



universidad
de león

Departamento de Educación Física y Deportiva

Efectos sobre variables antropométricas y de fuerza de dos programas de entrenamiento de contrastes a corto plazo en jugadores jóvenes de deportes colectivos

TESIS DOCTORAL

**José María Izquierdo Velasco.
León, 2011**

En primer lugar, expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una manera u otra han contribuido a la realización de esta tesis doctoral y especialmente:

A Juan Carlos Redondo Castán, por dedicarme gran parte de su tiempo semana a semana, sobretodo a lo largo de este último año. Por guiarme de forma práctica en todos los apartados del estudio, y por resolverme todas las dudas metodológicas, informáticas y estadísticas de forma eficiente siempre que se lo he requerido.

A Silvia Sedano Campo, de compañera de laboratorio a Codirectora, por sus provechosos consejos y acertadas correcciones tanto en aspectos formales como no formales del trabajo, estando siempre atenta para una posible duda o ayuda.

A Gonzalo Cuadrado Sáenz, por haberme iniciado en el mundo de la investigación, y por ser la persona que más me ha enseñado sobre entrenamiento.

A los profesores de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte que me han ayudado en el desarrollo de diferentes partes de este trabajo, especialmente a Juan García López por sus consejos con el Isocontrol y a Juan Carlos Morante por su ayuda en lo relacionado con la utilización de la plataforma en la evaluación de la fuerza explosiva.

A mis compañeros de laboratorio durante estos años, en especial a Ana, Irene y Eduardo, porque siempre que lo he necesitado me han echado una mano.

A Jejo, por dedicarle tardes enteras a ayudarme con la familiarización del Isocontrol y a obtener datos de muchos jugadores.

A mi amigo Luis Manuel Mateo, por ayudarme en los días de invierno en los que nos tocó desplazarnos para controlar y dirigir los entrenamientos, así como los test realizados por los diferentes jugadores.

A la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León y al Centro de Alto Entrenamiento y Promoción Deportiva de la Provincia de Soria, y a todo el personal de ambos, por haberme facilitado siempre los recursos que he necesitado.

De forma general, a todos los clubes que no pusieron impedimento en tratar con sus jugadores; y en particular a los cuerpos técnicos de los equipos que me apoyaron en cada entrenamiento implicándose de forma honorable en el estudio.

Y por último, mi total gratitud merecen todos los jugadores participantes que llevaron a cabo los entrenamientos sin ausentarse un solo día. Sin todos ellos, esta tesis hubiese sido irrealizable.

A todas esas personas que se han preocupado casi a diario de las evoluciones del trabajo. A mis abuelos, tías y demás familia por su apoyo constante y, sobre todo, a mis padres, por la ayuda y el cariño brindados.



ÍNDICES

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ABREVIATURAS	11
UNIDADES DE MEDIDA	13
RESUMEN	15
1- ANTECEDENTES.....	21
1.1. LA CONDICIÓN FÍSICA EN RELACIÓN A LA EDAD	24
1.2 LA FUERZA COMO FACTOR DE RENDIMIENTO DE LA CONDICIÓN FÍSICA Y SU ENTRENAMIENTO	30
1.2.1. Métodos concéntricos.....	34
1.2.2. Métodos isométricos.....	35
1.2.3. Métodos excéntricos.....	36
1.2.4. Métodos pliométricos.....	36
1.2.5. Método complejo o de contrastes.....	40
1.2.6. Métodos combinados.....	45
1.2.6. El entrenamiento integrado.....	46
1.3. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN FÚTBOL ...	48
1.3.1. Características generales del esfuerzo en el fútbol.....	48
1.3.2. La fuerza en el fútbol.....	52
1.4. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN BALONCESTO.....	62
1.4.1. Características generales del esfuerzo en el baloncesto	62
1.4.2. La fuerza en el baloncesto	64
1.5. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN BALONMANO	69
1.5.1. Características generales del esfuerzo en el balonmano.....	70
1.5.2. La fuerza en el balonmano.....	71
1.6. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN VOLEIBOL	76
1.6.1. Características generales del esfuerzo en el voleibol	77
1.6.2. La fuerza en el voleibol	79
1.7. RESUMEN COMPARADO DE FACTORES DE FUERZA MEDIANTE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTES.....	83
1.8. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CARÁCTER ANTROPOMÉTRICO ...	90
1.8.1. Factores de rendimiento de carácter antropométrico en fútbol.....	92
1.8.2. Factores de rendimiento de carácter antropométrico en baloncesto.....	96
1.8.3. Factores de rendimiento de carácter antropométrico en balonmano	98
1.8.4. Factores de rendimiento de carácter antropométrico en voleibol.....	100
2- OBJETIVOS	105
3- METODOLOGÍA	109
3.1- CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA.....	111
3.2. MATERIAL	114
3.2.1 Material empleado en la toma de datos antropométricos	114
3.2.2. Material empleado en la toma de datos de fuerza de la extremidad inferior	114
3.2.3. Material empleado en la toma de datos de fuerza de la extremidad superior	115
3.2.4. Material empleado en el entrenamiento de la fuerza.....	116
3.2.5. Material empleado en el almacenamiento y procesamiento de datos.....	116

3.3. PROCEDIMIENTO	117
3.3.1. Toma de datos antropométricos.....	119
3.3.2. Toma de datos de fuerza de la extremidad superior	121
3.3.3. Toma de datos de fuerza de la extremidad inferior	122
3.3.4. Diseño del proceso	126
3.3.5. Variables estudiadas	134
3.3.6. Tratamiento estadístico de los datos obtenidos	135
4- RESULTADOS	137
4.1. PRETEST	139
4.1.1. Resultados de la prueba de normalidad.	139
4.1.2. Resultados de las variables antropométricas.	140
4.1.3. Resultados de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva.	150
4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO EN LOS GRUPOS (GC, GE1 Y GE2).....	160
4.2.1. Distribución de la muestra por grupos de entrenamiento.	160
4.2.2. Resultados de las variables antropométricas.	161
4.2.3. Resultados obtenidos en todos los deportes.	166
4.2.4. Comparación entre deportes en función del grupo de entrenamiento.	182
5- DISCUSIÓN	197
5.1 PRETEST	199
5.1.1 Variables antropométricas.	199
5.1.2. Variables de fuerza máxima y fuerza explosiva.....	204
5.2 EFECTOS DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO.....	208
5.2.1. Efectos del entrenamiento de contrastes de fuerza en las variables antropométricas.	208
5.2.2. Efectos del entrenamiento de contrastes de fuerza en las variables de fuerza máxima.	209
5.2.3. Efectos del entrenamiento de contrastes de fuerza en las variables de fuerza explosiva.....	213
6- CONCLUSIONES	214
7- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	214
8- ANEXOS.....	214

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios.....	39
Tabla 1.2. Periodización del entrenamiento complejo (Chu, 1995).....	42
Tabla 1.3. Estudios sobre efectos agudos de programas de entrenamiento que aplican el método complejo (Modificado de Juárez y Navarro, 2007).....	44
Tabla 1.4. División de los desplazamientos efectuados en fútbol en función de la intensidad de los mismos.....	49
Tabla 1.5: Características de los desplazamientos a máxima intensidad en fútbol, (Domínguez y cols. 1997).	50
Tabla 1.7. Clasificación de las acciones de fuerza que se producen en el fútbol, (Fernández y Lago, 2000).....	52
Tabla 1.8. Cuadro resumen de trabajos efectuados sobre la fuerza máxima (kg) y la capacidad de salto (cm) en futbolistas.....	56
Tabla 1.9. Cuadro resumen de trabajos sobre la fuerza máxima (kg) y la capacidad de salto (cm) en función de la posición habitual de juego en futbolistas.....	58
Tabla 1.10. Medias para CMJ, SJ y ABK tras cada macrociclo de entrenamiento. (Nuñez, V. y cols., 2008).....	61
Tabla 1.11. Distribución del tipo de actividad de los jugadores de baloncesto (Tomado de Sánchez, 2007).....	63
Tabla 1.12. Valores de lactato (mmol) por puestos específicos durante la competición. Según Salinas y Alvero (2001).....	63
Tabla 1.13 Valores de frecuencia cardiaca media en competición en baloncesto. Según Zaragoza (1996).....	63
Tabla 1.14. Cuadro resumen de trabajos efectuados sobre la fuerza máxima (kg), la capacidad de salto (cm) y potencia de la extremidad superior (W) en jugadores de baloncesto.....	67
Tabla 1.15. Tiempos de juego (porcentual) en balonmano (Dal Monte, 1987).	70
Tabla 1.16. Porcentaje de tiempo utilizado a determinadas velocidades (Gracia Cuesta, 1992).....	70
Tabla 1.17. Cuadro resumen de trabajos efectuados sobre la fuerza máxima (kg), la capacidad de salto (cm) y potencia del ten superior (W) en jugadores de balonmano...	73
Tabla 1.18. Tiempos de juego (porcentual) en voleibol (Bertorello, 2008).....	78
Tabla 1.19. Tiempos de las pausas (porcentual) en voleibol (Bertorello, 2008).....	78
Tabla 1.20. Duración de las fases activas y pasivas en voleibol (Modificado de Gómez-Carramiñana, 2002).....	78
Tabla 1.21. Cuadro resumen de trabajos efectuados sobre la fuerza máxima (kg), la capacidad de salto (cm) y potencia del ten superior (W) en jugadores de voleibol.	80
Tabla 1.22. Cuadro resumen de trabajos efectuados con métodos de contraste en jugadores de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol (Media \pm SD).	87
Tabla 1.23. Peso y talla de futbolistas según diferentes autores.	92
Tabla 1.24. Datos de composición corporal futbolistas según diferentes autores.....	93
Tabla 1.25. Datos de somatotipo en hombres futbolistas según diferentes autores.	94
Tabla 1.26. Peso y talla de jugadores de baloncesto según diferentes autores.....	96
Tabla 1.27. Datos de composición corporal en baloncestistas según diferentes autores.	97
Tabla 1.28. Datos de somatotipo en hombres jugadores de baloncesto según diferentes autores.....	97

Tabla 1.29. Evolución de variables antropométricas en el jugador adolescente de baloncesto (Aragonés y Casajús, 1991).....	98
Tabla 1.30. Peso y talla de jugadores de balonmano según diferentes autores.	99
Tabla 1.31. Datos de % de grasa en jugadores de balonmano según diferentes autores. (Media \pm SD).	99
Tabla 1.32. Datos de somatotipo en hombres jugadores de balonmano.....	100
Tabla 1.33. Peso y talla de jugadores de voleibol según diferentes autores.....	101
Tabla 1.34. Datos de composición corporal en jugadores de voleibol según diferentes autores.....	102
Tabla 1.35. Datos de somatotipo en hombres jugadores de voleibol según diferentes autores.....	102
Tabla 3.1. Características del GC.	111
Tabla 3.2. Distribución del GC en función del deporte y posiciones habituales de juego.	112
Tabla 3.3. Características del GE1.	112
Tabla 3.4. Distribución del GE1 en función del deporte y posiciones habituales de juego.	112
Tabla 3.5. Características del GE2.	113
Tabla 3.6. Distribución del GE2 en función del deporte y posiciones habituales de juego.	113
Tabla 3.7.: Fases de la investigación	126
Tabla 3.8. Entrenamiento de la extremidad inferior durante el periodo de tratamiento.	130
Tabla 3.9. Entrenamiento de la extremidad superior durante el periodo de tratamiento.	134
Tabla 4.1. Resultados de la prueba Z de K-S en todas las variables distinguiendo por deportes.....	139
Tabla 4.2. Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas para cada deporte.....	140
Tabla 4.3. Coordenadas en la somatocarta para Fútbol, Baloncesto, Balonmano y Voleibol.	142
Tabla 4.4. Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas en fútbol en función de sus posiciones específicas de juego.	142
Tabla 4.5. Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas en baloncesto en función de sus posiciones específicas de juego.	144
Tabla 4.6. Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas en balonmano en función de sus posiciones específicas de juego.	146
Tabla 4.7: Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas en voleibol en función de sus posiciones específicas de juego.	148
Tabla 4.8. Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva para cada deporte.....	150
Tabla 4.9. Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por demarcaciones para el fútbol.	153
Tabla 4.10: Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por demarcaciones para el baloncesto.....	154
Tabla 4.11: Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por demarcaciones para el balonmano.	156
Tabla 4.12: Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por demarcaciones para el voleibol.....	158

Tabla 4.13. Resultados de la prueba ANOVA (p-valor) para la distribución de la muestra en función de los grupos de entrenamiento para cada deporte.	160
Tabla 4.14 : Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables antropométricas a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en fútbol.	161
Tabla 4.15: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables antropométricas a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en baloncesto.	162
Tabla 4.16: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables antropométricas a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en balonmano.	163
Tabla 4.17: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables antropométricas a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en voleibol.	164
Tabla 4.18: Evolución en las coordenadas en la somatocarta para Fútbol, Baloncesto, Balonmano y Voleibol.....	165
Tabla 4.19: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en fútbol.	166
Tabla 4.20: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad inferior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en fútbol.....	167
Tabla 4.21: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en baloncesto.	168
Tabla 4.22: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad inferior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en baloncesto.	169
Tabla 4.23: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en balonmano.....	170
Tabla 4.24: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad inferior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en balonmano.	171
Tabla 4.25: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en voleibol.	172
Tabla 4.26: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad inferior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en voleibol.	173
Tabla 4.27. Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en fútbol.	174
Tabla 4.28: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad superior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en fútbol.....	175
Tabla 4.29: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en baloncesto.	176
Tabla 4.30. Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad superior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en baloncesto.	177
Tabla 4.31. Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de al extremidad superior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en balonmano.....	178

Tabla 4.32. Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad superior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en balonmano.	179
Tabla 4.33. Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en voleibol.	180
Tabla 4.34: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad superior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en voleibol.	181
Tabla 4.35. Evolución 1 RM en ½ sentadilla por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3).	182
Tabla 4.36. Evolución 1 RM en ½ sentadilla por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3).	182
Tabla 4.37. Evolución CMJ por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas.	184
Tabla 4.38. Evolución CMJ por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas.	184
Tabla 4.39. Evolución DJ por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas.	186
Tabla 4.40. Evolución DJ por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas.	186
Tabla 4.41. Evolución SJ por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas.	188
Tabla 4.42. Evolución SJ por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas.	188
Tabla 4.43. Evolución ABK por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas.	190
Tabla 4.44. Evolución ABK por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas.	190
Tabla 4.45. Evolución 1 RM en press de pecho por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas.	192
Tabla 4.46. Evolución 1 RM en press de pecho por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas.	192
Tabla 4.47. Evolución potencia media en press de pecho por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas.	194
Tabla 4.48. Evolución potencia media en press de pecho por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas.	194
Tabla 4.49. Evolución potencia máxima en press de pecho por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas.	195
Tabla 4.50. Evolución potencia máxima en press de pecho por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas.	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Resumen de los factores determinantes de la fuerza, (Elaboración propia).	32
Figura 1.2. Lanzamiento desde press de banca realizado en una máquina Smith.	42
Figura 1.3. Interacción de las capacidades condicionantes.	47
Figura 1.4.. Modelo holístico de los factores fisiológicos determinantes del rendimiento en el fútbol, (Bangsbo y Michalsik, 2002).	48
Figura 1.5. Factores de rendimiento de baloncesto, (Sánchez, 2007).	62
Figura 1.6. Acciones motrices en balonmano. (Lago y López, 2000).	69
Figura 1.7. Diferentes complejos para las acciones en voleibol.	77
Figura 3.1. Material utilizado en la toma de datos antropométricos.	114
Figura 3.2. Máquina “Multipower” y discos de carga.	115
Figura 3.3. Vallas de entrenamiento.	116
Figura 3.4: Medición del pliegue cutáneo en el tríceps.	120
Figura 3.5. Prueba de fuerza-potencia en press de pecho.	122
Figura 3.6. Prueba de 1 RM en ½ sentadilla.	123
Figura 3.7. Ejecución del CMJ.	124
Figura 3.8. Ejecución del DJ.	124
Figura 3.9. Ejecución del ABK.	125
Figura 3.10. Manifestaciones de la fuerza y valoración de la capacidad de salto (Vittori, 1990; González y Gorostiaga, 1995).	128
Figura 3.11. Altura de las vallas y su distribución para el trabajo de saltos.	131
Figura 3.12. Realización del salto de vallas a pies juntos y pies alternos.	131
Figura 3.13. Ejercicio de press de pecho.	132
Figura 3.14. Ejercicio de lanzamientos de press de pecho.	133
Figura 4.1. Resultados en el pretest de variables antropométricas comparando los deportes.	141
Figura 4.2. Representación gráfica del somatotipo para fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol (somatocarta).	141
Figura 4.3. Resultados en el pretest de variables antropométricas por posiciones específicas en fútbol.	143
Figura 4.4. Representación gráfica del somatotipo para fútbol por posiciones habituales de juego (somatocarta).	143
Figura 4.5. Resultados en el pretest de variables antropométricas por posiciones específicas en baloncesto.	145
Figura 4.6. Representación gráfica del somatotipo para baloncesto por posiciones habituales de juego (somatocarta).	145
Figura 4.7. Resultados en el pretest de variables antropométricas por posiciones específicas en balonmano.	147
Figura 4.8. Representación gráfica del somatotipo para balonmano por posiciones habituales de juego (somatocarta).	147
Figura 4.9. Resultados en el pretest de variables antropométricas por posiciones específicas en voleibol.	149
Figura 4.10. Representación gráfica del somatotipo para voleibol por posiciones habituales de juego (somatocarta).	149
Figura 4.11. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior por deportes.	151
Figura 4.12. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior por deportes.	152

Figura 4.13. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones específicas en fútbol.	154
Figura 4.14. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones específicas en baloncesto.	155
Figura 4.15. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones específicas en balonmano.	157
Figura 4.16. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones específicas en voleibol.	159
Figura 4.17. Representación gráfica de la evolución del somatotipo para fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol (somatocarta).	165
Figura 4.18. Variables de extremidad inferior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en fútbol.	167
Figura 4.19. Variables de extremidad inferior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en baloncesto.	169
Figura 4.20. Variables de extremidad inferior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en balonmano.	171
Figura 4.21. Variables de extremidad inferior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en voleibol.	173
Figura 4.22. Variables de extremidad superior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en fútbol.	175
Figura 4.23. Variables de extremidad superior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en baloncesto.	177
Figura 4.24. Variables de extremidad superior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en balonmano.	179
Figura 4.25. Variables de extremidad superior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en voleibol.	181
Figura 4.26. 1 RM en ½ sentadilla por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2.	183
Figura 4.27. Prueba CMJ por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2.	185
Figura 4.28. Prueba DJ por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2.	187
Figura 4.29. Prueba SJ por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2.	189
Figura 4.30. Prueba ABK por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2.	191
Figura 4.31. 1 RM en press de pecho por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2.	193
Figura 4.32. Potencia Media en press de pecho por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2.	195
Figura 4.33. Potencia Máxima en press de pecho por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2.	196

ABREVIATURAS

- ABK:** Abalakov (salto con contramovimiento con brazos libres).
ANOVA: Análisis de varianza de un solo factor.
Ap: Apoyo
CEA: Ciclo de Estiramiento-Acortamiento.
Centr: Centrales.
CMJ: Salto con contramovimiento (counter movement jump).
Coloc: Colocadores.
CT: Centrocampistas.
DC: Defensas centrales.
Del: Delanteros.
Df: Defensas.
DJ: Drop Jump.
DJ40: Drop Jump desde 40 cm.
DL: Defensas laterales.
EE.UU: Estados Unidos.
ej : Ejemplo.
etc: etcétera.
Extr: Extremos.
F-Ratio: F de Snedecor.
FT: Fibras rápidas (Fast Twitch).
GC: Grupo Control.
GE: Grupo experimental.
GE1: Grupo de entrenamiento 1.
GE2: Grupo de entrenamiento 2.
GREC: Grupo Español de Cineantropometría.
Int: Interiores.
ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry.
K-S: Kolmogorov-Smirnov.
Lat: Laterales.
Lb: Libres.
Mesoc. : Mesociclo.
Microc.: Microciclo.
N: Número.
Opuest: Opuestos.
P1: Primera prueba.
P2: Segunda prueba.
P3: Tercera prueba.
Piv: Pivotes.
Port. ó Pt: Porteros.
Pot. Máx: Potencia Máxima.
Pot. Med: Potencia Media.
Recept: Receptores.
RJ: Repeated Jump.
R_{xy}: Coeficiente de correlación de Pearson.
RM: Repetición máxima.
SD: Desviación estándar.
Sig: Significación asintótica.

SJ: Squat Jump.

ST: Fibras lentas (Slow Twitch).

UNIDADES DE MEDIDA

° : Grado.

cm: Centímetros.

kg: Kilogramos.

km: Kilómetros.

km/h: Kilómetros por hora.

m: Metros.

min: Minutos.

mm: Milímetros.

m/s: Metros por segundo.

%: tanto por ciento.

s: Segundos.

W: watos.



RESUMEN

RESUMEN

Objetivos

El objetivo fundamental del presente estudio es establecer y valorar los efectos de dos tipos de entrenamiento de contrastes de 6 semanas de duración sobre diferentes factores de fuerza máxima y fuerza explosiva, así como en variables antropométricas en diferentes jugadores de categoría juvenil de deportes colectivos: fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol. A su vez, y con los datos iniciales (pretest), se analizan las diferencias existentes en dichas variables valorando por un lado la influencia de la posición habitual de juego para un mismo deporte, y por otro, las diferencias que hubiera entre los diferentes tipos de modalidades deportivas

Muestra

La muestra empleada estaba compuesta por 148 jugadores divididos en tres grupos:

- Grupo control (GC) compuesto por 48 jugadores (16 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 10 jugadores de balonmano y 10 jugadores de voleibol) (edad $16,81 \pm 0,84$ años, peso $77,66 \pm 7,28$ kg., altura $181,79 \pm 6,86$ cm.). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.
- Grupo de entrenamiento 1 (GE1) compuesto por 50 jugadores (15 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 11 jugadores de balonmano y 12 jugadores de voleibol) (edad $16,82 \pm 0,69$ años, peso $77,95 \pm 7,39$ kg., altura $183,10 \pm 6,30$ cm.). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.
- Grupo de entrenamiento 2 (GE2) compuesto por 50 jugadores (15 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 11 jugadores de balonmano y 12 jugadores de voleibol) (edad $16,96 \pm 0,69$ años, peso $78,74 \pm 7,34$ kg., altura $182,07 \pm 6,95$ cm.). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.

Protocolos de entrenamiento.

Durante las seis semanas que duró la intervención directa en el proceso de entrenamiento, los grupos continuaron realizando los calentamientos, el trabajo técnico-táctico y los partidos de entrenamiento en conjunto en su deporte y equipo concreto. Por otro lado, los jugadores del GC permanecieron con su trabajo habitual de acondicionamiento físico, trabajo que es sustituido por dos programas de entrenamiento de contrastes de fuerza en ambas extremidades en el caso de los GE1 y GE2. Tras las seis semanas de intervención, ambos grupos continuarán con su entrenamiento habitual, realizando todas las tareas juntos.

Los programas de entrenamiento de contrastes a los que se ha hecho referencia se llevaban a cabo dos días no consecutivos la semana, utilizando para ello cuatro

tipos de ejercicios: para extremidad inferior, repeticiones de ½ sentadilla (ejercicio de sobrecarga), y saltos sobre vallas de diferentes alturas (carga baja); para extremidad superior, repeticiones de press de pecho (sobrecarga) y lanzamientos también de press de pecho (carga baja). Cada dos semanas de entrenamiento el número total de repeticiones o de saltos (según el ejercicio) disminuía pero la intensidad aumentaba en cuanto porcentajes de 1 RM o la altura de las vallas. La diferencia entre los dos grupos de entrenamiento estaba en el orden de realización de las series y el tiempo de recuperación. El GE1 realizaba las series de sobrecarga y después las de carga baja, recuperando siempre entre ellas 120 segundos. El GE2 realizaba en la misma serie el ejercicio de carga alta y carga baja, recuperando 240 segundos entre cada serie. Después de 6 semanas de entrenamiento, el número total de repeticiones de ½ sentadilla fue de 180, de saltos a pies juntos fue de 180, de saltos a pies alternos fue de 180, de repeticiones de press de pecho fueron 136 y de lanzamientos en press de pecho fueron 128.

Mediciones

- Antropométricas: Se registraron la talla, la masa corporal, la altura trocantérea, seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo y medial de la pierna), cuatro perímetros (brazo relajado, brazo contraído y flexionado, muslo y pierna) y tres diámetros (bicipitocóndileo del húmero, bicondíleo del fémur y biestiloideo). Posteriormente se calcularon la masa grasa, masa ósea, masa residual y masa muscular con sus respectivos porcentajes utilizando para ello las fórmulas de Faulkner (1968), Rocha (1975), Würch (1974) y Matiegka (1921). El somatotipo se determinó a través método antropométrico de Heath-Carter (Carter, 1975).
- Fuerza explosiva: Para la extremidad inferior se midió la altura en salto con y sin contramovimiento, en salto con caída desde una altura de 40 cm., y con brazos libres. Para la extremidad superior la potencias media y máxima de una sola repetición en press de pecho
- Fuerza máxima: Se calculó la repetición máxima en ½ sentadilla para la extremidad inferior, y en press de pecho para la extremidad superior.

Las mediciones fueron repetidas en tres ocasiones distintas a lo largo del estudio:

P1- Antes de iniciarse la intervención.

.P2- En la semana posterior a la finalización de la intervención de 6 semanas.

P3- Cuatro semanas después de finalizar la intervención (retención).

Análisis estadístico

Para determinar la normalidad de la distribución de la muestra se utilizó la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov.

En el pretest (P1) y con el objetivo de analizar las diferencias existentes entre deportes y entre posiciones habituales de juego, se utilizó el análisis de varianza de un solo factor (ANOVA) con pruebas post-hoc de Bonferroni.

Para determinar las diferencias entre los valores iniciales de los grupos en todas las variables se utilizó una prueba *t* para muestras independientes. Los efectos del entrenamiento se valoraron utilizando el análisis de varianza de dos factores (ANOVA) con medidas repetidas (grupo x tiempo) con las pruebas post-hoc de Bonferroni. Se utilizó el ajuste de Bonferroni para comparaciones múltiples y la significación estadística se situó siempre en $p < 0.05$.

Resultados

Pretest. ANOVA reveló la existencia de diferencias estadísticamente significativas en todas las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva entre deportes, así como en las antropométricas, menos masa grasa y muscular. Se observa que no existe una posición específica de juego en fútbol que marque diferencias significativas en cuanto a patrones de fuerza, si bien es cierto que los porteros obtienen valores ligeramente superiores respecto al resto de posiciones para la extremidad superior, algo que si que es significativo para esta demarcación en las variables antropométricas. En baloncesto, los perfiles de los jugadores aparecen claramente diferenciados, si bien los pivots obtienen los valores más altos en variables antropométricas, de fuerza máxima y fuerza explosiva para la extremidad superior, son los bases los que para la fuerza explosiva de la extremidad inferior superan al resto. No aparece una posición específica de juego en balonmano que obtenga valores superiores al resto, aunque de forma general son los extremos y centrales quienes en la fuerza explosiva de la extremidad inferior obtienen los valores más elevados. En tren superior, los pivotes y centrales superan ligeramente al resto. Son los opuestos y receptores los jugadores de voleibol que mayores valores de fuerza explosiva de la extremidad inferior obtienen, mientras que para la extremidad superior, tanto en fuerza máxima como explosiva, la posición de central alcanza los valores más elevados. A su vez, los líberos y los colocadores obtienen los valores más bajos en todas las variables, algo que puede explicarse por su patrón específico de juego.

Efectos producidos por los programas de entrenamiento. En la prueba *t* para muestras independientes utilizada para comparar los valores iniciales de las distintas variables no revela la existencia de diferencias significativas entre los grupos en ninguno de los parámetros analizados.

ANOVA no muestra la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo para ninguna variable antropométrica, así como para las variables de fuerza en el grupo control. Por su parte, para las variables de fuerza máxima en los grupos de entrenamiento ANOVA indica la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo, siendo en general cualitativamente la mejora a favor del GE1. Para las variables de fuerza explosiva, ANOVA también indica la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo en todas las pruebas, pero en este caso y en general, a favor cualitativamente del GE2. Las pruebas post-hoc de Tukey indicaron que en el caso de los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las variables de fuerza entre P1 por un lado y P2 y P3 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias significativas entre P2 y P3.

Conclusiones

- Se registran diferencias estadísticamente significativas entre deportes en las variables antropométricas exceptuando masa grasa y muscular. Además, las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva también son indicadores sensibles que permiten distinguir entre deportes al aparecer diferencias en absolutamente todas las variables; siendo éstas favorables generalmente a los jugadores de voleibol para la extremidad inferior, y a los jugadores de baloncesto para extremidad superior. Los futbolistas son el grupo de deportistas obtienen valores más bajos en la mayor parte de variables.
- No existe un posición específica de juego en fútbol, balonmano y voleibol que marque diferencias significativas en cuanto a patrones de fuerza y variables antropométricas, si bien es cierto que los porteros en fútbol, pivotes en balonmano, y líberos en voleibol, obtienen valores que, en general, se diferencian ligeramente del resto de las respectivas posiciones. En baloncesto, los pivots destacan en variables antropométrica, y de fuerza para la extremidad superior, y bases los que para la fuerza explosiva de la extremidad inferior.
- Hubo un aumento significativo de fuerza máxima, explosiva y capacidad de salto en los grupos de entrenamiento de fuerza (GE1 y GE2), mientras que en el grupo de control apenas se modificaron; planteándose, por tanto, la necesidad de complementar el entrenamiento con programas específicos encaminados al desarrollo de la misma.
- cualitativamente, con el método de carga alta y carga baja en distintas series (GE1) los incrementos pueden ser mayores en variables de fuerza máxima; mientras que con el método de carga alta y cargas bajas en la misma series (GE2) se pueden obtener valores algo superiores en fuerza explosiva
- Las mejoras logradas con el entrenamiento de contraste de fuerza máxima y fuerza explosiva, pueden mantenerse durante varias semanas continuando con el entrenamiento regular de cada deporte.



1- ANTECEDENTES

ANTECEDENTES

En los últimos años, el auge de los Deportes Colectivos en nuestro país es algo palpable. El éxito en competiciones internacionales de fútbol (Mundial de Sudáfrica 2010 y Eurocopa de Austria-Suiza en 2008, europeos sub 21 y sub 19 en 2011), baloncesto (Mundial 2006 y Europeo 2009, plata en JJOO en 2008), Balonmano (Mundial 2005, plata en el europeo de 2006, bronce en JJOO 2008 y Mundial 2011), voleibol (Campeón Liga Europea 2007 y subcampeón del mundo junior en 2011), por no mencionar la cantidad de campeonatos ganados por los clubes nacionales en copas europeas e intercontinentales; Todo ello hace todavía que los niños se inicien en ellos con más ganas y expectativas de futuro que en otro tipo de deportes.

El crecimiento de los deportes colectivos es tal, que en 2008 surge la Asociación Española de Deportes Colectivos (AEDC) con el fin de estudiar e investigar por parte de los licenciados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte sus inquietudes acerca de su complejo mundo interno.

Por otra parte, el éxito de las categorías inferiores y de jugadores jóvenes también es una realidad. Las selecciones nacionales en estas edades también son unas de las más competitivas del mundo independientemente del deporte colectivo que hablemos.

En el deporte colectivo, por su condición intrínseca, se producen situaciones de contacto y oposición; la mayoría de las acciones se desarrollan en proximidad al defensor y a una gran velocidad de ejecución. El desarrollo de la fuerza es por lo tanto una exigencia fundamental para la eficacia del juego. Esta cuestión es aceptada por todos los entrenadores y preparadores físicos; de las capacidades condicionales, la fuerza es a la que más volumen de entrenamiento se le dedica.

Desde el principio de la década de los 90 se ha producido un incremento en el número de publicaciones sobre el entrenamiento de la fuerza; la mayoría de ellas analizan las modificaciones en diferentes parámetros de fuerza tras la aplicación de algún método de entrenamiento de dicha cualidad. En este estudio se analizan las modificaciones en la composición corporal específicas de una modalidad deportiva con la variación de los valores de fuerza. Entendiendo que el objetivo del entrenamiento de la fuerza, no sólo es el aumento de los niveles de fuerza, sino mejorar la capacidad de movimiento y de composición intrínseca del sujeto, se establecen una serie de test de laboratorio para analizar la correlación que existe entre:

- ▶ Método de entrenamiento.
- ▶ Modificación de los niveles de fuerza.
- ▶ Variación de la composición corporal.

Tras realizar un revisión bibliográfica de los diferentes métodos de entrenamiento de la fuerza, se realizará un análisis ergogénico para conocer carga interna y externa en cada uno de los deportes, y observando los cambios producidos en aspectos antropométricos y de fuerza en diferentes estudios.

Se emplearán a jugadores todos ellos federados en categoría juvenil o "junior". Los cuatro deportes analizaron fueron: fútbol baloncesto, balonmano y voleibol. Dentro de cada deporte se aplicarán dos métodos de entrenamiento distintos de la fuerza, más un grupo de control. Estos sujetos desarrollarán el entrenamiento durante un período de seis semanas; se realizarán dos tomas de datos coincidiendo con el principio y final de dicho período, más una tercera toma a las cuatro semanas. Una vez finalizada esta fase experimental, se analizarán los datos para determinar las modificaciones de la composición corporal y de la manifestación de la fuerza que se han producido en cada grupo.

Para comenzar, analizamos brevemente las características de los sujetos en relación a su edad, ya que en nuestra muestra se encuentran en la fase final de su adolescencia previa a su condición de adultos.

1.1. LA CONDICIÓN FÍSICA EN RELACIÓN A LA EDAD

La relación entre la actividad física o ejercicio físico y los beneficios que reporta a la salud y calidad de vida, es una idea aceptada desde hace mucho tiempo. En el curso de la historia, ya en la Grecia clásica podemos encontrar referencias sobre la actividad física en la contribución para la salud del individuo. El ser humano siempre se ha preocupado por su constitución física, no en vano ha necesitado su cuerpo para actividades como la caza o la lucha, en las que ha tenido que solicitar todo su potencial físico para destacar sobre el resto.

El 55 % de nuestra masa corporal está constituida por el aparato locomotor, y concretamente un 40 % lo forma la musculatura esquelética; lo cual evidencia que nuestro cuerpo está básicamente proyectado para la movilidad.

Estas dos evidencias, por un lado la histórica y por otro la filogenética del ser humano, nos indican la importancia que tienen las tareas físicas en sus múltiples versiones. Así, podemos referirnos a ejercicios físicos realizados desde una perspectiva popular, cuyo objetivo es el mantenimiento de las capacidades físicas; hasta ejercicios físicos enfocados hacia el entrenamiento deportivo, cuyo objetivo es la búsqueda del mayor rendimiento posible. El carácter de la práctica de tareas físicas puede tener por lo tanto planteamientos radicalmente distintos.

El concepto de Condición Física se introdujo en el campo de la Educación Física hacia principios del siglo XIX (1916) y se entendía como sinónimo de: vigor orgánico, eficiencia, ejercicio, descanso, relajación, etc.

Para Navarro (1994), la Condición Física es una parte de la condición total del ser humano y comprende muchos componentes, cada uno de los cuales es específico por naturaleza. Supone, por lo tanto, la combinación de diferentes aspectos en diversos grados. Las resistencias aeróbica y muscular, junto con la fuerza y la flexibilidad pueden considerarse como aspectos de la salud relacionados con este concepto de la Condición Física. Contribuyen a un estado positivo de salud del organismo, reduciendo la posibilidad de enfermedades degenerativas, incrementando la eficiencia del trabajo y eliminando los dolores musculares.

Para el joven, la mejora de la condición física mediante ejercicio físico es un complemento imprescindible para su formación y educación básica. El gran número de horas de estudio o de trabajo, la inmovilidad, la duradera permanencia en posiciones determinadas, muchas veces incorrectas, limitan su actividad, siendo necesario el ejercicio, compensador y correctivo para controlar y evitar estas deficiencias (Álvarez del Villar, C. 1983)

Así las cosas, nos encontramos con términos que hacen referencia de forma general a contenidos de similares características y están muy relacionados entre sí, pero que de forma específica y detallada tienen poco que ver unos con otros y representan entidades totalmente separadas (Caspersen y cols, 1985).

También resulta interesante tener nociones de cómo se desarrolla el cuerpo en función de la edad y en qué momento de maduración se encuentran los jóvenes para poder incidir en ellos de una manera u otra a la hora de aplicarles un proceso de entrenamiento.

Crecimiento, desarrollo y maduración

La edad escolar y juvenil es un período que abarca desde los 6-7 años hasta los 17-18 y resulta de gran importancia para un adecuado desarrollo motor y para la adquisición de habilidades motrices nuevas. Este período supone en general la transición desde habilidades motrices fundamentales refinadas hasta el inicio y posterior establecimiento de los primeros juegos y habilidades deportivas (Cratty, 1986). El no tener oportunidades de práctica o el no recibir la instrucción adecuada puede llevar a que algunos sujetos no adquieran la información perceptiva y motriz adecuada y necesaria para ejecutar con un máximo de precisión (Malina y Bouchard, 1991).

Las fases funcionales inherentes a todo el proceso por el que el hombre avanza a lo largo de su vida son el crecimiento, el desarrollo y la maduración.

El crecimiento son los cambios normales en la cantidad de sustancia viva, en un sentido cuantitativo del desarrollo biológico, medido en unidad de tiempo; como por ejemplo, centímetros por año y gramos por día, por medio del que el individuo se pone más grande (Araújo 1985). Para este autor, el crecimiento da énfasis a los cambios normales de dimensión corpórea durante el desarrollo y puede resultar un aumento o disminución del tamaño.

En esta misma línea, crecimiento puede definirse como el aumento en la estructura corpórea lograda por la multiplicación o aumento de las células (Gallahue 1989).

Con relación al término desarrollo, algunos autores lo definen como un proceso de cambios graduales, de un nivel simple a otro más complejo, de los aspectos físicos mentales y emocionales de los pasos del ser humanos, desde su concepción a la muerte (Barbanti 1994).

La maduración significa desarrollo pleno, la estabilización de estado del adulto efectuada por el crecimiento y el desarrollo (Araújo, 1985). Otros autores consideran que los cambios cualitativos que califican el organismo para progresar hasta los niveles más altos de funcionamiento son parte de la maduración (Gallahue 1989); y que estos cambios, vistos bajo una perspectiva biológica, son fundamentalmente innatos, que es lo mismo que decir que están genéticamente determinados; pero están sometidos a la influencia del ambiente.

La maduración biológica alcanza intensos niveles de modificaciones durante la pubertad (Marshall 1978). Este autor define el término maduración como todos esos cambios morfológicos y fisiológicos que pasan durante el crecimiento debido a la transformación de las gónadas de un estado infantil al adulto.

Puesto que con la maduración biológica el sujeto alcanza unos niveles de cambios en su cuerpo, también es interesante diferenciar entre edad biológica y edad cronológica, ya que en muchos casos estos términos no se solapan en el tiempo.

Edad cronológica y edad biológica

La edad cronológica es la edad determinada por la diferencia entre un día determinado y el día del nacimiento del individuo. Gallahue (1989) clasifica la edad cronológica en siete fases muy diferentes: la vida prenatal (de la concepción a ocho semanas del nacimiento); la primera niñez (de un mes a 24 meses del nacimiento); la

segunda niñez (de 24 meses a los 10 años); la adolescencia (de los 10-11 años a los 20 años); el adulto joven (de los 20 a los 40 años); el adulto de media edad (de los 40 a los 60 años) y adulto más viejo (sobre 60 años).

La edad biológica corresponde a la edad determinada por el nivel de maduración de los órganos que componen el organismo.

Estos factores son muy importantes en los estudios de aptitud física y en el entrenamiento deportivo. La edad biológica puede determinarse por medio de la evaluación de las edades mental, ósea, morfológica, neurológica, dentales y sexual, lo que facilita que se difieren tres grupos básicos de sujetos: los pré-púberes, los púberes y los post-púberes (Araújo, 1985).

Otros autores también consideran como indicadores de la maduración biológica, la maduración del esqueleto y el desarrollo de las características sexuales secundarias (Malina 1988). La estimación de la maduración biológica por medio de la maduración sexual propuesta por Tanner (1962), se basa en la presencia de los pelos axilares, pubianos y desarrollo escrotal para el sexo masculino; y el desarrollo mamario, de pelos pubianos y menarquía para el sexo femenino.

Durante la infancia y la segunda niñez, tanto hombres como mujeres presentan un desarrollo bastante similar, tienen diferencias pequeñas en la estatura, peso, tamaño de los órganos vitales, así como en la composición corpórea.

El principio de la pubertad marca la transición de la niñez a la fase del adulto, sin embargo, el inicio de este proceso no se conoce todavía. El tiempo del mismo es muy inconstante y puede empezar precozmente, a los ocho o nueve años, o después, a los trece o quince años, para las muchachas y muchachos respectivamente (Gallahue, 1989). Para este autor el periodo de tiempo que compone la adolescencia está marcado por aspectos biológicos, fundamentalmente el principio de maduración sexual; y culturales, en la medida que el final de la adolescencia y el principio de la fase del adulto está marcado por la independencia emocional y afectiva de la familia.

La pubertad puede confundirse con la adolescencia, tiene una duración aproximada de dos años, el principio de la adolescencia puede coincidir con la pubertad, y el paso de una fase a la siguiente sería difícil definir (Farinatti, 1995).

En lo que se refiere a la condición física, la pubertad muestra básicamente, un estado proporcional muy marcado de crecimiento, que se manifiesta entre otras cosas por cambios en la composición corporal.

A la hora de observar el estado de maduración del sujeto, nos podemos encontrar con unos indicadores que nos ayudan a definir dicho estado.

Índices de crecimiento y maduración

Se considera que la adolescencia empieza con los cambios físicos relacionados con la pubertad y continúa hasta que el crecimiento está completo y entonces en el sentido físico, el individuo se pone maduro. El aspecto biológico más importante de esta fase es el desarrollo del sistema reproductor hasta su madurez en ambos sexos. La aparición de la pubertad en los hombres es algo difícil de ser evaluado y es normalmente basado en el desarrollo de las características sexuales secundarias y el crecimiento de los genitales. En las mujeres, la menarquia o primer ciclo menstrual, normalmente se toma como la aparición de la pubertad.

En los niños hay una aceleración en el crecimiento de los testículos y del escroto con un ligero aumento del bello púbico. El crecimiento del bello púbico tiende a producirse lentamente hasta el principio del crecimiento general, después se produce un aumento rápido hasta la distribución madura. Generalmente, los incrementos en la altura del sujeto y crecimiento del pene empiezan aproximadamente un año después de la aparición de la aceleración testicular. Estos datos son índices utilizados en los programas de captación de talentos para determinar posibilidades futuras en los deportistas.

Aunque esta sucesión de eventos tiende a ser relativamente constante en el desarrollo de los niños, los momentos en los que aparecen son muy variables, de manera que es posible tener niños de 13 y 14 años que prácticamente hayan finalizado su crecimiento en altura y otros que todavía se encuentren en un estadio inicial de su desarrollo.

Hay que considerar que en nuestro estudio, vamos a trabajar con sujetos en edades de formación (a partir de 16 años), que estarán por lo tanto en estadios diferentes de crecimiento y maduración; por lo que se pueden aceptar ciertas diferencias o faltas de homogeneidad en los resultados.

En lo que se refiere al desarrollo exclusivo de la fuerza, según algunos autores, el entrenamiento de la fuerza debe estructurarse a partir de la tercera infancia (a partir de los 7 años) basándose en ejercicios y/o movimientos naturales (empujar, traccionar, suspenderse, trepar, etc), cuyo objetivo sea el desarrollo anatómico del sistema muscular, así como el aumento de la capacidad funcional de los grupos musculares extensores para facilitar la correcta postura y/o actitud postural.

Hay que tener en cuenta que en estas edades, tanto los tejidos conjuntivos (tendones, ligamentos y cápsulas articulares), como las estructuras óseo-articulares, son muy plásticas, lo cual impide el uso de grandes cargas debido al peligro de deformación permanente.

La bibliografía especializada sobre el tema no considera conveniente el entrenamiento específico de alguna de las modalidades de la fuerza en niños. Algunos

consideran que la única fuerza que sí puede ser entrenable es la fuerza de construcción, es decir, aquella encaminada al desarrollo armónico y equilibrado de todos los grupos musculares. Es esta fuerza la que se conoce normalmente como fuerza general.

En el trabajo para niños *menores de 10 años* no se entrenará de forma específica la fuerza. Dentro de los mismos juegos característicos de estas edades se irá adquiriendo de forma natural. No obstante, será el propio profesor el que deberá determinar los tipos de juegos y actividad para no caer en el excesivo entrenamiento de algunos grupos musculares en detrimento de otros.

Esto ocurre con el tren inferior, el cual se ejercita con demasiada frecuencia, ya que intervienen en la mayoría de las prácticas lúdicas del niño/a. Por lo tanto, el profesor deberá orientar algunos ejercicios analíticos o juegos hacia el desarrollo de la extremidad superior. Por supuesto, los ejercicios analíticos deben estar acordes con el estado de maduración y los niveles iniciales de fuerza del niño. Para Fernando Navarro (1996), a partir de los 8 años se puede comenzar un trabajo de fuerza rápida utilizando el propio peso corporal y ejercicios muy sencillos, al igual que el entrenamiento de la fuerza-resistencia aeróbica.

Entre los *10-12 años*, se podrá iniciar un trabajo de fuerza general, de forma que los niños/ as aprendan los ejercicios correctamente y colaboren a su desarrollo muscular. Se deberán alternar ejercicios analíticos con juegos diversos, ya que de este modo se evitará el aburrimiento. En las chicas se podría iniciar en el entrenamiento de la fuerza rápida.

En la edad que comprende *entre los 12 y los 14 años*, se continuará con el trabajo de la etapa anterior. La fuerza-rápida se podrá entrenar tanto en chicos como en chicas. Es en este período donde se tiene el máximo desarrollo de la rapidez de movimientos por efecto de la fuerza rápida o veloz. Además, las chicas podrán realizar también un desarrollo de la fuerza-resistencia y de la fuerza máxima (Navarro, 1996). Es más que aconsejable el trabajar la fuerza-resistencia en forma de circuitos y juegos. No obstante, no debemos confundir el desarrollo de la fuerza máxima con el entrenamiento con grandes cargas, ya que existen muchos sistemas de entrenamiento que la mejoran sin la necesidad de llegar a repeticiones máximas. A partir de los 14 años, ya se puede trabajar la fuerza a través de la hipertrofia muscular y también la fuerza-resistencia láctica. Por último, la fuerza por coordinación intramuscular comenzará a los 14 años en chicas y a los 15 en chicos.

Con todo ello, podemos decir que la fuerza es la capacidad que más evoluciona durante la pubertad y adolescencia. El entrenamiento de la fuerza en jóvenes debe buscar en primer lugar el desarrollo de la fuerza intermuscular para poder trabajar, en el momento oportuno, la coordinación intramuscular y la hipertrofia.

Conocer el nivel de desarrollo del sujeto de cara a la planificación del entrenamiento de la fuerza, tiene sentido en cuanto a que someter al sujeto a cargas altas continuadas puede tener consecuencias negativas que afecten al crecimiento normal (Larson, 1973). Si los huesos largos todavía están en crecimiento y las epífisis

no están unidas con las diáfisis, tracciones continuadas en la epífisis del hueso durante las edades de formación, pueden generar lesiones por sobreuso.

1.2 LA FUERZA COMO FACTOR DE RENDIMIENTO DE LA CONDICIÓN FÍSICA Y SU ENTRENAMIENTO

Para García Manso y cols. (1996) la condición física “es la situación que permite estar a punto, bien dispuesto o apto para lograr un fin, relacionado con la constitución y naturaleza corporal”. Según estos mismos autores las habilidades motrices básicas son una serie de destrezas que los individuos de una especie desarrollan para conseguir que la misma se adapte al medio y sobreviva. Dichas habilidades son comunes a todos los individuos, permiten la supervivencia del ser humano y son el fundamento de aprendizajes posteriores. Estas habilidades motrices vienen determinadas por capacidades que se dividen en dos tipos:

Capacidades condicionales: Fundamentadas en el potencial metabólico y mecánico del músculo y estructuras anexas: resistencia, fuerza, velocidad y movilidad.

