con la publicación de los libros "*Voleibol: El Juego del Hombre*" por Robert E. Laveaga, cuando tuvo un importante impacto en los métodos de enseñanza y técnicas científicas de entrenamiento y "*El voleibol para las mujeres*" de Catherine M. Montgomery muy útil para la enseñanza del juego, cuando se profundizó en las áreas más metodológicas del entrenamiento del voleibol.

El primer país árabe y africano que organizó actividades de Voleibol fue Egipto, que en 1947 creó su Federación Nacional.

En 1951 China comienza a participar en competiciones internacionales y en 1953 se crea la Federación China de Voleibol. La confederación Asiática de Voleibol se funda en Manila en 1954 y, al año siguiente, se celebra en Tokio el primer Campeonato Asiático, disputándose los partidos en dos formatos, de 6 y de 9 jugadores. También en 1955, la Federación Japonesa adopta las Reglas Internacionales de Juego.

En 1955 el Voleibol fue introducido en el programa oficial de los Juegos Panamericanos.

En 1957, la Federación Internacional de Deporte Universitario (FIDU), celebró unos Juegos Universitarios en París (antecedente de las Universiadas), en cuyo programa se incluye el Voleibol. En dichos juegos participó un equipo femenino universitario español.

En 1959 la FIDU introduce el Voleibol en el programa de los Primeros Juegos Universitarios celebrados en Turín. También, en este año, se desarrollan las primeras iniciativas para la celebración de la Copa de Europa de clubes, pero, solamente en la categoría masculina.

En 1963 se disputa la primera Copa de Europa de Clubes y el 21 de Octubre del mismo año se crea la Confederación Europea de Voleibol.

El Voleibol de competición se da a conocer en España mediante las actividades desarrolladas por la Sección Femenina y el Frente de Juventudes a partir del año 1940 (Eras & Comité Olímpico Español, 1965), introduciéndose en los Juegos Escolares y en los Campeonatos Universitarios en el año 1951. El primer Campeonato de España federado se celebra en el año 1951, quedando campeón la Agrupación Deportiva Bomberos de Barcelona.

#### **1.6. La fundación de la federación internacional de voleibol.**

En 1934, durante la celebración del Congreso de la Federación Internacional de Balonmano, en Estocolmo, se dan los primeros pasos para establecer unas

relaciones internacionales en el Voleibol y a petición de Polonia se crea, dentro de esta Federación, un comité especial para el Voleibol.

Los posteriores contactos para tratar de fundar la Federación Internacional de Voleibol tienen lugar durante los Juegos Olímpicos de Berlín, en el año 1936, cuando se formó un Comité Técnico de Voleibol, dentro de la Federación de Balonmano, formado por representantes de Polonia, Checoslovaquia, Alemania, Estonia y Estados Unidos, al que se le unieron 22 países de los cuales 13 eran europeos, 5 africanos y 4 asiáticos. A partir de aquí, se establece comunicación entre Federaciones y equipos nacionales que se vieron interrumpidos por el comienzo de la Segunda Guerra Mundial.

La comunicación y relación con los directivos polacos, una vez acabada la guerra, determinó la necesidad de crear una organización internacional de Voleibol y la importancia de trabajar unidos en esa dirección. Frierhood sería, posteriormente, Presidente de la USVBA y Vicepresidente de la FIVB.

En Enero de 1946, el Spartak de Praga se desplazó a Polonia con su equipo de Baloncesto y durante su estancia en Varsovia, tuvo lugar una reunión entre los representantes de la Federación Polaca con sus colegas de la Federación Checoslovaca. En esta reunión se decidió que la Federación Polaca se encargaría de promover las relaciones con la Unión Soviética y los países balcánicos, mientras que la Federación Checoslovaca lo haría con los países del sur y del oeste de Europa.

Como consecuencia, el 26 de Agosto de 1946 se jugó, en Praga, el primer partido internacional de la historia de Checoslovaquia contra la selección de Francia, partido que finalizó con la victoria de los checos por 3-0 y al que asistieron unos cinco mil espectadores.

Con motivo de este partido tuvo lugar una reunión informal, en el *Graf Coffee House* de Praga, de los representantes de las Federaciones polaca, checoslovaca y francesa. Esta primera reunión fue seguida de otra con un carácter más oficial. Al inicio de la reunión se leyó una declaración de apoyo de las



Federaciones italiana, yugoslava, rumana y belga y a continuación se procedió al establecimiento de lo que se denominó "Comisión autónoma de Voleibol" que quedó compuesta por los siguientes miembros: Presidente Ronald Wirsyllo (Polonia); Vicepresidente Paul Libaud (Francia); Secretario General Josef Cebalka (Checoslovaquia); y un representante de cada uno de los siguientes países: Unión Soviética, Estados Unidos y Rumanía. El objetivo principal de la Comisión fue, legislar la fundación de la FIVB y establecer los siguientes puntos prioritarios:

- Dar la mayor difusión y publicidad posible del Voleibol en todos los países del mundo.

- Crear un conjunto de Reglas unificadas, partiendo de las reglas básicas americanas.

- La organización del Campeonato de Europa o del Mundo en Praga.

- La inclusión del Voleibol en el programa de los Juegos Olímpicos.

- La celebración de un congreso constituyente que tuviera lugar en París en 1947.

Dicho congreso constituyente tuvo lugar desde el 18 al 20 de abril de 1947 en París y contó con la participación de las siguientes catorce naciones: Bélgica, Brasil, Checoslovaquia, Egipto, Francia, Holanda, Hungría, Italia, Polonia, Portugal, Rumanía, Uruguay, Estados Unidos y Yugoslavia. El Sr. Libaud fue elegido primer presidente de la FIVB y la sede de la misma se estableció en París donde permanecieron durante los siguientes 37 años, hasta su traslado a Lausana, en 1984 con motivo de la elección de D. Rubén Acosta como presidente de la FIVB.

Otra de las decisiones importantes del congreso fundacional es la creación de la "Comisión de Reglas de Juego" y la "Comisión de arbitraje.

La Sección de Balonvolea de la Federación Española de Baloncesto es admitida como país miembro de la FIVB Durante el III Congreso de la FIVB, celebrado en noviembre de 1953 en Bucarest.

### **1.7. Campeonatos del Mundo.**

Tras la fundación del FIVB y durante el II Congreso de la FIVB que tiene lugar en Praga en el año 1949, se celebra el Primer Campeonato del Mundo Masculino en el que participaron diez equipos, todos ellos europeos. Simultáneamente, se juegan los Primeros Campeonatos de Europa Femeninos, con la participación de siete países. Durante este Congreso se lleva a cabo la aprobación de las Reglas Internacionales de Juego. Previo a esto campeonatos, en septiembre de 1948, se celebra en Roma el primer Campeonato de Europa con la participación de seis naciones: Checoslovaquia, (Campeón), Francia (2º) e Italia (3ª) además de Holanda, Portugal y Bélgica.

En 1952 se celebra en Moscú el Primer Campeonato del Mundo Femenino, en el que participaron ocho equipos representando a Francia, Hungría, India, Rumanía, Checoslovaquia, Polonia, Bulgaria y Rusia y que fue ganado por esta última.

### **1.8. Copa del Mundo**

En el Congreso de 1964, celebrado en Tokio, se aprueba otra de las competiciones más importantes de la FIVB, la Copa del Mundo. Al año siguiente, Polonia albergó la primera Copa del Mundo masculina .y en 1973, en Uruguay, tenía lugar la primera Copa del Mundo femenina, ambas ganadas por la URSS. Tras las dos primeras ediciones masculinas y la primera femenina, Japón mantuvo la dinámica hospedando en 1977 la tercera Copa del mundo masculina y la segunda femenina. Desde entonces y hasta la fecha, con el patrocinio de Fuji Television y cada cuatro años, la Copa del Mundo viendo siendo un evento mayúsculo del Voleibol, que además clasifica a tres equipos para los Juegos Olímpicos.

### **1.9. Juegos Olímpicos.**

Por el prestigio que se ganó en Múnich en la sesión del COI de 1959, el Voleibol quedó incorporado a la lista de deportes oficiales de los Juegos Olímpicos. Y por vez primera, durante los Juegos Olímpicos de Tokio de 1964, se celebró competiciones de Voleibol con diez equipos masculinos, y medalla de oro para la URSS, y seis femeninos, terminando Japón en lo más alto del podio, a raíz de lo cual el fenómeno del Voleibol se extendió por todo el país. Treinta y dos años más tarde, el Voleibol de Playa, uno de los deportes con mayor crecimiento en el mundo, había de hacer su debut olímpico en los Juegos de Atlanta, confirmando así los éxitos que venía cosechando esta segunda disciplina del Voleibol. El Voleibol y el Voleibol de Playa tuvieron asimismo muchísimo éxito durante los Juegos de Atenas de 2004 y los de Pekín de 2008, siendo de hecho dos de los deportes que más entusiasmo despertaron.



## **2. El equipo Haro Rioja Vóley en la temporada 2011/2012.**

### **2.1. Club Voleibol Haro: Reseña histórica.**

El Club Voleibol Haro se fundó en 1.996 por un grupo de jóvenes de la Ciudad jarrera interesadas por el deporte en general, y el voleibol en particular.

Este grupo de personas practicaban este deporte dentro de la Agrupación Deportiva Cíamar. La primera temporada el Club contaba con un equipo sénior masculino y equipos femeninos desde categorías juveniles hasta benjamines, comprometiéndose, en una política de potenciar las categorías inferiores y la organización de diferentes torneos al objeto de promocionar este deporte en la Rioja.

En la temporada 2002/03 se creó el equipo sénior femenino, completando así todas las categorías femeninas del Club. Esa misma temporada el equipo ascendió a 2ª División Nacional, compitiendo con equipos vascos, navarros y cántabros.

En la temporada 2004/2005, tras dos temporadas en la 2ª División Nacional con una brillante participación deportiva, finalmente se consigue el ascenso a 1ª División Nacional tras una emocionante fase final en Laredo, con lo que daría la oportunidad de competir en todo el norte de España.

La primera temporada en esta categoría se consigue lo que parecía inalcanzable, la clasificación para la fase de ascenso a liga FEV (3ª división de voleibol), cuya organización de este importante evento recae en el Club Voleibol Haro. De esta forma, se viven en la Ciudad de Haro y su comarca unas jornadas inolvidables de voleibol, con un público volcado en nuestro equipo, lo que permitió, al final uno de los grandes éxitos de este Club, el ascenso a liga FEV.

En la temporada del debut (2003/04) el equipo sénior femenino obtiene un meritorio quinto puesto, teniendo que medirse con equipos con mucha calidad deportiva.

La temporada siguiente (2004/05) y tras una gran temporada el equipo se queda a un solo set de alcanzar la fase de ascenso, obteniendo un tercer puesto muy importante, siendo el Club Voleibol Sanse y el Club Voleibol Marinada de La Coruña los que acuden a la fase de ascenso. Mientras la afición por el voleibol en la Ciudad de Haro se ve incrementada considerablemente y consolidándose como una de las mejores de la liga FEV.

En la temporada 2005/06 se consigue el hito histórico (hasta entonces) de, tras quedar segundas en el Grupo A, participar en la fase de ascenso junto con el Club Voleibol Ciutadella de Menorca, Palma Vóley de Palma de Mallorca y el Club Voleibol Sanse de San Sebastián de los Reyes. El Haro Rioja Vóley se adjudica todos los encuentros celebrados en el Polideportivo El Ferial produciéndose un cuádruple empate a tres victorias, no ascendiendo a Superliga por diferencias de set.

La siguiente temporada 2006/07, se repite el hecho de jugar la fase de ascenso que se disputa en Mallorca, perdiendo en semifinales, pero logrando así incorporándose por derecho propio, al quedar las segundas en la liga, a la recién creada Superliga 2, compuesta por los diez mejores equipos de la liga FEV.

En la temporada siguiente (2007/08), en su primer año en Superliga 2, se consigue el 13 de Enero proclamarse campeón de la primera edición de la Copa de la Princesa, jugando la final ante el anfitrión y equipo vecino el Club Voleibol Miranda. Esta misma temporada, el 1 de Marzo consiguió matemáticamente el ascenso a Superliga (máxima categoría del voleibol nacional), a tres jornadas de finalizar la competición y el 8 de Marzo se proclama campeón de liga Superliga 2, a dos jornadas de finalizar la competición.

Se consigue esta temporada algo verdaderamente histórico, ser campeones de todas las competiciones en las que participa, Copa de la Princesa y Liga, y con ello el ansiado ascenso a la máxima categoría del voleibol nacional, incorporándose a ese selecto grupo de doce equipos mejores de España, una de las competiciones mejores del mundo.

La temporada 2008/09 se clasifica 8º en la liga regular, disputando por ello, los playoff por el título de liga, otro hito histórico del Club al quedar por primera vez dentro de los ocho primeros equipos de la máxima categoría nacional de voleibol.

Las temporadas 2009/10 y 2010/2011 se clasifica 5º en la liga regular, consiguiendo con ello disputar los play-off por el título.

Es en la temporada 2011/2012 cuando el equipo consigue el primer título de la máxima categoría del voleibol femenino nacional, haciéndose en Salou con la Copa de S.M la Reina. Este mismo año se clasifica en 2º lugar y tras un apretado play-off semi-final consigue disputar el play-off final que finalmente pierde ante Valeriano Menorca.

La temporada 2012/2013 se convierte en la mejor temporada de la historia del club, ya que consigue los 3 títulos que se disputan durante la temporada como son la Supercopa de España, la copa de S. M. la Reina y la Liga.





## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO



### 3. Características del voleibol.

El voleibol es un deporte en el que dos equipos se enfrentan en una cancha rectangular de 18 x 9 m en voleibol indoor o 16 x 8 m en vóley playa, separados por una red central, a una altura de 2,43 m en varones y 2,24 m en mujeres, de forma que no existe contacto físico entre ambos equipos. El objetivo del juego es anotar puntos enviando el balón por encima de la red mediante golpes limpios, habitualmente de manos y brazos al suelo del equipo contrario y de la misma forma se debe impedir esta misma acción por parte del equipo contrario (Federation Internationale de Volleyball, 2012).

El punto comienza con el saque, acción por la que se envía directamente la pelota al equipo contrario, para que este lo juegue. Cada equipo tiene tres golpes para devolver el balón, además del golpe de bloqueo, acción esta que consiste en intentar evitar que la pelota cruce la red hacia la zona del equipo que lo realiza. Tras el saque, el primer golpe que se realiza es el de recepción, golpe realizado con los antebrazos, seguido va el golpe colocación realizado con los dedos de ambas manos y finalmente el golpe de remate realizado con una mano y por el que se intenta imprimir la máxima potencia para conseguir el punto (Fédération Internationale de Volleyball, 2012).

Existen distintas modalidades de voleibol a nivel internacional, el voleibol indoor o voleibol, el vóley playa y el voleibol sentado, variante esta última para deportistas discapacitados; también existen otras modalidades recreacionales como el cachimbol o el ecua vóley.

- El voleibol indoor es la versión tradicional y la en la que nos vamos a centrar en este estudio. Cada equipo juega con seis jugadores que pueden ser sustituidos con condiciones. Tres de los jugadores forman la línea delantera, en tareas de ataque y los otros tres se colocan detrás y actúan de defensores. El partido no tiene una duración determinada, ya que lo gana el mejor de 5 sets de 25 puntos con 2 de ventaja, con excepción del 5º set que lo gana el primero que

llegue a 15 puntos también con dos de ventaja (Fédération Internationale de Volleyball, 2012).

- El vóley playa es una variante de voleibol que se juega sobre arena, generalmente en la playa, aunque son muy populares los torneos en localidades del interior con campos artificiales. El número de componentes en competiciones oficiales establece equipos de dos jugadores sin opción a ningún cambio. Los partidos se disputan a tres sets, esto es, gana el primero que venza dos. Cada set se juega a 21 puntos con dos de ventaja, y el set decisivo, en caso de ser necesario el tercero, a 15 puntos con dos de ventaja. Cada 7 puntos disputados (o 5 en el tercer set) se produce un cambio de campo (Federation Internationale de Volleyball, 2009).
- El vóley sentado tiene características similares en relación al número de jugadores y la forma de puntuar al voleibol indoor a excepción de que los jugadores se encuentran sentados en el suelo y padecen una discapacidad (World Organisation Volleyball for Disabled, 2011).

### **3.1 Entrenamiento en voleibol.**

La temporada de voleibol se divide en dos fases, pretemporada y periodo competitivo que a su vez se puede subdividir en otros periodos en función de los distintos torneos, como copa de S.M el Rey o S.M la Reina y play-offs.

A nivel profesional la fase de pretemporada se desarrolla a lo largo de entre seis y ocho semanas con un volumen de entrenamiento semanal que oscila entre 22 y 29 horas. Este periodo es el utilizado para realizar la preparación física que permita desarrollar o mejorar las características necesarias para satisfacer las demandas de los partidos. Aunque puede variar dependiendo de la posición de los jugadores en el equipo, por lo general incluirá un trabajo de gimnasio para desarrollar la fuerza y la potencia que además se complementará con el entrenamiento de la velocidad y el acondicionamiento aeróbico. En ese mismo periodo, a medida que se acerca el inicio de la temporada, hay un mayor enfoque en

el desarrollo y perfeccionamiento técnico-táctico además de que los equipos también participan en una serie de partidos de pretemporada.

Durante la temporada competitiva los equipos entrenan entre 20 y 30 horas semanales, con el objetivo de mantener la técnica, la forma física y la fuerza, además tienen sesiones específicas dedicadas a la recuperación y rehabilitación de golpes o lesiones que se producen habitualmente.

### **3.2 Competición de voleibol.**

En España durante la temporada oficial se juegan los siguientes torneos de voleibol:

**Liga regular:** Es la que se juega a lo largo de la temporada. Habitualmente se juega un partido semanal. Se juegan a doble vuelta y se alterna un partido jugado en campo propio con otro en campo del contrario lo que origina un desplazamiento.

**Play offs:** Se juegan al finalizar la liga regular (Abril). Lo disputan habitualmente los 4 o 8 mejores equipos de la liga regular, en función del número de participantes en la liga regular. El objeto es conocer el equipo ganador de la temporada. Se realizan con el método de eliminatorias directas al mejor de 5 partidos. Se juegan 2 o 3 partidos semanales en los que se incluyen partidos en campo propio y en campo del contrario, lo que origina desplazamientos.

**Torneo de copa:** Habitualmente lo juegan los 7 mejores equipos de la liga regular hasta ese momento, junto con el equipo organizador. Se juega a lo largo de un fin de semana durante la fase regular (Febrero o Marzo), con eliminatorias a partido único. Se designa una sede donde todos los equipos se concentran.

### **3.3 Características físicas y antropométricas del jugador de voleibol.**

En el voleibol, las habilidades técnico- tácticas, las características antropométricas y las capacidades físicas de los jugadores son los factores más

importantes que contribuyen al éxito de un equipo en las distintas competiciones (Hakkinen, 1993).

Debido a la altura a la que se encuentra la red, un buen juego aéreo representa el dominio de la misma y por lo tanto el del juego. Por ello las características fundamentales que deben poseer los jugadores de voleibol son una buena estatura junto a un potente salto vertical para realizar los frecuentes bloqueos y remates que durante un partido se dan y de esta forma conseguir el dominio del juego (Tian, 2006).

Además, se ha observado en los últimos años que existe una tendencia a que los equipos busquen jugadores con características físicas que faciliten un mayor ataque, como son un potente salto en el saque, un gran ataque desde las líneas defensivas y un bloqueo agresivo (Tian, 2006).

La versatilidad y la rapidez son las cualidades a desarrollar en el actual voleibol. "Versatilidad" no sólo para estar bien preparados en relación a las necesidades específicas de una posición, sino que también deben poseer altos niveles de otras habilidades como el saque, colocación, remate, bloqueo y defensa y "La rapidez" para moverse adecuadamente en la cancha (Huang FZ, 1992).

Entre todos los indicadores del rendimiento físico en voleibol, la velocidad y la potencia son los más importantes, en particular, el salto vertical (Jin, Liu, Zhang, & Gai, 2007). Tian y colaboradores (Tian, 2006) encontraron una correlación positiva entre la capacidad de salto y el número de remates, bloqueos y saques en un partido.

En general, las características antropométricas que los jugadores de voleibol deben tener son alta estatura con piernas relativamente más largas en relación al tronco, deben tener una alta masa magra, con una gran diferencia entre el perímetro de brazo relajado y brazo en tensión, una mano ancha, la pelvis estrecha, larga pantorrilla, tobillos delgados, largo tendón de Aquiles, y anchos pero no largos pies (Tian, 2006).

### **3.4 Características fisiológicas del voleibol.**

Desde un punto de vista fisiológico, el voleibol siempre ha sido descrito como un deporte de fuerza explosiva, habilidad y velocidad, predominantemente anaeróbico. Debido a las reglas de juego y a la estructura de los partidos, los jugadores de voleibol realizan frecuentes acciones cortas de alta intensidad (sprints, diferentes saltos para bloquear y rematar y distintos movimientos que se producen en la cancha durante su práctica), seguidos de períodos de baja intensidad donde tienen la oportunidad de recuperar (Gabbett & Georgieff, 2007; González-Rave, Arija, & Clemente-Suarez, 2011). La fase de trabajo que representa el tiempo en el que se está disputando cada punto, suele ser ligeramente más corto que la fase de recuperación que es el tiempo entre puntos. Los jugadores de voleibol, por tanto, deben ser capaces de generar energía rápidamente, a la vez también deben ser capaces de recuperar rápidamente en previsión del punto siguiente. En consecuencia, los sistemas aeróbico y anaeróbico deben estar bien desarrollados para permitir que el jugador rinda al máximo (Gabbett & Georgieff, 2007; Hakkinen, 1993).

El adenosín trifosfato (ATP) es la forma de energía principal del cuerpo humano. Los nutrientes consumidos por los deportistas son reducidos por el sistema gastrointestinal en componentes básicos que son utilizados a nivel celular para producir ATP a través de una serie de vías bioquímicas interconectadas (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006). El ATP, a su vez, es utilizado por el cuerpo en general y por los músculos esqueléticos en particular para generar la energía necesaria para correr, saltar o realizar las distintas destrezas específicas del voleibol. Son las demandas de energía las que establecen cómo es utilizado el ATP por el cuerpo y el entrenamiento interviene en la regulación de los procesos bioquímicos que las células utilizan para producir, almacenar y distribuir ATP. Por lo tanto, los métodos de entrenamiento de un deportista deben diseñarse para aumentar la disponibilidad de energía y la eficiencia de utilización de ATP de una manera específica en cada deporte.

Además de los depósitos intracelulares de "fosfatos de alta energías" como el ATP y la fosfocreatina (CP), los seres humanos disponemos de otras fuentes potenciales de combustible metabólico. Estas incluyen los lípidos almacenados (triglicéridos musculares y tejido adiposo), glucosa almacenada (glucógeno en el hígado y músculo) y proteínas almacenadas (el propio tejido muscular) (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006; Wilmore & Costill, 2004). Cada una de estas fuentes de combustible puede utilizarse en la producción de ATP durante el entrenamiento o competición. La complejidad de la ruta bioquímica de cada una de estas diferentes fuentes de energía afecta a la facilidad y velocidad con que cada una es utilizada. Algunas, como el ATP, son fuentes de energía disponibles inmediatamente, mientras que otras requieren reacciones químicas adicionales con el fin de proporcionar ATP. Cada una, sin embargo, en última instancia sirve como sustrato para la producción de ATP por una de las tres vías bioquímicas: el sistema ATP-CP, glucólisis anaeróbica o metabolismo oxidativo.

De estas tres vías metabólicas que conducen a la síntesis de ATP, dos (la vía del ATP-CP y el sistema de glucólisis anaerobio) producen cantidades limitadas de ATP a altas velocidades en ausencia de oxígeno. La tercera vía, que requiere oxígeno y en consecuencia, se conoce como el sistema oxidativo o respiratorio, produce casi 20 veces más ATP que las vías anaeróbicas. Sin embargo, son necesarias más reacciones químicas para producir esta cantidad de ATP y por lo tanto la tasa de producción de ATP es relativamente más lenta que la de las vías anaeróbicas (Nelson & Cox, 2008; Tymoczko, Berg, & Stryer, 2010).

El sistema ATP-CP, la glucólisis anaeróbica y el metabolismo oxidativo no funcionan de forma independiente. Aunque las tres vías tienen características diferentes en términos de tasa de producción y capacidad de generación de energía, las 3 vías trabajan en conjunto para satisfacer las necesidades de energía del deportista utilizando toda la gama de fuentes de combustible. La contribución relativa de cada sistema depende de la duración y la intensidad del ejercicio impuesto en el cuerpo. Por ejemplo, un nadador participando en un evento de



desafío de aguas abiertas de 25 km usará grasa y glucógeno como fuentes de combustible oxidante primario durante el nado. Por el contrario, un jugador de voleibol utilizará el sistema de fosfato de alta energía (ATP-CP) y la glucogenolisis / glucólisis anaeróbica como combustible para el funcionamiento muscular durante las fases de trabajo, y luego durante las fases de recuperación el jugador utilizará vías aeróbicas para reponer los almacenes intracelulares de ATP-CP y mioglobina oxigenada. Cuanto más se alarga un punto, es más probable que el jugador dependa del metabolismo anaeróbico para la producción de ATP, y por tanto generará (y acumulará) ácido láctico. Durante las fases de recuperación, el ácido láctico se elimina de los tejidos. Por tanto, si conocemos las necesidades metabólicas de cada deporte y como contribuye cada vía de producción de energía, nos permitirá desarrollar programas específicos para cada deporte y desarrollar entrenamientos apropiados para cada sistema de energía (Gabbett & Georgieff, 2007).

Los recientes cambios las reglas (por ejemplo, la aplicación del sistema de anotación punto-jugada) han reducido la duración de los set y de los partidos de voleibol (aproximadamente a 90 minutos) (Gabbett & Georgieff, 2007) y en consecuencia ha alterado las demandas metabólicas de este deporte. Previo a este cambio, el tiempo medio de un set en un partido femenino con puntuación "side-out" era aproximadamente de 23 min y el del partido de 1 h 46 min, mientras que con la nueva forma de puntuar ese promedio ha bajado a 20 min, y 1 h 38 min, respetivamente (Van Heest, 2003). En partidos masculinos también ha disminuido a un promedio de 24 min el set y el partido aproximadamente a 1 h 29 min. Así, algunos estudios han sugerido que el tiempo de trabajo en voleibol dura de 4 a 30 s (con una media de aproximadamente 9 s), con intervalos de recuperación entre puntos de una duración de 10 a 20 s (con una media de aproximadamente de 12 s) (Van Heest, 2003). Según esta obra la relación trabajo y descanso es de 1: 1,3, mientras que otros autores proponen relaciones superiores de 1:3 en mujeres y de 1:5,5 en hombres (Esper, 2003). Teniendo en cuenta la intensidad y la energía requerida durante las fases de trabajo, puede esperarse que un jugador de voleibol utilice el sistema de fosfato de alta energía (ATP-CP) y la glucólisis anaeróbica

para generar ATP durante el juego. Se ha estimado que durante las actividades de alta intensidad en las fases de trabajo se utiliza el sistema ATP-CP un 90% del tiempo, mientras que la glucólisis anaeróbica sólo es utilizada un 10%. Sin embargo, gracias al tiempo relativamente largo disponible para la recuperación entre puntos (así como durante las sustituciones y los tiempos muertos) permite al deportista reponer los depósitos de ATP y fosfocreatina intramuscular aeróbicamente en previsión de la próxima fase de trabajo de alta intensidad. Así se ha estimado que las demandas de energía global del voleibol indoor (incluyendo períodos de trabajo y de descanso) se suministran por una combinación de las tres rutas de producción de energía en las siguientes proporciones: Sistema ATP-CP (40%); el sistema glucólisis anaerobia (10%); y el metabolismo aeróbico (50%) (Van Heest, 2003).

Por tanto, la condición aeróbica es esencial en la preparación del jugador de voleibol para entrenamientos de alta carga y para la competición en lo que fundamentalmente es un deporte de potencia. Un jugador que posea una sólida base aeróbica será capaz de generar energía a través de vías aeróbicas a intensidades más altas, elevando el "umbral anaeróbico". Además, el jugador bien entrenado se recuperará más rápidamente durante los intervalos de descanso durante y entre los sets de un partido (Van Heest, 2003).

En resumen, los jugadores de voleibol generan energía para una potente contracción muscular principalmente mediante el sistema ATP-CP y la glucólisis anaeróbica. Sus programas de entrenamiento deben diseñarse para mejorar estos sistemas de energía. Además, los jugadores de voleibol deben poseer una buena aptitud aeróbica para asegurar la adecuada recuperación entre puntos y entre sets. De hecho, los cambios en las reglas en voleibol indoor parece que ha incrementado la demanda de producción de energía rápida. Como el voleibol es un deporte en continuo crecimiento, parece probable que se terminará convirtiendo en un juego de mayor potencia todavía. Por lo tanto, un buen sistema anaerobio que se fundamente en una base aeróbica sólida, es fundamental para el éxito del jugador de voleibol moderno.

### 3.5 Características psicológicas del voleibol.

En el nuevo sistema de juego (punto - jugada) y debido a la evolución física evidente observada en el voleibol internacional, las capacidades psicológicas, se vuelven imprescindibles para el éxito del personal y del equipo, por ello, deben conocerse y ser trabajadas adecuadamente. La gran cantidad de variables que intervienen en un partido de voleibol y el nivel de precisión y eficacia requerido de los jugadores ha aumentado mucho con este nuevo sistema de juego (Noce & Samulski, 2002). Según o Noce y colaboradores (Noce & Samulski, 2002) las principales características psicológicas necesarias para el juego de voleibol son:

- **Atención:** Los jugadores deben tener bien desarrollada la atención, así como dominar las distintas formas de manifestarse (atención selectiva y otras). Debido al nuevo sistema de juego se disminuye la duración de los partidos, lo que provoca que el jugador deba estar mucho más atento a los distintos estímulos que se producen durante los mismos para poder mantener un alto nivel de precisión en su rendimiento.
- **Percepción:** La percepción es vital para el proceso de toma de decisiones. Así, los jugadores más expertos perciben y seleccionan más rápidamente los estímulos más relevantes del entorno. Debido a la rapidez del juego, el hecho de que un jugador no perciba estímulos relevantes del ambiente puede costar un punto que valga el set, el partido o hasta el mismo campeonato.
- **Memoria:** El jugador debe acordarse de las características tanto del equipo adversario como de su propio equipo, así como de las cualidades de los jugadores que los forman para elaborar un plan de acción más eficaz.
- **Toma de Decisiones:** La toma de decisiones es el proceso final de la acción del jugador. Su eficacia depende del nivel de desarrollo de las otras capacidades anteriormente citadas. Una buena capacidad de toma de decisiones incluye la elaboración de un plan táctico (qué, cuándo y cómo realizar las acciones) y son vitales para el éxito del equipo.

- **Motivación:** La motivación es una de las cualidades ms importantes en el voleibol moderno, debido a que existe un mayor equilibrio entre los rivales de los partidos. Así un equipo inferior técnica, táctica y físicamente puede vencer si es capaz de ser estable psicológicamente (y, naturalmente actuar con regularidad en sus actuaciones) y si el adversario presenta una postura relajada. La dinámica del juego permite que un equipo en desventaja tenga la esperanza de alcanzar un resultado positivo.

- **Control emocional:** El jugador /equipo que no sabe administrar sus emociones puede sufrir grandes perjuicios en su rendimiento, pudiendo comprometer el resultado de un set o de un partido. Como las presiones ambientales aumentan en cantidad y complejidad, se hace necesario un perfeccionamiento más cuidadoso de esta capacidad que entre otras, es responsable por la presión y la regularidad del jugador.

#### 4. Deportes de equipo: El voleibol.

Los deportes de equipo o conjunto, en general son deportes con pelota que suelen estar clasificados desde un punto de vista fisiológico, como deportes intermitentes de alta intensidad o deportes de sprints múltiples, ya que alternan diferentes tipos de movimientos en cuanto a intensidad, duración, frecuencia y características cinéticas. Los deportistas que forman parte de estos equipos son hábiles, operan dentro de los límites de unas estrategias y tácticas bien diseñadas y han desarrollado altas habilidades de toma de decisiones (Billaut, Gore, & Aughey, 2012). También requieren mantener tanto una alta capacidad aeróbica, como anaeróbica, durante el tiempo que dura la actividad (en voleibol no existe un tiempo determinado de juego), por ello estos deportes se definen como mixtos o aeróbico-anaeróbico alternado o acíclicos. Se trata de especialidades deportivas mixtas caracterizadas por la combinación de acciones de gran intensidad (carrera submáxima y sprints) intercalados con periodos de recuperación (actividades de baja intensidad o pausas) de duración variable, durante un periodo de tiempo relativamente largo (el tiempo total del partido), y en los que la contribución energética proviene de los sistemas aeróbico y anaeróbico (Edge, Bishop, Goodman, & Dawson, 2005; Spencer, Fitzsimons, Dawson, Bishop, & Goodman, 2006). En estas modalidades deportivas la actividad del jugador se caracteriza por un volumen considerable de desplazamientos de intensidad media y baja (velocidades inferiores a 5 m/s), donde la energía es suministrada por el metabolismo aeróbico, y numerosos esfuerzos de corta duración (3-8 segundos) y máxima intensidad (de velocidad superior a 7 m/s) en los que la contribución principal procede del metabolismo anaeróbico aláctico, intercalados con cortos periodos de recuperación (Spencer et al., 2006). Los parámetros antropométricos y los altos niveles de fuerza, potencia y velocidad de golpeo son los aspectos de mayor importancia para obtener ventaja, para el éxito en los jugadores de elite (Gorostiaga, Granados, Ibáñez, González-Badillo, & Izquierdo, 2006). Los deportes de equipo aunque comparten la característica de

tener patrones de actividad intermitente de alta intensidad, existe una gran variabilidad de características entre deportes, entre posiciones y estilos dentro del mismo deporte y de un partido a otro. Esto crea una diversidad de problemas fisiológicos y necesidades nutricionales en los deportistas que practican deporte de equipo.

Los jugadores de voleibol al igual que los de otros deportes de equipo están obligados habitualmente a repetir esfuerzos máximos o cercanos a máximos (por ejemplo, sprints 'total' de  $\leq 10$  segundos) durante un período prolongado de tiempo (1 a 2 horas) (Bishop, 2010). En relación a estos sprints, es importante definir dos tipos diferentes: los sprint intermitentes y sprint repetidos. Así el sprint intermitente son sprints de corta duración ( $<10$  segundos), intercalados con períodos de recuperación suficientemente largos (60-300 segundos) para permitir casi una completa recuperación (Balsom, Seger, Sjodin, & Ekblom, 1992a). Sin embargo, los sprint repetidos se caracterizan por sprints de corta duración ( $<10$  segundos) intercalados con períodos de recuperación breve (generalmente  $<60$  segundos). La principal diferencia es que durante el sprint intermitente apenas hay una disminución del rendimiento (Balsom, Seger, Sjodin, & Ekblom, 1992b; Bishop & Claudius, 2005), mientras que durante los sprint repetidos existe un marcado decremento del rendimiento (Edge et al., 2005; Spencer et al., 2006). Además, muchos deportes de equipo requieren que sus atletas realicen saltos explosivos o aceleraciones (González-Rave et al., 2011) como en el caso del voleibol (Córdova, Martin, Reyes, & Alvarez-Mon, 2004; González-Rave et al., 2011). Esto sugiere que las necesidades físicas para el rendimiento de los deportes de equipo incluyen disponer de velocidad, fuerza y potencia, capacidad de realizar sprint repetidos e intermitentes así como una buena resistencia aeróbica (para acelerar la recuperación entre sprints) (Bishop, 2010).

## 5. Necesidades nutricionales e ingestas recomendadas para deportistas.

La ingesta energética adecuada para el deportista, es la que le permite mantener un peso corporal adecuado para el óptimo rendimiento y maximiza los efectos del entrenamiento (González-Gross, Gutiérrez, Mesa, Ruiz-Ruiz, & Castillo, 2001). Los deportistas necesitan conocer estas necesidades aunque en el contexto deportivo no se pueden determinar con exactitud (Burke, 2009). Habitualmente nos encontramos con la problemática de que algunos deportistas (sobre todo, las mujeres y si estas compiten en categorías de peso, deportes estéticos o deportes de resistencia de larga duración) no cubren sus necesidades energéticas, principalmente por un bajo aporte de carbohidratos (CHO) (Loucks, Kiens, & Wright, 2011), lo que conlleva a una pérdida del tejido magro y a deficiencias en micronutrientes (American Dietetic Association et al., 2009). Para el cálculo del gasto energético hay que tener en cuenta una serie de componentes y factores.

**Tabla 5.1. Componentes y factores del gastos energético en el deporte.**

		Factores
Gasto total de energía total diaria	Composición corporal	- Masa corporal
		- Cantidad de masa magra
		- Cantidad ósea
	Crecimiento	- Desarrollo muscular
		- Embarazo
		- Lactancia
	Tasa Metabólica Basal (TMB) (60-70%)	- Genética
		- Edad
		- Sexo
		- Hormonas
Ejercicio y Actividad Física Voluntaria (AFV)	- Tipo de ejercicio	
	- Intensidad de ejercicio	
	- Duración del ejercicio	
Actividad Física Espontánea (AFE)	- Genética	
	- Activación hormonal (hormonas simpático-adrenales)	
Efecto Térmico de los Alimentos (ETA) (10-15%)	- Cantidad de alimento	
	- Tipo de alimento (las proteínas tienen hasta un 30% de ETA).	

Debemos considerar que estos componentes varían de un individuo a otro, por lo que las necesidades energéticas son diferentes en cada modalidad deportiva y entre los individuos de una misma modalidad dependiendo del rol de juego. También hay que tener en cuenta el periodo de la temporada y el tipo de entrenamiento que se está realizando (Holway & Spriet, 2011).

La tabla 5.1 muestra los componentes y factores que influyen en el gasto energético en el deporte.

### **5.1. Estimación de las necesidades energéticas.**

Conocer las necesidades de energía y en qué cantidad y proporción deben ser suministrados los diferentes sustratos energéticos es el primer objetivo nutricional de los deportistas. Teóricamente se han establecido los requerimientos de energía de las diferentes prácticas deportivas por distintos procedimientos (Burke, 2009).

Por ejemplo, un deportista de resistencia aeróbica tiene un metabolismo energético muy eficiente ya que consigue un mayor uso de los lípidos como combustible (a nivel intramuscular), consiguiendo un menor gasto calórico a una intensidad relativa, lo que provoca que los cálculos energéticos teóricos se sobrestimen (Urdampilleta, Martínez, López Grueso, & Guerrero López, 2011). Sin embargo, un deportista de fuerza tiene más cantidad de tejido magro lo que hace que sus necesidades energéticas puedan ser superiores a las teóricas al tener mayor gasto energético por unidad de tiempo en reposo y durante la actividad deportiva (Slater & Phillips, 2011). No obstante, resulta de interés conocer diferentes métodos para la estimación de necesidades energéticas en el deporte (American Dietetic Association et al., 2009):

#### **5.1.1. Calorimetría indirecta.**

El gasto energético (GE) es calculado por la relación entre el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y la producción de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) en el aire espirado.



Esta relación se denomina coeficiente respiratorio (CR) y se considera un reflejo de lo que sucede en el interior de las células en condiciones normales. En función del CR se conoce el equivalente energético para el oxígeno, o cantidad de energía liberada en la combustión de un sustrato al consumirse un litro de oxígeno y que equivale a 4,825 kcal, valor obtenido como media ponderada de los valores que se obtienen al oxidar los carbohidratos, grasas y proteínas (5,05 kcal/l, 4,7 kcal/l y 4,5 kcal/l respectivamente) (Loucks et al., 2011; Urdampilleta et al., 2011). En la tabla 5.2 se describen diferentes ecuaciones para obtener el gasto energético (GE) a través de calorimetría indirecta:

**Tabla 5.2. Ecuaciones para la estimación del GE para calorimetría indirecta.**

<b>Gasto energético en función del O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> urinario (urea + nitrógeno no ureico)</b>	<b>Autor</b>
$GE \text{ (Kcal)} = 3,926 VO_2 \text{ (L)} + 1,102 VCO_2 \text{ (L)} - 2,17 N \text{ (g)}$	Weiro
$GE \text{ (Kcal)} = 5,780 VO_2 \text{ (L)} + 1,160 VCO_2 \text{ (L)} - 2,98 N \text{ (g)}$	Consolazi
<b>Gasto energético en función del O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> obviando la recolección de orina durante 24 horas</b>	
$GE \text{ (Kcal)} = 3,90 VO_2 \text{ (L)} + 1,10 VCO_2 \text{ (L)}$	Weiro
$GE \text{ (Kcal)} = 3,71 VO_2 \text{ (L)} + 1,14 VCO_2 \text{ (L)}$	Consolazi

Adaptada de Urdampilleta A, 2011 (Urdampilleta et al., 2011).

### **5.1.2. Mediciones isotópicas.**

Las mediciones isotópicas es el método considerado en la actualidad como el "patrón oro" para estimar la medición del GE diario. En él, el participante ingiere una cantidad de agua que ha sido marcada con isotopos estables de oxígeno e hidrógeno ( $^2H_2^{18}O$ ) (Schoeller & Hnilicka, 1996). Las diferentes vías de eliminación del deuterio ( $^2H$ ) y del oxígeno ( $^{18}O$ ) permiten medir la producción de dióxido de carbono total, que mediante ecuaciones matemáticas permite estimar el GE. Este método se lleva a cabo durante varios días y no es útil para medir el ejercicio

agudo (American Dietetic Association et al., 2009). Aunque se trata de una técnica precisa, no es la más utilizada en deporte.

### 5.1.3. Ecuaciones de predicción.

El cálculo del GE se basa en el empleo de ecuaciones de predicción para el cálculo de la tasa metabólica en reposo (TMR) y del gasto energético por actividad diaria (GEAF) (Manore & Thompson, 2000). Dado que estas ecuaciones se han obtenido a partir de poblaciones de adultos, esencialmente sedentarios, pueden diferir en su validez cuando son aplicadas a grupos específicos como es el caso de los deportistas (Burke, 2009) (Tabla 5.3):

**Tabla 5.3. Ecuaciones de predicción de la TMR más utilizadas en deportistas.**

Fórmula de predicción	Comentarios
<p><i>Institute of Medicine, 2000</i> (Institute of Medicine., 2005)</p> <p><u>Hombre adulto</u>= <math>662 - 9.53 + AF \times [15.91 \times \text{peso}(\text{kg}) + 539.6 \times \text{talla}(\text{m})]</math></p> <p><u>Mujer adulta</u>= <math>354 - 6.91 + AF \times [9.36 \times \text{peso}(\text{kg}) + 726 \times \text{talla}(\text{m})]</math></p>	<p>Nivel AF según:</p> <p>1,0-1,39: Actividades sedentarias y diarias como tareas del hogar, caminar, ir en autobús, etc.</p> <p>1,4-1,56: Baja actividad, tareas diarias y 30-60 minutos/día de moderada actividad como caminar 5-7km/hora.</p> <p>1,6-1,89: Actividades activas y diarias, más 60 minutos/día de actividad moderada.</p> <p>1,9-2,5: muy activa, actividades diarias, con 60 minutos/día de actividad moderada más 60 minutos/día de actividad vigorosa o 120 minutos/día de actividad moderada</p>
<p><i>Cunningham, 1980</i> (Cunningham, 1980)</p> <p><u>TMR</u>= <math>500 + 22 \times (\text{masa corporal magra en kg})</math></p>	<p>Mayor predicción de TMR en deportistas de ambos sexos con entrenamiento de resistencia en función de la masa magra (libre de grasa).</p>
<p><i>De Lorenzo, 1999</i> (De Lorenzo et al., 1999)</p> <p><u>TMR hombres</u>= <math>-857 + 9.0 \times (\text{masa corporal en kg}) + 11,7 \times (-\text{altura en cm})</math></p>	<p>51 deportistas hombres que participaban en entrenamientos intensivos de waterpolo, judo y karate.</p>

AF: actividad física; TMR: Tasa metabólica en reposo.

Otro aspecto a resaltar en este apartado, es el cálculo del gasto calórico realizado según el tipo de AF que el atleta realice que se debería sumar a la TMR. El más usado y recomendado son los MET (*Metabolic Equivalent of Task*) registrados durante 24 horas (Ainsworth et al., 2000), o equivalente metabólico.

**Tabla 5.4. Estimación de los METs para diferentes modalidades deportivas.**

MET	Actividad	MET	Actividad
8,0	Montar en bicicleta general	6,0	Clase de aerobic
5,0	Tenis, dobles	6,5	Aerobic step general
4,0	Vóleibol	7,0	Bádminton competición
4,0	Atletismo de lanzamiento de martillo, disco o tiro	6,0	Baloncesto general
6,0	Atletismo (salto de altura, salto de longitud, triple salto, jabalina, salto con pértiga)	4,0	Entrenamiento (futbol, baloncesto, beisbol, natación)
10,0	Atletismo (carrera de obstáculos)	12,0	Boxeo general en ring
7,0	Remo estático, ergómetro general	8,0	Futbol general
8,0	Correr 5mph (12 min/milla)	12,0	Balonmano general
10,0	Correr 6mph (10 min/milla)	7,0	Tenis general
11,5	Correr 7mph (8,5 min/milla)	4,0	Motocross
13,5	Correr 8mph (7,5 min/milla)	6,0	Pádel general
15,0	Correr 9mph (6,5 min/milla)	10,0	Nadar estilo libre rápido
16,0	Correr 10mph (6 min/milla)	7,0	Nadar estilo libre lento
18,0	Correr 10.9mph (5,5 min/milla)	7,0	Esquiar general

Adaptada de Ainsworth BE, 2000 (Ainsworth et al., 2000).

Se define como el número de calorías consumidas por minuto en una actividad, relativa al metabolismo basal (**1 MET = 1 kcal/kg/h = 3,5 ml/kg/min de O<sub>2</sub>**). Son válidos para adultos de 40-64 años, en ancianos deberían ser más

bajos y más altos en jóvenes (Institute of Medicine., 2005). En la tabla 4 se muestran algunos ejemplos.

Ejemplo del cálculo del GEAF de una persona de 70kg que realiza tenis durante 45 minutos cada día:

$$\text{GEAF} = 7\text{METs} * 70\text{kg} * (45\text{min}/60\text{min}) = 367,5 \text{ kcal}$$

La limitación de las estimaciones del GEAF por este método es la gran variabilidad individual en relación al nivel de condición física, destreza, coordinación, eficiencia, condiciones ambientales, intensidad o carácter del esfuerzo (Urdampilleta et al., 2011).