Capacidades coordinativas: Dependientes de las capacidades de control y regulación muscular: capacidad de diferenciación, de orientación, de acoplamiento, de cambio, de ritmo y de equilibrio.

Con el entrenamiento y la práctica de actividad física el sujeto desarrolla sus habilidades motrices básicas, hasta alcanzar el dominio de habilidades motrices más complejas y específicas para cada disciplina deportiva.

CAPACIDAD CONDICIONAL DE LA FUERZA

La importancia de la fuerza como capacidad física básica se entiende por varias razones:

1. La fuerza constituye uno de los factores fundamentales para la obtención del resultado deportivo, por lo que se convierte en algo crítico dentro de la práctica Deportiva.

2. Además, modernos estudios han demostrado que un aumento del cociente de fuerza general facilita el aprendizaje de nuevas habilidades motrices.

Una tercera razón con favor del entrenamiento de fuerza concluye diciendo que, pese a la opinión de algunos entrenadores de determinados deportes, ningún deportista puede desarrollar su fuerza con la mera repetición de los gestos técnicos específicos de su deporte.

Basándose en la segunda ley de Newton, la biomecánica define la fuerza como la causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo, (Ortiz Cervera y cols. 1996).

Siguiendo a diferentes autores obtenemos diferentes definiciones:

Barbanti (1979) considera fuerza como la capacidad de ejercer tensión muscular contra una resistencia y involucra factores mecánicos y fisiológicos que determinan la fuerza en algún movimiento particular. Para Sharkey (1990) es la tensión máxima que puede ser producida por un grupo muscular y la resistencia muscular.

Según Goldspink (1992), la fuerza es la capacidad de producir tensión que el músculo tiene al activarse o acortarse. Al nivel ultra-estructural, la fuerza se relaciona al número de puentes cruzadas de miosina que pueden interactuar con los filamentos de la actina.

Para Harman (1993) la definición más precisa de fuerza es la habilidad de generar tensión bajo ciertas condiciones definida por la posición del cuerpo, el movimiento en que la fuerza se aplica, el tipo de la contracción (concéntrico, excéntrico, isométrico, pliométrica) y la velocidad del movimiento.

Según Delgado (1997), la fuerza es la "capacidad de ejercer tensión a través de la contracción muscular, permitiendo vencer, aguantar o hacer presión contra una resistencia".

Como puede apreciarse, la mayoría de los autores, están de acuerdo en definir el concepto de fuerza. En cuanto a la necesidad de esta cualidad física y de su trabajo específico para cualquier manifestación deportiva, es algo evidente y que se deduce de la propia definición de fuerza, antes apuntada, ya que en todos los deportes debemos efectuar esfuerzos para vencer una resistencia, sea nuestro propio peso, el de un contrario o el de un objeto.

A todas las personas se les hace necesario el uso de la fuerza para realizar sus funciones de locomoción, trabajo, deporte, etc., pero deberíamos de usarla de una forma sistemática y planificada.

Desde el punto de vista fisiológico la fuerza muscular es la capacidad motriz del ser humano que permite vencer una resistencia u oponerse a ella mediante la utilización de la tensión de la musculatura, (Manno, 1999). En el mundo del deporte la resistencia a la que a menudo se opone la musculatura es el propio cuerpo del deportista, aunque en otras ocasiones se actúa sobre resistencias externas que forman parte de la peculiaridad de cada disciplina deportiva (González Badillo y Gorostiaga, 1997). Harman (1993) ofrece una definición de fuerza aplicable al ámbito deportivo cuando señala que es "*la habilidad para generar tensión bajo determinadas condiciones definidas por la posición del cuerpo, el movimiento en el que se aplica la fuerza, el tipo de activación (concéntrica, excéntrica, isométrica o pliométrica) y la velocidad del movimiento*". Esta definición puede vincularse a la de Siff y Verkoshansky (2000) cuando hablan de la fuerza como la "*capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una tensión muscular bajo unas condiciones específicas*".

Factores determinantes de la fuerza

En la figura 1.1. se muestra un gráfico-resumen relativo a los factores determinantes de la fuerza.

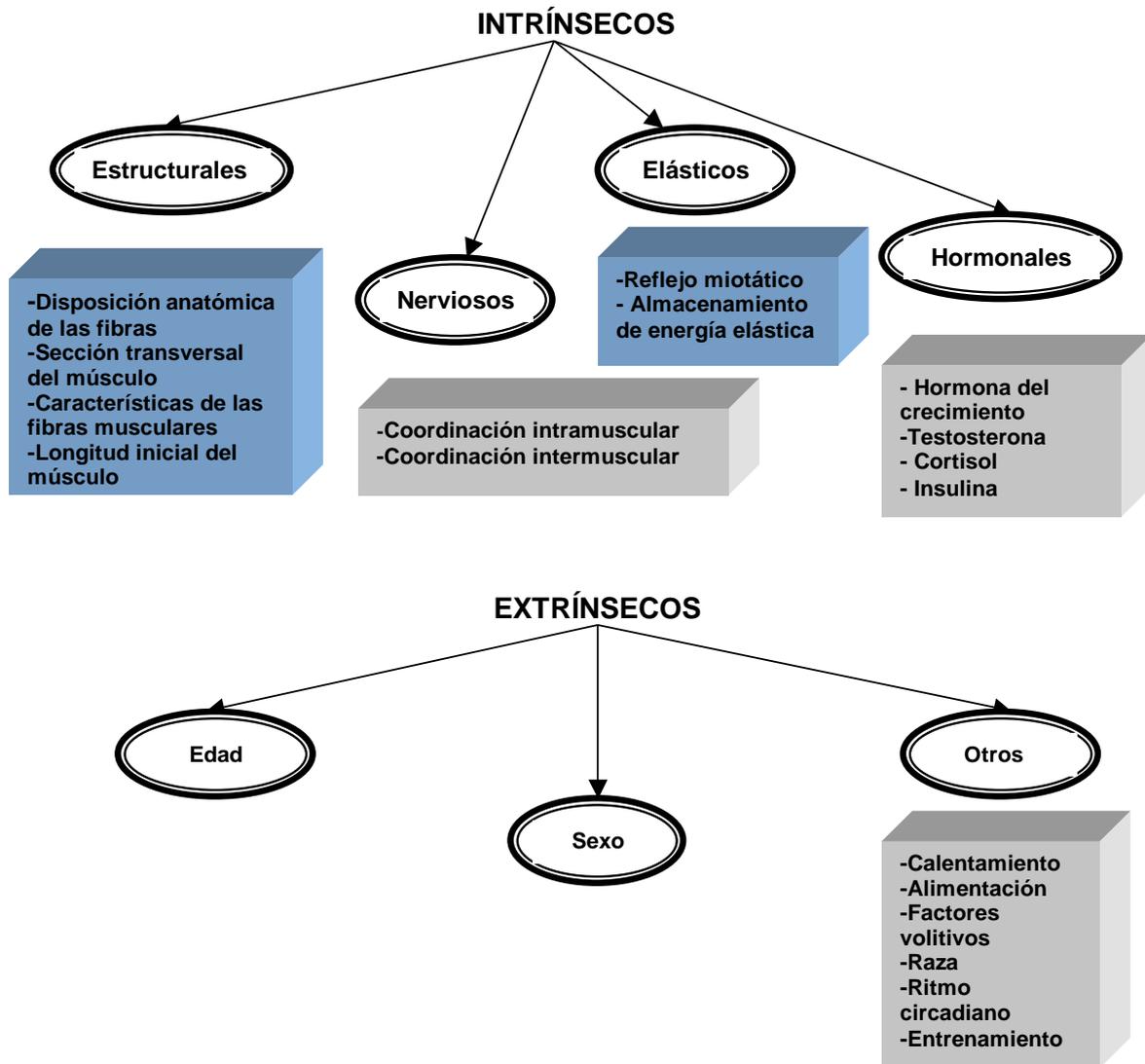


Figura 1.1: Resumen de los factores determinantes de la fuerza, (Elaboración propia).

Manifestaciones de la fuerza

Desde el punto de vista del entrenamiento deportivo, la clasificación planteada por Platonov y Bulatova (1993) ha sido una de las más extendidas y, de hecho, va a ser la que se utilice como punto de partida en este trabajo haciendo especial hincapié en todo lo referente a la fuerza velocidad:

- Fuerza máxima.
- Fuerza resistencia.
- Fuerza velocidad.

Los autores citados señalan que durante la competición deportiva rara vez se produce una manifestación de fuerza de forma aislada sino que normalmente se da una combinación entre los diferentes tipos, aunque, dependiendo de las exigencias del deporte, existirá un predominio de uno u otro.

Manifestación explosiva de la fuerza. Consideraciones generales.

Para Newton y Kraemer (1994) la manifestación explosiva de la fuerza es la responsable de la ejecución de determinadas actividades que requieren una secuencia de movimientos dirigida a producir una velocidad elevada de salida en un movimiento o en el impacto con un cuerpo.

Según Izquierdo y Aguado (1997) este tipo de manifestación se encuentra condicionado por una serie de factores de tipo neuromuscular y coordinativo-técnico. Estos últimos se relacionan con la coordinación y eficacia del movimiento mientras que los primeros se vinculan con la distribución de fibras musculares, así como con la habilidad del sistema nervioso para conseguir una máxima y rápida activación de los músculos y una mejor utilización del potencial de energía elástica almacenada.

Según Bosco (2000) la expresión de fuerza explosiva de tipo balístico es la más fisiológica y natural y está determinada por los siguientes factores:

- 1- Frecuencia de los impulsos nerviosos que llegan a los músculos desde el cerebro.
- 2- Número de las fibras musculares a las que se envían los mensajes.
- 3- Influencia de los biofeedback proporcionados, entre otros, por las células de Renshaw, los propioceptores o husos neuromusculares, los corpúsculos tendinosos de Golgi y los receptores articulares, a nivel tanto espinal como supraespinal.
- 4- Tipos de fibras musculares, ya que la fuerza explosiva está relacionada con el porcentaje de fibras rápidas que tiene el sujeto. De hecho la fuerza explosiva, evaluada mediante el salto vertical, ha mostrado una fuerte correlación con la cantidad de fibras rápidas.

- 5- Dimensión y tensión producida por cada fibra muscular, algo que depende de la masa y del peso molecular de la estructura proteica que constituye la fibra.
- 6- Estado de entrenamiento en que se encuentra la fibra muscular puesto que influye tanto en el comportamiento neuromuscular como en el metabólico.
- 7- Condiciones fisiológicas en las que se encuentra la fibra muscular antes de que sea desarrollada la fuerza explosiva. Esta manifestación de la fuerza suele venir precedida de una contracción isométrica o excéntrica, de manera que la velocidad de contracción concéntrica depende del grado de tensión originado en esa contracción previa así como de la propia velocidad a la que se produce. La duración y velocidad del preestiramiento determina el tipo de fibras que se estimulan, el resultado del gesto y el efecto del entrenamiento. Un estiramiento más lento y largo se asocia con la estimulación de fibras lentas (ST) y uno más rápido activa más fibras rápidas (FT) y además provoca una mayor frecuencia de estímulos, lo que probablemente permite un mayor número de uniones de puentes cruzados. Si el estiramiento del músculo y la transición a la fase concéntrica son más largos que el tiempo de activación de los puentes cruzados de las fibras FT, la energía elástica se pierde por la ruptura local del complejo actina–miosina (Cavagna, 1974; Citteric, 1974; Bosco y cols. 1982; (citados por González Badillo y Gorostiaga, 1997).

Muchos autores coinciden en afirmar que dentro de los factores que determinan la manifestación de fuerza explosiva habría que incluir el nivel de fuerza máxima, puesto que tener una buena base de fuerza máxima y de fuerza dinámica máxima es imprescindible para desarrollar gradientes elevados de fuerza explosiva, (Manno, 1999; Bosco, 2000).

Una vez observadas diferentes formas de manifestación de la fuerza, es importante ver cómo son afectadas por los diferentes tipos de entrenamiento actual de la fuerza.

1.2.1. Métodos concéntricos.

Los *métodos concéntricos* son aquellos que utilizan principalmente la contracción concéntrica como base del trabajo para la mejora de la fuerza.

Así, levantando cargas por encima del 85% de la fuerza dinámica máxima con pocas repeticiones, es posible mejorar la capacidad de salto. Esto es justificable por las mejoras que produce en la capacidad de reclutamiento de unidades motrices (Sale, 1987; Vélez, 1992), principalmente en las unidades de contracción rápida encargadas de generar tensión en gestos explosivos (Schmidtbleicher, 1988), además de incidir en la coordinación intermuscular (González & Gorostiaga, 1995) y producir poca hipertrofia (Zanón, 1975). Se ha comprobado que el entrenamiento con cargas altas,

de tipo submáximo, en sujetos jóvenes y poco entrenados mejora la altura del salto (Fowler et al, 1995; Zurita et al, 1995; Adams et al, 1992; Duke & Beneliyahu, 1992; Venable et al, 1991; Bauer et al, 1990; Gemar, 1988; Blatter & Noble, 1979). Para este tipo de sujetos, el requerimiento previo para un entrenamiento más exigente debe ser un trabajo de fuerza general con lo que previsiblemente aumenta la altura de salto. Es conocido que el entrenamiento con cargas máximas y submáximas se utiliza y puede servir como base para alcanzar la forma deportiva, al igual, que es requerido para el mantenimiento de la condición especial de fuerza alcanzada en periodos de competición (Zanón, 1979).

Levantando cargas del 60-80% de la fuerza dinámica máxima lo más rápido posible entre 4 y 6 series de 4 a 6 repeticiones, se produce una fuerte activación nerviosa, similar a la producida en un salto vertical sin contramovimiento (González & Gorostiaga, 1995; Bosco, 1988).

Existe un método de origen búlgaro que combina dentro de la misma sesión de entrenamiento cargas de distinta intensidad, esto es, series con cargas pesadas 70-90% y series con cargas ligeras 30-50%. Los dos tipos de series se ejecutan a la máxima velocidad posible. A pesar de la voluntad del sujeto de realizar las series a máxima velocidad, la carga se desplaza a velocidad lenta en las series pesadas y, rápidamente en las series ligeras, por lo que tenemos un contraste de cargas y velocidad de ejecución. Con este método se consigue realizar en la misma sesión un trabajo diversificado de fuerza (Cometti, 1988) cumpliendo el principio de variabilidad de la carga. Este método tiene efecto sobre la fuerza máxima y la fuerza explosiva.

Otra estrategia de entrenamiento concéntrico consiste en levantar cargas relativamente ligeras, aproximadamente de un 30% del máximo a alta velocidad; este método incide en la mejora de potencia máxima mecánica (Kaneko y cols, 1983). Ante una carga dada, la velocidad de ejecución determina la potencia desarrollada; si esta es alta se incrementa la fuerza explosiva. Si por el contrario la potencia es baja, los efectos se orientan hacia la hipertrofia general y resistencia a la fuerza (González & Gorostiaga, 1995).

1.2.2. Métodos isométricos.

Los *métodos isométricos* son aquellos en los que el músculo se tensa pero no realiza ningún trabajo físico, ya que el producto de fuerza por distancia es cero (Lothar M Kirsch, 1993). Algunos autores llegaron a la conclusión de que un esfuerzo isométrico diario de 6 segundos realizado 2/3 veces, en un periodo de 10 semanas, incrementaba la fuerza alrededor de un 5% a la semana. Por contra, el uso exclusivo de esta forma de entrenamiento perjudica la coordinación intramuscular (González &

Gorostiaga, 1995) con lo cual no es un método apropiado en principio para deportes acíclicos como son los colectivos analizados en este estudio.

1.2.3. Métodos excéntricos.

Los *métodos excéntricos* producen mayor tensión muscular que otros tipos de contracción. A la capacidad contráctil del músculo se une la resistencia de los puentes cruzados al ser estirados, posibilitando que ante una misma carga el número de puentes cruzados sea menor. Esta reducción en el reclutamiento provoca que la tensión que cada unidad motriz soporta sea mayor, suponiendo para ellas un gran estímulo (González & Gorostiaga, 1995; Häkkinen et al, 1987). Las investigaciones realizadas aconsejan el uso con métodos exclusivamente excéntricos en la recuperación de lesiones deportivas.

1.2.4. Métodos pliométricos.

El entrenamiento de la fuerza explosiva conocido de forma general como entrenamiento pliométrico se basa en el Ciclo Acortamiento-Estiramiento (CEA) porque se basa en la combinación de una contracción excéntrica y otra concéntrica, algo que, como ya se señaló, constituye un procedimiento habitual de la locomoción deportiva y es un estímulo básico en el proceso de entrenamiento en la mayor parte de las modalidades.

En general, Cometti (1998) señala que el entrenamiento con ejercicios pliométricos incide sobre la fisiología de la musculatura y permite desarrollar fuerzas superiores a las contracciones máximas voluntarias, disminuir las inhibiciones sobre el reflejo miotático, elevar el umbral de los receptores de Golgi, mejorar la sensibilidad del huso neuromuscular y disminuir el tiempo de acoplamiento entre la fase excéntrica y la concéntrica.

López-Calbet y cols. (1995b) hablan de la existencia de tres fases en el ejercicio pliométrico: preactivación, contracción muscular excéntrica o activación y contracción muscular concéntrica. Por ejemplo en los saltos tras una caída, la primera fase viene determinada por la rigidez que opone el músculo en el momento en que se produce el contacto con el suelo. El nivel de preactivación va incrementándose a medida que aumenta la altura desde la que se produce la caída, hasta alcanzar un nivel a partir del cual se produce un descenso en esa preactivación. Una menor rigidez de la musculatura supone una menor capacidad para acumular energía potencial elástica y por lo tanto una menor capacidad de movimiento reactivo. Para que el estiramiento surta el efecto deseado es preciso que se efectúe sobre un músculo que posea un cierto grado de rigidez. Además, tal y como indican Hewett y cols. (1996) y Chimera y cols. (2004) cuando el nivel de preactivación de los músculos implicados es mayor, se consigue un nivel de estabilización articular superior reduciéndose el riesgo de lesiones. La segunda fase se extiende desde el inicio del contacto con el suelo hasta la finalización del alargamiento del músculo, produciéndose un estiramiento brusco en

aquellos músculos que se encontraban preactivados y desencadenando un incremento en la actividad mioeléctrica. De manera general, estos autores afirman que la eficiencia de la contracción muscular concéntrica aumenta de forma directamente proporcional a la intensidad de este preestiramiento. Finalmente, en la tercera fase se produce un incremento de la fuerza generada en el músculo debido, por una parte, al retorno de la energía potencial acumulada en la fase de estiramiento y, por otra parte, a la propia contracción concéntrica. Si la altura de caída se eleva, también se incrementa la intensidad de la contracción concéntrica, pero sólo hasta un cierto punto, momento a partir del cual la activación de los receptores tendinosos de Golgi provoca una disminución en esa intensidad.

Komi y Gollhofer (1997) indican que para poder aprovechar las distintas fases del CEA, son necesarias tres condiciones básicas: una buena preactivación de los músculos antes de la fase excéntrica, que esta fase sea muy corta y rápida y que la transición entre la fase excéntrica y la concéntrica sea lo más breve posible. En este sentido, Carter y cols. (2007) señalan que para obtener ventaja del entrenamiento pliométrico, éste ha de realizarse de manera balística y siempre a la máxima velocidad porque además de aprovecharse de los factores elásticos, el movimiento se aproximará más a los requerimientos reales de la competición. Por su parte, López-Calbet y cols. (1995b) indican que la ganancia de fuerza disminuye si aumenta el tiempo transcurrido entre el estiramiento y la contracción concéntrica, de ahí que sea tan importante reducir al máximo el período de transición entre ambas fases del CEA.

García Manso y cols. (1996) señalan que el entrenamiento pliométrico se puede articular de dos maneras:

1- De manera sintética utilizando acciones iguales o muy parecidas a las de la competición:

a. *Pliometría de baja intensidad o bajo impacto*: Saltos (triples, quíntuplos, decasaltos, etc...) o botes.

b. *Pliometría de alta intensidad o alto impacto*: Hace referencia a los saltos ejecutados con caída previa puesto que, según López-Calbet y cols. (1995a) la altura de caída en la ejecución de un salto condiciona la intensidad de la contracción excéntrica necesaria para frenar la caída. Según éstos, existen investigaciones en las que se observa que la altura alcanzada en un salto con caída o *Drop Jump* (DJ) aumenta de manera proporcional a la altura de la plataforma desde la que se cae pero sólo hasta cierto punto, a partir del cual ese comportamiento se invierte. Sin embargo, una de las mayores dificultades del entrenamiento pliométrico para la extremidad inferior es precisamente establecer la altura óptima de caída en este tipo de saltos. Gómez – Carramiñana (1997) indica que esa altura de caída depende de las características individuales del sujeto y de su nivel de entrenamiento, así como del deporte del que se trate y del período de la temporada. Cárdenas y

López López (1999) indicaban que en estudios efectuados en deportistas de modalidades colectivas se ha demostrado que la altura óptima de caída ha de estar comprendida entre los 30 y los 50 cm, mientras que Bosco (1994) indica que la altura máxima de caída en mujeres debería situarse en los 50 cm.

c. *Pliometría dificultada*: Consiste en realizar los saltos con cargas adicionales como cinturones o chalecos lastrados.

d. *Pliometría facilitada*: En este caso los saltos se realizan utilizando para ello implementos que faciliten la ejecución de los mismos, como pueden ser los muelles o las gomas.

2- De manera analítica descomponiendo la estructura del movimiento en sus tres fases y utilizando cada fase de manera individual o bien de dos en dos.

Independientemente de la estructura de entrenamiento que se utilice, no hay que olvidar que es necesario que los estímulos presentados se acerquen lo máximo posible a los requerimientos de la competición e incluso es interesante incluir saltos específicos del deporte en cuestión, (Gehri y cols. 1998). En este sentido García Manso y cols. (1996) señalan que los ejercicios empleados aparte de que han de tener una elevada similitud con el gesto de competición tanto en el aspecto coordinativo como en el mecánico es interesante que se realicen siempre a la máxima velocidad que permita la carga utilizada. Para ello es muy importante que los deportistas conozcan y dominen la técnica de ejecución de los ejercicios con el objetivo de lograr un mayor rendimiento muscular y, en la medida de lo posible, evitar lesiones.

Factores a tener en cuenta a la hora de introducir ejercicios pliométricos en un programa de entrenamiento

Según Valadés (2005) a la hora de introducir un programa de entrenamiento pliométrico es necesario tener en cuenta varios factores, entre los que destacan:

- Edad y desarrollo físico de los deportistas implicados.
- Ejecución técnica de los ejercicios pliométricos.
- Requerimientos energéticos del deporte.
- Fase del entrenamiento anual en la que los deportistas se sitúen y situación de las competiciones en la misma. En este sentido, este autor señala que al situar este tipo de entrenamiento en una planificación anual hay que tener en cuenta el efecto residual del mismo.
- Aumentar progresivamente la intensidad, pasando de ejercicios de bajo impacto a ejercicios de alto impacto.

Los *métodos pliométricos* tienen en cuenta la mecánica del gesto y sus implicaciones fisiológicas, considerando la lógica interna y externa en la realización del

gesto. Un gran número de técnicos mantiene que el entrenamiento pliométrico representa el puente entre fuerza y potencia, concibiéndolo como un método que influye en la transferencia de fuerza en la ejecución competitiva (Chu, 1992).

En la literatura aparece reflejada una gran variedad de protocolos de entrenamiento pliométrico, lo que hace muy difícil concluir cual es el más adecuado. En la tabla 1.1 se resumen las características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios (recogido de García López, 2003).

AUTOR	DURACIÓN DEL PROGRAMA	ALTURA DE CAÍDA EN LOS DJ	NÚMERO DE SALTOS/SESIÓN	TEST EN LOS QUE SE OBTUVO MEJORA
Hakkinen y Komi (1985)	24 semanas (72 sesiones)	No especifica	100 – 200 (apoyos)	SJ (P<0,01)
Brown y cols. (1986)	12 semanas (36 sesiones)	No especifica	30	CMJ (P<0,05)
Gemar (1988)	8 semanas (16 sesiones)	No especifica	No especifica	CMJ (P<0,05)
Wilson y cols. (1993)	10 semanas (30 sesiones)	20 – 80 cm	30 – 60	CMJ (P<0,05) (10,33%)
Flarity y cols. (1997)	9 semanas (27 sesiones)	No especifica	No especifica	Seargent (P<0,05)
Diallo y cols. (2001)	10 semanas (30 sesiones)	30 – 40 cm	200 – 300 (apoyos)	CMJ (P<0,01) (11,6%) SJ (P<0,01) (7,3%) RJ15" (P<0,01)
Matavulj y cols. (2001)	6 semanas (18 sesiones)	50 cm 100 cm	30	SJ (P<0,05)(12,8%) SJ (P<0,05)(13,3%)
Spurrs y cols. (2003)	6 semanas (15 sesiones)	No especifica	127 (media) (apoyos)	CMJ (P<0,05)

Tabla 1.1. Características de los programas de entrenamiento utilizados en algunos estudios.

Son muchos los autores que han tratado de determinar la influencia que el entrenamiento de fuerza explosiva, y más concretamente el entrenamiento pliométrico, tiene sobre diferentes factores de rendimiento. Una de las variables más utilizadas para medir esa influencia ha sido la capacidad de salto ya que, tal y como se ha indicado, los principales factores determinantes del rendimiento en el salto vertical son la fuerza y la potencia desarrollada por la musculatura de la extremidad inferior así como la coordinación neuromuscular del movimiento.

Fatouros y cols. (2000) indicaban que el entrenamiento pliométrico es interesante en las modalidades deportivas que requieren movimientos explosivos, especialmente en aquellas en las que esa capacidad de salto vertical es importante en el rendimiento. Según Potteiger y cols. (1999) el entrenamiento pliométrico mejora la capacidad del sujeto para generar potencia en el salto gracias fundamentalmente a un incremento en el tamaño de las fibras musculares. De hecho señala que existen correlaciones significativas entre los cambios provocados por el entrenamiento pliométrico en el rendimiento muscular y el tamaño de las fibras. Tourmi y cols. (2004) señalan que tal y

como han demostrado numerosos autores, la capacidad de salto puede mejorarse a través de programas de entrenamiento pliométrico que duren entre 6 y 12 semanas. No obstante Fatouros y cols. (2000) indican que el porcentaje de mejora que puede lograrse en la capacidad de salto con el entrenamiento de fuerza depende en gran medida del nivel de fuerza del sujeto antes de iniciar el programa de entrenamiento. Aquellos sujetos que presentan un menor nivel por lo general exhiben incrementos mayores en la capacidad de salto.

Muchos autores han desarrollado programas de entrenamiento pliométrico con sujetos que sin ser sedentarios tampoco participan en ninguna actividad deportiva sistematizada. Por ejemplo Gehri y cols. (1998) llevan a cabo un programa de entrenamiento de carácter pliométrico de doce semanas de duración consiguiendo mejoras significativas tanto en la altura de salto vertical como en la producción de energía. Estos autores llegan a la conclusión de que en este tipo de poblaciones la utilización del CMJ o del DJ son igual de efectivos en la mejora de la capacidad de salto vertical ya que los mecanismos para incrementar la altura de salto se basan en una mejora del componente contráctil más que en el componente elástico.

En esta misma línea Fatouros y cols. (2000) llevan a cabo un programa de entrenamiento durante doce semanas, con una frecuencia de entrenamiento de tres sesiones a la semana en las que un grupo efectúa ejercicios exclusivamente pliométricos, otro grupo ejercicios de fuerza con pesas y un tercer grupo un entrenamiento combinado. Al finalizar el programa, es el grupo de entrenamiento combinado el que obtiene mejores resultados en la altura de salto y en la potencia mecánica, existiendo diferencias estadísticamente significativas en relación a los otros grupos. Si bien los tres tipos de entrenamiento provocan mejoras en la capacidad de salto, el entrenamiento pliométrico conlleva resultados mejores que el entrenamiento con pesas en la altura de salto vertical, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas. Ya anteriormente Adams y cols. (1992) se mostraban partidarios de ese entrenamiento combinado, señalando que el trabajo de fuerza con pesas combinado con el entrenamiento pliométrico ofrece mejores resultados que esos entrenamientos de manera aislada.

1.2.5. Método complejo o de contrastes.

Este método de entrenamiento suele utilizarse como medio de transferencia del desarrollo de fuerza máxima a fuerza explosiva, facilitando el proceso y evitando cambios bruscos en la forma de entrenamiento (García Manso, 1999)

Los primeros precursores del método de contrastes, Spassov y Abadjiev, surgen de Bulgaria, por eso tradicionalmente se le ha conocido como método búlgaro (Tous, 1999). La principal característica de este método es el contraste entre cargas pesadas y ligeras. El método búlgaro clásico consiste en alternar en la misma sesión series con cargas pesadas (en torno al 90% de 1RM –Repetición Máxima) y ligeras (40-50% de 1RM), realizando los movimientos a máxima velocidad (Cometti, 1999).

Los fundamentos del método complejo se basan en lo siguiente: el trabajo con cargas pesadas incrementa la excitabilidad de las motoneuronas y el reflejo de potenciación, lo que puede crear unas condiciones de entrenamiento óptimas para la realización posterior del ejercicio pliométrico (Chu, 1996; Fees, 1997; Fleck & Kontor, 1986; Verkhoshansky, 1966, 1986).

En cuanto a la inclusión del método complejo en el programa de entrenamiento, en opinión de Bompa (1999), este tipo de entrenamientos pueden llevarse a cabo en la parte final del periodo preparatorio o, en el caso de varias fases de fuerza máxima, durante la última fase, afirmando que sigue siendo necesaria una fase de fuerza máxima antes del trabajo de fuerza explosiva, debido a que esta última está en función de la primera. Para Chu (1996, 1998), esta forma de entrenamiento debe estar siempre precedida por una fase de entrenamiento de fuerza básica o hipertrofia, o poseer ya previamente una base de fuerza (Ebben & Blackard, 1997a, 1998).

Según Chu (1996, 1998), quien ha propuesto un modelo de periodización utilizando el método complejo aplicado al deporte (tabla 1.2), en el trabajo de peso se deben realizar pocas repeticiones con cargas de moderadas a pesadas. Por otra parte, el volumen de los ejercicios pliométricos debe ser reducido, de tal manera que no disminuya el rendimiento a causa de la fatiga. Se ha indicado la necesidad de trabajar a una alta intensidad tanto en el entrenamiento de peso como en el pliométrico, con un volumen bajo (2 a 5 series) y haciendo de 2 a 10 repeticiones con el peso y de 5 a 15 del pliométrico. Los descansos entre series que se han propuesto abarcan desde los 2 a los 10 minutos, mientras que se ha recomendado un descanso entre los ejercicios del par o del trío de entre 0 y 30 segundos, aunque esta cuestión no está demasiado clara. En cuanto a la frecuencia de entrenamiento, se ha hablado de 1 a 3 veces por semana con 48-96 horas de recuperación si se trabajan los mismos grupos musculares (Chu, 1995, 1996; Ebben y Blackard, 1997a, 1998; Fleck y Kontor, 1986; Hedrick, 1994; Verkhoshansky, 1966, 1986).

En general, se puede decir que aspectos como la periodización, variación, intensidad, volumen, elección de ejercicios, especificidad, recuperación y frecuencia de entrenamiento se deben aplicar siguiendo los principios generales de la metodología del entrenamiento, estando menos claro el descanso entre series, y sobre todo, entre ejercicios (Ebben & Watts, 1998).

FASES	PESAS	PLIOMETRÍA	OBESRVACIONES
Preparación (2-6 semanas)	2-4 series x 10-15 repeticiones al 60-70% de 1 RM	2-3 series x 10-12 repeticiones de ejercicios simples	Los pares no seguidos
Precompetición (8-12 semanas)	Fase temprana: 3 x 10-15 al 70-85%. Fase tardía: 4 x 4 4-6 al 70-85%	Fase temprana: 3 x 10-15 de ejercicios simples. Fase tardía: 4 x 5-10 de ejercicios más complejos.	
Competición	3-5 x 1-3 al 80-100%	3-5 x 5-6 de ejercicios complejos.	
Transición			Práctica de otros deportes diferentes al habitual.

Tabla 1.2. Periodización del entrenamiento complejo (Chu, 1995).

Recientemente la investigación ha mostrado que este tipo de entrenamiento es efectivo para incrementar, en forma aguda, la potencia de la extremidad superior (Baker, D. 2003). En este estudio se halló que la realización del ejercicio de press de banca con una carga del 65% de 1RM alternado con lanzamientos desde press de banca (30-45% de 1RM) resultó en un incremento agudo de la producción de potencia.

El entrenamiento para maximizar la potencia de la extremidad superior en ejercicios de flexión/extensión requiere la utilización de ejercicios con cargas altas y menores velocidades de movimiento para el desarrollo de la fuerza como de ejercicios llevados a cabo con altas velocidades de ejecución y aceleración en todo el rango de movimiento para el desarrollo de la potencia (lanzamientos desde press de pecho, lanzamientos de balones medicinales, flexiones de brazos pliométricas, y otros ejercicios de lanzamientos y ejercicios balísticos de flexión/extensión) (Baker, D. 2001). En el ejercicio de lanzamiento de press de pecho la pérdida de contacto con la barra asegura la aceleración a través de todo el rango del movimiento. En la figura 1.2 se representa este ejercicio.



Figura 1.2. Lanzamiento desde press de banca realizado en una máquina Smith.

ANTECEDENTES

Haciendo una revisión sobre las principales investigaciones que tratan con este tipo de entrenamiento, se pueden destacar las reflejadas en tabla 1.3.:

Autor y año	Población	Metodología	Resultados	Observaciones
Verkhoshansky y Tatyán, 1973	108 atletas noveles	12 semanas. 36 sesiones. GE1: pesas + pliometría. GE2: pliometría + pesas.	Peor rendimiento del GE1	Sin datos numéricos. Los resultados se achacan a la inexperiencia de los atletas, opinándose que el entrenamiento complejo es interesante en atletas muy entrenados.
Taiana y cols. 1993	15 futbolistas juveniles (18±0,3 años)	10 semanas. Encadena 4 ejercicios alternándose pesas, saltos y golpes de balón.	Mejora en SJ, CMJ, 10 y 20 m. Mejora significativa en la velocidad de tiro.	Un único grupo impide comparar sobre la idoneidad del método empleado con respecto a otros.
Navarro y cols. 1997	24 jugadores de baloncesto y voleibol	12 semanas. 2 sesiones/semana. 2 grupos para cada deporte. GE1: 3-5 x 3RM squat + 11 saltos. GE2: 3-5 x 3RM cargada + 5 saltos con sobrecarga y 6 sin sobrecarga.	Baloncesto: dif. Signif. entre grupos en squat a favor de GE1. Mejoras significativas en ambos grupos en squat, SJ y CMJ. Voleibol: dif. Signif. entre grupos en squat a favor de GE1. Mejoras significativas en salto en ambos grupos.	Puede resultar interesante el método complejo en deportes de equipo con ejercicios de halterofilia.
Chirosa, 1997. Chiroso y Padiá, 2000	Balonmano / 16 Juveniles	7 semanas. 2 sesiones/semana. G1: 70% de 1RM de squat + 2-4 lanzamientos en suspensión. GE2: 70% de 1 RM de squat y 2-4 lanz., Pero no seguido.	SJ, SJ25, SJ50, CMJ y ABK mejoran más en GE1, pero sólo diferencias significativas entre grupos en SJ50.	Método de contrastes mejoran las distintas manifestaciones de fuerza dinámica en juveniles de balonmano.
Burger y cols. 2000	78 jugadores de fútbol americano	7 semanas. GE1: pesas + pliometría. GE2: todo el trabajo de pesas + todo el trabajo de pliometría.	Diferencias significativas en salto vertical a favor de GE1 y en press de banca a favor de GE2. No diferencias significativas en squat.	El método complejo esta efectivo, sino más, que otro método, en 7 semanas de entrenamiento.
Mayo y Pardo, 2001	Balonmano / 15 jugadoras profesionales	7 semanas. 1ª-3ª semanas: 3-4 x 8 al 80% con carga	Mejora significativa en SJ, ABK, press de banca y lanz. balón	El método de contraste permitió el progreso en el

ANTECEDENTES

		elevada + 6 rept. sin carga. Siguiendo 4 semanas: 3 x 4-6 al 90-100% con carga media-alta + 4-6 con carga media-baja y baja.	medicinal. No mejora significativa en CMJ.	rendimiento físico de jugadoras con experiencia y jóvenes, donde se encontraron los mejores resultados posiblemente por sus niveles inferiores en los valores iniciales.
Chirosa y cols. 2002	30 soldados varones	8 semanas. 3 días/semana. GE1: 70% de 1 RM squat + 6-8 multisaltos. GE2: 1º todas las series con el 70% de 1RM squat y luego las de multisaltos.	Mejoras significativas de ambos grupos en las manifestaciones de fuerza. GE1: ganancia más rápida en salto, pero al final sin diferencias entre grupos. Mayores ganancias significativas en F. Máxima.	El entrenamiento de contraste en la serie es interesante también en sujetos de nivel medio.
García Calvo y cols. 2003	6 estudiantes de Ciencias del Deporte.	6 semanas. 2 ciclos de 3 sem.: 100%, 80% y 30%. 3 sesiones/semana. Encadenamientos de ejercicios con pesas y saltos, sprints y golpes de balón. GE: 3 sujetos. GC: 3 sujetos (no entrenaron)	Mejoras en la velocidad de tiro, SJ y SJ con cargas, CMJ y CMJ con cargas, y DJ y DJ con cargas, y 30 m.	Los resultados no son significativos debido a la escasez de la muestra.
Schneider y cols. 2006	6 jugadores fútbol australiano / (19±2,5 años)	6 semanas. GE1: 3 sem. F. Máx. y 3 sem. Potencia. GE2: alterna F. Máx. y potencia. Volumen e intensidad igualados.	Mejoras significativas en ambos grupos en 1RM ½ squat, pico de potencia, en SJ con 30% de 1RM, altura salto vertical tiempo en 5 y 20 m., y pico de potencia en un sprint de 4 seg. en cicloergómetro. No dif. entre grupos.	Un programa de entrenamiento complejo no resulta más efectivo que un programa periodizado tradicional.
Juárez, 2006	23 estudiantes Ciencias del Deporte.	8 semanas. GE1: 4 sem.. F. Máx. + 4 sem. F. Expl. GE2: 8 sem. F. Máx. + F. Expl. mediante método complejo. Mismo vol. e inens.	Mejoras significativas en F. Máx. y F. Expl. en ambos grupos.	Misma efectividad de ambos programas en sujetos con escasa experiencia en entrenamiento de fuerza.

Tabla 1.3. Estudios sobre efectos agudos de programas de entrenamiento que aplican el método complejo (Modificado de Juárez y Navarro, 2007).

En cuanto a las pausas de recuperación, para incrementar la producción de fuerza y velocidad y reducir la fatiga durante una serie, se han desarrollado algunos métodos específicos en los últimos años (Keogh y cols, en 1999). Estudios recientes, indican que en comparación con la forma tradicional de realizar las repeticiones, las repeticiones presentadas en forma de bloques (*clusters*) (Haff y cols, en 2001) o los métodos de “descanso-pausa” o de “división” (Keogh y cols, en 1999) permiten incrementar la fuerza o la velocidad. El agrupamiento de repeticiones es un método en el cual una serie de varias repeticiones se divide en pequeños bloques de repeticiones que permiten una breve pausa entre cada bloque. Por ejemplo, 8 repeticiones pueden realizarse como 4 bloques de 2 repeticiones con una pausa de 10 segundos entre los bloques. El sistema descanso-pausa es similar pero característicamente consiste en la división de una serie de pocas repeticiones (por ejemplo, 5RM) en repeticiones únicas con una corta pausa (2-15 segundos) entre las repeticiones. Las series *divididas* (*breackdown o stripping sets*) consisten en quitar una pequeña cantidad de carga de la barra durante las cortas pausas entre las repeticiones. Esta reducción de la carga aliviará los efectos de la fatiga acumulada, resultando en un menor grado de deterioro de la producción de fuerza a través de la serie, así como también en el incremento de la fuerza en las repeticiones iniciales en comparación con la forma tradicional de levantar cargas altas (Keogh y cols, en 1999).

1.2.6. Métodos combinados.

Con el entrenamiento de la fuerza se producen distintas adaptaciones neuromusculares y estructurales dependiendo de la utilización de la carga (Young, 1993). Aunque el resultado externo producido por distintos trabajos sea parecido, el motivo interno puede ser muy diferente. En efecto, diferentes investigaciones para la mejora de una conducta muy común en cualquier modalidad deportiva como es la altura de salto, han demostrado cómo se obtienen incrementos significativos utilizando cargas diferentes (Fower, 1995; Zurita, 1995; Adams et al 1992; Baver, 1990). Estos estudios también indican que la combinación de dichas cargas dentro de un mismo entrenamiento, produce mejores efectos que su uso por separado (Adams et al, 1992).

En este apartado voy a referirme a la fuerza como cualidad física básica sobre la que se construyen las demás. Esta idea es aceptada por algunos autores, llegando a afirmar que “la fuerza es la única capacidad condicional”.

La relación entre la fuerza y el entrenamiento integrado, se puede entender como el trabajo de la fuerza, incluyendo movimientos propios de cada modalidad deportiva. Una idea aceptada por preparadores físicos de deportes colectivos, es que en el trabajo de la fuerza se deben entrenar grupos musculares, y además los movimientos de esos grupos musculares.

En este sentido, los métodos de entrenamiento de musculación se utilizan rara vez de forma aislada. En una sesión de musculación pueden incluirse contracciones musculares de tipo concéntrico, excéntrico, isométrico y pliométrico así como combinar estos tipos de contracción muscular con movimientos específicos de la modalidad deportiva. Esto es la *utilización de métodos combinados* para la mejora de la condición física, y *no entrenamiento integrado*. Pero en la práctica, el efecto que se persigue es el mismo, aproximar el trabajo general de musculación hacia la modalidad deportiva concreta.

1.2.6. El entrenamiento integrado.

Bajo este epígrafe, cabe preguntarse si con la combinación/integración de factores del entrenamiento, vamos a aumentar el rendimiento en mayor proporción que con la aplicación de cada factor por separado –entendiendo que la aplicación de los métodos de entrenamiento es sin duda cada vez más acertada por el conocimiento de los efectos de cada uno de ellos sobre el organismo.

Igualmente cabe preguntarse de qué manera resulta más adecuado combinar/integrar distintos factores: ¿en la misma sesión?, ¿en la semana?, ¿en el mes?, ¿a lo largo del año?. Coincidiendo con la opinión expuesta por Chiroso, L.J., y Chiroso, I., el planteamiento más acertado parece ser la utilización del entrenamiento integrado o mejorar la condición física a través de estímulos técnico-tácticos en dos situaciones:

1º. Con deportistas jóvenes después de periodos de musculación más o menos determinados.

2º. Con deportistas ya formados en periodos donde la elevada carga competitiva exige reducir al máximo cargas puramente condicionales.

Respecto al primer caso; en estudios realizados por algunos autores, se ha visto que en periodos de trabajo de 12 semanas los resultados obtenidos son óptimos en lo que se refiere a la mejora de la fuerza. Después de estos bloques de fuerza, es un buen momento para incluir un periodo más o menos reducido de tareas físicas a través de estímulos técnico-tácticos, como planteamiento de tareas próximas a las exigencias de la modalidad deportiva después de una fase de desarrollo muscular.

Respecto al segundo caso hay que señalar varias cosas; en primer lugar que en el deporte de élite, el grado de profesionalización de los deportistas lleva a más volumen de entrenamiento; en segundo lugar el número de competiciones ha aumentado notablemente. Esto hace que sean relativamente frecuentes las sobrecargas en los jugadores. Con la integración de factores en el entrenamiento podemos realizar menos volumen de entrenamiento en fases con alta carga competitiva.

Estas dudas que se plantean a la hora de poner en práctica el “entrenamiento integrado”, denotan la falta de convencimiento por parte de algunos entrenadores hacia lo que para otros es una evidencia: “si las capacidades técnico-tácticas y físico-condicionales se encuentran unidas en la competición, también podrán/deberán interrelacionarse en el proceso de entrenamiento.

La combinación de factores en el entrenamiento es un argumento metodológico más que debemos tener presente. De la sabiduría de cada entrenador dependerá que su utilización tenga el efecto deseado. Cualquier conducta del juego es susceptible de observar desde diferentes perspectivas. En el gráfico adjunto puede observarse cómo cualquier ámbito relacionado con el entrenamiento está determinado por el resto. Contenidos técnico-tácticos pueden entrenarse a través de estímulos físicos; asimismo estará orientado hacia una u otra cualidad de forma específica, la fuerza en el caso del balonmano.

En una perspectiva más clásica, otra forma de interpretar la mejora de las capacidades condicionales, es a través de estímulos físicos con independencia de los movimientos técnico-tácticos (ver figura 1.3.). Esta forma de interpretar el entrenamiento tiene validez en estadios iniciales o etapas de formación, donde la falta de control sobre los dominios técnicos impide la utilización de estímulos técnico-tácticos para el desarrollo de la condición física.

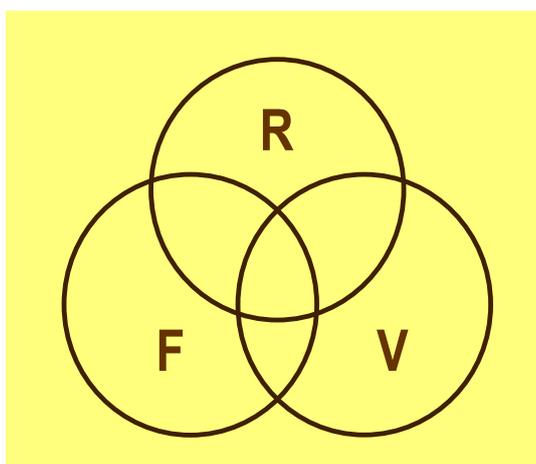


Figura 1.3. Interacción de las capacidades condicionantes.

1.3. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN FÚTBOL

En la figura 1.4 se puede observar el modelo holístico propuesto por Bangsbo y Michalsik (2002) para estructurar los factores determinantes del rendimiento en una modalidad deportiva como el fútbol.

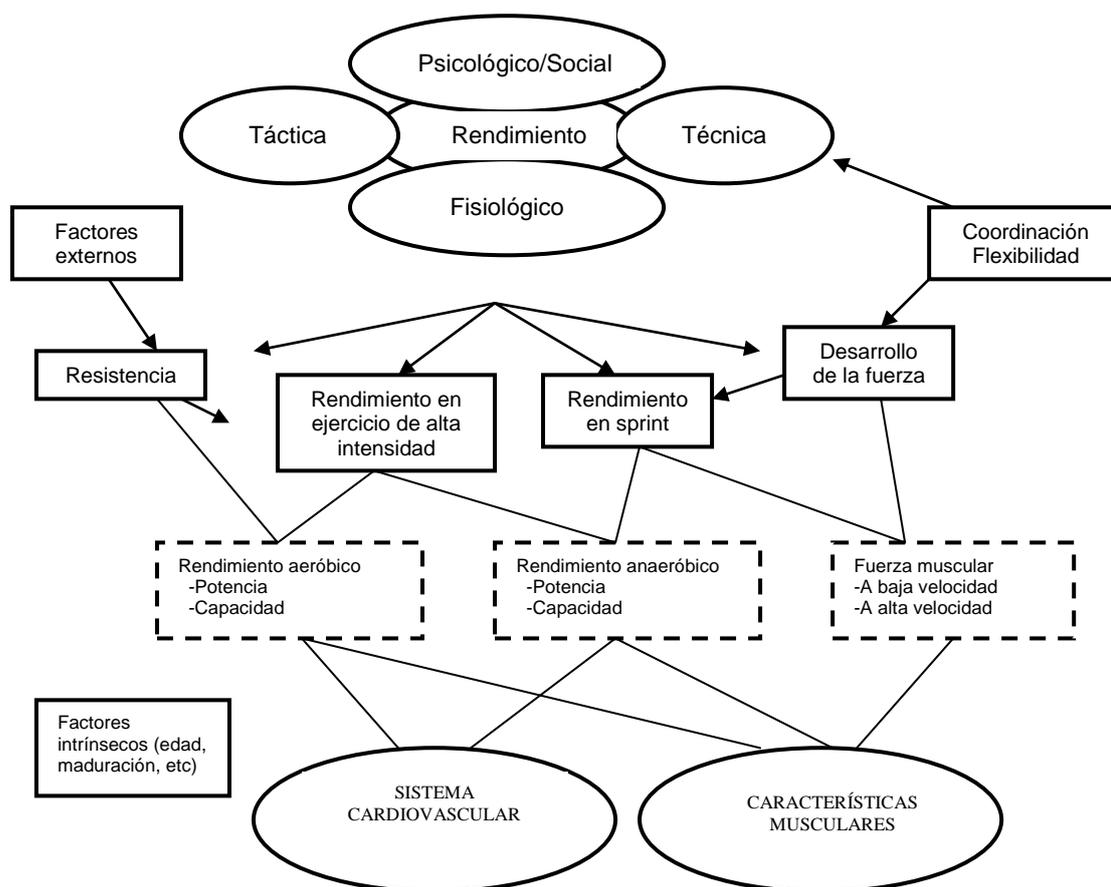


Figura 1.4.. Modelo holístico de los factores fisiológicos determinantes del rendimiento en el fútbol, (Bangsbo y Michalsik, 2002).

1.3.1. Características generales del esfuerzo en el fútbol

El ejercicio intermitente de alta intensidad es una de las formas de actividad más frecuentes en la mayor parte de los deportes de equipo. En éstos, la actividad del jugador se caracteriza por un volumen considerable de desplazamientos de intensidad media y baja donde la energía es suministrada por el sistema aeróbico, numerosos esfuerzos de corta duración y máxima intensidad en los que la contribución principal procede del metabolismo anaeróbico aláctico y períodos cortos e irregulares de recuperación, (Barbero, 2002). Aunque menores en número y en tiempo las acciones a la máxima intensidad determinan el desarrollo del partido, por lo que se puede

establecer como factor determinante del rendimiento, la capacidad de los futbolistas para ejecutar ejercicios de alta intensidad de manera repetida, (Tumilty, 1993; Bangsbo y cols. 1993; Cometti, 1999).

Tiempo efectivo de juego en fútbol.

A pesar de que en fútbol un partido de categoría absoluta, dura 90 minutos, una parte importante la ocupan las interrupciones de carácter reglamentario. Analizando los trabajos de Dufour (1990) y Frattarola (1991) (citados por Carles, 2004) y Castellano y cols. (1996) se puede concluir que el tiempo real de juego en un partido oscila entre 55 y 60 minutos (60-65% del tiempo reglamentario), con una disminución en la segunda mitad del partido. Además, Cano y cols. (2000) demostraron que el tiempo real de juego es menor en jugadores de menor nivel competitivo.

Desplazamientos efectuados y características de los mismos en fútbol (tabla 1.4)

Autor	Año	Andar/Marcha (Int. Baja) (m)	Carrera lenta (Int. Lenta) (m)	Carrera intensiva (Int. Submáx.) (m)	Sprint (Int. Máx.) (m)
Winterbottom*	1952	2347		1015	
Wade*	1962	1372-3652		229- 1829	
Saltin*	1973	2340	5880		2880
Knowles y Brooke*	1974	1703	2610		520
Ohashi y cols.*	1988	7709		2035	589
Bangsbo y cols.*	1991	3600	5200	2100	300
Rienzi y cols.*	2000	3251	4119	923	345
Castagna y cols.*	2003	1144	3200	986	468
Mohr y cols.	2003			1900	410

*Tabla 1.4. División de los desplazamientos efectuados en fútbol en función de la intensidad de los mismos. (*Citados por Stolen y cols. 2005).*

Otros autores (Castellano y cols. 1996; Hernández, 1998; Cometti, 1999) obtienen resultados similares, que nos llevan a concluir que la mayor parte del tiempo de un partido está ocupado por desplazamientos a moderada y baja intensidad, pero son determinantes las acciones a máxima intensidad, que normalmente se producen en el entorno del balón y combinadas con elementos de carácter técnico.

Número de desplazamientos a la máxima intensidad en fútbol.

En la revisión efectuada por Hernández (1998) se constata la evolución ascendente que este indicador ha ido sufriendo a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, ya que de las 70 acciones que se efectuaban en 1954 se pasó a 195 en 1992.

Gorostiaga (1993) afirma que el 50 % de los esfuerzos máximos se efectúan en una distancia inferior a 12 m, un 20 % entre 12 y 20 m, un 15 % entre 20 y 30 m y un 15 % en recorridos superiores a 30 m. D'Ottavio (1998) afirma que la duración de los desplazamientos a la máxima intensidad casi nunca es superior a los 3-4 s, lo que supone una distancia comprendida entre 15 y 25 m. Indica también que este tipo de acciones se repiten hasta 60-70 veces a lo largo de un partido. Stolen y cols., (2005), basándose en estudios de Reilly y Thomas (1976), Withers y cols. (1982), Mayhew y Wenger (1985), Van Gool y cols. (1988), Bangsbo y cols. (1991). Mohr y cols. (2003) afirman que durante el partido, una acción de sprint ocurre cada 90 segundos, con una duración entre 2 y 4 s. Domínguez y cols. (1997) recogen datos valorando este tipo de desplazamientos a la máxima intensidad en fútbol que no hacen sino confirmar lo anteriormente señalado, (tabla 1.5).

Autor	Año	Duración (s)	Distancia (m)	Repet.	% del tiempo total de partido	% de metros totales recorridos
Christiaens	1966	3-10	5-10	100	--	--
Brooke y Kwonles	1974	--	10,4	52	--	11,1
Whitehead	1975	--	--	--	--	14,9
Reilly y Thomas	1976	--	--	--	--	10,7
Talaga	1978	--	10-15	30-60	--	--
Ksionda y Sledzieweski	1982	--	--	61	--	--
Whiters	1982	3-6	22'4	96	--	--
Boeda	1984	--	--	--	--	30
Bosco	1984	--	5-16	--	--	--
Lacour y Chatard	1984	3-6	--	100	--	8,33
Winkler	1985	--	5-16	--	--	--
Eklom	1986	--	--	--	--	8-16
Sledzieweski y Gutiérrez	1987	2-8 3-6	10-35	--	--	--
Van Gool y cols.	1987	--	--	--	--	7,5
Ohashi	1988	--	--	--	--	10
Bosco	1990	--	--	--	--	10
Dufour	1990	2-3	10-15	185	--	--
Pirnay y Geurde	1991	2-3	10-20	95	4,9	18,26
Goubert y cols.	1991	1,5-7	22	33	--	--
Massach	1992	--	--	--	--	10-25
Gorostiaga	1993	--	<12	--	1,12	0,4-2

Tabla 1.5: Características de los desplazamientos a máxima intensidad en fútbol, (Domínguez y cols. 1997).

Cano y Romero (2000) concluyen que, en todas las categorías de desplazamiento, la distancia recorrida por los jugadores de alto nivel es superior, apareciendo las mayores diferencias en el caso del sprint.

Acciones explosivas en fútbol.

Según Cometti (1999) “la fuerza es el agente de progreso de todos los deportes colectivos” y el fútbol es un “juego de tipo explosivo”. López de Viñaspre y cols. (1996) señalan que de todas las manifestaciones de fuerza, la explosividad es la más importante en la mayoría de los deportes de equipo.

Hoy en día se considera tan importante el aumento de la distancia total recorrida como el aumento de las acciones explosivas realizadas durante un partido (Todd y cols. 2002). Entre las acciones más características que se dan en cualquier partido de fútbol podemos destacar la puesta en acción (arrancada), las paradas, los saltos, las cargas, los golpes, los remates, los tiros y las entradas. Todas las acciones anteriormente enumeradas van a tener como factor determinante la fuerza. En algunas de ellas como el golpeo o el remate también es fundamental el nivel técnico del deportista. Arjol (2004) concluye acertadamente que las acciones a mayor intensidad (saltos, arrancadas, frenadas, golpes) son determinantes dentro de la competición ya que se relacionan con la consecución o evitación del gol, por lo que han de constituir un objetivo prioritario en el entrenamiento de la condición física del deportista.

En este sentido Cuadrado y Zarzuela (2003) hacen referencia a una serie de investigaciones existentes acerca del número de acciones explosivas que se ejecutan durante un partido, (tabla 1.6.).

Autor	Acción	Número
Lacour (1984)	Sprints de 3-6 m	100
Winkler (1985)	Sprints de 5 – 8 m	25 –60
	Sprints de 9-12 m	20 – 65
	Sprints de 12-16 m	15- 50
De Mata (1992)	Acciones explosivas	179'4
Pirnay y cols. (1993)	Acciones explosivas	200 (97-102 sprints de 10-20 m)
Weineck (1994)	Sprints partidos	100
Castellano Paulis (1996)	Acciones de alta intensidad	214'5
Bosco (1997)	Aceleraciones	70

Tabla 1.6. Acciones explosivas ejecutadas durante un partido, (Cuadrado y Zarzuela, 2003).

Stolen y cols. (2005) indican que en términos generales, los jugadores ejecutan unos 10-20 sprints, 15 entradas, carrera de alta intensidad más o menos cada 70 segundos, 10 golpes de cabeza, 50 interacciones con el balón, 30 pases, así como contracciones enérgicas para mantener el control sobre el balón frente a la presión defensiva.

Por líneas Gil y Dalmau (1999) llegan a la conclusión de que son los jugadores del centro del campo los que más intervenciones realizan por encima de delanteros y

defensas. Lago (2001) indica que, en función del tipo de acción al que nos estemos refiriendo, su ejecución cobrará una mayor o menor importancia cuantitativa de acuerdo a la posición ocupada por el jugador en el campo. Las diferencias por puestos en cuanto al cómputo global no son grandes, pero sí en cuanto a la distribución de cada tipo de acción explosiva.

Cano y Romero (2000) señalan que el número de acciones explosivas ejecutadas por los jugadores disminuye a medida que desciende el nivel competitivo.

Villa y cols. (1999), en relación a la capacidad que los futbolistas han de tener para repetir esas acciones explosivas o esos desplazamientos a la máxima intensidad, hablan de la importancia que la resistencia a la fuerza explosiva (García y Ruiz, 1998), la resistencia a la rapidez (Martín, 1994) o la resistencia a la fuerza rápida (Bosco, 1991) poseen en el fútbol. D'Ottavio (1998) por su parte afirma que la resistencia específica en el fútbol se define como *“la capacidad del jugador de repetir durante el partido acciones y gestos de tipo rápido-explosivo y reactivo sin incurrir precozmente en una situación de fatiga”*.

1.3.2. La fuerza en el fútbol

Fernández y Lago (2000) proponen una clasificación de las diferentes acciones propias del fútbol teniendo en cuenta las características de la activación de la musculatura agonista, el tipo de fuerza aplicada y la tensión producida, (tabla 1.7).

Acciones motrices	Activación	Fuerza aplicada	Tensión
Golpeos, pases, tiro a gol	Excéntrico-isométrico-concéntrico	Explosiva Explosiva máxima	Elástica-explosiva
Regate	Excéntrico-isométrico-concéntrico (desde parado) Excéntrico-isométrico-concéntrico (en movimiento)	Dinámica máxima relativa Explosiva máxima	Elástica-explosiva Elástica-explosiva-reactiva
Control y protección del balón	Excéntrico-isométrico-concéntrico	Dinámica-máxima-relativa	Tónico-explosiva
Entrada y carga	Excéntrico-isométrico-concéntrico	Dinámica-máxima-relativa Explosiva-máxima	Elástica y explosiva
Aceleración	Excéntrico-isométrico-concéntrico	Explosiva- máxima	Explosiva
Deceleración	Excéntrico-isométrico-concéntrico	Explosiva máxima	Elástica- reactiva
Salto	Excéntrico- isométrico-concéntrico	Explosiva máxima	Elástica-explosiva-reactiva

Tabla 1.7. Clasificación de las acciones de fuerza que se producen en el fútbol, (Fernández y Lago, 2000).

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, la fuerza es determinante en la ejecución de las distintas acciones técnicas, entre las que se incluye el golpeo del balón. Además la capacidad física de fuerza se considera fundamental como base de la capacidad condicional de velocidad, factor de rendimiento que cada vez cobra más importancia en este deporte, teniendo en cuenta el incremento progresivo del número de desplazamientos a la máxima intensidad en las últimas décadas. Es más, autores como Villa y cols. (1999) hablan de la existencia de un nexo de unión entre las diferentes manifestaciones de la velocidad y las distintas manifestaciones de la fuerza explosiva en los deportistas en general y en los futbolistas en particular. Además son varios los autores que indican que la capacidad de realizar más acciones de mayor intensidad resulta ser un factor que diferencia a los futbolistas de mayor nivel de los de niveles inferiores, (Oberg y cols. 1986; Cabri y cols. 1987; (citados por De Proft y cols. 1988a); Gorostiaga, 1993; Bangsbo, 1997; Cano y Romero, 2000). Dichas diferencias también se han constatado en la fuerza, por un lado entre futbolistas y no futbolistas y, por otro lado, entre grupos de futbolistas de diferente nivel (Oberg y cols. 1986; Cabri y cols. 1987; (citados por De Proft y cols. 1988a); Togari y cols. 1988). Estas diferencias se localizan principalmente en componentes como la fuerza explosiva, de lo que se deduce que es importante tener y desarrollar una importante capacidad de activación muscular rápida, (Faina y cols. 1988). De hecho las acciones deportivas como el sprint, el salto, el lanzamiento o el golpeo demandan movimientos a alta velocidad, requiriendo a los músculos generar una alta potencia absoluta, (Thomas y cols. 1996; Wisloff y cols. 1998).

Además de la importancia de la fuerza en la ejecución técnica y en la manifestación de la velocidad, otros autores destacan la función de esa capacidad en la acción de frenado (López de Viñaspre y cols. 1996; D'Ottavio, 1998), situación que a nivel muscular se caracteriza por una rápida transición entre una contracción concéntrica y otra isométrica o excéntrica.

Respecto a los objetivos del trabajo de fuerza en los futbolistas, De Proft y cols. (1988a) y Lees y Nolan (2002) señalaban la importancia de introducir un entrenamiento específico de fuerza en los futbolistas con el objetivo de mejorar las habilidades requeridas en la competición. Para Arjol (2004) el objetivo fundamental de ese trabajo específico de fuerza es dotar al futbolista de un nivel óptimo acorde con las funciones y misiones a desarrollar, a fin de que disponga de un rango amplio de utilización de la fuerza específica para hacer frente a los requerimientos propios del juego y así elevar el rendimiento.

Portolés (1996) propone los siguientes objetivos generales del trabajo de fuerza en los futbolistas:

- 1º Mejorar la fuerza explosiva-velocidad siempre orientándola a conseguir los más altos niveles de velocidad de movimiento.

2º Mejorar las capacidades técnicas. Martín Acero (1998) señala que cuando existe una relación entre la fuerza y la técnica, la primera interesa como elemento transmisor de energía en gestos específicos.

3º Reducir el riesgo de lesiones. Son varios los autores que hablan de esta función preventiva del trabajo de fuerza, (De Proft y cols. 1988a; Hewett y cols. 1996; Wisloff y cols. 1998; Arjol, 2004; Arnason y cols. 2004; Chimera y cols. 2004; Silvestre y cols. 2006).

Arjol (2004) destaca como grupos musculares principalmente implicados en proporcionar grandes niveles de fuerza para los movimientos propios del fútbol, el cuádriceps, el tríceps sural y los isquiotibiales. Estos últimos tienen además una importante función de estabilización de la articulación de la rodilla, especialmente en los cambios bruscos de dirección (Fried y Lloyd, 1992). Todo ello sin olvidar la importancia que tiene el trabajo de otros músculos, que en muchas ocasiones, aunque no siempre, tiene un carácter preventivo y compensatorio.

En este sentido D´Ottavio (1998) habla de la importancia de poseer un buen nivel de elasticidad en los músculos implicados en los movimientos propios del fútbol, ya que además de incrementar el rendimiento en acciones explosivas como pudiera ser el golpeo, mejora la eficiencia mecánica. No obstante, son varios los autores que hablan de la posible pérdida de capacidad elástica que implica el entrenamiento en superficies blandas, donde el tiempo de contacto en los apoyos se incrementa notablemente, disminuyéndo el aprovechamiento que el jugador puede efectuar del reflejo miotático y del componente elástico del músculo en general. (D´Ottavio, 1998; Villa y cols. 1999; García López y cols. 2001; Arjol, 2004).

Bangsbo (1997) divide la fuerza propia del fútbol en tres grupos fundamentales:

- *Fuerza básica:* Fuerza de los grupos musculares implicados en un movimiento determinado, cuando los músculos se están contrayendo de una manera similar a como lo hacen en competición.
- *Coordinación muscular.*
- *Fuerza del fútbol:* Bangsbo (1994) definía esta fuerza como la habilidad de un jugador de fútbol para usar la fuerza muscular y la potencia de manera efectiva y consistente dentro del juego y durante toda la temporada. Es la fuerza útil a la que se referían González Badillo y Gorostiaga (1997). Según estos autores dentro de los picos de fuerza que podemos encontrar en un deportista, cobra especial importancia aquel que tiene que alcanzar el sujeto cuando realiza un gesto técnico específico. Según Olaso y cols. (2004) la mejora de la fuerza aplicada se erige en un elemento determinante del rendimiento en la mayoría de las modalidades deportivas. Cometti (1999) afirma que los progresos conseguidos con el entrenamiento de fuerza deben materializarse en el propio juego por lo que el entrenamiento de esta capacidad física debe combinarse con ejercicios próximos a la técnica

específica de la disciplina. López de Viñaspre y cols. (1996) indican que para mejorar la coordinación intermuscular, es necesario que el movimiento tenga una complejidad similar a la que se da en una situación real de partido.

Debido a la complejidad de evaluación de la fuerza, la velocidad o la altura de salto de los jugadores durante la competición (Martín Acero, 1998; Villa y cols.1999) se ha extendido el estudio de la capacidad de salto con pruebas estandarizadas para la valoración de la fuerza explosiva en los deportes de equipo. Los trabajos realizados en este sentido en fútbol son numerosos, aunque en muchas ocasiones resulta complicado comparar los datos obtenidos por diferentes autores debido a la multitud de pruebas que se vienen utilizando, entre las que destacan todas aquellas extraídas de la *batería de Bosco*. Cometti (1999) recomienda la utilización de estas pruebas como complemento ideal a los tests de velocidad en la valoración funcional del deportista. En esta misma línea Winkler (1993) señala que, debido a que en el fútbol se requiere la capacidad de generar una gran cantidad de fuerza en el menor tiempo posible, es importante introducir pruebas que evalúen esta capacidad física, siendo especialmente interesantes los tests que se componen de saltos ya que son sencillos tanto en el material empleado como en la ejecución por parte del sujeto evaluado. Además, las variaciones estadísticamente significativas que se producen en la capacidad de salto a lo largo de una temporada confirman que las pruebas que evalúan dicha capacidad son indicadores sensibles del nivel de entrenamiento de los jugadores (Aziz y cols. 2005a).

Según Bobbert y cols. (1996) (citados por Ferragut y López Calbet 1998) la altura de salto viene determinada por diferentes factores, entre los que se incluyen la velocidad a la que el músculo es capaz de contraerse y generar tensión durante el salto, la velocidad a la que se reclutan y activan las motoneuronas implicadas en el movimiento, el número de unidades motrices reclutadas y su frecuencia de descarga así como la eficacia del control motor, es decir la coordinación agonista, antagonista y sinergista o coordinación intermuscular.

A continuación se ofrece una tabla resumen de estudios realizados por diferentes autores en distintas poblaciones de futbolistas, indicando en cada caso cuál es la metodología utilizada, (tabla 1.8).

Autor	Población	Metodología	Resultados (cm)
White y cols. (1988)	Inglaterra/Aficionados, profesionales.	CMJ/ DJ	A.36,9 ± 4,8/ 33,7 ± 4,4 P.43,5 ± 4,9/ 42,2 ± 6,5
Garganta y cols. (1993a)	Portugal/ Jóvenes (Élite, subélite)	SJ/ CMJ	E.33,3 ± 3,5/34,7 ± 3,4 S.E.30,3 ± 3,4/31,6 ±3,5
Tañana y cols. (1993)	Francia/ 4ª División	SJ CMJ CMJB	42-48 51-55 63-71

ANTECEDENTES

Ardá (1997)	España / Juveniles	SJ CMJ	26,06 ± 3,72 35,62 ± 4,39
Mercer y cols. (1997)	Inglaterra / Profesionales	CMJ (con y sin brazos libres)	54,6 ± 8,5 / 52,7 ± 8,2 44,1 ± 7,4 / 44,8 ± 6,8
Tiryaki y cols. (1997)	Turquía / Primera, segunda y tercera división.	Test de Sargeant (Agachados)	64,8± 4,6 54,1±5,7 57,0±7,5
Villa y cols. (1999)	España / Profesionales y no profesionales.	SJ CMJ DJ40 ABK	P. 35,7 ± 0,9 N.P. 33,7 ± 0,8 P. 38,9 ± 0,9 N.P. 39,0 ± 0,9 P. 38,6 ± 0,9 N.P. 37,5 ± 0,9 P. 46,0 ± 0,9 N.P. 45,0 ± 1,1
Casajús (2001)	España / Élite	SJ CMJ CMJB	39,2 ± 3,1 40,8 ± 2,7 46,7 ± 2,8
Dowson y cols. (2002)	Nueva Zelanda / Senior	CMJ	48,05±4,63
Luthanen y cols. (2002)	Finlandia / Jóvenes	CMJ	Sub16 / 40,4 ± 6,5 Sub18 / 42,7 ± 3,7
Casaís y cols (2003)	España / 1ª categoría juveniles	CMJ SJ ABK	36,33 ± 4,8 31,80 ± 4,3 43,36 ± 5,3
Coceres y Zubeldía (2004)	Argentina / 18-20 años	1 RM ½ sentadilla CMJ SJ ABK	96,75 ± 12,95 36,9 ± 2,9 29,86 ± 4 45,41 ± 4,6
García y cols (2004)	Sudamérica / Amateurs	1 RM ½ sentadilla ABK 1 RM press pecho	82,9 ± 14,7 35,4 ± 6,1 55,5 ± 5,9
Azíz y cols. (2005a)	Singapur / Profesionales	Test de Sargeant	55±5 / 59±5 / 62±6 / 62±6
Power y cols. (2005)	Inglaterra/ Profesionales (Titulares, reservas)	Salto vertical con brazos libres	T. 60,9 ± 6 R. 59,9 ± 4,5
Muniroglu y Koz (2006)	Turquía	Salto vertical con brazos libres	60,80 ± 7,01
Silvestre y cols. (2006)	EE.UU. /División I	Test de Sargeant	61,6 ± 7,1
Izquierdo y cols. (2008)	España / 1ª categoría juveniles	CMJ DJ	37,65 ± 4,3 35,9 ±3,5

Tabla 1.8. Cuadro resumen de trabajos efectuados sobre la fuerza máxima (kg) y la capacidad de salto (cm) en futbolistas. (Media ± SD).

Hay autores que utilizan una metodología ligeramente diferente a las señaladas con anterioridad. Así Kuhn (1993) valora la fuerza explosiva del miembro inferior en hombres futbolistas midiendo la distancia alcanzada en dos saltos horizontales consecutivos partiendo desde la posición de parados. Los resultados obtenidos son $2,1 \pm 0,1$ m para el primer salto y $2,5 \pm 0,2$ m en el segundo salto.

En fútbol masculino son varios los autores que señalan que no aparecen diferencias estadísticamente significativas en la capacidad de salto en función del nivel competitivo del que estemos hablando (Tiryaki y cols. 1997; Villa y cols. 1999; Cometti y cols. 2001). Sin embargo, Garganta y cols. (1993b) y Ostojic (2002) encuentran diferencias en este sentido entre jugadores de élite y otros jugadores de menor nivel, atribuyendo esas diferencias a las mayores demandas de fuerza explosiva sobre los jugadores de élite de acuerdo con la estructura del fútbol moderno.

En muchas ocasiones se ha estudiado la capacidad de salto en función de la posición habitual en el terreno de juego. En la tabla 1.9. se pueden observar los resultados obtenidos en diferentes estudios de este tipo. Es necesario comentar que únicamente aparece un estudio describiendo el valor de 1 RM en press de pecho, y para porteros, ante la ausencia de referencias en este sentido

Autor	Población	Metodología	Resultados (cm)
Ardá, (1997)	España / Juveniles	SJ	Pt. $28,70 \pm 4,21$ DC. y Lb. $24,6 \pm 3,4$ DL. $25,55 \pm 4,30$ CT. $25,89 \pm 3,29$ Del. $26,54 \pm 3,42$
		CMJ	Pt. $38,06 \pm 4,57$ DC y Lb $35,01 \pm 3,11$ DL. $34,05 \pm 4,99$ CT. $34,69 \pm 4,60$ Del. $36,63 \pm 4,72$
		ABK	Pt. $44,59 \pm 4,71$ DC y Lb $42,9 \pm 3,7$ DL. $41,33 \pm 5,07$ CT. $40,81 \pm 4,58$ Del. $42,93 \pm 5,70$
Coceres y Zubeldia (2004)	Argentina / 18 a 20 años	1 RM ½ sentadilla	Pt. $104 \pm 7,07$ kg Df. $94 \pm 13,9$ kg CT. $90,36 \pm 11,5$ kg DI. $106,13 \pm 9,7$ kg
		CMJ	Pt. $39,83 \pm 4,6$ Df. $36,73 \pm 1,7$ CT. $35,49 \pm 1,9$ DI. $37,73 \pm 2,9$
		SJ	Pt. $34,18 \pm 6,2$ Df. $29,51 \pm 2,64$ CT. $28,04 \pm 3,4$
		ABK	Del. $30,73 \pm 3,3$ Pt. $52,48 \pm 7,4$ Df. $42,94 \pm 2,67$ CT. $43,13 \pm 1,8$ Del. $47,74 \pm 2,8$

ANTECEDENTES

Malina y cols. (2004)	Portugal / 1ª categoría 15 años	CMJ	Pt. 29,3 ± 4,6 Df. 30,3 ± 5 CT. 28,2 ± 3,9 Del. 30,1 ± 5,2
Arnason y cols. (2004)	Islandia / Élite	CMJ SJ	Pt. 38 Df 39,3 CT. 39,3 Del. 39,4 Pt. 35,8 Df 37,7 CT. 37,6 Del. 37,8
Aziz y cols. (2005b)	Singapur /Profesionales	Test de Sargeant	Pt. 59,8±6,0 Df. 58,1±5,3 CT. 57,4±4,8 Del. 60,6±5,1
Silvestre y cols. (2006)	EE.UU. / División I	Sargeant	Pt. 54,0 ± 5,6 Df. 64,2 ± 6,5 CT. 61,3 ± 5,9 Del. 63,8 ± 9,1
Zubeldía y Mazza. (2006)	Argentina / Porteros 6ª División	CMJ SJ 1 RM press pecho	Pt. 38,3 ± 2,4 Pt. 34,3 ± 0,9 Pt. 75 ± 6 kg
Santi Maria y cols. (2007)	Brasil /Sub 20	SJ CMJ	Lb. 34,4 ± 3,3 DL. 32,1 ± 3,9 DC. 36,7 ± 2,2 CT. 32,4 ± 4,2 Del. 35 ± 3,8 Lb. 38,4 ± 3,2 DL. 36,5 ± 3,3 DC. 41,4 ± 1,9 CT. 36,4 ± 3,8 Del. 40,5 ± 3,8

Tabla 1.9. Cuadro resumen de trabajos sobre la fuerza máxima (kg) y la capacidad de salto (cm) en función de la posición habitual de juego en futbolistas. (Pt=Porteros; Df=Defensas/ DL=Laterales/ DC=Defensas centrales/ Lb=Libres/ CT= Centrocampistas/ Del=Delanteros). (Media ± SD).

Garganta y cols. (1993a) empleando el test de salto horizontal desde parado (incluido en la batería EUROFIT) analizaron las diferencias existentes por posiciones habituales de juego en hombres futbolistas obteniendo los siguientes resultados: Pt: 2,53 ± 0,04 m; Df: 2,29 ± 0,08 m; CT: 2,28 ± 0,09 m; Del: 2,26 ± 0,15 m.

Villa y cols. (1999) indican que la gran diferencia existente entre los valores mínimos y máximos conseguidos con cada tipo de salto revela la gran variabilidad que hay dentro de un mismo equipo en esa capacidad.

Estudios que valoran la influencia del entrenamiento de fuerza en fútbol.

Como ya se indicó con anterioridad, la fuerza explosiva es un factor de rendimiento de condición física en fútbol ya que es determinante en acciones cruciales como los saltos o los golpitos. En este deporte el salto puede ejecutarse desde la posición de parado o bien en movimiento, gracias a rápidas y potentes contracciones de determinados músculos como los extensores de la columna, los glúteos, los isquiotibiales, los cuádriceps y los flexores plantares, músculos que provocan una

extensión del tronco, de las caderas y de las rodillas así como una flexión plantar de los tobillos. En el salto también es importante el movimiento de flexión de los hombros y extensión de los codos así como la actuación excéntrica de los músculos de la región abdominal y de los flexores de cadera para controlar el movimiento articular y frenar la acción, (Reilly, 1996). Son numerosos los autores que han mostrado su interés por estudiar la influencia del trabajo de fuerza en la capacidad de salto en futbolistas.

Taïana y cols. (1993) introducen un programa de entrenamiento orientado a mejorar la fuerza máxima de los músculos flexores de la cadera, los extensores de la rodilla y los flexores plantares del tobillo durante diez semanas. Tras ese período de tiempo observan mejoras en la capacidad de salto evaluada con el test de ABALAKOV que no se producen sin embargo ni en el SJ ni en el CMJ. Estos autores señalan que los progresos se dan fundamentalmente en las tareas más explosivas y en las acciones más próximas a la realidad del juego, algo que no es de extrañar si tenemos en cuenta que en su estudio no existía grupo control y, por lo tanto, los incrementos en la prueba de ABALAKOV pueden deberse al propio entrenamiento específico de fútbol y no al programa específico de fuerza. Contrariamente a lo que tradicionalmente se ha señalado de los futbolistas, estos autores consideran que los sujetos evaluados tienen un buen uso de su potencial de elasticidad muscular valorándolo a través de la diferencia entre el SJ y el CMJ (*Índice de elasticidad*).

Diallo y cols. (2001) desarrollan un programa de entrenamiento pliométrico de diez semanas de duración con una frecuencia semanal de tres sesiones con jóvenes futbolistas. Tras ese programa, observaron incrementos estadísticamente significativos en el rendimiento en el salto, de hecho el CMJ aumentó de $29,2 \pm 3,9$ cm a $32,6 \pm 3,4$ cm, el SJ de $27,3 \pm 4$ cm a $29,3 \pm 3,3$ cm y los saltos horizontales de $10,5 \pm 0,7$ m a $11,1 \pm 0,8$ m. Tras ese período de entrenamiento también se observó un aumento en la potencia en rebotes múltiples y en el rendimiento en sprint. Por lo tanto los resultados del estudio indican que diez semanas de entrenamiento pliométrico incrementan de manera significativa el CMJ (12%) y el SJ (7,3%). Dichas mejoras en la potencia desembocan en un incremento de la fuerza explosiva debido a una mejora de la capacidad de reclutamiento, en la sincronización de las unidades motrices y en la coordinación motriz. En términos generales la mejora observada parece deberse a un cambio en el nivel de activación neuromuscular (factores neurales) y en la coordinación motora en respuesta al entrenamiento pliométrico. Esas mejoras en la coordinación muscular tras el entrenamiento pueden relacionarse con la especificidad de los movimientos empleados durante el programa de entrenamiento. En este mismo estudio se valora la influencia de la reducción del entrenamiento en la retención de los efectos del programa pliométrico. Tras ocho semanas de entrenamiento reducido no se producen diferencias significativas en la capacidad de salto en el grupo experimental, algo que los autores relacionan con la continuación del entrenamiento específico de fútbol así como con la corta duración del período de reducción del entrenamiento.

Polman y cols. (2004) señalan que el entrenamiento pliométrico en futbolistas incrementa la capacidad de salto, tanto vertical como horizontal. De hecho en su estudio, el grupo que lleva a cabo un mayor volumen de entrenamiento pliométrico obtiene mejoras más elevadas. De la misma manera que ocurría en el trabajo de Diallo y cols. (2001) el grupo que lleva a cabo un entrenamiento con mayor volumen pliométrico mejora no sólo la capacidad de salto sino también la capacidad de sprint, algo que puede vincularse a la correlación positiva que existe entre ambas capacidades.

Recientemente Gregson y Wrigley (2007) llevaron a cabo un programa de entrenamiento pliométrico de diez semanas de duración con jugadores de fútbol sin que se produjeran mejoras estadísticamente significativas en la capacidad de salto. Sin embargo sí aparecieron incrementos significativos en el rendimiento en el sprint de 10 m.

En esta misma línea Herrero y cols. (2005) observaban que un entrenamiento combinado de electroestimulación y pliometría incrementaba de manera significativa la capacidad de salto y la velocidad del sprint en hombres físicamente activos, además de incrementar la fuerza máxima y la hipertrofia muscular. Estos mismos autores comparaban ese programa de entrenamiento con un programa exclusivo de pliometría de 4 semanas de duración en el que no se observaron cambios significativos en dichas variables. Según los autores dicha ausencia de cambios puede relacionarse con un estímulo de entrenamiento insuficiente ya que el programa es corto (4 semanas) y la frecuencia de entrenamiento también es baja (2 sesiones a la semana).

En este sentido Valadés (2005) efectúa una revisión de trabajos que pretenden mejorar la capacidad de salto con el entrenamiento de fuerza, llegando a la conclusión de que la combinación de trabajo pliométrico con métodos anisométricos es más efectiva que el uso aislado del método anisométrico.

Empleando a futbolistas amateurs, García y cols. (2004) plantearon un entrenamiento combinado de fuerza máxima y pliometría y tras 7 semanas obtuvieron ganancias sobre fuerza máxima de 1 RM en $\frac{1}{2}$ sentadilla de 21,6 % (de $82,9 \pm 14,7$ kg a $101 \pm 15,6$ kg), y en 1 RM en press de pecho en un 11,1 % (de $55,5 \pm 5,9$ kg a $61,7 \pm 6,05$ kg).

Analizando los efectos de una pretemporada de 8 semanas de duración, García López J. y cols. (2001), obtuvieron mejoras significativas en todos los saltos que utilizaron para jugadores profesionales, así pues, en CMJ un 6 % (de $36,7 \pm 0,8$ cm a $38,9 \pm 0,9$ cm), en DJ (altura 40 cm) un 5,8 % (de $36,5 \pm 0,7$ cm a $38,6 \pm 0,9$ cm), en SJ un 5 % (de $34 \pm 0,5$ cm a $35,7 \pm 0,9$ cm), y en ABK un 9,8 % (de $41,9 \pm 0,9$ a $46 \pm 0,9$ cm). En el mismo estudio, para jugadores amateurs, sólo encontraron diferencias significativas en CMJ, con una mejora de 5,1 % (de $37,1 \pm 0,9$ cm a $39 \pm 0,9$ cm).

Únicamente con 7 sesiones de entrenamiento de fútbol incluyendo en ellas el ejercicio de prensa de piernas con cargas entre el 60 y 75 % de 1 RM, Montes, R (2008) no obtuvo diferencias en sus mediciones de capacidad de salto para futbolistas de categorías inferiores.

En amplios periodos de entrenamiento, Hoffman y cols. (2003) trabajaron durante un año dos sesiones semanales fuerza máxima en futbolistas con intensidades de 80% de 1 RM. Se encontraron diferencias significativas para 1 RM en sentadilla con mejoras de 15,6%, y no significativas para 1 RM en press de pecho con mejoras de 13,4%. Un segundo año trabajaron de igual manera pero con cargas de 70% el primer día de la semana y de 90% el segundo día. En este segundo año no hubo diferencias significativas ni para 1 RM en sentadilla ni 1 RM en press de pecho con mejoras de 9,2% y 5,4%, respectivamente.

Mediante un trabajo de fuerza máxima, fuerza rápida, saltos horizontales, saltos verticales, resistencia aeróbica y resistencia anaeróbica, todo ello combinado durante 4 macrociclos de 6 semanas cada uno, Nuñez, V. y cols. (2008) obtuvieron con futbolistas amateurs diferencias significativas representadas en la tabla 1.10. para diferentes tipos de salto después de cada uno de los macrociclos:

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4
CMJ (cm)	45,96±3,72	47,38±3,81	49,66±4,16 _b	49,95±4,82 _c
SJ (cm)	37,58±3,80	41,36±2,88 _a	42,60±3,58 _b	43,66±3,97 _c
ABK (cm)	52,74±4,82	53,23±4,26 _d	55,82±5,21	56,66±5,19 _c

Tabla 1.10. Medias para CMJ, SJ y ABK tras cada macrociclo de entrenamiento. (Nuñez, V. y cols., 2008). (Media ± SD).

a: diferencias significativas entre primera y segunda medida.

b: diferencias significativas entre primera y tercera medida.

c: diferencias significativas entre primera y cuarta medida.

d: diferencias significativas entre segunda y cuarta medida.

Ronnestad, B. y cols. (2008) repartieron a futbolistas profesionales en dos grupos de trabajo durante dos veces a la semana de un total de 7 semanas para trabajar con un grupo fuerza máxima + fútbol, y otro grupo fuerza máxima + pliometría + fútbol. El grupo sin pliometría únicamente obtuvo mejora significativa en 1 RM en ½ sentadilla incrementándola de 166±5 a 209±7 kg. Mientras, que el grupo que incluía pliometría en su trabajo obtuvo diferencias en 1 RM en ½ sentadilla (de 179±6 kg a 220±3 kg) y en SJ (de 29,6±1,4 cm a 32,3±1,7 cm).

1.4. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN BALONCESTO

En la figura 1.5 aparecen de forma general los factores de rendimiento en baloncesto según Sánchez (2007).

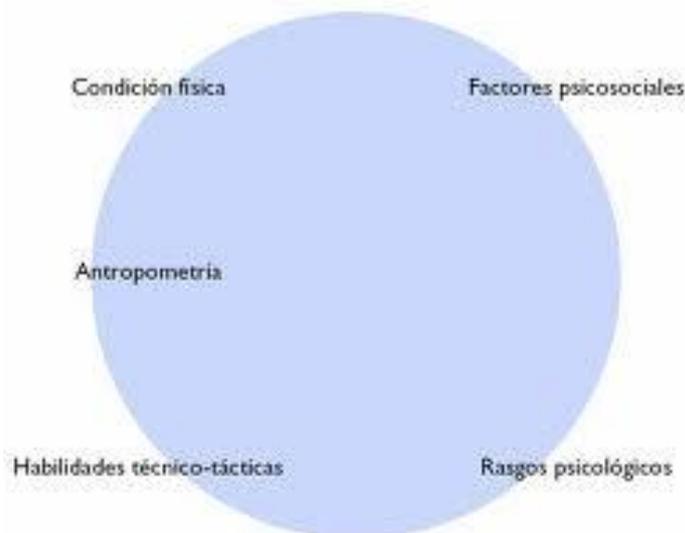


Figura 1.5. Factores de rendimiento de baloncesto, (Sánchez, 2007).

1.4.1. Características generales del esfuerzo en el baloncesto

Tiempo de juego en baloncesto.

Un partido de baloncesto en categoría absoluta según FIBA (Federación Internacional de Baloncesto), dura 40 minutos (divididos en 4 periodos de 10 min.) a tiempo parado, es decir, existen varias pausas de manera importante debido al carácter reglamentario. Para Cometti (2002) la duración de un partido es aproximadamente de 63 min. Analizando los trabajos de Colli y Faina (1982), Hernández (1985) y Blanco (1987) (citados por Zaragoza, 2006) se puede concluir que el tiempo de intervalos de juego de 0-20 seg. constituye el 40%, de 20-40 seg. el 30%, y mas de 40 seg. sin pausa el 30%.

Desplazamientos e intensidades en baloncesto.

Tal y como se observa en las revisiones realizadas por diferentes autores (Gadwska, 1971; Konzag, 1973; Cohen, 1980, Hernández, 1985; Riera, 1985; Galiano, 1987, Grosgeorge, 1987, Cañizares y Sampedro, 1993) la distancia media total recorrida por los jugadores de baloncesto durante un partido no ha variado mucho a lo largo de los años. Oscila entre 3600 m y 5600 m. Si bien durante el presente siglo XXI

existe una escasez de datos en este aspecto. Además por posiciones y siguiendo a Colli y Faina (1985), los bases recorren 3500 m, los aleros 4000 m y los pivots 2775 m.

En cuanto a la intensidad, duración, forma y dirección de los desplazamientos que componen esa distancia global, se recoge de Sánchez (2007) la tabla 1.11.

Posición	Permanece parado (seg. por min.)	Andar/Marcha (Int. Baja) (seg. por min.)	Carrera (seg. por min.)	Sprint (Int. Máx.) (seg. Por min.)
Base	17 (28%)	18 (30%)	9 /15%)	Menos de 1 seg.
Alero	16 (27%)	24 (40%)	11 (18%)	Menos de 1 seg.
Pivot	20 (33%)	20 (33%)	10 (17%)	Menos de 1 seg.

Tabla 1.11. Distribución del tipo de actividad de los jugadores de baloncesto (Tomado de Sánchez, 2007).

Una manera de medir la intensidad en este deporte lo realizaron Salina y Alvero (2001). Estos autores analizaron los valores de lactato intentando superar algunas limitaciones de anteriores investigaciones.. Para ello, tomaron los datos en jugadores de la liga EBA en competiciones oficiales. Los datos aparecen en la tabla 1.12., en la que llama la atención la importancia del sistema anaeróbico láctico en la competición, sobre todo en el puesto del base. Las mayores concentraciones de lactato obtenidas en este estudio han permitido a los autores afirmar que las acciones de juego son más intensas a partir de la introducción de los 4 períodos de juego

Posición	Lactatos máximos	Lactatos mínimos	Lactatos medios
Base	8,90	1,70	5,38
Alero	6,86	1,46	3,75
Pivot	5,79	1,14	1,99

Tabla 1.12. Valores de lactato (mmol) por puestos específicos durante la competición. Según Salinas y Alvero (2001).

Respecto a la frecuencia cardíaca, la tabla 1.13. refleja la fluctuación de la misma entre 160 y 190 lat/min durante la competición. Para Zaragoza (1996), no es frecuente encontrar valores de frecuencia cardíaca inferiores a las 110 lat/min durante los partidos.

Autor	Frecuencia cardiaca (lat/min)
Cohen (1980)	140-160
Colli y Falina (1983)	160-180
Handschuch (1983)	Más de 180
Zaragoza (1994)	154

Tabla 1.13 Valores de frecuencia cardíaca media en competición en baloncesto. Según Zaragoza (1996)

1.4.2. La fuerza en el baloncesto

Autores como López y López (1994) argumentan que en el baloncesto las acciones que van a contribuir al éxito son las explosivas y todas aquellas acciones que se realicen a una intensidad máxima, (velocidad de reacción, aceleraciones,...), permitiendo así la ejecución de gestos técnicos inalcanzables para otros jugadores, marcando de este modo la diferencia entre jugadores de una calidad técnica similar. Por todo ello se puede considerar al metabolismo anaeróbico láctico como limitante del rendimiento en los jugadores de baloncesto (Colli y Faina, 1987; Zaragoza, 1996).

El desarrollo de la fuerza explosiva y de la resistencia a la fuerza se han convertido en dos aspectos fundamentales dentro de la preparación física en baloncesto (Sánchez, 2007) ya que los movimientos específicos en el terreno de juego, además de ser rápidos y explosivos, con altos niveles de potencia, han de repetirse en numerosas ocasiones, retrasando al máximo la pérdida lógica de intensidad que la fatiga provoca (Romero y cols., 2009).

El entrenamiento con pesas y el entrenamiento pliométrico, son ampliamente referenciados como los más efectivos para la mejora de la potencia muscular, también la combinación de ambos (Santos y Janeira, 2008). Pero para ello, se debe conocer cuál sería la carga óptima para mejorar la potencia muscular.

El Baloncesto es un deporte colectivo de situación en donde la capacidad de salto del jugador se convierte determinante en el logro del éxito deportivo. Es fácil entender que a mayor impulso de piernas de un jugador sobre otro, más facilidad para recoger rebotes o para entrar a canasta encestando y evitando la oposición del rival. Por este motivo, la mejora de fuerza explosiva de la extremidad inferior, se ha convertido en uno de los objetivos de los técnicos en este deporte. (Zueco y García, 2006).

Además de la importancia de la fuerza en la ejecución técnica y en la manifestación de la velocidad, otros autores destacan la función de esa capacidad en la acción de frenado (López de Viñaspre y cols. 1996; D'Ottavio, 1998), situación que a nivel muscular se caracteriza por una rápida transición entre una contracción concéntrica y otra isométrica o excéntrica.

Los datos que se encontraron respecto a la cantidad de saltos durante el partido de baloncesto han sido realmente escasos. Algunos autores han registrado el porcentaje del tiempo de juego en que los jugadores se encuentran saltando. (Galiano; Miller en Barbero Álvarez 2001; Colli & Faina, en Comas et al. 1991) pero no la cantidad total de saltos. El único dato encontrado es un trabajo realizado por Bishop, (2005) quien siguió a un jugador durante un partido y registró un total de 44 saltos (7 para lanzar y 3 rebotes).

Sánchez (2007) asigna una serie de etapas a desarrollar para el trabajo de fuerza explosiva y velocidad del jugador de baloncesto:

- Adaptación anatómica e hipertrófica: Ejercicios generales de fuerza del 30 al 70%. Para determinados autores esta etapa es imprescindible, por diferentes motivos: activa al jugador después de un período de descanso y prepara el entrenamiento de fuerza máxima y explosiva, a la vez que previene de lesiones. Se lleva a cabo durante los 5 o 6 primeros microciclos (pretemporada) y se realiza durante 2-3 sesiones. Se puede ir aumentando la carga de tal modo que en las 2 primeras semanas se pase del 30 al 50% (17-12 repeticiones) y en los siguientes microciclos se trabaje entre el 60 y el 70% (12-10 repeticiones). En definitiva, se dedicarían 2 semanas a la adaptación anatómica y 3-4 semanas a un trabajo de hipertrofia. Respecto a los ejercicios que se utilizan en esta fase, seguimos la recomendación de Davies (1993), citado en González y Ribas (2002). Este autor sugiere la utilización de pesos libres y el aprendizaje de la técnica de los siguientes ejercicios básicos: sentadilla y media sentadilla, cargada y dos tiempos, press de banca, dorsal y ejercicios compensatorios (abdominales e isquiotibiales).

- Sprints: Se incluyen básicamente actividades de frecuencia de carrera (*skipping* alto y bajo), ejercicios centrados en la articulación del tobillo (muelles) y carreras de velocidad de 10 a 20 m. En los textos de Cometti y Vitori aparecen desarrollados una gran variedad de estos ejercicios. Su introducción puede ser a partir de la segunda o tercera semana de la pretemporada. Se realizarían 3-4 series con 4-5 repeticiones cada una. Respecto a las recuperaciones, entre repeticiones oscilaría entre 1 min 30 seg. y 3 min., y para las series de entre 4 y 5 min. En los ejercicios de frecuencia tomar como referencia una distancia entre 10 y 20 m.