## **5.2. Necesidades de macronutrientes.**

### **5.2.1. Carbohidratos (CHO).**

Existe un elevado consenso con respecto a que los deportistas deben consumir un alto contenido de CHO en su dieta, de manera que suponga un 55-65% de la ingesta calórica total (Burke, Hawley, Wong, & Jeukendrup, 2011; Urdampilleta et al., 2011). La mayoría de los deportes se realizan a intensidades superiores al 60-70% del  $\text{VO}_2\text{max}$  (González-Gross et al., 2001), excepto deportes de muy larga duración (raids de aventura, ultratrails, maratones de montaña,...) con intensidades medias del 60-65%  $\text{VO}_2\text{max}$ , siendo la oxidación de los lípidos intramusculares (lipólisis) el combustible prioritario (Urdampilleta et al., 2011), aunque en función del perfil del recorrido (desniveles, cuesta arriba y abajo) puede implicar la utilización de la glucólisis en diferente medida. Hay estudios que alegan que la intensidad de máxima oxidación de lípidos en sedentarios y en deportistas de resistencia está entre el 60 y 65% del  $\text{VO}_2\text{max}$  (Del Coso, Hamouti, Ortega, & Mora-Rodríguez, 2010), mientras que en deportistas que entrenan a diario puede ser superior al 60% del  $\text{VO}_2\text{max}$  (equivalente a 5-7g de CHO/ kg peso corporal/ día) (Baar & McGee, 2008; Burke et al., 2011) e incluso puede llegar a 9-11g

CHO/kg peso corporal/ día, cuando están en la fase competitiva o se entrenan dos veces/ día (Jeukendrup, 2010).

La restauración del glucógeno muscular y hepático, es el objetivo fundamental de recuperación entre sesiones de entrenamiento o eventos deportivos, sobre todo cuando se realizan múltiples sesiones dentro de un periodo de tiempo considerado (Holway & Spriet, 2011). En la tabla 5.5 se describen las directrices y necesidades de CHO según diferentes situaciones.

**Tabla 5.5. Recomendaciones de ingesta de CHO en el deporte según la situación.**

Situación aguda	Cantidad de CHO	Recomendaciones del tipo y tiempo de ingesta de CHO
Recuperación post-ejercicio o carga de CHO previo a ejercicios de menos de 90 minutos de duración.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>7-12 g/kg/día</b> (recuperación general).</li> <li>- <b>10-12 g/kg/día</b> (36-48 horas antes).</li> </ul>	Elegir alimentos ricos en CHO, bajos en fibra y residuos, de fácil uso para asegurar que se cumplen los objetivos de energía y tránsito intestinal.
Recuperación rápida post-ejercicio (tiempo de recuperación entre sesiones menor a 8 horas).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>1-1,2 g/kg/hora</b> justo post-ejercicio hasta las primeras 4 horas.</li> <li>- CHO en pequeñas cantidades cada 15-60 minutos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede haber beneficios en el consumo de pequeños tentempiés de manera regular.</li> <li>- Alimentos y bebidas ricas en CHO pueden ayudar a asegurar que se cumplen los objetivos de energía.</li> </ul>
Comida pre-ejercicio para aumentar disponibilidad de CHO.	- <b>1-4g/kg</b> (1-4 horas antes).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El momento, cantidad y tipo de alimentos y bebidas ricas en CHO deben ser elegidos según las necesidades del evento y a las preferencias/experiencias individuales.</li> <li>- Se deben evitar las opciones con alto contenido en fibra/grasa/proteína para reducir el riesgo de problemas gastrointestinales durante el evento.</li> <li>- Proporcionar opciones con bajo índice glucémico, como fuente de energía en situaciones en las que los CHO no pueden ser consumidos durante el evento.</li> </ul>

Cont.

<p>Durante ejercicios de menos de 45 minutos de duración. Ejemplos: 1500m a nado, carreras populares (5-15km), carreras de velocidad (400, 1500m), remo olímpico.</p>	<p>Pequeñas cantidades <b>(30-60 g CHO/ hora).</b></p>	<p>Se debe valorar la intensidad del esfuerzo del entrenamiento y/o competición, puede no necesitarse la ingesta de CHO. Utilización de amplia variedad de bebidas y productos deportivos, pueden proporcionar CHO de fácil uso.</p>
<p>Durante ejercicio mantenido de alta intensidad. Entre 45-75 minutos. Ejemplos: triatlón sprint, pruebas individuales de contrarreloj (ciclismo).</p>	<p><b>30-60 g/hora.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La oportunidad para consumir alimentos y bebidas varían de acuerdo con las reglas y naturaleza de la modalidad deportiva.</li> <li>- Existe una variedad de opciones dietéticas y productos deportivos especializados en forma de líquido o sólido.</li> </ul>
<p>Durante ejercicio de ultra-resistencia. Más de 2,5-3 horas. Ejemplos: Triatlón de larga distancia, ironman, 100km de carrera a pie, ciclismo (grandes vueltas, como el tour de Francia, vuelta a España, carreras por etapas), deportes de raqueta.</p>	<p><b>60-90 g/hora.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Como la situación anterior.</li> <li>- Un mayor consumo de CHO se asocian a un mejor rendimiento.</li> <li>- Productos que ofrecen múltiples CHO transportables (mezcla de glucosa: fructosa, 2:1 respectivamente) se alcanzan altas tasas de oxidación de CHO consumidos durante el ejercicio.</li> </ul>

Cont.

Situación crónica o cotidiana	Cantidad de CHO	Recomendaciones del tipo y tiempo de ingesta de CHO
<p>Recuperación diaria de las necesidades de nutrientes energéticos para deportistas con un programa de entrenamiento muy exigente. Estos objetivos puede ser particularmente adecuados para deportistas con gran masa muscular o que necesitan reducir la ingesta calórica para perder peso.</p>	<b>3-5 g/kg/día.</b>	<p>- El momento de la ingesta puede ser elegido para promover una rápida recuperación o proporcionar CHO en función de las sesiones de entrenamiento diario. Si las necesidades totales de CHO ya están cubiertas, el patrón de consumo puede individualizarse.</p> <p>- Alimentos o combinaciones ricas en proteínas e CHO permitirá que el deportista conozca los objetivos nutricionales en otras situaciones.</p>
<p>Recuperación diaria de las necesidades energéticas para deportistas que siguen un plan de ejercicio moderado (&lt;1 hora de ejercicio).</p>	<b>5-7 g/kg/día.</b>	
<p>Recuperación diaria de las necesidades de combustibles energéticos para deportistas de resistencia aeróbica (entre 1-3 horas de ejercicio de moderada a alta intensidad).</p>	<b>6-10 g/kg/día.</b>	
<p>Recuperación diaria de las necesidades de combustibles energéticos que realizan un programa de ejercicio extremo (&gt; 4-5 horas de ejercicio de moderada a alta de intensidad como el Tour de Francia)</p>	<b>8-12 g/kg/día.</b>	

Adaptada de Burke, 2009 (Burke, 2009) y 2011 (Burke et al., 2011) y Jeukendrup, 2010 (Jeukendrup, 2010).



### 5.2.2. Proteínas.

Las necesidades proteicas de los deportistas han recibido una atención considerable en las investigaciones realizadas hasta la actualidad. No solo en cuanto a si los deportes incrementan dichas necesidades, sino también en relación a si determinados aminoácidos (aa) son beneficiosos para el rendimiento. En general, las proteínas no son consideradas como fuente energética durante la actividad física, ya que los CHO y los lípidos desempeñan esta función. No obstante, en deportes de larga duración, cuando los depósitos de glucógeno se vacían y la grasa corporal no es totalmente biodisponible (solamente lo es la que se almacenan a nivel intramuscular) se produce proteólisis para la obtención de energía, bien por vía directa a nivel intramuscular (aa ramificados) o indirectamente formando glucógeno a través de aa glucogénicos (ciclo glucosa-alanina) (Urdampilleta, Vicente-Salar, & Martínez Sanz, 2012).

Sin lugar a dudas, determinar la cantidad adecuada de proteínas y aa esenciales en la dieta en diferentes estados fisiológicos es de gran importancia para el colectivo deportivo, ya que un déficit proteico produce una disminución de la capacidad de generar la máxima potencia muscular (Moore et al., 2009). Las necesidades mínimas recomendadas de proteínas para los deportistas varían según el carácter del esfuerzo, las cuales se muestran en la tabla 5.6.

**Tabla 5.6. Necesidades proteínicas en el deporte.**

<b>Grupo de colectivo</b>	<b>Cantidad de proteína necesaria (g/kg peso/día)</b>
Recreativo	0,8-1
Físicamente activos	1,0-1,4
Entrenamiento de fuerza, mantenimiento	1,2-1,4
Entrenamiento de fuerza	1,6-1,8
Entrenamientos de resistencia	1,2-1,4
Adolescentes	1,5-2
Mujeres	15% por debajo de lo requerido en los deportistas varones
Ganancia de masa muscular	1,7-1,8 + Ingesta calórica positiva (400-500 kcal/ día, para ganar 0,5 kg de musculo/semana)

Adaptada de Urdampilleta, 2012 (Urdampilleta et al., 2012).

### **5.2.3. Lípidos.**

Los lípidos son un componente necesario de la dieta, que proporciona energía y elementos esenciales, como las vitaminas A, D, K y E. El rango aceptable es de 20-35% de la ingesta energética total (el 20%, durante el periodo competitivo, y el 35%, sólo cuando la ingesta de AGM es superior a un 15-20%), teniendo en cuenta una proporción del 7-10% para los ácidos grasos saturados (AGS), 10% para los poliinsaturados (AGP) y superior a 10-15% de los monoinsaturados (AGM) (American Dietetic Association et al., 2009).

Actualmente se está investigando sobre la utilidad de los ácidos grasos omega 3 (ácidos grasos poliinsaturados) en el deporte, por su efecto antiinflamatorio. Se han descrito unos requerimientos diarios de 350-400mg/día y se pueden alcanzar dosis terapéuticas de 2 g/día, únicamente a través de la suplementación con ácido eicosapentanoico (EPA) o ácido docosahexanoico (DHA)

(Villegas García, Martínez, López Román, Martínez González, & Luque Rubia, 2004). En el contexto deportivo tomar demasiados AGP puede ser perjudicial, ya que son más susceptibles a peroxidaciones lipídicas, sin embargo, los AGM son los ideales para el deporte, porque aportan energía rápida, son cardiosaludables y son menos susceptibles a peroxidaciones.

### **5.3. Necesidades de micronutrientes.**

Los micronutrientes (vitaminas y minerales), juegan un papel importante en muchas rutas metabólicas (producción de energía, síntesis de hemoglobina, mantenimiento de la salud ósea, función inmunológica, protección contra el daño oxidativo, síntesis y reparación del tejido muscular durante la recuperación post-ejercicio y lesiones, etc.) (American Dietetic Association et al., 2009).

El entrenamiento da lugar a un aumento de los requerimientos de micronutrientes, por una pérdida de estos. Los deportistas con mayor riesgo de déficit de micronutrientes son aquellos que restringen la ingesta de energía, o quienes realizan severas prácticas dietéticas para perder peso, eliminando uno o varios grupos de alimentos de su dieta, o quienes consumen dietas con una alta cantidad de CHO y baja densidad de micronutrientes (Burke & Hawley, 2006; Whiting & Barabash, 2006). Los deportistas que adoptan este tipo de comportamientos, puede que necesiten tomar algún suplemento multivitamínico y mineral, para aumentar la ingesta de micronutrientes.

Uno de los micronutrientes que más se debe controlar especialmente en mujeres y en momentos de altas cargas de ejercicio es el hierro. Mielgo y colaboradores observaron que aunque las jugadoras profesionales de voleibol (JVF) tenían una ingesta dietética adecuada de hierro, estas mostraron estados de déficit pre-latente y latente (pre anemia) de los depósitos de hierro (Mielgo-Ayuso, Urdampilleta, Martínez-Sanz, & Seco, 2012).

Hoy en día solo se han establecido ingestas diarias de referencia (IDR) para personas sanas y en condiciones de actividad ligera. Por ello, además de las IDR,

debemos considerar los niveles de ingesta adecuada (IA) y de ingesta tolerable (ILs), junto con las consideraciones para la actividad física (tabla 5.7). La tabla 5.7 muestra las IDR, IA y ULs de las distintas vitaminas y minerales separados por sexos, así como si existe alguna consideración específica en relación a la actividad física para ese micronutriente.

**Tabla 5.7. Necesidades de micronutrientes considerando la actividad física en personas de 19-50 años.**

	Hombres IDR	Mujeres IDR	IA	ULs	Consideraciones para Actividad Física
<b>VITAMINAS LIPOSOLUBLES</b>					Pueden ser almacenadas en el tejido adiposo. Durante el periodo competitivo se puede permitir una disminución de su ingesta.
Vit A ( $\mu\text{g}$ )	1000	800	3000		
Vit E (mg)	12	12	1000		Investigación insuficiente. Existe evidencia de su utilidad cuando aumenta el daño oxidativo provocado por el ejercicio.
Vit D ( $\mu\text{g}$ )	5	5	50		
Vit K ( $\mu\text{g}$ )	120	120			
<b>VITAMINAS HIDROSOLUBLES</b>					No son almacenadas por el organismo. Deben consumirse diariamente.
Vit C (mg)	60	60	2000		Efecto no demostrado. De interés como factor favorecedor de la absorción del hierro.
Tiamina (mg)	1,2	0,9			Efecto no demostrado. Se puede requerir de manera adicional en ciertos deportes.
Riboflavina (mg)	1,8	1,3-1,4			
Niacina (mg)	19-20	14-15	35		
Folato ( $\mu\text{g}$ )	400	400	1000		
Vit B <sub>6</sub> (mg)	1,8-2,1	1,6-1,7	100		Pequeños efectos.
Vit B <sub>12</sub> ( $\mu\text{g}$ )	2	2			
Vit B <sub>9</sub> Biotina ( $\mu\text{g}$ )	30	30			
Vit B <sub>5</sub> (mg)	5	5			
Colina (mg)	550	550	3500		Posibles efectos. La actividad vigorosa reduce su concentración en plasma y suplementarla puede prevenir esta reducción y mejorar moderadamente el rendimiento.

Cont.

	Hombres IDR	Mujeres IDR	IA	ULs	Consideraciones para Actividad Física
<b>MINERALES</b>					Destacan su utilidad en el deporte: hierro, zinc, calcio, sodio.
Fosforo (mg)	700-1200			4000	
Hierro (mg)	10-15	18		45	Requerimientos incrementados un 30-70% por encima de las IDR, especialmente en mujeres deportistas en la fase de menstruación.
Magnesio (mg)	350-400	330		350	Efecto no demostrado en corredores de maratón.
Zinc (mg)	11	8		40	
Cobre ( $\mu$ g)	900	900		10000	
Selenio ( $\mu$ g)	50-70	50-55		400	
Iodo ( $\mu$ g)	140-145	110-115		1100	
Molibdeno ( $\mu$ g)	45	45		2	
Calcio (mg)	800-1000			2500	Evidencia insuficiente. De interés por un posible déficit en la ingesta de los deportistas. Principal antagonista del hierro.
Flúor (mg)	4	3		10	
Cromo ( $\mu$ g)	35	25			
Manganeso (mg)	2,3	1,8		11	
Sodio (g)	1,5	1,5		2,3	Durante la actividad física es importante tomarla en las <b>bebidas isotónicas</b> en cantidades de 0,5-0,7g/l. Post-ejercicio tomar entre 0,7-1 g/l, siendo bebidas ligeramente hipertónicas.
Potasio (g)	3500				
Cloro (g)	2,3	2,3		3,6	

Tabla adaptada de Whiting, 2006 (Whiting & Barabash, 2006) y Cuervo, 2009 (Cuervo et al., 2009).

Nota: Vit: Vitamina; IDR: Ingesta Dietética Recomendada; IA: Ingesta Adecuada (IA); ILs: Ingesta Tolerable.

#### 5.4. Necesidades hídricas y de electrolitos.

Una buena hidratación es condición fundamental para optimizar el rendimiento deportivo. La importancia de los líquidos, el agua y las bebidas para deportistas (bebidas isotónicas y bebidas de recuperación), radica en el restablecimiento de la homeostasis del organismo por la pérdida de agua y electrolitos (iones) provocada por la actividad física por mecanismos como la sudoración. La sudoración es un medio de enfriamiento corporal (Murray, 2007). En una persona adulta sedentaria se considera adecuado la toma de 2 litros/día (8 vasos al día). Algunos consensos proponen 1 ml/Kcal ingerida, otros proponen 30-45 mL/Kg peso en adultos no deportistas (Ferry, 2005; Iglesias Rosado et al., 2011).

Así, existen varios documentos de recomendaciones para la población en general y para poblaciones especiales, además de para para deportistas (Palacios, Franco, Manuz, & Villegas, 2008).

Igual de importante que el agua es su composición, siendo los electrolitos fundamentales para la regulación osmótica. Son moléculas que se disocian en fase acuosa formando aniones y cationes, con diferentes funciones (American College of Sports Medicine et al., 2007), como:

- 1) Mantenimiento de la osmolaridad (sodio, cloro, etc.).
- 2) excitabilidad celular (potasio, sodio, cloro, etc.),
- 3) función endocrina (yodo),
- 4) acción antioxidante (cobre, selenio, manganeso, etc.),
- 5) función inmunológica (zinc, etc.),
- 6) función enzimática (calcio, magnesio, zinc, cromo, Molibdeno, etc.),
- 7) transporte de  $O_2$  y cadena citocromos (hierro),
- 8) coagulación sanguínea, transmisión potencial de acción, secretora, etc. (calcio),
- 9) metabolismo óseo y dental (calcio, fosforo, magnesio, flúor)

10) una cuestión tal importante en el deporte como, equilibrio ácido-base ( $\text{CO}_3\text{H}^-$ , fosforo, sodio, cloro,  $\text{NH}_4^+$ , etc.).

**Tabla 5.8. Objetivos de las bebidas deportivas y su importancia.**

Objetivos de las bebidas deportivas	Cantidades requeridas y su importancia
Aportar <b>Hidratos de Carbono (CHO)</b> .	Durante la actividad físico-deportiva se necesitan <b>30-90g de CHO/hora</b> . Las bebidas deportivas con una concentración de 6-8% de CHO son adecuadas para conseguir este objetivo. La ingesta de CHO retrasa el vaciado de los depósitos de glucógeno mejorando el rendimiento deportivo, especialmente si existen cambios de ritmo al final de la competición.
Reposición de <b>electrolitos</b> , especialmente de sodio (Na).	Se recomiendan <b>tomas de entre 0,5-0,7g/l</b> de Na en la bebida isotónica durante la actividad deportiva para evitar una posible hiponatremia. En el sudor se pierde mucha cantidad de Na, especialmente si no se está aclimatado al calor. Después de la actividad se recomiendan bebidas hipertónicas, con <b>1-1,2 g/L</b> de Na.
<b>Reposición hídrica</b>	Es necesario para <b>evitar la deshidratación</b> , especialmente cuanto se realiza actividad física por encima de los 25°C o a altas humedades relativas.  Se recomiendan tomas de entre 0,6-1 litro /hora, según la modalidad deportiva. Tendremos en cuenta la dificultad de determinadas actividades físico-deportivas para poder beber, por ejemplo: durante la carrera a pie se podrá beber menos que en bici.

Hay que tener en cuenta que cualquier tipo de actividad físico-deportiva produce eliminación de cierta cantidad de agua y electrolitos y que van a darse necesidades específicas que dependerán de múltiples factores como: condiciones fisiológicas individuales, tipo de deporte, momento de la temporada, condiciones ambientales, género, dieta o nivel de aclimatación al calor, pero como norma general las necesidades en personas activas y



deportistas serán superiores a 3 litros/hora (Rehrer, 2001). No obstante, dependiendo del tipo de modalidad deportiva, factores ambientales, características y duración de la competición se deberá tener en cuenta la realización de un protocolo de hidratación adecuado, utilizando una bebida idónea para cubrir las necesidades hídricas del deportista antes, durante y después del entrenamiento y/o evento (Murray, 2007), ya que se sabe que la hidratación es el factor más importante para mantener la salud en el deportista (González-Gross et al., 2001).

Para el mantenimiento de una buena hidratación y de electrolitos en el contexto del deporte, se utilizan las llamadas "bebidas para deportistas" cuyos objetivos principales se exponen en la tabla 5.8.

Es muy importante que la bebida tenga una buena palatabilidad, para que su toma sea apetecible, ofertando diferentes sabores al gusto del deportista.

### **5.5. Aspectos relevantes.**

1. Los deportistas entrenan prácticamente a diario y la ingesta energética proveniente de CHO ha de ser alta, siendo como mínimo de unos 5-7 g de CHO/kg de peso.
2. La ingesta proteica depende del tipo de actividad física realizada, masa muscular o sexo, pero también depende de los depósitos de glucógeno muscular almacenados y la cantidad de CHO de la dieta (a menor cantidad de CHO el catabolismo muscular es superior y en consecuencia mayor necesidad de proteínas, aunque esta situación no es idónea para el deportista). Como norma general, los deportistas necesitan ingerir alimentos proteicos y no pasar de 1,8 g de proteínas/kg/día.
3. Los deportistas han de tomar entre 20-35% de la ingesta energética proveniente de los lípidos y prioritariamente de los AGM (un mínimo del 15% en periodos no competitivos).

4. Respecto a los micronutrientes, las necesidades son muy variables según el sexo, situación fisiológica, tipo de entrenamientos, etc., pero es importante saber que las vitaminas antioxidantes (A, C y E) hay que tomarlas en periodos de descanso. En deportes de mucho impacto, o de larga duración y/o cuando el deportista es mujer, parece ser necesaria una suplementación con hierro y factores favorecedores de su absorción, en determinados periodos.
5. Con una dieta variada, de más de 2500 kcal, no es necesario ningún tipo de suplementación.

En el periodo competitivo, cuando la ingesta de lípidos se reduce a un 20% de la ingesta energética diaria total, se debe comprobar el cumplimiento de las necesidades de vitaminas liposolubles y AG esenciales. Las vitaminas liposolubles pueden ser almacenadas previamente en la grasa corporal. En este caso podríamos permitir una ingesta deficiente en estas vitaminas por una dieta pobre en lípidos.

## **6. Determinación de la composición corporal.**

### **6.1. Antropometría.**

#### **6.1.1. Introducción.**

La antropometría es una de las ciencias aplicadas al deporte que tiene mayor importancia en la evaluación de los deportistas. Ross y colaboradores (Ross & Marfell-Jones, 1983) definieron la cineantropometría como "el área de la aplicación del estudio del tamaño, forma, proporción, composición, maduración y funciones principales del ser humano". La antropometría nos ayuda a entender las posibilidades del movimiento humano en el contexto del crecimiento, el ejercicio, el rendimiento y la nutrición. La cineantropometría del deporte posibilita la valoración de las características morfológicas, así como su control durante toda la temporada deportiva. La técnica antropométrica nos permite medir el peso corporal, la estatura y diferentes longitudes, diámetros, perímetros y pliegues cutáneos. Mediante los datos obtenidos, y gracias a la aplicación de diferentes fórmulas, se puede obtener información sobre el somatotipo, la composición corporal y la proporcionalidad de diferentes partes del cuerpo (Petroski, 1999).

Los cuerpos de los deportistas que participan en diferentes deportes o modalidades difieren tanto en tamaño como en composición y forma, tal y como indican Carter (Carter & Heath, 1990) y Eiben (Dupertuis, 1974).

#### **6.1.2. Protocolo de las mediciones antropométricas**

La *International Society for the Advancement of Kineanthropometry* (ISAK) (Stewart, Marfell-Jones, Olds, & de Ridder, 2011) y el Grupo Español de Cineantropometría (GREC) (Alvero Cruz et al., 2009) han desarrollado un protocolo para la toma de medidas antropométricas con la intención de estandarizarlas y que puedan utilizarse y poder ser comparadas en todo el mundo.

### **6.1.3. Consideraciones en la realización de la toma de medidas antropométricas.**

Para la toma de los parámetros antropométricos hay que tener una serie de consideraciones que den fiabilidad a los datos que vamos a obtener, así como en el material antropométrico a emplear (Stewart et al., 2011). Estas consideraciones son:

- La exploración se realizará en una estancia suficientemente amplia y a una temperatura confortable. El sujeto estudiado estará descalzo y con la mínima ropa posible, como pantalón corto o bikini.

- Las medidas de peso corporal y estatura sufren variaciones a lo largo del día, por lo que es deseable realizarlas a primera hora de la mañana. Si esto no es posible, conviene indicar la hora del día y las condiciones del momento, como ingesta de alimentos o entrenamiento previo.

- Con el objetivo de permitir comparaciones de medidas en cualquier grupo de población, se realizarán en hemicuerpo derecho. Sin embargo en casos de limitación física o predominio en el desarrollo de alguna extremidad, se tomarán en hemicuerpo no dismórfico.

- El material será calibrado y comprobada su exactitud antes de iniciar la toma de medidas.

- La exploración se iniciará marcando los puntos anatómicos y las referencias antropométricas necesarias para el estudio. Las medidas se tomarán siguiendo un orden práctico y cómodo para el estudiado.

Además de los puntos anteriores, también se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los evaluados deben estar informados acerca de las mediciones que se les efectuarán y deberían rellenar un formulario de consentimiento, lo que resulta, en algunos casos, más que aconsejable.

- Durante los pasos de palpación, marcación y medición el evaluado permanecerá de pie y relajado, con los brazos colgando a los lados del cuerpo y los pies con una leve separación. En algunas mediciones se le pide al sujeto que ubique ambos pies juntos.

- El antropometrista deben ser siempre sensibles a creencias culturales y tradiciones del sujeto.

- Conviene recordar que todas las personas poseen un área conocida como "espacio personal" que cuando es invadida se sienten incómodos o intimidados, sobre todo cuando se está de frente a ella, por eso la mayoría de las mediciones se toman de costado o desde atrás. Además, se debe tener en cuenta que algunos sujetos pueden sentirse más cómodos siendo medidos por una persona de su mismo género.

- En algunas personas las medidas no pueden ser tomadas correctamente por factores tales como una piel extremadamente tirante, gran adiposidad subcutánea o lesión o herida. En estos casos es recomendable que no se tomen mediciones para evitar grandes errores potenciales y complicaciones.

El antropometrista no debe tomar cualquier medición que comprometa el físico o el bienestar emocional del sujeto.

## **6.2. Instrumental y anexos antropométricos.**

**Báscula:** Balanza pesa - personas con precisión de 100 gramos.

**Tallímetro o Estadiómetro:** Escala graduada preferentemente de 0 a 250 cm con precisión de 1mm para medir las tallas del individuo con una pieza deslizante que baja hasta el vértex.

**Cinta Antropométrica:** Debe ser flexible, no elástica y de anchura inferior a 7 milímetros. Tendrá un espacio sin graduar antes del cero y con escala de fácil lectura. El muelle o sistema de recogida y extensión de la cinta debe mantener la tensión constante y permitir su apropiado manejo, con precisión de 1 milímetro.

**Antropómetro o Compás Óseo Recto o Curvo:** Para medir grandes diámetros, consta de una escala graduada y sus ramas pueden ser rectas o curvas.

**Compás o Calibre de Pequeños Diámetros:** De corredera graduada con precisión de 1 mm. para medir diámetros óseos.

**Plicómetro o Compás de Pliegues Cutáneos:** Con capacidad de medida de 0 a más de 45 mm y precisión 0,2 milímetro. La presión en sus ramas es constante (10 gr/mm<sup>2</sup>) cualquiera sea su apertura. Sirve para medir el panículo adiposo.

**Segmómetro:** El instrumento original está fabricado a partir de una cinta de acero de carpintero que tiene adheridas dos ramas rectas de aproximadamente 7 cm de longitud cada una.

**Material Auxiliar:** Banco de una altura conocida para medir la altura sentada y para facilitar al antropometrista en otras tomas.

- Lápiz dermatográfico para marcar los puntos anatómicos y los antropométricos.
- Planilla de recolección de datos o proforma básica.
- Calculadora, planilla de cálculo informática o software especializado para el posterior tratamiento de los datos debido a la gran cantidad de medidas y cálculos.

**Error Técnico de Medida (E.T.M.) (%):** El tratamiento estadístico para valorar la calidad de la medida realizada por un antropometrista es el E.T.M., que se utiliza para en series repetidas de diferentes variables corporales realizadas por uno o varios evaluadores.

### 6.3. Puntos anatómicos.

Las marcas son puntos del esqueleto identificables que muestran el lugar exacto donde se debe realizar la medida. Estas marcas se localizan por palpación o por medición (Stewart et al., 2011). Para realizar una buena localización de los puntos antropométricos se deben seguir los siguientes pasos:

1. **Localización:** Se buscará el punto siguiendo las estructuras óseas con la yema del dedo.

2. **Relocalización:** Tras dejar de hacer presión sobre la piel, volveremos a localizar el punto, pero utilizando la uña del otro dedo.

3. **Marcado** con lápiz dermográfico.

4. **Confirmación** de la correcta localización: La grasa se moviliza con la presión y la piel se estira por lo que, en algunos casos, el punto puede variar cuando se deja de presionar con el dedo.

5. Cuando el lugar de medida es hallado usando una cinta antropométrica, la marca debe ser realizada en el borde de la cinta, mientras esta es mantenida en ángulo recto al eje del miembro.

Todos los puntos son identificados antes de realizar cualquier medición.

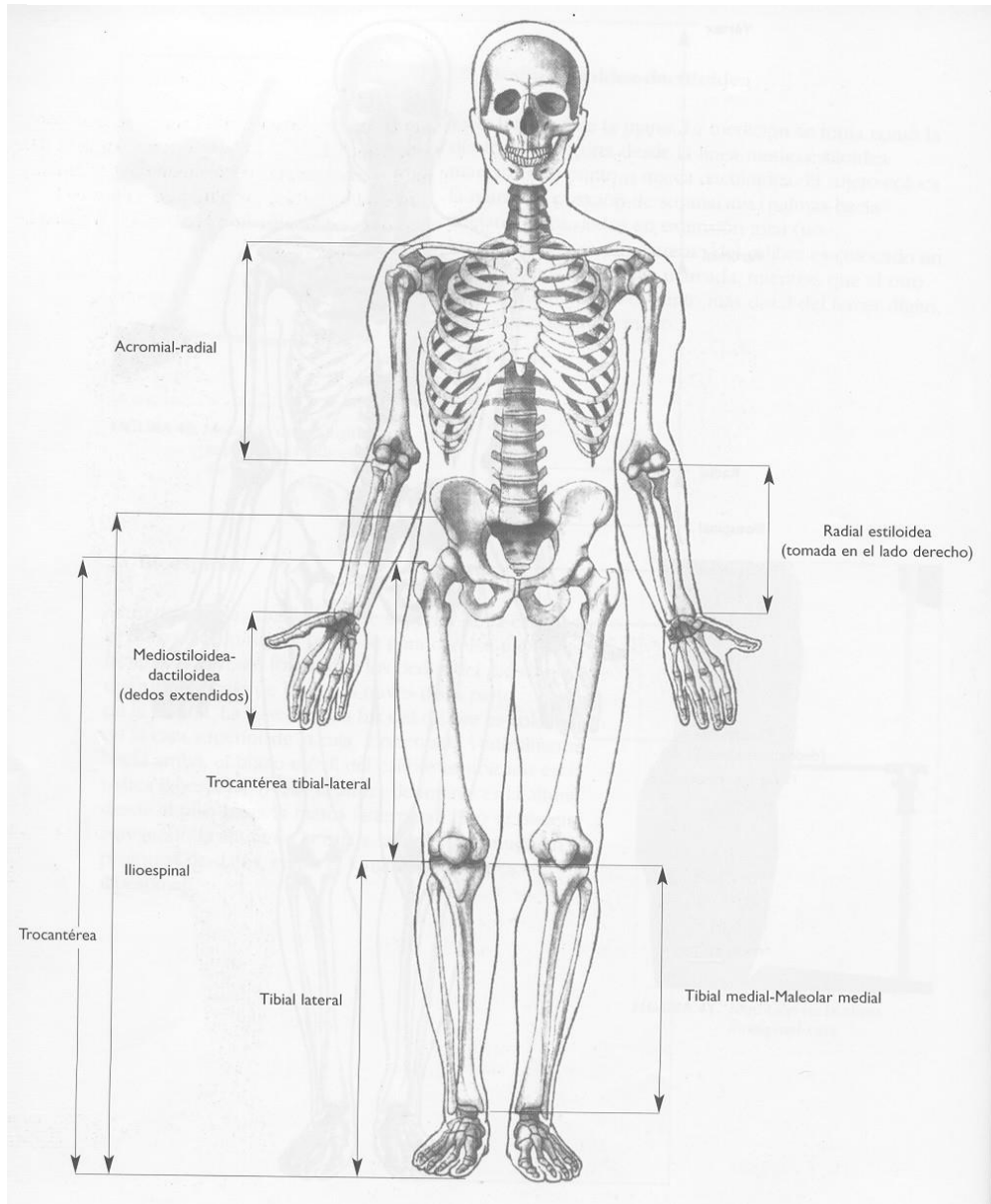
Los lugares anatómicos son identificados con nombres "latinizados" que debemos utilizar, independientemente de nuestro idioma, con el fin de facilitar la comunicación entre antropometristas de todo el mundo.

Entre todos los puntos anatómicos, algunos son imprescindibles marcar en la realización de cualquier medición entre ellos están (Figura 6.1):

**Vértex.** Es el punto superior y prominente de la cabeza en el plano medio-sagital. Será el punto superior de la cabeza cuando ésta se encuentra en el Plano de Frankfort horizontal. Para ello, el borde inferior de la órbita (*Orbitale*) debe

formar una línea imaginaria paralela al suelo con el punto más alto del conducto auditivo externo (*Tragion*).

**Figura 6.1. Puntos anatómicos. Imagen obtenida del manual del ISAK (Stewart et al., 2011).**



***Glabela o Glabella.*** Es el punto más prominente del hueso frontal, localizado en la frente, entre las cejas, en el plano medio-sagital.

***Mesoesternale.*** Se define como el punto medio del esternón a nivel del centro de la articulación de la cuarta costilla con ese hueso (articulación condroesternal). El punto se localiza a partir de la palpación sobre la parte



superior de la clavícula. Usando los dedos pulgares, el antropometrista busca hacia abajo desde la clavícula hasta encontrar el primer espacio intercostal (entre la primera y segunda costilla). El pulgar es posteriormente remplazado por el dedo índice y el procedimiento se repite buscando hacia abajo el segundo, tercero y cuarto espacio intercostal. La cuarta costilla está localizada entre los últimos dos espacios. Un chequeo extra de identificación de la costilla es que la segunda está en el nivel del ángulo del esternón que puede "sentirse" como un espinazo sobre ese hueso.

***Acromiale.*** Es el punto más lateral o externo de la apófisis acromial. Para su localización se palpa a lo largo de la espina dorsal del omoplato, hasta el borde más lateral donde protruye el extremo más grueso que corresponde al acromion, y se marca con el lápiz demográfico.

***Radiale.*** Situado en el borde superior y lateral de la cabeza del radio. Se localiza palpando en dirección caudal, desde el humero hacia la porción más inferior de la fosa lateral del codo. Colocado el dedo explorador en ese punto se realiza pasivamente una ligera prono-supinación del antebrazo provocando la rotación de la cabeza del radio y permitiendo la localización exacta de este punto anatómico.

***Mid-acromio-radiale.*** Es el punto anatómico equidistante entre la proyección lateral del acromion (punto más superior y externo) y la cabeza del radio (punto superior y lateral). Para su localización el individuo coloca el codo flexionado en un ángulo de 90°, se determina el punto medio midiendo la distancia entre los dos puntos indicados (*acromiale* y *radiale*) y con una cinta métrica se señala el punto medio en la parte lateral del brazo donde con un lápiz demográfico se hace una marca.

***Stylian.*** Es el punto anatómico más distal del extremo inferior de la apófisis estiloides del radio. Se localiza en la denominada "tabaquera anatómica" formada al extender el pulgar. Para determinarlo se coloca la una del dedo pulgar del explorador (antropometrista) en el espacio triangular limitado por los tendones

del extensor corto, largo y abductor del pulgar localizando la estiloides radial. Se comprueba la localización manipulando el pulgar de la mano del estudiado y se marca el punto con el lápiz.

***Iliocristale.*** Es el punto anatómico más externo o lateral que se puede localizar sobre la cresta iliaca. Se localiza palpando con la mano derecha el borde óseo y sujetando con la izquierda la pelvis.

***Iliospinale.*** Es el punto inferior y prominente de la espina iliaca antero superior. Palpar la cara superior del hueso iliaco y desplazarse anterior e inferiormente a lo largo de la cresta hasta que la saliente del hueso iliaco cambie de dirección hacia atrás. La marca se efectúa sobre la cara inferior de dicha espina. Una técnica que puede ayudar cuando este punto es difícil de encontrar es pedirle al sujeto que despegue el talón del piso y rote el fémur hacia fuera. Como el músculo sartorio se inserta en este punto, dicho movimiento permite ubicar el músculo y seguirlo hasta su origen.

***Trochanterion.*** Se define como el punto más superior del trocánter mayor del fémur. No es el punto más lateral. El sitio se identifica por palpación de la zona lateral del glúteo con la palma de la mano, parado detrás del sujeto. La otra mano se ubica en el lateral izquierdo del sujeto para sostenerlo, mientras se ejerce presión con la mano derecha. Una vez que se identifica el trocánter mayor, el antropometrista debe palpar hacia arriba para localizar el punto más superior del trocánter mientras el hueso puede sentirse cuando se ejerce una presión descendente.

***Tibiale laterale.*** Es el punto más superior sobre el borde lateral de la cabeza de la Tibia. Es, a menudo, un sitio difícil para localizar correctamente debido a los ligamentos laterales gruesos que corren por la articulación de la rodilla. Palpe el sitio utilizando la uña del dedo pulgar y localice el espacio de la articulación delimitado por el cóndilo lateral del fémur y la porción antero-lateral del cóndilo tibial lateral. Presione hacia abajo firmemente a fin de localizar el

borde superior y lateral de la cabeza de la tibia. Frecuentemente se le pide al sujeto que flexione y extienda la rodilla varias veces para asegurarse que la posición correcta ha sido identificada. La marca debe ser hecha aproximadamente a un tercio de la distancia entre la línea antero-posterior demarcada por el movimiento de la rodilla.

***Tibiale Mediale.*** Es el punto anatómico más proximal a la cavidad glenoidea en el borde medial de la cabeza de la tibia. El sujeto cruza la pierna derecha sobre la izquierda con la tibia paralela al suelo.

***Mid-trochanterion-Tibiale laterale.*** Es el punto equidistante entre el *trochantion* y el *tibiale laterale*. Se ubica colocando la cinta métrica entre los dos puntos citados y localizando el punto medio. Se presiona ligeramente sobre la piel tras su localización y se marca con el lápiz demográfico.

***Sphyrion Tibiale.*** Es el punto anatómico más distal del maléolo medial o interno de la tibia. Su localización se realiza desde abajo y dorsalmente.

#### **6.4. Determinación de las medidas básicas en antropometría.**

Según el manual del ISAK (Stewart et al., 2011) el protocolo de toma de la medida de peso corporal y altura se realiza de la siguiente manera:

##### **6.4.1. Determinación del peso corporal.**

Con el sujeto de pie, inmóvil, en el centro de la plataforma de la balanza, con el peso del cuerpo distribuido en forma pareja entre ambos pies, libre de contacto con cualquier objeto o superficie que hubiera alrededor, y los brazos colgados libremente a ambos lados del mismo.

##### **6.4.2. Determinación de la talla o estatura.**

Corresponde a la medida de la distancia en cm entre el vértex y el plano de sustentación. Para su medición se emplea un tallímetro o estadiómetro de tabla vertical reglada y cabecera horizontal que pueda deslizarse hasta el vértice del

cráneo. El sujeto se coloca en bipedestación, completamente estirado, con los talones juntos y apoyados en el tope posterior, de forma que el borde interno de los pies formase un ángulo de aproximadamente 60°. Los brazos mantenidos a lo largo del cuerpo, relajados y las corvas en ligero contacto con la regla de lectura (nalgas y parte superior de la espalda). Si es necesario se corrige la posición de la cabeza mediante la localización y mantenimiento en el plano de Frankfurt. Para ello se realiza una ligera tracción de la cabeza a la altura de la apófisis mastoides, facilitando la extensión completa de la columna vertebral. Se solicita al sujeto que realice una inspiración profunda, sin levantar la planta de los pies y manteniendo la posición de la cabeza. Recolocada la posición de la cabeza, se desliza lentamente la cabecera móvil del estadiómetro hasta el vértice del cráneo, ejerciendo una presión suave pero suficiente para comprimir el cabello.

#### **6.5. Determinación de los pliegues cutáneos.**

Un pliegue cutáneo se define como el espesor de una doble capa de la piel y su correspondiente tejido adiposo subcutáneo separado de la capa muscular subyacente. Para su medición, en la zona previamente señalada (punto antropométrico de referencia) se toma la piel suavemente entre los dedos índice y pulgar de la mano (izquierda para diestros) del antropometrista y elevando la doble capa de piel con su tejido adiposo subyacente, se efectúa una pequeña tracción hacia fuera para que se forme pliegue y quede ambos lados paralelos. Con la mano derecha (en diestros) se emplea el plicómetro colocando a 1 cm del lugar donde se toma el pliegue, perpendicular al sentido de este y en su base. La lectura se efectúa aproximadamente a los dos segundos después de colocar el plicómetro, al ralentizar el descenso de la aguja. La medida se expresa en milímetros (mm), con una precisión de 0,1 mm. Los pliegues cutáneos se miden en el lado derecho del sujeto, dando el valor medio de tres mediciones repetidas. Las repeticiones se realizaron de la siguiente manera: concluida la primera medición de todos los pliegues, se repite de nuevo la secuencia y así hasta tres veces. De esta manera se evita comprimir la zona y hacer lecturas erróneas, hecho que sucede si las

mediciones se realizan en el mismo punto una tras otra, sin permitir al tejido recuperar su morfología inicial.

#### **6.5.1. Lugares de medida de los pliegues cutáneos.**

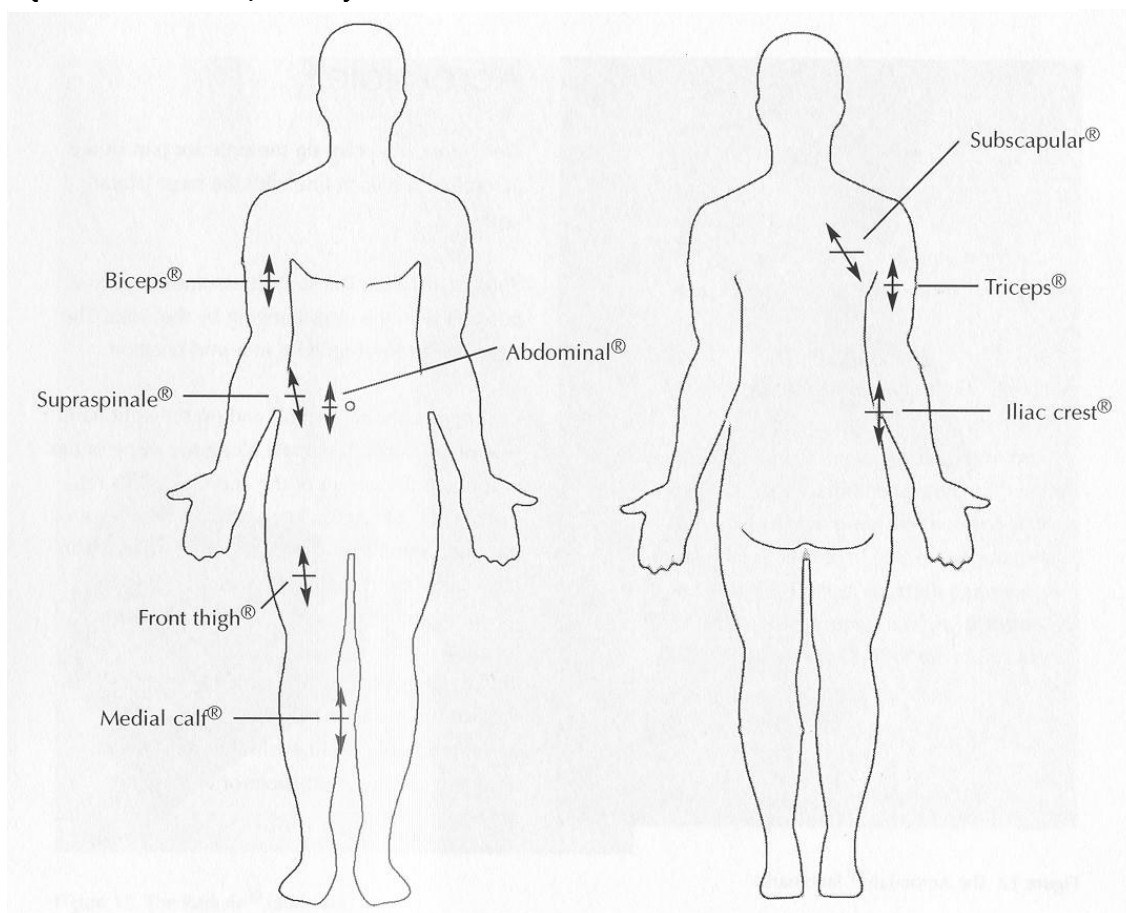
A continuación se muestra como y donde se han de determinar los distintos pliegues cutáneos (Figura 6.2) siguiendo el protocolo del ISAK (Stewart et al., 2011).

**Tricipital.** Tomando como referencia el punto medio *acromioale-radiale*, se desliza horizontalmente la mano desde este punto hacia la parte posterior del brazo derecho donde en sentido longitudinal se despega el pliegue cutáneo. El pliegue es vertical y paralelo al eje longitudinal del brazo. La medida se realiza con el deportista en bipedestación y con el brazo derecho relajado y el codo extendido.

**Subescapular.** Este pliegue se encuentra localizado debajo del ángulo inferior del omoplato, en el punto anatómico *subescapulare*, en la diagonal del borde ínfero-lateral de la escapula, con una inclinación de 45°, con respecto al plano horizontal en las líneas naturales de segmentación de la piel. El sujeto erguido, cómodamente con los brazos sueltos a los costados del cuerpo. Se coge con suavidad el pliegue cutáneo y se aplica las ramas del plicómetro. El pliegue es oblicuo, hacia abajo y hacia afuera.

**Suprailíaco.** Está localizado en el punto inmediatamente superior de la cresta iliaca. El plicómetro se aplica 1 cm anterior al pliegue formado en la intersección de la línea del borde superior del íleon, con una línea imaginaria que fuera desde la espina iliaca antero-superior hasta el borde axilar anterior. Es un pliegue oblicuo en sentido anterior y descendente, a 45° sobre la horizontal y se sitúa de 5 a 7 cm sobre la espina iliaca.

**Figura 6.2. Pliegues cutáneos. Imagen obtenida del manual del ISAK (Stewart et al., 2011)**



**Abdominal.** Está localizado a 3-5 cm hacia la derecha del punto medio de la cicatriz umbilical. Es un pliegue vertical, paralelo al eje longitudinal del tronco.

**Anterior del muslo.** Está localizado en el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal de la rótula, en la cara anterior del muslo. El pliegue es longitudinal y corre a lo largo del eje mayor del fémur. Hay distintas formas de tomar este pliegue. Se le puede pedir al deportista que se siente o que extienda la pierna, apoyando el pie en un banco manteniendo la rodilla flexionada. En cualquier caso, lo más importante es que el cuádriceps esté relajado. En algunos casos, cuando el pliegue es muy grande, cuando existe mucho tono muscular en el cuádriceps, o cuando existe mucha sensibilidad o dolor en la zona, se le puede pedir al sujeto que se sujete él mismo el pliegue mientras se realiza la medición.

**Medial de la pierna.** Está localizado a nivel de la zona donde el perímetro de la pierna es máximo, en su cara medial. Es vertical y corre paralelo al eje longitudinal de la pierna. Para realizar la medición el sujeto podrá estar sentado, o de pie con la rodilla flexionada en ángulo recto y la pierna completamente relajada (apoyada sobre el banco antropométrico).

## **6.6. Determinación de los perímetros musculares.**

Se corresponden con la medida de las circunferencias a diferentes niveles corporales. El sujeto situado en posición antropométrica. Se sujeta la cinta antropométrica con la mano derecha y el extremo libre en la mano izquierda. La cinta se pasa alrededor de la zona, al nivel requerido, sin comprimir los tejidos blandos, y perpendicular al eje longitudinal de cada segmento medido.

### **6.6.1. Lugares de medida de los perímetros musculares.**

A continuación se muestra como y donde se han de determinar los distintos perímetros musculares (Figura 6.3) siguiendo el protocolo del ISAK (Stewart et al., 2011).

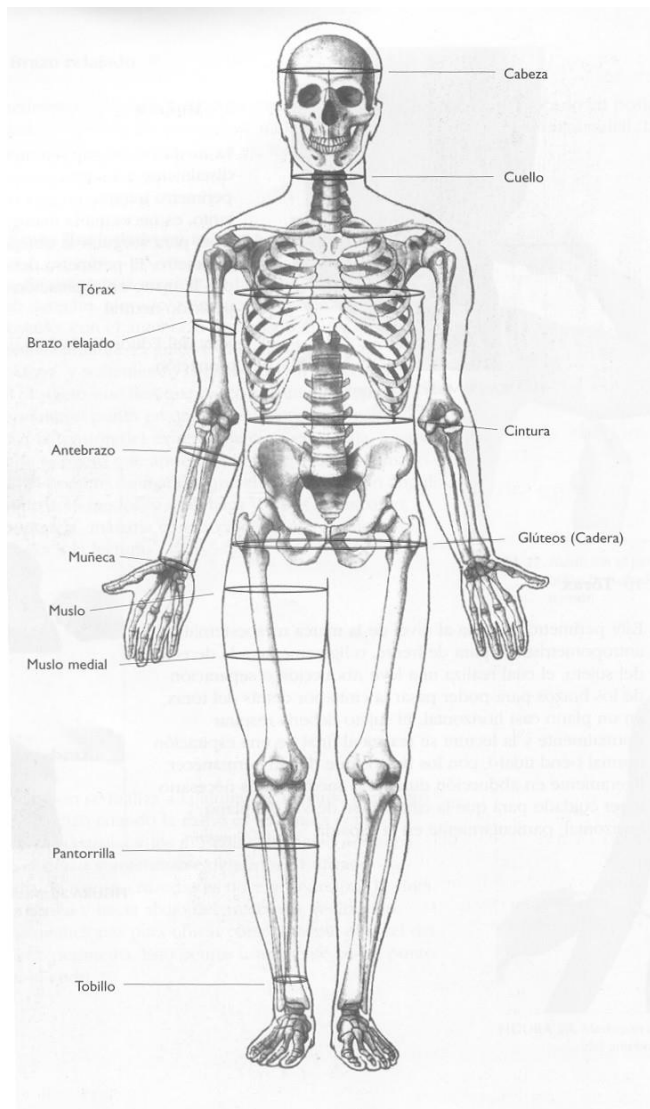
**Perímetro medio del brazo relajado.** Es el contorno del brazo relajado con el sujeto de pie y con los brazos extendidos a los lados del cuerpo. Se mide a nivel el punto medio entre el punto *acromiale-radiale*.

**Perímetro medio del brazo contraído y flexionado.** Es el contorno máximo del brazo contraído voluntariamente. El sujeto deberá colocar el brazo en abducción y en la horizontal. El antebrazo debe estar en supinación y con una flexión de codo de 45°. El antropometrista debe animar a realizar una contracción máxima de bíceps mientras se realiza la medición.

**Perímetro de cintura mínima.** Corresponde al menor contorno del abdomen, suele estar localizado en el punto medio entre el borde costal y la cresta iliaca

**Perímetro de cadera máxima.** Es el contorno máximo de la cadera, aproximadamente a nivel de la sínfisis púbica y cogiendo el punto más prominente de los glúteos. Con los pies juntos, el sujeto cruzará los brazos a la altura del pecho y no contraerá los glúteos.

**Figura 6.3. Perímetros musculares.** Imagen obtenida del manual del ISAK (Stewart et al., 2011)



**Perímetro medio del muslo.** El contorno del muslo a nivel del punto medio *trocantereo-tibial*.

**Perímetro de la pierna.** Está localizado a nivel de la zona donde el perímetro del gemelo es máximo, en su cara medial. Es vertical y corre paralelo al



eje longitudinal de la pierna. Para realizar la medición el sujeto podrá estar sentado, o de pie con la rodilla flexionada en ángulo recto y la pierna completamente relajada (apoyada sobre el banco antropométrico).

**Perímetro de la muñeca o biestiloideo de muñeca.** Es el mínimo contorno del antebrazo.

## **6.7. Determinación de los diámetros óseos.**

Son distancias entre dos puntos anatómicos expresadas en centímetros. Se miden con un compás, un antropómetro, o un paquímetro, en función de la magnitud del mismo y su localización.

### **6.7.1. Lugares de medida de los diámetros óseos.**

A continuación se muestra la localización y determinación de algunos de los diámetros óseos (figura 6.4) siguiendo el protocolo del ISAK (Stewart et al., 2011).

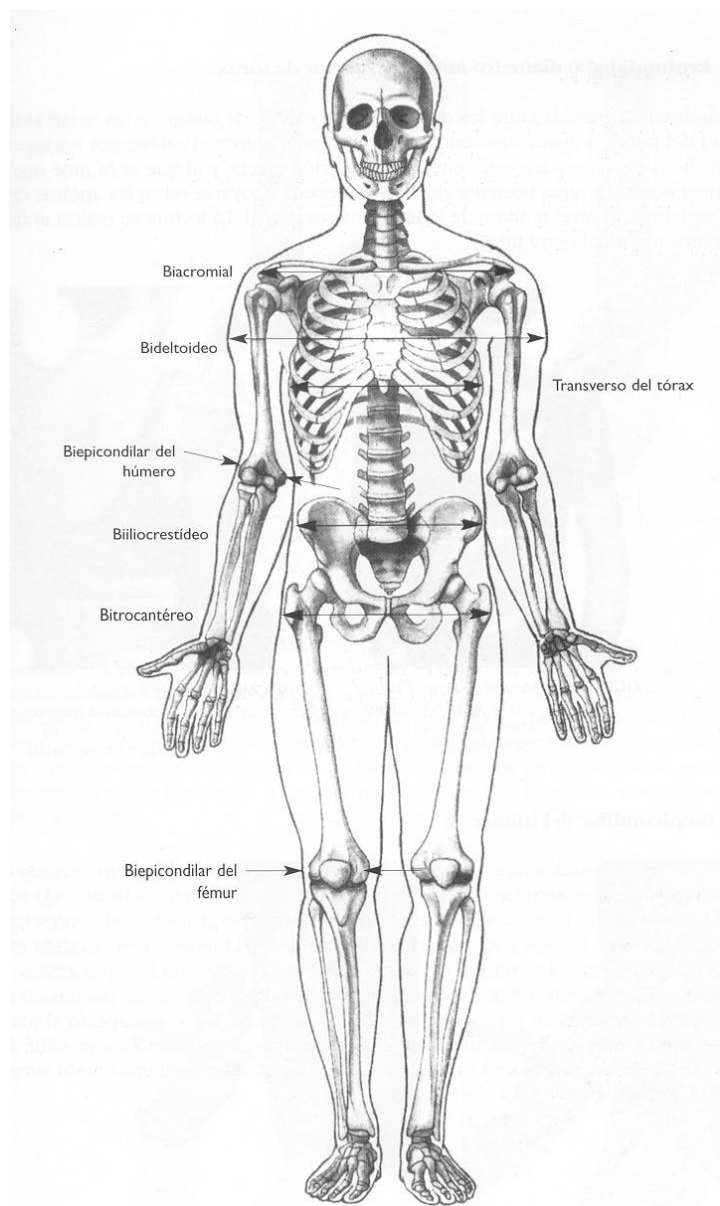
**Diámetro biepicondíleo del húmero o humeral.** Es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del húmero. El sujeto deberá ofrecer al antropometrista el codo en supinación y manteniéndolo con una flexión de 90°. Las ramas del calibre apuntan hacia arriba en la bisectriz del ángulo formado por el codo. La medida es algo oblicua, debido a que la epitroclea suele estar en un plano algo inferior al epicóndilo.

**Diámetro biepicondíleo del fémur.** Es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. El sujeto estará sentado, con una flexión de rodilla de 90°, y el antropometrista se coloca delante de él. Las ramas del calibre miran hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto formado por la rodilla.

**Diámetro bimaleolar del tobillo.** Es la distancia entre el punto maleolar tibial y peronéo. La articulación del tobillo tiene que tener 90° de flexión. Se toma de manera oblicua, pues ambos maléolos están a distinta altura.

**Diámetro biestiloideo de muñeca.** Distancia en la muñeca entre la apófisis estiloide del radio y cúbito. El deportista coloca el antebrazo en pronación y la muñeca en flexión a  $90^\circ$ . Las ramas del paquímetro se dirigen hacia abajo en la bisectriz del ángulo que forma la muñeca.

**Figura 6.4. Diámetros óseos.** Imagen obtenida del manual del ISAK (Stewart et al., 2011)



## **6.8. Análisis de la composición corporal y del somatotipo a partir de las medidas antropométricas.**

De los tres pilares básicos que conforman la praxis de la cineantropometría: el estudio de la proporcionalidad, la valoración del somatotipo y la composición corporal, este último es posiblemente el más importante y emblemático en el ámbito de la actividad física y el deporte, por cuanto la capacidad del individuo para realizar cualquier tipo de esfuerzo está íntimamente relacionada con la mayor o menor presencia de sus tejidos corporales fundamentales (Esparza Ros, Grupo Español de Cineantropometría, & Federación Española de Medicina del Deporte, 1993).

La valoración de la composición corporal puede estar basada en muchos métodos que además, son conceptualmente diferentes entre sí. Desde los más funcionales como los antropométricos, hasta los más sofisticados como pueden ser los químicos, densiométricos, radiológicos etc. todos ellos aportan innumerables ecuaciones y propuestas metodológicas, que a pesar de tener una buena base teórico-científica presentan aun limitaciones en su validez absoluta, mostrando unos frente a otros resultados contradictorios.

Teniendo en cuenta las limitaciones metodológicas, la antropometría nos permite a partir de la medida de algunos parámetros (pliegues cutáneos) y, de la densidad corporal de una población determinada calcular una ecuación de regresión. Esta ecuación debe permitir, en teoría, valorar el porcentaje de la masa grasa, muscular, ósea o residual de otros grupos de población, como es el grupo de esquiadores que hemos estudiado. A continuación se muestran dos modelos de ecuaciones utilizadas para la valoración de la composición corporal de los sujetos analizados.

## **6.9. Cálculo de la composición corporal.**

### **6.9.1. Por medio del índice de masa corporal.**

Constituye una de las propuestas más simples y prácticas para la valoración de la composición corporal. Tiene sus orígenes en las teorías normativo-descriptivas de Quetelet, (1883) y más concretamente su conocido Índice de Quetelet (IQ) cuya ecuación se corresponde con la relación divisoria entre la masa corporal y el cuadrado de la talla expresada en metros [ $IQ = \text{Peso} / \text{Talla}^2$  (Kg/m<sup>2</sup>)]. Desde 1953 se conoce como Índice de Masa Corporal (IMC) traducción de *Body Mass Index* (BMI) siendo sus precursores Keys y Brozek (1953).

En realidad es una manipulación estadístico-matemática de las variables peso y talla. Su limitación fundamental estriba en el supuesto en el que está basado, todo el peso que exceda de los valores determinados corresponde a masa grasa lo cual no es absolutamente cierto y menos en el ámbito del deporte. Resulta evidente que el sobrepeso pueda ser debido al aumento de masa muscular y ósea. Su utilidad en este estudio es descriptiva y válida para correlacionar con otros parámetros analizados (por ejemplo la ingesta). Además de ser un índice clásico de riesgo de morbilidad, a considerar, en cualquier estudio nutricional.

### **6.9.2. A partir de ecuaciones derivadas de la utilización del peso, talla, pliegues cutáneos, perímetros musculares y diámetros óseos.**

En teoría, este método permite una cuantificación de los diversos componentes, especialmente de la masa grasa o tejido adiposo, de forma relativamente fácil y funcional, siendo los más utilizados.

Sobre la base de numerosas investigaciones llevadas a cabo por Matiegka en el 1921 (Cattrysse et al., 2002), Brozek y Keys en 1951 (Brozek & Prokopec, 2001), y por otros como Von Döblen en 1956, Yushaz en 1962 y 1974, se han determinado múltiples ecuaciones para el cálculo porcentual o ponderal de los diferentes tejidos corporales respecto de la masa corporal total (Heymsfield, 2007).

El GREC (Grupo Español de Cineantropometría) como Sociedad Científica perteneciente a FEMEDE (Federación Española de Medicina del Deporte), ha confeccionado un documento de consenso que supone el primer acuerdo alcanzado en relación a la valoración antropométrica y la estimación de la composición corporal mediante métodos antropométricos y de bioimpedancia eléctrica en diferentes grupos de población así como la estimación de los tres componentes del somatotipo, teniendo en cuenta las ecuaciones obtenidas con métodos multicompartimentales con un adecuado proceso de validación (Alvero Cruz et al., 2009).

### **6.9.3. Fórmulas para el cálculo de la composición corporal en deportistas.**

Para deportistas el GREC (Alvero Cruz et al., 2009) propuso las ecuaciones que se muestran en la tabla 6.1.

#### ***6.9.3.1. Masa grasa.***

En la tabla 6.2 se muestran las ecuaciones que el GREC (Alvero Cruz et al., 2009) propuso para estimar la masa grasa de los deportistas.

#### ***6.9.3.2. Masa muscular esquelética.***

En la tabla 6.3 se muestran las ecuaciones que el GREC (Alvero Cruz et al., 2009) propuso para estimar la masa muscular esquelética de los deportistas.

#### ***6.9.3.3. Masa ósea***

En la tabla 6.4 se muestran las ecuaciones que el GREC (Alvero Cruz et al., 2009) propuso para estimar la masa ósea esquelética de los deportistas.

**Tabla 6.1. Componentes de la composición corporal y ecuaciones para su cálculo**

<b>MG</b>	<b>MO</b>	<b>MM</b>	<b>Resto</b>
Faulkner (Faulkner, 1968)	Rocha (Rocha, 1975)	Lee (Lee et al., 2000)	100-(MG+MM+MO)
Carter (Carter, 1982)			
Jackson y Pollock (Jackson et al., 1980; Jackson & Pollock, 2004)			
Withers (Withers et al., 1987; Withers et al., 1987)			

MG: Masa Grasa; MO: Masa Ósea; MM: Masa muscular.

**Tabla 6.2. Ecuaciones empleadas en el cálculo de la masa grasa.**

Información	Fórmula
<p><b>Ecuación de Faulkner</b> (Faulkner, 1968). Derivada de la ecuación de Yuhasz al estudiar un equipo de nadadores.</p>	<p><b>%Masa grasa Hombres</b> = <math>0,153 \cdot (\text{PI Tri} + \text{PI Sub} + \text{PI Sesp} + \text{PI Abd}) + 5,783</math>  <b>Masa grasa (kg)</b> = <math>(\% \text{Masa grasa} \cdot \text{peso(kg)}) / 100</math></p> <p><b>%Masa grasa Mujeres</b> = <math>0,213 \cdot (\text{PI Tri} + \text{PI Sub} + \text{PI Sesp} + \text{PI Abd}) + 7,9</math>  <b>Masa grasa (kg)</b> = <math>(\% \text{Masa grasa} \cdot \text{peso(kg)}) / 100</math></p>
<p><b>Ecuación de Carter</b> (Carter, 1982). Derivada de la ecuación de Yuhasz, y la aplica para atletas olímpicos y la publica en los estudios de Montreal Olympic Games Anthropometric Project.</p>	<p><b>%Masa grasa Hombres</b> = <math>0,1051 \cdot (\text{PI Tri} + \text{PI Sub} + \text{PI Sesp} + \text{PI Abd} + \text{PI MA} + \text{PI PM}) + 2,58</math>  <b>Masa grasa (kg)</b> = <math>(\% \text{Masa grasa} \cdot \text{peso(kg)}) / 100</math></p> <p><b>%Masa grasa Mujeres</b> = <math>0,1548 \cdot (\text{PI Tri} + \text{PI Sub} + \text{PI Sesp} + \text{PI Abd} + \text{PI MA} + \text{PI PM}) + 3,58</math>  <b>Masa grasa (kg)</b> = <math>(\% \text{Masa grasa} \cdot \text{peso(kg)}) / 100</math></p>
<p><b>Ecuación de Jackson y Pollock</b> (Jackson et al., 1980; Jackson &amp; Pollock, 2004). Muestra: 403 varones de 18-61 años. Calcular el %masa grasa a través de la ecuación de Siri (<b>% Masa grasa = (495/DC) - 450</b>).</p>	<p><b>Dc hombres</b> = <math>1,17615 - 0,02394 \cdot \log \sum 7 \text{pliegues} - 0,00022 \cdot (E) - 0,0075 \cdot (P \text{ Abd}) + 0,02120 \cdot (P \text{ Anteb})</math></p> <p><b>Dc mujeres</b> = <math>1,112 - 0,00043499 \cdot (\sum 7P) + 0,00000055 \cdot (\sum 7P)^2 - 0,00028826 \cdot (E)</math></p>
<p><b>Ecuación de Withers</b> (Withers et al., 1987; Withers et al., 1987). Los resultados permiten obtener la densidad corporal y posteriormente se calcula porcentaje graso a partir de la ecuación de</p>	<p><b>Dc hombres</b> = <math>1,078865 - 0,000419 \cdot (\text{PI Abd} + \text{PI MA} + \text{PI PM} + \text{PI Pect}) + 0,000948 \cdot (P \text{ C}) - 0,000266 \cdot (E) - 0,000564 \cdot (P \text{ S-M})</math></p>

Cont.

Siri (% Masa grasa = (495/DC) - 450).

Dc mujeres= 1,14075 - 0,04959\*(PI Tri + PI Sub + PI Sesp + PI PM) + 0,00044\*(E) - 0,000612 (P Cint)+ 0,000284 (H) - 0,000505 (P Glut) + 0,000331 (P Brs)

PI Tri: Pliegue del tríceps en mm; PI Sub: Pliegue subescapular en mm; PI Sesp: Pliegue supraespinal en mm; PI Abd: Pliegue abdominal en mm; PI MA: Pliegue muslo anterior en mm; PI PM: Pliegue pierna medial en mm; Dc= densidad corporal; PI Ileoc: Pliegue ileocrestal en mm; PI Pect: Pliegue pectoral en mm; PI AxiM: Pliegue axilar medio en mm; P Abd: Perímetro abdominal en cm; P Anteb: Perímetro antebrazo en cm; P C: Perímetro de cuello en cm; P S-M: Perímetro supramaleolar en cm; P Cint: Perímetro de cintura en cm; P Glut: Perímetro cadera por glúteos en cm; P Brs: Perímetro mesoesternal en cm; E: Edad en años;  $\Sigma 7P$ : Sumatorio de 7 pliegues (PI Tri + PI Sub + PI Ileoc + PI Abd + PI MA + PI Pect + PI AxiM).



**Tabla 6.3. Ecuaciones empleadas en el cálculo de la masa muscular.**

Información	Formula
<p><b>Ecuación de Lee</b> (Lee et al., 2000):</p> <p>Muestra: 324 sujetos (244 no obesos y 80 obesos). Válida para hombres y mujeres.</p>	<p><b>MME (kg)</b>= Talla*(0,00744*PBC<sup>2</sup> + 0,00088*PMC<sup>2</sup> + 0,00441*PGC<sup>2</sup>) + (2,4*Sexo) - 0,048*Edad + Etnia + 7,8.</p> <p>%MME: MME(kg) *100/peso(kg)</p> <p>PBC: Perímetro brazo relajado - (3,1416*(Pliegue tríceps/10))</p> <p>PMC: Perímetro del Muslo - (3,1416*(Pliegue muslo anterior/10))</p> <p>PGC: Perímetro gemelar - (3,1416*(Pliegue Pierna Medial/10))</p>

PBC: Perímetro brazo corregido; PMC: Perímetro muslo corregido; PGC: Perímetro gemelar corregido; Sexo: Mujeres=0 hombres =1 Edad en años; Etnia: asiáticos= -2; afro-americanos= 1,1; caucásicos e hispánicos=0; Talla en metros; Perímetros en cm; Pliegues en mm.

**Tabla 6.4. Ecuaciones empleadas en el cálculo de la masa ósea.**

Información	Fórmula
<p><b>Ecuación de Rocha (Rocha, 1975)*.</b></p> <p>Muestra: 2545 jóvenes de ambos sexos (1517 Mujeres y 1028 Hombres) con medidas de un sólo lado de los diámetros de fémur y muñeca. Edad: de 17 a 25 años</p>	$MO \text{ (kg)} = 3,02 * [Talla^2 * DM * DF * 400]^{0,712}$ $\%MO = MO(kg) * 100 / peso(kg)$

MO: Masa Ósea.

\*Talla en metros DM: Diámetro de la muñeca en metros DF: Diámetro del fémur en metros.

\*\*Talla en cm DH= Diámetro de húmero en cm; DM= Diámetro de muñeca en cm; DF= Diámetro de fémur en cm; DT= Diámetro de tobillo en cm.

## 6.10. Somatotipo.

Las medidas antropométricas son útiles para el estudio de la morfología de los individuos. Estos, pueden ser clasificados, a través de un análisis cuantitativo propuesto por Sheldon en 1940, y modificado posteriormente por Heath y Carter en 1967 (Carter & Heath, 1990). A este análisis se le denomina *somatotipo*, y se basa en la teoría expuesta por Sheldon de los tres componentes primarios del cuerpo humano, presentes en todos los individuos, en mayor o menor grado. Según este autor el somatotipo expresaría la cuantificación de estos tres componentes a los que el denominó: endomorfo, mesomorfo y ectomorfo. Basándose en ello y teniendo en cuenta su predominio intra-individual, Sheldon clasificó a los sujetos en:

1.- **Endomorfo.** Predomina el primer componente, es decir predominio vegetativo y tendencia a la obesidad. Se caracteriza por su bajo peso específico, flaccidez de su masa y formas redondeadas

2.- **Mesomorfo.** Predomina el segundo componente, los tejidos óseo, muscular y conjuntivo tienen mayor peso específico por presentar mayor masa esquelética.

3.- **Ectomorfo.** Predominio de formas lineales y frágiles y mayor superficie en relación con la masa corporal. Prevalecen las medidas longitudinales frente a las transversales.

Para este investigador el somatotipo dependería esencialmente de la carga genética y no se modificaría durante toda su existencia, salvo en el caso de que el sujeto padeciera patologías o alteraciones nutricionales que la alteraran. Las teorías de Sheldon fueron duramente criticadas y debieron ser modificadas, de estas modificaciones surgen técnicas complementarias que matizan y perfeccionan la idea básica de los tres componentes.

Hoy en día el método más aceptado y utilizado para el estudio del somatotipo es el llamado *método antropométrico de Heath-Carter* diseñado por Heath B. y Carter J.E.L (Carter & Heath, 1990). Carter definió el somatotipo como la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado. A diferencia de Sheldon considero además de la carga genética la influencia de otros factores en la determinación de la morfología.

Se debe tener en cuenta las limitaciones del método ya que solamente nos da una idea general del tipo de físico, sin ser preciso en cuanto a segmentos corporales y/o distribución de los tejidos de cada sujeto.

### 6.10.1. Cálculo del somatotipo. Ecuaciones.

La tabla 6.5 muestra las ecuaciones para el cálculo de los distintos componentes del somatotipo.

**Tabla 6.5. Ecuaciones para estimar los componentes del somatotipo.**

Componente	Fórmula
Endomorfia*	$-0,7182 + 0,1451*X - 0,00068*X^2 + 0,0000014*X^3$
Mesomorfia**	$(0,858*DH + 0,601*DF + 0,188*PBC + 0,161*PGC) - (estatura*0,131) + 4,5$
Ectomorfia***	-Si $IP \geq 40,75 \rightarrow = (0,732*IP) - 28,58;$ -Si $IP$ entre $38,25-40,75 \rightarrow = (0,463*IP) - 17,63;$ -Si $IP \leq 38,25 \rightarrow = 0,1$

\*X=  $(PI \text{ Tríceps} + PI \text{ Subescapular} + PI \text{ Suprailíaco}) \times (170,18 / \text{Estatura (cm)})$ .

\*\*DH= diámetro del humero en cm; DF= diámetro del fémur en cm; PBC= perímetro del brazo relajado corregido; PGC= perímetro de gemelar o de la pantorrilla corregido; Estatura en cm.

\*\*\*Se requiere el cálculo del CAP o índice ponderal (IP) para utilizar una fórmula u otra:  $CAP$  o  $IP = \text{estatura (cm)} / \sqrt[3]{\text{peso (raíz cubica del peso en kg)}}$ .

Las correcciones de los perímetros se proponen para excluir el tejido adiposo de la masa muscular y se obtienen restándoles el valor de los respectivos

pliegues cutáneos, medidos en cm. Siendo el perímetro corregido de brazo, B, el resultado de restar al perímetro del brazo la medida del pliegue de tríceps en cm y el perímetro de la pierna, P, el resultado de restar al perímetro de la pierna la medida del pliegue de la pierna, en cm. Para el cálculo del tercer componente existen tres alternativas posibles para su cálculo (ver tabla 6.5) siendo el resultado del Índice Ponderal (IP) quien nos determina la ecuación a utilizar para la obtención de este componente. Este índice se obtiene de la siguiente formula:  $IP = \frac{\text{estatura}}{\sqrt[3]{\text{peso}}}$ .



## **7. Psicología en el deporte.**

### **7.1. Introducción.**

El rendimiento deportivo es el resultado de un complejo conjunto de interacciones entre diferentes factores, como por ejemplo, una correcta planificación del entrenamiento, de forma que proporcione el estado ideal tanto fisiológico como psicológico con el fin de conseguir un rendimiento óptimo, pero también debe ser examinado el estrés y las emociones de los atletas para poder comprender y explicar su rendimiento. Por lo tanto, el control de las características psicológicas y fisiológicas de los atletas es un factor importante para obtener el máximo rendimiento (McEnzee, 1999).

Durante la temporada, el organismo de los jugadores es sometido continuamente a una gran variedad de tensiones tanto psicológicas como físicas provocadas por los continuos entrenamientos y competiciones (Coutts, Reaburn, Piva, & Rowsell, 2007). El mantenimiento y la mejora del rendimiento físico de los jugadores requiere sesiones de entrenamiento en el que el volumen y la intensidad sean los adecuados, ya que un entrenamiento excesivo que provoque una situación de estrés prolongado junto con una recuperación insuficiente, disminuye el rendimiento (Elloumi et al., 2008).

Con el fin de asegurar que la planificación del entrenamiento provoque las mejoras, o al menos el mantenimiento de los estándares de rendimiento, es necesario incluir pruebas que lo verifiquen de forma regular como un componente más de esta planificación (Elloumi et al., 2008). Como veremos, las concentraciones de las hormonas catabólicas y anabólicas, así como sus ratios han sido propuestas para evaluar la capacidad que los sistemas orgánicos tienen para recuperarse y regenerarse tras diversas situaciones de estrés incluyendo las provocadas por una exhaustiva actividad y el provocado por el estrés psicológico de los entrenamientos y competiciones (Coutts et al., 2007; Martínez et al., 2010).

En el área de psicología del deporte, se han desarrollado gran variedad de cuestionarios específicos que nos permiten conocer indirectamente el estado del organismo de los deportistas y analizar la percepción subjetiva que los deportistas tienen de su propio estado (Bawa, 2010; Woodman & Hardy, 2003). Las características de estos cuestionarios, así como la velocidad de realización, la fácil comprensión, el bajo costo y el hecho de no ser invasivos, los hace una herramienta que podría ser utilizada rutinariamente, sin producir perturbaciones en el ritmo del entrenamiento de los deportistas. Así estos cuestionarios, nos aportan información relevante y complementaria en relación al rendimiento, además nos sirven como aplicación práctica y rápida para controlar el estado general de los deportistas.

## **7.2. Instrumentos de valoración psicológica.**

Entre los cuestionarios más utilizados para valorar el estado psicológico de los deportistas y que están validados en población española, tenemos:

***Cuestionario de salud general 28 (GHQ-28).*** El cuestionario de salud general (GHQ) mide la salud mental (Goldberg & Hillier, 1979). El GHQ-28 es una versión abreviada, derivada del principal que tiene 28 ítems con 4 posibles respuestas que incluyen 4 escalas con 7 elementos cada una. Las escalas son somatización, ansiedad/insomnio, disfunción social y depresión. Según los estándares de calificación del método, recomendados por Goldberg, las dos primeras respuestas se puntúan 0 puntos y las otras dos 1 punto (Goldberg & Hillier, 1979). Este cuestionario fue aprobado en un estudio independiente para población española. La sensibilidad, especificidad y la tasa de clasificación para una puntuación de corte de 6/7 del GHQ-28 fue 84,6%, 82% y 15%, respectivamente (Lobo, Perez-Echeverria, & Artal, 1986).

***Sport Competition Anxiety Test (SCAT).*** El cuestionario SCAT mide la ansiedad rasgo ante la competición, consiste en 15-ítems puntuados según la escala de Likert (anchura de escala, 0 = raramente y 3 = a menudo) (Martens, 1977). La puntuación de los ítems 1, 4, 7, 10 y 13 es 0 independientemente de la respuesta. Una mayor



puntuación representa un mayor nivel de ansiedad. El SCAT ha mostrado tener una alta consistencia interna ( $r = .95$ ).

***Competitive State Anxiety Inventory-2 (CSAI-2)***. El cuestionario CSAI-2 evalúa con precisión el estado somático y el nivel de ansiedad-estado cognitivo pre-partido, así como el nivel de confianza en sí mismo (Martens, Vealey, & Burton, 1990). A los jugadores se les pregunta cómo se sienten "ahora mismo" respondiendo a 27 preguntas con una puntuación en la escala de Likert de las 4 posibles respuestas (anchura de escala: nada = 1 y mucho = 4). Las tres subescalas (ansiedad cognitiva, ansiedad somática y autoconfianza) contienen puntuaciones totales que van desde un mínimo de 9 hasta un máximo de 36. Las puntuaciones más altas en las subescalas de ansiedad cognitiva y somática indican un mayor nivel de ansiedad, mientras que las puntuaciones más altas en la subescala de confianza en sí mismo indicaron un mayor nivel de la misma. Este cuestionario fue aprobado en un estudio independiente para población española y presentó unos ajustes globales del modelo bueno con un valor de 0,97 para los índices de forma comparativos y no normalizados y 0,045 en el error cuadrático medio de aproximación. Los coeficientes alfa de Cronbach para los factores variaron de 0,79 a 0,83 (Andrade Fernández, Lois Rio, & Arce Fernández, 2007).

***State-Trait Anxiety Inventory (STAI)***. El cuestionario STAI mide la ansiedad como estado y la ansiedad como rasgo. Consiste en 40 ítems con 4 posibles repuestas que se puntúan según la escala Likert (anchura de escala: nada = 0 y mucho = 3) (Spielberger, Gorsuch, & Lushene, 1970). Un puntaje más alto representa un mayor nivel de ansiedad y de ansiedad rasgo. Los ítems del STAI muestran una capacidad suficiente para discriminar y diferenciar (entre la edad, el sexo, y los niveles de ansiedad), con una buena consistencia interna (alfa de Cronbach  $\alpha = 0,90$  a  $0,93$  para el STAI-S; Cronbach  $\alpha = 0,84$  hasta  $0,87$  para el STAI-T). Existe una versión española para este cuestionario (Seisdedos Cubero, 2011).

***Cuestionario de Oviedo del Sueño (COS).*** El COS (Bobes et al., 1998) está compuesto por 15 ítems que nos permite tener una historia clínica exhaustiva de los ritmos de sueño y vigilia del paciente. Se compone de tres subescalas para: 1 ítem para el sueño subjetivo (anchura de escala, 1 y 7 puntos en la escala Likert); 9 ítems para el insomnio, como la gravedad, la latencia del sueño, duración y eficacia; disfunción diurna (anchura de escala de 1 a 5 puntos en la escala de Likert), y 3 ítems para la hipersomnia (anchura de escala de 1 al 5 punto en la escala Likert). Los 2 ítems restantes proporcionan información sobre el uso de medicamentos para dormir o la presencia de eventos adversos durante el sueño. Un puntaje más alto representa un nivel más alto de trastornos del sueño. El COS muestra una alta fiabilidad ( $\alpha$  de Cronbach = 0,76).

***Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD).*** El cuestionario de CPRD (Gimeno, Buceta, & Pérez-Llanta, 2001) es una adaptación del American Psychological Skills Inventory in Sports questionnaire (P.S.I.S) (Mahoney, 1989). El PCSP consta de 55 ítems que evalúan cinco factores: control de estrés, influencia de la evaluación del rendimiento, la motivación, la capacidad mental y la cohesión del equipo. Puntúa con un formato de respuesta tipo Likert (anchura de escala, completamente en desacuerdo = 0 y totalmente de acuerdo = 4), pero con la inclusión de una opción de respuesta adicional para aquellos casos en los que el atleta (no entiende la pregunta), con el fin de evitar respuestas en blanco o en la posición central. EL CPRD presentó una buena consistencia interna ( $\alpha$  de Cronbach = 0,85).

## **8. Daño muscular.**

### **8.1. Introducción.**

Todas las formas de ejercicio y en especial el excéntrico, provocan daño muscular, sobre todo si se lleva a cabo de forma intensa y además no se está acostumbrado (Proske & Morgan, 2001; Howatson & van Someren, 2008). Los síntomas de este daño muscular son fácilmente identificables ya que incluyen rigidez e inflamación, además de un debilitamiento en la contracción muscular, además de la aparición de dolor muscular de forma tardía (agujetas) (Byrne, Twist, & Eston, 2004). Los cambios provocados en la ultraestructura muscular (desgarro del sarcolema, lesiones de las miofibrillas y alteraciones en las líneas Z) siguen de una respuesta inflamatoria que tiene repercusión local y sistémica con consecuencias sobre el organismo y que resulta ser un componente esencial de la adaptación muscular al entrenamiento, pues participa en los procesos de reparación tisular, hipertrofia y angiogénesis en los músculos dañados por el ejercicio (Paschalis et al., 2008). Los procesos de adaptación son más eficaces cuando el músculo ha sufrido otros episodios previos de daño muscular, haciendo que éste se haga más resistente frente al daño debido a un reclutamiento de unidades motoras más eficaz (Proske & Morgan, 2001). Ahora bien, aunque el daño muscular inducido por el ejercicio es necesario para la progresión del entrenamiento, en exceso, puede perjudicar al rendimiento (Seco, Villa, & Córdova, 2003a), debido a que el dolor muscular residual, restringe tanto el movimiento como la capacidad de realizar ejercicio a una intensidad beneficiosa para el rendimiento. De hecho, el daño muscular producido por el ejercicio puede dar lugar a un deterioro de la función muscular, manifestándose principalmente por la pérdida de torsión y de la amplitud de movimiento, desarrollándose daño y destrucción muscular (rabdomiolisis) (Nosaka & Clarkson, 1995).

La evidencia científica actual muestra que el daño muscular aparece tras el ejercicio con componente excéntrico, caracterizado porque el músculo es

extendido bajo tensión, a diferencia de las acciones concéntricas donde el músculo se acorta o las acciones isométricas donde no se modifica la longitud del músculo (Stauber, 1989). El movimiento normal humano implica ciclos repetidos de acciones musculares excéntricas y concéntricas conocidas como ciclo de estiramiento-acortamiento, necesario para conservar energía y reducir el costo metabólico de la actividad física (Komi, 1984). Los investigadores han utilizado una serie de modelos de ejercicio excéntrico para inducir y estudiar el daño muscular. Estos protocolos incluyen acciones de resistencia a un peso o palanca, como el ciclismo. Otros protocolos han combinado acciones concéntricas y excéntricas, pero con mayor énfasis en el componente excéntrico, como saltos con caída o correr cuesta abajo. Otras investigaciones han examinado el daño muscular después de un ejercicio exhaustivo con gran número de ciclos de estiramiento-acortamiento, como un maratón (Tee, Bosch, & Lambert, 2007).

## **8.2. Cambios fisiológicos provocados por el daño muscular inducido por ejercicio.**

El daño muscular disminuye una serie de indicadores del rendimiento físico, por ejemplo, la fuerza isométrica puede permanecer disminuida hasta 2 semanas después de provocarse el daño muscular, o la fuerza isocinética en un rango de velocidades angulares (Byrne et al., 2004). La generación de potencia también se ve reducida en el test Wingate o en pruebas de salto vertical. Sin embargo, durante la realización de sprints de 30 m, el daño muscular solo los afecta de forma moderada. Además, el daño muscular también provoca una mayor producción de lactato y frecuencia cardíaca en ejercicios submáximos, como respuesta a un mayor estrés fisiológico (Tee et al., 2007).

Los exámenes histológicos han demostrado que los sucesos iniciales del daño muscular implican una disrupción focal de las miofibrillas y el citoesqueleto, transmitiéndose a las bandas Z y siendo también visible en las mitocondrias y el retículo sarcoplásmico. Esta disrupción inicial es seguida por una degeneración, durante la cual las proteínas miofibrilares dañadas son accionadas por las

proteasas (Friden & Lieber, 1992; Howatson & van Someren, 2008). Varios estudios han informado de la entrada de células inmunitarias en los 2-3 días posteriores a la lesión; sin embargo, otros investigadores no han podido mostrar una respuesta inmune (Tee et al., 2007). Posteriormente, se sigue de la regeneración gracias a las células satélite que se colocan en una zona céntrica y reemplazan las miofibrillas dañadas. El tiempo exacto de regeneración muscular del daño está aún por determinar, pero un estudio mostró que el proceso de regeneración no fue completo hasta 12 semanas después de un maratón (Warhol, Siegel, Evans, & Silverman, 1985).

### **8.3. Mecanismo propuesto del daño muscular.**

A pesar de las importantes contribuciones de las investigaciones sobre daño muscular, los mecanismos exactos responsables del daño, reparación y adaptación a las acciones musculares excéntricas permanecen inconclusos (Howatson & van Someren, 2008). Se ha supuesto que la secuencia de las lesiones musculares puede dividirse en dos etapas: (i) una fase inicial o daño primario que se produce durante el propio ejercicio; y (ii) un daño secundario que propaga el daño a través de los procesos asociados con una respuesta inflamatoria (McHugh, 2003).

#### **8.3.1. Daño primario.**

Los eventos iniciales son resultado directo del ejercicio excéntrico que pueden subdividirse en dos posibles vías: la metabólica y la mecánica (Ebbeling & Clarkson, 1989).

El daño muscular metabólico se ha propuesto como resultado de la isquemia o hipoxia durante el ejercicio de carácter prolongado. La isquemia se cree que causa cambios en la concentración de iones, acumulación de desechos metabólicos y una deficiencia de ATP, que en última instancia provoca un daño similar al visto en el daño muscular inducido por el ejercicio (Ebbeling & Clarkson, 1989; Howatson & van Someren, 2008). No obstante, recientes estudios han señalado que el daño

metabólico es un candidato poco probable para el origen del daño muscular producido por el ejercicio excéntrico, aunque sí que puede ser el origen del daño en ejercicios de larga duración (Howatson & van Someren, 2008).

La hipótesis del daño mecánico está relacionada con el daño directo que la carga mecánica tiene sobre las miofibrillas. Las contracciones excéntricas son capaces de generar más fuerza que las contracciones isométricas y concéntricas y requieren menor gasto de energía por unidad de esfuerzo de torsión (Howatson & van Someren, 2008). Además, el alargamiento de los sarcómeros no es uniforme en condiciones excéntricas, lo que se traduce en que algunos miofilamentos están estirados y no pueden solaparse en el sarcómero (Friden, Sjøstrom, & Ekblom, 1983). En consecuencia, cuando los filamentos se extienden más allá del punto de superposición y debido a la falta de homogeneidad del sarcómero, las estructuras pasivas asumen más tensión y estallan (Morgan & Proske, 2006) con resultados directos en las bandas Z (Friden et al., 1983). La tensión excesiva que se produce sobre estas estructuras pasivas (por ejemplo, desmina, synemina y titina) por contracciones excéntricas repetidas puede causar un fallo de la estructura provocando una reducción en la capacidad del músculo para generar fuerza, como ya ha sido revisado en detalle (Howatson & van Someren, 2008).

### **8.3.2. Daño secundario.**

Los procesos posteriores a la fase primaria del daño parecen ser iniciados por una ruptura de la homeostasis del  $\text{Ca}^{++}$  intracelular, por un aumento del nivel del ion  $\text{Ca}^{++}$  en las células musculares. El deterioro de la membrana celular a partir de una intensa actividad permite que se propaguen más iones  $\text{Ca}^{++}$  hacia el interior (puesto que su concentración en el exterior de estas células es mayor que en su interior). El incremento del  $\text{Ca}^{++}$  puede causar hinchazón mitocondrial, que a su vez (esta sobrecarga de  $\text{Ca}^{++}$ ) causa una reducción de la fosforilación oxidativa y en consecuencia un descenso del ATP. Por tanto, el elevado nivel de  $\text{Ca}^{++}$  en la célula restringe el número de las enzimas del ciclo de Krebs que permiten la

descomposición del combustible. Por otra parte, los altos niveles de  $Ca^{++}$  pueden incrementar la producción de prostaglandinas  $E_2$ , lo que conduce a un aumento de la función lisosomal del músculo (Baracos, Greenberg, & Goldberg, 1986).

Los mecanismos exactos que subyacen a las fases iniciales del daño muscular no se entienden completamente, pudiendo ser posible que el daño inicial sea por anomalías en el desacoplamiento excitación-contracción o porque las estructuras pasivas en el sarcómero están comprometidas, aunque es muy probable que haya contribuciones de ambas causas. Existen datos convincentes que indican que el proceso de daño-reparación está asociado a la fase primaria y es agravado por la fase secundaria, aunque la medida en que cada una es responsable sigue siendo discutido (Howatson & van Someren, 2008).

#### **8.4. Modificaciones metabólicas.**

El nivel sérico de las enzimas del músculo esquelético es utilizado como un marcador del estado funcional del mismo, y varía ampliamente según condiciones patológicas y fisiológicas. Un aumento de estas enzimas puede ser un indicador de necrosis celular o daño tisular después de lesiones musculares agudas o crónicas. Se han observado cambios en estos niveles séricos tanto en sujetos sedentarios como en deportistas después de un ejercicio extenuante; y la cantidad de enzima liberada en la sangre puede estar influenciada por distintas causas relacionadas con el ejercicio físico (Brancaccio, Maffulli, Buonauro, & Limongelli, 2008).

Por tanto, el daño muscular es habitualmente caracterizado por un incremento de la actividad de las enzimas intramusculares en el plasma sanguíneo, como la creatin-kinasa (CK) además de la lactato deshidrogenasa (LDH), aspartato aminotransferasa (AST/GOT) o aldolasa, además de un incremento en la circulación de la concentración de otras proteínas musculares como la troponina I, la mioglobina (MB) o la miosina de cadena pesada (Tee et al., 2007), provocado por la lesión de la ultraestructura de sus células (Brancaccio, Lippi, & Maffulli, 2010; Córdova et al., 2004; Sorichter et al., 2001). Otros autores, además han mostrado

un aumento de otros parámetros como urea, ácido úrico, creatinina o alanina aminotransferasa (ALT/GPT) entre otras (Banfi, Colombini, Lombardi, & Lubkowska, 2012).

Aunque los niveles de estos marcadores bioquímicos de daño muscular son dependientes de distintas variables como la edad, raza, sexo, masa muscular, actividad física o condiciones ambientales (Brancaccio et al., 2008), se han mostrado concentraciones elevadas tras la práctica de distintas pruebas individuales (Kim, Lee, & Kim, 2009; Lippi et al., 2008; Neubauer, König, & Wagner, 2008; Nie et al., 2011) o de deportes de equipo (Seco, Villa, & Córdova, 2003a; Ascensao et al., 2008; Córdova et al., 2004; Cunniffe et al., 2010; Hoffman, Kang, Ratamess, & Faigenbaum, 2005) donde además de los extenuantes ejercicios excéntricos (saltos y desplazamientos), son comunes los distintos traumas producto de contactos (caídas y golpes) (Banfi et al., 2012). Por otro lado, el sexo femenino presenta menores valores de estos marcadores bioquímicos de daño muscular que los hombres (Stupka et al., 2000).