- Multisaltos horizontales. A partir de la cuarta semana de entrenamiento se pueden introducir los multisaltos horizontales. El número de apoyos puede oscilar entre 5 (pentasalto) y 10 (decasalto). Durante la pretemporada se puede trabajar el decasalto realizando entre 80 y 100 saltos en la sesión de entrenamiento. En período de competición se trabajaría con pentasaltos principalmente haciendo un volumen bajo en la sesión (40-60 saltos). Las recuperaciones deben ser amplias. Como ejercicios generales citamos el segundo de triple (zancadas), pata coja, saltos con los dos pies juntos (saltos de rana), triple salto...

- Cambios de dirección transportando 5-10 kg. Son desplazamientos explosivos de 10 a 15 s de duración. En este bloque se incluyen deslizamientos defensivos y desplazamientos laterales con cambios de dirección. Se pueden realizar de 3 a 6 series con 4-5 repeticiones cada una. Las recuperaciones serán completas.

- Multisaltos verticales. Para comenzar con los multisaltos verticales es necesario un trabajo previo concretado en las etapas ya mencionadas. Su introducción será alrededor de la quinta- sexta semana de entrenamiento. El tratamiento respecto al volumen puede asemejarse a los multisaltos horizontales: 70-80 saltos durante la pretemporada y 20-50 saltos en período de competición. Las recuperaciones también serán completas.

- Coordinación intramuscular. Se trabajará la fuerza máxima mediante ejercicios generales con una correcta ejecución técnica. Los ejercicios son los que se mencionaron en la primera etapa. Se recomienda que el porcentaje no sea muy

elevado, en torno al 80-85%. La mayoría de los expertos consideran que en los deportes de equipo no es preciso llegar a cotas máximas, y en lo que sí son coincidentes es en la ejecución técnica. Cometti (2002) considera que si no se tienen los medios para trabajar esta manifestación de fuerza o si no se ejecutan correctamente los ejercicios, es preferible centrarse exclusivamente en las actividades de velocidad y multisaltos, añadiéndose desde nuestro punto de vista los cambios de dirección con carga. Este tipo de trabajo se introduciría a partir de la sexta-séptima semana, realizando 5-6 repeticiones y 3-4 series de los ejercicios seleccionados.

A continuación se ofrece una tabla resumen de estudios realizados por diferentes autores en distintas poblaciones de jugadores de baloncesto, indicando en cada caso cuál es la metodología utilizada, (tabla 1.14).

Autor	Población	Metodología	Resultados (cm)
García y cols. (1997)	España / Liga ACB	CMJ	37,1 ± 1,1
		SJ	32,4 ± 0,9
		ABK	44,1 ± 1,1
Dalmonte y cols. (1997)	Italia / Liga italiana A	CMJ	42,3 ± 4,2
		SJ	39,0 ± 3,0
Carreño y cols. (1998)	España / Liga ACB	CMJ	36,7 ± 4,5
		SJ	32,8 ± 5,4
		ABK	46,3 ± 6,2
Carreño y cols. (1998)	España / Liga EBA	CMJ	38,2 ± 5,2
		SJ	34,1 ± 4,8
		ABK	45,5 ± 6,0
Vaquera y cols. (2001)	España / Liga EBA	CMJ	35,0 ± 1,2
		SJ	32,1 ± 1,4
		ABK	41,5 ± 1,4
Vaquera y cols. (2001)	España / Juniors	CMJ	34,5 ± 0,9
		SJ	30,6 ± 0,9
		ABK	40,5 ± 1,6
Vaquera y cols. (2003)	España / Lige LEB	CMJ	
		Bases	43,38 ± 0,68
		Aleros	39,12 ± 1,44
		Pivots	33,37 ± 0,89
		SJ	
		Bases	39,05 ± 35,31
		Aleros	35,31 ± 1,63
		Pivots	30,27 ± 0,76
		ABK	
		Bases	50,49 ± 1,01
		Aleros	47,30 ± 1,77
		Pivots	41,70 ± 1,06
García y cols. (2004)	Sudamérica / Amateurs	1 RM ½ sentadila	87,3 ± 17,8 kg.
		ABK	40,8 ± 8,0
		1 RM press pecho	63,6 ± 7,8 kg.

Asci y Acikada (2007)	Turquía / Amateurs	1 RM press de pecho Pot. Máx. Press pecho	79,2 ± 14,1 kg. 232 ± 201 W.
Santos y Janeira. (2008)	Portugal / Cadetes	CMJ DJ SJ ABK	29,88 ± 5,9 34,71 ± 7,4 24,79 ± 4,2 34,77 ± 6,3
Abdelkrim y cols. (2010)	Túnez / Selección juvenil	CMJ Bases Aleros Pivots 1 RM press de pecho Bases Aleros Pivots	48,46 ± 5,1 52,56 ± 5,0 41,66 ± 4,2 72,2 ± 7,9 kg. 73,06 ± 9,5 kg. 90,4 ± 4,9 kg.

Tabla 1.14. Cuadro resumen de trabajos efectuados sobre la fuerza máxima (kg), la capacidad de salto (cm) y potencia de la extremidad superior (W) en jugadores de baloncesto. (Media ± SD).

Estudios que valoran la influencia del entrenamiento de fuerza en baloncesto.

La fuerza explosiva es un factor de rendimiento de condición física en baloncesto ya que es determinante en acciones cruciales como los saltos, bloqueos y aceleraciones.

Santos y Janeira (2008) aplicaron a jugadores de 15 años de edad un entrenamiento complejo en el que, con dos sesiones a la semana durante 10 semanas, trabajaban en primer lugar ejercicios con cargas para posteriormente realizar ejercicios pliométricos. Al final de la décima semana obtuvieron una mejora significativa en el aumento de la altura de los saltos CMJ, SJ, ABK y salto vertical, así como en la distancia al lanzar un balón medicinal. Sin embargo, no fue significativa la mejoría (un 5,6%) en el salto DJ. Para el salto vertical y el balón medicinal, los autores afirman que se debe también por una mejor sincronización de los segmentos corporales y un aumento del nivel de coordinación general (además del lógico aumento de fuerza)

Con un entrenamiento pliométrico basado en los DJ con elevadas alturas, un grupo trabajó con 50 cm. y otro con 100 cm., todos ellos jugadores juveniles, en el estudio de Matavulj y cols. (2001). Al termino del proceso de entrenamiento el grupo que trabajó con 50 cm. obtuvo una mejora de 4,8 cm. de media y el de 100 cm. una mejora de 5,6 cm. de media. Sin embargo, esta diferencia no llegó a ser significativa y los autores concluían con la validez del ejercicio a estas dos alturas.

Con una muestra de jugadores de baloncesto amateurs, García y cols. (2004) plantearon un entrenamiento combinado de fuerza máxima y pliometría y tras 7 semanas obtuvieron ganancias sobre fuerza máxima de 1 RM en ½ sentadilla de 15,6 % (de 87,3 ± 17,8 kg a 101 ± 18,8 kg), y en 1 RM en press de pecho en un 16,3 % (de 63,6 ± 7,8 kg a 74 ± 6,4 kg).

Tras 8 semanas de entrenamiento de resistencia específica y de fuerza máxima en un equipo de jugadores jóvenes, Izquierdo y cols. (2006) no obtuvieron diferencias significativas en los saltos CMJ y ABK. En un grupo que trabajaba de forma analítica las dos capacidades, los resultados variaron poco, de 35,53 a 36,95 cm en CMJ, y de 41,11 a 41,61 cm en ABK. Además, otro grupo trabajó resistencia y fuerza mediante multisaltos, desplazamientos laterales y juego de 1X1 de forma integrada mediante "circuitos de fuerza-resistencia". En este segundo grupo tampoco se registraron diferencias significativas aunque la mejora fue mayor pasando de 34,85 a 36,21 cm en CMJ y de 40,81 a 44,56 cm en ABK.

1.5. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN BALONMANO

El balonmano pertenece a un grupo de modalidades con características comunes, habitualmente denominadas Juegos Deportivos Colectivos (JDC). Sin descartar la importancia de los demás elementos estructurales que conforman la lógica interna del juego, son las relaciones de cooperación que se suceden entre los miembros del mismo equipo y las relaciones de oposición entre los dos equipos en confrontación las condiciones que definen el marco de referencia de cada uno de los episodios de juego que integran un encuentro ludodeportivo, razón por la cual estas especialidades han sido clasificadas como *juegos de oposición* (Hernández Moreno, 1994; Parlebas, 1988, 1996). En la figura 1.6 aparecen sus diferentes acciones motrices según Lago (2000), en la que Las relaciones de contracomunicación y oposición interindividual se concretan en el juego a través de Episodios de Duelo (ED): situaciones de 1x1, conflictos diádicos, triádicos,... y las acciones de contracomunicación y oposición del equipo mediante Episodios de Conflicto Dual (ECD).

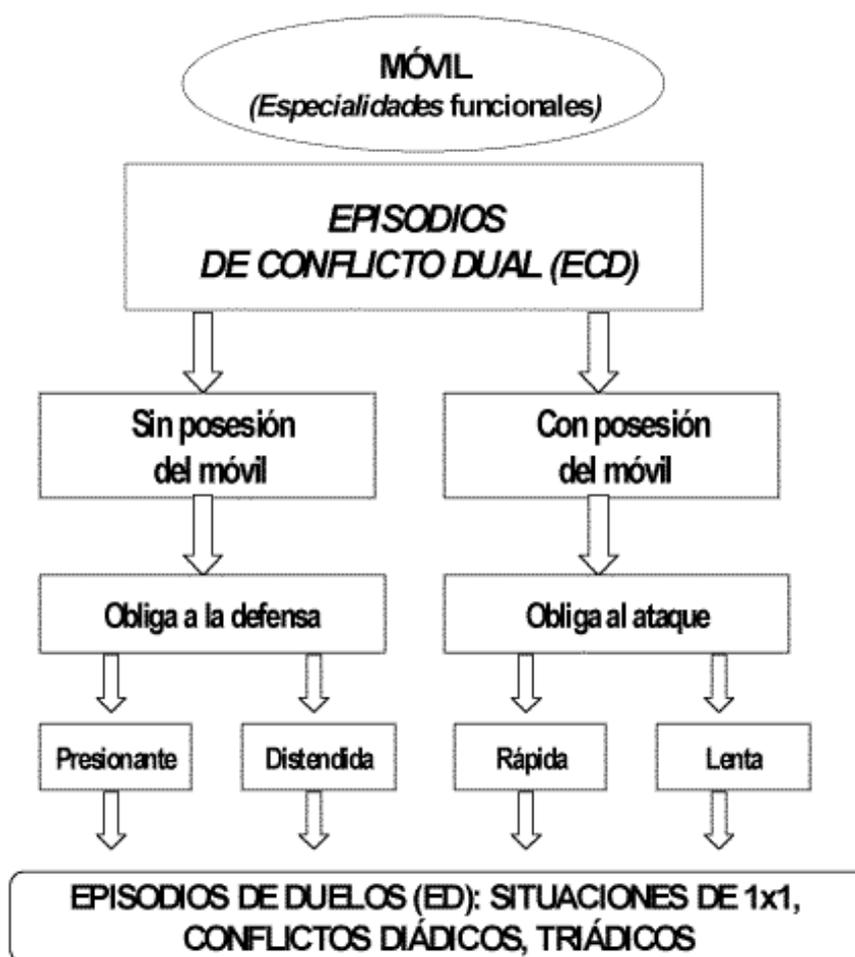


Figura 1.6. Acciones motrices en balonmano. (Lago y López, 2000)..

1.5.1. Características generales del esfuerzo en el balonmano

El balonmano moderno se caracteriza por sus elevados niveles de implicación bioenergética y el creciente incremento de los denominados *esfuerzos de alta intensidad*. El aumento de la velocidad del juego es un dato constatable: en 1994, el número de ataques por partido era de 47,8; en 1995 alcanzaba 52,6; siendo la tendencia ascendente en los años posteriores (Suter, 1996).

Tiempo de juego en balonmano.

El balonmano actual es un juego que se desarrolla en dos partes de 30 minutos cada una, con 10 minutos de descanso entre cada parte, en donde los jugadores realizan una actividad motora, compleja y cambiante, en la que se alternan aleatoriamente períodos de trabajo y de pausa.

El número de minutos que un jugador juega en cada partido es muy variable porque cualquier jugador puede ser sustituido y puede volver a jugar en cualquier momento del partido. En un estudio realizado en los años 70, Mikkelsen y Olesen (1976) encontraron que los jugadores de elite jugaban una media de 34-39 minutos por partido oficial. Sin embargo, el rango de minutos jugados por un jugador puede oscilar entre unos pocos segundos y 60 minutos.

En cuanto a los tiempos de juego que ocurren en un partido entre cada pausa, Dal Monte (1987) nos muestra su duración en porcentajes (tabla 1.15.):

Tiempos	1" - 20"	21" - 40"	41" - 60"	61" - 90"	+ de 90"
Porcentaje	39%	38,8%	14,4%	5,9%	1,9%

Tabla 1.15. Tiempos de juego (porcentual) en balonmano (Dal Monte, 1987).

Desplazamientos e intensidades en balonmano.

Los esfuerzos en el balonmano se caracterizan por un predominio de los desplazamientos de baja intensidad (marcha, carrera lenta y moderada) frente a los de alta intensidad (carrera submáxima, "sprint"). -ver Tabla 1.16.-. (Konzak y Schäke, 1996, en Bayer, 1987).

Posición	0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	6 - 8 m/s	+ de 8 m/s
Extr. Izq.	78	80	76	82	83
Extr. Der.	15	12	17	15	11,5
Lat. Izq.	3,8	5	4,5	2,3	3,6
Lat. Der.	2	1,5	1,5	0,8	1,2
Pivote	0,9	0,9	0,97	0	0,1

Tabla 1.16. Porcentaje de tiempo utilizado a determinadas velocidades (Gracia Cuesta, 1992).

Los períodos de actividad no son uniformes, sino que tanto el tiempo como las intensidades son variables en función de las necesidades que demanda el juego. Asimismo, las pausas no son de un valor constante (Álvaro, 1989).

Por tanto, en el balonmano ocurren (Lago y López, 2000):

- Acciones relevantes de alta intensidad y corta duración (4-6 segundos) que abarcan todos los comportamientos que tienen repercusión en el resultado, tales como lanzamientos, fintas, penetraciones, blocajes, desplazamientos defensivos, paradas del portero,....
- Conductas de soporte o conexión entre las acciones relevantes, de duración variable e intensidad media o media baja. Comprenden todos los momentos de pausa o de actividad ligera que se producen en los partidos.

De forma general, y atendiendo a la clasificación de las conductas motrices que establece Alvaro, J. (1992) en balonmano, se han observado los siguientes registros:

- ▶ Distancia recorrida en un partido: +/- 4.500 metros.
- ▶ Nº sprints entre 15 a 30 metros: +/- 40.
- ▶ Nº cambios de dirección: +/- 279.
- ▶ Nº saltos en un partido: +/- 16.
- ▶ Nº lanzamientos: 8.8
- ▶ Nº pases: +/- 70.

1.5.2. La fuerza en el balonmano

Por el tipo de acciones realizadas durante el juego de balonmano, es lógico pensar que los jugadores deberán presentar valores elevados de fuerza máxima y de potencia muscular de las extremidades superiores e inferiores. En general, se observa que los jugadores de balonmano de elite presentan valores de fuerza máxima y de potencia de las extremidades superiores e inferiores que son un 50% superiores a los valores de los jóvenes sedentarios (Izquierdo y col. 2002, Gorostiaga y col. 2005).

Los tipos de metabolismo que participan de modo predominante en el balonmano son: el metabolismo aeróbico (resistencia aeróbica), el metabolismo anaeróbico aláctico (reflejado por la fuerza explosiva de los miembros superiores e inferiores y por la velocidad de desplazamiento y de lanzamiento del balón) y por la fuerza máxima y potencia muscular (necesaria para realizar acciones contra los adversarios, como golpes, empujes o agarres) (Wallace y Cardinale, 1997).

Al estudiar a dos equipos masculinos de balonmano españoles, se observó que los jugadores de elite presentaron valores absolutos de fuerza máxima y de potencia en los miembros superiores e inferiores que fueron un 16-20% superior a los presentados por jugadores de nivel inferior (Gorostiaga y col. 2005). En este estudio, los jugadores de elite presentaron valores medios de fuerza máxima y de potencia media desarrollada con cargas entre el 30%-70% de la fuerza máxima durante el

ejercicio de pectoral en banca (miembros superiores) de 107 Kg y 451 vatios, respectivamente, mientras que el valor de potencia desarrollado durante el ejercicio de media sentadilla (miembros inferiores) con cargas entre el 60%-125% del peso corporal fue de 771 vatios. El índice de potencia media (media de las potencias desarrolladas con todas las cargas) en el ejercicio de press de pecho por el grupo de élite (451 ± 31.5 W) fue un 20% mayor ($p < 0.05$) que el índice desarrollado por amateurs (359 ± 20.0 W), mientras que el índice de potencia media desarrollada por la musculatura de la extremidad inferior por el grupo de élite (776 ± 97.2 W) fue un 16% mayor ($p < 0.05$) que el índice desarrollado por amateurs (648 ± 97.2 W). Estos resultados indican que para ser jugador de elite de balonmano se requiere desarrollar valores elevados de fuerza máxima y de potencia en las extremidades superiores e inferiores (Gorostiaga y col. 2005).

En lo referente a los valores de salto vertical, los valores medios de salto vertical (con contramovimiento previo e impulsándose con los brazos) de los jugadores de balonmano masculino de elite suelen ser cercanos a 46 cm (Bartosiewicz y col. 1986). Los equipos masculinos de nivel inferior suelen presentar valores similares a los de elite. Existen muy pocas referencias en cuanto a estudios sobre la capacidad de salto en jugadores de balonmano, puesto que en la mayoría relacionan la fuerza y potencia de la extremidad superior con el lanzamiento a portería-

Las manifestaciones de fuerza en balonmano tomando como base la clasificación de Seirul-lo(1990) hace son las siguientes:

- Fuerza para el “lanzamiento” o para el pase (fuerza balística).
- Fuerza para el “salto” (fuerza reactiva).
- Fuerza para las condiciones de “desplazamiento” en juego, dividida en Fuerza para la “carrera” y Fuerza para la “lucha”.

A partir del trabajo de J. Álvaro (1991) se pueden definir más cada una de las acciones que están representadas en las categorías mencionas:

Desplazamientos: Constituyen el elemento técnico sobre el que se desarrollan los demás gestos motores. Es por ello el elemento primero y fundamental para el juego. Mediante los desplazamientos el jugador ocupa o crea los espacios de juego que son la clave de todos los problemas tácticos, tanto en ataque como en defensa. Exigen un elevado nivel de fuerza tanto en los miembros inferiores como en la cintura pelviana, para que las aceleraciones, frenadas y los cambios de dirección sean eficaces .

Salto: En balonmano, el salto es un elemento prioritario en las acciones relevantes del juego, tanto en ataque – lanzamientos en salto y suspensión, fintas - como en defensa - blocajes -. La mejora de la capacidad de salto supone una mayor rentabilidad de las acciones técnicas, pero además, los ejercicios de salto tienen una influencia muy importante en la fuerza técnica característica del balonmano, desde los lanzamientos hasta las paradas del portero y las situaciones de oposición y contacto físico.

Lanzamientos: El lanzamiento constituye el gesto último del juego. Todos los elementos motores que se dan en el balonmano son los medios que se utilizan para encontrar una situación de lanzamiento. Exige un alto nivel de fuerza explosiva.

Situaciones de oposición-contacto físico (lucha): En balonmano se producen bastantes situaciones en las que 2 o más jugadores luchan por la posesión de un espacio, produciéndose contacto físico entre ellos. Se suele producir en los espacios de ataque-defensa situados entre las líneas de 6 a 9 m., aunque afectan a todos los jugadores. Estas acciones de oposición precisan altos niveles de fuerza general, tanto para mantener una posición ganada como en los desmarques para la ocupación del espacio deseado.

A continuación se ofrece una tabla resumen de estudios realizados por diferentes autores en distintas poblaciones de jugadores de balonmano, indicando en cada caso cuál es la metodología utilizada, (tabla 1.17.).

Autor	Población	Metodología	Resultados
Izquierdo y cols. (2002)	España / Amateurs	1 RM sentadilla 1 RM press pecho Pot. Máx. Press pecho	154 ± 22 kg. 86 ± 15 kg. 442 ± 115 W.
Gorostiaga y cols. (2005)	España / Amateurs	ABK 1 RM press pecho Pot. Máx. Press pecho	46,8 ± 7,0 cm. 82,5 ± 14,8 kg. 359 ± 20 W.
Lauletta (2005)	Argentina / Selección Junior	1 RM press pecho	88 ± 9,2 kg.
Asci y Acikada (2007)	Turquía / Amateurs	1 RM press pecho Pot. Med. Press pecho	77,2 ± 12,8 kg. 190 ± 98 W.
Chaouchi y cols. (2009)	Tunez / Selección nacional	1 RM press pecho Porteros Centrales Extremos Pivotes Pot. Máx. Press pecho Porteros Centrales Extremos Pivotes	90,6 ± 12,6 kg. 102,42 ± 18,6 kg. 99,25 ± 14,5 kg. 106,41 ± 13,9 kg. 763 ± 134,5 W. 804 ± 168,5 W. 773 ± 155,9 W. 815 ± 168,2 W.
Hermassi (2010)	Tunez / Élite	1 RM press pecho Pot. Máx. Press pecho	88 ± 13 kg. 542 ± 122 W.

Tabla 1.17. Cuadro resumen de trabajos efectuados sobre la fuerza máxima (kg), la capacidad de salto (cm) y potencia del ten superior (W) en jugadores de balonmano. (Media ± SD).

Estudios que valoran la influencia del entrenamiento de fuerza en balonmano.

Con el entrenamiento de la fuerza podemos incidir en unas conductas de forma directa, así, son muchos los gestos de balonmano que utilizan el salto; además la mejora en la capacidad de salto en un lanzamiento en suspensión, conlleva un efecto positivo en otras habilidades que utilizan la impulsión de las piernas: los desplazamientos rápidos, las salidas de finta de desplazamiento (Grosser, 1992). De hecho existen numerosas evidencias empíricamente demostradas, sobre la correlación positiva entre la capacidad de salto y el desplazamiento a máxima velocidad (Bosco, C. y Pittera, C. 1982; Häkkinen, K 1990).

Gorostiaga y cols. (2005) observaron la evolución de distintas variables de condición física a lo largo de una temporada en un equipo profesional de balonmano en función del tipo de trabajo de la resistencia y la fuerza. Así pues, cuando se entrena con elevados volúmenes de resistencia (75-87% del volumen total del entrenamiento de resistencia) a baja intensidad (Frecuencia cardiaca < 80% de la velocidad de 3mmol l^{-1}), es muy probable que dicho volumen no aumente los valores de resistencia aeróbica y por el contrario interfiera con el desarrollo de la fuerza. En este estudio, se observó a lo largo de la temporada de balonmano, una ausencia de mejora en los valores de la resistencia aeróbica, y de fuerza explosiva en la extremidad inferior, a pesar del entrenamiento de pesas realizado. Sin embargo, un resultado interesante fue la relación positiva encontrada entre el trabajo de resistencia a alta intensidad y los valores de la resistencia aeróbica. Es decir, aquellos jugadores que más minutos de alta intensidad habían desarrollado a lo largo de la temporada eran aquellos jugadores que mayores valores de resistencia aeróbica presentaban. Esto sugiere que se debería prestar especial atención al entrenamiento de resistencia y reducir el volumen de entrenamiento de baja intensidad, para evitar interferir en el rendimiento de la fuerza, y entrenar la resistencia a alta intensidad para mejorar los valores de resistencia aeróbica.

Con métodos combinados de entrenamiento de fuerza, Martínez y cols. (2001) trabajaron 3 sesiones/semana durante 12 semanas con porcentajes de 60-70% de 1 RM para el trabajo con sobrecargas y con el número máximo de repeticiones para un trabajo de autocargas, en jugadores senior, juniors y cadetes de balonmano. Las principales conclusiones a las que llegaron fueron que con esas cargas de 60-70% de 1 RM si produce mejoras en las distintas manifestaciones de la fuerza, excepto para incrementar la Fuerza Isométrica Máxima, para la que hablan de cargas más elevadas del 75%. Además, en la etapa cadete la asimilación del trabajo mejoran más la extremidad superior, y en juniors y seniors el incremento se produce fundamentalmente en la extremidad inferior. El entrenamiento de autocargas puede ser válido para mantener los niveles de fuerza, pero no para aumentar la fuerza máxima independientemente del estado madurativo del deportista.

Chirosa y cols. (2000) integraron un entrenamiento de fuerza con elementos técnicos para mejorar la fuerza de impulsión en el lanzamiento en jugadores juveniles de balonmano entrenando 2 veces a la semana, durante 7 semanas consecutivas.

Obtuvieron mejoras significativas en todas las variables analizadas, por ello afirmaron que en jóvenes jugadores de balonmano, cualquier entrenamiento con cargas de 70% de 1 RM, va a tener un efecto positivo sobre todas las manifestaciones de la fuerza; y si es combinado o integrado con elementos de baja carga o técnicos, se mejora más la fuerza dinámica máxima que únicamente con el trabajo de sobrecargas. En las variables analizadas siempre $p < 0,05$, como en SJ, que se pasó de $34,24 \pm 4,93$ cm. a $38,70 \pm 5,80$ cm. En CMJ, de $36,18 \pm 6,09$ cm. a $40,70 \pm 5,63$ cm. Y en ABK, de $43,60 \pm 8,29$ cm. a $45,59 \pm 6,60$ cm.

Hermassi y cols. (2010) trabajaron con jugadores de balonmano de élite durante 10 semanas para un total de 20 sesiones con porcentajes entre 80-95% de 1 RM para press de pecho y pull-over para un grupo de trabajo, y con 55-75% de los mismos ejercicios para otro grupo.. Al evaluar al final del periodo su fuerza máxima, 1 RM se elevó de manera significativa para press de pecho pasando de 88 ± 13 kg. a 101 ± 10 ka. el grupo de cargas altas, y de 91 ± 10 kg a 97 ± 12 kg. el grupo de cargas medias. La 1 RM en pull-over también se incremento de manera significativa. En el test de fuerza-potencia máxima para press de pecho, únicamente hubo incremento significativo en el grupo que trabajó con cargas medias, pasando de 558 ± 63 W. a 614 ± 65 W.

1.6. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA EN VOLEIBOL

El carácter súbito e instantáneo y el nivel de precisión de las acciones motrices en el voleibol provocan la necesidad de desarrollar en los jugadores la rapidez de la reacción, así como también la rapidez de los movimientos relacionados con la alta velocidad del vuelo del balón.

Casi todas las acciones de los voleibolistas transcurren sobre la base de las percepciones visuales. La habilidad para ver la posición y el desplazamiento de los jugadores en el terreno, el movimiento ininterrumpido de la pelota, así como también la habilidad para orientarse rápidamente en las nuevas situaciones constituyen importantes cualidades de los voleibolistas. Esto plantea exigencias muy amplias ante el volumen y el campo de acción de los jugadores y el nivel de precisión de su medición a simple vista.

El voleibol moderno se caracteriza por la alta velocidad del vuelo del balón. Por el rápido desplazamiento de los jugadores y por el rápido e inesperado cambio de las situaciones de juego: todo esto plantea altas exigencias, no sólo con relación al volumen, la intensidad y la estabilidad de la atención, sino que también, exige al deportista la conmutación instantánea y la amplia distribución de la atención. La cantidad de estos procesos que transcurren simultánea o consecutivamente puede ser diferente, al igual que el grado de claridad de los mismos. Todo esto caracteriza la distribución de la atención; Además de eso, durante el juego el voleibolista tiene que estar cambiando constantemente los objetos sobre los que está dirigida su atención. Así después de hacer el pase para el remate, el voleibolista concreta sus acciones la atención para el apoyo. Por ejemplo, tan sólo en un segundo su atención cambia alternadamente de tres a seis objetos.

Debido a las características tan específicas en cuanto al desarrollo del juego en voleibol, conviene explicar su desarrollo a través de los llamados "complejos de juego":

- El voleibol es un deporte colectivo en el cual, pese a que las acciones técnicas (saque, recepción, colocación, remate, bloqueo y defensa en campo) que realizan los jugadores son acciones discretas, el desarrollo del juego posee un carácter cíclico y repetitivo. Es decir, las acciones técnicas se repiten de forma cíclica en el juego hasta que alguno de los equipos consigue su objetivo o comete un error.
- A esta repetición organizada y repetitiva de las acciones se le denomina "flujo", "carácter ciclo" o "secuencia de juego" (Selinger y Ackermann-Blount, 1986; Fraser, 1988; Beal, 1989).

Clásicamente el desarrollo del voleibol se divide en tres fases, en la figura 1.7 aparecen desarrolladas las acciones en cada una de ellas.

KI- Complejo de ataque

KII- Complejo de defensa y contra-ataque

KIII- Complejo de acciones cíclicas del juego (defensa o cobertura y contraataque)

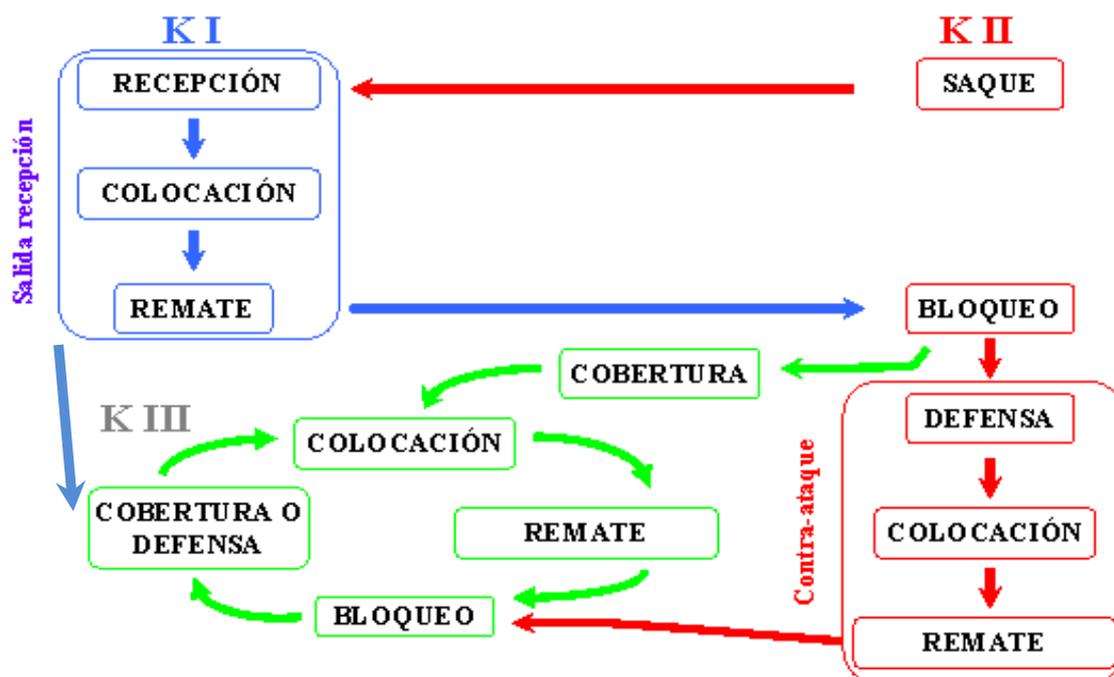


Figura 1.7. Diferentes complejos para las acciones en voleibol.

1.6.1. Características generales del esfuerzo en el voleibol

Según De Lellis (1997), el voleibol es un deporte que requiere de niveles altísimos de técnica y de inteligencia táctica para resolver diferentes situaciones de juego. Es decididamente importante para un jugador de voleibol estar en condiciones de realizar movimientos explosivos e intensos por un largo período de tiempo (2 o 3 horas). En este deporte, se alternan acciones de poco tiempo de duración pero de altísima intensidad seguidos de períodos de pausa y por ende de baja intensidad. Aparentemente, los jugadores pasan más tiempo descansando que en fases de juego activo.

Bosco (1996), al analizar detalladamente el voleibol establece que este tipo de actividad esta condicionada por una insólita variabilidad de movimientos que puede durar hasta 120 – 150 minutos.

Maza (2005), en un intento de analizar las variables más significativas del voleibol encontró que la duración media de los puntos era entre 4 y 8 segundos, que la

duración de la pausa intra – juego era entre 12 y 20 segundos, que la relación trabajo – descanso o esfuerzo – pausa era de $1 / 2.5 - 1 / 3$, que la duración de los sets era entre 18 y 25 minutos y que la duración de los encuentros era entre 80 y 120 minutos.

En cuanto a los tiempos de juego que ocurren en un partido entre cada pausa, Bertorello (2008) nos muestra su duración en porcentajes en su estudio con jugadores menores de 21 años (tabla 1.18.):

Tiempos	1" - 5"	6" - 10"	11" - 15"	16" - 20"	+ de 21"
Porcentaje	58%	24%	11%	4%	3%

Tabla 1.18. Tiempos de juego (porcentual) en voleibol (Bertorello, 2008).

El mismo autor también cuantificó en porcentajes la duración de las pausas (tabla 1.19.).

Tiempos	1" - 10"	11" - 20"	21" - 30"	31" - 40"	41" - 50"	51" - 60"	+ de 60"
Porcentaje	2%	54%	25%	3%	0%	1%	15%

Tabla 1.19. Tiempos de las pausas (porcentual) en voleibol (Bertorello, 2008).

En la tabla 1.20., aparecen las medias de duración de fases activas y pasivas según diversos autores:

Autores	Fases Activas	Fases Pasivas
Beljaev, 1974	8,7 seg.	7,1 seg.
Naar, 1982	5-7 seg.	
Ivoilov. 1987	1-7 seg.	7-8 seg.
Viitasalo. 1991	7,6 seg.	14,1 seg.
Tant. 1993	2-20 seg.	
Iglesias. 1994	5,9 seg.	12,6 seg.
Hernández. 1994	7,14 seg.	11,56 seg.
Fritzler. 1995	7-12 seg.	8-10 seg.
Gómez Carramiñana. 2002	6,59 seg.	18,81 seg.
Fontani y cols. 2004	5,23 seg.	13,77 seg.

Tabla 1.20. Duración de las fases activas y pasivas en voleibol
(Modificado de Gómez-Carramiñana, 2002)

1.6.2. La fuerza en el voleibol

Las características del voleibol (dimensiones del campo, altura de la red, etc.) y el tipo de acciones que en este deporte se realizan, esfuerzos cortos e intensos en donde se requieren rendimientos máximos, hacen que la fuerza sea una cualidad fundamental de este deporte.

A la hora de abordar el entrenamiento de esta cualidad física podemos encontrar dos planteamientos o metodologías, opuestas entre sí:

- a) Planteamiento analítico, donde se trabaja esta cualidad de forma aislada a la práctica del voleibol.
- b) Planteamiento global o integrado, donde se trabaja de forma conjunta con la práctica del voleibol, otras cualidades.

Existen pocas investigaciones acerca del trabajo de forma integrada, principalmente por los problemas de control de los efectos reales que tiene este entrenamiento en los deportistas.

El voleibol es un deporte explosivo en el que se realizan acciones acíclicas que requieren por parte del jugador una gran capacidad de reacción y velocidad de ejecución (Vargas, 1982; Torres, 1993), destacando las manifestaciones reactivas de la fuerza en estas acciones (Zanon, 1988; Vittori, 1990; Velez, 1991). Es decir se requiere la implicación de los elementos elásticos a través del ciclo estiramiento - acortamiento (CEA) en la musculatura que se utiliza en voleibol (extensores de las piernas, brazos y hombros).

La participación de estos factores conlleva una eficacia mecánica, al conseguirse mayor altura en un salto vertical precedido de contramovimiento que en uno sin contramovimiento (Asmussen, 1974, citado por González y Gorostiaga, 1995; Bobbert et al, 1996), y una mayor activación electromiográfica (35%) de la musculatura implicada (González y Gorostiaga, 1995), sin ocasionar un gasto energético mayor (Cavagna, 1965, Cavagna, 1968, citado por González y Gorostiaga, 1995; Gómez, 1997).

Bosco (1986) hace referencia en jugadores de voleibol de elite de tiempos de apoyo en bloqueo y remate de entre 0,200 y 0,300 segundos. Selinger y Acjkermann-Blount (1986) dan como tiempos de apoyo para el remate valores de 0,250 segundos.

El trabajo para el desarrollo de la manifestación reactiva de la fuerza suele abordarse cuando el jugador tiene un determinado nivel en esta cualidad, ya que es necesario una base de manifestación de fuerza activa (Vittori, 1990; Velez, 1991).

Sin embargo para conseguir los máximos exponentes de esta manifestación de la fuerza es necesario el dominio de la técnica (Young, 1995; Hewett et al, 1996). Así el hecho de aprender a ser capaz de “pre-activar” o “pre-estirar” pueden limitar a la postre el desarrollo de nuestros jugadores. Esta habilidad es necesaria para que en sus acciones aprovechen la energía almacenada en la fase excéntrica y consiguiendo mayor activación del componente reflejo, esto a la postre reducirá el riesgo de lesiones (Hewett et al, 1996).

A continuación aparece una tabla resumen de estudios realizados en distintas poblaciones en voleibol, con su metodología empleada, (tabla 1.21.).

Autor	Población	Metodología	Resultados
Palao y cols. (2001)	España / Seniors	CMJ DJ	47 cm. 37,5 cm.
García y cols. (2004)	Sudamérica / Seniors	1 RM ½ sentadilla 1 RM press pecho	61,8 ± 15,1 kg. 38,5 ± 8,6 kg.
Asci y Acikada. (2007)	Turquía / Seniors	1 RM press pecho Pot. Máx. Press pecho	75,5 ± 12,2 kg. 300 ± 30,7 W.
Drinkwater y cols. (2007)	Australia / Juveniles	1 RM press pecho Pot. Máx. Press pecho	80,9 ± 11,1 kg. 597,5 ± 68 W.
García y cols. (2007)	España / Seniors	1 RM ½ sentadilla CMJ SJ ABK	91,1 ± 8,2 kg. 36,4 ± 5,7 cm. 34,7 ± 5,4 cm. 39,6 ± 6,2 cm.
Stanganelli y cols. (2008)	Brasil / Selección sub 19	CMJ SJ	42,8 ± 2,5 cm. 40,5 ± 1,2 cm.
Marques y cols. (2009)	Portugal / Élite	1 RM ½ sentadilla Colocadores Opuestos Receptores Centrales Líberos CMJ Colocadores Opuestos Receptores Centrales Líberos 1 RM press pecho Colocadores Opuestos Receptores Centrales Líberos	123,3 ± 13,6 kg. 146 ± 15,1 kg. 149 ± 25,5 kg. 132,5 ± 16,6 kg. 127,5 ± 17 kg. 47 ± 3,3 cm. 41,91 ± 2,5 cm. 46,67 ± 4,3 cm. 42,9 ± 5,37 cm. 44,4 ± 0,9 cm. 78,33 ± 11,2 kg. 94 ± 18,5 kg. 86,5 ± 13,1 kg. 96,11 ± 12,1 kg. 76,25 ± 8,54 kg.

Tabla 1.21. Cuadro resumen de trabajos efectuados sobre la fuerza máxima (kg), la capacidad de salto (cm) y potencia del ten superior (W) en jugadores de voleibol. (Media ± SD).

Estudios que valoran la influencia del entrenamiento de fuerza en voleibol.

Palao y cols. (2001) investigaron los efectos de un trabajo basado en el ciclo estiramiento-acortamiento a través de ejercicios de fuerza y técnica de carrera tales como skipping, impulsiones de tobillos, saltos de tobillo o desplazamientos laterales; todos ellos integrados en el entrenamiento. Todo ello en 3 sesiones/semana de un total de 14 semanas. Su principal conclusión fue que al emplear este tipo de ejercicios se aplica mejor la fuerza (altura alcanzada) en la acción de bloqueo con desplazamiento lateral sin cruce en voleibol.

Newton y cols. (1999) demuestran que ocho semanas de entrenamiento balístico utilizando ejercicios pliométricos mejoran de manera significativa el salto vertical en jugadores de voleibol de élite, mientras que el entrenamiento tradicional con pesas durante ese período no tiene el mismo efecto positivo.

García y cols. (2005) observaron que en jugadoras aficionadas de voleibol ocho semanas de entrenamiento pliométrico mejoraban de manera significativa la altura de salto y lo que es más interesante, tras siete semanas de descanso, las mejoras en la capacidad de salto continuaban.

Aunque ya se han señalado algunos casos, es necesario hacer referencia a que es frecuente encontrarse trabajos que tratan de analizar la influencia del entrenamiento pliométrico en combinación con otras modalidades de entrenamiento de la fuerza.

Por ejemplo, Rodríguez y García Manso (1997) efectuaron un trabajo con jugadores de voleibol en el que durante ocho semanas un grupo efectuaba ejercicio combinado anisométrico y pliométrico para mejorar la fuerza de la extremidad inferior y otro grupo efectuaba únicamente trabajo anisométrico. Tras ese programa se observó una mejora significativa en el grupo combinado mientras que un empeoramiento en la capacidad de salto en el grupo anisométrico.

Maffiuletti y cols. (2002) desarrollaron un programa de entrenamiento con jugadores de voleibol durante seis semanas en el que combinaban el entrenamiento pliométrico con el trabajo de electroestimulación. Dicho programa tenía una frecuencia de entrenamiento de tres sesiones semanales y el objetivo del mismo era valorar su influencia en la capacidad de salto. Al finalizar el programa los autores llegan a la conclusión de que este entrenamiento combinado incrementa de manera significativa la fuerza voluntaria máxima de los extensores de rodilla y de los flexores plantares así como la altura de diferentes tipos de salto vertical.

Con una muestra de jugadoras de voleibol amateurs, García y cols. (2004) plantearon un entrenamiento combinado de fuerza máxima y pliometría y tras 7 semanas obtuvieron grandes ganancias sobre fuerza máxima de 1 RM en ½ sentadilla de 30 % (de $61,8 \pm 15,1$ kg a $80,3 \pm 13,7$ kg), y en 1 RM en press de pecho en un 23,1 % (de $38,5 \pm 8,6$ kg a $47,4 \pm 6,76$ kg).

Durante 9 semanas el equipo juvenil de voleibol de Brasil preparó el Campeonato del Mundo, y Strangelli y cols. (2008) evaluaron la capacidad de salto después de esta fase de entrenamientos tanto físicos, como técnicos y tácticos. En todas las variables

(SJ, CMJ, altura en ataque, y altura en bloqueo) hubo mejoras, sin embargo estas fueron significativas únicamente en las alturas de ataque y bloqueo.

En cuanto al trabajo para la extremidad superior, Drinkwater y cols. (2007) plantearon durante 6 semanas para un total de 18 sesiones entrenamiento para el ejercicio de press de pecho con cargas iguales y superiores al 90%. Los sujetos fueron divididos según el número de repeticiones a realizar. En los resultados, no hubo diferencias en cuanto al número de repeticiones, puesto que todos mejoraron significativamente independientemente del número de repeticiones a trabajar a partir de cargas al 90%, Elevaron su 1RM en press de pecho, además de su potencia media y potencia máxima para el mismo ejercicio.

1.7. RESUMEN COMPARADO DE FACTORES DE FUERZA MEDIANTE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTES

Puesto que en la presente tesis se trabajará con dos métodos diferentes de entrenamiento de contrastes, a continuación se ofrece una tabla resumen de estudios realizados por diferentes autores en los que aplicaban métodos de entrenamiento de contrastes para la mejora de fuerza en jugadores de fútbol, baloncesto, balonmano o voleibol, indicando en cada caso cuál es la metodología utilizada, (tabla 1.14). Los únicos estudios que comparan los deportes presentes en nuestro trabajo para una metodología parecida a la nuestra son los de Navarro y cols. (1997) y el de García y cols. (2004), si bien en este último el grupo de voleibol eran mujeres, y al observar los efectos retardados de su programa no incluyó a los jugadores de baloncesto.

Deporte	Autor, año Población	Metodología	Resultados	Observaciones
FÚTBOL	Taiana y cols. (1993). 15 futbolistas juveniles (18±0,3 años)	10 semanas. Encadena 4 ejercicios alternándose pesas, saltos y golpes de balón.	Mejora en CMJ, SJ, carrera de 10 y 20 m. Mejora significativa en la velocidad de golpeo de balón.	Un único grupo impide comparar sobre la idoneidad del método empleado.
FÚTBOL	García y cols (2004). 16 jugadores amateurs (24,6±7,0 años). *Estudio comparativo para fútbol, baloncesto y voleibol.	7 semanas 3 primeras semanas entrenamiento de fuerza máxima con cargas entre 75% y 85%. 3 últimas semanas entrenamiento contrastes fuerza máxima + pliometría. (fuerza máxima con cargas entre 45% y 55%)	Ganancias sobre fuerza máxima de 1 RM en ½ sentadilla de 21,6 % (de 82,9 ± 14,7 kg a 101 ± 15,6 kg), y en 1 RM en press de pecho en un 11,1 % (de 55,5 ± 5,9 kg a 61,7 ± 6,05 kg). También ganancia significativa en Salto y alcance (3,4%) y en lanzamiento de balón medicinal (10,5%).	En Fuerza máxima, deporte con menos mejora en 1RM press pecho (11,1%) manteniendo el valor adquirido hasta 4 semanas después. En RM para ½ sentadilla se encuentra en posición intermedia con un 21,6%, si bien es cierto que su efecto residual es el mayor. En saltar y alcanzar obtiene los peores valores con sólo un 3,4% de mejora aunque su efecto residual es el mayor; y en lanzamiento de balón medicinal, junto con voleibol obtiene el valor más alto (10,5%)

ANTECEDENTES

FÚTBOL	Nuñez y cols. (2008). 15 jugadores amateurs (28,3±3,3 años)	4 ciclos de 6 semanas. Fuerza máxima, fuerza rápida, saltos horizontales, saltos verticales, resistencia aeróbica y resistencia anaeróbica, todo ello combinado	En CMJ, diferencias significativas a partir del tercer ciclo. En SJ, diferencias significativas desde el 2º ciclo. En ABK, diferencias significativas entre el primer y 4º ciclo, y entre el 2º y el 4º.	En el test de Probst para medir resistencia específica hubo diferencias significativas desde el 2º ciclo.
FÚTBOL	Ronnestad y cols. (2008). 21 jugadores profesionales. (23±2 años)	7 semanas. 2 grupos: ST: Fuerza máxima + fútbol. ST+P: Fuerza máxima+pliometría+fútbol.	ST mejora significativa sólo en 1 RM en ½ sentadilla: de 166±5 a 209±7 kg. Mientras, que el ST+P obtuvo diferencias en 1 RM en ½ sentadilla (de 179±6 kg a 220±3 kg) y en SJ (de 29,6±1,4 cm a 32,3±1,7 cm). En CMJ, sin diferencias en ambos grupos.	En aspectos de carreras, sólo diferencias significativas para el grupo ST+P en 10 y 40 metros.
BALONCESTO	Navarro y cols. (1997) 24 jugadores de baloncesto y voleibol	7 semanas. 2 sesiones/semana. G1: 70% de 1RM de squat + 2-4 lanzamientos en suspensión. GE2: 70% de 1 RM de squat y 2-4 lanz,. Pero no seguido.	Baloncesto: dif. signif. entre grupos en squat a favor de GE1. Mejoras significativas en ambos grupos en squat, SJ y CMJ. Voleibol: dif. Signif. entre grupos en squat a favor de GE1. Mejoras significativas en salto en ambos grupos.	Estudio interesante puesto que la metodología es muy cercana a la nuestra al variar el periodo de recuperación durante las cargas dependiendo del grupo de trabajo, y al incluir dos tipos de deportes.