#### **8.4.1. Creatin-Kinasa (CK).**

La creatin-kinasa (CK) es el marcador bioquímico más sensible al diagnóstico del daño muscular producido por el ejercicio (Kahanov, Eberman, Townsend, & Gurovich, 2012) y su nivel sérico depende de la intensidad, volumen o carácter del ejercicio (excéntrico, concéntrico, isométrico...) (Brancaccio et al., 2008). El pico de CK aparece a las 24 horas de la actividad causante del daño y va disminuyendo progresivamente hasta valores basales a lo largo de 5-10 días (Brancaccio, Maffulli, & Limongelli, 2007). Estos datos son importantes para planificar las cargas de entrenamiento, ya que si sus valores se mantienen altos durante varios días, indica una inadecuada recuperación. Un aumento de los valores de CK puede ser indicativo de una acumulación de daño muscular provocado por la intensidad del entrenamiento, mientras que una disminución puede ser indicativo de una adecuada recuperación muscular debido a una óptima adaptación físico-fisiológica al tipo de ejercicio físico realizado (Hoffman et al., 2005), ya que se han mostrado valores



mayores de CK en los individuos menos entrenados y con menor potencia muscular (Brancaccio et al., 2008); bien porque los mas entrenados utilizan una menor intensidad durante la competición o por una adecuada recuperación nutricional, ya que la adición de proteínas a una bebida de CHO post-ejercicio atenúa los niveles de CK y MB en sangre (Cockburn, Hayes, French, Stevenson, & St Clair Gibson, 2008). La respuesta de la CK también depende de las características físicas y de la composición corporal, además del histórico de entrenamiento deportivo de cada deportista. Así, Totsuka y colaboradores observaron que los individuos que presentaron mayores valores de CK post-ejercicio, fueron aquellos dotados de menor masa muscular y fuerza (Totsuka, Nakaji, Suzuki, Sugawara, & Sato, 2002).

#### **8.4.2. Lactato deshidrogenasa (LDH).**

El ejercicio excéntrico, también induce un aumento significativo de la LDH (Brancaccio et al., 2010; Mena, Maynar, & Campillo, 1996), siendo su punto máximo a los 3-5 días post-ejercicio (Munjal, McFadden, Matix, Coffman, & Cattaneo, 1983) y manteniéndose alto respecto al valor basal hasta 2 semanas después (Kobayashi, Takeuchi, Hosoi, Yoshizaki, & Loepky, 2005), siendo éste un parámetro bioquímico de detección de daño muscular más tardío. El grado de aumento depende de la intensidad y la duración del esfuerzo (Brancaccio et al., 2010), además influye la hora del día, siendo su valor máximo a las 6 de la tarde; y la temperatura, obteniéndose valores mayores cuando la actividad física se realiza en ambientes fríos (Brancaccio et al., 2010). Por lo tanto, el estudio de la LDH parece estar correlacionado con el nivel de entrenamiento y el rendimiento deportivo (Brancaccio et al., 2010). Además, se han mostrado niveles en reposo más altos en deportistas que en sedentarios (Lippi et al., 2006).

#### **8.4.3. Mioglobina (MB)**

Por su parte, la MB es una proteína fijadora de oxígeno presente en el músculo estriado que se libera rápidamente tras el daño muscular (Sorichter et al., 2001), como resultado de la degradación de las estructuras de las proteínas en el

músculo, y que mediante la suplementación con proteína se ve atenuado este aumento (Cockburn et al., 2008). Los niveles de MB aumentan tan solo a los 30 minutos post-ejercicio, tal como se ha mostrado después de un partido de fútbol, manteniéndose altos respecto al nivel basal hasta 72 horas después (Ascensao et al., 2008). También se ha visto valores altos a los 19 días después de un ironman, aunque probablemente sea más por la reanudación progresiva al entrenamiento (a pesar de su moderada intensidad y volumen) que por una respuesta directa a la competición (Neubauer et al., 2008). Dada estas características, la MB es un marcador útil para vigilar la eficacia de la carga de trabajo en el tejido muscular durante el entrenamiento (Neubauer et al., 2008), además de que puede ser el mejor indicador de la respuesta corporal a la eliminación de los desechos producto del daño de las células musculares, ya que tiene una vida media de 2-3 horas, sobre todo en deportes de colisión (Kahanov et al., 2012). Quizás por ello puede ser útil en voleibol debido a los constantes golpes causados por los distintos saltos y caídas que se dan durante su práctica.

#### **8.4.4. Aldolasa**

En cuanto a la aldolasa, aunque no es un parámetro muy empleado en la actualidad, puede utilizarse junto con la CK para evaluar el estado de adaptación muscular al entrenamiento (Brancaccio et al., 2010). Se han observado niveles más altos de aldolasa en deportistas en situación de reposo que en sedentarios, debido a un mayor nivel y proporción de isoenzima aldolasa A, predominante en el músculo (Haralambie, 1981). La aldolasa es una enzima presente en todas las células, pero sobre todo en el músculo esquelético, hígado y cerebro (Brancaccio et al., 2010) y es un marcador de destrucción celular sensible aunque poco específico (Balcells, 2006). Un aumento de la aldolasa sérica se observa en enfermedades musculares miotónicas, tales como la distrofia muscular progresiva y la polimiositis. La aldolasa también se eleva tras un infarto de miocardio, alcanzando su nivel máximo en el plazo de 24 a 48 h y volviendo a niveles basales a los 5 días (Brancaccio et al., 2010). Nicklas y colaboradores mostraron una relación directa entre la velocidad al

andar y los niveles de aldolasa en personas mayores, proponiéndolo como un predictor independiente de la forma física de las extremidades inferiores (Nicklas et al., 2008).

#### **8.4.5. Aspartato aminotransferasa (AST/GOT).**

La AST/GOT es una enzima utilizada como marcador de enfermedad hepática, pero en el contexto deportivo también es útil como indicador de daño muscular ya que en diferentes estudios se ha observado un aumento significativo inmediatamente después de un esfuerzo muscular, obteniéndose los niveles más altos a las 24 horas del mismo (Banfi et al., 2012; Kratz et al., 2002) y reduciéndose progresivamente, aunque con valores levemente elevados respecto al nivel basal hasta 11 días post-ejercicio, especialmente en deportes de muy larga duración y excéntricos (Fallon, 2008). Este aumento también está relacionado con la duración e intensidad del ejercicio (Kim et al., 2009), además se ha correlacionado de forma positiva con la aparición de calambres musculares (Jastrzebski, 2006) y de una forma muy ligera con el peso corporal e IMC (Zunic et al., 2003). En enfermedad muscular crónica, la actividad de la AST/GOT también está aumentada, pero sus valores raramente están elevados en sujetos sin enfermedad y con una actividad de la CK normal (Barrios et al., 2011; Brancaccio et al., 2010). En deportistas, un aumento de la AST/GOT sérica debería ser considerado en combinación con la actividad de la CK y gama glutamil transferasa (GGT) (Nie et al., 2011), ya que Banfi y colaboradores (Banfi & Morelli, 2008) no observaron diferencias entre los valores basales de atletas y sedentarios, ni entre deportistas de distintas disciplinas.

#### **8.4.6. Alanina aminotransferasa (ALT/GPT).**

La alanina aminotransferasa (ALT/GPT) es una enzima que se encuentra principalmente en el hígado, aunque también en menor cantidad en los riñones, corazón, músculos y páncreas (Banfi et al., 2012). No se han encontrado diferencias significativas entre las concentraciones de ALT/GPT de deportistas y

sedentarios, ni entre deportistas de distintas disciplinas, a excepción de valores bajos en luchadores. No se han observado aumentos significativos en los niveles de ALT/GPT tras la realización de ejercicio físico agudo, pero si después de una ultramaratón, además de por el abuso de esteroides anabólicos-androgénicos en fisicoculturistas (Banfi et al., 2012).

## 9. Respuesta hormonal al estrés.

### 9.1. Introducción.

Estrés es la palabra utilizada para describir experiencias que son un reto emocional y/o fisiológico. Está el "estrés bueno" que en el lenguaje popular, generalmente se refiere a aquellas experiencias que son de corta duración y que la persona pueden dominar y que deja una sensación de euforia y logro, mientras que el "estrés malo" o "estar estresado", se refiere a experiencias en las que se carece de un control y dominio, además de que suelen ser prolongadas o recurrentes, irritantes y emocional y/o físicamente agotadoras o peligrosas (McEwen, 2007).

Un sello característico de la respuesta al estrés es la activación del sistema nervioso autónomo y del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal que mediante la respuesta de "lucha o huida" provoca una respuesta conductual y fisiológica ante una amenaza de una situación peligrosa, ya sea por un depredador, un atracador, un accidente o un desastre natural. El organismo necesita la respuesta de las hormonas del estrés para sobrevivir ante tales situaciones, mientras que una inadecuada o excesiva función adrenocortical y/o autonómica es perjudicial para la salud y la supervivencia (McEwen, 2007).

Por lo general, los seres humanos somos propensos a períodos prolongados de una actividad elevada de los sistemas que nos ayudan a sobrevivir a los desafíos más agudos. Esta elevación prolongada puede deberse a la ansiedad, a la constante exposición a ambientes adversos como el ruido irritante, la contaminación, a conflictos interpersonales, a cambios en el estilo de vida o a comportamientos relacionados con la salud, lo que puede provocar estar bajo un estrés crónico (McEwen, 2007).

El cerebro es el órgano que interpreta las experiencias como amenazantes o no y el que determina las respuestas fisiológicas y conductuales para cada situación. Además del hipotálamo y del tronco encefálico, que son esenciales para

las respuestas autonómicas y neuroendocrinas a factores estresantes, otras áreas cognitivas mayores del cerebro desempeñan un papel clave en la memoria, la ansiedad y la toma de decisiones. Estas áreas del cerebro son el blanco de las hormonas del estrés, siendo los efectos agudos y crónicos del estrés los que influyen en cómo responden (McEwen, 2007).

## **9.2. El estrés en el deporte.**

El ejercicio como modelo de estrés ha sido ampliamente estudiado (Tarpinning, Wiswell, Hawkins, & Marcell, 2001), ya que provoca una serie de respuestas fisiológicas agudas y adaptaciones crónicas que son fundamentales para aumentar la fuerza muscular, la potencia, la hipertrofia y la resistencia muscular local (Kraemer & Ratamess, 2005). De importancia primordial para el rendimiento del ejercicio agudo y la posterior remodelación tisular es el papel desempeñado por el sistema neuroendocrino.

Así mismo, la regulación hormonal es necesaria para realizar las tareas de regulación homeostática de iones y agua intra y extra celular durante la actividad muscular, además de para mantener un nivel constante de glucosa en sangre. Es decir, adapta los recursos energéticos a las exigencias del ejercicio, estimulando una serie de cambios hormonales que capacitan al organismo para hacer frente al agente estresor (Wilmore & Costill, 2004).

Los cambios necesarios de los niveles hormonales y la velocidad a la que deben darse son inducidos por la regulación nerviosa, mediante la activación glandular directa, vía nervios funcionales, o bien mediante 2 tipos de estímulos: (1) las células neurosecretoras hipotalámicas que producen neurohormonas (liberinas o estatinas) que estimulan o inhiben la liberación de hormonas tróficas hipofisarias, y (2) las hormonas tróficas hipofisarias que estimulan la actividad de las glándulas endocrinas periféricas (Hall & Guyton, 2011).

El entrenamiento provoca unas adaptaciones agudas (durante o inmediatamente después de la actividad física) como la regulación homeostática, la

activación del transporte de oxígeno y el uso de las reservas de energía. En períodos de entrenamiento prolongado, los cambios estructurales y funcionales que se desarrollan en un deportista expresan una adaptación a largo plazo, basada en la "Síntesis Adaptativa de Proteínas" (Viru & Viru, 2003). Para que estos cambios se produzcan de forma idónea, la carga de las sesiones de entrenamiento debe ser suficientemente alta como para activar el mecanismo general de adaptación, que incluye profundas modificaciones de las funciones endocrinas. El crecimiento de las estructuras activas de las células y la mejora de la capacidad funcional que de ello se deriva, ocurre como resultado de los procesos de síntesis posteriores al ejercicio, durante el período de recuperación (Viru & Viru, 2003).

Por tanto, monitorizar el impacto del entrenamiento en los deportistas de elite es de suma importancia (Seco, Villa, & Córdova, 2003b) ya que el deporte de elite requiere de extremados volúmenes e intensidades de entrenamiento que en ocasiones superan el umbral de tolerancia del organismo humano provocando en el organismo una situación de estrés (Tarpinning et al., 2001). Esta situación genera una serie de alteraciones en el eje hipotalámico-hipofisario-gonadal y en el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, que van a ocasionar importantes modificaciones a nivel hormonal (Pitkanen et al., 2002; Viru et al., 2001). Si este estrés se repite de forma periódica y controlada (overreaching) el organismo se adaptará (supercompensación), constituyendo la base del entrenamiento. Sin embargo, cuando la intensidad y el volumen del entrenamiento supera la capacidad de recuperación y adaptación del cuerpo, puede provocar un estado de fatiga excesiva, denominado sobreentrenamiento (overtraining) o simplemente exceso de entrenamiento, provocando una disminución del rendimiento físico (Angeli, Minetto, Dovio, & Paccotti, 2004; Martínez et al., 2010).

Así, el nivel de activación del sistema endocrino y sus variaciones hormonales dependerán del tipo de entrenamiento y de las cargas de trabajo utilizadas; la frecuencia, la intensidad, el volumen, el tipo de recuperación o el número de series (Pitkanen et al., 2002; Viru & Viru, 2003). El entrenamiento

provoca también en las mujeres deportistas, la estimulación del hipotálamo que activa la hipófisis a través de la secreción de hormonas como la hormona adenocorticotropa (ACTH) y las gonadotropinas (FSH y LH) que actúan sobre la corteza suprarrenal y los ovarios respectivamente, regulando entre otras la síntesis de testosterona (T) y cortisol (C).

Varios estudios han demostrado que el estrés y la fatiga provoca un aumento de los niveles séricos de ACTH y C y una disminución de T (Seco, Villa, & Córdova, 2003b; Martínez et al., 2010), por lo que estos parámetros nos pueden servir para determinar el grado de adaptación del deportista a las cargas de entrenamiento realizadas (Adlercreutz et al., 1986; Martínez et al., 2010; Seco Calvo, 2007) pudiendo ser una herramienta útil para orientar su entrenamiento y/o recuperación (Seco Calvo, 2007).

### **9.3. Hormona adenocorticotropa (ACTH).**

La ACTH es una hormona catabólica que nos informa acerca del estrés momentáneo (hormona del estrés de fase aguda) que está sufriendo el deportista (Martínez et al., 2010; Seco Calvo, 2007). Su concentración puede verse incrementada por el ejercicio intenso y prolongado (Galbo, 1983), así cuanto mayor sea la intensidad y mayor la duración, mayor será la liberación de ACTH, esto sucede después de sesiones de impacto (microciclos de 1-3 días). Además, muchos otros factores estimulan su producción, como la disminución del C (o "retroalimentación" negativa de esta hormona), el estrés físico, la ansiedad, la depresión o los niveles altos de acetilcolina. Por otro lado, existen varios factores inhibitorios, como las encefalinas, los opiáceos o la somatostatina, entre otros. Por todas estas razones, no es totalmente seguro afirmar que el ejercicio estimule la producción de ACTH. (Hall & Guyton, 2011; Wilmore & Costill, 2004).

### **9.4. Cortisol (C).**

El C es también una hormona catabólica pero en su caso nos informa del estrés acumulado por parte del deportista y no solo es de gran valor a la hora de



alertar del estrés acumulado, sino que también sirve como indicador del sobreentrenamiento (Seco Calvo, 2007) ya que aumenta con el aumento del volumen e intensidad, y sobre todo, cuando la densidad (entrenamiento/descanso) de las cargas no es la adecuada (Brownlee, Moore, & Hackney, 2005; Viru & Viru, 2003).

Un aumento del *C* es especialmente importante para conseguir energía cuando la duración del ejercicio es prolongada (Kraemer & Ratamess, 2005) ya que el *C* es una hormona hiperglucemiante (aumenta los depósitos de glucógeno muscular) y antiinflamatoria, y es por ello que en deportes de resistencia de larga duración se haya planteado como ayuda ergogénica, aunque aún no son contundentes los resultados sobre su eficacia en el rendimiento deportivo (Rochcongar, 2005).

Si las cargas de entrenamientos están bien controladas, los valores de *C* en las fases de carga tendrían que aumentar y bajar en las fases de puesta a punto, fase anterior a las competiciones importantes. La respuesta bifásica del *C* puede deberse al volumen e intensidad de entrenamiento, provocando un incremento en relación a dicho volumen en una fase temprana y una vez excedido el umbral de fatiga, un descenso provocado por posibles alteraciones del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (Angeli et al., 2004).

El entrenamiento en el largo plazo puede ocasionar diferentes respuestas en la producción de *C* en función del deporte y del grado de entrenamiento. Algunos autores han observado un aumento del *C* basal (Kraemer et al., 1989), otros una disminución (Lehmann et al., 1991) y otros no han obtenidos cambios significativos (Dressendorfer & Wade, 1991).

### **9.5. Testosterona (T).**

Por su parte, la *T* es una hormona que incide positivamente en la estimulación, crecimiento y desarrollo de las células musculares, aunque no en su número (Kraemer et al., 1990; Kraemer et al., 1991), debido a que ayuda en la síntesis de glucógeno muscular y al aumento de los depósitos de fosfocreatina y

proteínas contráctiles del músculo (Griggs et al., 1989), es decir, es la que nos va a permitir la recuperación endógena del deportista (Adlercreutz et al., 1986; Martínez et al., 2010; Seco Calvo, 2007). Aunque se sabe que la cantidad de T en los hombres es del orden de 10 a 20 mayor que en las mujeres (Eliakim et al., 2009), se ha observado el mismo comportamiento durante el entrenamiento de voleibol en ambos sexos (Eliakim et al., 2009).

La T incrementa linealmente en respuesta al ejercicio a una intensidad-umbral determinada (Brownlee et al., 2005). La T ha sido propuesta por algunos autores como un indicador válido para la detección de fatiga, dada su relación con procesos anabólicos (Maso, Lac, Filaire, Michaux, & Robert, 2004). Un descenso de los niveles de T nos podría indicar que los deportistas no han asimilado de una forma satisfactoria el entrenamiento, bien por una incompleta recuperación de las reservas de glucógeno muscular o por la incompleta síntesis de proteínas y de los procesos de reparación y construcción muscular que ocurren tras el ejercicio (Kuoppasalmi & Adlercreutz, 1985; Suay, Sanchís, & Salvador, 1997), indicándonos que se necesitarían alrededor de 1-8 días para recuperar los valores iniciales (Dufaux, Assmann, Order, Hoederath, & Hollmann, 2008; Suay et al., 1997). Sin embargo, un aumento de los valores de T nos podría indicar una adecuada recuperación o adaptación a la carga de entrenamiento (Consitt, Copeland, & Tremblay, 2001; Viru & Viru, 2005), situación ideal previa a eventos deportivos importantes. Por lo tanto, un control de los niveles de T a lo largo de la temporada (Handziski et al., 2006), junto con otros indicadores (de rendimiento, emocionales, fisiológicos, etc.) (Viru & Viru, 2003), podría ser útil para valorar el estado de los jugadores (Maso et al., 2004).

#### **9.6. Ratio T/C.**

Tanto la ratio testosterona total/cortisol (TT/C) como la testosterona libre/cortisol (TL/C) han sido propuestas por diversos autores como indicadores potenciales de la carga de entrenamiento (Adlercreutz et al., 1986), pudiendo ser herramientas útiles para intervenir en la planificación del mismo, antes de que se

produzcan alteraciones fisiológicas y/o patológicas en los deportistas (Angeli et al., 2004; Handziski et al., 2006). Así, algunos autores han sugerido que son indicadores del estado anabólico/catabólico del músculo esquelético durante ejercicios de resistencia (Hakkinen, Keskinen, Alen, Komi, & Kauhanen, 1989). Diversos estudios han mostrados cambios en estos parámetros durante entrenamientos de fuerza y potencia y han sido relacionados positivamente con las mejoras del rendimiento (Alen, Pakarinen, Hakkinen, & Komi, 1988; Hakkinen, Pakarinen, Alen, & Komi, 1985), mientras que otros estudios no han mostrado cambios (Ahtiainen, Pakarinen, Kraemer, & Hakkinen, 2003). Por otro lado, sí que se ha observado en fisicoculturistas de elite que un entrenamiento estresante provoca descensos en la ratio T/C (Hakkinen, Pakarinen, Alen, Kauhanen, & Komi, 1987).

En deportes de equipo, es habitual observar descensos en estos ratios al final de temporada (Handziski et al., 2006) por la fatiga acumulada a lo largo de la misma. Sin embargo, otros estudios muestran que la ratio TT/C aumentó durante toda la temporada (Coutts, Reaburn, Piva, & Rowsell, 2007; Martínez et al., 2010; Seco Calvo, 2007), pudiéndonos indicar un proceso regenerativo derivado de la competición (Martínez et al., 2010).



## CAPÍTULO 3: MARCO EXPERIMENTAL



## 10. Marco experimental.

### 10.1. Planteamiento del problema.

La presente tesis doctoral se enmarca en el ámbito de la Nutrición y las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, en el área de Fisiología aplicada al Entrenamiento Deportivo y más concretamente, en el estudio del efecto del entrenamiento y la nutrición en las jugadoras profesionales de voleibol (JVF). Este estudio surge de la necesidad real de un equipo profesional de voleibol femenino, de obtener una evaluación objetiva de la asimilación del entrenamiento y la competición por parte de cada jugadora. A pesar de ser imprescindible un correcto diagnóstico del estado de las jugadoras para poder prescribir adecuadamente las cargas de entrenamiento, el control de la carga interna y la nutrición a lo largo de la temporada deportiva es un aspecto muy poco estudiado hasta la fecha en este colectivo deportivo.

El voleibol es un deporte que requiere que los jugadores realicen frecuentes acciones con componente excéntrico (Córdova et al., 2004; González-Rave et al., 2011) que junto a las caídas y golpes propios del juego y a los extremados volúmenes e intensidades del entrenamiento que el deporte de élite requiere se asocian con la producción de daño muscular, estrés y fatiga (Banfi et al., 2012).

El daño muscular, el estrés psico-físico y la fatiga generan modificaciones en los niveles plasmáticos de las hormonas del estrés (Córdova et al., 2004; Engelmann, Landgraf, & Wotjak, 2004; Oltras, Mora, & Vives, 1987) y de distintas enzimas y proteínas musculares (Banfi et al., 2012) que sirven para conocer el grado de adaptación del deportista al ejercicio (Enoka, 1996; Martínez et al., 2010; Schelling, Calleja-González, & Terrados, 2011). Así, el control del balance entre las hormonas catabólicas y anabólicas es fundamental para controlar el grado de asimilación del entrenamiento (Martínez et al., 2010; Schelling et al., 2011), mientras que los marcadores bioquímicos de daño muscular nos indican el grado de adaptación metabólica del musculo esquelético al entrenamiento físico (Enoka,

1996), observándose una recuperación más rápida de los valores basales cuando el musculo está adaptado (Brancaccio et al., 2008).

En el área de Psicología del deporte se han desarrollado gran variedad de cuestionarios específicos que nos permiten conocer indirectamente el estado del organismo de los deportistas y analizar la percepción subjetiva que éstos tienen de su propio estado (Bawa, 2010; Woodman & Hardy, 2003), así mismo es importante tener un conocimiento del perfil de personalidad de los deportistas (Seco, Marco Sanjuán, & Córdova, 2003b).

Por otro lado, el efecto de la nutrición sobre el daño muscular, el estrés y la fatiga ha sido ampliamente discutido en un gran número de investigaciones (Bloomer, 2007; Howatson & van Someren, 2008) mostrando que durante la recuperación post-ejercicio una ingesta nutricional adecuada es importante para reponer las reservas endógenas de energía, el reacondicionamiento del musculo esquelético, la reparación del daño muscular y por tanto evitar la fatiga (Beelen, Burke, Gibala, & van Loon, 2010). Otros autores han observado una correlación entre la ingesta de energía y CHO previa al ejercicio con el grado de daño muscular post-ejercicio (Díaz et al., 2010; Gravina et al., 2012).

Con el fin de interpretar correctamente los valores bioquímicos de daño muscular, estrés y fatiga es necesario conocer su comportamiento durante y después de la práctica deportiva. El comportamiento de estos parámetros bioquímicos en los deportistas de elite a lo largo de una temporada deportiva, especialmente en deportes de equipo femenino, no ha sido muy estudiado y descrito. Un conocimiento más completo de las variaciones metabólicas específicas producidas a lo largo de una temporada en mujeres deportistas de elite puede contribuir a mejorar nuestro conocimiento de la fisiología de las JVF para ayudarnos a optimizar su rendimiento y proponer distintas estrategias de entrenamiento, nutrición y recuperación.



Por otro lado, existen algunos estudios que relacionan los cambios de la CC con distintos parámetros de rendimiento en diferentes periodos de una temporada de voleibol femenino (Fry et al., 1991; González-Rave et al., 2011; Hakkinen, 1993; Johnson et al., 1989); otros relacionan la CC con los hábitos alimentarios (Som Castillo, Sánchez Muñoz, Ramírez Lechuga, & Zabala Díaz, 2010; Úbeda et al., 2010), pero ninguno de ellos relaciona los cambios en la CC con la ingesta de energía, macronutrientes y micronutrientes realizada durante una temporada en deportistas de élite y en especial en jugadoras profesionales de voleibol.

## **10.2. Objetivos generales.**

Hemos estudiado al equipo profesional de voleibol femenino HARO RIOJA VOLEY a lo largo de la temporada 2011/2012, en cada uno de los ciclos de entrenamiento establecidos por el entrenador. Dado que el doctorando ha sido el dietista-nutricionista del equipo, nos ha permitido llevar a cabo los controles que nos proponemos para alcanzar los siguientes objetivos generales:

1. Valorar el estrés psico-físico originado por la actividad física deportiva profesional en las JVF (Estudio 1).
2. Valorar el daño muscular provocado a lo largo de la temporada de competición en las JVF (Estudio 2).
3. Determinar la composición nutricional y alimentaria de la ingesta realizada por las JVF a lo largo de la temporada y valorar la adecuación de la ingesta a las recomendaciones dietéticas y nutricionales de referencia (Estudio 3).
4. Determinar los cambios en el perfil antropométrico en la CC de las JVF a lo largo de la temporada (Estudio 3).

Los objetivos generales anteriormente descritos se estructuran en una serie de objetivos específicos presentados en tres estudios diferentes, que responden a la necesidad de ordenar la gran cantidad de datos obtenidos durante

la investigación. Los estudios desarrollados, y sus objetivos específicos, se detallan a continuación:

### **10.3. Objetivos específicos.**

#### **10.3.1. Estudio 1: Equilibrio catabólico / anabólico de las hormonas del estrés y estado psicológico en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada.**

El estudio tiene como objetivo principal valorar los niveles de hormona adenocorticotropa (ACTH), testosterona total (TT), testosterona libre (TL) y cortisol (C), así como las ratios TT/C y TL/C de un equipo de voleibol profesional femenino de la Superliga española durante toda la temporada. Está dirigido específicamente a la obtención de nuevos datos sobre el equilibrio catabólico / anabólico de las hormonas, el estrés y la adaptación al entrenamiento por parte de las JVF.

Así mismo, como objetivo secundario se planteó el de estudiar la evolución psicológica de las JVF de la Superliga española durante toda la temporada, estimada mediante distintos cuestionarios.

#### **10.3.2. Estudio 2: Variación de los parámetros de daño muscular en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada.**

El propósito del presente estudio fue valorar el efecto que el entrenamiento y la competición tienen en un equipo de voleibol femenino a lo largo de una temporada completa en los parámetros sanguíneos de daño muscular. Para este fin, se examinó y analizó una serie de parámetros bioquímicos (creatin-kinasa (CK), lactato deshidrogenasa (LDH), mioglobina (MB), aldolasa, aspartato aminotransferasa (AST/GOT) y Alanina aminotransferasa (ALT/GPT)) en el suero de las JVF en distintas fases de una temporada deportiva con el fin de establecer la secuencia fisiológica entre la carga de entrenamiento y sus niveles.

**10.3.3. Estudio 3: Ingesta alimentaria y cambios de la composición corporal tras un programa de entrenamiento en jugadoras profesionales de voleibol durante la temporada.**

El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar con las ingestas dietéticas recomendadas, la ingesta calórica (total y por Kg de peso), de proteínas (totales, por Kg de peso y % del total de energía), de lípidos (totales, por Kg de peso y % del total de energía), de carbohidratos (CHO) (totales, por Kg de peso y % del total de energía) y de los distintos micronutrientes (vitaminas y minerales) que formaron parte de la dieta de las JVF de un equipo profesional de la Superliga española a lo largo de una temporada deportiva, así como valorar y conocer los cambios de la composición corporal (peso, altura, índice de masa corporal (IMC), masa grasa (MG) y muscular (MM) y los sumatorios de 4 ( $\Sigma 4P$ ), 6 ( $\Sigma 6P$ ) y 8 pliegues ( $\Sigma 8P$ )) producidos en este periodo por las JVF.



## **11. Procedimiento y diseño de la investigación.**

Al finalizar la temporada 2010/2011 propusimos al Club Voleibol Haro la posibilidad de realizar una investigación con el equipo profesional HARO RIOJA VOLEY que daría como finalidad la tesis doctoral del dietista-nutricionista del club. Tras aceptar, nos pusimos en marcha en planificar y concretar la investigación que nos propusimos realizar de una forma longitudinal, a lo largo de una temporada deportiva. Para ello tras recibir la planificación de la temporada por parte del entrenador (Anexo 1), propusimos al cuerpo técnico que tras la realización de una recogida de datos basales (T1), es decir, previo al comienzo de los entrenamientos de pretemporada, los controles se realizarían en Diciembre al finalizar la pretemporada y periodo específico que correspondía con la semana 11 de entrenamientos (T2), en el periodo competitivo 1, previo a la copa de S.M la Reina, en Marzo, en la semana 21 de entrenamiento (T3) y en el periodo competitivo 2, durante los play off, al finalizar Abril, correspondiente a la semana 28 de entrenamiento (T4).

Debido a la gran cantidad de datos obtenidos durante la investigación se propuso realizar 3 estudios diferentes que difieren ligeramente en función de las variables y factores tratados, aunque disponen de partes comunes.

### **11.1. Material y métodos empleados.**

#### **11.1.1. Participantes.**

En esta Tesis Doctoral han participado las 10 JVF integrantes del equipo HARO RIOJA VOLEY, a las que se preparó para su participación en la Superliga de voleibol femenino de la temporada 2011/12. Previamente se les explicó, tanto de forma oral como escrita, el estudio que se iba a realizar y su finalidad, para después solicitar su consentimiento por escrito para llevar a cabo la investigación (Anexo 2). Todas las actuaciones realizadas durante esta investigación fueron aprobadas por el comité de ética de la Universidad de León (Anexo 3) y ratificadas

por el comité de ética de la Universidad del País Vasco (Anexo 4). Las características basales de las JVF se recogen en la tabla 11.1.

**Tabla 11.1.** Características de las JVF del equipo Haro Rioja Voley.

Jugadora	Puesto	Edad	Altura (cm)	Peso (kg)
1	Central	38,8	185,6	66,1
2	Receptora	23,4	177,0	64,3
3	Opuesta	30,7	180,9	70,5
4	Libero	25,8	159,7	56,1
5	Colocadora	22,2	168,40	59,4
6	Central	22,3	188,3	78,5
7	Receptora	30,1	179,4	69,8
8	Colocadora	20,0	173,9	68,4
9	Receptora	29,7	183,8	79,7
10	Central	23,8	183,5	65,3
Media ± DE		26,7±5,9	178,1±9,0	67,8±7,8

JVF: Jugadoras profesionales de voleibol; DE: Desviación estándar

A todas ellas, al comenzar el estudio se les entregó un dossier que incluía:

- a) **Una carta de presentación** para motivar a las JVF a que realizasen el estudio (Anexo 5).
- b) **Cuestionario sociodemográfico** con los datos de filiación, nivel de estudios, estado civil y entorno familiar de las JVF (Anexo 6).
- c) **Cuestionario deportivo** con los datos de los mayores éxitos conseguidos, temporadas de práctica de voleibol en general, como a nivel profesional de las JVF (Anexo 7).
- d) **Cuestionario de antecedentes familiares** para conocer enfermedades que puedan padecer los padres o hermanos de las JVF (Anexo 8).

- e) **Cuestionario de antecedentes personales** para conocer datos relacionados con la salud de las JVF (Anexo 9).
- f) **Cuestionario de historia ponderal** para conocer distintos datos relacionados con el peso de las JVF (Anexo 10).
- g) **Cuestionario de datos dietéticos** para conocer los hábitos dietéticos de las JVF (Anexo 11).
- h) **Instrucciones** para realizar el auto-registro nutricional (Anexo 12).
- i) **Auto- registro nutricional** de 7 días, constituida por 7 hojas, una para cada día objeto de estudio que realizaron en las 4 fases de estudio (Anexo 13).
- j) **Cuestionario de salud general De Goldberg (GHQ28)**, con el fin de conocer la salud de las JVF (Anexo 14).
- k) **Cuestionario Sport Competition Anxiety Test (SCAT)**, para medir la ansiedad rasgo competitivo en las JVF (Anexo 15).
- l) **Cuestionario STAI (State Trait Anxiety Inventory)** para conocer el estado de ansiedad de las JVF (Anexo 16).
- m) **Cuestionario CSAI-2 (Competitive State Anxiety Inventory - 2)** para evaluar con precisión el estado somático y el nivel de ansiedad-estado cognitivo pre-partido, así como el nivel de confianza en sí mismo de las JVF (Anexo 17).
- n) **Cuestionario de Oviedo del sueño (COS)** para hacer una historia clínica exhaustiva de los ritmos de sueño y vigilia de las JVF (Anexo 18).
- o) **Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD)** para evaluar el control del estrés, la influencia de la evaluación del rendimiento, la motivación, la capacidad mental y la cohesión del equipo de las JVF (Anexo 19).

En los puntos de control (T2, T3 y T4), también se les entregó un dossier que además de los anexos anteriores, incluía:

p) **Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFA)**, En el que las JVF auto-registraron la frecuencia de consumo (diaria, semanal o mensual) de 139 raciones de alimentos y bebidas en el periodo que comprendía entre controles (Anexo 20).

Durante el periodo que duró el estudio, estas deportistas fueron el propio grupo control. Antes de comenzar el estudio, y durante el periodo transitorio, las JVF o bien participaron en competiciones con sus selecciones nacionales o bien en distintos campeonatos de vóley playa de tal manera que todas llegaron al momento inicial del estudio con una carga de actividad física moderada.

Durante la pretemporada el dietista-nutricionista del equipo realizó una charla en la que les indicó cual era la adecuada nutrición para la práctica de voleibol, tanto para los entrenamientos en función de las cargas empleadas como para la competición. Esta orientación estaba basada en los apartados mostrados en apartado 4 y 5 de esta Tesis Doctoral. También se les recomendó que tomaran líquidos, combinación de botellas de agua y botellas con suplementos de sales, tanto en los entrenamientos como en el transcurso de los partidos. Al finalizar los diferentes partidos, se les recomendó a las JVF tomar fundamentalmente fruta y yogures, salvo en los partidos más duros en los que también se les recomendó batidos enriquecidos con CHO.

#### **11.1.2. Entrenamiento**

Todas las JVF del Haro Rioja Vóley siguieron el mismo plan de entrenamientos y partidos durante la temporada (Tabla 11.2), cuya planificación semanal consistió en dos sesiones diarias, la de mañana consistente en gimnasio y la vespertina en la práctica de voleibol (Tabla 11.3). Este plan de entrenamiento se cumplió de lunes a viernes, el sábado por la mañana, previo al partido oficial que se jugaba en horario de tarde, se realizaba un entrenamiento suave basado en



recordar las destrezas de saque y recepción. El domingo descansaban. La cantidad de horas que utilizaron a entrenar las distintas destrezas en cada fase del estudio se muestra en la tabla 11.2.

**Tabla 11.2.** Tipo y tiempo de entrenamiento y partidos realizado por las JVF en cada periodo de estudio.

	T1 - T2	T2 - T3		T3 - T4	
	(11 Semanas)	(10 Semanas)		(8 Semanas)	
	Total	Total	Acumulado	Total	Acumulado
<b>Total entrenamiento</b>					
Total microciclos	63	50	113	39	152
Días semanales	5,7	5,0	5,4	4,9	5,2
Total Sesiones	97	87	184	68	252
Sesiones semanales	8,8	8,7	8,8	8,5	8,7
Total Horas	251	192	443	158	601
Horas semanales	22,8	19,2	21,1	19,8	20,7
<b>Entrenamiento físico</b>					
Total Horas	98	67	165	48	213
Horas semanales	8,9	6,7	7,9	6,0	7,3
<b>Entrenamiento técnico</b>					
Total Horas	69	54	123	44	167
Horas semanales	6,3	5,4	5,9	5,5	5,8
<b>Entrenamiento táctico</b>					
Total Horas	84	71	155	66	221
Horas semanales	7,6	7,1	7,4	8,3	7,6
<b>Partidos</b>					
Partidos oficiales	6	10	16	13	29
Sets totales	21	35	56	41	97
Tiempo total (min)	530	841	1371	983	2354
Tiempo medio partido (min)	88	84	86	76	81
Partidos amistosos	8	0	8	0	8

JVF: Jugadoras profesionales de voleibol. T1: Octubre; T2: Diciembre; T3: Marzo; T4: Abril.

**Tabla 11.3.** Ejemplo de semana de entrenamiento de las JVF.

	<b>Mañana</b>		<b>Tarde</b>	
<b>LUNES</b>	10:00	PESAS Todas (1)	18:30	TEC-TAC
<b>MARTES</b>	LIBRE		18:30	TEC-TAC
<b>MIERCOLES</b>	9:30	PESAS Receptoras y libero (2)	15:30	PESAS Colocadoras y centrales (2)
	10:30	TEC-TAC Específico Colocadoras y centrales	18:30	TEC- TAC Específico Receptoras y libero
<b>JUEVES</b>	LIBRE		18:30	TEC-TAC
<b>VIERNES</b>	10:30 TEC-TAC	13:00 Vídeo	18:30	TEC-TAC
<b>SABADO</b>	ENTRENAMIENTO OFICIAL		PARTIDO	
<b>DOMINGO</b>	LIBRE		LIBRE	

JVF: Jugadoras profesionales de voleibol; TEC-TAC: Entrenamiento de técnica y/o táctica. (1): Entrenamiento de fuerza general (fuerza máxima o hipertrófica); (2): Entrenamiento de fuerza específico (fuerza-explosiva y pliometría).



## **12. Estudio 1: Equilibrio catabólico / anabólico de las hormonas del estrés y estado psicológico en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada.**

### **12.1. Material y métodos.**

#### **12.1.1. Pruebas bioquímicas.**

Tras un ayuno de al menos 12 horas y después de 36 horas post-partido y de reposo deportivo, se les extrajeron las muestras sanguíneas de la vena antecubital a todas las JVF entre las 08:00 a.m. y 09:00 a.m. en cada una de las fases de estudio (T1, T2, T3 y T4) después de que estuvieran 30 minutos sentadas de una forma relajada.

Las analíticas sanguíneas se realizaron en Hospital de San Pedro de Logroño, mediante volantes de prescripción detallando qué parámetros se deseaba evaluar que el Dr. Juan Miguel Orta Costea rellenaba, dada su condición de médico de familia del Centro de salud de Santo Domingo de la Calzada (La Rioja). La financiación de las mismas se consiguió a través de un complejo procedimiento administrativo que permitió sufragar todos los gastos derivados.

Los distintos parámetros hormonales se obtuvieron mediante los siguientes métodos:

##### **12.1.1.1. *Hormona Adenocorticotropa (ACTH).***

Se determinó por RIA que consiste en la reacción de una sustancia marcada radioactivamente que es el antígeno, que reacciona con el anticuerpo específico fijándose aproximadamente un 70% de la marcada. Diversas cantidades conocidas de sustancia no marcada son añadidas a la mezcla Ag-Ac, estableciéndose una competición por la unión del antígeno con el anticuerpo que va a ser regido por la ley de acción de masas. Después de una incubación, la parte que se encuentra

fijada al anticuerpo, es separada de la parte marcada libre. De la cantidad de sustancia marcada y fijada a diferentes concentraciones, se hace una curva que permite encontrar cualquier concentración de elemento a determinar que sea desconocido.

#### **12.1.1.2. Cortisol (C).**

Se determinó en un analizador multiparamétrico para determinaciones inmunológicas automatizado "MINIVIDAS" (Biomerieux). Este aparato utiliza una técnica que es una combinación del método ELISA con una lectura final por fluorescencia; esta técnica se llama ELFA (enzyme linked fluorescent assay), y utiliza como enzima la fosfatasa alcalina. El sustrato es 4 metil umbeliferona, que posee la propiedad de emitir fluorescencia a 450 nm después de haber sido excitada a 370 nm. Los resultados se mostraron en nMol/L.

#### **12.1.1.3. Testosterona Total (TT).**

Se determinó por una técnica de enzimoimmunoensayo (ELISA) (DRG Testosterona ELISA KIT) Está basado en el principio de competición y separación en microplaca. Una cantidad desconocida de testosterona contenida en una muestra y una cantidad fija de testosterona conjugada con peroxidasa de caballo compiten para ligarse con un antisuero de testosterona policlonal pegado a los pocillos para parar la reacción de competición. Se añade la solución de sustrato, y la concentración de testosterona es inversamente proporcional a la medida de la densidad óptica. Los resultados se mostraron en nMol/L.

#### **12.1.1.4. Testosterona Libre (TL).**

La TL se obtuvo por el método del cálculo matemático, utilizando la fórmula descrita y validada por Vermeulen y colaboradores (Vermeulen, Verdonck, & Kaufman, 1999). Los resultados se mostraron en nMol/L.

### **12.1.1.5. Ratio TT/C y TL/C.**

Se determinaron los ratios TT/C y TL/C a partir de las concentraciones molares de TT, TL y C, dividiendo los valores de TT o TL entre la de C.

### **12.1.2. Instrumentos de valoración psicológica.**

Tras realizar las analíticas en T1, T2, T3 y T4, las JVF rellenaron los distintos cuestionarios psicológicos (GHQ-28, STAI, SCAT, CSAI-2, COS y CPRD) ya descritos en el punto 7.2.

### **12.1.3. Análisis estadístico.**

Todos los datos son presentados como media y desviación estándar. Se realizó una MANOVA de medidas repetidas con el test de Bonferroni (post hoc test) para comprobar si hubo variaciones significativas en los parámetros hormonales y psicológicos entre los distintos puntos de estudio. Así mismo, se realizó una correlación de R de Pearson entre las distintas hormonas y los ratios. Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$ . Los análisis estadísticos se realizaron mediante los paquetes estadísticos IBM SPSS® versión 17.0. (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) y Statgraphics Plus® versión 5.1 (Statistical Corporation S.A., Rockville, MD, USA).

## **12.2. Resultados.**

Los niveles hormonales obtenidos durante la temporada se muestran en la tabla 12.1, así el ACTH, fue aumentando a lo largo de la misma, siendo los valores de las muestras de T2 ( $23,89 \pm 7,58$  pg/mL), T3 ( $33,39 \pm 8,34$  pg/mL) y T4 ( $37,62 \pm 12,10$  pg/mL) significativamente más elevados ( $p < 0,05$ ) que el valor inicial (T1:  $17,31$  pg/mL). Además las muestras de T3 y T4 son significativamente más elevadas ( $p < 0,05$ ) que la de T2.

Los niveles de C, representativos del estrés acumulado, también sufren un ligero ascenso a lo largo de la temporada, pasando de  $0,56 \pm 0,25$   $\mu\text{mol/L}$  en T1 a

0,59 ± 0,20 μmol/L en T2, a 0,64 ± 0,15 μmol/L en el periodo coincidente con la copa de S.M la Reina (T3) y a 0,65 ± 0,15 μmol/L al final del estudio coincidiendo con el play off por el título (T4).

La TT tras sufrir un descenso significativo ( $p < 0,05$ ) en Diciembre desde el inicio del estudio (T1: 0,97 ± 0,49nmol/L vs T2: 0,80 ± 0,29 nmol/L), aumenta significativamente ( $p < 0,05$ ) hasta 1,08 ± 0,36 nmol/L en T3 y 1,20 nmol/L en T4. Además, este último valor fue significativamente más elevado ( $p < 0,05$ ) que el valor de T3.

La TL sigue la misma línea que la TT y muestra un aumento estadísticamente significativo en T4 (0,013 ± 0,005 nmol/L) respecto al valor coincidente con la Copa de S.M la Reina de T3 (0,010 ± 0,004nmol/L).

**Tabla 12.1.** Valores de ACTH, cortisol, testosterona total, testosterona libre y ratios testosterona/cortisol de las JVF en los diferentes periodos del estudio.

	T1	T2	T3	T4
<b>ACTH (pg/mL)</b>	17,31±6,73	<b>23,89±7,58<sup>a</sup></b>	<b>33,39±8,34<sup>ab</sup></b>	<b>37,62±12,10<sup>ab</sup></b>
<b>Cortisol (μMol/L)</b>	0,56±0,25	0,59±0,20	0,64±0,15	0,65±0,15
<b>TT (nMol/L)</b>	0,97±0,49	<b>0,80±0,29<sup>a</sup></b>	<b>1,08±0,36<sup>b</sup></b>	<b>1,20±0,43<sup>bc</sup></b>
<b>TL (nMol/L)</b>	0,011±0,007	0,010±0,005	0,010±0,004	<b>0,013±0,005<sup>c</sup></b>
<b>Ratio TT/C</b>	1,89±1,11	<b>1,49±0,83<sup>a</sup></b>	1,74±0,72	<b>1,90±0,78<sup>c</sup></b>
<b>Ratio TL/C</b>	0,022±0,016	0,020±0,013	0,017±0,009	<b>0,022±0,012<sup>c</sup></b>

Datos expresados en media ± desviación estándar. JVF: Jugadoras profesionales de voleibol; ACTH: Hormona adenocorticotropa; TT: Testosterona Total; TL: Testosterona Libre; T1: Octubre; T2: Diciembre; T3: Marzo; T4: Abril.

Diferencias significativas entre periodos (MANOVA  $p < 0,05$ ):

<sup>a</sup>:vs T1.

<sup>b</sup>:vs. T2.

<sup>c</sup>:vs. T3.

En relación a la ratio TT/C se observó una disminución estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ) de su valor en la toma de T2 (1,49 ± 0,83) respecto a la toma inicial (1,89 ± 1,11). En T4 su valor fue de 1,90 ± 0,78, valor estadísticamente más elevado ( $p < 0,05$ ) que el mostrado en T3 (1,74 ± 0,72).

En cuanto a la ratio TL/C tras el valor inicial (T1: 0,022 ± 0,016), se observó descensos en las dos siguientes tomas (T2: 0,020 ± 0,013; T3: 0,017 ± 0,009), para



posteriormente producirse un aumento al final del estudio (T4:  $0,022 \pm 0,012$ ) obteniéndose el mismo valor que al inicio. Este último valor fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) al obtenido en la semana previa a la Copa de S.M la Reina (T3).

La tabla 12.2 muestra la correlación lineal existente entre el C, TT y TL y los ratios TT/C y TL/C en cada periodo de estudio. En relación al C se observó que posee una escasa correlación lineal negativa respecto al ratio TT/C y TL/C en cada periodo, solo se observó una buena correlación negativa (-0.68) respecto al ratio TL/C en T3. Por otro lado la TT mostró una buena correlación lineal con la ratio TT/C en cada periodo de estudio, además de en con la ratio TL/C en T2 (0,91) y T3 (0,85). Además la TL mostró una fuerte correlación lineal con los ratios TT/C y TL/C en cada uno de los periodos de estudio.

**Tabla 12.2.** Correlaciones entre cortisol, testosterona total y testosterona libre con los ratios testosterona total/cortisol y testosterona libre/cortisol en cada fase de estudio.

	T1		T2		T3		T4	
	TT/C	TL/C	TT/C	TL/C	TT/C	FT/C	TT/C	FT/C
<b>C</b>	-0,34	-0,45	-0,51	-0,62	-0,42	<b>-0,68*</b>	-0,31	<b>-0,73*</b>
<b>TT</b>	<b>0,78*</b>	0,59	<b>0,81*</b>	<b>0,65*</b>	<b>0,82*</b>	0,42	<b>0,80*</b>	0,38
<b>TL</b>	<b>0,78*</b>	<b>0,92**</b>	<b>0,79*</b>	<b>0,91**</b>	<b>0,80*</b>	<b>0,97**</b>	<b>0,85*</b>	<b>0,98**</b>

C: Cortisol; TT: Testosterona Total; TL: Testosterona Libre; T1: Octubre; T2: Diciembre; T3: Marzo; T4: Abril.

Diferencias significativas entre fases: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,001$ .

En relación a los cuestionarios psicológicos (Tabla 12.3) se observó un moderado aumento ( $p > 0,05$ ) en T2 en de todos los valores del test GHQ-28 y del CSAI-2 con excepción de la variable que determina la autoconfianza. Posteriormente sufrió un leve descenso que se mantuvo hasta T4. La valoración del STAI en T2 ( $18,80 \pm 8,68$ ) fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) que en T1 ( $12,60 \pm 7,38$ ), así mismo la valoración de la motivación mediante el cuestionario CPRD en T2 ( $21,10 \pm 6,03$ ) y T4 ( $22,40 \pm 3,84$ ) fue significativamente menor ( $p < 0,05$ ) que la de T1 ( $25,20 \pm 4,16$ ). El control del estrés del CPRD de T3 ( $63,80 \pm 8,69$ ) y T4 ( $61,30 \pm 7,86$ ) fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) que el mostrado en T2.

**Tabla 12.3.** Valoración de los distintos cuestionarios psicológicos realizados a las JVF a lo largo de la temporada.

	T1	T2	T3	T4
SCAT	18,90±5,45	19,30±4,47	20,10±5,40	19,70±5,29
STAI	12,60±7,38	<b>18,80±8,65<sup>a</sup></b>	15,10±6,35	15,60±5,95
<b>Cuestionario de salud general De Goldberg - GHQ28</b>				
Total GHQ-28	2,00±4,00	3,50±5,25	2,70±3,80	2,70±3,13
Síntomas somáticos	0,30±0,67	0,80±1,32	1,10±2,13	0,60±1,07
Ansiedad / insomnio	1,20±2,20	1,40±2,07	1,10±1,45	1,20±1,32
Disfunción social	0,40±0,97	1,00±1,89	0,20±0,63	0,50±0,97
Depresión severa	0,10±0,32	0,30±0,67	0,10±0,32	0,10±0,32
<b>CSAI-2 (Competitive State Anxiety Inventory - 2)</b>				
Total CSAI 2	58,40±3,03	61,20±8,80	59,20±4,96	59,70±4,42
Ansiedad cognitiva	17,30±3,50	20,60±5,46	18,30±2,41	18,70±2,36
Ansiedad somática	12,70±1,06	14,90±3,48	13,90±3,41	13,80±2,30
Autoconfianza	28,40±3,20	25,70±5,74	27,00±3,02	27,10±3,18
<b>Cuestionario de Oviedo del sueño (COS)</b>				
Total COS	26,70±7,18	26,80±7,98	33,90±14,31	29,20±6,70
Satisfacción subjetiva del sueño	4,20±1,75	3,90±1,73	3,30±1,25	3,80±1,14
Insomnio	18,00±6,38	18,10±6,33	25,00±13,39	20,40±6,20
Hipersomnio	4,50±1,27	4,80±2,15	5,60±1,71	5,00±0,82,
<b>Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD)</b>				
Total CPRD	169,00±16,31	156,20±19,93	162,00±21,61	162,40±15,75
Control del estrés	62,40±9,52	57,80±8,05	<b>63,80±8,69<sup>b</sup></b>	<b>61,30±7,86<sup>b</sup></b>
IER	36,50±5,15	35,50±6,70	36,70±6,48	36,30±4,60
Motivación	25,20±4,16	<b>21,10±6,03<sup>a</sup></b>	21,00±3,89	<b>22,40±3,84<sup>a</sup></b>
Habilidad mental	23,40±2,67	20,40±5,15	19,60±5,17	21,10±3,38
Cohesión de equipo	21,50±1,78	21,40±2,01	21,10±2,18	21,40±1,84

Datos expresados en media ± desviación estándar. JVF: Jugadoras profesionales de voleibol; IEV: Influencia de la evaluación del rendimiento SCAT: Sport Competition Anxiety Test; STAI: State Trait Anxiety Inventory. Diferencias significativas entre periodos (MANOVA  $p < 0,05$ ):<sup>a</sup>: Respecto a T1. <sup>b</sup>: Respecto a T2.

Por otro lado la satisfacción subjetiva del sueño disminuyó moderadamente hasta T3 para un posterior repunte en T4, sin embargo el insomnio y el hipersomnio aumentó hasta T3 para una posterior disminución en T4. Esta misma dinámica llevó la valoración del cuestionario SCAT.

### 12.3. Discusión.

#### 12.3.1. Equilibrio catabólico / anabólico de las hormonas del estrés.

El comportamiento de las hormonas relacionadas con el catabolismo (ACTH y C) y el anabolismo (T) a lo largo de una temporada deportiva en jugadoras profesionales de voleibol está muy poco estudiado; así los resultados presentados muestran que a lo largo de la temporada de voleibol profesional femenino, se ha mantenido un buen equilibrio entre la respuesta de los sistemas hormonales catabólicos y anabólicos.

Los valores séricos de ACTH son utilizados como un indicador de estrés agudo (Carrasco & Van de Kar, 2003). Galbo y colaboradores mostraron que su concentración aumenta drásticamente por el ejercicio intenso y prolongado (Galbo, 1983). Además, otros factores también estimulan o inhiben su producción, por lo que no es totalmente seguro afirmar que el ejercicio estimule la producción de ACTH (Watabe et al., 1987). En nuestro estudio observamos como los niveles de ACTH van aumentando a lo largo de la temporada, haciéndose significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) en T2, T3 y T4 respecto al valor obtenido al inicio del estudio. Además los valores de T3 y T4 son significativamente más elevados ( $p < 0,05$ ) que los de T2. Estos últimos valores coinciden con la semana previa a la participación en la Copa de la S.M. Reina (T3) y al play off final por el título de liga (T4), lo que nos podría indicar que la propia dinámica de la competición provocó un estrés puntual (estrés psicofísico agudo) y no aumentos producto de la fatiga acumulada a lo largo de la temporada. Datos similares observaron Martínez y colaboradores (Martínez et al., 2010) en jugadores de baloncesto, mostrando que los niveles de ACTH se mantuvieron constantes durante la temporada regular y solo aumentaron previo a los play off.

Por su parte, la concentración de C parece no mostrar diferencias entre ambos sexos (Haneishi et al., 2007), además la actividad secretora de C en el

período post-despertar (1 hora) en mujeres con ciclos menstruales regulares, no está afectada ni por la menstruación, ni por la fase del ciclo menstrual en el que se encuentran (Ahn et al., 2011), siendo el C un adecuado marcador de estrés en mujeres, ya que es menos influenciado al ciclo hormonal que otras hormonas (andrógenos) (Haneishi et al., 2007). Por otro lado, se ha señalado que cuando el entrenamiento está bien graduado, la secreción de C se restablece dentro de las 24 horas posteriores al ejercicio que provocó dicho aumento (Martínez et al., 2010). Así, el C nos informa del estrés acumulado por parte del deportista, además de tener un gran valor como indicador de sobreentrenamiento (Martínez et al., 2010) ya que aumenta con el aumento del volumen e intensidad del ejercicio, y sobre todo, cuando la densidad (carga/descanso) no es la adecuada (Brownlee et al., 2005). En deportes de equipo, sobre todo en la pretemporada y previo a competiciones importantes los valores de esta hormona aumentan considerablemente, lo que indica que se están dando procesos de catabolismo, pudiendo revelar la necesidad de un mayor aporte de energía (Haneishi et al., 2007). Posteriormente con una correcta recuperación, incluida la nutricional (Nieman & Bishop, 2006; T. Reilly & Ekblom, 2005), disminuye con el fin de rendir al máximo en los periodos competitivos concretos, indicando un estado anabólico de recuperación, y posiblemente relacionado con un aumento en los niveles de insulina y T (Filaire, Bernain, Sagnol, & Lac, 2001). Esta evolución es la que sigue el C en el estudio mostrado por Martínez y colaboradores (Martínez et al., 2010) en jugadores de baloncesto, sin embargo, en nuestro estudio, no encontramos cambios significativos, aunque si observamos una tendencia ascendente a lo largo de toda la temporada, lo mismo que ocurre en otros estudios realizados en baloncesto (Schelling et al., 2011) o rugby (Bateup, Booth, Shirtcliff, & Granger, 2002). A pesar de todo, pensamos que los cambios observados se relacionan con una buena adaptación al entrenamiento sobre todo teniendo en cuenta que el frecuente e intenso ejercicio anaeróbico es característico de la práctica del voleibol.

En relación a la T, se sabe que los hombres tienen del orden de 10 a 20 veces más cantidad que las mujeres, aunque siguen el mismo comportamiento

durante el entrenamiento de voleibol (Eliakim et al., 2009) y que su variación está relacionada con ciertas conductas deportivas (Oliveira, Gouveia, & Oliveira, 2009), lo cual en deportes técnico-tácticos como el voleibol deberíamos tener en consideración. Además, cabe de destacar que Enea y colaboradores (Enea et al., 2009) mostraron que el ciclo menstrual no parece afectar a los cambios en los niveles de T inducidos por el ejercicio en mujeres jóvenes. En nuestro caso, se observó que los niveles de TT y TL presentaron un comportamiento especial. Tras un intenso periodo de pretemporada y periodo específico (T2), en el que se observó un descenso de los niveles de TL y de TT, estos comienzan a aumentar en los siguientes periodos analizados (T3 y T4). Estos datos son de gran importancia, ya que se puede interpretar como una mejora, ya que la T es una hormona anabólica que contribuye al crecimiento y remodelación de los tejidos (Kraemer & Ratamess, 2005). Estos datos coinciden con una disminución del volumen de los entrenamientos durante la fase competitiva de liga regular, la copa de S.M la Reina y la final del campeonato español, pudiendo ser debido a una adecuada recuperación o adaptación a la carga de entrenamiento realizado (Consitt et al., 2001; Viru & Viru, 2005), con el fin de tener la puesta a punto adecuada en los momento más importantes de la temporada. Así, este equipo obtuvo el triunfo en la copa de S.M la Reina y jugó la final del campeonato español. Otros estudios (Martínez et al., 2010), sin embargo, mostraron ascensos de los niveles de T a lo largo de la temporada hasta un pico en Febrero-Marzo, a partir del cual comenzaron a descender por una acumulación de la fatiga por la suma de entrenamientos y partidos a lo largo de la temporada (Handziski et al., 2006).

Por otro lado, tanto la ratio TT/C como la TL/C han sido propuestas por diversos autores como indicadores del estado anabólico/catabólico del musculo esquelético durante el entrenamiento de resistencia (Hakkinen et al., 1989). Algunos estudios han mostrado cambios en estos parámetros durante entrenamientos de fuerza y potencia, relacionandolos positivamente con mejoras en el rendimiento (Alen et al., 1988; Hakkinen et al., 1985), sin embargo, otros estudios de similares características no han mostrado cambios (Ahtiainen et al.,

2003). Por otro lado, en levantadores de pesas de elite se observó que un entrenamiento de gran volumen provocaba descensos en la ratio T/C (Hakkinen et al., 1987). En nuestro estudio hemos observado un descenso significativo ( $p < 0,05$ ) en la ratio TT/C después de la pretemporada y periodo específico por el aumento de la carga total de entrenamientos. A partir de aquí, mostraron una tendencia ascendente hasta el final de la temporada y de una forma significativa ( $p < 0,05$ ) entre T2 y T4, coincidiendo con el aumento significativo de los niveles de TT y TL, en comparación con el ligero aumento que presentó los niveles de C. Estos datos son diferentes a los mostrados en otros estudios longitudinales realizados en fútbol que mostraron descensos de estas ratios al final de temporada (Handziski et al., 2006) y cuyos autores alegan que pueden reflejar la fatiga acumulada a lo largo de toda la temporada, debidos al aumento del C. Otros estudios en deportes de equipo (Coutts et al., 2007; Martínez et al., 2010) mostraron que las ratios TT/C o TL/C sufrieron descensos coincidiendo con un período intenso y especial de preparación física con el fin de preparar competiciones importantes, para un posterior aumento, indicando una buena recuperación entre fases (Martínez et al., 2010).

Los datos obtenidos en este estudio indican que las cargas de entrenamiento en pretemporada se deben individualizar debido a que las JVF realizan distintas actividades de alta carga (vóley playa y/o concentraciones con sus selecciones) durante el periodo transitorio que junto a las cargas propias del entrenamiento de pretemporada hace que muchas de ellas presenten indicios de sobreentrenamiento. Así utilizar la ratio de TT/C junto a otros indicadores para el control de la fatiga psico-física de las JVF es un adecuado sistema para detectar posibles alteraciones (Coutts et al., 2007). Además, una adecuada planificación deportiva (control de la intensidad y volumen de entrenamiento) en deportes de equipo, junto a la incorporación de otras medidas preventivas como las de recuperación física (Seco, Rodríguez, & López, 2005) o de una ingesta dietética adecuada (una dieta alta en CHO ( $\approx 60\%$ )), también son importantes para mantener altos los valores de la ratio TL/C (Lane, Duke, & Hackney, 2010).

Por tanto, los resultados presentados muestran que a lo largo de la temporada, se ha mantenido un buen equilibrio en la respuesta de los sistemas hormonales catabólicos y anabólicos y confirman que la variación tanto de la ratio TT/C como de TL/C tienen una gran correlación positiva con la TT y sobre todo con la TL, por lo que se podría considerar el valor de TT y/o TL como adecuados indicadores de la adaptación de las JVF al entrenamiento.

### **12.3.2. Estado psicológico.**

Muchas manifestaciones del rendimiento deportivo relacionadas con el voleibol como la fuerza muscular, la potencia anaeróbica o la flexibilidad están estrechamente relacionadas con un correcto ciclo circadiano (Atkinson & Reilly, 1996), y el sueño desempeña un papel importante para mantener adecuadamente dicho ciclo en los deportistas. El COS permitió analizar la calidad del sueño de las JVF. Los valores obtenidos por las JVF se encontraron en el percentil 45 (Bobes et al., 1998), con unos valores bajos de hipersomnio, medios de insomnio y medio-bajos de satisfacción subjetiva del sueño, si bien se observó que tanto los valores de hipersomnio e insomnio fueron aumentando a lo largo de la temporada hasta un pico en T3, semana previa a uno de los momentos más importantes de la misma como es la copa de S.M la Reina (T3), torneo por el que el equipo había apostado, para posteriormente ajustarse tras ganar el play-off semifinal (T4). El sueño no sólo es importante como un aspecto clínico (Pedregal Sánchez, López Rodríguez, & Bousoño García, 1991), sino también como un elemento fundamental para obtener el máximo rendimiento en el deporte. Estudios previos mostraron que la privación del sueño podría afectar a las habilidades motoras y a la fuerza (Plyley, Shephard, Davis, & Goode, 1987) y que la privación continua de sueño provoca una disminución en el rendimiento deportivo (Chen, 1991). Además, no sólo la privación de sueño se relaciona con un menor rendimiento, sino también la calidad del sueño se asocia con un mayor rendimiento físico. En nuestro caso se observó una disminución de la satisfacción subjetiva del sueño a lo largo de la temporada acentuándose en T3,

posiblemente por la responsabilidad de enfrentarse a un torneo para el que se habían preparado con el objetivo de ganar.

A pesar que el cuestionario GHQ-28 no es un cuestionario específico para el deporte, se considera un cuestionario de salud general. La percepción que las JVF tenían de su salud, estimada por el GHQ-28, indicó unas características disposicionales relativamente estables, indicándonos que no tuvieron angustia ni trastornos psiquiátricos (Cohen, Kamarck, & Mermelstein, 1983). La escala total del GHQ-28 mostró que si bien existe un adecuado equilibrio psicológico y una buena percepción del estado de salud, los valores aumentaron en T2, periodo en el que las JVF fueron sometidas a altas cargas y volúmenes de entrenamiento, para posteriormente reducirse en T3 y estabilizarse en T4 con la disminución de las cargas y volúmenes de entrenamiento. Los valores de ansiedad siguieron la misma línea que la valoración total del GHQ-28. Así, el aumento de la ansiedad se correlaciona negativamente con la capacidad de rendimiento, pudiéndose ser explicado porque un estado de ansiedad aumenta la respuesta de la frecuencia cardíaca que afecta entre otros, al control de la habilidad (Sandín, 2003), además de disminuir el nivel de excitación cortical (Clemente-Suárez & Robles-Pérez, 2013).

Las JVF mostraron valores de ansiedad cognitiva y de seguridad en sí mismas más altos que otros deportistas de menor categoría (Cox, Martens, & Russell, 2003). Estos datos, pueden estar motivados a que el alto nivel de rendimiento se asocia típicamente con un aumento de la presión y el deportista debe ser capaz de hacer frente a dicha presión para alcanzar un alto rendimiento, también podría ser debido a que los deportistas de mayor categoría suelen operar dentro de un entorno personal más controlado que sus homólogos de menor categoría (Woodman & Hardy, 2003). Así mismo, se demostró que la confianza es el factor más importante relacionado con el rendimiento en los deportes de equipo (Craft, Magyar, Becker, & Feltz, 2003). En esta línea, la presente investigación mostró



cómo tras disminuir en T2, vuelve a aumentar en T3 y T4 para conseguir ganar la copa de S.M. la Reina y llegar al play off final.

Por otro lado, los valores obtenidos en las distintas subescalas del CPRD se encuentran por encima del percentil 50 (Gimeno et al., 2001) y uno de los valores más altos es el perteneciente a la subescala de cohesión de equipo, al contrario que lo observado por Seco y colaboradores (Seco, Marco Sanjuán, & Córdova, 2003a). También la variable del control del estrés mostró aumentos significativos en T3 y T4 respecto a T1, lo que facilitó a las JVF una toma de decisiones adecuadas (Noce & Samulski, 2002) en los encuentros más importantes que les llevó a la victoria. A pesar de que la motivación es uno de los factores más importantes en las jugadoras de voleibol para conseguir ganar (Noce & Samulski, 2002), mostró un valor significativamente menor en T2 y T4 que en T1, esto puede estar motivado a que la ilusión de una nueva temporada aumente este valor; si bien el valor de T4 es superior al de T2, lo que nos indicaría que las JVF llegaron al final de la temporada con la motivación necesaria para enfrentarse al play-off final.

Otro factor ampliamente estudiado y relacionado con el rendimiento deportivo medido con los cuestionarios STAI y SCAT son los niveles de ansiedad. Los valores alcanzados en el STAI por las JVF fueron más bajos que en estudios anteriores (Wilson, Raglin, & Harger, 2000), no mostrando altos grados de ansiedad al contrario que lo observado por Seco y colaboradores (Seco, Marco Sanjuán, Villa, & Córdova, 2003), a pesar del aumento significativo que se mostró en T2. Los valores obtenidos por el SCAT se mantuvieron estables durante toda la temporada, si bien hay que comentar que el cuestionario no se completó previo a la competición como está concebido.

#### **12.4. Conclusiones.**

El estudio del equilibrio catabólico / anabólico de las hormonas del estrés y la adaptación al entrenamiento en JVF nos informa que al estrés acumulado a lo largo de la temporada (C) se suma un estrés agudo (ACTH), cuyos picos máximos

coinciden con la Copa de S.M la Reina y el play-off final por el título. Además, el comportamiento de la T y el ratio T/C sugiere un overtraining (sobrentrenamiento) tras la pretemporada y periodo específico, mostrando sin embargo una correcta adaptación posterior en los dos momentos más importantes de la temporada (Copa de S.M la Reina y el play-off final por el título). Por ello, en nuestra opinión, la monitorización de los cambios anabólicos y catabólicos en combinación con una adecuada planificación del entrenamiento es muy importante ya que puede evitar situaciones de estrés.

Según los datos obtenidos en los distintos cuestionarios psicológicos y partiendo que se encuentran dentro de los límites de normalidad, se observó un aumento de la ansiedad y desmotivación, así como una pérdida de la autoconfianza, tras la primera parte de la temporada, donde se incluye gran cantidad de entrenamientos físicos, pero no existe la presión de los partidos, para posteriormente con la reducción de cargas de entrenamientos, observarse reducciones de estos valores. Sin embargo, cuando aumenta la presión de los partidos como sucede en la copa de S.M la Reina y el play off final es cuando aumentan los valores de insomnio e hipersomnio y una insatisfacción del sueño, pero también aparece un mayor control del estrés y habilidad mental.

#### **12.5. Aplicaciones prácticas.**

Monitorizar las hormonas del estrés es de gran utilidad para saber en qué fases están más susceptibles ante una situación de estrés que nos permita adoptar medidas preventivas como puede ser una mayor recuperación entre los entrenamientos (recuperación activa) o medidas de recuperación física (fisioterapia), combinándolas con estrategias dietético-nutricionales, ya que alargar estados catabólicos sin control podría poner en riesgo la salud de las JVF. Recomendamos, por tanto, en voleibol profesional femenino, controlar la respuesta hormonal para valorar la asimilación del entrenamiento, e instaurar en la planificación de la temporada periodos de recuperación activa.

El estudio del estado psicológico de las JVF nos mostró que cuando el entrenamiento es intenso se deben plantear técnicas que ayuden a reducir la ansiedad y a aumentar la autoconfianza, mientras que cuando aumenta el número de partidos y ante partidos de máxima importancia se deben plantear técnicas que ayuden a recuperarse mejor.



## **13. Estudio 2: Variación de los parámetros de daño muscular en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada.**

### **13.1. Material y métodos.**

#### **13.1.1. Pruebas bioquímicas.**

Tras un ayuno de al menos 12 horas y después de 36 horas post-partido y de reposo, se les extrajeron a todas las JVF las muestras sanguíneas de la vena antecubital entre las 08:00 a.m. y 09:00 a.m. en cada una de las fases de estudio (T1, T2, T3 y T4) después de que estuvieran 30 minutos sentadas de una forma relajada.

Las analíticas sanguíneas se realizaron en Hospital de San Pedro de Logroño, mediante volantes de prescripción detallando qué parámetros se deseaba evaluar que el Dr. Juan Miguel Orta Costea rellenaba, dada su condición de médico de familia del Centro de salud de Santo Domingo de la Calzada (La Rioja), y cuya financiación se consiguió a través de un complejo procedimiento administrativo que permitió sufragar todos los gastos derivados.

Los distintos parámetros hormonales se obtuvieron mediante los siguientes métodos:

##### **13.1.1.1. Creatin-kinasa (CK).**

Para valorar la CK, se utilizó un método cinético enzimático (Autoanalizador Hitachi 917). En la reacción la CK cataliza la transferencia del fosfato de la fosfocreatina al difosfato de adenosina. El trifosfato de adenosina formado se mide mediante el uso de reacciones acopladas catalizadas por la hexoquinasa y la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa produciendo NADH a partir de NAD<sup>+</sup>.

### **13.1.1.2. Lactato Deshidrogenasa (LDH).**

Por medio de un método cinético enzimático, se midió la actividad de la lactato deshidrogenasa que cataliza la transformación de piruvato a lactato con la oxidación concurrente de NADH a NAD<sup>+</sup>. Al igual que los anteriores parámetros bioquímicos, esta enzima es también determinada mediante autoanalizador (Hitachi 917).

### **13.1.1.3. Mioglobina (MB).**

La valoración de la MB se realiza por medio de una técnica de quimioluminiscencia basada en una reacción de enzimoimmunoanálisis de tipo "sándwich", de dos puntos. Para la realización de la prueba se dispensa la muestra problema en un tubo de ensayo en cuyas paredes se encuentran unidos anticuerpos monoclonales de ratón antimoglobina, conjugados con fosfatasa alcalina. Posteriormente, se añaden partículas magnéticas unidas a otro anticuerpo monoclonal antimoglobina que reacciona específicamente en un lugar diferente de la MB. Después de la eliminación de las partículas no unidas a la fase sólida por lavado, se añade un sustrato quimioluminiscente para seguidamente realizar la medida de la luz generada en la reacción con un luminómetro. La emisión de fotones es proporcional a la mioglobina de la muestra.

### **13.1.1.1. Aldolasa.**

Para la obtención de la cantidad de aldolasa, se midió la oxido-reducción producida entre NAD<sup>+</sup> y NADH acoplada a la reacción reversible de hidrólisis de la fructosa-1,6-difosfato en gliceraldehido-3-fosfato y fosfodihidroxi-acetona, reacción catalizada por la Aldolasa. El proceso se desarrolla en autoanalizador (Hitachi 917).

### **13.1.1.2. AST/GOT.**

Para su valoración se utilizó un método cinético enzimático y se lleva a cabo en un autoanalizador (Hitachi 917). En un primer paso la AST/GOT presente en la

muestra cataliza el paso de L-aspartato y  $\alpha$ -cetoglutarato a-oxalacetato y L-glutamato. Luego, por la acción de la malato deshidrogenasa, se reduce el oxalacetato a malato con la concurrente oxidación de NADH a NAD<sup>+</sup>, oxidación que se cuantifica a 340 nm.

### **13.1.1.3. ALT/GPT.**

La técnica utilizada para valorar esta enzima es similar a la anterior y también se lleva a cabo en un autoanalizador (Hitachi 917). En este caso se trata de la transaminación de la L-alanina y  $\alpha$ -cetoglutarato a piruvato y L-glutamato catalizada por la ALT/GPT.

### **13.1.2. Análisis Estadístico.**

Todos los datos son presentados como media y desviación estándar. Se realizó una MANOVA de medidas repetidas con el test de Bonferroni (post hoc test), para comprobar si hubo variaciones significativas en los parámetros bioquímicos de daño muscular entre los distintos puntos de estudio. Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas cuando  $p < 0.05$ . Los análisis estadísticos se realizaron mediante los paquetes estadísticos IBM SPSS<sup>®</sup> versión 17.0. (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) y Statgraphics Plus<sup>®</sup> versión 5.1 (Statistical Corporation S.A., Rockville, MD, USA).

## **13.2. Resultados.**

En la tabla 13.1 se muestran los valores de los valores de los parámetros bioquímicos de daño muscular en los 4 periodos de estudio. Así mismo se muestran los valores de referencia para la población en general.

Como se puede observar el valor de la CK y MB ascendió en T2 (CK:  $165 \pm 128$  U/L; MB:  $22,8 \pm 5,8$  ng/ml) y de una forma significativa ( $p < 0,05$ ) en T3 (CK:  $199 \pm 66,0$  U/L; MB:  $26,1 \pm 3,97$  ng/ml) desde el valor de T1 (CK:  $127 \pm 56,2$  U/L; MB:  $21,0 \pm 5,30$  ng/ml), para posteriormente descender de una forma significativa en T4 (CK:  $167 \pm 80,6$  U/L; MB:  $23,6 \pm 6,00$  ng/ml).

La tabla 13.1 también muestra como la LDH va ascendiendo durante toda la temporada y de una forma significativa ( $p < 0,05$ ) en el punto de control T4 ( $388 \pm 29,0$  U/L) respecto al valor del inicio del estudio (T1:  $337 \pm 44,6$  U/L) y al de T2 ( $342 \pm 45,1$  U/L).

La aldolasa mostró un ascenso significativo ( $p < 0,05$ ) en la toma de T3 ( $5,70 \pm 1,22$  U/L) respecto a la inicial ( $4,11 \pm 1,55$  U/L), para al final del estudio disminuir significativamente ( $p < 0,05$ ) hasta  $4,15 \pm 1,05$  U/L, desde T3.

**Tabla 13.1.** Parámetros bioquímicos de daño muscular las JVF en las diferentes fases del estudio.

	T1	T2	T3	T4	VR
CK (U/L)	127±56,2	165±128	199±66,0 <sup>a</sup>	167±80,6 <sup>c</sup>	24-170
LDH (U/L)	337±44,6	342±45,1	372±14,2	388±29,0 <sup>ab</sup>	230-480
MB (ng/ml)	21,0±5,30	22,8±5,86	26,1±3,97 <sup>ab</sup>	23,6±6,00 <sup>c</sup>	0-80
Aldolasa (U/L)	4,11±1,55	4,97±1,89	5,70±1,22 <sup>a</sup>	4,15±1,05 <sup>c</sup>	0-7,6
AST/GOT (U/L)	23,2±6,4	23,8±8,9	24,4±3,7	19,3±1,8 <sup>c</sup>	0-40
ALT/GPT (U/L)	20,6±8,5	22,0±9,5	18,3±4,1	16,5±2,2	0-40

Datos expresados en media  $\pm$  desviación estándar. JVF: Jugadoras profesionales de voleibol profesional; T1: Octubre; T2: Diciembre; T3: Marzo; T4: Abril; VR: Valores de referencia; CK: Creatin-Kinasa; LDH: Lactato deshidrogenasa; MB: Mioglobina; AST/GOT: Aspartato aminotransferasa; ALT/GPT: Alanina aminotransferasa.

Diferencias significativas entre periodos (MANOVA  $p < 0,05$ ):

<sup>a</sup>: Respecto a T1.

<sup>b</sup>: Respecto a T2.

<sup>c</sup>: Respecto a T3.

En relación al AST/GOT se observó una ligera tendencia ascendente en las 3 primeras muestras para en T4 ( $19,3 \pm 1,8$  U/L) disminuir significativamente ( $p > 0,05$ ) respecto a la muestra de T3 ( $24,4 \pm 3,7$  U/L).

Por su parte la ALT/GPT tras un leve aumento inicial (T2:  $22,0 \pm 9,5$  U/L), se observó un descenso que aunque no significativo ( $p > 0,05$ ) importante en T3 ( $18,3 \pm 4,1$  U/L) y T4 ( $16,5 \pm 2,2$  U/L).



### 13.3. Discusión.

El estudio del daño muscular y la adaptación al entrenamiento en jugadoras profesionales de voleibol durante una temporada deportiva, nos informa que la fatiga va aumentando, observado mediante los valores bioquímicos de CK, LDH, MB y aldolasa, coincidiendo los picos máximos con la Copa de S.M la Reina, para posteriormente disminuir previo al play-off final por el título.

El pico de CK aparece a las 24 horas de la actividad causante del daño muscular y va disminuyendo progresivamente hasta valores basales a lo largo de 5-10 días (Brancaccio et al., 2007), estos datos son importantes para planificar las cargas de entrenamiento, ya que si sus valores se mantienen altos durante varios días, indica una inadecuada recuperación, permitiéndonos tomar decisiones con el fin de prevenir lesiones (Wiacek, Andrzejewski, Chmura, & Zubrzycki, 2011). En nuestro caso observamos un aumento en T2 y de forma significativa en T3 respecto a T1, lo que puede ser indicativo de una acumulación de daño muscular provocado por la intensidad del entrenamiento y encuentros previos a la Copa de S.M la Reina. Posteriormente se observó una disminución significativa en T4 indicándonos una adecuada recuperación muscular debido a una óptima adaptación físico-fisiológica al tipo de ejercicio físico realizado (Hoffman et al., 2005). También podría ser indicativo de una reducción de la intensidad de entrenamiento ante un partido fácil o por no competir a intensidades suficientemente altas debido a tener cumplido el objetivo del equipo, así como por una adecuada recuperación nutricional ya que la adición de proteínas a una bebida de carbohidratos post-ejercicio atenúa los niveles de CK y MB en sangre (Cockburn et al., 2008).

La respuesta de CK también depende de las características físicas y de la composición corporal, además del histórico de entrenamiento deportivo de cada jugadora. Así, se han mostrado valores mayores de CK en los individuos menos entrenados y con menor potencia muscular (Brancaccio et al., 2008), así como los dotados de menor masa muscular y fuerza (Totsuka et al., 2002).

También, el ejercicio excéntrico induce un aumento significativo de la LDH (Brancaccio et al., 2010; Mena et al., 1996), siendo su punto máximo a los 3-5 días post-ejercicio (Munjal et al., 1983) y manteniéndose alto hasta 2 semanas después (Kobayashi et al., 2005). El grado de aumento depende de la intensidad y la duración del esfuerzo (Brancaccio et al., 2010), además otros factores también pueden influir en sus valores como la hora del día, siendo su valor máximo a las 6 de la tarde o la temperatura, obteniéndose valores mayores cuando la actividad física se realiza en ambientes fríos (Brancaccio et al., 2010). Por lo tanto, el estudio de la LDH parece estar correlacionado con el nivel de entrenamiento y el rendimiento deportivo (Brancaccio et al., 2010), observándose niveles en reposo más altos en deportistas que en sedentarios (Lippi et al., 2006). Durante nuestro estudio la LDH mostró un ascenso a lo largo de la temporada que se hizo significativo ( $p < 0,05$ ) en T4 en relación al valor de T1 y T2. Estos datos nos pueden mostrar que la acumulación de actividad física durante la temporada, tanto de entrenamientos como de partidos provoca un daño muscular que aumenta los valores de LDH, si bien no supera los valores máximos marcados como referencias adecuadas para la población en general. Este aumento de LDH puede ser debido a un aumento de la producción de lactato como consecuencia de un aumento de la intensidad de los entrenamientos y partidos. Así el LDH permite la continua regeneración de ATP por la vía glucolítica, además de hacer de amortiguador contra la acumulación de protones a nivel celular, retrasando una acidosis metabólica, ayudando a la eliminación de protones de la célula (Robergs, Ghiasvand, & Parker, 2004; Wiacek et al., 2011). En consecuencia, este fenómeno impide la acidificación de los miocitos que puede provocar fatiga y por consiguiente disminución del rendimiento físico (Robergs et al., 2004).

Por su parte, la MB es una proteína que se libera rápidamente tras el daño muscular (Sorichter et al., 2001). Los valores más altos de MB se observan solo a los 30 minutos post-ejercicio, tal como se mostró después de un partido de fútbol (Ascensao et al., 2008) o después de un ironman (Neubauer et al., 2008), reduciéndose progresivamente y manteniéndose altos respecto al nivel basal hasta

1-5 días post-ejercicio (Ascensao et al., 2008; Brancaccio et al., 2010; Neubauer et al., 2008), seguramente motivado a una leve inflamación sistémica producto de una recuperación muscular incompleta (Neubauer et al., 2008). También se ha visto valores de MB por encima del basal hasta 19 días después de un ironman, aunque probablemente sea más por la reanudación progresiva al entrenamiento (a pesar de su moderada intensidad y volumen) que por una respuesta directa a la competición (Neubauer et al., 2008), de lo contrario indicaría que la regeneración muscular no ha sido completa (Tee et al., 2007). Dadas estas características, la MB es un marcador útil para vigilar la eficacia de la carga de trabajo en el tejido muscular durante el entrenamiento (Neubauer et al., 2008), además de ser un indicador de la fatiga muscular (Del Coso et al., 2012) y de la respuesta del cuerpo a la eliminación de los desechos producto del daño de las células musculares, sobre todo en deportes de impacto (Kahanov et al., 2012) como puede ser el voleibol. En nuestro estudio observamos un leve aumento de los niveles de MB entre T1 y T2 que se hace significativo en T3, lo que puede indicar una creciente fatiga muscular (Del Coso et al., 2012) provocada por la acumulación del ejercicio excéntrico o los golpes propios del voleibol (Howatson & van Someren, 2008), bien por la duración de los entrenamientos y/o partidos o por una inadecuada recuperación de los depósitos de glucógeno que provoca un mantenimiento más largo de una inflamación sistémica (Neubauer et al., 2008), para en T4 disminuir significativamente respecto a T3, por una disminución de las cargas de entrenamiento y una mejor recuperación con el fin de llegar en perfectas condiciones al play-off final.

La aldolasa, por su parte, es un enzima, que ayuda a descomponer ciertos azúcares en energía y se encuentra en cantidades altas en el tejido muscular y aunque no es un parámetro muy empleado en la actualidad, puede utilizarse junto con la CK para evaluar el estado de adaptación muscular al entrenamiento (Brancaccio et al., 2010). Se han observado niveles de aldolasa más elevados en deportistas en reposo que en sedentarios, debido a una mayor proporción de la isoenzima aldolasa A, predominante en el músculo (Haralambie, 1981). La aldolasa es un marcador de destrucción celular sensible aunque poco específico (Balcells,

2006), ya que en la mayoría de las miopatías, como en la distrofia muscular progresiva y polimiositis, aparece elevada junto a la CK (Nozaki & Pestronk, 2009). La enzima también se eleva tras un infarto de miocardio, alcanzando su nivel máximo en el plazo de 24 a 48 h y volviendo a niveles basales a los 5 días (Brancaccio et al., 2010). Nicklas y colaboradores (Nicklas et al., 2008) mostraron una relación directa entre la velocidad al andar y los niveles de aldolasa en personas mayores. En nuestra investigación observamos un aumento de sus niveles en T2 que se hace significativo en T3, respecto al basal (T1). Estos datos pueden ser indicativos de la alta duración del ejercicio (Karamizrak, Ergen, Tore, & Akgun, 1994) que se da en estos periodos (25 horas/semana en T2 y 20,89 horas/semana en T3 de entrenamiento, junto a los partidos). Posteriormente en T4 desciende significativamente hasta niveles de T1 por la reducción del tiempo de entrenamiento, hasta 19,71 horas semanales.

La AST/GOT es una enzima utilizada como marcador de enfermedad hepática, pero en el contexto deportivo también es útil como indicador de daño muscular ya que se ha observado un aumento significativo inmediatamente después de un esfuerzo muscular, obteniéndose los niveles más altos a las 24 horas del mismo (Banfi et al., 2012; Kratz et al., 2002) y reduciéndose progresivamente, si bien se han observado niveles levemente aumentados respecto al nivel basal hasta 11 días después del ejercicio, especialmente en deportes de muy larga duración y excéntricos (Fallon, 2008), ya que es dependiente de la duración e intensidad del ejercicio (Kim et al., 2009). Además, tiene una correlación positiva con los calambres musculares (Jastrzebski, 2006) y con el peso corporal e IMC (Zunic et al., 2003). En deportistas, un aumento de la AST/GOT sérica debería ser considerado en combinación con la actividad de la CK y GGT (Nie et al., 2011), ya que Banfi y colaboradores (Banfi & Morelli, 2008) no observaron diferencias entre los valores basales de atletas y sedentarios, ni entre los deportistas de distintas disciplinas.

En nuestro estudio los valores de AST/GOT se mantuvieron estables hasta T3, para descender significativamente en T4, confirmando que aunque el entrenamiento haya sido intenso no influye en los niveles de AST/GOT (Saengsirisuwan, Phadungkij, & Pholpramool, 1998). Cabe destacar que esta disminución no tiene *per se* valor pronóstico (Giannini, Testa, & Savarino, 2005) y pueden ser debido a que las JVF se hayan adaptado a los entrenamientos y a la carga muscular. Así mismo, creemos que el AST/GOT no es un parámetro adecuado para observar daño muscular en voleibol femenino.

La ALT/GPT por su parte, es una enzima que se encuentra principalmente en el hígado, aunque también en menor cantidad en los riñones, corazón, músculos y páncreas (Banfi et al., 2012). No se han encontrado diferencias significativas entre las concentraciones de ALT/GPT de deportistas y sedentarios (Banfi & Morelli, 2008; Banfi et al., 2012), ni entre deportistas de distintas disciplinas, a excepción de valores bajos en luchadores (Lee, Park, Choi, & Cho, 2009). No se han observado aumentos significativos en los niveles de ALT/GPT tras la realización de ejercicio físico agudo, pero si después de una ultramaratón (Banfi et al., 2012), además de por el abuso de esteroides anabólicos-androgénicos en fisicoculturistas (Urhausen, Torsten, & Wilfried, 2003). En nuestro estudio se observó un leve ascenso del valor de ALT/GPT en la muestra de T2 ( $22,00 \pm 9,46$ U/L), respecto a T1 ( $20,60 \pm 8,54$  U/L), que puede estar relacionado con la alta intensidad y duración del entrenamiento que se da en este periodo (Nagel, Seiler, Franz, & Jung, 1990), para a partir de aquí asimilar dicho entrenamiento; y es por ello por lo que los valores de T3 ( $18,26 \pm 4,05$  U/L) y T4 ( $16,50 \pm 2,16$  U/L) son levemente menores a los de T2.

A pesar que en algunos parámetros estudiados (CK, AST/GOT y aldolasa) se hayan observado casos de JVF con valores por encima de las referencias, ninguna de ellas presentó signos de problemas musculares, por lo que estimamos que los valores de referencia para la población en general (Balcells, 2006) no son válidos para deportistas profesionales, ya que el propio ejercicio con independencia de una buena adaptación genera una elevación de los mismos por la propia actividad. No

obstante, conviene recordar que algunos autores ya han propuesto otros valores de referencia mayores para deportistas (Mougios, 2007) y estos datos juntos a los obtenidos en el presente estudio podrían ser de utilidad para utilizarlos como referencia en voleibol profesional femenino, al no encontrarse suficientes referencias de este colectivo deportivo, femeninos y de élite.

#### **12.4. Conclusiones.**

Los datos obtenidos en este estudio nos siguieron un overreaching previo a la Copa de S.M la Reina, mostrando sin embargo una correcta adaptación al final de la temporada (play-off final por el título). Por ello, en nuestra opinión, la monitorización de los cambios en los niveles bioquímicos de daño muscular en combinación con una adecuada planificación del entrenamiento es muy importante para evitar una situación de fatiga muscular.

#### **12.5. Aplicaciones prácticas.**

Monitorizar estos parámetros es de gran utilidad para saber en qué fases de la temporada están más fatigadas las JVF y permitir de esta forma adoptar medidas preventivas, como una mayor recuperación entre entrenamientos (recuperación activa) o medidas de recuperación física (fisioterapia), combinándolas con estrategias dietético-nutricionales, ya que alargar estados de fatiga sin control podría poner en riesgo el rendimiento, además de la salud de las JVF. Recomendamos, por tanto, en voleibol profesional femenino, controlar la respuesta de los marcadores bioquímicos de daño muscular para valorar la asimilación del entrenamiento, e instaurar en la planificación de la temporada periodos de recuperación activa junto a medidas dietético-nutricionales.

## **14. Estudio 3: Ingesta alimentaria y cambios de la composición corporal tras un programa de entrenamiento en jugadoras profesionales de voleibol durante la temporada.**

### **14.1. Material y métodos.**

#### **14.1.1. Datos antropométricos e instrumentos utilizados para su medición.**

Tras un ayuno de al menos 12 horas se les realizó una antropometría a todas las JVF entre las 09:00 a.m. y 10:00 a.m. en Octubre 2011 (T1), Diciembre 2011 (T2), Marzo 2012 (T3) y Abril 2012 (T4) coincidiendo con las semanas de entrenamiento 0, 11, 21 y 28 respectivamente. Previo a la realización de las antropometrías se explicó a las participantes que debían cumplir un protocolo minuciosamente controlado consistente en no realizar ningún tipo de ejercicio físico en las 24 horas previas a las pruebas, mantener un buen estado de hidratación, así como no beber líquidos y realizar la última micción y/o defecación 30 minutos antes del inicio de las mediciones.

Todas las medidas antropométricas se realizaron siguiendo el protocolo de "The International Society of Advancement of Kinanthropometry" (ISAK) (Stewart et al., 2011), siempre por el mismo antropometrista certificado internacionalmente (ISAK nivel 2). La altura (cm) fue calculada por medio de un tallímetro modelo SECA<sup>®</sup>, con una precisión de 1 mm. El peso (kg) fue registrado por una báscula modelo SECA<sup>®</sup>, con una precisión 0,1 Kg. Los distintos pliegues cutáneos se analizaron con un plicómetro Harpenden<sup>®</sup>, con precisión de 0,2 mm. Los perímetros fueron medidos con una cinta métrica metálica Lufkin<sup>®</sup>, con precisión de 1 mm. Se calculó el  $\Sigma 4P$  (mm) (tricipital, suprailíaco, sub-escapular, cresta iliaca), el  $\Sigma 6P$  (mm) (tricipital, abdominal, suprailíaco, sub-escapular, muslo frontal, pantorrilla) y el  $\Sigma 8P$  (mm) (tricipital, bicipital, abdominal, suprailíaco, sub-escapular, cresta iliaca, muslo frontal, pantorrilla). Los diámetros óseos (cm) (muñeca, humero, fémur y tobillo) mediante un paquímetro Holatin<sup>®</sup>, con una

precisión de 0,1 cm Para el cálculo de la masa grasa (MG), masa muscular (MM) y masa ósea (MO) se utilizaron las ecuaciones de Carter (Carter, 1982), Lee (Lee et al., 2000) y Rocha (Rocha, 1975) respectivamente. Los componentes del somatotipo se calcularon mediante la ecuación propuesta por Carter y Heath (Carter & Heath, 1990).