ANTECEDENTES

BALONCESTO	<p>García y cols. (2004). 6 jugadores amateurs (24,3±5 años). *Estudio comparativo para fútbol, baloncesto y voleibol.</p>	<p>7 semanas 3 primeras semanas entrenamiento de fuerza máxima con cargas entre 75% y 85%. 3 últimas semanas entrenamiento contrastes fuerza máxima + pliometría. (fuerza máxima con cargas entre 45% y 55%)</p>	<p>Ganancias sobre fuerza máxima de 1 RM en ½ sentadilla de 15,6 % (de 87,3 ± 17,8 kg a 101 ± 18,8 kg), y en 1 RM en press de pecho en un 16,3 % (de 63,6 ± 7,8 kg a 74 ± 6,4 kg). También ganancia significativa en Salto y alcance (8%) y en lanzamiento de balón medicinal (6%).</p>	<p>En Fuerza máxima, deporte con menos mejora en 1RM en ½ sentadilla (15,6%), aunque en RM para press de pecho se encuentra en posición intermedia con un 16,3%, En saltar y alcanzar obtiene valores también intermedios con un 8%, y en lanzamiento de balón medicinal obtiene el valor más bajo (6%)</p>
BALONCESTO	<p>Santos y Janeira. (2008). 25 jugadores adolescentes de 15 años.</p>	<p>10 semanas. 2 sesiones/semana. En cada sesión se trabajaban ejercicios con cargas de 10/12 RM para luego realizar ejercicios pliométricos y de técnica de carrera.</p>	<p>Mejora significativa en el aumento de la altura de los saltos CMJ, SJ, ABK y salto vertical, así como en la distancia al lanzar un balón medicinal. Sin embargo, no fue significativa la mejoría (un 5,6%) en el salto DJ.</p>	<p>Para el salto vertical y el balón medicinal, los autores afirman que se debe también por una mejor sincronización de los segmentos corporales y un aumento del nivel de coordinación general (además del lógico aumento de fuerza).</p>
BALONMANO	<p>Chirosa y cols. (1997). Chirosa y Padial (2001). 16 jugadores juveniles.</p>	<p>7 semanas. 2 sesiones/semana. G1: 70% de 1RM de squat + 2-4 lanzamientos en suspensión. GE2: 70% de 1 RM de squat y 2-4 lanz,. Pero no seguido.</p>	<p>SJ, SJ25, SJ50, CMJ y ABK mejoran más en GE1, pero sólo diferencias significativas entre grupos en SJ50.</p>	<p>Método de contrastes mejoras las distintas manifestaciones de fuerza dinámica en juveniles de balonmano.</p>

ANTECEDENTES

BALONMANO	Chirosa y cols. (2000). 16 jugadores juveniles.	2 sesiones/semana durante 7 semanas. Trabajo fuerza máxima tren inferior con cargas del 70%+ lanzamientos en suspensión.	Siempre $p < 0,05$, como en SJ, que se pasó de $34,24 \pm 4,93$ cm. a $38,70 \pm 5,80$ cm. En CMJ, de $36,18 \pm 6,09$ cm. a $40,70 \pm 5,63$ cm. Y en ABK, de $43,60 \pm 8,29$ cm. a $45,59 \pm 6,60$ cm.	Entrenamiento con cargas de 70% de 1 RM, va a tener un efecto positivo sobre todas las manifestaciones de la fuerza; y si se suman elementos de baja carga o técnicos, se mejora más la fuerza dinámica máxima que únicamente con el trabajo de sobrecargas.
BALONMANO	Mayo y Pardo. (2001). 15 jugadoras profesionales.	7 semanas. 1 ^a -3 ^a semanas: 3-4 x 8 al 80% con carga elevada + 6 repts. sin carga. Sigüientes 4 semanas: 3 x 4-6 al 90-100% con carga media-alta + 4-6 con carga media-baja y baja.	Mejora significativa en SJ, ABK, press de banca y lanz. balón medicinal. No mejora significativa en CMJ.	El método de contraste permitió el progreso en el rendimiento físico de jugadoras con experiencia y jóvenes, donde se encontraron los mejores resultados posiblemente por sus niveles inferiores en los valores iniciales.
BALONMANO	Martínez y cols. (2001). Jugadores cadetes, juniors y seniors.	3 sesiones/semana durante 12 semanas con porcentajes de 60-70% de 1 RM para el trabajo con sobrecargas y con el número máximo de repeticiones para un trabajo de autocargas	Mejoras en las distintas manifestaciones de la fuerza, excepto en la Fuerza Isométrica Máxima, para la que hablan de cargas más elevadas del 75%.	En la etapa cadete la asimilación del trabajo mejoran más la extremidad superior, y en juniors y seniors el incremento se produce fundamentalmente en la extremidad inferior.
VOLEIBOL	Rodríguez y García Manso (1997)	8 semanas. Un grupo efectuaba ejercicio combinado anisométrico y pliométrico para mejorar la fuerza de la extremidad inferior y otro grupo efectuaba únicamente trabajo anisométrico.	Mejora significativa en el grupo combinado y un empeoramiento en la capacidad de salto en el grupo anisométrico.	En jugadores de voleibol el entrenamiento pliométrico es fundamental para conservar y mejorar su capacidad de salto.

ANTECEDENTES

VOLEIBOL	<p>Navarro y cols. (1997) 24 jugadores de baloncesto y voleibol</p>	<p>7 semanas. 2 sesiones/semana. G1: 70% de 1RM de squat + 2-4 lanzamientos en suspensión. GE2: 70% de 1 RM de squat y 2-4 lanz,. Pero no seguido.</p>	<p>Baloncesto: dif. signif. entre grupos en squat a favor de GE1. Mejoras significativas en ambos grupos en squat, SJ y CMJ. Voleibol: dif. Signif. entre grupos en squat a favor de GE1. Mejoras significativas en salto en ambos grupos.</p>	<p>Puede resultar interesante el método complejo en deportes de equipo con ejercicios de halterofilia.</p>
VOLEIBOL	<p>García y cols. (2004). 11 jugadoras entre 15 y 24 años. *Estudio comparativo para fútbol, baloncesto y voleibol.</p>	<p>7 semanas 3 primeras semanas entrenamiento de fuerza máxima con cargas entre 75% y 85%. 3 últimas semanas entrenamiento contrastes fuerza máxima + pliometría. (fuerza máxima con cargas entre 45% y 55%)</p>	<p>Ganancias sobre fuerza máxima de 1 RM en ½ sentadilla de 30 % (de 61,8 ± 15,1 kg a 80,3 ± 13,7 kg), y en 1 RM en press de pecho en un 23,1 % (de 38,5 ± 8,6 kg a 47,4 ± 6,76 kg). También ganancia significativa en Salto y alcance (10,4%) y en lanzamiento de balón medicinal (12,1%).</p>	<p>En Fuerza máxima, deporte con más mejora tanto en 1RM press pecho (23,1%) como en RM para ½ sentadilla (30%). Además el efecto residual en ambas es también elevado con un 23% y 45,4% respectivamente a las 4 semanas. En saltar y alcanzar y lanzamiento de balón medicinal también los valores son más altos, con un 10,4% y un 12,1%, siendo el efecto residual parecido al de fútbol en balón medicinal y muy superior en saltar y alcanzar con un 15,3. Los autores lo achacan a su condición de mujeres y su mayor margen de mejora.</p>

Tabla 1.22. Cuadro resumen de trabajos efectuados con métodos de contraste en jugadores de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol (*Media ± SD*).

A la vista de la tabla anterior 1.22., lo primero que se puede afirmar es que en prácticamente en la totalidad de los estudios independientemente del deporte, existe una mejora de la fuerza al poner en práctica un entrenamiento de contrastes de duración mínima de 6-7 semanas a razón de dos sesiones semanales, siendo este valor de tiempo el idóneo a partir del cuál se puedan obtener resultados.

Por otra parte, en fútbol, los estudios que trabajan con el método de contrastes de fuerza máxima (pesas) y pliometría, ya sea esta última aplicada mediante cargas más bajas o incidiendo en la capacidad de salto, producen mejoras superiores que si únicamente aplicamos trabajo de fuerza máxima y el entrenamiento de fútbol, como queda demostrado principalmente en el estudio de Ronnestad y cols. (2008). En la literatura no se incluye ningún trabajo con futbolistas en el que se compare dos métodos de contraste diferentes en cuanto al periodo de tiempo de aplicación de la carga alta respecto a la carga baja.

También se aprecia de forma clara como en baloncesto el método de contrastes es apropiado para la obtención de mejora de la fuerza, tanto para la musculatura superior, como la extremidad inferior. Además, un referente importante para nuestro estudio es el trabajo realizado por Navarro y cols. (1997) puesto que aplicaban diferente recuperación al aplicar las cargas en dos métodos de contraste, obteniendo significatividad en ambos pero siendo superior al grupo que trabajaba de forma seguida y continuada en cada serie el trabajo de fuerza máxima con la carga baja, en este caso, lanzamientos en suspensión (saltos). En este estudio también se incluía a jugadores de voleibol, obteniéndose los mismos resultados de mejora con ambos entrenamientos y también a favor del grupo de saltos seguidos de fuerza máxima. Mediante otro estudio (Rodríguez y García Manso, 1997) en este deporte de voleibol también queda demostrado la necesidad de trabajo con cargas altas acompañadas de trabajo pliométrico para conservar y mejorar la capacidad de salto, y no aplicando únicamente el trabajo anisométrico. Al igual que ocurre en baloncesto y voleibol, también en balonmano el trabajo de carga alta con saltos (pliometría) realizado de forma seguida sin apenas pausa, ha quedado demostrado en los estudios de Chiroso y cols. (1997) y Chiroso y Padial (2001) que se produce una mejora en la capacidad de salto de una forma más acentuada con respecto a una separación de carga alta y pliometría. Además, para la extremidad superior también es adecuado este tipo de entrenamiento para distintas manifestaciones de fuerza en los balonmanistas, al obtener resultados positivos los trabajos de Mayo y Pardo (2001) y Martínez y cols. (2001).

Respecto al estudio de García y cols. (2004) en el que se comparaba el efecto de un entrenamiento de contrastes en jugadores de fútbol, baloncesto y voleibol, en el caso del fútbol y en fuerza máxima, es el deporte con menos mejora de los tres en 1RM press pecho (11,1%) manteniendo el valor adquirido hasta 4 semanas después. En RM para ½ sentadilla se encuentra en posición intermedia con un 21,6%, si bien es cierto que su efecto residual es el mayor.

En la capacidad de salto obtiene los peores valores con sólo un 3,4% de mejora aunque su efecto residual es el mayor; y en lanzamiento de balón medicinal, junto con voleibol obtiene el valor más alto (10,5%). Para el caso del baloncesto en este mismo estudio y en fuerza máxima, deporte con menos mejora en 1RM en ½ sentadilla (15,6%), aunque en RM para press de pecho se encuentra en posición intermedia con

un 16,3%, En saltar y alcanzar obtiene valores también intermedios con un 8%, y en lanzamiento de balón medicinal obtiene el valor más bajo (6%). Y por último, en voleibol, en fuerza máxima es el deporte con más mejora tanto en 1RM press pecho (23,1%) como en RM para ½ sentadilla (30%). Además el efecto residual en ambas es también elevado con un 23% y 45,4% respectivamente a las 4 semanas. En saltar y alcanzar y lanzamiento de balón medicinal también los valores son más altos, con un 10,4% y un 12,1%, siendo el efecto residual parecido al de fútbol en balón medicinal y muy superior en saltar y alcanzar con un 15,3. Los autores lo achacan a su condición de mujeres y su mayor margen de mejora.

De esta manera, queda demostrado a tenor de la literatura, como diferentes entrenamientos de contraste producen efectos positivos en estos tipos de deportes deportes colectivos tanto en la extremidad inferior como en la extremidad superior en distintas manifestaciones fuerza dinámica, aunque, no sabemos en que medida afectan a un grupo de sujetos dos entrenamientos de contrastes diferentes, ni en que tipos de deportes producen mayores efectos.

Sin embargo, en la mayoría de estudios varían los tipos de carga sin tener en cuenta la fase de recuperación tanto en la aplicación de las diferentes intensidades de carga alta y carga baja, como entre series.

1.8. FACTORES DE RENDIMIENTO DE CARÁCTER ANTROPOMÉTRICO

Ross y cols. (1972) definieron originalmente el término cineantropometría como la “*disciplina científica que estudia el tamaño, las proporciones, la ejecución del movimiento, la composición del cuerpo humano y sus principales funciones*”. En 1991 Ross hablará de la cineantropometría como “*el nexo de unión cuantitativo entre la anatomía y la fisiología y entre la estructura y la función*”.

Es una herramienta de gran utilidad para la solución de problemas relacionados con el crecimiento, el desarrollo, el ejercicio, la nutrición, y el rendimiento deportivo, por lo que es un área relevante para varios sectores como la medicina, la Educación Física, los Deportes y la Educación (Ross y cols., 1982).

Tradicionalmente, los campos básicos de estudio de esta ciencia han sido tres:

- *Determinación del somatotipo*: Carter (1975) definió el somatotipo como la descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado. Según este autor, son varios los factores que pueden influir en el somatotipo: edad, sexo, actividad física, crecimiento, alimentación, medio socio-cultural y factores ambientales.

Conocer el somatotipo de un deportista es importante desde el punto de vista del rendimiento deportivo porque permite compararlo con el somatotipo que pudiera considerarse “ideal” para esa modalidad deportiva así como valorar el somatotipo de ese mismo individuo en diferentes momentos de su carrera deportiva.

El método más extendido y utilizado en la actualidad en la determinación del somatotipo es el de Heath–Carter, que fue creado por Heath en 1964 con la colaboración de Carter, basándose en los estudios realizados por la primera entre 1948 y 1953, (Esparza y cols. 1993). Este método expresa el somatotipo en función de tres números que representan a los tres componentes corporales: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia.

Íntimamente ligado al concepto de somatotipo está la somatocarta que puede definirse como la representación gráfica de los valores numéricos que se obtienen con las medidas antropométricas utilizadas en el método de Heath–Carter. Dicha representación gráfica consiste en un triángulo equilátero (triángulo de Reuleaux) con los lados curvos, que corresponden a arcos de circunferencia con centros en los vértices del triángulo. Está dividido por tres ejes (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) que se cruzan en el centro formando ángulos de 120° entre sí. Cada uno de los ejes representa un componente, ubicándose el componente endomorfo en la izquierda, el mesomorfo en la parte superior y el ectomorfo en la derecha. El somatotipo se clasifica en función de la situación de las coordenadas obtenidas a través de las medidas antropométricas de cada individuo, teniendo en cuenta que hay 13 posibles. (Esparza y cols. 1993).

- *Estudio de la proporcionalidad*: El análisis de la relación que se establece entre los distintos segmentos del cuerpo humano constituye el estudio de la proporcionalidad y complementa el del somatotipo y la composición corporal, (García Manso y cols. 1996).

El método más utilizado en la actualidad para la valoración de la proporcionalidad es el sistema "Phantom" desarrollado por Ross y Wilson (1974). En éste, las medidas antropométricas obtenidas en cada individuo se comparan con un modelo teórico, bilateralmente simétrico y unisexual conocido como *Phantom* obtenido a partir de multitud de datos extraídos de sujetos de ambos sexos y de diferentes edades.

- *Valoración de la composición corporal*: Según Esparza y cols. (1993) el campo de la composición corporal "es 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".

La valoración de la composición corporal, tal y como se conoce hoy puede basarse en métodos conceptualmente diferentes entre sí. El criterio más utilizado para su clasificación tiene un carácter metodológico (Esparza y cols. 1993).

- Métodos directos: Basados en la disección de cadáveres.
- Métodos indirectos: "Son aquellos en los que para calcular cualquier parámetro se utiliza la medida de otro, presuponiendo una relación cuantitativa constante entre ambas variables". Entre estos métodos se encuentran los siguientes tipos: Físicos (por ej. pletismografía acústica), químicos (por ej. dilución isotópica, espectrometría fotónica), basados en la exploración de la imagen (por ej. ultrasonidos, tomografía axial computerizada., resonancia magnética nuclear) y densiometría.
- Métodos doblemente indirectos: Son el resultado de ecuaciones o nomogramas derivados de alguno de los métodos indirectos, (conductividad eléctrica corporal total, impedancia bioeléctrica, reactancia de luz subinfrarroja, antropometría). Dentro de éstos, el método antropométrico es uno de los más extendidos en la valoración del deportista, por su accesibilidad y bajo coste, (García Manso y cols. 1996).

1.8.1. Factores de rendimiento de carácter antropométrico en fútbol.

Los equipos de fútbol se componen de un conjunto de jugadores, algunos de ellos auténticos especialistas, con unas funciones muy definidas en el terreno de juego (Casajús y Aragonés, 1997). A pesar de esto, algo que caracteriza y ha caracterizado siempre al fútbol es la existencia de diversas tipologías en los jugadores y de rendimientos muy dispares en futbolistas con tipología similar, (Liparotti, 2004).

La realización de estudios antropométricos en este deporte, permite conocer la dirección que toma la forma externa de cada jugador, controlar y evaluar los efectos del entrenamiento en el organismo y conocer las posibles diferencias existentes en función de la posición habitual de juego y del nivel competitivo, (Liparotti, 2004).

Estudios que analizan el peso y la talla en futbolistas

En la tabla 1.23 se presentan datos relativos al peso y la talla de hombres futbolistas.

Autor	Año	País	Talla (cm)	Peso (Kg)
Casajús y Aragonés	1991	España	177,8 ± 6,53	77,3 ± 6,08
Heller y cols.	1992	Rep. Checa	183 ± 3,5	75,6 ± 3,4
Kuhn	1993	Alemania	176,4	72,9
Matkovic y cols.*	1993	Croacia	179,1 ± 5,9	77,5 ± 7,19
Puga y cols.*	1993	Portugal	179,54 ± 5,1	74,7 ± 3,2
Bangsbo	1994	Dinamarca	182,6 ± 4,3	79,06 ± 3,2
Mercer y cols.	1997	Inglaterra	179 ± 0,08	78,1 ± 9,16
Wisloff y cols.	1998	Noruega	181,1 ± 4,8	76,9 ± 6,3
Rienzi y cols.	2000	Sudamérica	177 ± 0,4	74,5 ± 4,4
Casajús	2001	España	180 ± 8,0	78,5 ± 6,45
Bunc y Psota	2001	Rép. Checa	182,7 ± 5,5	78,7 ± 6,2
Al- Hazzaa y cols.*	2001	Arabia Saudí	177,6 ± 5,1	73,85 ± 3,2
Helgerud y cols.*	2001	Noruega	183,9 ± 5,4	78,4 ± 7,4
Ostojic	2003	Serbia	182,8 ± 6	
Liparotti	2004	Brasil	175,67 ± 2,1	72,18 ± 3
Chamari y cols.*	2004	Túnez/Senegal	177,8 ± 6,7	70,5 ± 6,4
Garrido y cols.	2004	España	175,97	
Azíz y cols.	2005a	Singapur	175 ± 6	65,6 ± 6,1
Bloomfield y cols.	2005	Europa	181	75,5
Silvestre y cols	2006	EE.UU.	177,6 ± 6,3	77,5 ± 9,2
Nuñez y cols.	2008	España	178,6 ± 3,8	78,7 ± 5,9

Tabla 1.23. Peso y talla de futbolistas según diferentes autores. (Media ± SD). *Citados por Stolen y cols. (2005).

Muchos autores han analizado esos resultados en función del nivel competitivo de los jugadores, (Garganta y cols. 1993b; Casajús y Aragonés, 1997; Ostojic, 2002; Liparotti, 2004; Garrido y cols. 2004). Otros, sin embargo, evalúan las diferencias existentes en función de la posición habitual de juego, (Kuhn, 1993; Garganta y cols. 1993a; Bangsbo, 1994; Casajús y Aragonés, 1997; Rico-Sanz, 1998; Al-Hazaa y cols. 2001, (citado por Stolen y cols. 2005); Liparotti, 2004; Bloomfield y cols. 2005). La

mayor parte de los autores concluye que a medida que aumenta el nivel competitivo lo hacen también el peso y la talla. Por posiciones, la talla disminuye según se van alejando de la portería, aumentando ligeramente en el caso de los delanteros. Con el peso ocurre algo parecido, a excepción de los defensas laterales que, según estos autores, son los más ligeros del conjunto y en la mayor parte de los estudios, también los más bajos.

Estudios que analizan la composición corporal en futbolistas (tabla 1.24.)

Autor	Año	País/Nivel	% Grasa	% Muscular
Casajús y Aragonés	1991	España/Élite	7,9	
Rivera y Avella	1992	Puerto Rico /Juveniles	10,3	
Garganta y cols.	1993b	Portugal/Juveniles (17,5)	12,22	
Ardá	1997	España/Juveniles	9,23	49,69
Casajús y Aragonés	1997	España		
		Selección	7,9	
		1ª División	7,9	
		2ª División	8,2	
Mercer y cols.	1997	2ª División B	7,9	
		Inglaterra		
Rico-Sanz	1998	Antes de pretemp.	17,3	
		Después de pretemp.	16,2	
Rico-Sanz	1998	Revisión bibliográfica	10	
Rienzi y cols.	2000	Sudamérica	11,6	63
Casajús	2001	España	8,2	
Bunc y Psotta	2001	República Checa	Jóvenes 19,4 Adultos 10,6	
Arcodia	2002	Haití	19,19	52,42
Garrido y cols.	2004	España	11,17	46,99
Liparotti	2004	Brasil/Universitarios	11,04	
Muniroglu y Koz	2006	Turquía	5,84	
Silvestre y cols.	2006	EE.UU.	13,9	

Tabla 1.24. Datos de composición corporal futbolistas según diferentes autores.

De la misma manera que ocurría con el peso y la talla, uno de los temas de estudio habituales ha sido el análisis de las diferencias existentes en función del nivel competitivo. Autores como Casajús y Aragonés (1997) o Garrido y cols. (2004) coinciden en afirmar que cuando el nivel de los jugadores es superior, el porcentaje de tejido graso disminuye, produciéndose un aumento en el porcentaje muscular.

En función de la posición habitual de juego. Garganta y cols. (1993a), Casajús y Aragonés (1997), Rico-Sanz (1998) y Liparotti (2004) destacan la especificidad mostrada por los porteros, que suelen ser los jugadores que presentan un mayor nivel de grasa. A medida que la posición se aleja de la portería el porcentaje graso va disminuyendo, aunque en ocasiones se observa un ligero aumento en la figura del delantero (Garganta y cols. 1993a; Liparotti, 2004; Silvestre y cols. 2006).

Estudios que analizan el somatotipo en futbolistas

Según Esparza y cols. (1993) los deportistas muestran tendencias marcadas al predominio del componente mesomórfico, aunque señala que no siempre los mejores resultados deportivos coinciden con un mayor valor en ese componente.

En la tabla 1.24. se puede observar que los datos obtenidos en el somatotipo son variados. Así Garganta y cols. (1993b) señala que a medida que desciende el nivel competitivo disminuye la endomorfia y aumenta la mesomorfia y la ectomorfia. Según Casajús y Aragonés (1997) cuando desciende el nivel, aumentan ligeramente la endomorfia y la mesomorfia pero sin que existan diferencias significativas.

Por puestos Garganta y cols. (1993a) y Rico-Sanz (1998) indican que son los porteros los que tienen mayor valor de endomorfia, seguidos de defensas centrales y delanteros. También son los porteros los que tienen mayor valor de mesomorfia aunque sin diferencias significativas con defensas y delanteros. Casajús y Aragonés (1997) señalan que no existen diferencias por puestos pero predomina la mesomorfia.

Todos los autores estudiados coinciden en afirmar que el somatotipo característico de los hombres futbolistas es el mesomorfo balanceado.

Autor	Año	País/Nivel	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Casajús y Aragonés	1991	España	2,2	5,1	1,9
Rivera y Avella	1992	Puerto Rico/ Jóvenes	2,6	4,7	3,0
		Categoría 1	2,6	4,3	3,0
		Categoría 2	2,7	4,6	3,0
		Categoría 3	2,3	5,1	2,6
Garganta y cols.	1993a	Portugal	3,0	4,0	1,76
		Porteros	4,25	4,05	2,00
		Defensas	3,00	4,03	2,00
		Centrocampistas	2,58	3,97	1,58
		Delanteros	3,00	4,05	1,75
Garganta y cols.	1993b	Portugal			
		Juveniles élite	2,3	4,9	2,5
		Juveniles no élite	2,2	5,1	2,7
Ardá	1997	España (Juveniles)	2,69	2,77	4,17
Casajús y Aragonés	1997	España			
		1ª División	2,2	4,8	2,3
		2ª División	2,5	4,9	2,1
		2ª División B	2,4	4,9	2,0
		Porteros	2,5	5,0	2,2
		Defensas	2,3	4,9	2,3
		Centrocampistas	2,3	4,9	2,0
		Delanteros	2,4	5,1	1,9
Rienzi y cols.	2000	Sudamericanos/Élite	2,2	5,4	2,2
Casajús	2001	España/Élite	2,6	4,9	2,3
Arcodia	2002	Haití	1,61	4,62	2,76
Janssens y cols.	2002	Bélgica			
		Nivel 1	2,0	3,9	4,1
		Nivel 2	2,5	4,0	3,7
		Nivel 3	3,0	4,2	3,6

Tabla 1.25. Datos de somatotipo en hombres futbolistas según diferentes autores.

Estudios que analizan la influencia del entrenamiento de fuerza en la composición corporal en futbolistas

Potteiger y cols. (1999) señalaban que en sujetos físicamente activos que no realizaban un entrenamiento sistemático en ninguna modalidad deportiva, el entrenamiento pliométrico no producía alteraciones en la masa corporal pero sí generaba una hipertrofia tanto en las fibras tipo I como en las fibras tipo II. De hecho, estos autores atribuyen la mejora en la capacidad de producción de potencia en la musculatura a ese incremento en el tamaño de las fibras musculares.

Por su parte Diallo y cols. (2001) sí observan incrementos significativos en la masa corporal de los futbolistas jóvenes tras diez semanas de entrenamiento pliométrico así como una disminución en el porcentaje de grasa y un incremento en el volumen muscular de las piernas. Tras ese programa pliométrico los autores introdujeron un período de entrenamiento reducido en el que se produjo un aumento del porcentaje de grasa corporal. Sin embargo este tipo de estudios con futbolistas jóvenes en los que se valora la influencia del entrenamiento en factores antropométricos tiene el inconveniente de que en muchas ocasiones no se puede determinar si los cambios vienen motivados por el entrenamiento o si por el contrario están provocados por el propio proceso de crecimiento y maduración que están sufriendo esos sujetos.

Por otro lado Siegler y cols. (2003) señalaban que un entrenamiento combinado de pliometría y trabajo anaeróbico de alta intensidad producía incrementos en la masa magra a la vez que disminuciones estadísticamente significativas en el porcentaje de masa grasa.

Herrero y cols. (2005) efectuaron un trabajo en el que comparaban los efectos de un trabajo combinado de electroestimulación y pliometría y los efectos de un programa exclusivamente pliométrico en diferentes aspectos. Estos autores no encuentran modificaciones estadísticamente significativas en la masa corporal si bien su programa tiene una duración de sólo 4 semanas y la frecuencia de entrenamiento es muy baja.

1.8.2. Factores de rendimiento de carácter antropométrico en baloncesto

Numerosos estudios han observado que los factores antropométricos, el somatotipo y la composición corporal condicionan el rendimiento en el baloncesto de alto nivel (Sanchís, Dorado y López Calbet, 2004; Rodríguez, Cárdenas y Amador, 2007; Vaquera, Rodríguez, Villa, García y Ávila, 2002; Vaquera, Rodríguez, Villa, García y Ávila, 2004; Apostalidis, Nazis, Bolatoglou y Geladas, 2003; Carreño, López Calbet, Espino y Chavarren, 1998; Viviani, 1994; Viviani, Lavazza y Grassivaro Gallo, 2004; Chapier, Elda, Karina y Ramos, 2004; Costa, 2005; Miguez, González Carnero, Velo, González Tesouro y De la Montaña, 2004; Paiva y de Castro, 2005 y Monyeki, Monyeki y Ramodike, 1998). Todos ellos tienen como propósito exponer valores relacionados con la talla y peso, del mismo modo que pretenden mostrar el somatotipo que caracteriza a cada uno de los puestos de juego. De dichos estudios se desprende que no existe un somatotipo específico para cada una de las posiciones de juego, circunstancia que puede ser debida a diferentes niveles de exigencia en las competiciones, en las cuales se llevan a cabo programas de entrenamiento con distintos objetivos.

Estudios que analizan el peso y la talla en jugadores de baloncesto

En la tabla 1.26 se presentan datos relativos al peso y la talla de jugadores de baloncesto.

Autor	Año	Población	Talla (cm)	Peso (Kg)
Vaquera y cols.	2002	España / Liga EBA	197,1 ± 1,9	86,8 ± 2,6
Vaquera y cols.	2003	España / Liga ACB Liga LEB	195,2 ± 9,3 189,3 ± 7,6	95,9 ± 12,9 89,3 ± 11,9
Vaquera y cols.	2003	España / Profesionales Bases Aleros Pivots	181,4 ± 2,2 192,73 ± 6,1 202 ± 3,4	77,4 ± 6,5 94,45 ± 8,2 103,8 ± 9,2
García y cols.	2004	Sudamérica / Seniors	186,2 ± 5,8	86 ± 9,4
Asci y Acikada.	2007	Turquía / Amateurs	185,4 ± 6,2	84,3 ± 10,3
Berdejo y cols.	2008	España / Liga ACB	198,67 ± 7,94	97,67 ± 9,64
Santos y Janeira.	2008	Portugal / Cadetes	175,9 ± 9,3	72,7 ± 16,9
Matthews y cols.	2009	Reino Unido / Amateurs	181,6 ± 5,6	82,0 ± 11,7
Romero y cols.	2009	España / Liga EBA	196,8 ± 4,09	99,7 ± 11,16
Gil, J. y Juan. P.	2010	España / Baloncesto universitario	189,6 ± 0,08	89,07 ± 10,93
Abdelkrim y cols.	2010	Tunez / Sub 18 Sub 20 Profesionales	192 ± 7,3 199,2 ± 7,3 198,4 ± 6,2	

Tabla 1.26. Peso y talla de jugadores de baloncesto según diferentes autores. (Media ± SD).

Estudios que analizan la composición corporal en jugadores de baloncesto

En la tabla 1.27 se ofrecen datos de composición corporal en jugadores de baloncesto según diferentes autores.

Autor	Año	Población	% Grasa	% Muscular	% Óseo
Vaquera y cols.	2002	España / Liga EBA	8,2 ± 0,3	50,3 ± 0,5	17,4 ± 0,6
Vaquera y cols.	2003	España / Liga ACB	10,9 ± 1,9	49,3 ± 2,3	
		Liga LEB	9,8 ± 1,89	50,2 ± 1,1	
Vaquera y cols.	2003	España / Profesionales			
		Bases	8,5 ± 1,2	51,9 ± 1,3	
		Aleros	11,11 ± 1,3	49,03 ± 1,1	
		Pivots	11,1 ± 2,2	48,8 ± 2,1	
Berdejo y cols.	2008	España / Liga ACB	11,7 ± 2,76	47,96 ± 3,22	
Gil, J. y Juan, P.	2010	España / Baloncesto Universitario	14,92 ± 3,19	44,53 ± 2,85	16,44 ± 1,30
Abdelkrim y cols.	2010	Tunez / Sub 18	12,6 ± 3,0		
		Sub 20	10,2 ± 2,4		
		Profesionales	9,8 ± 2,5		

Tabla 1.27. Datos de composición corporal en baloncestistas según diferentes autores. (Media ± SD).

Estudios que analizan el somatotipo en jugadores de baloncesto (tabla 1.28.)

Autor	Año	Población	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Viviani	1994	Italia / Ligas B y C	2,2	3,2	3,8
Monyeki y cols.	1998	Sudáfrica / 1ª división	2,2	2,9	3,2
Costa, I. A.	2005	Argentina / Profesionales	2,45	4,9	2,9
Asci y Acikada.	2007	Turquía / Amateurs	2,2 ± 0,6	4,0 ± 1,1	2,4 ± 0,9

Tabla 1.28. Datos de somatotipo en hombres jugadores de baloncesto según diferentes autores. (Media ± SD).

Influencia del entrenamiento de fuerza en la composición corporal en baloncesto

Aunque no es un estudio que valore los efectos de un programa específico de fuerza, Aragonés y Casajús (1991) siguieron la evolución y desarrollo de medidas antropométricas en el adolescente jugador de baloncesto a lo largo de 4 años influido únicamente por sus entrenamientos específicos de baloncesto y el desarrollo de la propia competición.

En la tabla 1.29 aparece dicha evolución de las variables analizadas:

Variable	14 años	15 años	16 años	17 años	18 años
Talla (cm)	183,8 ± 5,45	189,2 ± 5,67	191,4 ± 5,06	192,6 ± 5,46	193 ± 5,66
Peso (kg)	69,8 ± 9,22	77,6 ± 9,45	81,4 ± 7,53	84,6 ± 7,10	86,9 ± 6,83
Endomorfia	2,63 ± 1,26	2,53 ± 1,0	2,46 ± 0,98	2,32 ± 0,74	2,43 ± 0,83
Mesomorfia	3,39 ± 0,92	3,4 ± 0,9	3,49 ± 0,8	3,65 ± 0,88	3,89 ± 0,86
Ectomorfia	4,16 ± 0,94	3,88 ± 1,13	3,71 ± 0,95	3,49 ± 0,94	3,19 ± 1,08

Tabla 1.29. Evolución de variables antropométricas en el jugador adolescente de baloncesto (Aragonés y Casajús, 1991). (Media ± SD).

Apenas se encuentran estudios que analizan la influencia del entrenamiento en la antropometría en baloncesto. Y además, no son representativos con nuestra muestra por lo que no se han considerado.

1.8.3. Factores de rendimiento de carácter antropométrico en balonmano

El jugador de alto rendimiento en balonmano, en función de las exigencias del juego, precisa de unas características antropométricas determinadas que están relacionadas con: talla, peso, envergadura y medida transversal de la mano... Moreno (2004, pp. 79). Se puede afirmar que las capacidades de condición física menos modificables por el entrenamiento son las relacionadas con la velocidad: siendo a la vez éstas las que más se relacionan con la eficacia en el rendimiento en balonmano (velocidad de desplazamiento, velocidad en las acciones, capacidad de salto, capacidad de lanzamiento, etc)", Moreno (2004, pp. 86).

Por lo general, la antropometría y la capacidad fisiológica de los deportistas ha sido uno de los parámetros más analizados en la detección de talentos (Hoare y Warr, 2000; Reilly, Bangsbo y Franks, 2000; Keogh, Weber, y Dalton, 2003).

Todo ello es muy importante, ya que el proceso de desarrollo de la carrera de un deportista de elite es difícil y laborioso, y además, fuera del alcance de cualquier deportista que no reúna las capacidades innatas y adquiridas para alcanzar un rendimiento deportivo elevado (Bedoya et al., 1996). Cada individuo dispone de unas características particulares e innatas enmarcadas dentro de unas coordenadas genéticamente preestablecidas, que inevitablemente están sometidas a la influencia ambiental.

Otro aspecto, muy importante, en la iniciación y especialización deportiva, es la utilización práctica de medidas que sirvan para la identificación de talentos, así como establecer herramientas de detección y orientación del talento deportivo (Morenilla, Bedoya, y Vernetta, 1996).

Estudios que analizan el peso y la talla en jugadores de balonmano

En la tabla 1.30 se presentan datos relativos al peso y la talla de jugadores de balonmano.

Autor	Año	Población	Talla (cm)	Peso (Kg)
Gostiaga y cols.	1999	España / Juveniles	177,7 ± 6,0	67,6 ± 5,5
Izquierdo y cols.	2002	España / Seniors	186,1 ± 7,0	83,1 ± 10,0
Gorostiaga y cols.	2005	España / Élite Amateurs	188,7 ± 8,0 183,8 ± 7,0	95,2 ± 13,0 82,4 ± 10,0
Sánchez y cols.	2007	España Cadetes Juveniles	177 ± 0,7 181 ± 0,5	68,35 ± 7,10 80,92 ± 11,49
Vila y cols.	2008	España / Juveniles Porteros Laterales Centrales Extremos Pivotes	176,65 ± 5,76 178,18 ± 5,90 171,52 ± 6,41 175,15 ± 6,17 179,47 ± 3,24	86,31 ± 16,64 77,52 ± 8,45 72,32 ± 11,87 67,43 ± 8,45 87,78 ± 8,14
Vila y cols.	2009	España / Juveniles	176,5 ± 5,07	77,94 ± 10,3
Chaouchi y cols.	2009	Tunez / Élite Porteros Centrales Extremos Pivotes	189 ± 2,0 193 ± 3,2 182 ± 4,8 192 ± 7,2	91,5 ± 6,8 88,0 ± 8,0 84,1 ± 5,9 98,2 ± 12,9
Hermassi y cols.	2010	Tunez / Élite	185 ± 0,6	85,23 ± 13,3

Tabla 1.30. Peso y talla de jugadores de balonmano según diferentes autores. (Media ± SD).

Estudios que analizan el % de grasa en jugadores de balonmano (tabla 1.31.)

Autor	Año	Población	% Grasa
Gorostiaga y cols.	1999	España / Juveniles	11,3 ± 3,1
Izquierdo y cols.	2002	España / Seniors	10,7 ± 3,0
Gorostiaga y cols.	2005	España / Élite Amateurs	13,8 ± 2 11,6 ± 3
Vila y cols.	2008	España / Juveniles Portero Lateral Central Extremo Pivote	18,23 ± 2,17 13,98 ± 10,55 13,08 ± 5,24 13,48 ± 6,78 28,72 ± 23,41
Hermassi y cols.	2010	Tunez / Élite	15,3 ± 6,6

Tabla 1.31. Datos de % de grasa en jugadores de balonmano según diferentes autores. (Media ± SD).

Estudios que analizan el somatotipo en jugadores de balonmano (tabla 1.32.)

Autor	Año	Población	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Vila y cols.	2008	España / Juveniles			
		Porteros	5,57 ± 1,60	6,16 ± 0,95	1,14 ± 1,01
		Laterales	4,33 ± 1,22	5,34 ± 1,0	2,18 ± 0,92
		Centrales	4,52 ± 2,01	5,97 ± 1,21	1,79 ± 1,23
		Extremos	3,13 ± 1,38	4,73 ± 1,45	3,04 ± 1,56
		Pivotes	5,51 ± 1,20	5,99 ± 1,11	1,24 ± 0,99

Tabla 1.32. Datos de somatotipo en hombres jugadores de balonmano. (Media ± SD).

Influencia del entrenamiento de fuerza en la composición corporal en balonmano

Gorostiaga y cols. (1999) realizaron durante 6 semanas un programa de entrenamiento de fuerza combinando fuerza máxima y fuerza explosiva a un grupo de juveniles de balonmano y lo compararon con otros dos grupos, uno sin entrenamiento de fuerza y sólo de balonmano, y otro grupo control. Después de las seis semanas no obtuvieron diferencias significativas en ninguno de los tres grupos para el peso y el % de grasa.

Tampoco en los últimos años se encuentran en la bibliografía artículos que analicen la influencia del entrenamiento de fuerza en los factores antropométricos en balonmano, puesto que en décadas anteriores este tipo de entrenamiento no afecta significativamente a este tipo de población.

1.8.4. Factores de rendimiento de carácter antropométrico en voleibol

En voleibolistas adolescentes se presenta una frecuente reducción de la cantidad de grasa corporal en sesiones de entrenamiento de 2 horas, con una frecuencia de 5 días por semana (Abreu y Abreu, 2003). De esta manera, el voleibol es beneficiado por la aplicación de la antropometría, tanto por la evaluación de la composición corporal, que predice los rendimientos fisiológico y deportivo, como por las medidas sin procesar en fórmulas, como las longitudes y alturas, que pueden definir comportamientos mecánicos, para determinar la posición más eficiente dentro del campo de juego, de acuerdo a las características antropométricas.

Estudios que analizan el peso y la talla en jugadores de voleibol

En la tabla 1.33. se presentan datos relativos al peso y la talla de jugadores de voleibol.

Autor	Año	Población	Talla (cm)	Peso (Kg)		
Bellendier, J.	2001	Argentina / 16 años	195	81		
Palao y cols.	2001	España / Seniors	185,7 ± 7,0	79,4 ± 5,6		
Ciccarone y cols.	2005	Itali / Selección juvenil				
		Colocadores	191 ± 3,8	78,7 ± 5,5		
		Receptores	194 ± 4,1	83,9 ± 6,3		
		Opuestos	195 ± 5,4	82,5 ± 8,3		
Duncan y cols.	2006	Inglaterra / Juveniles				
		Colocadores	191 ± 5,0	71,2 ± 9,3		
		Receptores	193 ± 4,5	77,9 ± 8,4		
		Opuestos	190 ± 5,9	71,3 ± 9,2		
Drinkwater y cols.	2007	Centrales	187 ± 3,6	77,6 ± 5,9		
		Australia / Juveniles	197,3 ± 6,5	92,7 ± 8,6		
		Flores y cols.	2009	Selecciones nacionales		
		Chile	189,0	81,5		
Marqués y cols.	2009	Colombia	194	89,1		
		Paraguay	186,5	84,4		
		Uruguay	190,0	84,8		
		Venezuela	196,5	91,6		
		Portugal / Élite				
Fonseca y cols.	2010	Colocadores	190 ± 0,5	86,0 ± 5,3		
		Receptores	191 ± 0,2	92,7 ± 5,0		
		Opuestos	200 ± 0,4	101,0 ± 1,4		
		Centrales	203 ± 0,4	100,3 ± 4,7		
		Líberos	182 ± 0,4	81,7 ± 2,1		
Fonseca y cols.	2010	Brasil / Selección juvenil				
		Colocadores	193 ± 3,7	80,6 ± 0,3		
		Receptores	196 ± 5,9	84,2 ± 6,3		
		Opuestos	198 ± 3,5	87,7 ± 3,2		
		Centrales	200 ± 3,2	90,0 ± 5,2		
Líberos	185 ± 3,1	71,1 ± 7,0				

Tabla 1.33. Peso y talla de jugadores de voleibol según diferentes autores. (Media ± SD).

Estudios que analizan la composición corporal en jugadores de voleibol

En la tabla 1.34 se ofrecen datos de composición corporal en jugadores de voleibol según diferentes autores.

Autor	Año	Población	% Grasa	% Muscular
Bellendier, J.	2001	Argentina / 16 años	22	48,9
Salem y Zary.	2004	Brasil / Selección juvenil		
		Colocadores	8,4 ± 1,4	
		Receptores	6,2 ± 2,0	
		Opuestos	9,7 ± 1,1	
		Centrales	9,5 ± 3,1	
		Líberos	9,1 ± 1,0	
Flores y cols.	2009	Selecciones nacionales	% Masa adiposa:	
		Chile	21,63 ± 4,64	49,09 ± 6,49
		Colombia	20,65 ± 0,82	51,24 ± 3,73
		Paraguay	20,24 ± 2,78	51,39 ± 1,80
		Uruguay	20,42 ± 2,87	53,0 ± 3,49
		Venezuela	18,92 ± 3,31	53,23 ± 2,57
Fonseca y cols.	2010	Brasil / Selección juvenil		
		Colocadores	14,3 ± 0,7	
		Receptores	14,6 ± 3,9	
		Opuestos	16,2 ± 2,7	
		Centrales	18,3 ± 3,5	
		Líberos	14,1 ± 4,2	

Tabla 1.34. Datos de composición corporal en jugadores de voleibol según diferentes autores. (Media ± SD).

Estudios que analizan el somatotipo en jugadores de voleibol (tabla 1.35.)

Autor	Año	Población	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Gauldi-Russo y Zaccagni.	2001	Italia / Élite			
		Liga A1	2,1 ± 0,6	4,1 ± 0,8	3,3 ± 0,7
		Liga A2	2,3 ± 0,7	4,3 ± 1,0	3,0 ± 0,8
Gauldi-Russo y Zaccagni.	2001	Italia / Élite			
		Colocadores	2,4 ± 0,7	4,5 ± 0,9	2,8 ± 0,8
		Receptores	2,2 ± 0,6	4,3 ± 0,9	3,0 ± 0,7
		Opuestos	2,2 ± 0,6	4,3 ± 0,9	3,1 ± 0,8
		Centrales	2,0 ± 0,6	4,0 ± 1,0	3,5 ± 0,8
Zary y Fernandes.	2003	Brasil/ Selección Juvenil	1,7 ± 0,3	3,8 ± 0,8	3,9 ± 0,6
Zary y Fernandes.	2004	Brasil/Selección senior	2,6 ± 0,6	4,2 ± 1,6	2,6 ± 0,8
Fonseca y cols.	2010	Brasil / Selección juvenil			
		Colocadores	2,3 ± 0,3	3,0 ± 0,7	4,2 ± 0,7
		Receptores	2,4 ± 0,5	2,7 ± 1,7	4,2 ± 0,6
		Opuestos	2,7 ± 0,6	3,2 ± 0,7	4,2 ± 0,8
		Centrales	3,1 ± 0,9	2,2 ± 0,4	4,1 ± 0,5
		Líberos	2,4 ± 0,5	3,1 ± 0,2	4,3 ± 0,5

Tabla 1.35. Datos de somatotipo en hombres jugadores de voleibol según diferentes autores. (Media ± SD).

Influencia del entrenamiento de fuerza en la composición corporal en voleibol

Después de 9 semanas de preparación del Campeonato del Mundo juvenil para la selección brasileña, Strangelli y cols. (2008) no obtuvieron resultados estadísticamente significativos en las variables antropométricas. La talla permaneció apenas inamovible, el peso corporal se incrementó ligeramente, pasando de $85,8 \pm 6,0$ kg. a $87,6 \pm 5,6$ kg. Y el % de grasa también aumentó de forma no significativa: de $8,3 \pm 5,1$ % a $8,9 \pm 0,9$ %.

Drinkwater y cols. (2007) trabajaron press de pecho con cargas elevadas durante 6 semanas para un total de 18 sesiones entrenamiento. En los resultados antropométricos, afirmaron que a pesar de haber alguna diferencia significativa, no son aplicables en cierta medida al entrenamiento y que tampoco son para tener en cuenta. Así pues, la circunferencia de pecho aumentó 0,5 cm. ($p=0,04$). La masa muscular aumentó 0,6 kg. ($p < 0,01$), 0,4%. Y al masa grasa disminuyó 0,2 kg. ($p=0,05$).

Gabbett, T. J. (2008) analizó los cambios en jugadores de voleibol de 15 años australianos con un trabajo de técnica y fuerza sin sobrecargas; sin encontrar diferencias significativas para el peso y la talla. Hubo un ligero incremento de las mismas (+0,6% en el peso y + 0,7% en la talla) debido a la edad adolescente de los sujetos



2- OBJETIVOS

OBJETIVOS

Tras la primera toma de datos (pretest) del estudio se pretende valorar la influencia que tiene, por un lado tipo de deporte en comparación con los demás, y por otro lado la posición ocupada habitualmente en el terreno de juego para un mismo deporte, en factores (variables) de tipo antropométrico y de fuerza en jugadores jóvenes de deportes colectivos. Teniendo en cuenta estas intenciones, se plantean los siguientes objetivos:

- 1- Valorar las diferencias existentes entre jugadores jóvenes de deportes colectivos (fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol) en variables antropométricas, de fuerza máxima y de fuerza explosiva.
- 2- Valorar la influencia de la posición habitual en el terreno de juego en esas variables antropométricas, de fuerza máxima y de fuerza explosiva.

Una vez efectuado el anterior análisis descriptivo en jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol, se pretende intervenir directamente en el proceso del entrenamiento para ver en qué medida dos programas de trabajo de contrastes de la fuerza influyen en las citadas variables. Uno de ellos en el que se aplican las series de carga alta, y posteriormente las series de carga baja. Y un segundo en el que en la misma serie aparece carga alta e inmediatamente a continuación la carga baja.

Teniendo en cuenta lo anterior se plantean como objetivos principales los siguientes:

- 1- Valorar la influencia de dos programas de entrenamiento de contrastes de fuerza en las variables analizadas en jugadores jóvenes de deportes colectivos.
- 2- Comparar la influencia de cada programa de entrenamiento entre los cuatro deportes para valorar su adecuación a cada deporte respecto de las variables antropométricas y de fuerza.



3- METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

3.1- CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

En la selección de la muestra se establecieron unos criterios de inclusión para poder abordar, con mayor garantía los objetivos de la investigación. Para formar parte de ella, los sujetos debían:

- Estar participando en la categoría juvenil o junior (denominación según especialidad deportiva), ya sea por tener licencia federativa en vigor o, estar entrenando de forma continua a lo largo de toda la fase experimental con el equipo de esa categoría del club correspondiente.
- Tener un mínimo de tres años de experiencia dentro de un equipo que realizase, al menos, dos sesiones diarias de entrenamiento.
- Haber participado un mínimo de tres años en competiciones federadas.
- No haber sufrido lesiones de gravedad en las articulaciones del hombro, rodilla y tobillo (rotura fibrilar, tendinitis crónica, operación en la articulación).

En un primer momento, los entrenadores certificaron la participación de 154 sujetos. Sin embargo, hubo 6 jugadores que no participaron en la investigación, 3 de ellos no cumplían los criterios anteriores, y otros 3 jugadores causaron baja en las plantillas. Además, no se produjo ninguna incorporación.

Por tanto, la muestra empleada a lo largo del estudio estaba formada por 148 jugadores de 4 deportes (fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol), divididas a su vez por posiciones ocupadas habitualmente en el terreno de juego siendo representadas todas ellas en tres grupos, uno de control y dos experimentales.

- *Grupo Control (GC) (N=48)*: Jugadores pertenecientes a los cuatro deportes que entrenaban con una frecuencia media de entre 8 y 10 horas a la semana, competían semanalmente y tenían una experiencia media, tanto en equipos federados como en equipos que entrenaban un mínimo de dos sesiones semanales, de $5,64 \pm 1,42$ años. (tablas 3.1 y 3.2).

GC N= 48	Edad (Años)	Masa corporal (kg)	Talla (cm)
Media \pm SD	16,81 \pm 0,84	77,66 \pm 7,28	181,79 \pm 6,86

Tabla 3.1. Características del GC.

Fútbol					
GC N=48	Porteros	Defensas	Centrocampistas	Delanteros	
Fútbol (N=16)	2	6	6	2	
Baloncesto					
GC N=48	Bases	Aleros	Pivots		
Baloncesto (N=12)	3	5	4		
Balonmano					
GC N=48	Porteros	Laterales	Centrales	Extremos	Pivotes
Balonmano (N=10)	2	2	2	2	2
Voleibol					
GC N=48	Colocadores	Opuestos	Receptores	Centrales	Líberos
Voleibol (N=10)	2	2	2	2	2

Tabla 3.2. Distribución del GC en función del deporte y posiciones habituales de juego.

- *Grupo de entrenamiento 1 (GE1) (N=50)*: Jugadores que entrenaban con una frecuencia media de entre 8 y 10 horas a la semana, competían semanalmente y tenían una experiencia media en equipos federados de $5,58 \pm 1,40$ años. (tablas 3.3 y 3.4).

GE1 N= 50	Edad (Años)	Masa corporal (kg)	Talla (cm)
Media \pm SD	16,82 \pm 0,69	77,95 \pm 7,39	183,1 \pm 6,30

Tabla 3.3. Características del GE1.

Fútbol					
GE1 N=50	Porteros	Defensas	Centrocampistas	Delanteros	
Fútbol (N=15)	2	5	5	3	
Baloncesto					
GE1 N=50	Bases	Aleros	Pivots		
Baloncesto (N=12)	3	5	4		
Balonmano					
GE1 N=50	Porteros	Laterales	Centrales	Extremos	Pivotes
Balonmano (N=11)	2	3	2	2	2
Voleibol					
GE1 N=50	Colocadores	Opuestos	Receptores	Centrales	Líberos
Voleibol (N=12)	2	2	4	2	2

Tabla 3.4. Distribución del GE1 en función del deporte y posiciones habituales de juego.

- Grupo de entrenamiento 2 (GE2) (N=50): Jugadores que entrenaban con una frecuencia media de 8-10 horas a la semana, competían semanalmente y tenían una experiencia media en equipos federados de $5,82 \pm 1,36$ años. (tablas 3.5 y 3.6).

GE2 N= 50	Edad (Años)	Masa corporal (kg)	Talla (cm)
Media \pm SD	16,96 \pm 0,69	78,74 \pm 7,34	182,07 \pm 6,95

Tabla 3.5. Características del GE2.

Fútbol					
GE2 N=50	Porteros	Defensas	Centrocampistas	Delanteros	
Fútbol (N=15)	2	5	5	3	
Baloncesto					
GE2 N=50	Bases	Aleros	Pivots		
Baloncesto (N=12)	3	5	4		
Balonmano					
GE2 N=50	Porteros	Laterales	Centrales	Extremos	Pivotes
Balonmano (N=11)	2	3	2	2	2
Voleibol					
GE2 N=50	Colocadores	Opuestos	Receptores	Centrales	Líberos
Voleibol (N=12)	2	2	4	2	2

Tabla 3.6. Distribución del GE2 en función del deporte y posiciones habituales de juego.

3.2. MATERIAL

A continuación se enumera y describe todo el material empleado básicamente para tres funciones según su utilidad en la investigación. El utilizado para medir y controlar las variables, el utilizado para llevar a cabo los ejercicios específicos durante los entrenamientos, y el empleado para almacenar y procesar datos.

3.2.1 Material empleado en la toma de datos antropométricos

- Báscula TANITA® BF-666 (capacidad de medición de 0 a 150 kg y precisión de 0,1 kg).
- Tallímetro SECA®, modelo 240, (capacidad de medición entre 60 y 209 cm y precisión de 0,1 cm).
- Calibre Lafayette® (capacidad de medición de 0 a 12 cm y precisión de 0,1 cm)
- Cinta métrica inextensible Holtain®, (capacidad de medición de 0 a 100 cm y precisión de 0,1 cm).
- Plicómetro Holtain® (British Indicators® Ltd) (capacidad de medida de 0 a 48 mm y precisión de 0,2 mm).
- Lápiz dermatográfico.



Figura 3.1. Material utilizado en la toma de datos antropométricos.

3.2.2. Material empleado en la toma de datos de fuerza de la extremidad inferior

- Para obtener la fuerza máxima (1 RM en media sentadilla) se necesitó una Máquina “Multipower M-533” de la marca “Salter”® con su correspondiente barra, además de los siguientes discos de la misma marca para aplicar la carga necesaria.
 - 4 discos de 20 kilogramos.
 - 4 discos de 15 kilogramos.
 - 4 discos de 10 kilogramos.
 - 4 discos de 5 kilogramos.
 - 4 discos de 4 kilogramos.
 - 4 discos de 3 kilogramos.
 - 4 discos de 2 kilogramos.
 - 4 discos de 1 kilogramo.



Figura 3.2. Máquina “Multipower” y discos de carga.

- Sistema de medición de fuerzas dinámicas Isocontrol dinámico 3.6 (JLMLi+d, S.L.)[®]. (Precisión del espacio: 0,2 mm; precisión del tiempo: 0,2 μ s; frecuencia de muestreo: 1000 Hz; rango de medición: 0 a 2 m; máxima aceleración: 120 m/s²).
- Para la fuerza explosiva de la extremidad inferior se empleó una plataforma de contacto Sportjump System[®] conectada a un ordenador portátil Pentium IV con el sistema operativo Windows[®]7 (Home Edition) y el Software SportJUMP 2.0[®] diseñado específicamente para el registro y análisis de los datos procedentes de la plataforma.
- Cajón de madera de 50 x 50 x 40 cm.

3.2.3. Material empleado en la toma de datos de fuerza de la extremidad superior

- Misma Máquina “Multipower M-533” con su barra y discos de carga que se emplearon para la fuerza máxima de la extremidad inferior, además de un banco plano “Salter”[®] modelo “F-5553”.
- Al igual que con la extremidad inferior también el sistema de medición de fuerzas dinámicas Isocontrol dinámico 3.6 (JLMLi+d, S.L.)[®], para la obtención de la Fuerza-Potencia en press de pecho.

3.2.4. Material empleado en el entrenamiento de la fuerza.

- “Máquina Smith” con su barra y discos de carga para realizar los ejercicios de media sentadilla, de press de pecho y de lanzamientos desde press de pecho.
- Vallas de entrenamiento “Polanik”[®] de altura regulable entre 40 cm. y 90 cm.



Figura 3.3. Vallas de entrenamiento..

3.2.5. Material empleado en el almacenamiento y procesamiento de datos

- Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio, (ANEXO N° 1).
- Hoja de registro de datos personales y deportivos. (ANEXO N°2).
- Hoja de registro de datos antropométricos. (ANEXO N° 3).
- Ordenador portátil Pentium IV con el sistema operativo Windows[®] 7 (Home Edition).
 - Editor de texto WinWord 2007.
 - Hoja de cálculo Excel 2007.
 - Paquete SPSS 17.0 para Windows.
- Impresora LEXMARK[®] 1190.
- Sistema de medición de fuerzas dinámicas Isocontrol dinámico 3.6[®] (JLMLi+d, S.L.).
- Software “Sport-Jump 2.0”[®]

3.3. PROCEDIMIENTO

Antes del pretest (primera toma de datos) y después de plantear y diseñar el estudio se informó del procedimiento y de los objetivos a todos los responsables de los clubes deportivos, entrenadores de los equipos y jugadores, solicitando su permiso y su adscripción voluntaria. Antes del inicio de la evaluación, cada participante cumplimentó el documento de consentimiento de participación voluntaria, siendo éste un requisito indispensable para la participación en el estudio.

Una de las premisas de la investigación fue la de interferir lo menos posible en la dinámica general de los entrenamientos de los equipos participantes. Para ello se seleccionaron pruebas de fácil y rápida realización con el objetivo de contar con una buena predisposición por parte de los responsables de los clubes y de las propias jugadoras. Se escogieron pruebas en las que los examinadores se desplazaban al lugar de entrenamiento adaptándose al horario de cada grupo, el cual fue siempre por la tarde (18-21 horas). En todas las evaluaciones estaban presentes tres examinadores experimentados en el lugar de realización, cada uno con sus funciones asignadas de antemano, para agilizar la realización de las pruebas y evitar la sobrecarga de trabajo en un solo examinador.

Antes de efectuar las pruebas específicas cada voluntaria rellenó la hoja de registro de datos individuales, personales y deportivos.

Con el fin de obtener los datos más objetivos posibles para dar más rigor a la investigación, se tuvieron en cuenta aspectos relacionados con diferentes factores de procedimiento que cabe destacar:

- Relacionadas con los sujetos de la investigación: la edad de los jugadores y su categoría federativa. Al tratarse de deportes muy practicados, no se produjo impedimento en encontrar un número de sujetos elevado. Por otra parte, la disposición continua a la realización de todas las sesiones de entrenamiento durante la fase de investigación, puesto que puede existir algún sujeto que oscila en entrenar con un equipo de superior categoría, o que causa baja en el equipo.
- Relacionadas con el investigador: para que las expectativas del investigador no incidieran ni sobre los sujetos ni el registro de datos, dos componentes del cuerpo técnico de cada uno de los equipos fueron instruidos para realizar el control del proceso de entrenamiento, además de una tercera persona, el investigador principal, para la toma de datos y el control de la ejecución de los test.
- Relacionadas con el procedimiento: atendiendo a la forma física de los jugadores, se hizo coincidir la fase experimental con periodos de características los más cercanos posibles a la planificación del macrociclo anual de la temporada planteado por los distintos cuerpos técnicos. Por otra

parte, se realizaron siempre en el mismo sitio y la misma hora para cada equipo participante; Pretendiendo de esta manera que el jugador realizase los test en un lugar familiar para no alterar su motivación ni dinámica de los entrenamientos.

- Relacionadas con los aparatos: se controló que el material fuese siempre el mismo y mantuviese las mismas características. Se prestó especial atención con la correcta altura de las vallas, y con la posición del banco plano para los ejercicios de press de pecho.

Las pruebas se efectuaron en dos días no consecutivos dentro de la misma semana. Previamente se habían realizado dos sesiones de familiarización con dichas pruebas.

El orden de realización de las pruebas fue siempre idéntico: el primer día y en primer lugar se tomaban los datos antropométricos correspondientes para, posteriormente, realizar un calentamiento estandarizado previo a la ejecución de las pruebas de extremidad superior.

El calentamiento estandarizado fue dirigido por un licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, encargado de hacer que siempre fuese idéntico a fin de que las condiciones de realización de las pruebas fuesen, en la medida de lo posible, las mismas para todas las participantes. El calentamiento consistió en los siguientes ejercicios:

- 5 min de carrera continua.
- 3 min de carrera con ejercicios de movilidad articular intercalados.
- 3 min de estiramientos dirigidos, centrados especialmente en la musculatura de la extremidad inferior.
- A modo de calentamiento específico, el deportista efectuaba 5 repeticiones con el 40-60% del máximo percibido siguiendo las indicaciones del entrenador. con 90 segundos de pausa.

3.3.1. Toma de datos antropométricos

La toma de datos antropométricos se efectuó en una habitación convenientemente habilitada, con temperatura e iluminación adecuadas. Los datos fueron registrados con los jugadores sin camiseta, en pantalón corto y descalzos.

Todas las medidas necesarias para la determinación de la composición corporal y el somatotipo fueron tomadas por un evaluador experimentado, siguiendo los protocolos de medidas antropométricas establecidos por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC), (Esparza y cols. 1993). Este evaluador contó con la colaboración de un ayudante que anotaba las medidas obtenidas en la ficha de datos antropométricos. Dichas medidas se registraron tras efectuar la adecuada calibración de los instrumentos y después de marcar con lápiz dermográfico los puntos anatómicos de referencia, siempre en el lado derecho del sujeto estudiado, independientemente de que fuera o no su lado dominante.

Se registraron las siguientes medidas, siguiendo un procedimiento de arriba hacia abajo y manipulando los instrumentos de medida con la mano derecha. (Esparza y cols. 1993).

- **Talla y masa corporal.**
- **Pliegues** (Esparza y cols. 1993): En la toma de pliegues el sujeto se colocaba en posición anatómica o *posición de atención antropométrica*, salvo en las excepciones que se señalen. De cada pliegue se registraban tres medidas para calcular posteriormente la media de las mismas.
 - *Tríceps*: En la parte posterior del brazo, en el punto medio acromio-radial. Es vertical y discurre paralelo al eje longitudinal del brazo, (figura 3.5.).
 - *Subescapular*: En el ángulo inferior de la escápula, en dirección oblicua hacia abajo y hacia fuera, formando un ángulo de 45° con la horizontal.
 - *Suprailíaco anterior*: En la intersección entre la línea del borde superior del íleon y la línea imaginaria que va desde la espina iliaca antero-superior derecha hasta el borde axilar anterior. El pliegue forma un ángulo aproximado de 45° con la horizontal.
 - *Abdominal*: A la derecha de la cicatriz umbilical. Es vertical y discurre paralelo al eje longitudinal del cuerpo.
 - *Muslo anterior*: En el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal de la rótula, en la parte anterior del muslo. En este caso la jugadora se situaba sentada formando con sus rodillas un ángulo de 90°.
 - *Medial de la pierna*: En el punto de máxima circunferencia de la pierna, en su cara medial. Es un pliegue vertical que discurre paralelo al eje longitudinal de la pierna. En este caso la voluntaria se situaba

con la pierna flexionada con la rodilla en ángulo recto y el pie colocado sobre un banco.



Figura 3.4: Medición del pliegue cutáneo en el tríceps.

- **Diámetros** (Esparza y cols. 1993):
 - *Biepicondíleo del húmero*: Es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del húmero. El jugador colocaba el brazo horizontal y en antepulsión y el antebrazo flexionado a 90° y en supinación. Las ramas del calibre apuntaban hacia arriba en la bisectriz del ángulo recto formado a nivel del codo.
 - *Biestiloideo*: Es la distancia entre la apófisis estiloides del radio y el cúbito. El sujeto se situaba sentada, con el antebrazo en pronación sobre el muslo y la mano flexionada con la muñeca en un ángulo de unos 90°. Las ramas del calibre se dirigían hacia abajo en la bisectriz del ángulo de la muñeca.
 - *Bicondíleo del fémur*. Es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. El jugador se colocaba sentada, con la rodilla flexionada a 90°. Las ramas del calibre miraban hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto formado a la altura de la rodilla.

- **Perímetros** (Esparza y cols. 1993):
 - *Brazo relajado*: Se sitúa en el punto medio de la distancia acromio-radial. El jugador permanecía en posición anatómica.
 - *Brazo contraído y flexionado*: Es el perímetro máximo del brazo cuando éste se contrae voluntariamente. El brazo se coloca en antepulsión y horizontal. El antebrazo en supinación completa y aproximadamente a 45° de flexión. La voluntaria tensaba al máximo los músculos flexores del codo registrándose el perímetro alcanzado.

- *Medial del muslo*: Situado en el punto medio trocantéreo-tibial. El voluntario se colocaba de pie con las piernas ligeramente separadas y el peso distribuido equitativamente entre ambas.
- *Pierna*: Se mide a la altura de la máxima circunferencia de la pierna. El jugador se situaba en la misma posición que en la medición del pliegue medial del muslo.

El estudio de la composición corporal se realizó a partir de un modelo de 4 componentes: porcentaje de grasa + peso óseo + peso residual + peso muscular.

En el cálculo del porcentaje de grasa se empleó la ecuación propuesta por Faulkner (1968) utilizando seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, muslo anterior y medial de la pierna). Para el cálculo de la masa ósea se utilizó la fórmula de Von Döbeln modificada por Rocha (1975). Finalmente la masa muscular se obtuvo a través de la fórmula de Matiegka (1921). Con los datos obtenidos se calculó posteriormente el porcentaje de cada componente, siendo esa referencia la que realmente se emplea en este estudio.

Para calcular el somatotipo se utilizó el método antropométrico de Heath – Carter (Carter, 1975), que propone dividir al individuo en tres componentes, (endomórfico, mesomórfico y ectomórfico) representados por tres cifras.

La representación gráfica del somatotipo se obtuvo mediante el triángulo de Reuleaux más conocido como somatocarta o somatograma. (Carter, 1975).

3.3.2. Toma de datos de fuerza de la extremidad superior

Una vez finalizado el calentamiento, se procedió a la obtención de 1 RM en press de pecho. Siguiendo las indicaciones dadas por cada entrenador, cada jugador colocaba el peso aproximado con el que pensaba que no podría realizar más de cinco repeticiones. Si con la carga empleada conseguía superar ese número, disponía de 3 minutos de recuperación para aumentarla y volver a realizar el ejercicio (Lesuer, 1997). El cálculo del valor de 1RM se realizó a través de la fórmula de Brzycki (1993): $1RM = \text{Peso Levantado} / (1,0278 - (0,0278 \times N^{\circ} \text{ de Repeticiones}))$. Esta fórmula es más precisa cuando se realiza el test con menos de 10 repeticiones (Pérez, 2004) por ello solamente se permitió alcanzar 5 repeticiones. Se utilizó un cálculo indirecto para la obtención de 1RM a través de dicha fórmula debido a que en sus respectivos equipos habitualmente calculaban la 1RM de esta manera indirecta y, por lo tanto, los jugadores ya se encontraban familiarizados con ello.

Tras un descanso de 10 minutos, se obtuvieron los datos de potencia (fuerza explosiva) de la extremidad superior en el mismo ejercicio de press de pecho, aplicando el protocolo utilizado por Izquierdo (2002) con los porcentajes del 30%, el 45%, el 60% y el 70%, sin utilizar el 80% puesto que nos pareció excesivo hacer valoraciones en jugadores que no estaban acostumbrados a trabajar con cargas tan

elevadas. Los sujetos fueron instruidos para mover la carga lo más rápido posible. Únicamente realizaron una repetición para cada porcentaje. El tiempo de recuperación entre cada repetición fue siempre de 90 segundos. Un colaborador era el encargado de ajustar el peso durante el periodo de pausa entre cada repetición, a la vez que se posicionaba detrás de la barra para posibles imprevistos. Otro investigador controlaba el software Isocontrol Dinámico Ver. 3.6. (JLMLi+d, S.L.) a través del ordenador.



Figura 3.5. Prueba de fuerza-potencia en press de pecho.

3.3.3. Toma de datos de fuerza de la extremidad inferior

En un segundo día de la misma semana, fueron citados los mismos componentes para realizar las pruebas correspondientes a la extremidad inferior procediendo de la siguiente forma:

El calentamiento general estandarizado correspondiente a este segundo día fue dirigido por el mismo Licenciado e incluyó carrera continua, estiramientos y movilidad articular. A modo de calentamiento específico para la prueba de 1 RM en $\frac{1}{2}$ sentadilla, el deportista efectuaba 5 repeticiones con el 40-60% del máximo percibido.

La prueba de evaluación para la fuerza máxima de la extremidad inferior correspondió al cálculo de 1 RM en $\frac{1}{2}$ sentadilla, para lo cual cada jugador, siguiendo las indicaciones de su entrenador, colocaba la carga aproximada con la que pensaba que podía realizar una única repetición. A partir de ahí, la carga se incrementaba o disminuía gradualmente hasta que el sujeto sólo podía realizar una repetición correcta. El descanso entre intentos era de 3 minutos (Lesuer et al., 1997). Dicho descanso se

cumplía sobradamente puesto que los sujetos se turnaban continuamente en la ejecución la prueba.



Figura 3.6. Prueba de 1 RM en 1/2 sentadilla..

Una vez obtenido el valor de 1RM en 1/2 sentadilla, se recordaba a los sujetos los distintos tipos de saltos que componían el test a realizar para la evaluación de la fuerza explosiva de la extremidad inferior realizados siempre por este orden: Counter Movement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ), Drop Jump (DJ) y Abalakov Jump (ABK) realizando éstos 2 intentos de cada uno de ellos a modo de calentamiento. Durante el test cada sujeto debía de realizar tres intentos para cada tipo de salto, utilizando el mejor de ellos para el análisis estadístico. Los sujetos no realizaron los tres intentos de forma consecutiva, sino que se turnaban entre ellos para así tener tiempo de descanso de un minuto entre salto y salto, y tres minutos de pausa entre cada bloque de saltos. (Montes, 2008).

- CMJ: Se trata de un salto vertical con contramovimiento que se realiza partiendo de una posición de parado, con el tronco erguido y las manos en las caderas. Según Cometti (2007) esta prueba permite medir la capacidad del músculo para desarrollar fuerza en tiempo más largo que para el SJ. (figura 3.7.).

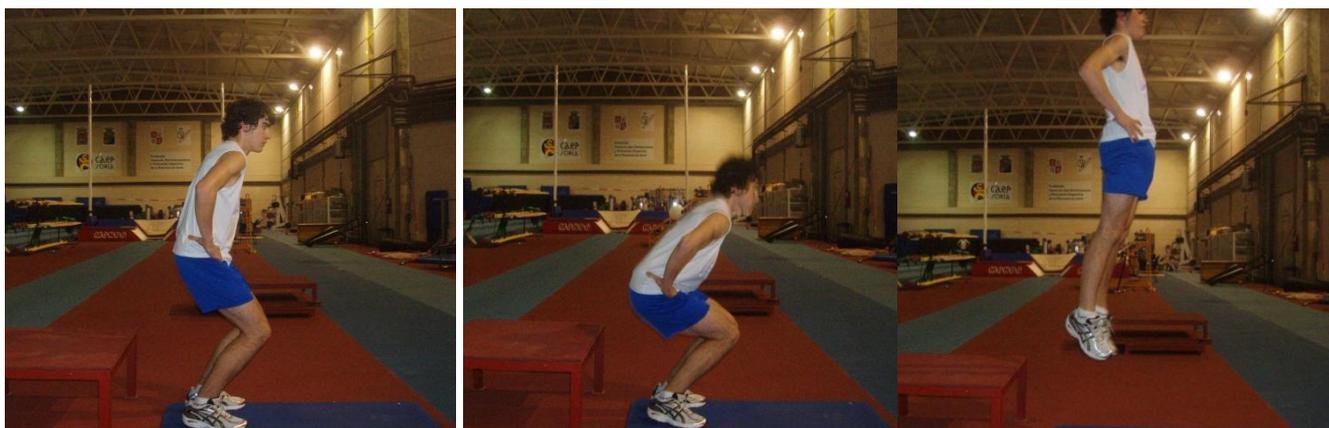


Figura 3.7. Ejecución del CMJ.

- SJ: Consiste en un salto vertical sin contramovimiento partiendo de la posición de medio squat (rodilla flexionada a 90°) con el tronco recto y las manos en la cadera.
- DJ o salto vertical con caída desde una altura variable (20 – 100 cm): También se le conoce como salto pliométrico. En su ejecución, el sujeto se encuentra erguido, con las piernas extendidas y las manos en las caderas sobre un cajón de una altura determinada. Desde ahí cae y al tomar contacto con el tapiz, realiza un salto vertical a la máxima altura. Con ella se evalúa la fuerza elástico- explosivo – reactiva. En el presente estudio altura de caída fue de 40 cm, (figura 3.8.).



Figura 3.8. Ejecución del DJ.

- ABK: también denominado por Cometti (2007) counter movement jump con los brazos (CMJB). Esta prueba está basada en el test original planteado por Abalakov en 1938 pero utilizando la plataforma para calcular la elevación del centro de gravedad. Es similar al CMJ, con la diferencia de que los brazos no permanecen fijos en la cadera sino que existe un balanceo de los mismos de atrás hacia adelante (figura 3.9.).



Figura 3.9. Ejecución del ABK.

Se anularon todos aquellos saltos en los que:

- La persona no caía en el mismo sitio en el que despegaba.
- Existía flexión de rodillas durante la fase de vuelo.
- En cualquier fase del movimiento se despegaban los brazos de la cintura.
- Existían movimientos de los pies justo antes de ejecutar el salto.
- El tronco no permanecía erguido.
- No se contactaba con el suelo en la misma posición del instante final de la batida: el tronco vertical, las rodillas extendidas y una flexión plantar completa.
- En el DJ se ejecutaba un salto para caer sobre la plataforma en vez de dejarse caer.

Todos los saltos que no respetaban los criterios establecidos se consideraban nulos y se daba la posibilidad de repetirlos.

3.3.4. Diseño del proceso

Todo el proceso se dividió en tres fases (A, B y C), línea de base, tratamiento y retirada del tratamiento (tabla 3.7.).

Fase A. En esta primera fase, la duración coincide con el periodo preparatorio e inicio del periodo competitivo de cada uno de los equipos; oscilando entre 8 semanas en el caso del fútbol y de 6 en el caso del voleibol. Los entrenamientos son los tradicionales de cada uno de los equipos. Al final de esta fase, se realizó el pre-test de cada una de las variables analizadas.

Fase B. En la segunda fase, de 7 semanas de duración, los sujetos sumaron al programa de entrenamiento habitual con su equipo, los ejercicios propuestos para su grupo experimental durante 6 semanas. Como en la fase anterior, se realizó a su finalización el post-test de las variables analizadas para comprobar el efecto inmediato de la variable del tratamiento en la semana 7.

Fase C. En la tercera fase, de 5 semanas de duración, los sujetos siguieron realizando su trabajo habitual de entrenamiento normal con sus equipos. Con el fin de comprobar el efecto retardado del tratamiento, se realizó el re-test al final de esta última fase en la semana 5.

Fase A		Fase B		Fase C	
8-6 semanas según deporte y equipo	Pre-test (última semana)	6 semanas	Post-test (semana 7)	4 semanas	Re-test (semana 5)
Entrenamiento Habitual		Entrenamiento habitual + complejo		Entrenamiento habitual	

Tabla 3.7.: Fases de la investigación

Para la selección de los componentes de cada grupo de investigación, en un primer lugar se dividieron atendiendo a la posición ocupada habitualmente en el terreno de juego dentro de cada uno de los deportes. Una vez divididas por posiciones se asignaron de manera aleatoria a uno u otro grupo, de manera que todas esas posiciones de juego estuviesen representadas tanto en el grupo control como en los dos grupos experimentales.

Trabajo de los grupos experimentales

En las revisiones realizadas sobre estudios desarrollados para incrementar la fuerza y la potencia en las extremidades inferior y superior, queda demostrado la eficacia de los distintos tipos de entrenamiento de la fuerza, sin embargo, existe una controversia sobre la manera de aplicar las pausas y los distintos periodos de recuperación en cada uno de ellos.

En el entrenamiento pliométrico por separado, la mejora de la fuerza-potencia es visible en los resultados de los estudios observados, a su vez que es concebido como un método que influye en la transferencia de fuerza en la ejecución competitiva (Chu, 1992).

Para el entrenamiento complejo, los autores no se ponen de acuerdo en el tiempo de pausa entre la aplicación de cargas altas y bajas, ni entre las series, Haff y cols, en 2001 utilizaron en su estudio bloques de repeticiones, mientras que Keogh y cols, en 1999 aplicaron los métodos de “descanso-pausa” o de “división” con una pausa de 10 segundos entre los bloques.

Igualmente con los métodos combinados e integrados. En el caso de los métodos combinados, la combinación de dichas cargas dentro de un mismo entrenamiento, produce mejores efectos que su uso por separado (Adams et al, 1992), sin entrar a valorar si esas cargas se producen por separado o a continuación unas de otras. Para el método integrado, las preguntas se refieren más a largo plazo en periodos de entrenamientos, y no en actuaciones concretas dentro de las sesiones.

Por otra parte, en cuanto al trabajo de fuerza de la extremidad inferior, la eficacia del trabajo que combina cargas pesadas con multisaltos (lógica de contraste), para la mejora de la altura del salto, está confirmada de acuerdo con los estudios realizados en esta línea por diversos autores (Stiff y Verkjoshanski, 2000; Cometti, 1999; Marina y Gusí, 1997; Sevin, 1995; Adams et al,1992; Duke y Benmliyahu, 1992; Baver et al, 1990; Blakey, 1987; Clutch et al 1983; Polhemus, 1983).

La bibliografía especializada muestra que en los distintos estudios encaminados a conocer el efecto del contraste entre cargas pesadas y ligeras se han producido mejoras significativas, aunque los medios y métodos empleados han sido diferentes (Marina y Gusí 1997; Selvin 1995; Adams et al 1992; Polhemus, 1983). Por ejemplo, Selvin (1995) en 6 semanas obtuvo incrementos de la altura de salto combinando una rutina de pesas (3 a 5 series de 10-4 repeticiones al 40-60%) con multisaltos (4-6 series x 10 saltos DJ 20 cm) en días alternos. En otro estudio de 6 semanas, Polhemus, (1983), mejoro la altura del salto de sus atletas combinando dentro del mismo día dos sesiones una de pesas (series de 5 repeticiones al 70%) con trabajo de saltos (levantar piernas con lastre y saltos DJ 20cm con lastre 10% del peso corporal).

Al igual que con la extremidad inferior, se encuentran muchos diseños experimentales distintos, con el aquí realizado, sí se puede señalar que la combinación de cargas altas con cargas bajas sirve para mejorar la fuerza máxima y la potencia (fuerza aplicada) en deportistas.

Por todo ello, en este estudio se compara el efecto de dos tipos de entrenamiento de contrastes o complejo, tanto en la extremidad inferior como en la extremidad superior con los siguientes tres grupos de trabajo:

GC: grupo control.

GE1: Sobrecarga + carga baja en la misma sesión, en series diferentes.

GE2: Sobrecarga + carga baja en la misma sesión, en la misma serie.

Siendo en ambos casos el mismo volumen de trabajo.

Diseño de trabajo para la extremidad inferior

Para el ejercicio de sobrecarga de la extremidad inferior se realiza a través de $\frac{1}{2}$ sentadilla o squat. Empezaremos con 3 x 6 repeticiones (Baker, 2001. Cronin, 2002), Cada semana se disminuirán las repeticiones y se elevarán los kg. a superar con la intención de no incidir en la hipertrofia y sí en la potencia (Baker, 2003. Arabatzi, 2010).

Para el ejercicio de carga baja de la extremidad inferior se realiza a través de multisaltos o pliometría con los desarrollados por Arabatzi en 2010, todos ellos realizados a manos libres.

En cuanto al tiempo de recuperación, para el GE1 será de 120 segundos entre series (Fleck, 2004). Primero se realizan las 3 series de sobrecarga y posteriormente, las 3 series de pliometría. Para el GE2 la recuperación es de 240 segundos. Recuperación más larga para series complejas tal como lo han demostrado las mediciones de la potencia efectuadas con el Plyometric Power System (PPS) (Baker, 1999, 2001, 2003. Newton, 1996, 1997).

En la tabla 3.8 aparecen los entrenamientos referidos a la extremidad inferior a lo largo las 6 semanas de la fase experimental:

		SOBRECARGA	CARGA BAJA	RECUPERACIÓN
Semanas 1 y 2	GE1	3x6 repeticiones de sentadilla al 75% de 1RM	3x6 repets. de cada ejercicio: salto valla (68 cm) pies juntos, salto valla (50 cm) pies alternos.	120 segundos entre cada serie, primero las 3 series de sobrecarga y luego las 3 carga baja
	GE2	3x6 repeticiones de sentadilla al 75% de 1RM	3x6 repets. de cada ejercicio: salto valla (68 cm) pies juntos, salto valla (50 cm) pies alternos.	240 segundos entre cada bloque (sobrecarga e inmediatamente carga baja)
Semanas 3 y 4	GE1	3x5 repeticiones de sentadilla al 80% de 1RM	3x5 repets. de cada ejercicio: salto valla (74 cm) pies juntos, salto valla (50 cm) pies alternos.	120 segundos entre cada serie, primero las 3 series de sobrecarga y luego las 3 carga baja
	GE2	3x5 repeticiones de sentadilla al 80% de 1RM	3x5 repets. de cada ejercicio: salto valla (74 cm) pies juntos, salto valla (50 cm) pies alternos.	240 segundos entre cada bloque (sobrecarga e inmediatamente carga baja)
Semanas 5 y 6	GE1	3x4 repeticiones de sentadilla al 85% de 1RM	3x4 repets. de cada ejercicio: salto valla (80 cm) pies juntos, salto valla (50 cm) pies alternos.	120 segundos entre cada serie, primero las 3 series de sobrecarga y luego las 3 carga baja
	GE2	3x4 repeticiones de sentadilla al 85% de 1RM	3x4 repets. de cada ejercicio: salto valla (80 cm) pies juntos, salto valla (50 cm) pies alternos.	240 segundos entre cada bloque (sobrecarga e inmediatamente carga baja)

Tabla 3.8. Entrenamiento de la extremidad inferior durante el periodo de tratamiento.

En la figura 3.11 aparecen las alturas iniciales de las vallas para el trabajo de saltos durante las dos primeras semanas, además de la colocación y distribución de las mismas; siendo la altura de las vallas amarillas de 50 cm, y la de las rojas a 68 cm.



Figura 3.11. Altura de las vallas y su distribución para el trabajo de saltos.

Por su parte, en la figura 3.12 se muestra como los sujetos saltan las vallas rojas con salto a pies juntos, mientras que las vallas amarillas lo hacen con pies alternos.



Figura 3.12. Realización del salto de vallas a pies juntos y pies alternos

Diseño de trabajo para la extremidad superior

Para el ejercicio de sobrecarga, se utilizó el press de pecho con el siguiente protocolo: El deportista se encuentra en la horizontal, en decúbito supino, sobre el banco de entrenamiento y estira los brazos hacia arriba. La separación de los brazos es algo mayor a la anchura de los hombros, manteniendo los hombros en 90 ° para

de esta manera asegurar la consistencia del hombro y de las articulaciones del codo en todas partes del movimiento (Newton et al. 1997). No se permitió el arqueado de la espalda.

La cabeza, la espalda plana y los glúteos se apoyan sobre el banco. Los pies se apoyan con toda la planta sobre el suelo para mantener el equilibrio. La barra se encuentra sobre los soportes a la altura de los ojos.

Partiendo de la posición descrita, el deportista toma la barra en agarre dorsal, la levanta del soporte y la lleva ligeramente hacia delante, con los brazos extendidos hasta que se encuentre encima de la articulación de los hombros. A continuación flexiona los brazos en la articulación de los codos y baja la barra al pecho, describiendo un pequeño arco hacia delante. En el punto más bajo del movimiento, la barra toca ligeramente la porción inferior del pectoral mayor o el esternón a la altura del apéndice xifoides. De ninguna manera se debe dejar caer la barra sobre el pecho, aprovechándose de su elasticidad para la consiguiente extensión de los brazos. Durante la elevación la barra describe un pequeño arco hacia atrás y arriba, para volver a su posición inicial. No se deben separar los glúteos del banco. Durante el descenso se realiza la inspiración y en el último tercio de la elevación, se espira.



Figura 3.13. Ejercicio de press de pecho.

La carga baja se aplicó a través de lanzamientos de press de pecho (Baker, 2001). Este ejercicio es muy similar a los lanzamientos con balones medicinales excepto por una diferencia, este ejercicio se realiza en una máquina “Multipower” en la cual, en lugar de impulsar un balón medicinal, se impulsa a la barra.

La idea es la misma que en el ejercicio de lanzamientos de balones medicinales: impulsar la barra hacia arriba, lanzándola con la mayor potencia y velocidad posible, tomarla cuando desciende en un movimiento excéntrico amortiguando con los brazos hasta la altura del pecho y revertir el movimiento aplicando la velocidad posible a través de todo el rango de movimiento concéntrico liberando la barra nuevamente al final de este.

La máxima producción de potencia en este ejercicio parece encontrarse con cargas del 30-45% de 1RM (Zatsiorsky, 2006).



Figura 3.14. Ejercicio de lanzamientos de press de pecho.

Este ejercicio se trabajó con una máquina “Multipower” y a través de intensidades crecientes a medida que avanzan las fechas. Las pausas de recuperación fueron las mismas que para el tren inferior como aparece en la tabla 3.9 referida a los ejercicios realizados durante el periodo experimental.

		SOBRECARGA	CARGA BAJA	RECUPERACIÓN
Semanas 1 y 2	GE1	2x8 repeticiones de press de pecho al 60% de 1RM	2x8 repets. de lanzamiento de press pecho al 30% de 1RM	120 segundos entre cada serie, primero las 3 series de sobrecarga y luego las 3 carga baja
	GE2	2x8 repeticiones de press de pecho al 60% de 1RM	2x8 repets. de lanzamiento de press pecho al 30% de 1RM	240 segundos entre cada bloque (sobrecarga e inmediatamente carga baja)
Semanas 3 y 4	GE1	2x5 repeticiones de press de pecho al 70% de 1RM	2x5 repets. de lanzamiento de press pecho al 40% de 1RM	120 segundos entre cada serie, primero las 3 series de sobrecarga y luego las 3 carga baja
	GE2	2x5 repeticiones de press de pecho al 70% de 1RM	2x5 repets. de lanzamiento de press pecho al 40% de 1RM	240 segundos entre cada bloque (sobrecarga e inmediatamente carga baja)
Semanas 5 y 6	GE1	2x4 repeticiones de press de pecho al 80% de 1RM	2x3 repets. de lanzamiento de press pecho al 50% de 1RM	120 segundos entre cada serie, primero las 3 series de sobrecarga y luego las 3 carga baja
	GE2	2x4 repeticiones de press de pecho al 80% de 1RM	2x3 repets. de lanzamiento de press pecho al 50% de 1RM	240 segundos entre cada bloque (sobrecarga e inmediatamente carga baja)

Tabla 3.9. Entrenamiento de la extremidad superior durante el periodo de tratamiento.

3.3.5. Variables estudiadas

A continuación se enumeran las variables estudiadas en el estudio, distinguiendo entre independientes y dependientes:

3.3.5.1 Variables independientes

- Los métodos de entrenamiento de la fuerza-potencia tanto para la extremidad inferior como para la extremidad superior que se aplican en el estudio. Este tipo

de entrenamiento lo realizan los sujetos de los grupos experimentales dos días por semana.

- GE1: Sobrecarga + carga baja en la misma sesión, en series diferentes.
- GE2: Sobrecarga + carga baja en la misma sesión, en la misma serie.
- Los dos grupos con el mismo volumen de carga para los ejercicios de press de pecho y lanzamientos de press para la extremidad superior, y de ½ sentadilla y multisaltos para la extremidad inferior, diferenciando únicamente del periodo de pausa y del trabajo en la misma o en diferente serie.
- El entrenamiento habitual de los jugadores con sus equipos.

3.3.5.2 Variables dependientes

- Variables antropométricas:
 - Masa corporal.
 - Talla.
 - Composición corporal (% graso, % muscular y % óseo)
 - Somatotipo.
- Variables de fuerza de la extremidad inferior:
 - Fuerza máxima: 1 RM en ½ sentadilla.
 - Fuerza explosiva: Altura de saltos en CMJ, SJ, DJ y ABK.
- Variables de fuerza de la extremidad superior:
 - Fuerza máxima: 1 RM en press de pecho.
 - Fuerza explosiva: Potencia media y máxima con el ejercicio de press de pecho.

3.3.6. Tratamiento estadístico de los datos obtenidos

Para el registro, organización y tratamiento gráfico de los datos recogidos se utilizó la hoja de cálculo Excel 2007. Sin embargo, para el análisis estadístico se empleó el paquete SPSS 17.0 para Windows.

Con los datos obtenidos en el pretest se pudo realizar un estudio descriptivo de las características antropométricas y de fuerza de los jugadores. Para a partir de ello, pasar al proceso de tratamiento.

En primer lugar, y para determinar la normalidad de la muestra, se utilizó la prueba no paramétrica de Kolmogorov – Smirnov en cada variable analizada distinguiendo entre los 4 deportes estudiados.

Se calcularon los estadísticos descriptivos de las diferentes variables analizadas para cada uno de los deportes que componen la muestra. Y además, dentro de cada deporte, para las posiciones habituales en el terreno de juego. En las tablas aparecen media \pm desviación estándar .

Se efectuó un análisis de varianza de un solo factor (ANOVA) tanto entre deportes como entre posiciones dentro de un deporte con pruebas, aplicando la

prueba post-hoc de Bonferroni únicamente en aquellas en las que existiera diferencias estadísticamente significativas.

A la hora de analizar la influencia del entrenamiento, en primer lugar y para descartar la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos en las distintas variables antes de iniciar la intervención en el proceso de entrenamiento (P1), se efectuó una prueba t para muestras independientes, asumiendo un intervalo de confianza del 95%, de manera que las diferencias eran significativas cuando $p < 0.05$.

Por otro lado, se calcularon los estadísticos descriptivos de las diferentes variables analizadas, para cada uno de los grupos y para cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2, P3). En las tablas aparecen reflejados media \pm desviación estándar.

Para analizar los efectos del entrenamiento y determinar por tanto la existencia de diferencias significativas entre GC, GE1 y GE2 en la evolución en el tiempo de las distintas variables analizadas se utilizó el análisis de varianza de dos factores (ANOVA) con medidas repetidas (grupo x tiempo). El factor intersujetos era el grupo y el factor intrasujetos el tiempo. Se tomó como estadístico de referencia la Lambda de Wilks, que permitía poner a prueba la hipótesis nula referida al efecto del factor tiempo. Cuando $p < 0.05$ se rechazaba la hipótesis nula de igualdad de medias, constatando la existencia de diferencias significativas en la evolución en el tiempo de las variables entre los grupos, efectuando en tal caso las pruebas post-hoc de Bonferroni con el objetivo de localizarlas en el tiempo.



4- RESULTADOS

RESULTADOS

4.1. PRETEST

A continuación se detallan los resultados obtenidos en la primera toma (pretest) antes de la Fase B (Tratamiento) de la investigación, divididos en tres partes según se muestra en el siguiente esquema:

A- Resultados de la prueba de normalidad.

B- Resultados de las variables antropométricas.

C- Resultados de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva..

4.1.1. Resultados de la prueba de normalidad.

En la tabla 4.1 se muestra el valor de Z de Kolmogorov - Smirnov en cada variable analizada distinguiendo entre los 4 deportes estudiados. Por ello, y debido a que el *p-valor* aplicado es superior a 0,05, no se rechaza hipótesis nula de normalidad en las distribuciones de todas las variables.

Variables	Z de K-S (Fútbol)	Z de K-S (Baloncesto)	Z de K-S (Balonmano)	Z de K-S (Voleibol)
Variables antropométricas				
Masa corporal	0,53	0,81	0,64	0,75
Talla	0,67	0,87	0,65	0,55
Masa grasa %	0,59	0,48	1,14	0,41
Masa muscular %	0,69	1,00	0,57	0,50
Masa ósea %	0,76	0,68	0,46	0,70
Endomorfia	0,49	1,29	0,49	0,41
Mesomorfia	0,57	1,15	0,53	0,46
Ectomorfia	0,91	0,91	0,64	0,83
Variables de fuerza explosiva de la extremidad inferior				
1 RM ½ sentadilla	0,63	0,60	0,49	0,60
Altura CMJ	0,78	0,57	0,66	0,62
Altura DJ	0,91	0,63	0,46	0,72
Altura SJ	0,99	0,80	0,73	0,63
Altura ABK	1,00	0,66	0,66	0,97
Variables de fuerza explosiva de la extremidad superior				
1 RM press pecho	0,62	0,49	0,51	0,39
Potencia Media	0,89	0,53	0,59	0,51
Potencia Máxima	0,60	0,53	0,65	0,53

Tabla 4.1. Resultados de la prueba Z de K-S en todas las variables distinguiendo por deportes.

4.1.2. Resultados de las variables antropométricas.

4.1.2.1. Resultados obtenidos comparando todos los deportes.

En la tabla 4.2 aparecen los datos de las medias obtenidos por cada grupo de deportistas en función de su deporte antes de la fase de tratamiento.

Variable	Fútbol (N=46)	Baloncesto (N=36)	Balonmano (N=32)	Voleibol (N=34)	Sig.
Masa corporal (kg)	72,46 ± 6,8 _a	84,66 ± 3,54 _b	78,34 ± 7,24 _c	78,64 ± 4,45 _{cd}	0,000*
Talla (cm)	177,61 ± 5,58 _a	188,80 ± 3,67 _b	181,03 ± 6,15 _c	183,05 ± 5,3 _{cd}	0,000*
Masa grasa %	11,77 ± 1,04	11,50 ± 0,82	12,06 ± 1,29	11,82 ± 0,76	0,149
Masa muscular %	50,38 ± 4,71	49,90 ± 1,20	48,62 ± 1,75	49,82 ± 1,90	0,800
Masa ósea %	17,83 ± 3,67 _{ab}	16,46 ± 1,61 _a	19,14 ± 1,89 _b	18,69 ± 1,41 _b	0,000*
Endomorfia	2,88 ± 0,27 _a	3,55 ± 0,44 _b	3,64 ± 0,52 _b	2,74 ± 0,20 _a	0,000*
Mesomorfia	4,59 ± 0,36 _a	5,32 ± 0,74 _b	5,25 ± 0,45 _b	4,46 ± 0,27 _a	0,000*
Ectomorfia	2,03 ± 0,18 _a	2,08 ± 0,40 _a	2,18 ± 0,37 _a	2,84 ± 0,28 _b	0,000*

Tabla 4.2. Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas para cada deporte. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Las medias que en la misma fila para la misma variable tienen distinto subíndice son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Como se observa en la tabla aparecen diferencias estadísticamente significativas en las siguientes variables: la masa corporal (kg), la talla (cm) y el % de masa ósea; y en los tres componentes del somatotipo. Las cuales han sido sometidas a la prueba post-hoc de Bonferroni para ver entre qué deportes, indicándonos para la masa corporal y la talla entre fútbol y el resto deportes, además de baloncesto también con los otros 3 deportes. Para la masa ósea, entre el baloncesto con balonmano y voleibol. En los componentes endonórfico y mesomórfico, por una parte entre baloncesto con fútbol y voleibol, y entre balonmano también con fútbol y voleibol. Para la ectomorfia entre el voleibol con los todos los demás deportes

Estas diferencias se reflejan de forma gráfica en la figura 4.1 para la masa corporal, la talla, masa ósea, y los componentes del somatotipo.