#### **14.1.2. Control de la ingesta de alimentos.**

A partir de los datos obtenidos en los cuestionarios de frecuencia de consumo alimentos (CFA) que las JVF auto-rellenaron en T2, T3 y T4 en los que debían apuntar la frecuencia de consumo (diaria, semanal o mensual) de 139 raciones de alimentos y bebidas realizada entre los distintos periodos de estudio (T1-T2, T2-T3 y T3-T4), se calculó la ingesta de nutrientes utilizando la tabla de composición de alimentos del CESNID (Farran, Zamora, Cervera, & Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietética, 2003), mediante el software Easy Diet de la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas (AEDN). Las JVF también realizaron un registro dietético de 7 días en las mismas fechas para corroborar las respuestas del CFA.

#### **14.1.3. Análisis estadístico de datos.**

Todos los datos son presentados como media y desviación estándar. Se realizó una MANOVA de medidas repetidas con el test de Bonferroni (post hoc test), para comprobar si hubo variaciones significativas en los parámetros antropométricos y dietético-nutricionales entre los distintos puntos de estudio. Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas cuando  $p < 0.05$ . Los análisis estadísticos se realizaron mediante los paquetes estadísticos IBM SPSS® versión 17.0. (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) y Statgraphics Plus® versión 5.1 (Statistical Corporation S.A., Rockville, MD, USA).



## 14.2. Resultados.

La tabla 14.1 muestra la ingesta de energía y macronutrientes en cada una de las fases del estudio, así como la media anual. No se observaron diferencias significativas en el consumo de energía y macronutrientes entre ninguna de las fases de estudio, a excepción de las proteínas de origen vegetal entre el periodo T2-T3 y la media anual. Así mismo, la tabla 14.1 muestra las recomendaciones nutricionales para la energía y macronutrientes para deportistas, donde se observó que el consumo de kcal/kg peso/ día realizada por las JVF fue inferior a las recomendaciones. Lo mismo ocurre con el consumo de CHO, tanto en g/kg peso/día como en porcentaje. Por el contrario, las JVF mostraron un mayor consumo de proteínas (g/kg peso/día y % total) y de lípidos (% total, % AGS, % AGM y colesterol) que las recomendaciones para dichos nutrientes.

La tabla 14.2 muestra el consumo de micronutrientes que realizaron de media las JVF a lo largo de la temporada, así como en cada uno de los periodos de estudio. Se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el consumo de P, Zn y tiamina entre el periodo T1-T2 y el T2-T3, así mismo, en el Ca entre el periodo T1-T2 y el T3-T4. Además, también se observaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la media anual y el periodo T2-T3 en el consumo de Zn y tiamina, y entre la media anual y los periodos T1-T2 y T3-T4 en el Ca. Así mismo, esta tabla muestra las ingestas dietéticas de referencia para la población española de minerales y vitaminas. Como se puede observar las JVF cumplieron con todas y cada una de las recomendaciones para estos micronutrientes, a excepción del Ca en el periodo T3-T4 y de la Vitamina D durante todo el estudio.

La tabla 14.3 muestra las raciones medias de alimentos consumidas por las JVF a lo largo de la temporada, así como en cada periodo de estudio.

**Tabla 14.1.** Cantidad de energía y macronutrientes ingerida por las JVF en cada uno de los periodos, así como la media anual.

<b>Ingesta diaria</b>	<b>T1-T2</b>	<b>T2-T3</b>	<b>T3-T4</b>	<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>RN</b>
<b>Energía</b>					
kcal	2840±268	2720±149	2790±221	2783±150	
kcal/kg peso	42,3±6,4	40,4±6,5	41,7±6,4	41,5±5,9	45-50 <sup>1</sup>
<b>Proteínas</b>					
Total (g)	142±21	134±18	137±21	138±19	ND
Total (g/kg peso)	2,1±0,5	2,0±0,4	2,1±0,4	2,1±0,4	1,2 - 1,8 <sup>2</sup>
Total (% energía)	20,0±2,4	19,7±1,8	9,6±2,0	19,8±1,8	10-15 <sup>3</sup>
Animales (g)	96±21,5	93±14	94±18	94±16	ND
Vegetales (g)	47±7	41 ±5	43±5	<b>44±5<sup>b</sup></b>	ND
<b>Lípidos</b>					
Total (g)	113±20	105±12	110±12	109±10	ND
Total (g/kg peso)	1,7±0,4	1,6±0,4	1,7±0,3	1,6±0,3	ND
Total (% energía)	35,6±4,8	34,9±3,5	35,5±3,2	35,3±3,1	20-35 <sup>3</sup>
AGS (% energía)	11,1±2,5	11,3±1,39	11,1±1,20	11,2±1,55	7-10 <sup>4</sup>
AGM (% energía)	15,0±2,0	13,7±1,89	14,3±1,9	14,4±1,4	10 <sup>4</sup>
AGP (% energía)	6,6±2,0	6,8±1,3	7,0±1,1	6,9±1,3	10-15 <sup>4</sup>
Colesterol (mg)	443±72	474±59	478±68	465±57	<300 <sup>4</sup>
<b>Carbohidratos</b>					
Total (g)	303±38	298±20	305±28	302±21	ND
Total (g/kg peso)	4,5±0,7	4,4±0,5	4,5±0,6	4,5±0,5	7-10 <sup>1</sup>
Total (% energía)	42,7±3,7	43,9±3,5	43,7±3,2	43,5±2,9	55-60 <sup>1</sup>
Azúcares (g)	166±29	173±21	168±29	169±19	ND
Polisacáridos (g)	137±26	125±13	137±18	133±16	ND
Fibra (g)	51±13	44±6	46±8	47±8	>25 <sup>4</sup>

Datos expresados en media ± desviación estándar. JVF: jugadoras profesionales de voleibol; T1: Octubre; T2: Diciembre; T3: Marzo; T4: Abril; RN: Recomendación nutricional; AGS: Ácidos grasos saturados; AGM: Ácidos grasos monoinsaturados; AGP: Ácidos grasos polinsaturados. ND: No disponible. <sup>1</sup>: Recomendación nutricional (González-Gross et al., 2001). <sup>2</sup>: Recomendación nutricional (American Dietetic Association et al., 2009). <sup>3</sup>: Recomendación nutricional (A. Urdampilleta et al., 2012). <sup>4</sup>: Objetivos nutricionales para la población española (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria -SENC) (Dapcich, 2004). Diferencias significativas entre periodos (MANOVA p<0,05);<sup>b</sup>: Respecto a T2-T3.

**Tabla 14.2.** Cantidad de minerales y vitaminas ingeridas por las JVF en cada uno de los periodos, así como la media anual.

<b>Ingesta diaria Minerales</b>	<b>T1-T2</b>	<b>T2-T3</b>	<b>T3-T4</b>	<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>IDR/IA</b>
Na (mg)	2834±588	2895±642	2861±595	2863±568	1500 <sup>1,2</sup>
K (mg)	6249±1059	5942±640	6027±903	6073±748	4700 <sup>2</sup>
Ca (mg)	1247±250	1051±201	<b>968±167<sup>a</sup></b>	<b>1088±182<sup>ac</sup></b>	1000 <sup>2,3</sup>
Mg(mg)	596±75	554±47	565±80	572±62	310 <sup>2</sup>
P (mg)	2263±287	<b>2084±278<sup>a</sup></b>	2104±352	2150±292	700 <sup>1,2</sup>
Fe (mg)	25±5	24±4	25±5	25±4	18 <sup>1,2</sup>
Zn (mg)	16±2	<b>14±2<sup>a</sup></b>	15±3	<b>15±2<sup>b</sup></b>	8 <sup>2</sup>
<b>Ingesta diaria Vitaminas</b>	<b>T1-T2</b>	<b>T2-T3</b>	<b>T3-T4</b>	<b>MEDIA ANUAL</b>	<b>IDR/IA</b>
Vitamina A (µg)	2111±1002	2167±1006	2150±1004	2143±813	700 <sup>2</sup>
Vitamina D (µg)	5,6±3,1	7,9±4,1	8,8±4,7	7,4±3,5	15 <sup>3</sup>
Vitamina. E (mg)	18±3,6	18±4,0	18±4,0	18±3,2	15 <sup>1,2</sup>
Tiamina (mg)	2,7±0,5	<b>2,5±0,4<sup>a</sup></b>	2,5±0,5	<b>2,6±0,5<sup>b</sup></b>	1,1 <sup>2</sup>
Riboflavina (mg)	3,1±0,6	2,8±0,6	2,8±0,7	2,9±0,6	1,3 <sup>1</sup>
Niacina (mg)	40±8	40±7	42±9	41±7,4	14 <sup>1,2</sup>
Vitamina B6 (mg)	4,2±0,9	3,9±0,6	4,0±0,8	4,0±0,7	1,3 <sup>2</sup>
Ác. Fólico (mg)	700±164	634±123	634±136	656±137	400 <sup>2</sup>
Vitamina B12 (µg)	10±4,6	12±7,7	13±8,2	12±6,1	2,4 <sup>2</sup>
Vitamina C (µg)	405±152	380±97	360±99	382±108	75 <sup>2</sup>

Datos expresados en media ± desviación estándar. JVF: Jugadoras profesionales de voleibol; T1: Octubre; T2: Diciembre; T3: Marzo; T4: Abril. IDR: Ingesta diaria recomendada. IA: Ingesta adecuada. Mayor cantidad de las recomendadas o adecuadas de: <sup>1</sup>:Ingestas Dietéticas de Referencia para la población española (M. Cuervo & Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética, 2010); <sup>2</sup>:Necesidades de micronutrientes considerando la actividad física en personas de 19-50 años (Whiting & Barabash, 2006); <sup>3</sup>: Necesidades de Vitamina A y calcio (Schwalfenberg & Whiting, 2011).Diferencias significativas entre periodos (MANOVA p < 0,05): <sup>a</sup>: Respecto a T1-T2. <sup>b</sup>: Respecto a T2-T3. <sup>c</sup>: Respecto a T3-T4.

**Tabla 14.3.** Número de raciones de alimentos consumidas diariamente por las JVF durante cada periodo de estudio y media anual y las recomendaciones de referencia.

Grupos de alimentos	T1 -T2	T2 -T3	T3 -T4	Media año	Recomendaciones	
					SENC <sup>1</sup>	DEPORTE <sup>2</sup>
Cereales y patatas	3,4±1,1	2,9±0,4	3,3±0,4	3,0±0,5	4-6 / día	6-11 / día
Lácteos y derivados	3,1±1,5	2,4±1,1	2,0±0,9	2,3±0,9	2-4 / día	3-4 / día
Frutas	3,0±1,4	3,4±0,8	3,5±0,8	3,1±0,9	≥3 / día	2-4 / día
Vegetales	4,6±1,5	3,7±1,0	3,7±1,0	3,8±0,6	≥2 / día	3-5 / día
Aceite de oliva	1,6±0,8	1,0±0,6	1,3±0,6	1,2±0,4	3-6 / día	2-4 / día
Otras aceites	0,3±0,4	0,3±0,3	0,3±0,3	0,3±0,1	No se menciona	No se menciona
Legumbres	0,6±0,3	0,5±0,3	0,5±0,5	0,5±0,2	2-4 / semana	2-3 / semana o frecuentemente (1/ día)
Frutos secos	0,5±0,4	0,4±0,3	0,4±0,4	0,4±0,2	3-7 / semana	2-3 / semana o frecuentemente (1/ día)
Pescados	0,8±0,2	1,0±0,4	1,1±0,5	0,9±0,2	3-4 / semana	2-3 / día y alternando entre si estos grupos alimentarios
Carnes magras y de corral	1,9±0,8	1,9±0,3	1,9±0,3	1,8±0,4	3-4 / semana	
Huevos	0,4±0,1	0,5±0,0	0,5±0,1	0,5±0,1	3-4 / semana	
Carnes grasas y embutidos	0,3±0,2	0,4±0,2	0,3±0,2	0,3±0,1	Ocasional y moderado	Pocas veces mes
Dulces, bollería y margarinas	1,6±1,2	2,6±1,0	2,6±1,0	2,1±0,5	Ocasional y moderado	Pocas veces mes
Vino y cerveza	0,3±0,6	0,3±0,4	0,2±0,3	0,3±0,2		No se menciona

Datos expresados en media ± desviación estándar del número de raciones ingeridas de cada grupo alimentario por persona y día. JVF: Jugadoras profesionales de voleibol. <sup>1</sup> Pirámide de la Alimentación Saludable de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) (Dapcich, 2004). <sup>2</sup> Propuesta de adaptación de la pirámide nutricional a la dieta del deportista (González-Gross et al., 2001).

Como se puede observar no hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las raciones de ningún alimento consumido entre los distintos periodos. Así mismo, esta tabla presenta las recomendaciones de raciones de alimentos propuestas para la población en general (Dapcich, 2004), así como para los deportistas (González-Gross et al., 2001). Como se puede observar las JVF consumieron menos cantidad de cereales y patata, lácteos y derivados, aceite de oliva, legumbres y frutos secos que las recomendaciones para los deportistas. Así mismo, se observó que las JVF consumieron de una forma diaria dulces, bollería y margarinas, mientras que las recomendaciones indican de pocas veces al mes (González-Gross et al., 2001).

Por último, la tabla 14.4 muestra los sumatorios de los pliegues cutáneos, composición corporal y el somatotipo medio a lo largo de la temporada, así como el obtenido en cada fase del estudio. Se puede observar que las JVF disminuyeron de una forma significativa ( $p < 0,05$ ) los valores de  $\Sigma 6P$ ,  $\Sigma 8P$  y la  $MG$  entre T3 y T4.

**Tabla 14.4.** Características básicas, sumatorios de pliegues y composición corporal en cada periodo de estudio.

	T1	T2	T3	T4	Media
<b>Medidas básicas</b>					
Talla (cm)	178±9	178±9	178±9	178±9	178±9
Peso (kg)	67,8±7,4	67,9±7,2	68,3±7,7	67,7±7,6	67,9±7,3
IMC	21,3±1,5	21,4±1,4	21,7±0,9	21,5±0,9	21,5±1,0
<b>Sumatorios de pliegues</b>					
Σ4P mm	53±19	50±18	55±20	53±18	53,0±18,0
Σ6P mm	86±26	80±22	87±22	<b>82±20<sup>c</sup></b>	84,0±20,9
Σ8P mm	110±34	99±28	112±32	<b>103±28<sup>c</sup></b>	106±28,5
<b>Composición corporal</b>					
MG Carter (%)	17,0±4,0	16,0±3,4	17,0±3,3	<b>16,3±3,1<sup>c</sup></b>	16,6±3,23
MG Carter (kg)	11,7±3,8	11,0±3,1	11,7±3,2	<b>11,2±3,1<sup>c</sup></b>	11,4±3,12
MM Lee (%)	42,6±2,3	43,1±1,3	43,5±2,1	43,4±1,7	43,1±1,69
MM Lee (kg)	28,8±2,1	29,2±2,5	29,5±2,4	29,3±2,6	29,2±2,37
Ratio MG/MM	0,40±0,12	0,38±0,09	0,38±0,10	0,37±0,08	0,38±0,10
MO Martin (%)	5,4±1,2	5,4±1,1	5,4±1,1	5,4±1,1	5,4±1,13
MO Martin (kg)	7,9±0,9	7,9±0,9	7,9±0,9	7,9±0,9	7,9±0,9
<b>Somatotipo</b>					
Endomorfia	3,4±1,1	3,3±1,0	3,6±1,1	3,6±1,0	3,5±1,0
Mesomorfia	2,7±0,9	2,9±0,9	3,1±0,5	2,9±0,7	2,9±0,7
Ectomorfia	3,4±1,0	3,4±1,0	3,2±0,5	3,3±0,7	3,3±0,8

Datos expresados en media ± desviación estándar. T1: Octubre; T2: Diciembre; T3: Marzo; T4: Abril; MG: Masa Grasa; MM: Masa Muscular; MO: Masa Ósea.

Diferencias significativas entre periodos (MANOVA  $p < 0,05$ ):

<sup>c</sup>: Respecto a T3.

### **14.3. Discusión.**

Tras 28 semanas de entrenamiento y competición, se observó que una ingesta energética media de  $41,5 \pm 5,9$  Kcal/Kg de peso/día fue suficiente para mantener el peso y producir leves cambios en la composición corporal (disminución del sumatorio de 4, 6 y 8 pliegues y MG y aumento de la MM) en las JVF, cuyo entrenamiento semanal fue de dos días de entrenamiento de fuerza y 5 días de técnico- táctico, además de jugar los distintos encuentros de la temporada, Copa de S.M la Reina y play off; si bien el consumo de macronutrientes no se ajustó a las recomendaciones establecidas para los deportistas en general, siendo demasiada alta en proteínas y lípidos y baja en CHO.

#### **14.3.1. Composición corporal.**

Es frecuente en el medio deportivo obtener una variación de peso de 1 kg en cuestión de días o de horas, en función del protocolo de medida y situación fisiológica del momento de hacer la pesada (según hidratación, carga de glucógeno muscular, etc.), además, es frecuente observar las mayores pérdidas de MG al finalizar la pretemporada, ya que los deportistas parten con un mayor nivel de MG después del periodo transitorio y que van perdiendo a lo largo de la temporada. El valor de la MG y la MM son considerados como unos adecuados indicadores nutricionales (Andreoli et al., 2003) que pueden orientar el diseño del entrenamiento (Malá L., Malý T., Záhalka F., & Bunc V., 2010).

En relación al peso e IMC, observamos un valor medio a lo largo de la temporada de  $67,9 \pm 7,3$  kg y  $21,5 \pm 1,0$  kg/m<sup>2</sup> respectivamente, observándose un mantenimiento en el valor del peso (T1:  $67,8 \pm 7,4$ kg vs. T4:  $67,7 \pm 7,6$  kg) e IMC (T1:  $21,3 \pm 1,5$  kg/m<sup>2</sup> vs. T4:  $21,5 \pm 0,9$  kg/m<sup>2</sup>) durante la misma. Estos valores de peso e IMC son similares a los observados en otras jugadoras de la Superliga española (González-Rave et al., 2011) y de otra ligas internacionales (Fry et al., 1991; Hakkinen, 1993; Johnson et al., 1989). Estos datos sugieren que en el voleibol

las características antropométricas pueden tener una importancia elevada a la hora de seleccionar jugadoras y detectar jóvenes talentos.

Durante la temporada la MG media obtenida mediante la ecuación de Carter (Carter, 1982) fue de  $16,6 \pm 3,23\%$  y  $11,4 \pm 3,12$  kg. Además observamos una leve disminución ( $p > 0,05$ ) a lo largo de la temporada en la MG, mostrando un valor en T4 de  $16,3 \pm 3,1\%$  y  $11,2 \pm 3,1$  kg, respecto a los  $17,0 \pm 4,0 \%$  y  $11,7 \pm 3,8$  kg de T1, si bien en el último periodo de estudio (T4) se observó una disminución significativa ( $p < 0,05$ ) respecto a T3 ( $16,3 \pm 3,1\%$  y  $11,2 \pm 3,1$  kg). González-Rave y colaboradores (González-Rave et al., 2011) mostraron una disminución de la MG del  $13,90 \%$  ( $p > 0,05$ ) al final de la temporada, datos obtenidos mediante bioimpedancia eléctrica (BIA), método que sólo muestra una buena concordancia en mujeres jóvenes con la ecuación de Siri. Este estudio (González-Rave et al., 2011), no muestra datos para conocer si las jugadoras seguían algún plan dietético-nutricional específico que pudiera influir en la reducción de la MG. Hakkinen (Hakkinen, 1993) también mostró ligeros descensos en la MG ( $-1,58\%$ ) en jugadoras de voleibol de élite de la liga finlandesa al final de una temporada respecto a los valores iniciales. Por otro lado, Fry y colaboradores (Fry et al., 1991) no observaron cambios en la MG tras un programa de fuerza y acondicionamiento en jugadoras de voleibol universitarias, al contrario que Johnson y colaboradores (Johnson et al., 1989) que mostraron incrementos de la MG en JVF al final de una temporada en comparación con los datos iniciales. Aunque una disminución en el % MG como el que mostramos puede favorecer el rendimiento, se debe señalar que los cambios observados en todos los estudios eran pequeños y podrían estar condicionados, por la precisión de los instrumentos, la ecuación o el método de valoración utilizados. Por otro lado, también observamos una leve disminución ( $p > 0,05$ ) a lo largo de la temporada en los valores de  $\Sigma 4P$ ,  $\Sigma 6P$  y  $\Sigma 8P$ . No hemos encontrado estudios en los que se discutan estos parámetros en JVF, pero parece ratificar la disminución de MG observada, ya que los pliegues cutáneos son utilizados como los indicadores de la MG corporal (Cabañas Armesilla & Esparza Ros, 2009).



En cuanto al componente muscular, observamos un valor medio durante la temporada de  $43,1 \pm 1,69\%$  y  $29,2 \pm 2,37$  kg, observando un leve aumento ( $p > 0,05$ ) en la MM a lo largo de la temporada pasando de  $28,8 \pm 2,1$  Kg y  $42,6 \pm 2,3\%$  en T1 a  $29,2 \pm 2,5$  kg y  $43,1 \pm 1,3$  en T4. En voleibol femenino existen pocos estudios con los que poder comparar estos valores de MM, ya que habitualmente utilizan el valor de masa libre de grasa que varía en función de la ecuación o método de medición utilizado (Fry et al., 1991; Hakkinen, 1993; Johnson et al., 1989). González-Rave y colaboradores (González-Rave et al., 2011) sin embargo, mostraron un incremento de la MM del 4,30% tras 24 semanas de entrenamiento, acompañado de un aumento de la capacidad de salto. Este aumento de la MM parece indicar que las cargas de entrenamiento han sido adecuadas buscando la eficiencia muscular, ya que la MM puede proporcionar una mayor explosividad y resistencia (Andreoli et al., 2003).

El somatotipo medio de las JVF a lo largo de la temporada es de endomorfo-ectomorfo (3,5-2,9-3,3), pasando de 3,4-2,7-3,4 en T1 a 3,6-2,9-3,3 en T4; así tienen una adiposidad relativa con apariencia más blanda, linealidad relativa moderada, menos volumen por unidad de altura y bajo desarrollo muscular con diámetros óseos y musculares pequeños (Cabañas Armesilla & Esparza Ros, 2009). No se han encontrado estudios en los que se muestren cambios en el somatotipo a lo largo de un periodo competitivo con los que poder comparar, sin embargo, Molousaris y colaboradores (Malousaris et al., 2008) mostraron un somatotipo endomorfo balanceado (3,4-2,7-2,9) en 163 jugadoras de voleibol de élite griegas de las 2 máximas categorías (primera categoría: endomorfo-ectomorfos (3,2-2,4-3,2) vs. segunda categoría: endomorfo balanceado (3,6-2,9-2,7)). Gualdi-Russo y colaboradores (Gualdi-Russo & Zaccagni, 2001) por su parte mostraron un somatotipo endo-mesomorfo (3,0-3,3-2,9) en 244 jugadoras de las dos primeras divisiones de la liga italiana de voleibol (primera división: ecto-mesomorfo (2,9-3,1-3,0) vs. segunda división: endo-mesomorfo (3,1-3,5-2,7)).

### 14.3.2. Ingesta energética.

La ingesta energética media diaria que las JVF realizaron durante la temporada fue de  $2783 \pm 150$  kcal, ( $41,5 \pm 5,9$  kcal/kg peso/día) con un consumo máximo en el periodo T1-T2 correspondiente a la pretemporada y periodo específico de  $2840 \pm 268$  kcal ( $42,3 \pm 6,4$  kcal/kg peso/día) y un consumo mínimo en el periodo T2-T3 de  $2720 \pm 149$  kcal ( $40,4 \pm 6,5$  kcal/kg peso/día). Estos valores están en la misma línea de las 2888,9 Kcal/día mostradas por Anderson y colaboradores (Anderson, 2010) en 15 jugadoras de voleibol en el pico de forma de la temporada justo antes de realizar una intervención dietético-nutricional y coinciden con las necesidades energéticas de 2815 kcal/día estimadas por Beals y colaboradores (Beals, 2002), así como con los resultados obtenidos por Mielgo y colaboradores (J. Mielgo-Ayuso, Urdampilleta, Martínez-Sanz, & Seco, 2013) en este mismo grupo durante la fase regular de la temporada ( $2751 \pm 176$  kcal). Por otro lado, tanto Ahmadi y colaboradores (Ahmadi, Enayatizadeh, Akbarzadeh, Asadi, & Tabatabaee, 2010) como Papadopoulou y colaboradores (Papadopoulou, Papadopoulou, & Gallos, 2002) mostraron ingestas calóricas inferiores (2266 kcal/día y 1648 kcal/día, respectivamente) en jugadoras de voleibol adolescentes, al igual que Beals y colaboradores (Beals, 2002) en jugadoras semi-profesionales (2248 Kcal/día), motivado por una menor necesidad energética debido a una menor actividad física propia de estas categorías.

Estos datos sugieren que las ingestas energéticas de las JVF han sido adecuadas en relación con la actividad realizada durante la temporada ya que se ha conseguido el objetivo principal del entrenamiento como es ajustar el exceso de MG y adecuar la MM (Cabañas Armesilla & Esparza Ros, 2009; T. Reilly, 2006), a pesar de que las JVF no alcanzan los consumos de 45 -50 Kcal/ Kg peso /día para los deportistas que entrenan más de 75-90 min/día que proponen González-Gross y colaboradores (González-Gross et al., 2001), si bien no hacen distinción entre sexos . Además, una dieta adecuada en energía y macronutrientes puede modificar los valores de la MG y la MM y optimizar el rendimiento (Holway & Spriet, 2011).

No obstante, la ingesta energética debe ser ajustada según la fase y los objetivos del entrenamiento, por ello, se debería analizar cuál ha sido el impacto en el rendimiento, por no seguir las recomendaciones nutricionales de energía (González-Gross et al., 2001), si bien el equipo superó los objetivos deportivos propuestos para la temporada.

### **14.3.3. Ingesta de macronutrientes.**

En relación a las proteínas, observamos un consumo medio a lo largo de la temporada de  $2,1 \pm 0,4$  g/kg peso/día ( $19,8 \pm 1,8\%$  de la energía total), cantidad superior a las recomendaciones propuestas por Urdampilleta y colaboradores (Urdampilleta et al., 2012) de 1,2-1,6 g / kg peso/día para el mantenimiento de la MM y de 1,6-1,8 g/kg peso/día para su aumento. Otros autores mostraron ingestas de proteínas menores, en un rango entre 1 y 1,6 g/Kg de peso (Anderson, 2010; Papadopoulou et al., 2002; Papadopoulou & Papadopoulou, 2010), valores que van en la misma línea que las recomendaciones (Urdampilleta et al., 2012). A pesar de que algunos autores afirmen que una ingesta de proteínas superior a 3 - 4 veces las recomendaciones no tenga ningún efecto adverso (Michaelsen, 2000), pensamos que una ingesta excesiva de proteínas por parte de las JVF junto con unas reservas de glucógeno agotadas podría causar un aumento de la concentración de cuerpos cetónicos y urea, y producir entre otros, deshidratación precoz (Urdampilleta et al., 2012), interfiriendo en la recuperación muscular.

La ingesta de CHO por parte de las JVF fue de  $4,5 \pm 0,5$  g/ kg de peso ( $43,5 \pm 2,9$  % de energía) durante la temporada. Anderson y colaboradores (Anderson, 2010) mostraron ingestas similares en 15 jugadoras de voleibol, sin embargo, Holway y colaboradores (Holway & Spriet, 2011) mostraron consumos menores en distintos estudios (3,3-4,1 g/Kg de peso). González-Gross y colaboradores (González-Gross et al., 2001) proponen consumos de 7-10 g de CHO/kg de peso coincidiendo con otros autores (American Dietetic Association et al., 2009). La baja ingesta de CHO además coincide con una mayor de proteínas por parte de las JVF, lo cual podría comprometer el rendimiento ante la imposibilidad

de reponer los depósitos de glucógeno por la continua actividad física. Estos datos son corroborados especialmente por la baja ingesta de alimentos ricos en CHO como son los cereales, arroz y patatas ( $3,0 \pm 0,5$  raciones/día), debiéndolos aumentar hasta las 6-11 raciones diarias recomendadas para deportistas que realicen entre 60 y 90 minutos de ejercicio diario con el fin de asegurar la reposición de los depósitos de glucógeno (González-Gross et al., 2001).

En cuanto a la ingesta de lípidos, las JVF ingirieron durante la temporada un  $35,5 \pm 3,1\%$  de la energía total, con un valor máximo en el periodo T1-T2 de  $35,6 \pm 4,8 \%$  y un valor menor en el periodo T2-T3 de  $34,9 \pm 3,5\%$ . Estos datos, van en la misma línea que los obtenidos por otros autores (Anderson, 2010; Gabbett & Georgieff, 2007; Hassapidou & Manstrantoni, 2001; Papadopoulou et al., 2002; Papadopoulou & Papadopoulou, 2010) y más elevados a los obtenidos por Beals (Beals, 2002) y a los 15-30% del total de energía propuesto por la FAO para la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes y obesidad (Nishida C, Uauy R, Kumanyika S & Shetty P, 2004) o al 20-35% de las recomendaciones para la población adulta en general (American Dietetic Association et al., 2009). Un consumo superior al 35% de lípidos es una cantidad elevada en deportistas, aunque un 20% procediera de los AGM, ya que el aumento de lípidos por encima del 30% supone una disminución de los CHO, los cuales favorecen la recuperación muscular (Hauswirth & Le Meur, 2011). Este alto consumo de lípidos en las dietas de las JVF pueden estar originados por el elevado consumo de dulces, bollería y margarinas ( $2,1 \pm 0,5$  raciones/día) respecto a las recomendaciones (pocas veces al mes); que junto al consumo de carnes grasa y embutidos ( $0,3 \pm 0,1$  raciones día) provocan un aumento del consumo total de lípidos.

#### **14.3.4. Ingesta de micronutrientes**

Las vitaminas y los minerales que habitualmente tienden a ser motivo de preocupación en las dietas de los deportistas son el calcio y la vitamina D, las vitaminas B, el hierro, el zinc, el magnesio, así como algunos antioxidantes como las vitaminas C y E,  $\beta$ -caroteno y el selenio (American Dietetic Association et al.,

2009). Los deportistas con mayor riesgo de padecer deficiencia de estos micronutrientes son los que reducen la ingesta de energía, tienen una severa pérdida de peso o los que eliminan uno o más de los grupos de alimentos de su dieta consumiendo dietas desequilibradas y bajas en micronutrientes. Estos deportistas pueden beneficiarse con un suplemento diario de multivitaminas y minerales, si bien el uso de suplementos de minerales y vitaminas no mejora el rendimiento en los individuos que ya consumen dietas nutricionalmente adecuadas (American Dietetic Association et al., 2009).

En nuestro caso, el análisis de las dietas de las JVF reveló que a excepción de la Vitamina D y el calcio, el resto de micronutrientes se encontraron dentro de las necesidades de micronutrientes considerando la actividad física en personas de entre 19 y 50 años (Whiting & Barabash, 2006). Datos similares mostró Anderson (Anderson, 2010) en 15 jugadoras de voleibol tras realizar una intervención dietética que como ya se ha discutido anteriormente tuvieron una ingesta energética similar a las JVF del presente estudio. No ocurre lo mismo en otras investigaciones en las que las participantes tenían consumos energéticos menores (Hassapidou & Manstrantoni, 2001; Papadopoulou et al., 2002; Papadopoulou & Papadopoulou, 2010; Papandreou et al., 2006), lo que provocó ingestas menores a las recomendadas en algunas vitaminas y minerales.

En relación a la cantidad de vitamina D, se observó una media anual de  $7,4 \pm 3,5 \mu\text{g}/\text{día}$ , con un consumo mínimo en el periodo T1-T2 de  $5,6 \pm 3,1 \mu\text{g}/\text{día}$  y un consumo máximo en el periodo T3-T4 de  $8,8 \pm 4,7 \mu\text{g}/\text{día}$ . Estas cantidades son similares a las mostradas por Anderson (Anderson, 2010) en 15 jugadoras de voleibol tras realizar una intervención dietética y menores a la RDA de  $15 \mu\text{g}/\text{día}$  para una buena salud ósea que proponen Schwalfenberg y colaboradores (Schwalfenberg & Whiting, 2011). Hasta esta nueva propuesta ( $15 \mu\text{g}/\text{día}$ ) se había estado utilizado un RDA de  $5 \mu\text{g}/\text{día}$  (M. Cuervo & Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética, 2010). Al igual que otros aportes insuficientes, puntualmente no tienen valor, excepto que se mantengan en

el tiempo, desencadenando la deficiencia nutricional; no obstante, en los casos que pueda sospecharse baja ingesta de vitamina D y pobre exposición solar, algunos investigadores proponen una suplementación con dosis equivalentes a 5 mg/día o 200 UI de vitamina D para adultos de entre 19 y 49 años (Whiting & Barabash, 2006).

El calcio por su parte, es especialmente importante para el crecimiento, mantenimiento y reparación del tejido óseo, la regulación de la contracción muscular, la conducción nerviosa y la normal coagulación sanguínea. Una dieta con un inadecuado aporte de calcio y vitamina D aumenta el riesgo de una baja densidad mineral ósea y de fracturas por estrés. Las mujeres deportistas son más propensas a tener una baja densidad ósea especialmente si tienen una baja ingesta energética, bajos consumos de lácteos y otros alimentos ricos en calcio y/o tienen disfunción menstrual (American Dietetic Association et al., 2009). Las JVF consumieron una media diaria de  $1088 \pm 182$  mg de calcio a lo largo de la temporada, si bien en el periodo T1-T2 consumieron un total de  $1247 \pm 250$  mg al día una cantidad estadísticamente mayor ( $p > 0,05$ ) que los  $968 \pm 167$  mg al día del periodo T3-T4. Cantidades similares mostraron Papadopoulou y colaboradores (Papadopoulou et al., 2002) en jugadoras junior griegas, sin embargo Anderson (Anderson, 2010) mostró ingestas mayores a la RDA, sobre todo después de una intervención dietética en 15 jugadoras de voleibol.

El hierro (Fe) es el mineral más estudiado en deportistas debido a que participa en los mecanismos fisiológicos relacionados con el rendimiento físico y la resistencia. Una deficiencia en los depósitos de Fe puede llevar a una anemia ferropénica, estado en la cual se puede comprometer el rendimiento deportivo (Mielgo-Ayuso et al, 2012). Así, en este grupo de deportistas observamos que aunque las JVF tuvieron una ingesta dietética adecuada de Fe ( $25 \pm 5$  mg/día vs. 18 mg/día de las recomendaciones), estas mostraron estados de déficit pre-latente y latente (pre anemia) de los depósitos de hierro tras la pretemporada y periodo específico, proponiendo la realización de analíticas periódicas y una educación

alimentaria, enseñando que alimentos contienen un alto contenido en Fe de tipo hemo, así como los factores que pueden interferir en su absorción. (Mielgo-Ayuso et al, 2012).

#### **14.4. Conclusiones.**

Se observó que si bien el entrenamiento y la competición han logrado su objetivo, como es el aumento de la masa muscular y ajustar la masa grasa, especialmente en las primeras fases de la temporada, estas deportistas no han cumplido con los criterios de cantidad y calidad de sus dietas para un correcto rendimiento deportivo y de salud. Este estudio sugiere la necesidad de una educación nutricional en este grupo de deportistas y una mayor investigación que conduzca a la mejora de la salud y al óptimo rendimiento deportivo. Mediante la evaluación de la ingesta alimentaria y de la composición corporal, es posible introducir políticas y procedimientos que ayuden a mejorar la salud nutricional y el rendimiento de las JVF. Recomendamos aspectos prácticos para mejorar la educación nutricional en este grupo de deportes profesionales.

Por tanto, el estudio de la composición corporal y de la ingesta alimentaria es relevante para implantar políticas de mejora de la salud y de la prevención de enfermedades, además de la mejora del rendimiento deportivo y sólo realizando una educación nutricional y evaluando globalmente la composición corporal y la alimentación se pueden plantear políticas nutricionales enfocadas a conseguir estos fines.





**CAPÍTULO 4: LIMITACIONES Y**  
**FORTALEZAS DEL ESTUDIO**



## **Limitaciones.**

- La dificultad de realizar estudios con deportistas profesionales durante el período competitivo hace que el número de sujetos en estos estudios sea bajo o moderado.
- La selección no-aleatoria de la muestra debe considerarse al interpretar las conclusiones del presente estudio, pues los resultados serán sesgados, comprometiendo así la validez externa de la investigación.
- La no diferenciación entre las distintas posiciones de juego en las que sobre todo durante los partidos realizan distintas destrezas que pueden suponer distintas rutas metabólicas y provocar distintas situaciones de estrés así como daño muscular.
- Al ser un estudio (preexperimental) observacional, asumimos que las correlaciones estadísticas que se hayan podido encontrar no deben considerarse en ningún caso como relación causal.
- Asumimos que, con este diseño de investigación, controlar todas las variables contaminantes que podrían alterar el organismo es imposible y esto puede comprometer la validez interna de cualquier estudio endocrinológico.



## **Fortalezas.**

- El hecho de contar con una muestra de élite, deportistas profesionales que compiten en la primera división española de Voleibol femenino (Superliga).
- Poder realizar un estudio longitudinal de 1 temporada.
- Conseguir un gran volumen de muestras de sangre. A cada jugadora, se han realizado 4 extracciones sanguíneas.
- El equipo durante la temporada de estudio se proclamó campeón de la copa de S.M la Reina (Copa de España), así como subcampeón de la liga española (Superliga).



# CAPÍTULO 5: APLICACIONES

## PRACTICAS





1. La monitorización de los cambios anabólicos y catabólicos, así como de los cambios en los niveles bioquímicos de daño muscular en combinación con una adecuada planificación del entrenamiento es muy importante ya que puede evitar situaciones de estrés y fatiga.
2. Una adecuada planificación nutricional junto con una educación nutricional en este grupo de deportistas permitiría conseguir una mejora de la salud y un óptimo rendimiento deportivo.



## CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

### GENERALES



El análisis nutricional y su relación con el estrés psico-físico y el daño muscular en jugadoras profesionales de voleibol a lo largo de una temporada nos informa que:

1. A lo largo de la temporada de voleibol profesional femenino, se ha mantenido un buen equilibrio entre la respuesta de los sistemas hormonales catabólicos y anabólicos a pesar de observarse indicios de fatiga tras la primera parte de la temporada.
2. Las altas cargas de entrenamiento físico realizado durante la pretemporada y periodo específico provocó un aumento de la ansiedad y desmotivación. Sin embargo, con el aumento de la presión de los partidos, aumentaron los valores de insomnio e hipersomnio además de una insatisfacción del sueño, pero también apareció un mayor control del estrés y habilidad mental.
3. Se ha observado un aumento de la fatiga a lo largo de la temporada, según los marcadores bioquímicos de daño muscular, coincidiendo el punto máximo con la Copa de S.M. la Reina, para posteriormente disminuir previo al play-off final por el título.
4. En el estudio de la composición corporal se ha observado que el entrenamiento y la competición han logrado un aumento de la masa muscular y una disminución de la masa grasa, especialmente en las primeras fases de la temporada.
5. A tenor de los resultados obtenidos del estudio de las dietas de estas deportistas podemos afirmar que no han cumplido con los criterios de cantidad y calidad según los estándares internacionales para una correcta salud y rendimiento deportivo.



## **CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFIA**





## Bibliografía.

- Adlercreutz, H., Harkonen, M., Kuoppasalmi, K., Naveri, H., Huhtaniemi, I., Tikkanen, H., Karvonen, J. (1986). Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 7 Suppl 1, 27-28.
- Ahmadi, A., Enayatizadeh, N., Akbarzadeh, M., Asadi, S., & Tabatabaee, S. H. (2010). Iron status in female athletes participating in team ball-sports. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 13(2), 93-96.
- Ahn, R. S., Choi, J. H., Choi, B. C., Kim, J. H., Lee, S. H., & Sung, S. S. (2011). Cortisol, estradiol-17beta, and progesterone secretion within the first hour after awakening in women with regular menstrual cycles. *The Journal of Endocrinology*, 211(3), 285-295. doi:10.1530/JOE-11-0247.
- Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., & Hakkinen, K. (2003). Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 24(6), 410-418. doi:10.1055/s-2003-41171.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., Leon, A. S. (2000). Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(9 Suppl), S498-504.
- Alen, M., Pakarinen, A., Hakkinen, K., & Komi, P. V. (1988). Responses of serum androgenic-anabolic and catabolic hormones to prolonged strength training. *International Journal of Sports Medicine*, 9(3), 229-233.
- Alvero Cruz, J., Cabañas Armesilla, M., Herrero de Lucas, A., Martínez Riaza, L., Moreno Pascual, C., Porta Manzanido, J., Sirvent Belando, J. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-

deportivo. documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Arch Med Deporte*, XXVI(131), 166-179.

American College of Sports Medicine, Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American college of sports medicine position stand. exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377-390. doi:10.1249/mss.0b013e31802ca597.

American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine, Rodriguez, N. R., Di Marco, N. M., & Langley, S. (2009). American college of sports medicine position stand. nutrition and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 709-731. doi:10.1249/MSS.0b013e31890eb86.

Anderson, D. E. (2010). The impact of feedback on dietary intake and body composition of college women volleyball players over a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 24(8), 2220-2226. doi:10.1519/JSC.0b013e3181def6b9.

Andrade Fernandez, E. M., Lois Rio, G., & Arce Fernandez, C. (2007). Psychometric properties of the spanish version of the revised competitive state anxiety inventory-2 with athletes. [Propiedades psicométricas de la versión española del Inventariode Ansiedad Competitiva CSAI-2R en deportistas] *Psicothema*, 19(1), 150-155.

Andreoli, A., Melchiorri, G., Brozzi, M., Di Marco, A., Volpe, S. L., Garofano, P., . . . De Lorenzo, A. (2003). Effect of different sports on body cell mass in highly trained athletes. *Acta Diabetologica*, 40 Suppl 1, S122-5. doi:10.1007/s00592-003-0043-9.

- Angeli, A., Minetto, M., Dovio, A., & Paccotti, P. (2004). The overtraining syndrome in athletes: A stress-related disorder. *Journal of Endocrinological Investigation*, 27(6), 603-612.
- Ascensao, A., Rebelo, A., Oliveira, E., Marques, F., Pereira, L., & Magalhaes, J. (2008). Biochemical impact of a soccer match - analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clinical Biochemistry*, 41(10-11), 841-851. doi:10.1016/j.clinbiochem.2008.04.008.
- Atkinson, G., & Reilly, T. (1996). Circadian variation in sports performance. *Sports Medicine*, 21(4), 292-312.
- Baar, K., & McGee, S. (2008). Optimizing training adaptations by manipulating glycogen. *8*, 97-106.
- Balcells, A. (2006). *La clínica y el laboratorio*. (20th ed.). Barcelona: Masson.
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992a). Maximal-intensity intermittent exercise: Effect of recovery duration. *International Journal of Sports Medicine*, 13(7), 528-533. doi:10.1055/s-2007-1021311.
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992b). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 65(2), 144-149.
- Banfi, G., Colombini, A., Lombardi, G., & Lubkowska, A. (2012). Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*, 56, 1-54.
- Banfi, G., Del Fabbro, M., & Lippi, G. (2008). Creatinine values during a competitive season in elite athletes involved in different sport disciplines. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4), 479-482.

- Banfi, G., & Morelli, P. (2008). Relation between body mass index and serum aminotransferases concentrations in professional athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 48*(2), 197-200.
- Baracos, V., Greenberg, R. E., & Goldberg, A. L. (1986). Influence of calcium and other divalent cations on protein turnover in rat skeletal muscle. *The American Journal of Physiology, 250*(6 Pt 1), E702-10.
- Barrios, C., Hadala, M., Almansa, I., Bosch-Morell, F., Palanca, J. M., & Romero, F. J. (2011). Metabolic muscle damage and oxidative stress markers in an america's cup yachting crew. *European Journal of Applied Physiology, 111*(7), 1341-1350. doi:10.1007/s00421-010-1762-6.
- Bateup, H. S., Booth, A., Shirtcliff, E. A., & Granger, D. A. (2002). Testosterone, cortisol, and women's competition. *Evolution and Human Behavior, 23*(3), 181-192. doi:10.1016/S1090-5138(01)00100-3.
- Bawa, H. S. (2010). Personality hardiness, burnout and sport competition anxiety among athletics and wrestling coaches. *British Journal of Sports Medicine, 44*(Suppl 1), i57-i58.
- Beals, K. A. (2002). Eating behaviors, nutritional status, and menstrual function in elite female adolescent volleyball players. *Journal of the American Dietetic Association, 102*(9), 1293-1296.
- Beelen, M., Burke, L. M., Gibala, M. J., & van Loon, L. J. C. (2010). Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 20*(6), 515-532.
- Bertucci, B., Bertucci, T. K., & Hippolyte, R. (1985). *Championship volleyball drills: Combination and complex training* Leisure Press.

- Billaut, F., Gore, C. J., & Aughey, R. J. (2012). Enhancing team-sport athlete performance: Is altitude training relevant? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *42*(9), 751-767.
- Bishop, D. (2010). Dietary supplements and team-sport performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *40*(12), 995-1017.
- Bishop, D., & Claudius, B. (2005). Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *37*(5), 759-767.
- Bloomer, R. J. (2007). The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise-induced skeletal muscle injury. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *37*(6), 519-532.
- Bobes, J., González, M., Ayuso, J., Gibert, J., Sáiz, J., Vallejo, J., & Rico, F. (1998). Oviedo sleep questionnaire (OSQ): A new semistructured interview for sleep disorders. [null] *European Neuropsychopharmacology*, *8*(suppl 2)(S162).
- Bondia-Pons, I., Mayneris-Perxachs, J., Serra-Majem, L., Castellote, A. I., Marine, A., & Lopez-Sabater, M. C. (2010). Diet quality of a population sample from coastal north-east Spain evaluated by a Mediterranean adaptation of the diet quality index (DQI). *Public Health Nutrition*, *13*(1), 12-24.
- Brancaccio, P., Lippi, G., & Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine : CCLM / FESCC*, *48*(6), 757-767. doi:10.1515/CCLM.2010.179.
- Brancaccio, P., Maffulli, N., Buonauro, R., & Limongelli, F. M. (2008). Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clinics in Sports Medicine*, *27*(1), 1-18, vii. doi:10.1016/j.csm.2007.09.005.

- Brancaccio, P., Maffulli, N., & Limongelli, F. M. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, 81-82, 209-230. doi:10.1093/bmb/ldm014.
- Brownlee, K., Moore, A., & Hackney, A. (2005). Relationship between circulating cortisol and testosterone: Influence of physical exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 76-83.
- Brozek, J., & Prokopec, M. (2001). Historical note: Early history of the anthropometry of body composition. *American Journal of Human Biology : The Official Journal of the Human Biology Council*, 13(2), 157-158. doi:2-L.
- Burke, L. M., & Hawley, J. A. (2006). Fat and carbohydrate for exercise. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 9(4), 476-481. doi:10.1097/01.mco.0000232911.69236.3b.
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29 Suppl 1, S17-27. doi:10.1080/02640414.2011.585473.
- Burke, L. (2009). *Nutrición en el deporte: Un enfoque práctica* [Practical sports nutrition. Español]. Madrid: Médica panamericana.
- Byrne, C., Twist, C., & Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: Theoretical and applied implications. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 34(1), 49-69.
- Cabañas Armesilla, M. D., & Esparza Ros, F. (2009). *Compendio de cineantropometría*. Madrid: CTO Editorial.
- Carrasco, G. A., & Van de Kar, L. D. (2003). Neuroendocrine pharmacology of stress. *European Journal of Pharmacology*, 463(1-3), 235-272.

- Carter, J. E. L. (1982). Body composition of Montreal Olympic athletes. *Physical structure of Olympic athletes part I the Montreal Olympic games anthropological project* (pp. 107-116). Switzerland: Basel.
- Carter, J. E. L., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping: Development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cattrysse, E., Zinzen, E., Caboor, D., Duquet, W., Van Roy, P., & Clarys, J. P. (2002). Anthropometric fractionation of body mass: Matiegka revisited. *Journal of Sports Sciences, 20*(9), 717-723. doi:10.1080/026404102320219428.
- Chen, H. I. (1991). Effects of 30-h sleep loss on cardiorespiratory functions at rest and in exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 23*(2), 193-198.
- Clemente-Suárez, V. J., & Robles-Pérez, J. J. (2013). Psycho-physiological response of soldiers in urban combat. *Anales De Psicología, 29*(2), 598-603.
- Cockburn, E., Hayes, P. R., French, D. N., Stevenson, E., & St Clair Gibson, A. (2008). Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme, 33*(4), 775-783. doi:10.1139/H08-057.
- Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior, 24*(4), 385-396.
- Consitt, L. A., Copeland, J. L., & Tremblay, M. S. (2001). Hormone responses to resistance vs. endurance exercise in premenopausal females. *Canadian Journal of Applied Physiology = Revue Canadienne De Physiologie Appliquee, 26*(6), 574-587.

- Cordova, A., Martin, J. F., Reyes, E., & Alvarez-Mon, M. (2004). Protection against muscle damage in competitive sports players: The effect of the immunomodulator AM3. *Journal of Sports Sciences, 22*(9), 827-833. doi:10.1080/02640410410001716742.
- Coutts, A. J., Reaburn, P., Piva, T. J., & Rowsell, G. J. (2007). Monitoring for overreaching in rugby league players. *European Journal of Applied Physiology, 99*(3), 313-324. doi:10.1007/s00421-006-0345-z.
- Cox, R. H., Martens, M. P., & Russell, W. D. (2003). Measuring anxiety in athletics: The revised competitive state anxiety inventory-2. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 25*(4), 519-533.
- Craft, L. L., Magyar, T. M., Becker, B. J., & Feltz, D. L. (2003). The relationship between the competitive state anxiety inventory-2 and sport performance: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 25*(1), 44-65.
- Cuervo, M., Corbalan, M., Baladia, E., Cabrerizo, L., Formiguera, X., Iglesias, C., Alfredo Martinez, J. (2009). Comparison of dietary reference intakes (DRI) between different countries of the european union, the united states and the world health organization. [Comparativa de las Ingestas Dieteticas de Referencia (IDR) de los diferentes países de la Unión Europea, de Estados Unidos (EEUU) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS)] *Nutrición Hospitalaria: Órgano Oficial De La Sociedad Española De Nutrición Parenteral y Enteral, 24*(4), 384-414.
- Cuervo, M., & Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética. (2010). *Ingestas dietéticas de referencia (IDR) para la población española* (1a ed.). Pamplona: Eunsa.
- Cunniffe, B., Hore, A. J., Whitcombe, D. M., Jones, K. P., Baker, J. S., & Davies, B. (2010). Time course of changes in immuneoendocrine markers following an



- international rugby game. *European Journal of Applied Physiology*, 108(1), 113-122. doi:10.1007/s00421-009-1200-9.
- Cunningham, J. J. (1980). A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 33(11), 2372-2374.
- Dapcich, V. (2004). *Guía de la alimentación saludable*. Lérida: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.
- De Lorenzo, A., Bertini, I., Candeloro, N., Piccinelli, R., Innocente, I., & Brancati, A. (1999). A new predictive equation to calculate resting metabolic rate in athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39(3), 213-219.
- Dearing, J. B. (2007). *The untold story of william G. morgan, inventor of volleyball* WingSpan Publishing.
- Del Coso, J., Gonzalez-Millán, C., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., Soriano, L., Garde, S., & Pérez-Gonzalez, B. (2012). Muscle damage and its relationship with muscle fatigue during a half-iron triathlon. *PloS One*, 7(8), e43280. doi:10.1371/journal.pone.0043280; 10.1371/journal.pone.0043280.
- Del Coso, J., Hamouti, N., Ortega, J. F., & Mora-Rodríguez, R. (2010). Aerobic fitness determines whole-body fat oxidation rate during exercise in the heat. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 35(6), 741-748. doi:10.1139/H10-068.
- Díaz, E., Ruiz, F., Hoyos, I., Zubero, j., Gravina, I., Gil, J., Gil, S. (2010). Cell damage, antioxidant status, and cortisol levels related to nutrition in ski mountaineering during a two-day race. *J Sports Sci Med*, 9, 338-346.

- Dressendorfer, R. H., & Wade, C. E. (1991). Effects of a 15-d race on plasma steroid levels and leg muscle fitness in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(8), 954-958.
- Dufaux, B., Assmann, G., Order, U., Hoederath, A., & Hollmann, W. (2008). Plasma lipoproteins, hormones, and energy substrates during the first days after prolonged exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 2(04), 256-260.
- Dupertuis, C. W. (1974). The physique of women athletes. by O. G. Eiben. 190 pp., figures, tables, bibliography. hungarina scientific coucil for physical education, budapest. 1972. n.p. (paper). *American Journal of Physical Anthropology*, 41(1), 159-160. doi:10.1002/ajpa.1330410123.
- Ebbeling, C. B., & Clarkson, P. M. (1989). Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 7(4), 207-234.
- Edge, J., Bishop, D., Goodman, C., & Dawson, B. (2005). Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 1975-1982.
- Eliakim, A., Portal, S., Zadik, Z., Rabinowitz, J., Adler-Portal, D., Cooper, D. M., Nemet, D. (2009). The effect of a volleyball practice on anabolic hormones and inflammatory markers in elite male and female adolescent players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(5), 1553-1559. doi:10.1519/JSC.0b013e3181aa1bcb.
- Elloumi, M., Ben Ounis, O., Tabka, Z., Van Praagh, E., Michaux, O., & Lac, G. (2008). Psychoendocrine and physical performance responses in male tunisian rugby players during an international competitive season. *Aggressive Behavior*, 34(6), 623-632. doi:10.1002/ab.20276.

- Enea, C., Boisseau, N., Ottavy, M., Mulliez, J., Millet, C., Ingrand, I., Dugue, B. (2009). Effects of menstrual cycle, oral contraception, and training on exercise-induced changes in circulating DHEA-sulphate and testosterone in young women. *European Journal of Applied Physiology*, 106(3), 365-373. doi:10.1007/s00421-009-1017-6.
- Engelmann, M., Landgraf, R., & Wotjak, C. T. (2004). The hypothalamic-neurohypophysial system regulates the hypothalamic-pituitary-adrenal axis under stress: An old concept revisited. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 25(3-4), 132-149. doi:10.1016/j.yfrne.2004.09.001.
- Enoka, R. M. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 81(6), 2339-2346.
- Eras, L. C., & Comité Olímpico Español (1965). *Balónvolea actual: Texto oficial de la escuela nacional de Educación Física femenina "julio Ruíz de Alda" y de la escuela nacional de preparadores de balónvolea*. Comité Olímpico Español.
- Esparza Ros, F., Grupo Español de Cineantropometría, & Federación Española de Medicina del Deporte. (1993). *Manual de cineantropometría*. S.L.
- Esper, A. (2003). Tiempo de juego y pausa en el voleibol femenino y masculino. *Ef Deporte*, 9(64).
- Fallon, K. E. (2008). The clinical utility of screening of biochemical parameters in elite athletes: Analysis of 100 cases. *British Journal of Sports Medicine*, 42(5), 334-337. doi:10.1136/bjism.2007.041137.
- Farran, A., Zamora, R., Cervera, P., & Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietética. (2003). *Tablas de composición de alimentos del CESNID = taules de composició d'aliments del CESNID*. Barcelona; Madrid: Edicions Universitat de Barcelona; McGraw-Hill-Interamericana.

- Faulkner, J. (1968). Physiology of swimming and diving. In Fall (Ed.), *Exercise physiology* (pp. 415-446). New York: Academic press.
- Federation internationale de volleyball. (2009). *Official beach volleyball rules 2009-2012* FIVB.
- Federation internationale de volleyball. (2012). *Official volleyball rules 2013-2016* FIVB.
- Fédération Internationale De Volleyball."FIVB". Retrieved Junio/15, 2013, from <http://www.fivb.org/en/volleyball/History.asp>
- Ferry, M. (2005). Strategies for ensuring good hydration in the elderly. *Nutrition Reviews*, 63(s1), S22-S29.
- Filaire, E., Bernain, X., Sagnol, M., & Lac, G. (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone:Cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *European Journal of Applied Physiology*, 86(2), 179-184.
- Friden, J., & Lieber, R. L. (1992). Structural and mechanical basis of exercise-induced muscle injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(5), 521-530.
- Friden, J., Sjostrom, M., & Ekblom, B. (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *International Journal of Sports Medicine*, 4(3), 170-176.
- Fry, A. C., Kraemer, W. J., Weseman, C. A., Conroy, B. P., Gordon, S. E., Hoffman, J. R., & Maresh, C. M. (1991). The effects of an off-season strength and conditioning program on starters and non-starters in women's intercollegiate volleyball. *J. Appl. Sport Sci. Res*, 5, 174-181.

- Gabbett, T., & Georgieff, B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, *21*(3), 902-908. doi:10.1519/R-20616.1.
- Galbo, H. (1983). *Hormonal and metabolic adaptation to exercise: By hernik galbo*. Stuttgart; New York: Georg Thieme Verlag; Thieme-Stratton.
- Giannini, E. G., Testa, R., & Savarino, V. (2005). Liver enzyme alteration: A guide for clinicians. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal = Journal De l'Association Medicale Canadienne*, *172*(3), 367-379. doi:10.1503/cmaj.1040752.
- Gimeno, F., Buceta, J., & Pérez-Llanta, M. (2001). El cuestionario de características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD): Características psicométricas. *Análise Psicológica*, *1*(19), 93-113.
- Goldberg, D. P., & Hillier, V. F. (1979). A scaled version of the general health questionnaire. *Psychological Medicine*, *9*(1), 139-145.
- Gonzalez-Gross, M., Gutiérrez, A., Mesa, J. L., Ruiz-Ruiz, J., & Castillo, M. J. (2001). Nutrition in the sport practice: Adaptation of the food guide pyramid to the characteristics of athlete's diet. [La nutrición en la práctica deportiva: adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista] *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, *51*(4), 321-331.
- Gonzalez-Rave, J. M., Arija, A., & Clemente-Suarez, V. (2011). Seasonal changes in jump performance and body composition in women volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, *25*(6), 1492-1501. doi:10.1519/JSC.0b013e3181da77f6.
- Gorce-Dupuy, A. M., Vela, C., Badiou, S., Bargnoux, A. S., Josse, C., Roagna, N., Cristol, J. P. (2012). Antioxidant and oligonutrient status, distribution of

amino acids, muscle damage, inflammation, and evaluation of renal function in elite rugby players. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine : CCLM / FESCC*, 50(10), 1777-1789. doi:10.1515/cclm-2012-0109.

Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J. J., & 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. doi:10.1249/01.mss.0000184586.74398.03.

Gravina, L., Ruiz, F., Diaz, E., Lekue, J. A., Badiola, A., Irazusta, J., & Gil, S. M. (2012). Influence of nutrient intake on antioxidant capacity, muscle damage and white blood cell count in female soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 32-2783-9-32. doi:10.1186/1550-2783-9-32.

Griggs, R. C., Kingston, W., Jozefowicz, R. F., Herr, B. E., Forbes, G., & Halliday, D. (1989). Effect of testosterone on muscle mass and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 66(1), 498-503.

Gualdi-Russo, E., & Zaccagni, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 256-262.

Hakkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33(3), 223-232.

Hakkinen, K., Keskinen, K. L., Alen, M., Komi, P. V., & Kauhanen, H. (1989). Serum hormone concentrations during prolonged training in elite endurance-trained and strength-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 59(3), 233-238.

- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H., & Komi, P. V. (1987). Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *International Journal of Sports Medicine*, *8 Suppl 1*, 61-65.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., & Komi, P. V. (1985). Serum hormones during prolonged training of neuromuscular performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *53*(4), 287-293.
- Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2011). *Guyton & hall: Tratado de fisiología médica* [Textbook of medical physiology.] (12{487} ed.). Ámsterdam ; Barcelona etc.: Elsevier.
- Handziski, Z., Maleska, V., Petrovska, S., Nikolik, S., Mickoska, E., Dalip, M., & Kostova, E. (2006). The changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratislavske Lekarske Listy*, *107*(6-7), 259-263.
- Haneishi, K., Fry, A. C., Moore, C. A., Schilling, B. K., Li, Y., & Fry, M. D. (2007). Cortisol and stress responses during a game and practice in female collegiate soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, *21*(2), 583-588. doi:10.1519/R-20496.1.
- Haralambie, G. (1981). Serum aldolase isoenzymes in athletes at rest and after long-lasting exercise. *International Journal of Sports Medicine*, *2*(1), 31-36. doi:10.1055/s-2008-1034581.
- Hassapidou, M. N., & Manstrantoni, A. (2001). Dietary intakes of elite female athletes in greece. *Journal of Human Nutrition and Dietetics : The Official Journal of the British Dietetic Association*, *14*(5), 391-396.
- Hauswirth, C., & Le Meur, Y. (2011). Physiological and nutritional aspects of post-exercise recovery: Specific recommendations for female athletes. *Sports*

*Medicine (Auckland, N.Z.), 41(10), 861-882. doi:5 [pii]; 10.2165/11593180-000000000-00000.*

Heymsfield, S. (2007). *Composición corporal* (2a ed.). México etc.: McGraw-Hill Interamericana.

Hoffman, J. R., Kang, J., Ratamess, N. A., & Faigenbaum, A. D. (2005). Biochemical and hormonal responses during an intercollegiate football season. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 37(7), 1237-1241.*

Holway, F. E., & Spriet, L. L. (2011). Sport-specific nutrition: Practical strategies for team sports. *Journal of Sports Sciences, 29 Suppl 1, S115-25. doi:10.1080/02640414.2011.605459*

Howatson, G., & van Someren, K. A. (2008). The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 38(6), 483-503.*

Huang FZ. (1992). Training direction for coaches. *People's Sports Press.*

Iglesias Rosado, C., Villarino Marin, A. L., Martinez, J. A., Cabrerizo, L., Gargallo, M., Lorenzo, H., Ekblom, B. (2011). [Importance of water in the hydration of the spanish population: FESNAD 2010 document]. [Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento FESNAD 2010] *Nutrición Hospitalaria: Órgano Oficial De La Sociedad Española De Nutrición Parenteral y Enteral, 13(7), 27-36.*

Institute of Medicine. (2005). *Food and nutrition board. dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids.* Washington DC: National Academies Press.

Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (2004). Generalized equations for predicting body density of men. 1978. *The British Journal of Nutrition, 91(1), 161-168.*



- Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 12*(3), 175-181.
- Jastrzebski, Z. (2006). Changes of chosen blood parameters in football players in relation to applied training loads during competition. *Biology of Sport, 23*(1), 85-96.
- Jeukendrup, A. E. (2010). Carbohydrate and exercise performance: The role of multiple transportable carbohydrates. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care, 13*(4), 452-457. doi:10.1097/MCO.0b013e328339de9f.
- Jin, X., Liu, Y., Zhang, Z., & Gai, Y. (2007). Investigation on the features of young female volleyball players and important body shape and specific fitness in our country. *Journal of Xi'an Physical Education University, (24)*, 94-97.
- Johnson, G. O., Nebelsick-Gullett, L. J., Thorland, W. G., & Housh, T. J. (1989). The effect of a competitive season on the body composition of university female athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness, 29*(4), 314.
- Kahanov, L., Eberman, L., Townsend, C., & Gurovich, A. (2012). Creatine kinase and myoglobin as biochemical markers of muscle damage in division-1 collegiate football players. *Online Journal of Medicine and Medical Science Research, 1*(5), 96-103.
- Karamizrak, S. O., Ergen, E., Tore, I. R., & Akgun, N. (1994). Changes in serum creatine kinase, lactate dehydrogenase and aldolase activities following supramaximal exercise in athletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 34*(2), 141-146.
- Kim, H. J., Lee, Y. H., & Kim, C. K. (2009). Changes in serum cartilage oligomeric matrix protein (COMP), plasma CPK and plasma hs-CRP in relation to running

distance in a marathon (42.195 km) and an ultra-marathon (200 km) race. *European Journal of Applied Physiology*, 105(5), 765-770. doi:10.1007/s00421-008-0961-x.

Kobayashi, Y., Takeuchi, T., Hosoi, T., Yoshizaki, H., & Loeppky, J. A. (2005). Effect of a marathon run on serum lipoproteins, creatine kinase, and lactate dehydrogenase in recreational runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76(4), 450-455.

Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12, 81-121.

Kraemer, W. J., Fleck, S. J., Callister, R., Shealy, M., Dudley, G. A., Maresh, C. M., Falkel, J. E. (1989). Training responses of plasma beta-endorphin, adrenocorticotropin, and cortisol. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(2), 146-153.

Kraemer, W. J., Gordon, S. E., Fleck, S. J., Marchitelli, L. J., Mello, R., Dziados, J. E., Fry, A. C. (1991). Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *International Journal of Sports Medicine*, 12(2), 228-235. doi:10.1055/s-2007-1024673.

Kraemer, W. J., Marchitelli, L., Gordon, S. E., Harman, E., Dziados, J. E., Mello, R., Fleck, S. J. (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 69(4), 1442-1450.

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(4), 339-361.

- Kratz, A., Lewandrowski, K. B., Siegel, A. J., Chun, K. Y., Flood, J. G., Van Cott, E. M., & Lee-Lewandrowski, E. (2002). Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *American Journal of Clinical Pathology*, *118*(6), 856-863. doi:10.1309/14TY-2TDJ-1X0Y-1V6V
- Kuoppasalmi, K., & Adlercreutz, H. (1985). Interaction between catabolic and anabolic hormones in muscular exercise. In K. Fotherby, & B. S (Eds.), *Exercise endocrinology* (pp. 65-156). Berlin: W. de Gruyter.
- Lane, A. R., Duke, J. W., & Hackney, A. C. (2010). Influence of dietary carbohydrate intake on the free testosterone: Cortisol ratio responses to short-term intensive exercise training. *European Journal of Applied Physiology*, *108*(6), 1125-1131. doi:10.1007/s00421-009-1220-5.
- Lee, H., Park, J. E., Choi, I., & Cho, K. H. (2009). Enhanced functional and structural properties of high-density lipoproteins from runners and wrestlers compared to throwers and lifters. *BMB Reports*, *42*(9), 605-610.
- Lee, R. C., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., & Heymsfield, S. B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: Development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *72*(3), 796-803.
- Lehmann, M., Dickhuth, H. H., Gendrisch, G., Lazar, W., Thum, M., Kaminski, R., Keul, J. (1991). Training-overtraining. A prospective, experimental study with experienced middle- and long-distance runners. *International Journal of Sports Medicine*, *12*(5), 444-452. doi:10.1055/s-2007-1024711.
- Lippi, G., Salvagno, G. L., Montagnana, M., Schena, F., Ballestrieri, F., & Guidi, G. C. (2006). Influence of physical exercise and relationship with biochemical variables of NT-pro-brain natriuretic peptide and ischemia modified albumin.

*Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, 367(1-2), 175-180. doi:10.1016/j.cca.2005.11.018.

Lippi, G., Schena, F., Salvagno, G. L., Montagnana, M., Gelati, M., Tarperi, C., Guidi, G. C. (2008). Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 68(7), 667-672. doi:10.1080/00365510802126844.

Lobo, A., Perez-Echeverria, M. J., & Artal, J. (1986). Validity of the scaled version of the general health questionnaire (GHQ-28) in a spanish population. *Psychological Medicine*, 16(1), 135-140.

López Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio* (3a ed.). Madrid: Médica Panamericana.

Loucks, A. B., Kiens, B., & Wright, H. H. (2011). Energy availability in athletes. *Journal of Sports Sciences*, 29 Suppl 1, S7-15. doi:10.1080/02640414.2011.588958.

Mahoney, M. (1989). Psychological predictors of elite and non-elite performance in Olympic weightlifting. *International Journal of Sport Psychology*, 20(1), 1-12.

Malá L., Malý T., Záhalka F., & Bunc V. (2010). The profile and comparison of body composition of elite female volleyball players. *Kinesiology*, 42(1), 90-97.

Malousaris, G. G., Bergeles, N. K., Barzouka, K. G., Bayios, I. A., Nassis, G. P., & Koskolou, M. D. (2008). Somatotype, size and body composition of competitive female volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 11(3), 337-344. doi:10.1016/j.jsams.2006.11.008.

Manore, M., & Thompson, J. (2000). *Sport nutrition for health and performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.

- Mariscal-Arcas, M., Romaguera, D., Rivas, A., Feriche, B., Pons, A., Tur, J. A., & Olea-Serrano, F. (2007). Diet quality of young people in southern Spain evaluated by a Mediterranean adaptation of the Diet Quality Index-International (DQI-I). *The British Journal of Nutrition*, *98*(6), 1267-1273. doi:10.1017/S0007114507781424.
- Martens, R. (1977). *Sport competition anxiety test*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Publishers.
- Martens, R., Vealey, R. S., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Champaign Illinois, EEUU: Human Kinetics.
- Martínez, A. C., Seco Calvo, J., Tur Mari, J. A., Abecia Inchaurregui, L. C., Orella, E. E., & Biescas, A. P. (2010). Testosterone and cortisol changes in professional basketball players through a season competition. *J. Strength Cond Res.*, *24*(4), 1102-1108. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ce2423.
- Martin-Moreno, J. M., Boyle, P., Gorgojo, L., Maisonneuve, P., Fernandez-Rodriguez, J. C., Salvini, S., & Willett, W. C. (1993). Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *International Journal of Epidemiology*, *22*(3), 512-519.
- Maso, F., Lac, G., Filaire, E., Michaux, O., & Robert, A. (2004). Salivary testosterone and cortisol in rugby players: Correlation with psychological overtraining items. *British Journal of Sports Medicine*, *38*(3), 260-263.
- McEwen, B. S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: Central role of the brain. *Physiological Reviews*, *87*(3), 873-904. doi:10.1152/physrev.00041.2006
- McHugh, M. P. (2003). Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: The protective effect against muscle damage from a single bout of

- eccentric exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(2), 88-97.
- Mena, P., Maynar, M., & Campillo, J. E. (1996). Changes in plasma enzyme activities in professional racing cyclists. *British Journal of Sports Medicine*, 30(2), 122-124.
- Michaelsen, K. F. (2000). Are there negative effects of an excessive protein intake? *Pediatrics*, 106(5), 1293.
- Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martinez-Sanz, J., & Seco, J. (2013). Análisis nutricional de la ingesta dietética realizada por jugadoras de voleibol profesional durante la fase competitiva de la liga regular. *Rev Esp Nutr Hum Diet.*, 17(1), 10-16.
- Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martinez-Sanz, J. M., & Seco, J. (2012). Dietary iron intake and deficiency in elite women volleyball players. [Ingesta dietetica de hierro y su deficiencia en las jugadoras de voleibol femenino de elite] *Nutricion Hospitalaria : Organo Oficial De La Sociedad Espanola De Nutricion Parenteral y Enteral*, 27(5), 1592-1597. doi:10.3305/nh.2012.27.5.5948; 10.3305.
- Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., Tang, J. E., Glover, E. I., Wilkinson, S. B., Phillips, S. M. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(1), 161-168. doi:10.3945/ajcn.2008.26401.
- Morgan, D. L., & Proske, U. (2006). Sarcomere popping requires stretch over a range where total tension decreases with length. *The Journal of Physiology*, 574(Pt 2), 627-8; author reply 629-30. doi:10.1113/jphysiol.2006.574201.

- Mougios, V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 41(10), 674-678. doi:10.1136/bjism.2006.034041.
- Munjal, D. D., McFadden, J. A., Matix, P. A., Coffman, K. D., & Cattaneo, S. M. (1983). Changes in serum myoglobin, total creatine kinase, lactate dehydrogenase and creatine kinase MB levels in runners. *Clinical Biochemistry*, 16(3), 195-199.
- Murray, B. (2007). Hydration and physical performance. *Journal of the American College of Nutrition*, 26(5 Suppl), 542S-548S.
- Nagel, D., Seiler, D., Franz, H., & Jung, K. (1990). Ultra-long-distance running and the liver. *International Journal of Sports Medicine*, 11(6), 441-445. doi:10.1055/s-2007-1024834.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2008). *Lehninger principles biochemistry* (5th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Neubauer, O., Konig, D., & Wagner, K. H. (2008). Recovery after an ironman triathlon: Sustained inflammatory responses and muscular stress. *European Journal of Applied Physiology*, 104(3), 417-426. doi:10.1007/s00421-008-0787-6.
- Nicklas, B. J., Leng, I., Delbono, O., Kitzman, D. W., Marsh, A. P., Hundley, W. G., Kraus, W. E. (2008). Relationship of physical function to vastus lateralis capillary density and metabolic enzyme activity in elderly men and women. *Aging Clinical and Experimental Research*, 20(4), 302-309.
- Nie, J., Tong, T. K., George, K., Fu, F. H., Lin, H., & Shi, Q. (2011). Resting and post-exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(5), 625-629. doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01096.x.

- Nieman, D. C., & Bishop, N. C. (2006). Nutritional strategies to counter stress to the immune system in athletes, with special reference to football. *Journal of Sports Sciences, 24*(7), 763-772. doi:10.1080/02640410500482982.
- Nishida C, Uauy R, Kumanyika S, Shetty P. (2004). The joint WHO/FAO expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: process, product and policy implications. *Public Health Nutr* , 7(1A):245-250.
- Noce, F., & Samulski, D. (2002). Análisis del estrés psíquico en colocadores brasileños de voleibol de alto nivel. *Revista De Psicología Del Deporte, 11*(1), 137-155.
- Nosaka, K., & Clarkson, P. M. (1995). Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 27*(9), 1263-1269.
- Nozaki, K., & Pestronk, A. (2009). High aldolase with normal creatine kinase in serum predicts a myopathy with perimysial pathology. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 80*(8), 904-908. doi:10.1136/jnnp.2008.161448.
- Oliveira, T., Gouveia, M. J., & Oliveira, R. F. (2009). Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology, 34*(7), 1056-1064. doi:10.1016/j.psyneuen.2009.02.006.
- Oltras, C. M., Mora, F., & Vives, F. (1987). Beta-endorphin and ACTH in plasma: Effects of physical and psychological stress. *Life Sciences, 40*(17), 1683-1686.
- Palacios, N., Franco, L., Manuz, B., & Villegas, J. (2008). Consenso sobre bebidas para el deportista. composición y pautas de reposición de líquidos. documento de consenso de la federación española de medicina del deporte. *Arch Med Deporte, 136*, 246-258.



- Papadopoulou, S. K., & Papadopoulou, S. D. (2010). Nutritional status of top team-sport athletes according to body fat. *Nutrition & Food Science, 40*(1), 64-73.
- Papadopoulou, S. K., Papadopoulou, S. D., & Gallos, G. K. (2002). Macro- and micro-nutrient intake of adolescent greek female volleyball players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 12*(1), 73-80.
- Papandreou, D., Hassapidou, M., Hourdakis, M., Papakonstantinou, K, Tsitskaris, G., & Garefis, A. (2006). Dietary intakes status of elite athletes. *Aristotle University Medical Journal, 33*(1), 119-126.
- Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Giakas, G., Jamurtas, A. Z., Owolabi, E. O., & Koutedakis, Y. (2008). Position sense and reaction angle after eccentric exercise: The repeated bout effect. *European Journal of Applied Physiology, 103*(1), 9-18. doi:10.1007/s00421-007-0663-9.
- Pedregal Sánchez, J., López Rodríguez, J., & Bousoño García, M. (1991). Sleep, organic deterioration and general health in the aging population. Study in a basic health zone of Oviedo. *Actas Luso-Españolas De Neurología, Psiquiatría y Ciencias Afines, 19*(4), 191.
- Petroski, E. L. (1999). *Antropometria: Técnicas e padronizações*. Porto Alegre: Palotti.
- Pitkanen, H., Mero, A., Oja, S. S., Komi, P. V., Rusko, H., Nummela, A., Takala, T. (2002). Effects of training on the exercise-induced changes in serum amino acids and hormones. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association, 16*(3), 390-398.
- Plyley, M., Shephard, R., Davis, G., & Goode, R. (1987). Sleep deprivation and cardiorespiratory function. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 56*(3), 338-344.

- Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). Muscle damage from eccentric exercise: Mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *The Journal of Physiology*, 537(Pt 2), 333-345.
- Rehrer, N. J. (2001). Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(10), 701-715.
- Reilly, T. (2006). Fitness assessment. In T. Reilly (Ed.), *Science and soccer* (pp. 25-50). London: E & FN Spon.
- Reilly, T., & Ekblom, B. (2005). The use of recovery methods post-exercise. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 619-627. doi:10.1080/02640410400021302.
- Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology.Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(3), R502-16. doi:10.1152/ajpregu.00114.2004.
- Rocha, M. (1975). Peso osseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 anos. *Arg. Anat. Antrop.*, 1, 445.
- Rochcongar, P. (2005). L'utilisation et la prescription des corticoïdes en médecine du sport. *Science & Sports*, 20(4), 197-198. doi:10.1016/j.scispo.2005.01.025.
- Ross, W. D., & Marfell-Jones, M.,J. (1983). Kinanthropometry, terminology and landmarks. *Physiological Testing of the Elite Athlete*, , 75.
- Saengsirisuwan, V., Phadungkij, S., & Pholpramool, C. (1998). Renal and liver functions and muscle injuries during training and after competition in thai boxers. *British Journal of Sports Medicine*, 32(4), 304-308.
- Sandín, B. (2003). El estrés: Un análisis basado en el papel de los factores sociales. *International Journal of Clinical Health Psychology*, 3(1), 141-157.

- Schelling, X., Calleja-González, J., & Terrados, N. (2011). Testosterone and cortisol with relation to training volume and playing time in professional spanish basketballers. *Med Sci Sport Exer*, 43(5 Suppl.).
- Schoeller, D. A., & Hnilicka, J. M. (1996). Reliability of the doubly labeled water method for the measurement of total daily energy expenditure in free-living subjects. *The Journal of Nutrition*, 126(1), 348S-354S.
- Schwalfenberg, G. K., & Whiting, S. J. (2011). A canadian response to the 2010 institute of medicine vitamin D and calcium guidelines. *Public Health Nutrition*, 14(4), 746-748. doi:10.1017/S1368980011000292.
- Seco Calvo, J. (2007). Estrés físico y su influencia sobre el rendimiento deportivo en jugadores profesionales de baloncesto ACB. *Fisioterapia*, 29(5), 207-213. doi:10.1016/S0211-5638(07)74441-3
- Seco, J. Marco Sanjuan, J. & Córdova, A (2003a). Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (C.P.R.D.) equipo de baloncesto ACB Ed Dykinson. Madrid. ISBN 84- 9772- 095-4.
- Seco, J., Marco Sanjuan, J. & Córdova, A. (2003b). Perfil de personalidad de los jugadores profesionales de baloncesto de un equipo ACB. Ed Dykinson. Madrid. ISBN 84- 9772- 095-4.
- Seco, J., Marco Sanjuan, J., Villa, J., & Córdova, A. (2003). Valoración de la ansiedad en jugadores de un equipo profesional de baloncesto ACB. Ed Dykinson. Madrid. ISBN 84- 9772- 095-4.
- Seco, J., Rodríguez, V., & López, A. (2005). Protocolo de fisioterapia para prevenir el estrés en jugadores profesionales de baloncesto. Ed AEF. (Dep. Leg. LR-199-2005). Logroño.

- Seco, J., Villa, J., & Córdova, A. (2003a). El daño muscular provocado por el ejercicio y la competición en jugadores profesionales de baloncesto ACB. *Arch Med Deporte*, *98*, 516.
- Seco, J., Villa, J., & Córdova, A. (2003b). Estudio del estrés en jugadores profesionales de baloncesto (ACB). *Arch Med Deporte*, *98*, 517.
- Seisdedos Cubero, N. (2011). *STAI: Cuestionario de ansiedad estado-rasgo [state-trait anxiety inventory]* (Edición revisada y ampliada ed.). Madrid: Tea.
- Slater, G., & Phillips, S. M. (2011). Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *Journal of Sports Sciences*, *29 Suppl 1*, S67-77. doi:10.1080/02640414.2011.574722.
- Som Castillo, A., Sanchez Munoz, C., Ramirez Lechuga, J., & Zabala Diaz, M. (2010). [Analysis of the feeding habits in cyclists of the Spanish National mountain bike team]. [Estudio de los hábitos alimentarios de los ciclistas de la selección española de mountain bike] *Nutrición Hospitalaria : Órgano Oficial De La Sociedad Española De Nutrición Parenteral y Enteral*, *25*(1), 85-90. doi:S0212-16112010000100013.
- Sorichter, S., Mair, J., Koller, A., Calzolari, C., Huonker, M., Pau, B., & Puschendorf, B. (2001). Release of muscle proteins after downhill running in male and female subjects. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *11*(1), 28-32.
- Spencer, M., Fitzsimons, M., Dawson, B., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, *9*(1-2), 181-184. doi:10.1016/j.jsams.2005.05.001.
- Spielberger, C., Gorsuch, R., & Lushene, R. (1970). *Manual for the state-trait anxiety inventory*. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.

- Stauber, W. T. (1989). Eccentric action of muscles: Physiology, injury, and adaptation. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 17, 157-185.
- Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & de Ridder, H. (2011). *International standards for anthropometric assessment*. Lower Hutt, New Zealand: ISAK.
- Stupka, N., Lowther, S., Chorneyko, K., Bourgeois, J. M., Hogben, C., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 89(6), 2325-2332.
- Suay, F., Sanchís, C., & Salvador, A. (1997). Marcadores hormonales del síndrome de sobreentrenamiento. *Revista De Psicología Del Deporte*, 6(1), 21-41.
- Tarpenning, K. M., Wiswell, R. A., Hawkins, S. A., & Marcell, T. J. (2001). Influence of weight training exercise and modification of hormonal response on skeletal muscle growth. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 4(4), 431-446.
- Tee, J. C., Bosch, A. N., & Lambert, M. I. (2007). Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 37(10), 827-836.
- Tian, M. (2006). *Sports traing. beijing: Higer education press* .
- Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K., & Sato, K. (2002). Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 93(4), 1280-1286. doi:10.1152/jappphysiol.01270.2001.
- Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A. A., Poos, M., & Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, The National Academies. (2002). Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein

and amino acids. *Journal of the American Dietetic Association*, 102(11), 1621-1630.

Tymoczko, J. L. (.), Berg, J. M., & Stryer, L. (2010). *Biochemistry: A short course*. New York: W.H. Freeman.

Úbeda, N., Palacios Gil-Antunano, N., Montalvo Zenarruzabeitia, Z., García Juan, B., García, A., & Iglesias-Gutiérrez, E. (2010). [Food habits and body composition of spanish elite athletes in combat sports]. [Hábitos alimenticios y composición corporal de deportistas españoles de elite pertenecientes a disciplinas de combate] *Nutrición Hospitalaria: Órgano Oficial De La Sociedad Española De Nutrición Parenteral y Enteral*, 25(3), 414-421. doi:S0212-16112010000300012.

Urdampilleta, A., Martínez, J., López Grueso, R., & Guerrero López, J. (2011). *Guía nutricional para deportes específicos*. Valencia: Universitat de Valencia.

Urdampilleta, A., Vicente-Salar, N., & Martínez Sanz, J. M. (2012). Necesidades proteicas de los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia de masa muscular. *Revista Española De Nutrición Humana y Dietética*, 16(1), 25-35. doi:10.1016/S2173-1292(12)70068-6.

Urhausen, A., Torsten, A., & Wilfried, K. (2003). Reversibility of the effects on blood cells, lipids, liver function and hormones in former anabolic-androgenic steroid abusers. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 84(2-3), 369-375.

Van Heest, J. (2003). Energy demands in the sport of volleyball. In J. Reeser, & R. Bahr (Eds.), *Handbook of sports medicine and science volleyball* (1st ed., pp. 11-17). Massachusetts, USA: Blackwell Science Ltd.

- Vermeulen, A., Verdonck, L., & Kaufman, J. M. (1999). A critical evaluation of simple methods for the estimation of free testosterone in serum. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 84(10), 3666-3672.
- Vidal, J. P., & Torrent, N. P. (1985). *Historia del voleibol español*. Dilagro.
- Villegas García, J., Martínez, M., López Román, F., Martínez González, A., & Luque Rubia, A. (2004). Ácidos grasos OMEGA-3 en las lesiones deportivas ¿Una posible ayuda terapéutica? (II). *Arch Med Deporte*, 22, 29-44.
- Viru, A., & Viru, M. (2005). Resistance exercise and testosterone. In W. Kraemer, & A. Rogol (Eds.), *The endocrine system in sports and exercise* (). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd,.
- Viru, A. M., Hackney, A. C., Valja, E., Karelson, K., Janson, T., & Viru, M. (2001). Influence of prolonged continuous exercise on hormone responses to subsequent exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 85(6), 578-585.
- Viru, A., & Viru, M. (2003). *Análisis y control del rendimiento deportivo: Atko viru, mehis viru*. Barcelona: Paidotribo.
- Warhol, M. J., Siegel, A. J., Evans, W. J., & Silverman, L. M. (1985). Skeletal muscle injury and repair in marathon runners after competition. *The American Journal of Pathology*, 118(2), 331-339.
- Watabe, T., Tanaka, K., Kumagae, M., Itoh, S., Takeda, F., Morio, K., Shimizu, N. (1987). Hormonal responses to insulin-induced hypoglycemia in man. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 65(6), 1187-1191.
- Whiting, S. J., & Barabash, W. A. (2006). Dietary reference intakes for the micronutrients: Considerations for physical activity. *Applied Physiology*,

*Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 31(1), 80-85. doi:10.1139/h05-021.

Wiacek, M., Andrzejewski, M., Chmura, J., & Zubrzycki, I. Z. (2011). The changes of the specific physiological parameters in response to 12-week individualized training of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(6), 1514-1521. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ddf860.

Wilmore, J. H., (, & Costill, D. L. (2004). *Physiology of sport and exercise* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Wilson, G., Raglin, J., & Harger, G. (2000). A comparison of the STAI and CSAI - 2 in five - day recalls of precompetition anxiety in collegiate track and field athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(1), 51-54.

Withers, R. T., Craig, N. P., Bourdon, P. C., & Norton, K. I. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(2), 191-200.

Withers, R. T., Whittingham, N. O., Norton, K. I., La Forgia, J., Ellis, M. W., & Crockett, A. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of female athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(2), 169-180.

Woodman, T., & Hardy, L. (2003). The relative impact of cognitive anxiety and self-confidence upon sport performance: A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 21(6), 443-457.

Word organisation volleyball for disabled. (2011). *Official sitting volleyball rules 2011-2012* WOVD.



Zunic, L., Begic, L., Mujagic, Z., Prnjavorac, B., Zildzic, M., & Mulaomerovic, A. (2003). Correlation of body mass index and aminotransferase activity in healthy adolescents. [Korelacija indeksa tjelesne mase i aktivnosti aminotransferaza u zdravih adolescenata] *Medicinski Arhiv*, 57(5-6), 267-268.



**PUBLICACIONES Y**  
**COMUNICACIONES**



## **Publicaciones.**

Martínez-Sanz, J.M.; Urdampilleta, A.; Mielgo-Ayuso, J.(2013). **Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte**. Motricidad. European Journal of Human Movement, 2013: 30, 1-21

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J., & Seco, J. (2013). **Análisis nutricional de la ingesta dietética realizada por jugadoras de voleibol profesional durante la fase competitiva de la liga regular**. Rev Esp Nutr Hum Diet., 17(1), 10-16.

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., & Seco, J. (2012). **Dietary iron intake and deficiency in elite women volleyball players. [Ingesta dietetica de hierro y su deficiencia en las jugadoras de voleibol femenino de elite]** Nutrición Hospitalaria: Órgano Oficial De La Sociedad Española De Nutrición Parenteral y Enteral, 27(5), 1592-1597. doi:10.3305/nh.2012.27.5.5948; 10.3305/nh.2012.27.5.5948

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., & Seco, J. (2013). **Dietary intake and body composition changes in elite female volleyball players after a training program during the first 11 weeks of training**. J Sport Med Phys Fit. Under Review.

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., & Seco, J. (2013). **The impact of sport competitive level on dietary intake, body composition and somatotype of elite and amateur volleyball female players**. Under Review.

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., & Seco, J. (2013). **Changes induced on lipid profile by dietetic-nutritional intakes in professional female volleyball players after 11 weeks of training comparing with a control group**. Under Review.

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., & Seco, J. (2013). **Catabolic/anabolic balance, hormonal stress and adaptation to training in professional female volleyball players throughout a season of competition.** Under Review.

## **Comunicaciones.**

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta A y Martínez-Sanz JM. **Ingesta dietética de hierro y su deficiencia en las jugadoras de voleibol femenino elite.** I Seminario Internacional Red Universitaria Euro-Americana de Actividad Física, Educación Física y Recreación. Murcia 23-27 Mayo 2012.

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta A y Martínez-Sanz JM. **Ingesta energética y su relación con los cambios de composición corporal en jugadoras de voleibol femenino elite.** I Seminario Internacional Red Universitaria Euro-Americana de Actividad Física, Educación Física y Recreación. Murcia 23-27 Mayo 2012.

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta A y Martínez-Sanz JM. **Ingesta nutricional realizada por jugadoras de voleibol profesional durante la fase competitiva de la liga regular.** Congreso Internacional Sobre Entrenamiento en Voleibol. Valladolid 2-4 Noviembre 2012.

Mielgo-Ayuso, J., Urdampilleta A y Martínez-Sanz JM. **Variación del perfil lipídico como efecto cardiosaludable de la pretemporada en un equipo de voleibol femenino de elite.** II Encuentro Anual de Dietistas-Nutricionistas. Logroño 17 Noviembre 2012.





**ANEXOS**





## **Anexo 2: Consentimiento informado por escrito para llevar a cabo la investigación.**

**TITULO DEL PROYECTO: ANÁLISIS NUTRICIONAL Y SU RELACIÓN CON EL ESTRÉS PSICO- FÍSICO Y EL DAÑO MUSCULAR EN JUGADORAS DE VOLEIBOL PROFESIONAL A LO LARGO DE UNA TEMPORADA**

Yo, D....., mayor de edad, y con D.N.I.....,

### **DECLARO:**

Que he entendido la información que se me ha facilitado acerca del trabajo de investigación en el que voy a tomar parte voluntariamente. Este es un estudio que analiza la dieta llevada a cabo durante el período pericompetitivo, su relación con el estrés oxidativo (metabólico) y su repercusión en los cambios hematológicos, bioquímicos y antropométricos. Las intervenciones que se me van a realizar son:

1. Un cuestionario con preguntas sobre hábitos, enfermedades, operaciones, lesiones, historial deportivo, entrenamiento habitual y esfuerzo realizado en la prueba.
2. Una antropometría: talla, peso y medidas de los pliegues de grasa, diámetros y perímetros corporales previa competición, durante competición y post-competición.
3. Una encuesta nutricional: auto-registro de ingesta de siete días (previo, durante y post competición) y anotación de suplementos dietéticos (caso de tomarlos).
4. Un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (previo, durante y post competición).
5. Un cuestionario con diferentes test psicológicos y deportivos (Cuestionario de salud general de Goldberg (GHQ28), Sport competition anxiety test (SCAT), State trait anxiety inventory (STAI), Competitive state anxiety inventory - 2 (CSAI-2), Cuestionario de Oviedo del sueño (COS), Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD), escala de evaluación de la imagen corporal de Gardner, valoración de adherencia a la dieta mediterránea) (previo, durante y post-competición)
6. Una extracción de sangre venosa y punción para obtener sangre capilar previa competición, durante competición y post- competición. Las extracciones se realizaran en el Hospital San Pedro de Logroño.

He tenido la oportunidad de comentar y preguntar los detalles de dicha información.

Entiendo que puedo abandonar el estudio en cualquier momento que yo crea oportuno.

La persona investigadora me ha advertido de las posibles molestias, riesgos y consecuencias derivadas de la inclusión en este trabajo.

También me ha indicado que todos los datos acerca de mi persona son estrictamente confidenciales y no transferibles. Mis datos podrán ser única y exclusivamente utilizados para fines científicos siempre y cuando se garantice el más absoluto respeto a mi intimidad y anonimato.

Dado que entiendo todo lo anterior, **CONSIENTO** que se me incluya en el citado estudio de investigación.

Firma del participante en el estudio, Firma del/a investigador/a,

En Haro a..... de..... de .....