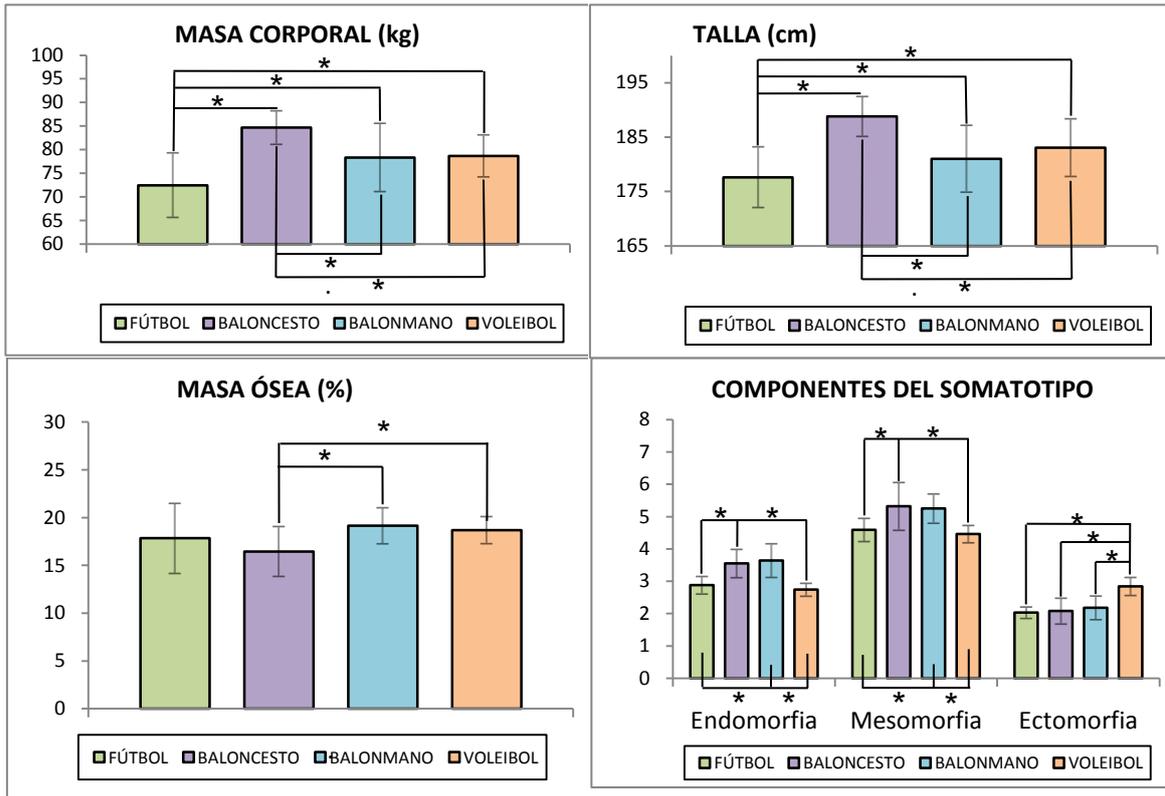


Figura 4.1. Resultados en el pretest de variables antropométricas comparando los deportes. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

La representación del somatotipo aparece en la figura 4.2., mientras que en la tabla 4.3 se ofrecen los valores referentes a las coordenadas en la somatocarta representada para fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol.

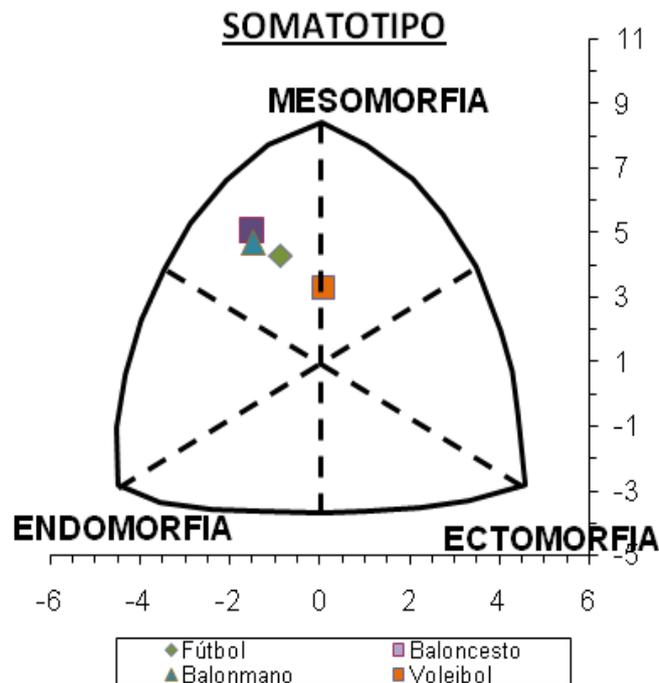


Figura 4.2. Representación gráfica del somatotipo para fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol (somatocarta).

La somatocarta revela que tanto los jugadores de fútbol, de baloncesto y de balonmano se encuentran dentro de la franja ocupada por el somatotipo denominado meso-endomorfo, lo que significa que la mesomorfia es dominante y la endomorfia es superior a la ectomorfia. Para los jugadores de voleibol, su somatotipo aparece como meso-ectomorfo, siendo la mesomorfia dominante y la ectomorfia superior a la endomorfia.

Coordenadas en la somatocarta	Fútbol (N=46)	Baloncesto (N=36)	Balonmano (N=32)	Voleibol (N=34)
X	-0,87	-1,51	-1,48	0,07
Y	4,29	5,08	4,68	3,29

Tabla 4.3. Coordenadas en la somatocarta para Fútbol, Baloncesto, Balonmano y Voleibol.

4.1.2.2. Resultados obtenidos en variables antropométricas por posición habitual en el terreno de juego para cada deporte.

⇒ Fútbol:

En la tabla 4.4 aparecen los datos obtenidos para la antropometría en el caso del fútbol por posiciones específicas de juego.

FÚTBOL					
Variable	Porteros (N=6)	Defensas (N=16)	Centrocamp. (N=16)	Delanteros (N=8)	Sig.
Masa corporal (kg)	76,26 ± 4,26 _a	75,05 ± 6,71 _{ab}	69,58 ± 7,14 _b	70,30 ± 5,3 _{ab}	0,043*
Talla (cm)	179,83 ± 2,48	178,50 ± 5,65	176,03 ± 5,95	177,37 ± 6,27	0,461
Masa grasa %	12,14 ± 1,12	12,12 ± 0,90	11,51 ± 1,14	11,31 ± 0,89	0,173
Masa muscular %	48,73 ± 4,48	48,74 ± 3,68	51,64 ± 5,42	52,39 ± 4,42	0,152
Masa ósea %	19,11 ± 3,36	19,12 ± 2,78	16,83 ± 4,28	16,28 ± 3,53	0,148
Endomorfia	3,23 ± 0,05 _a	2,95±0,22 _{ab}	2,74±0,27 _b	2,76±0,21 _b	0,000*
Mesomorfia	4,81 ± 0,11	4,54±0,33	4,53±0,45	4,64±0,30	0,361
Ectomorfia	2,08 ± 0,03 _{ab}	2,14±0,15 _a	1,90±0,18 _b	2,04±0,13 _{ab}	0,001*

Tabla 4.4. Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas en fútbol en función de sus posiciones específicas de juego. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Las medias que en la misma fila para la misma variable tienen distinto subíndice son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Únicamente se obtienen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la variable de masa corporal, y los componentes de endomorfia y ectomorfia. La prueba de contrastes de Bonferroni nos indica que esta diferencia aparece entre los porteros y los centrocampistas para masa corporal (Figura 5.6), entre porteros con

centrocampistas y delanteros para la endomorfia, y entre defensas y centrocampistas para la ectomorfia (Figura 4.3.):

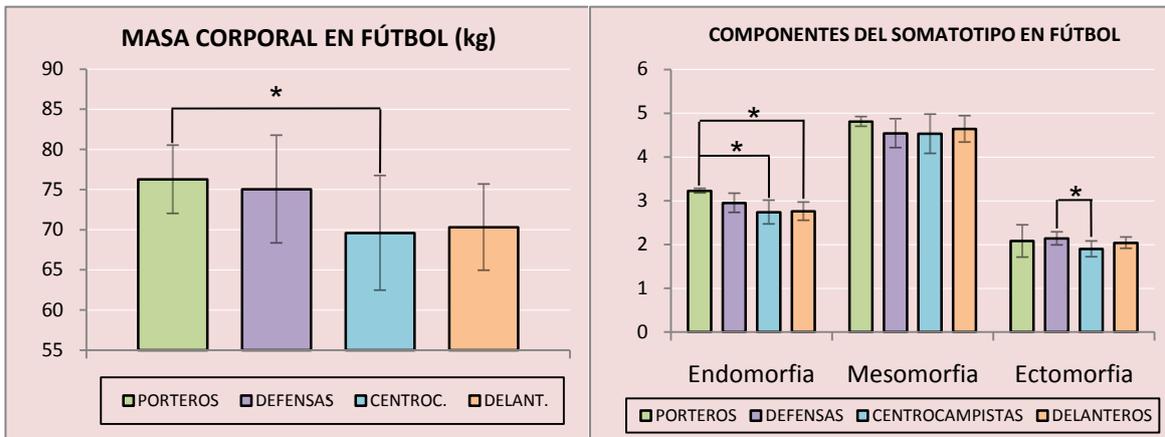


Figura 4.3. Resultados en el pretest de variables antropométricas por posiciones específicas en fútbol. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

A continuación mediante la somatocarta se representa el somatotipo por medio de la figura 4.4.

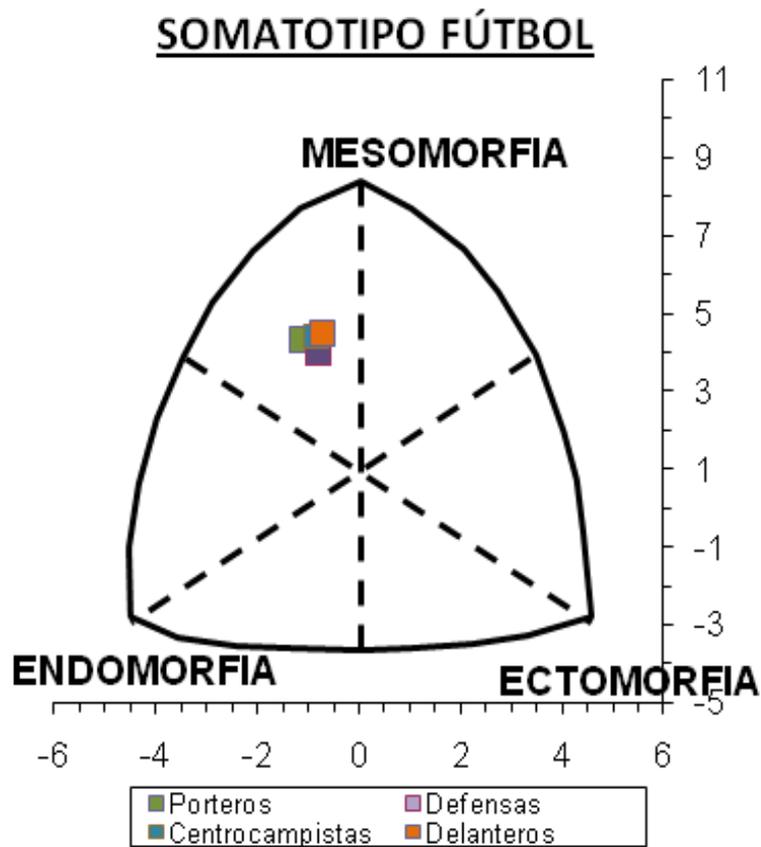


Figura 4.4. Representación gráfica del somatotipo para fútbol por posiciones habituales de juego (somatocarta).

En la somatocarta se observa como los jugadores de las 4 posiciones en fútbol se encuentran dentro de la franja ocupada por el somatotipo denominado meso-endomorfo, lo que significa que la mesomorfia es dominante y la endomorfia es superior a la ectomorfia.

⇒ *Baloncesto:*

En la tabla 4.5 aparecen los datos antropométricos para los jugadores de baloncesto antes de la fase de tratamiento.

BALONCESTO				
Variable	Bases (N=9)	Aleros (N=15)	Pivots (N=12)	Sig.
Masa corporal (kg)	81,77 ± 2,10 _b	84,13 ± 3,11 _b	87,50 ± 2,90 _a	0,000*
Talla (cm)	184,88 ± 1,83 _b	188,13 ± 1,68 _b	192,58 ± 2,87 _a	0,000*
Masa grasa %	10,70 ± 0,45 _a	11,33 ± 0,46 _b	12,31 ± 0,66 _c	0,000*
Masa muscular %	50,28 ± 1,73	50,03 ± 1,08	49,46 ± 0,74	0,264
Masa ósea %	15,46 ± 1,35 _b	16,13 ± 1,35 _b	17,61 ± 1,49 _a	0,004*
Endomorfia	3,34 ± 0,16 _a	3,22 ± 0,13 _b	4,12 ± 0,22 _b	0,000*
Mesomorfia	5,40 ± 0,21	5,09 ± 1,09	5,54 ± 0,28	0,285
Ectomorfia	2,07 ± 0,08 _a	2,47 ± 0,10 _b	1,58 ± 0,08 _c	0,000*

Tabla 4.5. Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas en baloncesto en función de sus posiciones específicas de juego. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Las medias que en la misma fila para la misma variable tienen distinto subíndice son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Se obtienen diferencias estadísticamente significativas en todas las variables menos en el % de masa muscular y en el componente mesomórfico. La prueba de contrastes de Bonferroni nos indica que estas diferencias aparecen entre los pivots con bases y aleros para la masa corporal, talla y masa ósea. Existen diferencias entre las tres posiciones para la masa grasa y el componente ectomórfico. Entre bases y pivots para el sumatorio de pliegues; y entre bases con aleros y pivots para el componente de endomorfia.

Para una mejor comprensión, en la figura 4.5 aparecen las diferencias para masa corporal, masa grasa, pliegues, masa ósea, talla y componentes del somatotipo.

RESULTADOS

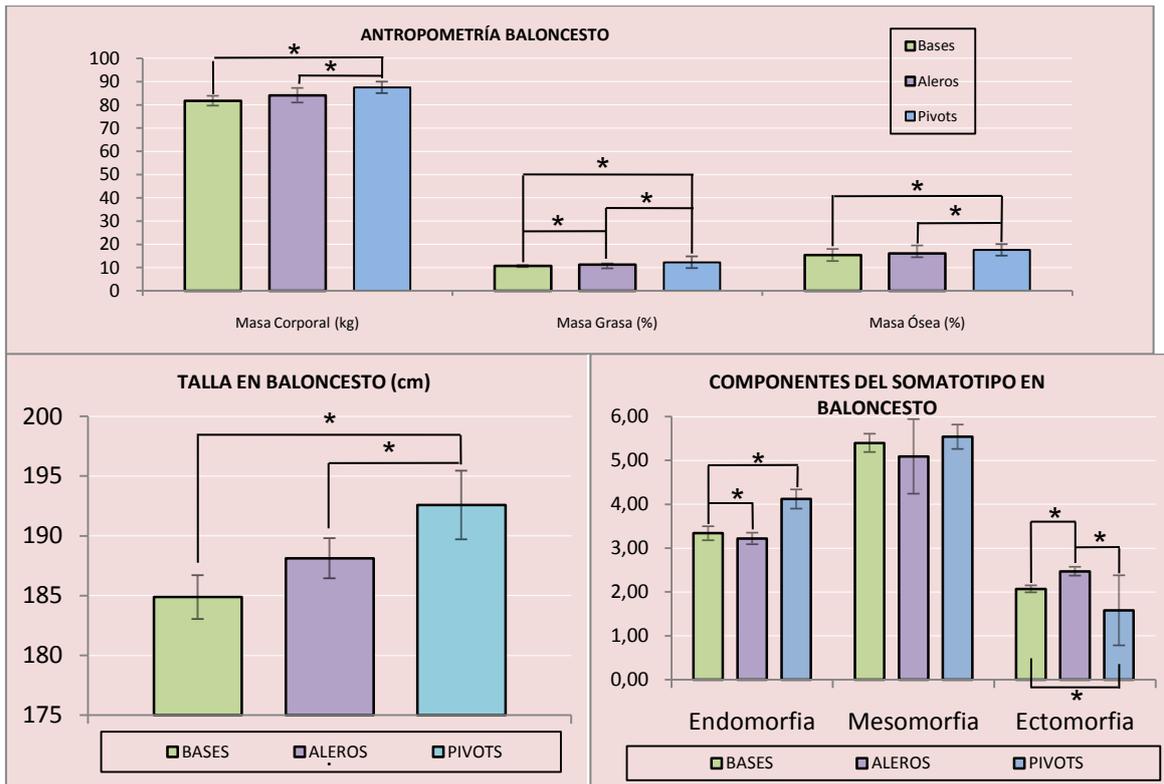


Figura 4.5. Resultados en el pretest de variables antropométricas por posiciones específicas en baloncesto. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

A continuación mediante la somatocarta se representa el somatotipo para los jugadores de baloncesto por medio de la figura 4.6.

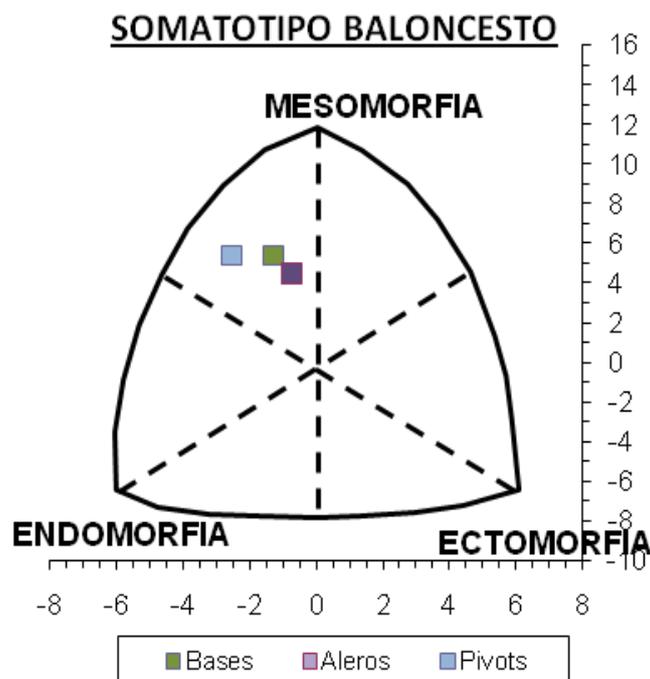


Figura 4.6. Representación gráfica del somatotipo para baloncesto por posiciones habituales de juego (somatocarta).

En la somatocarta para las 3 posiciones en baloncesto, se observa cómo se encuentran dentro de la franja ocupada por el somatotipo denominado meso-endomorfo, lo que significa que la mesomorfia es dominante y la endomorfia es superior a la ectomorfia. Sin embargo, la diferencia entre pivots y bases es latente, estando estos últimos los situados de forma más cercana al límite ectomórfico.

⇒ *Balonmano:*

En el caso del balonmano, en la tabla 4.6 aparecen los resultados obtenidos en las variables antropométricas.

BALONMANO						
Variable	Porteros (N=6)	Laterales (N=8)	Centrales (N=6)	Extremos (N=6)	Pivotes (N=6)	Sig.
Masa corp. (kg)	79,16±4,40 _{ab}	79,25±5,41 _{ab}	75,50±4,50 _b	70,50±2,42 _b	87,00±7,92 _a	0,000*
Talla (cm)	183,1±6,2 _{acd}	183,0±3,25 _{acd}	177,50±3,78 _{bd}	174,33±3,98 _b	186,50±5,28 _{ac}	0,001*
Masa grasa %	11,77±0,50 _a	12,02±1,17 _a	11,27±0,47 _a	11,45±0,82 _a	13,80±1,5 _b	0,001*
Masa musc. %	48,50±0,68	49,51±1,17	48,67±2,05	48,02±3,03	48,10±1,11	0,532
Masa ósea %	18,83±1,95 _a	18,18±1,35 _a	18,66±1,25 _a	18,84±2,20 _a	21,54±0,6 _b	0,006*
Endomorfia	4,04±0,16 _a	3,39±0,31 _{bc}	3,70±0,17 _{ac}	2,93±0,20 _b	4,20±0,48 _a	0,000*
Mesomorfia	5,29±0,23	5,23±0,51	5,47±0,22	4,83±0,35	5,45±0,60	0,096
Ectomorfia	1,80±0,07 _a	2,31±0,22 _c	2,12±0,08 _{cd}	2,74±0,19 _b	1,86±0,20 _{ad}	0,000*

Tabla 4.6. Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas en balonmano en función de sus posiciones específicas de juego. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Las medias que en la misma fila para la misma variable tienen distinto subíndice son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Se obtienen diferencias estadísticamente significativas en todas las variables menos en el % de masa muscular y en el componente mesomórfico.

La prueba de contrastes de Bonferroni nos indica que estas diferencias aparecen entre los pivotes con centrales y extremos para la masa corporal. Existen diferencias entre los pivotes con las demás posiciones para la masa grasa, el sumatorio de pliegues y la masa ósea. Para la talla, por una parte entre extremos con porteros, laterales y pivotes; y por otra parte, centrales con pivotes.

En el componente de endomorfia, existen diferencias entre extremos con el resto de posiciones salvo con laterales, los cuales poseen diferencias con porteros y pivotes. Y en la ectomorfia, los extremos con las demás posiciones por una parte, además de los porteros con laterales y centrales; y de los laterales con pivotes.

A continuación, en la figura 4.7 aparecen las diferencias para masa corporal, masa grasa, pliegues, masa ósea, talla, y componentes del somatotipo.

RESULTADOS

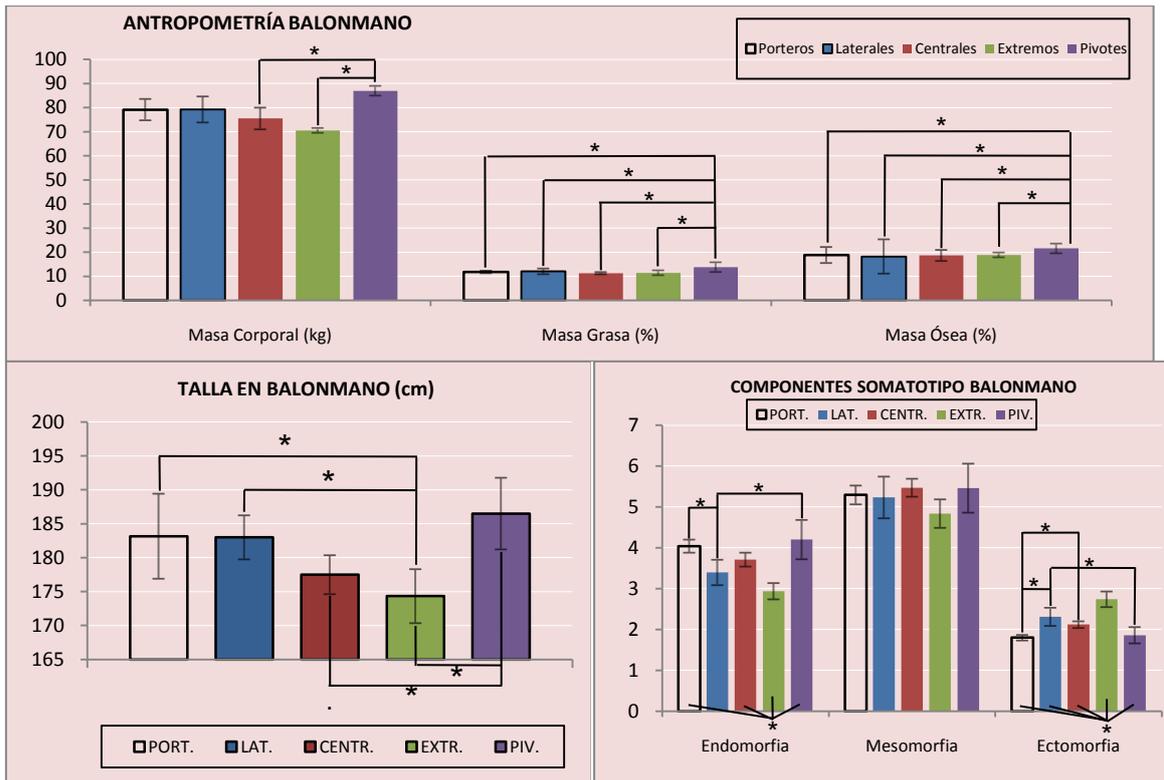


Figura 4.7. Resultados en el pretest de variables antropométricas por posiciones específicas en balonmano. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En la siguiente figura 4.8 aparece la somatocarta representándose en ella el somatotipo para los jugadores de balonmano.

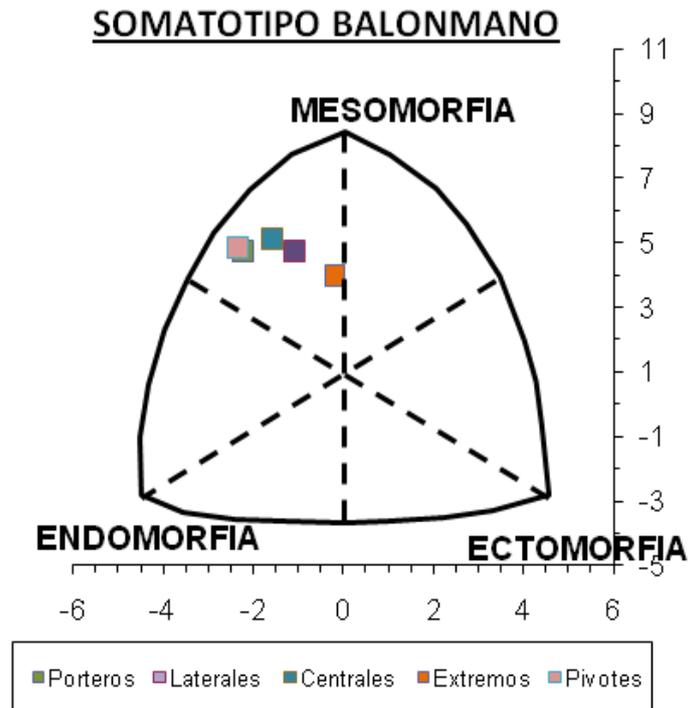


Figura 4.8. Representación gráfica del somatotipo para balonmano por posiciones habituales de juego (somatocarta).

En la somatocarta para las posiciones en balonmano, se observa cómo se encuentran dentro de la franja ocupada por el somatotipo denominado meso-endomorfo, lo que significa que la mesomorfia es dominante y la endomorfia es superior a la ectomorfia. Sin embargo, se aprecia como porteros y pivotes tienen mayor componente endomórfico, mientras que los extremos son los situados de forma más cercana al límite ectomórfico.

⇒ *Voleibol:*

Por último, en la tabla 4.7 aparecen los resultados obtenidos en las variables antropométricas en voleibol.

VOLEIBOL						
Variables	Colocadores (N=6)	Opuestos (N=6)	Receptores (N=10)	Centrales (N=6)	Líberos (N=6)	Sig.
Masa corp. (kg)	74,33±2,94 _a	82,00±2,82 _{bc}	78,20±3,04 _{ac}	84,03±1,26 _b	75,05±3,03 _a	0,000*
Talla (cm)	178,16±2,7 _{ad}	186,83±2,3 _{bc}	184,10±2,99 _c	189,00±2,60 _b	176,50±2,73 _a	0,000*
Masa grasa %	11,60±0,52 _{ab}	11,47±0,56 _{ab}	11,52±0,63 _a	12,11±0,93 _{ab}	12,60±0,65 _b	0,023*
Sum. 6 pliegues	51,48±0,83 _{ab}	50,13±0,95 _a	51,01±1,21 _{ab}	51,50±1,75 _{ab}	53,06±1,82 _b	0,013*
Masa musc. %	49,15±0,80 _{ab}	50,73±1,05 _a	50,54±2,08 _a	50,43±2,05 _{ab}	47,80±1,47 _b	0,017*
Masa ósea %	17,93±0,62	18,56±1,58	18,58±1,89	18,43±0,76	20,03±0,62	0,110
Endomorfia	2,75±0,11 _{ab}	2,63±0,14 _a	2,64±0,15 _a	2,71±0,20 _a	3,02±0,16 _b	0,001*
Mesomorfia	4,35±0,22	4,49±0,22	4,59±0,23	4,52±0,35	4,25±0,23	0,128
Ectomorfia	2,88±0,12 _a	2,95±0,14 _a	2,92±0,15 _a	3,04±0,23 _a	2,35±0,12 _b	0,000*

Tabla 4.7: Resultados de la prueba ANOVA para las variables antropométricas en voleibol en función de sus posiciones específicas de juego. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Las medias que en la misma fila para la misma variable tienen distinto subíndice son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Aparecen diferencias estadísticamente significativas en todas las variables menos en la masa ósea y en el componente mesomórfico.

La prueba de contrastes de Bonferroni nos indica que estas diferencias aparecen para la masa corporal entre los centrales con la demás posiciones menos con opuestos, además de estos últimos con colocadores y líberos. Entre receptores y líberos para la masa grasa; entre opuestos y líberos para el sumatorio de pliegues; y entre líberos con opuestos y receptores para la masa muscular. Para la talla, por una parte entre centrales y el resto de posiciones menos con opuestos; además de estos últimos con colocadores y líberos; y además de receptores con líberos.

En el componente de endomorfia, existen diferencias entre líberos con el resto de posiciones salvo con colocadores. Y en la ectomorfia, los líberos con todas las demás posiciones.

A continuación, en la figura 4.9 aparecen las diferencias para masa corporal, masa grasa, pliegues, masa muscular, talla y los componentes del somatotipo.

RESULTADOS

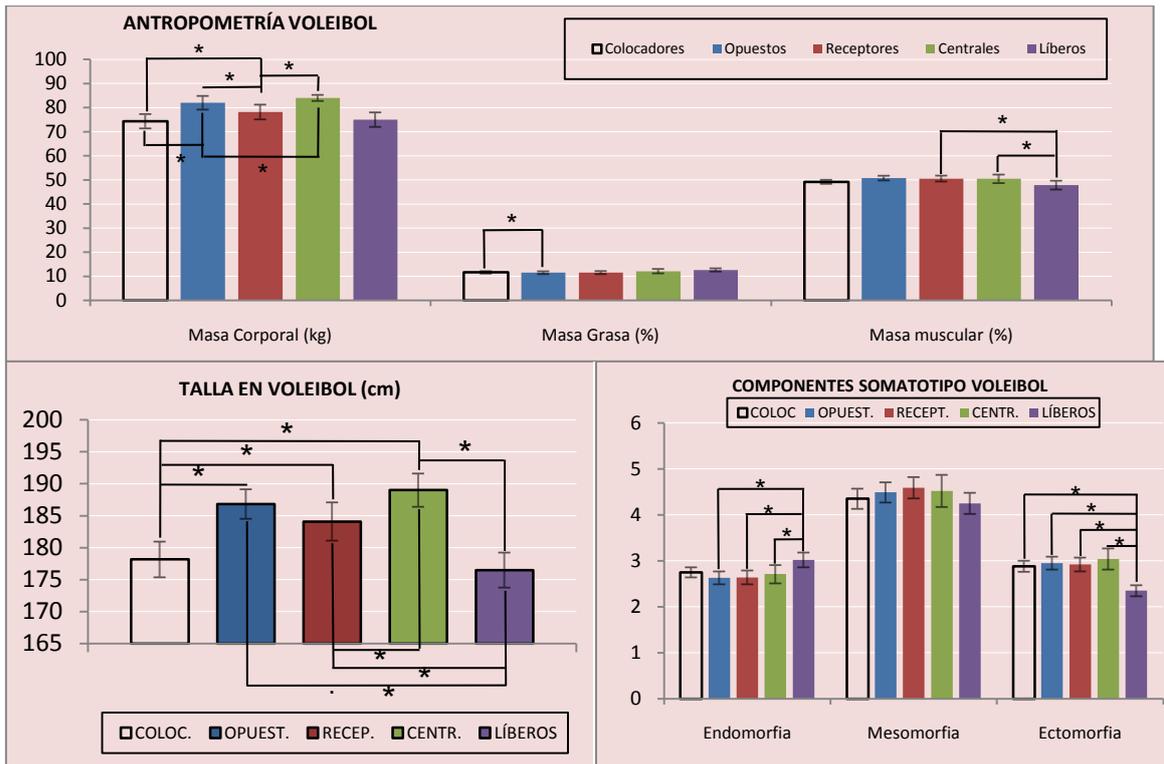


Figura 4.9. Resultados en el pretest de variables antropométricas por posiciones específicas en voleibol. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

A continuación mediante la somatocarta se representa el somatotipo para los jugadores de voleibol por medio de la figura 4.10, observándose cómo se encuentran dentro de la franja ocupada por el somatotipo denominado meso-ectomorfo, lo que significa que la mesomorfia es dominante y la ectomorfia es superior a la endomorfia. En el caso de los líberos, estos aparecen en la franja meso-endomorfica.

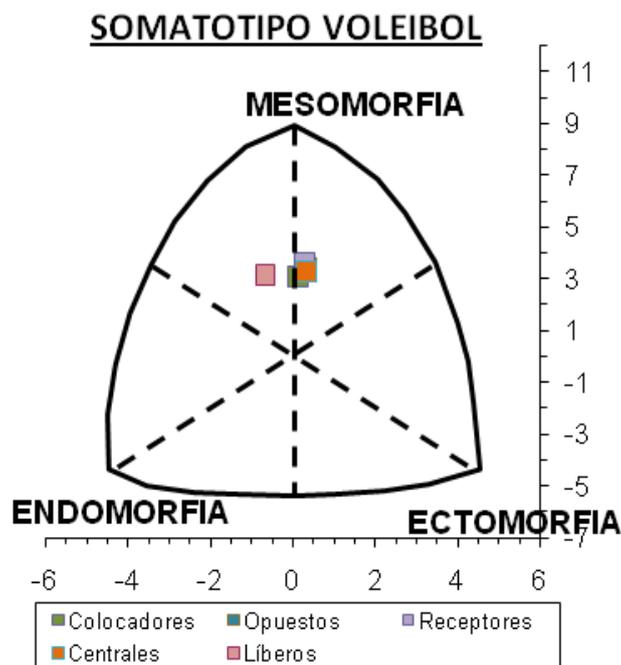


Figura 4.10. Representación gráfica del somatotipo para voleibol por posiciones habituales de juego (somatocarta).

4.1.3. Resultados de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva.

4.1.3.1. Fuerza máxima y fuerza explosiva entre deportes.

En la tabla 4.8 aparecen las medias obtenidas por cada grupo de deportistas en función de su deporte antes de la fase de tratamiento.

Variable		Fútbol (N=46)	Baloncesto (N=36)	Balonmano (N=32)	Voleibol (N=34)	Sig.
Variables de la extremidad inferior						
Fuerza máxima	1 RM ½ sentadilla (kg)	91,31 ± 9,52 _a	94,83 ± 6,47 _{ab}	90,10 ± 6,02 _a	96,74 ± 8,34 _b	0,000*
Fuerza explosiva	CMJ (cm)	33,96 ± 3,38 _a	35,09 ± 4,41 _a	35,66 ± 4,82 _a	38,90 ± 2,53 _b	0,000*
	DJ (cm)	31,91 ± 3,71 _a	33,33 ± 4,45 _a	34,18 ± 3,89 _a	37,79 ± 2,24 _b	0,000*
	SJ (cm)	30,96 ± 3,54 _a	31,64 ± 4,21 _a	32,99 ± 3,01 _a	36,27 ± 1,70 _b	0,000*
	ABK (cm)	38,24 ± 4,99 _a	40,60 ± 4,55 _b	39,68 ± 4,90 _{ab}	41,00 ± 3,03 _b	0,003*
Variables de la extremidad superior						
Fuerza máxima	1 RM press pecho (kg)	61,70 ± 6,64 _a	69,89 ± 4,75 _b	63,45 ± 8,29 _a	70,44 ± 7,33 _b	0,000*
Fuerza explosiva	Potencia Media (W)	268,91 ± 25,7 _{ab}	281,38 ± 21,6 _a	275,85 ± 30,4 _{ab}	263,99 ± 17,0 _b	0,040*
	Potencia Máxima (W)	471,81 ± 29 _a	614,61 ± 25,4 _b	570,67 ± 69,2 _{ab}	586,85 ± 40,7 _b	0,000*

*Tabla 4.8. Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva para cada deporte. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas (p<0.05). Nota: Los datos que en la misma fila con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).*

Atendiendo a los datos de la tabla anterior encontramos diferencias estadísticamente significativas en todas las variables. Según la prueba de contrastes de Bonferroni, estas diferencias para 1RM en ½ sentadilla aparecen con los jugadores de voleibol entre los futbolistas y los balonmanistas. Para los tipos de salto CMJ, DJ y SJ las diferencias aparecen entre los jugadores voleibol con el resto de deportes. Para el ABK, las diferencias son con los futbolistas entre los jugadores de voleibol y de baloncesto. Para 1RM en press de pecho, existen diferencias con los jugadores de voleibol entre los futbolistas y balonmanistas; y entre los jugadores de baloncesto también para futbolistas y balonmanistas. Para la Potencia Media del mismo ejercicio las diferencias son únicamente entre los jugadores de baloncesto y de voleibol, mientras que para la Potencia Máxima son con los futbolistas entre los jugadores de

baloncesto y voleibol. Resulta llamativo el caso del voleibol, cuyas medias son superiores al resto de deportes salvo en la Potencia Media y Máxima de la extremidad superior.

A continuación, en la figura 4.11 aparecen de forma gráfica estas diferencias por deportes para las variables de la extremidad inferior.

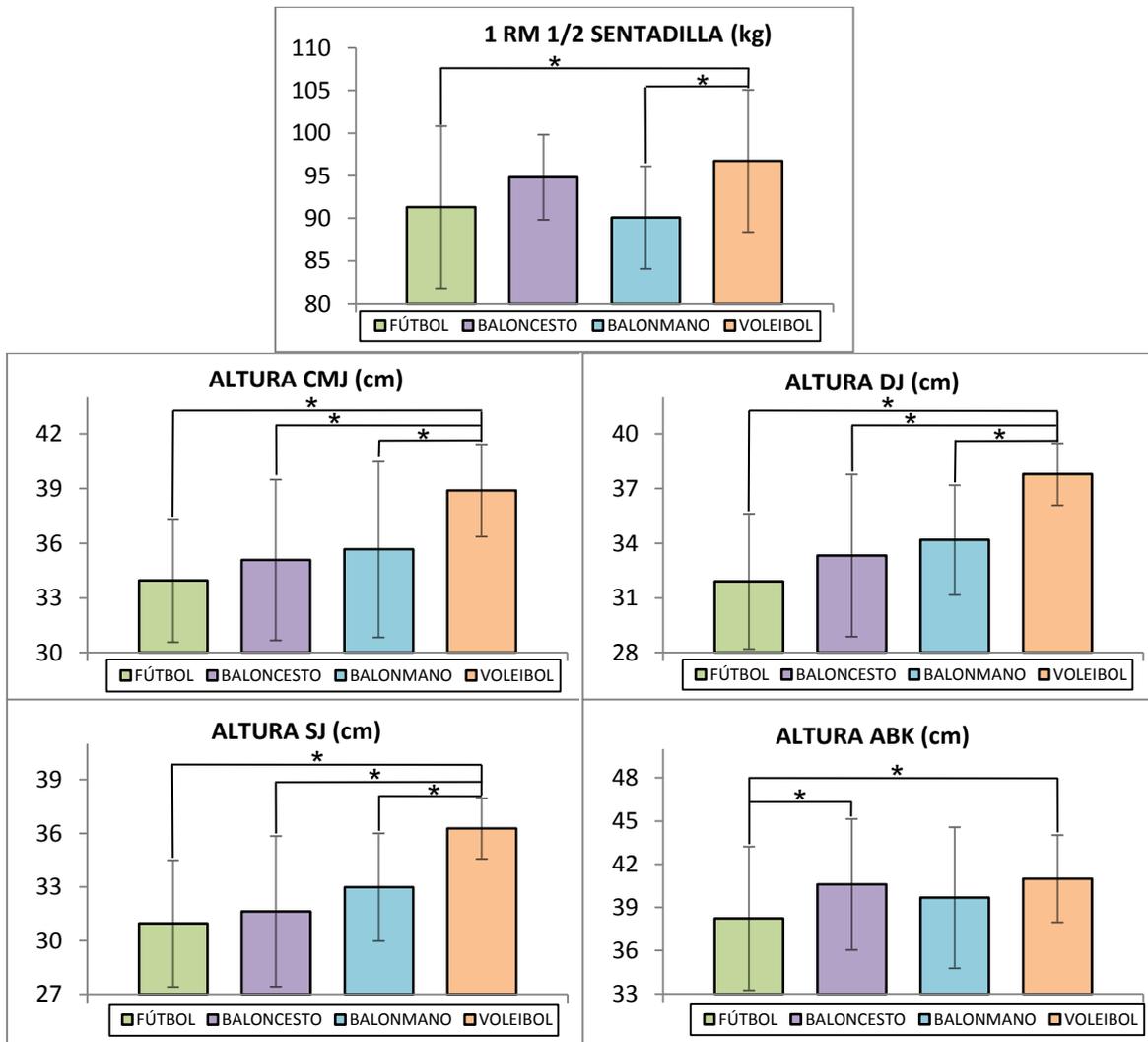


Figura 4.11. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior por deportes. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

Para la extremidad superior por deportes, en la figura 4.12 aparecen las diferencias para 1 RM en press de pecho, potencia media y potencia máxima en press de pecho.

RESULTADOS

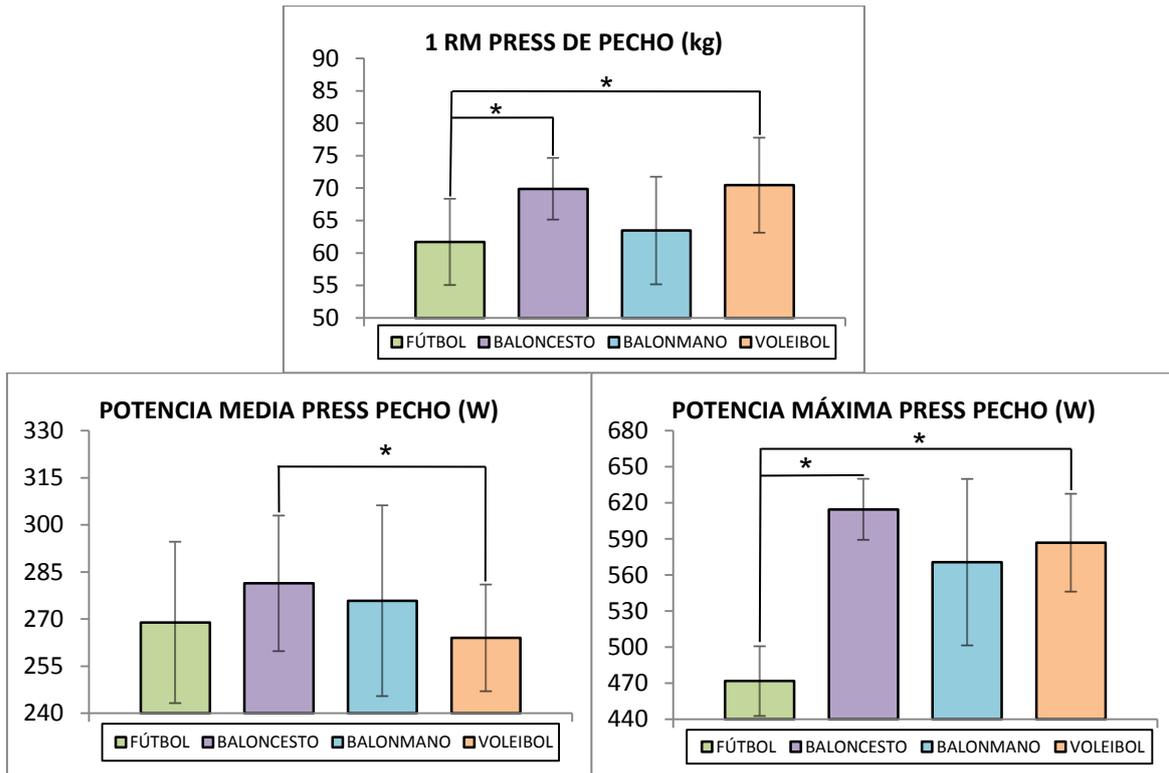


Figura 4.12. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior por deportes. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

4.1.3.2. Resultados obtenidos en Fuerza máxima y fuerza explosiva por posición habitual en el terreno de juego para cada deporte.

⇒ Fútbol:

En la tabla 4.9 aparecen las medias obtenidas en cada posición específica de juego para el deporte de fútbol.

Variable		Porteros (N=6)	Defensas (N=16)	Centrocamp. (N=16)	Delanteros (N=8)	Sig.
Variables de la extremidad inferior						
Fuerza máxima	1RM ½ sentadilla (kg)	92,71 ± 6,5	93,01 ± 6,78	87,35 ± 11,28	92,19 ± 11,6	0,318
Fuerza explosiva	CMJ (cm)	32,54 ± 2,2	35,23 ± 2,32	33,19 ± 3,96	34,89 ± 4,08	0,175
	DJ (cm)	30,88 ± 1,2	32,81 ± 2,76	30,77 ± 4,54	33,18 ± 4,34	0,256
	SJ (cm)	31,06 ± 1,1	31,46 ± 2,65	29,50 ± 4,35	31,81 ± 4,16	0,314
	ABK (cm)	40,65 ± 1,5 _a	39,66 ± 3,57 _a	33,61 ± 4,93 _b	39,03 ± 4,35 _a	0,000*
Variables de la extremidad superior						
Fuerza máxima	1RM press pecho (kg)	67,16 ± 1,13	60,56 ± 6,92	60,24 ± 6,95	58,83 ± 5,81	0,077
Fuerza explosiva	Potencia Media (W)	279,94 ± 9,42 _a	250,21 ± 17,76 _b	277,42 ± 40,71 _{ab}	265,68 ± 26,0 _{ab}	0,037*
	Potencia Máxima (W)	498,68 ± 13,08	468,90 ± 36,20	456,80 ± 41,49	462,86 ± 46,3	0,139

Tabla 4.9. Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por demarcaciones para el fútbol. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas (p<0.05). Nota: Los datos que en la misma fila con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).

En cuanto al proceso de selección de jugadores, los factores más importantes para los delanteros se encontró que la agilidad y la fuerza de las extremidades inferiores. Esta afirmación se debe al papel de los atacantes que deben saltar, ser ágiles y rápidos, y que deben cubrir las distancias más grandes a alta intensidad (Mohr y cols. 2003).

En el caso del fútbol (tabla 4.9), al analizar los resultados en función de la posición habitual de juego, únicamente aparecen diferencias estadísticamente significativas en la prueba ABK, en la que los centrocampistas obtienen valores inferiores a los del resto de posiciones y en la prueba de potencia media para la extremidad superior donde las diferencias se localizan entre porteros y defensas.

En la figura 4.13 aparecen estas diferencias para el ABK y para la potencia media en press de pecho.

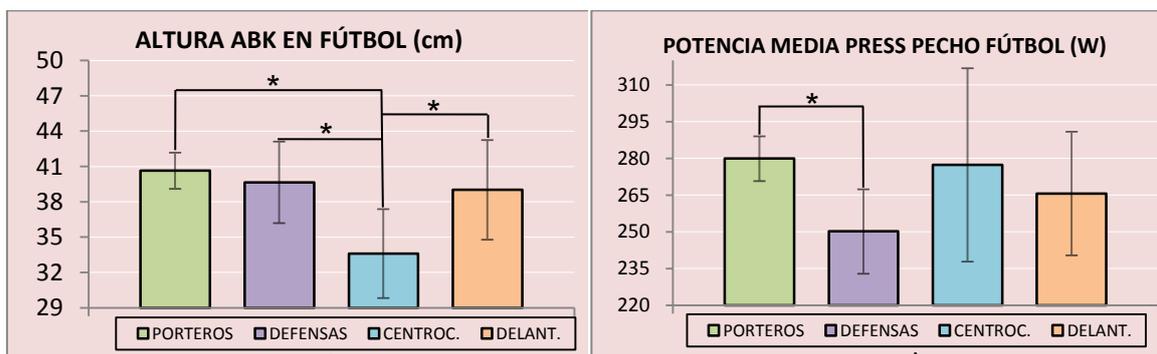


Figura 4.13. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones específicas en fútbol. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

⇒ *Baloncesto:*

En la tabla 4.10 se encuentran los resultados para fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones en baloncesto.