En caso de necesitar más información o tener alguna duda póngase en contacto con la

D. Juan Fco. Mielgo Ayuso, 941310252 [centro@riojanutricion.com](mailto:centro@riojanutricion.com)

## Anexo 3: Informe favorable del comité de ética de la Universidad de León



Universidad de León  
Vicerrectorado de Investigación  
Comité de Ética

Reunida la Comisión Ejecutiva del Comité de Ética de la Universidad de León el día 25 de Marzo de 2013, con objeto de informar la solicitud presentada por el Dr. D. Jesús Seco Calvo, y analizados los correspondientes informes emitidos por los distintos miembros de dicho Comité de Ética,

HAGO CONSTAR

Que el proyecto titulado "Análisis nutricional y su relación con el estrés psico- físico y el daño muscular en jugadoras de voleibol profesional a lo largo de una temporada", presentado ante este Comité de Ética como Investigador Principal por el Dr. D. Jesús Seco Calvo, ha obtenido **INFORME FAVORABLE** del citado Comité.

León a 25 de Marzo de 2013  
EL SECRETARIO DEL COMITÉ



Fdo.: Dr. Julio Gabriel Prieto Fernández

## Anexo 4: Ratificación del comité de ética de la Universidad del País Vasco.

### INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA PARA LAS INVESTIGACIONES CON SERES HUMANOS, SUS MUESTRAS Y SUS DATOS (CEISH) DE LA UPV/EHU

M<sup>a</sup> Jesús Marcos Muñoz como Secretaria del CEISH de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

#### CERTIFICA

Que este Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos (CEISH), que reúne los requisitos establecidos en el BOPV de 3 de junio de 2008<sup>1</sup>, ha evaluado la propuesta del investigador: **D. Juan Mielgo Ayuso**, CEISH/202R/2012/MIELGO AYUSO, para la realización de la Tesis Doctoral: *"Análisis Nutricional y su relación con el estrés psico-físico y el daño muscular en jugadores de voleibol profesional a lo largo de una temporada"*, dirigida por el Dr. Jesús Seco Calvo.

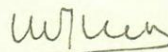
Considerando que,

El proyecto de investigación ha sido evaluado previamente por la Comisión Ejecutiva del Comité de Ética de la Universidad de León, con dictamen FAVORABLE, en su reunión de 25 de marzo de 2013.

El CEISH, tanto en su composición, como en su Procedimiento Normalizado de Trabajo, cumple con la Resolución de la UPV/EHU de 28 de febrero de 2008 y con las Normas de Buenas Prácticas.

Ha emitido **INFORME DE RATIFICACION FAVORABLE**, en la sesión del CEISH celebrada el 16 de mayo de 2013 (recogido en su acta 41/2013), basado en valores de razonabilidad, confianza y respeto por las tareas realizadas en los comités de ética.

Lo que firmo en Leioa, a 11 de Junio de 2013



Fdo: M<sup>a</sup> Jesús Marcos Muñoz  
Secretaria del CEISH de la UPV/EHU



\* Reglamento para la Evaluación y Seguimiento de las Implicaciones Metodológicas, Éticas y Sociales de Determinadas Actividades de Investigación y Docencia de la UPV/EHU, y de la Comisión de Ética en la Investigación y en la Docencia.  
1. M<sup>a</sup> José Luis Martín González jaunak, UPV/EHUko idazkari nagusiak, ziurtatzen dut dokumentu hau hitzez hitz datorrela bat jatorrizkoarekin. Idazkaritza Nagusiko bulegoko buruak (2. zuzk) izenpetua, 2013ko urtarrilaren 10eko erabakiaren bidez izenpea eskuordetuta.  
susl.marcos@ehu.es/ceish@ehu.es  
www.ehu.es/CEIH

LA NAGUSIA GENERAL  
José Luis Martín González, Secretario General de la UPV/EHU, certifica que el presente documento concuerda íntegramente con el original.  
En Leioa, a 11 de junio de 2013, la jefede Negociado General (dnt. 2).  
BIZKAIKO CAMPUSA  
BIZKAIA  
Samieta Auzoa, z/g  
48940 LEIOA  
T: 94-601.2037/2430

14 de junio de 2013



**GIZAKIEKIN ETA HAUEN LAGIN ETA DATUEKIN EGINDAKO IKERKETETARAKO UPV/EHUKO ETIKA BATZORDEAREN TXOSTENA**

M<sup>a</sup> Jesús Marcos Muñoz andreak, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHU) GIEBeko idazkari gisa,

**HAU ZIURTATZEN DU:**

Gizakiekin egindako Ikerketarako Etika Batzorde honek (GIEB) 2008ko ekainaren 3ko EHAAn ezarritako baldintzak betetzen ditu, eta ikertzaile honen proposamena aztertu du: **Juan Mielgo Ayuso**, GIEB/202R/2012/MIELGO AYUSO, doktorego tesi hau egiteko: *"Análisis Nutricional y su relación con el estrés psico-físico y el daño muscular en jugadores de voleibol profesional a lo largo de una temporada"*, Jesús Seco Calvo doktoreak zuzenduta.

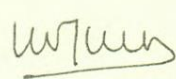
Kontuan hartu dira honako alderdi hauek:

Ikerketa proiektua aldez aurretik aztertu zuen Leóngo Unibertsitateko Etika Batzordeko Komisio Exekutiboak, eta ALDEKO irizpena eman zuen 2013ko martxoaren 25eko bileran.

GIEBak, osakerari zein Lan Prozedura Arautuari dagokienez, UPV/EHUren 2008ko otsailaren 28ko Ebazpena eta Jardunbide Egokien Arauak betetzen ditu.

GIEBak, 2013ko maiatzaren 16ko bileran, **ALDEKO BERRESPEN TXOSTENA** egin zuen (41/2013 aktan jasoa), etika batzordeetan egiten diren lanen arrazoizkotasun, konfiantza eta errespetu balioetan oinarrituta.

Hau sinatzen dut, Leioan, 2013ko ekainaren 11an

  
Sin.: M<sup>a</sup> Jesús Marcos Muñoz  
UPV/EHUKO GIEBeko idazkaria



\* UPV/EHUKO ikerketa eta irakaskuntza jarduerak zehatz batzuen eta ikerketarako eta irakaskuntzarako Etika Batzordearen (CEID/GIEB) Ondorio Metodologiko, Etiko eta Juridikoen Ebaluazio eta Segimendua egiteko Araudia

susi.marcos@ehu.es/ceid@ehu.es  
[www.ehu.es/CEID](http://www.ehu.es/CEID)



BIZKAIAKO CAMPUSA  
CAMPUS DE BIZKAIA  
Sarriena Auzoa, 2/g  
48940 LEIOA  
T. 94-601.2037/2430



## **Anexo 5: Carta de presentación.**

Haro, Octubre de 2011

Estimada compañera del Haro Rioja Vóley:

El deporte de alta competición exige, cada vez más, que los métodos de entrenamiento y preparación de los deportistas cuyo objetivo es la consecución del éxito al más alto nivel, evolucionen teniendo en cuenta las características físicas, técnicas y psicológicas de los deportistas que deben ser entrenados, así como su opinión respecto a cuestiones relacionadas con su participación en pruebas, partidos y competiciones. Esta es la tendencia que desde hace años se ha seguido en los países cuyos deportistas, hoy en día, suelen acaparar el mayor número de medallas y primeros puestos a nivel mundial siendo nuestra intención recoger un amplio número que nos permitan hacer lo mismo en España. Por este motivo nos dirigimos a ti ya que consideramos que, como deportista de competición que eres, tus respuestas serán para nosotros de una gran ayuda.

En concreto, se trata de conocer ciertas características nutricionales, antropométricas y personales, así como las opiniones de los deportistas españoles en relación con su participación en las competiciones deportivas. Con este fin, le agradeceríamos que contestase a las preguntas que le adjuntamos.

No existen respuestas mejores o peores. Cada deportista es diferente, razón por la cual le pedimos que conteste con la máxima sinceridad.

El cuestionario es estrictamente confidencial.

Esperamos contar con su valiosa y amable colaboración.

Muchas gracias.



## Anexo 7: Datos Deportivos.

- Puesto de juego en la que sueles competir: \_\_\_\_\_
- Máxima categoría en la que has competido: \_\_\_\_\_
- Número de años durante los que has permanecido en la máxima categoría: \_\_\_\_\_
- Número de años, en la que de forma continuada vienes practicando su deporte: \_\_\_\_\_
- ¿Cuáles han sido los mayores logros conseguidos, tanto de forma individual como colectiva?

ACONTECIMIENTO Y ÉXITO (puesto, marca, ...)	AÑO

## Anexo 8: Antecedentes familiares.

Por favor, mencione cualquier antecedente de las siguientes afecciones ocurridas en su familia directa (padres, abuelos, tíos, hermanos):

- Sobrepeso - obesidad  No  Sí
- Hipertensión arterial  No  Sí
- Dislipemia (hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia)  No  Sí
- Diabetes/Intolerancia a la glucosa  No  Sí
- Afecciones cardiovasculares (angina de pecho, infarto, arritmia)  
 No  Sí

## Anexo 9: Antecedentes personales.

¿Es usted alérgico/a algún medicamento?

No       Sí      Especificar:

¿Toma algún medicamento, incluyendo píldora anticonceptiva, isoflavonas de soja y suplementos dietético y vitamínico-minerales?

No       Sí      Especificar:

¿Se ha sometido a alguna intervención quirúrgica (incluyendo cirugía plástica)?

No       Sí      Especificar:

¿Ha padecido o padece alguna de las siguientes afecciones?

- Hipertensión arterial  No       Sí
- Dislipemia (hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia)  No       Sí
- Afecciones cardiovasculares (angina de pecho, infarto, arritmia...)  
 No       Sí
- Estreñimiento habitual  No       Sí
- Enfermedades hepáticas (hepatitis, litiasis biliar...)  No       Sí
- Enfermedades del aparato digestivo (gastritis, úlcera, hernia de hiato...)  
 No       Sí
- Enfermedades broncopulmonares (asma, bronquitis crónica...)  No  
 Sí
- Diabetes  No       Sí
- Afecciones osteoarticulares (osteoporosis, artritis, artrosis...)  
 No       Sí
- Afecciones cutáneas (atopia, eccema, psoriasis...)  No       Sí
- Cáncer o leucemia  No       Sí
- Trastornos del sueño (insomnio...)  No       Sí
- Depresión o ansiedad  No       Sí
- Otros (especificar)  No       Sí
- Su menstruación es:  Ciclos regulares       Ciclos irregulares  
 Menopausia
- Número de embarazos:      Número de partos

¿Fuma usted?  No he fumado nunca       Ex fumador/a       Fumador

## Anexo 10: Historia ponderal.

Durante su infancia, usted considera que presentaba:

Delgadez       Peso normal       Sobrepeso  Obesidad

Durante su adolescencia, usted considera que presentaba:

Delgadez       Peso normal       Sobrepeso  Obesidad

Durante su vida adulta, usted ha presentado:

Peso estable       Peso inestable (yo-yo)

Si su peso es estable, usted considera que presenta:

Delgadez       Peso normal       Sobrepeso  Obesidad

Si su peso es estable, ¿cuál es su peso habitual?

¿Cuál ha sido su peso máximo durante su vida adulta?      Kg  
    ¿cuándo?      Años

¿Cuál ha sido su peso mínimo durante su vida adulta?      Kg  
    ¿cuándo?      Años

¿Ha hecho tratamientos previamente para disminuir peso?       No       Sí

En caso de respuesta afirmativa a la pregunta anterior, especifique (tipo/fecha):

1.      2.

¿Está tomando algún tipo de complemento dietético para adelgazar?       No       Sí

¿Está llevando algún tratamiento homeopático o pautado por un naturópata?  
 No       Sí

## **Anexo 11: Datos dietéticos.**

• Número de comidas que acostumbra a realizar, ¿Cuáles?

---

• Lugar y entorno social de las comidas (dónde y con quién)

---

• Horarios

---

• Hábito de picar alimentos entre comidas

---

• Responsable de preparar las comidas

---

• Responsable de la compra de los alimentos

---

• Preferencias alimentarias

---

• Aversiones alimentarias

---

• Sensación de apetito

---

• Momento del día de mayor sensación de apetito

---

• ¿Come muy rápido, sin masticar mucho o de forma compulsiva?

---

• Seguimiento anterior de tratamientos dietéticos

---

• ¿Cuántas veces y qué tipo de tratamientos?

---

• Tipos de cocción utilizados con mayor frecuencia

---

## **Anexo 12: Instrucciones para el registro semanal de comidas.**

### **Instrucciones de relleno:**

En el presente cuestionario se deben anotar todos los alimentos, bebidas, suplementos, dietéticos y preparados consumidos durante el plazo de **siete días**. Para cada día dispones de una hoja. En caso de faltar espacio puedes seguir por detrás de la hoja.

Es muy importante no cambiar el régimen habitual de comidas.

Para evitar que se olvide algún alimento, conviene **anotar todo inmediatamente después de comer**. No olvide indicar todos los ingredientes de cada receta.

Se deben registrar todos los alimentos, bebidas y preparados, sin olvidar aquellos que hayan sido tomados entre horas: cafés, cervezas, aperitivos, comprimidos, soluciones, golosinas, etc. No olvide los vasos de agua o de otras bebidas tomados en la comida o entre comidas.

Detalle todos los ingredientes de cada una de las comidas del día, aportando el máximo número de datos que sea posible. Lo ideal es poder pesar todo lo que coma, pero si esto es imposible, especifique la cantidad en medidas caseras: vasos, tazas, cucharadas,... por ejemplo:

- Indique, en caso de tenerla, la marca comercial.
- Especifique si el alimento es **normal, bajo en calorías o enriquecido**. Por ejemplo si la leche es entera, desnatada o semidesnatada o el yogurt entero, desnatado o enriquecido.
- **Tipo de queso:** en porciones, manchego, roquefort,...
- **Mantequilla o margarina.**
- **Bebidas:** las cantidades se pueden expresar en vasos, tazas, copas... de no disponer de medidas de volumen.
- **Sopas, caldos o purés:** emplee tazas o platos (grande, mediano o pequeño).
- **Carnes, pescados, verduras, hortalizas y frutas:** estime la cantidad consumida teniendo en cuenta la cantidad comprada y el número de piezas o porciones que



entraron en la compra. De no tener estos datos indique número y tamaño de las porciones consumidas.

- **Legumbres:** considere el tamaño del envase del que se partía y divídalo entre el número de raciones resultantes en el caso de que fueran todas iguales. O bien señale el tamaño aproximado de la ración indicando número de cucharadas servidas, cazos, tamaño del plato...

- **Indicar el tipo de aceite** (oliva, girasol,...). indique el número y tipo de cucharadas (soperas, postre o café) añadidas a los guisos.

- **Salsas o azúcar:** apunte el número de cucharadas, su tamaño y si son rasas o colmadas. Especifique sí se tomaron o se dejaron en el plato.

- **Pan:** Indique tipo (blanco, integral, molde), número de rebanadas o trozos y tamaño aproximado de las porciones.

- **Embutidos:** anote el número de lonchas y su grosor.

- En el caso de preparados, suplementos o dietéticos indique el número de comprimidos, sobres, cucharadas y la marca.

Cualquier duda o aclaración que quiera hacer constar al ir rellenando el cuestionario, puede anotarla en la parte posterior de las hojas del mismo.

### Anexo 13: Auto-registro dietético diario.

DIA	Hora	Descripción de alimentos o preparaciones	Cantidad	Unidad de medida	Peso en gramos de la unidad de medida*
DESAYUNO					
ALMUERZO					
COMIDA					
MERIENDA					
CENA					
ENTRE HORAS					

Cantidad: Pesar o emplear medidas comunes (taza, rebanada, plato hondo,...).

Descripción del alimento: pan normal o integral, verdura fresca, congelada o enlatada, carne magra o grasa, tipo de queso, fruta con o sin piel.

## Anexo 14: Cuestionario de salud general De Goldberg (GHQ28).

Recuerde que sólo debe responder sobre los problemas recientes, no sobre los que tuvo en el pasado. Es importante intente contestar TODAS las preguntas. Muchas gracias.

EN LAS ÚLTIMAS SEMANAS:

A	B
A.1. ¿Se ha sentido perfectamente bien de salud y en plena forma?	B.1. ¿Sus preocupaciones le han hecho perder mucho sueño?
<input type="checkbox"/> Mejor que lo habitual	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> Igual que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Peor que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho peor que lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.
A.2. ¿Ha tenido la sensación de que necesitaba reconstituyente?	B.2. ¿Ha tenido dificultades para seguir durmiendo de un tirón toda la noche?
<input type="checkbox"/> No, en absoluto	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> No más que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.
A.3. ¿Se ha sentido agotado y sin fuerzas para nada?	B.3. ¿Se ha notado constantemente agobiado y en tensión?
<input type="checkbox"/> No, en absoluto	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> No más que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.
A.4. ¿Ha tenido sensación de que estaba enfermo?	B.4. ¿Se ha sentido con los nervios a flor de piel y malhumorado?
<input type="checkbox"/> No, en absoluto	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> No más que lo habitual	<input type="checkbox"/> No mas que lo habitual
<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.
A.5. ¿Ha padecido dolores de cabeza?	B.5. ¿Se ha asustado o ha tenido pánico sin motivo?
<input type="checkbox"/> No, en absoluto	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> No más que lo habitual	<input type="checkbox"/> No mas que lo habitual
<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.
A.6. ¿Ha tenido sensación de opresión en la cabeza, o de que la cabeza le va a estallar?	B.6. ¿Ha tenido sensación de que todo se le viene encima?
<input type="checkbox"/> No, en absoluto	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> No más que lo habitual	<input type="checkbox"/> No mas que lo habitual
<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.
A.7. ¿Ha tenido oleadas de calor o escalofríos?	B.7. ¿Se ha notado nervioso y "a punto de explotar" constantemente?
<input type="checkbox"/> No, en absoluto	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> No más que lo habitual	<input type="checkbox"/> No mas que lo habitual
<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual.

C	D
C.1. Se las ha arreglado para mantenerse ocupado y activo?	D.1. ¿Ha pensado que usted es una persona que no vale para nada?
<input type="checkbox"/> Más activo que lo habitual	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> Igual que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Bastante menos que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho menos que lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual
C.2. ¿Le cuesta más tiempo hacer las cosas?	D.2. ¿Ha estado viviendo la vida totalmente sin esperanza?
<input type="checkbox"/> Menos tiempo que lo habitual	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> Igual que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Más tiempo que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho más tiempo que lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual
C.3. ¿Ha tenido la impresión, en conjunto, de que está haciendo las cosas bien?	D.3. ¿Ha tenido el sentimiento de que la vida no merece la pena vivirse?
<input type="checkbox"/> Mejor que lo habitual	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> Igual que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Peor que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho peor que lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual
C.4. ¿Se ha sentido satisfecho con su manera de hacer las cosas?	D.4. ¿Ha pensado en la posibilidad de "quitarse de en medio"?
<input type="checkbox"/> Más satisfecho que lo habitual	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> Igual que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Menos satisfecho que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho menos satisfecho que lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual
C.5. ¿Ha sentido que está desempeñando un papel útil en la vida?	D.5. ¿Ha notado que a veces no puede hacer nada porque tiene los nervios desquiciados?
<input type="checkbox"/> Más útil de lo habitual	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> Igual de útil que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Menos útil de lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho menos útil de lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual
C.6. ¿Se ha sentido capaz de tomar decisiones?	D.6. ¿Ha notado que desea estar muerto y lejos de todo?
<input type="checkbox"/> Más que lo habitual	<input type="checkbox"/> No, en absoluto
<input type="checkbox"/> Igual que lo habitual	<input type="checkbox"/> No más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Menos que lo habitual	<input type="checkbox"/> Bastante más que lo habitual
<input type="checkbox"/> Mucho menos que lo habitual	<input type="checkbox"/> Mucho más que lo habitual
C.7. ¿Ha sido capaz de disfrutar de sus actividades normales de cada día?	D.7. ¿Ha notado que la idea de quitarse la vida le viene repentinamente a la cabeza?
<input type="checkbox"/> Más que lo habitual	<input type="checkbox"/> Claramente, no
<input type="checkbox"/> Igual que lo habitual	<input type="checkbox"/> Me parece que no
<input type="checkbox"/> Menos que lo habitual	<input type="checkbox"/> Se me ha cruzado por la mente
<input type="checkbox"/> Mucho menos que lo habitual	<input type="checkbox"/> Claramente, lo he pensado

**Anexo 15: Cuestionario SCAT (Sport Competition Anxiety Test).**

ITEMS	CASI NUNCA	ALGUNAS VECES	A MENUDO
1. Competir contra otros es divertido.			
2. Antes de competir me siento agitado.			
3. Antes de competir me preocupo por no rendir bien.			
4. Soy buen deportista cuando compito.			
5. Cuando compito me preocupo por cometer errores.			
6. Antes de competir estoy calmado.			
7. Establecer un objetivo es importante cuando se compite.			
8. Antes de competir tengo una sensación rara en el estómago.			
9. Justo antes de competir noto que mi corazón late más deprisa que de costumbre.			
10. Me gusta competir en actividades que exigen mucha energía física.			
11. Antes de competir me siento relajado.			
12. Antes de competir me siento nervioso.			
13. Los deportes de equipo son más excitantes que los deportes individuales.			
14. Me pongo nervioso queriendo que empiece la competición (el partido, la prueba, etc.).			
15. Antes de competir generalmente me encuentro tenso.			

## Anexo16: Cuestionario STAI (State Trait Anxiety Inventory)

ITEMS	NADA	ALGO	BASTANTE	MUCHO
1. Me siento calmado				
2. Me siento seguro.				
3. Estoy tenso.				
4. Estoy contrariado.				
5. Me siento cómodo (estoy a gusto).				
6. Me siento alterado.				
7. Estoy preocupado ahora por posibles desgracias futuras.				
8. Me siento descansado.				
9. Me siento angustiado.				
10. Me siento confortable.				
11. Tengo confianza en mí mismo.				
12. Me siento nervioso.				
13. Estoy desasosegado.				
14. Me siento muy "atado" (como oprimido).				
15. Estoy relajado.				
16. Me siento satisfecho.				
17. Estoy preocupado.				
18. Me siento aturdido y sobreexcitado.				
19. Me siento alegre.				
20. En este momento me siento bien.				

## Anexo 17: Cuestionario CSAI-2 (Competitive State Anxiety Inventory - 2)

**Instrucciones:** A continuación se presentan una serie de frases que los deportistas han usado para describir sus sensaciones antes de competir. Por favor, lee cada una de estas frases y señala con un círculo el número que corresponda a cómo te sientes **justo en este momento**. No hay respuestas correctas o incorrectas. No dediques demasiado tiempo a responder, pero, por favor, elige la respuesta que mejor indique cómo te encuentras **en este preciso momento**.

ITEMS	NADA	UN POCO	MODERADAMENTE	MUCHO
1. Estoy preocupado por esta competición.				
2. Me siento nervioso.				
3. Me siento inquieto.				
4. Tengo dudas.				
5. Estoy "muerto de miedo".				
6. Me encuentro bien.				
7. Me preocupa no hacerlo en esta competición tan bien como podría.				
8. Mi cuerpo se encuentra tenso.				
9. Tengo confianza.				
10. Me preocupa perder.				
11. Me encuentro con el estómago tenso.				
12. Me siento seguro.				
13. Me preocupa atascarme o agarrotarme por culpa de la presión.				

14. Mi cuerpo se encuentra relajado.				
15. Confío en responder bien ante este reto.				
16. Me preocupa rendir mal.				
17. Mi corazón está acelerado.				
18. Confío rendir bien.				
19. Me preocupa conseguir mi objetivo en esta competición.				
20. Siento mi estómago agarrotado.				
21. Me encuentro mentalmente relajado.				
22. Me preocupa que otras personas se sientan defraudadas con mi rendimiento.				
23. Mis manos están pegajosas.				
24. Estoy confiado porque imagino mentalmente cómo consigo mi objetivo.				
25. Me preocupa no ser capaz de concentrarme.				
26. Mi cuerpo está tenso.				
27. Confío en rendir bien a pesar de la presión.				



## Anexo 18: Cuestionario de Oviedo del sueño (COS).

Durante el último mes

1. ¿Cómo de satisfecho ha estado con su sueño?

1	Muy insatisfecho
2	Bastante insatisfecho
3	Insatisfecho
4	Término medio
5	Satisfecho
6	Bastante satisfecho
7	Muy satisfecho

2. ¿Cuántos días a la semana ha tenido dificultades para .....

		Ninguno	1-2 días	3 días	4-5 días	6-7 días
2.1	Conciliar el sueño	1	2	3	4	5
2.2	Permanecer dormido	1	2	3	4	5
2.3	Lograr un sueño reparador	1	2	3	4	5
2.4	Despertar a la hora habitual	1	2	3	4	5
2.5	Excesiva somnolencia	1	2	3	4	5

3. ¿Cuánto tiempo ha tardado en dormirse, una vez que lo intentaba?

1	0-15 minutos
2	16-30 minutos
3	31-45 minutos
4	46-60 minutos
5	más de 60 minutos

4. ¿Cuántas veces se ha despertado por la noche?

1	Ninguna vez
2	1 vez
3	2 veces
4	3 veces
5	más de 3 veces

Si normalmente se despertó Vd. piensa que se debe a..... (Información clínica)

- a) Dolor
- b) Necesidad de orinar
- c) Ruido
- d) Otros. Especificar

5. ¿Ha notado que se despertaba antes de lo habitual? En caso afirmativo ¿Cuánto tiempo antes?

1	Se ha despertado como siempre
2	Media hora antes
3	1 hora antes
4	Entre 1 y 2 horas antes
5	Más de 2 horas antes

6. Eficiencia del sueño (horas dormidas/horas en cama) Por término medio, ¿Cuántas horas ha dormido cada noche? \_\_\_\_\_ ¿Cuántas horas ha permanecido habitualmente en la cama? \_\_\_\_\_

1	91-100%
2	81-90%
3	71-80%
4	61-70%
5	60% o menos

7. Cuántos días a la semana ha estado preocupado/a o ha notado cansancio o disminución en su funcionamiento sociolaboral por no haber dormido bien la noche anterior?

1	Ningún día
2	1-2 días/semana
3	3 días/semana
4	4-5 días/semana
5	6-7 día/semana

8. ¿Cuántos días a la semana se ha sentido demasiado somnoliento, llegando a dormirse durante el día o durmiendo más de lo habitual por la noche?

1	Ningún día
2	1-2 días/semana
3	3 días/semana
4	4-5 días/semana
5	6-7 día/semana

9. Si se ha sentido con demasiado sueño durante el día o ha tenido períodos de sueño diurno ¿Cuántos días a la semana ha estado preocupado o ha notado disminución en su funcionamiento socio-laboral por ese motivo?

1	Ningún día
2	1-2 días/semana
3	3 días/semana
4	4-5 días/semana
5	6-7 día/semana

10. ¿Cuántos días a la semana ha tenido (o le han dicho que ha tenido) .....?  
(Información clínica)

		Ninguno	1-2 días	3 días	4-5 días	6-7 días
a)	Ronquidos	1	2	3	4	5
b)	Ronquidos con ahogo	1	2	3	4	5
c)	Movimientos de las piernas	1	2	3	4	5
d)	Pesadillas	1	2	3	4	5
e)	Otros	1	2	3	4	5

11. ¿Cuántos días a la semana ha tomado fármacos o utilizado cualquier otro remedio (infusiones, aparatos, etc.), prescrito o no, para ayudarse a dormir?  
(Información clínica)

a	Ningún día
b	1-2 días/semana
c	3 días/semana
d	4-5 días/semana
e	6-7 día/semana

Si ha utilizado alguna ayuda para dormir (pastillas, hierbas, aparatos, etc.), describir

## Anexo 19: Cuestionario Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD).

### \* INSTRUCCIONES:

Conteste, por favor, a cada una de las siguientes cuestiones, indicando *en qué medida se encuentra de acuerdo* con ellas.

Como podrá observar existen seis opciones de respuesta, representadas cada una de ellas por un círculo. Elija la que desee, según se encuentre más o menos de acuerdo, marcando con una cruz el círculo correspondiente. En el caso de que no entienda lo que quiere decir exactamente alguna de las preguntas, marque con una cruz el círculo de la última columna.

### \* PREGUNTAS:

TOTALMENTE EN DESACUERDO      TOTALMENTE DE ACUERDO      NO ENTIENDO

1. Me encuentro muy nervioso(a) antes de una competición (o un partido) importante.	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
---	--	--	-----------------------

Esta respuesta significaría que no se está de acuerdo con el enunciado, aunque no totalmente en desacuerdo.

2. Me motivan más las competiciones (o los partidos) que los entrenamientos.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
--	--	--	-----------------------

Esta respuesta significaría que uno se encuentra a mitad de camino entre "totalmente en desacuerdo" y "totalmente de acuerdo" con el enunciado.

3. Suelo reponer electrolitos al finalizar una competición (o un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input checked="" type="radio"/>
--	---	--	----------------------------------

Esta respuesta significaría que no se entiende lo que quiere decir exactamente el enunciado.

\* PREGUNTAS:

	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	NO ENTIENDO
1. Suelo tener problemas concentrándome mientras compito.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Mientras duermo, suelo "darle muchas vueltas" a la competición (o el partido) en la que voy a participar.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Tengo una gran confianza en mi técnica.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Algunas veces no me encuentro motivado(a) por entrenar.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Me llevo muy bien con otros miembros del equipo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Rara vez me encuentro tan tenso(a) como para que mi tensión interfiera negativamente en mi rendimiento.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. A menudo ensayo mentalmente lo que debo hacer justo antes de comenzar mi participación en una competición (o de empezar a jugar en un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. En la mayoría de las competiciones (o partidos) confío en que lo haré bien.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Cuando lo hago mal, suelo perder la concentración.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. No se necesita mucho para que se debilite mi confianza en mí mismo(a).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Me importa más mi propio rendimiento que el rendimiento del equipo (más lo que tengo que hacer yo que lo que tiene que hacer el equipo).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* PREGUNTAS:

	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	NO ENTIENDO
12. A menudo estoy "muerto(a) de miedo" en los momentos anteriores al comienzo de mi participación en una competición (o en un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Cuando cometo un error me cuesta olvidarlo para concentrarme rápidamente en lo que tengo que hacer.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Cualquier pequeña lesión o un mal entrenamiento puede debilitar mi confianza en mí mismo(a).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Establezco metas (u objetivos) que debo alcanzar y normalmente las consigo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16. Algunas veces siento una intensa ansiedad mientras estoy participando en una prueba (o jugando un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17. Durante mi actuación en una competición (o en un partido) mi atención parece fluctuar una y otra vez entre lo que tengo que hacer y otras cosas.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. Me gusta trabajar con mis compañeros de equipo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Tengo frecuentes dudas respecto a mis posibilidades de hacerlo bien en una competición (o en un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20. Gasto mucha energía intentando estar tranquilo(a) antes de que comience una competición (o un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21. Cuando comienzo haciéndolo mal, mi confianza baja rápidamente.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Pienso que el espíritu de equipo es muy importante.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* PREGUNTAS:

	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	NO ENTIENDO
23. Cuando practico mentalmente lo que tengo que hacer, me "veo" haciéndolo como si estuviera viéndome desde mi persona en un monitor de televisión.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24. Generalmente, puedo seguir participando (jugando) con confianza, aunque se trate de una de mis peores actuaciones.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25. Cuando me preparo para participar en una prueba (o para jugar un partido), intento imaginarme, desde mi propia perspectiva, lo que veré, haré o notaré cuando la situación sea real.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26. Mi confianza en mí mismo(a) es muy inestable.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27. Cuando mi equipo pierde me encuentro mal con independencia de mi rendimiento individual.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28. Cuando cometo un error en una competición (o en un partido) me pongo muy ansioso.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29. En este momento, lo más importante en mi vida es hacerlo bien en mi deporte.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30. Soy eficaz controlando mi tensión.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31. Mi deporte es toda mi vida.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32. Tengo fe en mí mismo(a).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33. Suelo encontrarme motivado(a) por superarme día a día.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* PREGUNTAS:

	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	NO ENTIENDO
34. A menudo pierdo la concentración durante la competición (o durante los partidos) como consecuencia de las decisiones de los árbitros o jueces que considero desacertadas y van en contra mía o de mi equipo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
35. Cuando cometo un error durante una competición (o durante un partido) suele preocuparme lo que piensen otras personas como el entrenador, los compañeros de equipo o alguien que esté entre los espectadores.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
36. El día anterior a una competición (o un partido) me encuentro habitualmente demasiado nervioso(a) o preocupado(a).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
37. Suelo marcarme objetivos cuya consecución depende de mí al 100% en lugar de objetivos que no dependen sólo de mí.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
38. Creo que la aportación específica de todos los miembros de un equipo es sumamente importante para la obtención del éxito del equipo.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
39. No merece la pena dedicar tanto tiempo y esfuerzo como yo le dedico al deporte.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
40. En las competiciones (o en los partidos) suelo animarme con palabras, pensamientos o imágenes.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
41. A menudo pierdo la concentración durante una competición (o un partido) por preocuparme o ponerme a pensar en el resultado final.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>



\* PREGUNTAS:

	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	NO ENTIENDO
42. Suelo aceptar bien las críticas e intento aprender de ellas.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
43. Me concentro con facilidad en aquello que es lo más importante en cada momento de una competición (o de un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
44. Me cuesta aceptar que se destaque más la labor de otros miembros del equipo que la mía.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
45. Cuando finaliza una competición (o un partido) analizo mi rendimiento de forma objetiva y específica (es decir, considerando hechos reales y cada apartado de la competición o el partido por separado).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
46. A menudo pierdo la concentración en la competición (o el partido) a consecuencia de la actuación o los comentarios poco deportivos de los adversarios.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
47. Me preocupan mucho las decisiones que respecto a mí pueda tomar el entrenador durante una competición (o un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
48. No ensayo mentalmente, como parte de mi plan de entrenamiento, situaciones que debo corregir o mejorar.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
49. Durante los entrenamientos suelo estar muy concentrado(a) en lo que tengo que hacer.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>
50. Suelo establecer objetivos prioritarios antes de cada sesión de entrenamiento y de cada competición (o partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>		<input type="radio"/>

\* PREGUNTAS:

	TOTALMENTE EN DESACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO	NO ENTIENDO
51. Mi confianza en la competición (o en el partido) depende en gran medida de los éxitos o fracasos en las competiciones (o partidos) anteriores.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
52. Mi motivación depende en gran medida del reconocimiento que obtengo de los demás.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
53. Las instrucciones, comentarios y gestos del entrenador suelen interferir negativamente en mi concentración durante la competición (o el partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
54. Suelo confiar en mí mismo(a) aun en los momentos más difíciles de una competición (o de un partido).	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
55. Estoy dispuesto(a) a cualquier esfuerzo por ser cada vez mejor.	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



POR FAVOR, COMPRUEBE SI HA CONTESTADO A TODAS LAS PREGUNTAS ANTERIORES CON UNA SOLA RESPUESTA.

## Anexo 20: Cuestionario de frecuencias de consumo de alimentos.

I - LACTEOS	Para cada alimento, marque el recuadro que indica la frecuencia de consumo <b>por término medio</b> durante los <b>2 últimos meses</b> .								
	CONSUMO MEDIO DURANTE LOS 2 ULTIMOS MESES								
		AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
	NUNCA O CASI NUNCA	1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
1. Leche entera (1 taza, 200 cc)									
2. Leche semidesnatada (1 taza, 200 cc)									
3. Leche descremada (1 taza, 200 cc)									
4. Leche condensada (1 cucharada)									
5. Nata o crema de leche (1/2 taza)									
6. Batidos de leche (1 vaso, 200 cc)									
7. Yogurt entero (1, 125 gr)									
8. Yogurt descremado (1, 125 gr)									
9. Petit suisse (1, 55 g)									
10. Requesón o cuajada (1/2 taza)									
11. Queso en porciones o cremoso (1, porción 25 g)									
12. Otros quesos: curados, semicurados (Manchego, Bola, Emmental...) (50 gr)									
13. Queso blanco o fresco (Burgos, cabra...) (50 gr)									
14. Natillas, flan, puding (1, 130 cc)									
15. Helados (1 cucurucho)									

		AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
<b>II- HUEVOS, CARNES, PESCADOS</b> <b>(Un plato o ración de 100-150 gr,</b> <b>excepto cuando se indique otra cosa)</b>	<b>NUNCA</b> <b>O CASI</b> <b>NUNCA</b>	1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
16. Huevos de gallina (uno)									
17. Pollo o pavo <b>con</b> piel (1 ración o pieza)									
18. Pollo o pavo <b>sin</b> piel (1 ración o pieza)									
19. Carne de ternera o vaca (1 ración)									
20. Carne de cerdo (1 ración)									
21. Carne de cordero (1 ración)									
22. Conejo o liebre (1 ración)									
23. Hígado (ternera, cerdo, pollo) (1 ración)									
24. Otras vísceras (sesos, riñones, mollejas) (1 ración)									
25. Jamón serrano o paletilla (1 loncha, 30 g)									
26. Jamón York, jamón cocido (1 loncha, 30 g)									
27. Carnes procesadas (salchichón, chorizo, morcilla, mortadela, salchichas, butifarra, sobrasada, 50 g)									
28. Patés, foie-gras (25 g)									
29. Hamburguesa (una, 50 g), albóndigas (3 unidades)									
30. Tocino, bacon, panceta (50 g)									
31. Pescado blanco: mero, lenguado, besugo, merluza, pescadilla,... (1 plato, pieza o ración)									
32. Pescado azul: sardinas, atún, bonito, caballa, salmón, (1 plato, pieza o ración 130 g)									
33. Pescados salados: bacalao, mejillones,... (1 ración, 60 g en seco)									
34. Ostras, almejas, mejillones y similares (6 unidades)									
35. Calamares, pulpo, chipirones, jibia (sepia) (1 ración, 200 g)									
36. Crustáceos: gambas, langostinos, cigalas, etc. (4-5 piezas, 200 g)									
37. Pescados y mariscos enlatados al natural (sardinas, anchoas, bonito, atún) (1 lata pequeña o media lata normal, 50 g)									
38. Pescados y mariscos en aceite (sardinas, anchoas, bonito, atún) (1 lata pequeña o media lata normal, 50 g)									

		AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
<b>III - VERDURAS Y HORTALIZAS</b> (Un plato o ración de 200 g ,excepto cuando se indique)	<b>NUNCA O CASI NUNCA</b>	1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
39. Acelgas, espinacas									
40. Col, coliflor, brócoles									
41. Lechuga, endivias, escarola (100 g)									
42. Tomate crudo (1, 150 g)									
43. Zanahoria, calabaza (100 g)									
44. Judías verdes									
45. Berenjenas, calabacines, pepinos									
46. Pimientos (150 g)									
47. Espárragos									
48. Gazpacho andaluz (1 vaso, 200 g)									
49. Otras verduras (alcachofa, puerro, cardo, apio)									
50. Cebolla (media unidad, 50 g)									
51. Ajo (1 diente)									
52. Perejil, tomillo, laurel, orégano, etc. (una pizza)									
53. Patatas fritas comerciales (1 bolsa, 50 g)									
54. Patatas fritas caseras (1 ración, 150 g)									
55. Patatas asadas o cocidas									
56. Setas, niscalos, champiñones									

		AL	A LA SEMANA			AL DIA						
		MES	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+			
<b>IV - FRUTAS</b> <b>(una pieza o ración)</b>	<b>NUNCA</b> <b>O CASI</b> <b>NUNCA</b>	1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+			
57. Naranja (una), pomelo (uno), mandarinas (dos)												
58. Plátano (uno)												
59. Manzana o pera (una)												
60. Fresas/fresones (6 unidades, 1 plato postre)												
61. Cerezas, picotas, ciruelas (1 plato de postre)												
62. Melocotón, albaricoque, nectarina (una)												
63. Sandía (1 tajada, 200-250 g)												
64. Melón (1 tajada, 200-250 g)												
65. Kiwi (1 unidad, 100 g)												
66. Uvas (un racimo, 1 plato postre)												
67. Aceitunas (10 unidades)												
68. Frutas en almíbar o en su jugo (2 unidades)												
69. Dátiles, higos secos, uvas-pasas, ciruelas-pasas (150 g)												
70. Almendras, cacahuetes, avellanas, pistachos, piñones (30 g)												
71. Nueces (30 g)												
72. ¿Cuántos días a la semana tomas fruta como postre?						1	2	3	4	5	6	7

		AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
<b>V- LEGUMBRES Y CEREALES</b> (1 Plato o ración 150 g)	<b>NUNCA O CASI NUNCA</b>	1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
73. Lentejas (1 plato, 150 g cocidas)									
74. Alubias (pintas, blancas o negras) (1 plato, 150 g cocidas)									
75. Garbanzos (1 plato, 150 g cocidos)									
76. Guisantes, habas (1 plato, 150 g cocidos)									
77. Pan blanco, pan de molde (3 rodajas, 75 g)									
78. Pan negro o integral (3 rodajas, 75 g)									
79. Cereales desayuno (30 g)									
80. Cereales integrales: muesli, copos avena, all-bran (30 g)									
81. Arroz blanco (60 g en crudo)									
82. Pasta: fideos, macarrones, espaguetis, otras (60 g en crudo)									
83. Pizza (1 ración, 200 g)									

		AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
<b>VI- ACEITES Y GRASAS</b> Una cucharada sopera o porción individual Para freír, untar, mojar en el pan, para aliñar, o para ensaladas, utiliza <u>en total</u> :	<b>NUNCA O CASI NUNCA</b>	1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
84. Aceite de oliva (una cucharada sopera)									
85. Aceite de oliva extra virgen (una cucharada sopera)									
86. Aceite de oliva de orujo (una cucharada sopera)									
87. Aceite de maíz (una cucharada sopera)									
88. Aceite de girasol (una cucharada sopera)									
89. Aceite de soja (una cucharada sopera)									
90. Mezcla de los anteriores (una cucharada sopera)									
91. Margarina (porción individual, 12 g)									
92. Mantequilla (porción individual, 12 g)									
93. Manteca de cerdo (10 g)									

		AL	A LA SEMANA			AL DÍA			
		MES	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
<b>VII- BOLLERIA Y PASTELERIA</b>	<b>NUNCA O CASI NUNCA</b>	<b>1-3</b>	<b>1</b>	<b>2-4</b>	<b>5-6</b>	<b>1</b>	<b>2-3</b>	<b>4-6</b>	<b>6+</b>
94. Galletas tipo maría (4-6 unidades, 50 g)									
95. Galletas integrales o de fibra (4-6 unidades, 50 g)									
96. Galletas con chocolate (4 unidades, 50 g)									
97. Repostería y bizcochos hechos en casa (50 g)									
98. Croissant, ensaimada, pastas de té u otra bollería industrial comercial... (uno, 50 g)									
99. Donuts (uno)									
100. Magdalenas (1-2 unidades)									
101. Pasteles (uno, 50 g)									
102. Churros, porras y similares (1 ración, 100 g)									
103. Chocolates y bombones (30 g)									
104. Cacao en polvo- cacaos solubles (1 cucharada de postre)									
105. Turrón (1/8 barra, 40 g)									
106. Mantecados, mazapán (90 g)									



		AL	A LA SEMANA			AL DÍA			
		MES	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
<b>VIII- MISCELANEA</b>	<b>NUNCA O CASI NUNCA</b>	<b>1-3</b>	<b>1</b>	<b>2-4</b>	<b>5-6</b>	<b>1</b>	<b>2-3</b>	<b>4-6</b>	<b>6+</b>
107. Croquetas, buñuelos, empanadillas, precocinados (una)									
108. Sopas y cremas de sobre (1 plato)									
109. Mostaza (una cucharadita de postre)									
110. Mayonesa comercial (1 cucharada sopera = 20 g)									
111. Salsa de tomate frito, ketchup (1cucharadita)									
112. Picante: tabasco, pimienta, pimentón (una pizca)									
113. Sal (una pizca)									
114. Mermeladas (1 cucharadita)									
115. Azúcar (1 cucharadita)									
116. Miel (1 cucharadita)									
117. Snack distintos de patatas fritas: gusanitos, palomitas, maíz, etc. (1 bolsa, 50 g)									
118. Otros alimentos de frecuente consumo (especificar):									

IX- BEBIDAS	NUNCA O CASI NUNCA	AL MES	A LA SEMANA			AL DÍA			
		1-3	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
119. Bebidas carbonatadas con azúcar (1 botellín, 200 cc)									
120. Bebidas carbonatadas bajas en calorías, bebidas light (1 botellín, 200 cc)									
121. Zumo de naranja natural (1 vaso, 200 cc)									
122. Zumos naturales de otras frutas (1 vaso, 200 cc)									
123. Zumos de frutas en botella o enlatados (200 cc)									
124. Café descafeinado (1 taza, 50 cc)									
125. Café (1 taza, 50 cc)									
126. Té (1 taza, 50 cc)									
127. Mosto (100 cc)									
128. Vaso de vino rosado (100 cc)									
129. Vaso de vino moscatel (50 cc)									
130. Vaso de vino tinto joven, del año (100 cc)									
131. Vaso de vino tinto añejo (100 cc)									
132. Vaso de vino blanco (100 cc)									
133. Vaso de cava (100 cc)									
134. Cerveza (1 jarra, 330 cc)									
135. Licores, anís o anisetes ... (1 copa, 50 cc)									
136. Destilados: whisky, vodka, ginebra, coñac (1 copa, 50 cc)									
137. ¿A qué edad empezaste a beber alcohol (vino, cerveza o licores), incluyendo el que tomas con las comidas con regularidad (más de siete "bebidas" a la semana)?						0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9		
138. ¿Cuántos años has bebido alcohol con regularidad (más de siete bebidas a la semana)?						0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9		

Si durante el año pasado tomaste vitaminas y/o minerales (incluyendo calcio) o productos dietéticos especiales (salvado, aceite de onagra, leche con ácidos grasos omega-3, flavonoides, etc.), por favor indica la marca y la frecuencia con que los tomaste:

		AL	A LA SEMANA			AL DÍA			
		MES	1	2-4	5-6	1	2-3	4-6	6+
<b>Marcas de los suplementos de vitaminas o minerales o de los productos dietéticos</b>	<b>NUNCA O CASI NUNCA</b>	<b>1-3</b>	<b>1</b>	<b>2-4</b>	<b>5-6</b>	<b>1</b>	<b>2-3</b>	<b>4-6</b>	<b>6+</b>
139.									
140.									