Variable	Bases (N=9)	Aleros (N=15)	Pivots (N=12)	Sig.	
Variables de la extremidad inferior					
Fuerza máxima	1RM ½ sentadilla (kg)	92,85 \pm 6,88	93,51 \pm 5,66	98,14 \pm 6,27	0,084
Fuerza explosiva	CMJ (cm)	38,56 \pm 2,53 _a	36,58 \pm 2,85 _a	30,13 \pm 2,23 _b	0,000*
	DJ (cm)	36,51 \pm 2,29 _a	35,16 \pm 2,91 _a	28,32 \pm 2,37 _b	0,000*
	SJ (cm)	34,90 \pm 2,30 _a	33,14 \pm 2,63 _a	26,88 \pm 2,27 _b	0,000*
	ABK (cm)	43,82 \pm 2,24 _a	42,23 \pm 3,67 _a	35,75 \pm 2,23 _b	0,000*
Variables de la extremidad superior					
Fuerza máxima	1RM press pecho (kg)	67,23 \pm 4,21 _a	68,05 \pm 3,85 _a	74,40 \pm 2,37 _b	0,000*
Fuerza explosiva	Potencia Media (W)	268,91 \pm 21,36 _a	271,64 \pm 18,50 _a	303,60 \pm 25,47 _b	0,000*
	Potencia Máxima (W)	599,96 \pm 40,20 _a	606,47 \pm 32,35 _{ab}	637,40 \pm 24,42 _b	0,016*

Tabla 4.10: Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por demarcaciones para el baloncesto. (Media \pm SD). *Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Nota: Los datos que en la misma fila con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En la tabla 4.10 se observan diferencias estadísticamente significativas en todas las variables menos en 1RM de ½ sentadilla. Para todos los tipos de salto, estas diferencias se localizan entre los pivots y las otras dos posiciones específicas. Lo mismo ocurre para la extremidad superior en las variables de 1RM en press de pecho y potencia media. Sin embargo, para la potencia máxima, las diferencias aparecen únicamente entre pivots y bases. Es de reseñar que los pivots obtienen registros inferiores en las variables de extremidad inferior, pero mayores en la extremidad superior.

A continuación, aparecen de forma gráfica estas diferencias. En la figura 4.14 se representan los tipos de saltos y las pruebas de la extremidad superior.

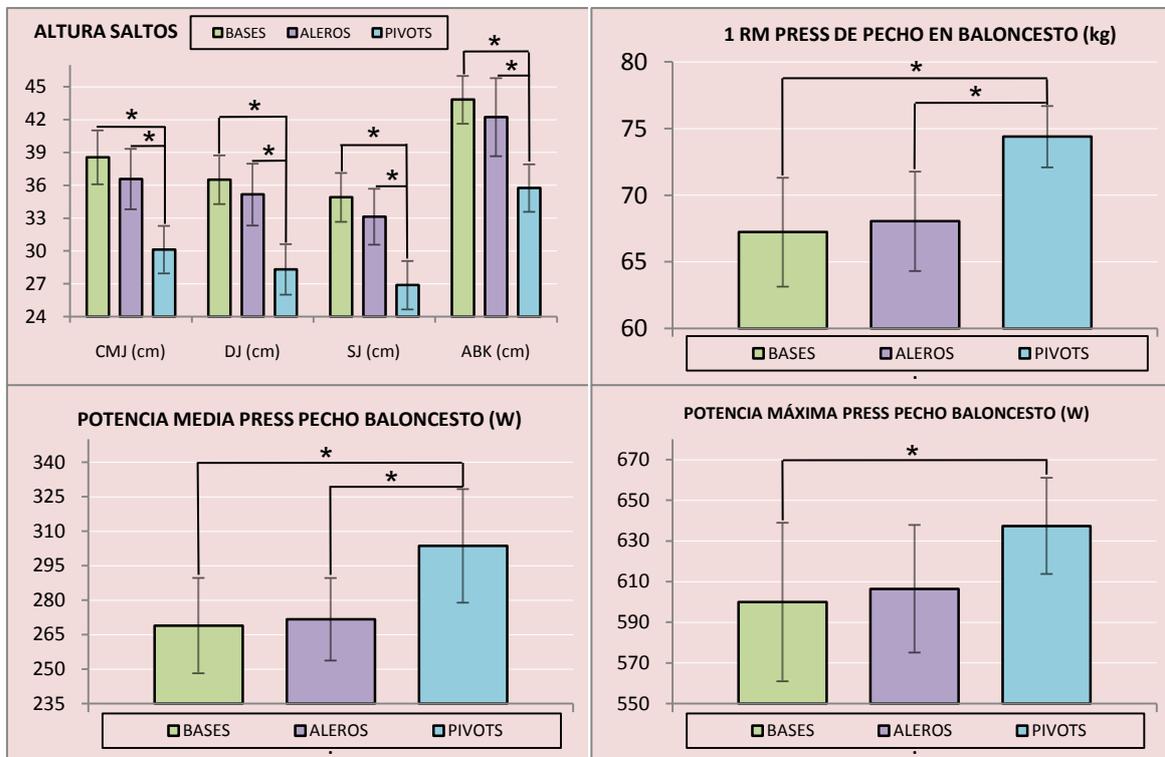


Figura 4.14. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones específicas en baloncesto. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

⇒ *Balonmano:*

En la tabla 4.11 aparecen las medias por los jugadores de balonmano antes de la fase de tratamiento.

Variable	Porteros (N=6)	Laterales (N=8)	Centrales (N=6)	Extremos (N=6)	Pivotes (N=6)	Sig.	
VARIABLES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR							
Fuerza máxima	1RM ½ sentadilla (kg)	91,28 ± 6,09	93,97 ± 6,13	87,01 ± 6,10	86,76 ± 5,33	92,38 ± 4,42	0,137
Fuerza explosiva	CMJ (cm)	35,79 ± 2,10 _a	38 ± 2,49 _a	36,13 ± 3,12 _a	40,07 ± 2,37 _a	28,32 ± 3,56 _b	0,000*
	DJ (cm)	32,01 ± 1,20 _{ac}	34,23 ± 2,62 _a	36,18 ± 2,69 _{ab}	38,53 ± 3,47 _b	29,95 ± 2,38 _c	0,000*
	SJ (cm)	32,24 ± 1,29 _a	32,38 ± 1,87 _a	34,38 ± 0,74 _a	36,14 ± 3,58 _b	29,80 ± 2,64 _a	0,000*
	ABK (cm)	37,39 ± 1,89 _{ab}	39,65 ± 3,73 _{ab}	44,12 ± 3,49 _a	42,26 ± 5,28 _a	34,97 ± 4,16 _b	0,002*
VARIABLES DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR							
Fuerza máxima	1RM press pecho (kg)	59,61 ± 3,57 _a	60,70 ± 3,88 _a	71,46 ± 3,58 _b	54,34 ± 5,01 _a	71,12 ± 7,79 _c	0,000*
Fuerza explosiva	Potencia Media (W)	273,40 ± 12,30 _{abc}	260,5 ± 25,70 _b	307,1 ± 17 _a	231,50 ± 17,90 _b	306,6 ± 46 _c	0,000*
	Potencia Máxima (W)	563,60 ± 85,50 _{ab}	587,80 ± 60,90 _{ab}	564,80 ± 28 _b	470,10 ± 33 _a	666,80 ± 73,30 _b	0,000*

*Tabla 4.11: Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por demarcaciones para el balonmano. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas (p<0.05). Nota: Los datos que en la misma fila con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).*

Con respecto a la extremidad superior, la mayor parte de los estudios correlacionan la fuerza máxima y potencia con la capacidad de imprimir velocidad en los lanzamientos. De esta manera, los sujetos de Vila y cols. (2008) que mejores valores obtienen desde parado son los pivotes, seguidos de los laterales y porteros, siendo mínimas las diferencias en velocidad entre puestos específicos. Si observamos en nuestros resultados el valor de potencia máxima, son los pivotes los que obtienen mejores valores seguidos de los laterales; de tal forma que la correlación si que parece existir. Además, en los sujetos de Vila y cols. (2008) son los extremos y los centrales los que menor velocidad alcanzan sus lanzamientos, en ello puede tener explicación debido a que ambos puestos no se suelen realizar lanzamientos en estas condiciones, siendo los lanzamientos más de habilidad y siempre en movimiento los que suelen realizar los extremos.

RESULTADOS

En la tabla 4.11, referente al balonmano, se observan diferencias estadísticamente significativas en todas las variables menos en 1RM de ½ sentadilla. En este caso son los pivotes los que obtienen valores inferiores para la extremidad inferior, pero mayores en la extremidad superior. En el lado opuesto se sitúan los extremos, que obtienen valores superiores en los test de salto, pero inferiores en las tres variables de extremidad superior. Las diferencias se localizan para el CMJ entre los pivotes y el resto de posiciones, en el DJ entre los extremos y los porteros y laterales, y entre pivotes y laterales, centrales y extremos. Por su parte en SJ, entre los extremos y el resto de posiciones, y en el ABK entre los pivotes y los centrales y extremos. En el tren superior, para la prueba de 1RM en press de pecho, las diferencias están localizadas entre centrales y pivotes y el resto de posiciones, al igual que para la potencia media, con la salvedad de porteros. Por último, en potencia máxima son los extremos los que obtienen diferencias con respecto a centrales y pivotes.

En la figura 4.15 aparecen las diferencias entre las diferentes pruebas de salto y de la extremidad superior.

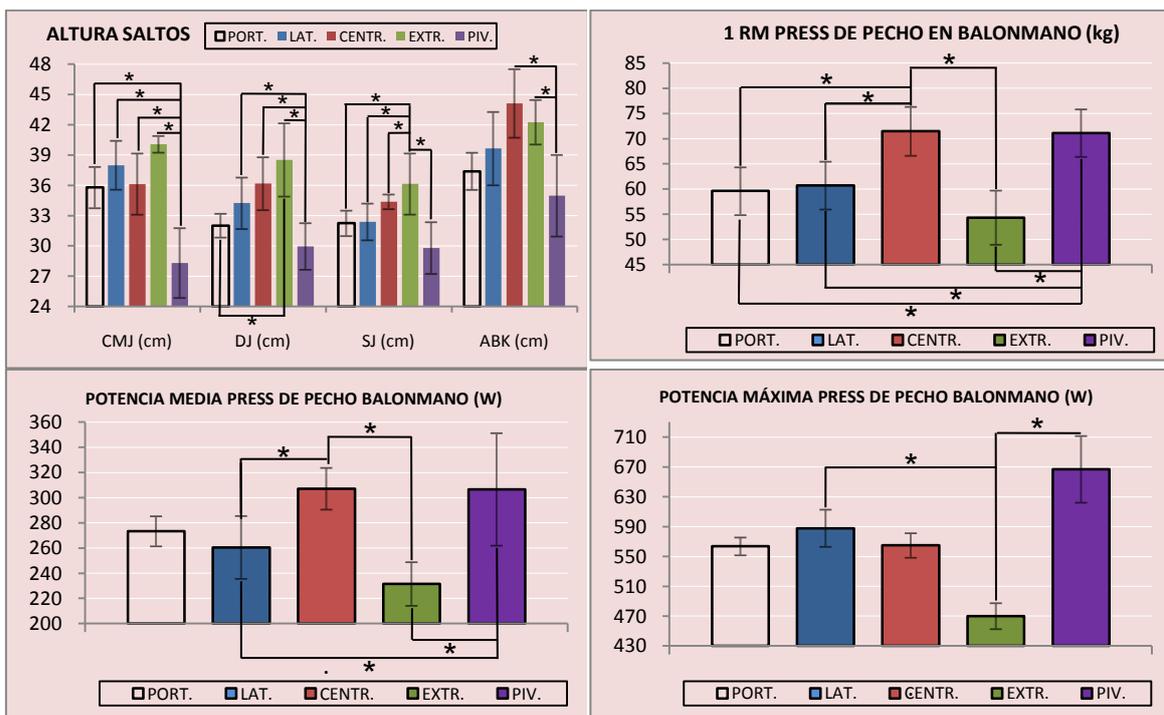


Figura 4.15. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones específicas en balonmano. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

⇒ *Voleibol:*

En la tabla 4.12 se encuentran los resultados para fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones en voleibol.

Variable		Colocadores (N=6)	Opuestos (N=6)	Receptores (N=10)	Centrales (N=6)	Líberos (N=6)	Sig.
VARIABLES DE LA EXTREMIDAD INFERIOR							
Fuerza máxima	1 RM ½ sentadilla (kg)	93,59 ± 6,30 _{ab}	99,36 ± 8,16 _{ab}	100,26 ± 8,94 _{ab}	100,89 ± 6,45 _a	89,61 ± 5,83 _b	0,036*
Fuerza explosiva	CMJ (cm)	37,44 ± 1,86 _a	41,82 ± 2,75 _b	39,61 ± 2,68 _{ab}	38,07 ± 1,77 _{ab}	37,56 ± 2,11 _a	0,010*
	DJ (cm)	36,25 ± 1,24 _a	40,14 ± 2,28 _b	38,33 ± 2,32 _{ab}	37,26 ± 1,13 _{ab}	36,96 ± 1,90 _{ab}	0,010*
	SJ (cm)	34,93 ± 1,18 _a	37,71 ± 1,40 _b	36,82 ± 1,88 _{ab}	36,10 ± 0,64 _{ab}	35,78 ± 1,76 _{ab}	0,026*
	ABK (cm)	40,15 ± 2,27	42,33 ± 1,82	40,69 ± 4,86	41,09 ± 1,60	40,22 ± 1,84	0,776
VARIABLES DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR							
Fuerza máxima	1 RM press pecho (kg)	62,70 ± 4,87 _{ac}	74,49 ± 4,88 _b	71,78 ± 5,11 _b	77,98 ± 5,54 _b	65,24 ± 4,86 _c	0,000*
Fuerza explosiva	Potencia Media (W)	264,80 ± 22 _{ab}	264,34 ± 16,40 _{ab}	266,76 ± 19,20 _{ab}	284,03 ± 19,30 _a	242,01 ± 15,90 _b	0,011*
	Potencia Máxima (W)	589,44 ± 51,60 _{ab}	588,42 ± 37 _{ab}	575,12 ± 48,50 _{ab}	634,93 ± 44,50 _a	546,35 ± 37,10 _b	0,024*

*Tabla 4.12: Resultados de la prueba ANOVA para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por demarcaciones para el voleibol. (Media ± SD). *Diferencias estadísticamente significativas (p<0.05). Nota: Los datos que en la misma fila con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05).*

Por último, en la tabla 4.12, relativa al voleibol, se observan diferencias estadísticamente significativas en todas las variables menos en el salto ABK. Para el tren inferior, las diferencias según la prueba de contrastes para 1RM en ½ sentadilla se localizan entre centrales y líberos; los opuestos obtienen los valores más elevados en los saltos de la batería de Bosco, existiendo diferencias significativas con respecto a los colocadores. También aparecen diferencias en el caso del CMJ entre los opuestos y los líberos. Para el tren superior, los centrales obtienen los registros más elevados en las tres pruebas analizadas. Las diferencias en 1RM en press de pecho aparecen entre centrales y opuestos respecto a colocadores y líberos. También aparecen estas diferencias entre receptores y colocadores y líberos. En ambas pruebas de potencia las diferencias aparecen exclusivamente entre centrales y líberos.

En la figura 4.16 aparecen las pruebas de salto, la prueba de 1 RM en ½ sentadilla y las pruebas la extremidad superior.

RESULTADOS

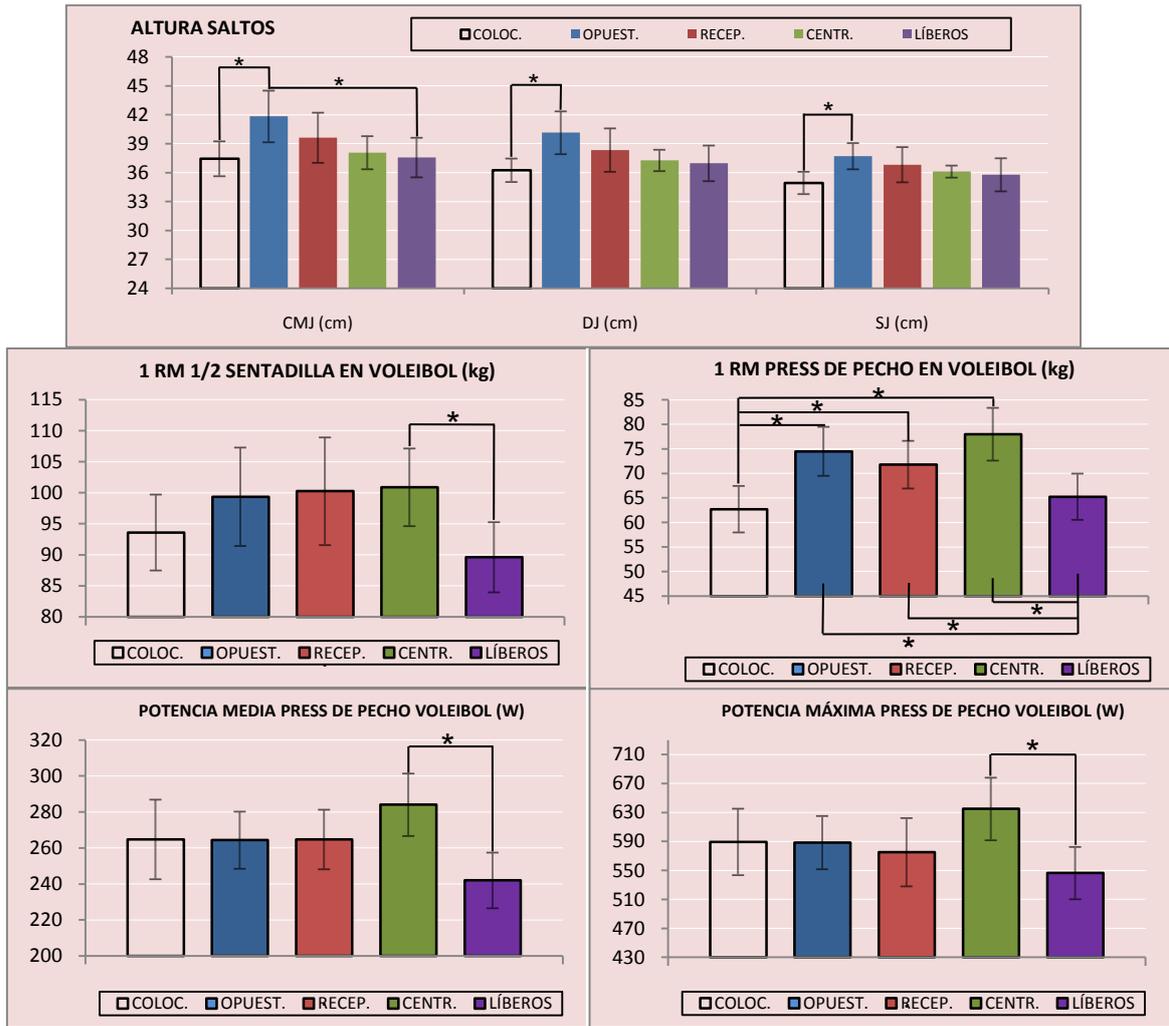


Figura 4.16. Resultados en el pretest de variables de fuerza máxima y fuerza explosiva por posiciones específicas en voleibol. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

4.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO EN LOS GRUPOS (GC, GE1 Y GE2).

En este segundo apartado, se muestran los resultados obtenidos en las tres tomas para posteriormente analizar su significatividad en función del entrenamiento realizado. Se divide en dos apartados.

A- Resultados de distribución de la muestra por grupos de entrenamiento.

B- Resultados de las variables antropométricas.

C- Resultados de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva..

4.2.1. Distribución de la muestra por grupos de entrenamiento.

En la tabla 4.13, mediante ANOVA, se muestra el *p*-valor obtenido en cada variable distinguiendo los tres tipos de entrenamiento (GC, GE1 y GE2) realizados en cada uno de los deportes. En todos los casos este valor es superior a 0,05, por lo que se demuestra tras el pretest que en la distribución de la muestra los 3 grupos de trabajo parten sin diferencias significativas entre ellos.

Variable	Fútbol	Baloncesto	Balonmano	Voleibol
Variables antropométricas				
Masa corporal	0,97	0,53	0,65	0,66
Talla	0,38	0,56	0,43	0,64
Masa grasa %	0,90	0,34	0,82	0,94
Masa muscular %	0,91	0,21	0,46	0,85
Masa ósea %	0,92	0,55	0,19	0,60
Endomorfia	0,83	0,60	0,87	0,76
Mesomorfia	0,95	0,33	0,72	0,91
Ectomorfia	0,97	0,90	0,92	0,90
Variables de fuerza explosiva de tren inferior				
1 RM ½ sentadilla	0,72	0,42	0,52	0,48
Altura CMJ	0,69	0,87	0,96	0,82
Altura DJ	0,68	0,88	0,94	0,62
Altura SJ	0,67	0,90	0,72	0,99
Altura ABK	0,89	0,91	0,89	0,91
Variables de fuerza explosiva de tren superior				
1 RM press pecho	0,84	0,71	0,96	0,81
Potencia Media	0,15	0,77	0,43	0,67
Potencia Máxima	0,79	0,44	0,81	0,52

Tabla 4.13. Resultados de la prueba ANOVA (*p*-valor) para la distribución de la muestra en función de los grupos de entrenamiento para cada deporte. *Diferencias estadísticamente significativas (*p*<0.05).

4.2.2. Resultados de las variables antropométricas.

4.2.2.1. Resultados obtenidos en todos los deportes.

A lo largo de este apartado, para efectuar el análisis comparativo de la evolución de las distintas variables en ambos grupos a lo largo de la intervención, se utilizó el análisis de varianza de dos factores (grupo x tiempo) con medidas repetidas. Cuando por medio de la Lambda de Wilks se constataba la existencia de diferencias significativas en la evolución de una variable entre grupos, se utilizaron las pruebas post-hoc de Bonferroni para localizar dichas diferencias. En las siguientes tablas, desde la tabla 4.14 hasta la tabla 4.17 se muestran los resultados obtenidos en dicho análisis comparativo en cada deporte para las variables antropométricas.

Fútbol (N=46)							
Variable	Grupo	Prueba			Grupo F / p	Tiempo F / p	Grupo X Tiempo F / p
		Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			
Masa Corporal (kg)	GC	72,61±5,87	72,68±5,82	72,75±5,88	0,03 / 0,969	0,066 / 0,936	0,860 / 0,491
	GE1	72,10±8,73	72,08±8,61	72,13±8,59			
	GE2	72,66±6,05	72,64±5,99	72,50±5,80			
Talla (cm)	GC	178,50±4,4	178,87±4,4	178,93±4,3	1,12 / 0,934	6,514 / 0,913	2,644 / 0,939
	GE1	178,33±6,7	178,40±6,69	178,53±6,80			
	GE2	175,96±5,3	176,03±5,2	176,03±5,2			
Masa grasa (%)	GC	11,87±1,10	11,60±1,04	11,60±1,03	0,11 / 0,889	159,1 / 0,489	0,385 / 0,819
	GE1	11,74±1,06	11,48±1,00	11,45±0,96			
	GE2	11,71±1,03	11,42±1,00	11,44±0,98			
Masa muscular (%)	GC	49,98±4,86	50,96±5,10	51,19±4,96	0,22 / 0,802	236,1 / 0,217	4,570 / 0,102
	GE1	50,54±4,95	52,11±4,89	52,33±4,59			
	GE2	50,65±4,61	52,20±4,64	52,36±4,54			
Masa Ósea (%)	GC	18,13±3,76	18,23±3,62	18,45±3,38	0,07 / 0,929	2,380 / 0,105	1,226 / 0,306
	GE1	17,70±3,90	18,27±3,67	18,40±3,38			
	GE2	17,63±3,58	18,15±3,61	18,15±3,61			
Endomorfia	GC	2,85±0,27	2,78±0,26	2,77±0,26	0,02 / 0,975	3,780 / 0,300	4,534 / 0,170
	GE1	2,90±0,28	2,79±0,0,27	2,78±0,29			
	GE2	2,90±0,29	2,78±0,26	2,77±0,30			
Mesomorfia	GC	4,60±0,35	4,65±0,36	4,62±0,35	0,01 / 0,989	5,543 / 0,174	1,098 / 0,106
	GE1	4,57±0,42	4,67±0,42	4,63±0,42			
	GE2	4,59±0,32	4,69±0,33	4,64±0,32			
Ectomorfia	GC	2,03±0,17	2,04±0,17	2,03±0,17	0,03 / 0,972	3,669 / 0,285	1,645 / 0,171
	GE1	2,03±0,20	2,05±0,20	2,04±0,20			
	GE2	2,04±0,19	2,06±0,19	2,05±0,19			

Tabla 4.14 : Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables antropométricas a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en fútbol. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05..

RESULTADOS

Al observar la progresión de los valores antropométricos para el fútbol, ANOVA no revela la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo para ninguna de las variables.

Baloncesto (N=36)							
Variable	Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
		Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)	F / p	F / p	F / p
Masa Corporal (kg)	GC	84,41±3,28	84,47±3,23	84,51±3,16	0,69 / 0,507	1,799 / 0,182	0,909 / 0,464
	GE1	84,00±2,92	83,89±2,82	83,95±2,81			
	GE2	85,58±4,37	85,59±4,27	85,63±4,30			
Talla (cm)	GC	188,25±4,2	188,41±4,0	188,58±4,0	0,53 / 0,993	4,881 / 0,914	0,684 / 0,905
	GE1	188,41±2,9	188,58±2,8	188,66±2,8			
	GE2	189,75±3,93	189,83±3,7	189,83±3,78			
Masa grasa (%)	GC	11,40±0,73	11,24±0,70	11,24±0,69	1,11 / 0,341	1,409 / 0,231	2,546 / 0,098
	GE1	11,31±0,78	11,08±0,74	11,00±0,81			
	GE2	11,78±0,93	11,52±0,91	11,55±0,97			
Masa muscular (%)	GC	49,85±1,11	51,26±1,07	51,21±1,43	1,59 / 0,217	3,187 / 0,097	1,424 / 0,236
	GE1	50,36±1,64	51,85±1,64	52,00±1,69			
	GE2	49,50±0,50	51,01±0,53	51,15±0,63			
Masa Ósea (%)	GC	16,83±1,36	16,87±1,33	16,91±1,34	0,14 / 0,866	6,278 / 0,746	5,233 / 0,560
	GE1	16,11±1,72	16,99±1,75	17,02±1,68			
	GE2	16,43±1,79	17,35±1,82	17,40±1,72			
Endomorfia	GC	3,49±0,41	3,44±0,40	3,43±0,40	0,38 / 0,682	4,973 / 0,246	1,744 / 0,302
	GE1	3,50±0,43	3,41±0,42	3,38±0,41			
	GE2	3,66±0,50	3,56±0,49	3,52±0,49			
Mesomorfia	GC	5,55±1,12	5,24±0,34	5,22±0,34	0,85 / 0,433	2,402 / 0,305	1,150 / 0,275
	GE1	5,09±0,41	5,21±0,42	5,15±0,42			
	GE2	5,31±0,48	5,41±0,49	5,36±0,48			
Ectomorfia	GC	2,07±0,42	2,08±0,42	2,07±0,42	0,05 / 0,903	1,349 / 0,295	2,208 / 0,178
	GE1	2,04±0,41	2,06±0,41	2,05±0,41			
	GE2	2,12±0,39	2,14±0,40	2,12±0,39			

Tabla 4.15: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables antropométricas a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en baloncesto. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. Nota: Los datos en la misma fila, con mismo subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas, ($p < 0.05$).

En baloncesto, ANOVA no revela la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo para ninguna de las variables antropométricas.

Balonmano (N=32)							
Variable	Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
		Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)	F / p	F / p	F / p
Masa Corporal (kg)	GC	77,40±8,54	77,47±8,44	77,50±8,50	0,40 / 0,674	3,833 / 0,534	4,465 / 0,403
	GE1	77,54±5,73	77,39±5,73	77,46±5,69			
	GE2	80,00±7,70	70,90±7,70	79,84±7,78			
Talla (cm)	GC	179,20±8,2	179,50±8,0	179,50±8,0	0,83 / 0,942	4,787 / 0,916	0,516 / 0,924
	GE1	182,72±4,4	182,90±4,6	183,00±4,6			
	GE2	181,00±5,45	181,09±5,46	181,18±5,4			
Masa grasa (%)	GC	12,01±1,38	11,84±1,32	11,84±1,30	0,20 / 0,820	1,294 / 0,220	3,593 / 0,311
	GE1	11,91±1,46	11,60±1,43	11,53±1,45			
	GE2	12,25±1,10	11,97±1,06	11,85±1,10			
Masa muscular (%)	GC	48,17±2,38	49,55±2,52	49,67±2,56	1,01 / 0,375	1,716 / 0,135	2,904 / 0,230
	GE1	49,12±1,19	50,73±1,15	50,89±1,21			
	GE2	48,52±1,58	50,03±1,61	50,17±1,61			
Masa Ósea (%)	GC	18,83±2,04	18,78±2,00	18,81±1,98	2,28 / 0,120	1,863 / 0,180	3,042 / 0,342
	GE1	18,60±1,80	19,17±1,82	19,24±1,76			
	GE2	19,98±1,70	20,53±1,70	20,55±1,66			
Endomorfia	GC	3,59±0,51	3,56±0,51	3,54±0,51	0,08 / 0,909	4,784 / 0,482	6,471 / 0,384
	GE1	3,60±0,60	3,51±0,58	3,48±0,58			
	GE2	3,71±0,50	3,61±0,49	3,58±0,48			
Mesomorfia	GC	5,26±0,52	5,33±0,52	5,31±0,52	0,25 / 0,777	2,607 / 0,343	3,389 / 0,295
	GE1	5,17±0,54	5,29±0,55	5,26±0,55			
	GE2	5,33±0,29	5,44±0,29	5,38±0,29			
Ectomorfia	GC	2,17±0,44	2,18±0,45	2,17±0,44	0,08 / 0,920	9,545 / 0,531	1,877 / 0,127
	GE1	2,15±0,35	2,17±0,35	2,15±0,35			
	GE2	2,21±0,36	2,23±0,36	2,22±0,36			

Tabla 4.16: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables antropométricas a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en balonmano. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. Nota: Los datos en la misma fila, con mismo subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas, ($p < 0.05$).

En la progresión de los valores antropométricos para el balonmano, ANOVA no revela la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo para ninguna de las variables.

Voleibol (N=34)							
Variable	Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
		Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)	F / p	F / p	F / p
Masa Corporal (kg)	GC	77,90±5,19	77,94±5,26	77,97±5,26	0,37 / 0,688	1,636 / 0,212	2,350 / 0,064
	GE1	79,58±4,31	79,47±4,31	79,51±4,33			
	GE2	78,33±4,14	78,31±4,07	78,35±4,05			
Talla (cm)	GC	181,90±6,40	182,00±6,51	182,10±6,4	0,44 / 0,949	3,881 / 0,932	0,548 / 0,901
	GE1	184,08±5,36	184,16±5,40	184,33±5,5			
	GE2	183,00±4,43	183,16±4,30	183,16±4,3			
Masa grasa (%)	GC	11,75±0,92	11,45±0,84	11,41±0,83	0,12 / 0,885	3,610 / 0,358	0,797 / 0,532
	GE1	11,84±0,53	11,56±0,52	11,55±0,51			
	GE2	11,86±0,87	11,60±0,82	11,62±0,81			
Masa muscular (%)	GC	49,78±2,05	51,19±2,11	51,30±2,07	0,16 / 0,847	2,835 / 0,743	2,264 / 0,873
	GE1	49,62±1,69	51,20±1,69	51,28±1,68			
	GE2	50,07±2,10	51,63±2,07	51,69±2,09			
Masa Ósea (%)	GC	18,30±1,27	18,32±1,23	18,40±1,20	2,04 / 0,146	3,710 / 0,196	3,198 / 0,305
	GE1	18,80±1,43	19,62±1,42	19,67±1,41			
	GE2	18,90±1,56	19,73±1,55	19,79±1,52			
Endomorfia	GC	2,70±0,24	2,67±0,23	2,66±0,23	0,05 / 0,943	0,074 / 0,095	6,079 / 0,064
	GE1	2,75±0,15	2,68±0,15	2,66±0,14			
	GE2	2,76±0,22	2,69±0,22	2,66±0,22			
Mesomorfia	GC	4,43±0,28	4,47±0,27	4,45±0,26	0,227 / 0,799	2,426 / 0,725	4,050 / 0,174
	GE1	4,46±0,20	4,56±0,21	4,55±0,21			
	GE2	4,48±0,33	4,57±0,34	4,52±0,33			
Ectomorfia	GC	2,81±0,30	2,82±0,30	2,81±0,30	0,11 / 0,895	1,712 / 0,274	4,498 / 0,154
	GE1	2,85±0,25	2,88±0,25	2,86±0,25			
	GE2	2,86±0,30	2,88±0,31	2,86±0,30			

Tabla 4.17: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables antropométricas a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en voleibol. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05. Nota: Los datos en la misma fila, con mismo subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas ,(p<0.05).

Al igual que ocurría en los otros deportes, en la progresión de los valores antropométricos para el voleibol, ANOVA no revela la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo para ninguna de las variables.

Puesto que para los valores antropométricos, ANOVA no revela la existencia de efectos de interacción tiempo x grupo para ninguna de las variables, no detallaremos en analizar posiciones específicas dentro de cada deporte, puesto que la significatividad también sería nula.

Hablando en términos de porcentaje y para la **masa corporal**, en ningún deporte sufre variaciones que alcancen ni si quiera el 0,5%. Para la **talla**, algunos sujetos crecen pocos centímetros durante el periodo que duró esta investigación (no

olvidemos que existen sujetos de 16 años en pleno crecimiento); lógicamente este aumento no es significativo no alcanzando el 0,2%. Para la **masa grasa**, existe una disminución de la misma afectando a los 4 deportes de forma parecida con valores entre -1,94% y -2,45%. Aún menor disminución también no significativa ocurre con el **sumatorio de 6 pliegues corporales**, siendo en este caso valores entre -0,29% y -0,46%. El porcentaje de **ganancia muscular** tampoco difiere de las demás variables, entre 2,61% y 3,00%. Y por último, en la **masa ósea**, aunque no hubiera diferencias significativas, cabe mencionar que el incremento de los jugadores de baloncesto es de un 3,61%, mientras que en el resto de deportes los valores son próximos al 2%.

En la tabla 4.18 se ofrecen los valores referentes a las coordenadas en la somatocarta en las tomas de datos 1 y 2 para Fútbol, Baloncesto, Balonmano y Voleibol, valores que permiten la representación de la evolución del somatotipo en la figura 4.17.

Coordenadas somatocarta	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂
Fútbol (N=46)	-0,8	-0,7	4,3	4,5
Baloncesto (N=36)	-1,5	-1,4	5,1	5,1
Balonmano (N=32)	-1,5	5,0	4,7	4,9
Voleibol (N=34)	0,1	5,1	3,3	3,5

Tabla 4.18: Evolución en las coordenadas en la somatocarta para Fútbol, Baloncesto, Balonmano y Voleibol.

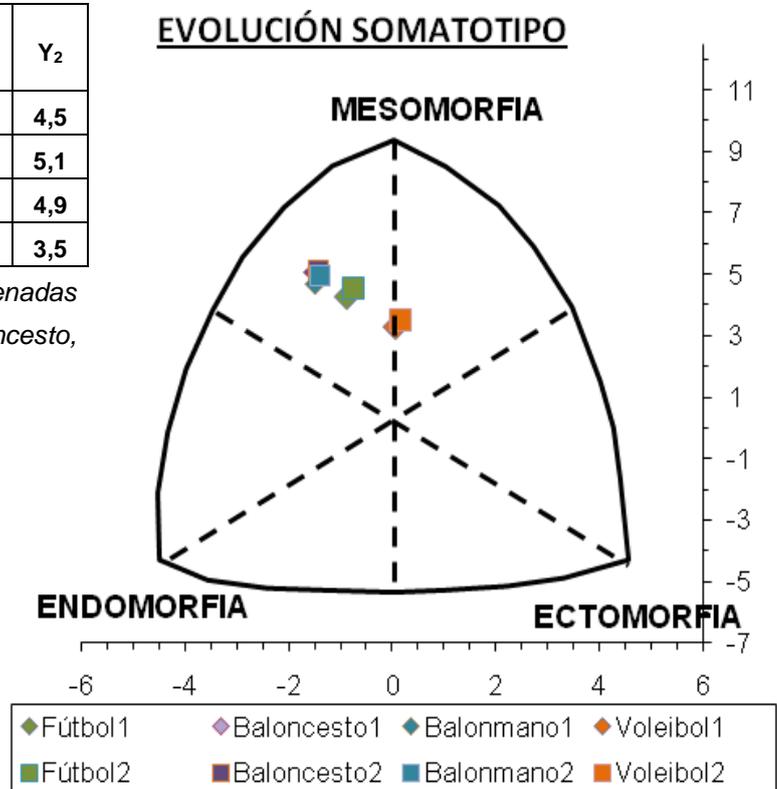


Figura 4.17. Representación gráfica de la evolución del somatotipo para fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol

La somatocarta revela que tanto los jugadores de fútbol, de baloncesto y de balonmano continúan encontrándose dentro de la franja ocupada por el somatotipo denominado meso-endomorfo, si bien la evolución aparece hacia los componentes mesomórfico y ectomórfico, aparentemente sin diferencias entre deportes. Para los jugadores de voleibol, su somatotipo se confirma como meso-ectomorfo, desplazándose hacia estos dos componentes con el efecto del entrenamiento.

4.2.3. Resultados obtenidos en todos los deportes.

Al igual que con los datos antropométricos, para el análisis comparativo de la evolución de las distintas variables en ambos grupos a lo largo de la intervención, se utilizó el análisis de varianza de dos factores (grupo x tiempo) con medidas repetidas. Cuando por medio de la Lambda de Wilks se constataba la existencia de diferencias significativas en la evolución de una variable entre grupos, se utilizaron las pruebas post-hoc de Bonferroni para localizar dichas diferencias.

4.2.3.1. Resultados para las extremidades inferiores.

En la tabla 4.19 parece la evolución de las variables de fuerza para el tren inferior en cada grupo de entrenamiento en fútbol.

Fútbol (N=46)								
Variable		Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
			Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			
Fuerza Máx.	1 RM ½ sentadilla (kg)	GC	90,79±7,28	92,28±7,09	94,16±7,20	4,390 / 0,018*	237,1 / 0,000*	26,36 / 0,000*
		GE1	90,86±10,65 _a	104,10±8,76 _b	107,65±7,70 _b			
		GE2	89,51±9,99 _a	99,44±9,06 _b	100,92±8,39 _b			
Fuerza Explosiva	CMJ (cm)	GC	34,22±1,65	34,72±1,80	35,60±1,58	4,954 / 0,012*	344,6 / 0,000*	35,31 / 0,000*
		GE1	34,57±2,83 _a	38,84±1,72 _b	39,55±1,62 _b			
		GE2	33,54±2,43 _a	39,28±1,99 _b	40,34±2,82 _b			
	DJ (cm)	GC	31,48±1,02	31,85±0,79	32,25±0,91	5,379 / 0,008*	494,8 / 0,000*	53,88 / 0,000*
		GE1	32,58±3,31 _a	35,78±2,75 _b	36,34±2,73 _b			
		GE2	31,71±2,53 _a	37,21±2,31 _b	37,91±2,14 _b			
	SJ (cm)	GC	30,36±1,88	30,75±1,81	31,01±1,71	5,767 / 0,006*	324,1 / 0,000*	41,79 / 0,000*
		GE1	31,43±3,09 _a	34,54±2,42 _b	35,02±2,18 _b			
		GE2	30,59±2,39 _a	35,98±2,12 _b	36,38±2,01 _b			
	ABK (cm)	GC	37,03±3,00	37,41±2,49	37,91±2,78	3,348 / 0,045*	105,4 / 0,000*	14,17 / 0,000*
		GE1	38,06±2,48 _a	42,04±1,90 _b	42,59±1,88 _b			
		GE2	37,41±2,99 _a	42,80±2,57 _b	43,43±2,23 _b			

Tabla 4.19: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en fútbol. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05. Nota: Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas, (p<0.05) en el tiempo con respecto al tipo de entrenamiento.

Para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior en fútbol (tabla 4.19), ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción grupo x tiempo en todas las pruebas analizadas. Con el tratamiento post-hoc de Bonferroni se indicó que en los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas entre P1 con P2 y P3. Sin embargo, no se localizaron diferencias entre P2 y P3. En la figura 4.18 se puede

RESULTADOS

observar de manera gráfica la distinta evolución de variables en los grupos de entrenamiento.

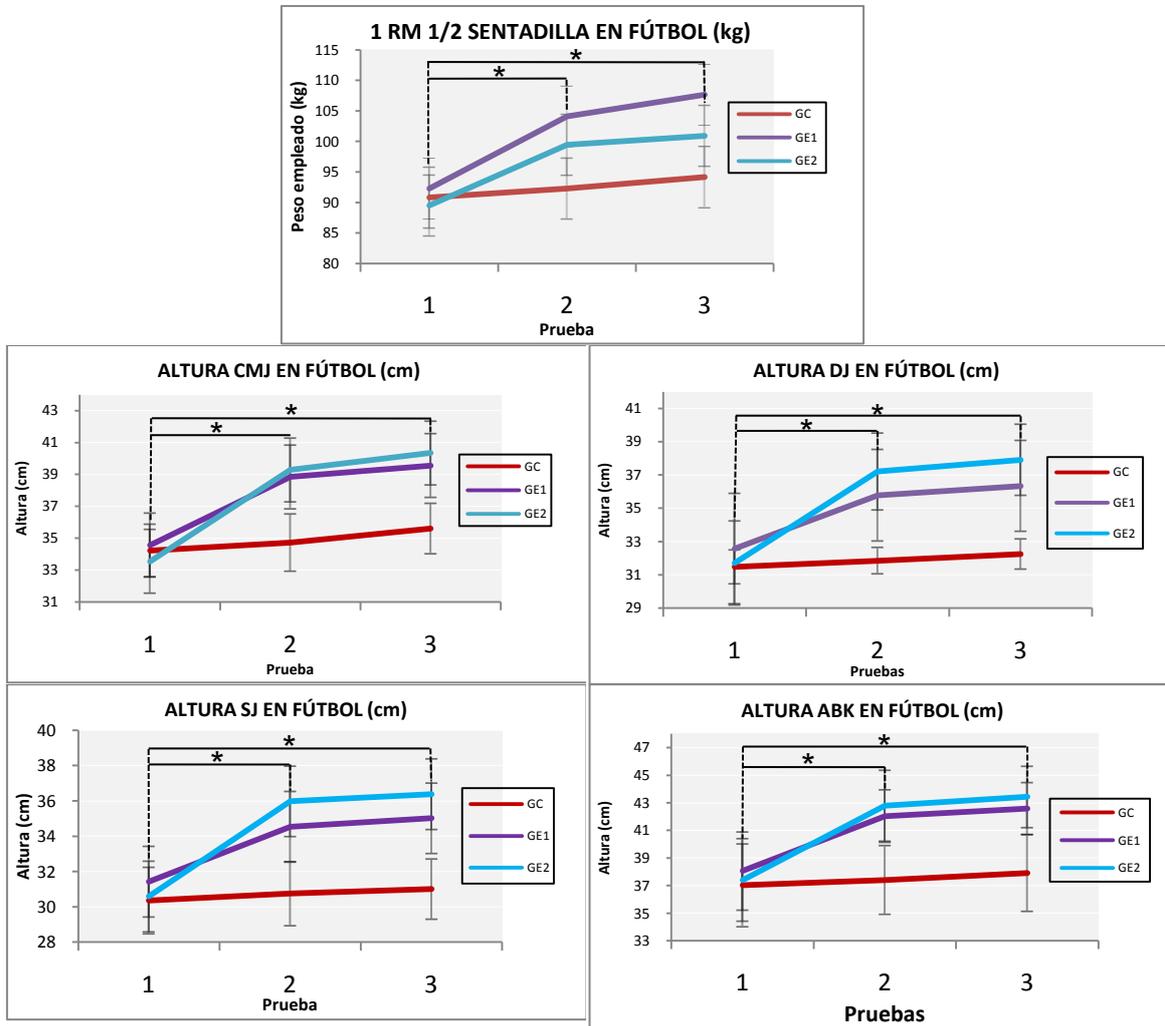


Figura 4.18. Variables de extremidad inferior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en fútbol. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

Los resultados obtenidos en términos de porcentaje en los grupos en las tres mediciones, vienen recogidos en la tabla 4.20.

EVOLUCIÓN VARIABLES EXTREMIDAD INFERIOR EN FÚTBOL EN PORCENTAJES (%)						
Variable	GC		GE1		GE2	
	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3
1 RM ½ sentadilla	1,62	3,58	11,35	14,28	9,98	11,30
CMJ	1,45	3,88	10,99	12,59	14,59	16,85
DJ	1,16	2,38	8,93	10,34	14,77	16,34
SJ	1,27	2,07	9,00	10,25	14,96	12,90
ABK	1,01	2,32	9,46	10,63	12,59	13,87

Tabla 4.20: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad inferior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en fútbol.

RESULTADOS

Se observa como para el GC la diferencia no llega al 4%, mientras que el GE1 obtiene mejor % en 1 RM ½ sentadilla (14,28 %), mientras que para las pruebas de salto el GR2 obtiene una mejora que oscila entre un 12,90 % en SJ y un 16,85% en CMJ, valores superiores al del GR1.

En la tabla 4.21 parece la evolución de las variables de fuerza para el tren inferior en cada grupo de entrenamiento en baloncesto.

Baloncesto (N=36)								
Variable		Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
			Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			
Fuerza Máx.	1 RM ½ sentadilla (kg)	GC	94,43±5,56	97,48±5,79	99,88±5,71	7,498	689,9	38,27
		GE1	96,77±6,49 _a	109,83±6,28 _b	113,12±7,59 _b	/	/	/
		GE2	93,46±6,79 _a	106,62±4,71 _b	109,83±5,34 _b	0,002*	0,000*	0,000*
Fuerza Explosiva	CMJ (cm)	GC	35,24±1,71	35,40±1,66	35,80±1,67	1,758	359,1	38,03
		GE1	35,15±2,18 _a	38,92±2,61 _b	39,61±2,30 _b	/	/	/
		GE2	34,38±1,14 _a	40,45±0,85 _b	41,22±0,87 _b	0,188	0,000*	0,000*
	DJ (cm)	GC	33,53±2,21	33,79±2,19	34,17±2,22	0,976	334,5	35,37
		GE1	33,42±2,21 _a	36,83±2,22 _b	37,51±3,59 _b	/	/	/
		GE2	32,71±1,83 _a	37,55±1,55 _b	38,21±1,39 _b	0,388	0,000*	0,000*
	SJ (cm)	GC	31,79±1,85	32,06±1,78	32,45±1,76	1,125	529,7	44,28
		GE1	31,64±2,42 _a	34,97±2,88 _b	35,64±2,22 _b	/	/	/
		GE2	31,05±1,70 _a	35,90±1,59 _b	36,62±1,34 _b	0,337	0,000*	0,000*
	ABK (cm)	GC	40,19±2,45	40,46±2,28	41,11±2,16	2,834	546,0	51,40
		GE1	40,91±3,12 _a	44,75±3,50 _b	45,46±3,35 _b	/	/	/
		GE2	40,31±1,94 _a	46,62±1,45 _b	47,31±1,38 _b	0,073	0,000*	0,000*

Tabla 4.21: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en baloncesto. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05.
Nota: Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) en el tiempo con respecto al tipo de entrenamiento.

En baloncesto y para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción grupo x tiempo en todas las pruebas analizadas. Con el tratamiento post-hoc de Bonferroni se indicó que en los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas entre P1 por un lado y P2 y P3 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias entre P2 y P3. En la figura 4.19 se puede observar de manera gráfica la distinta evolución de variables en los grupos de entrenamiento.

RESULTADOS

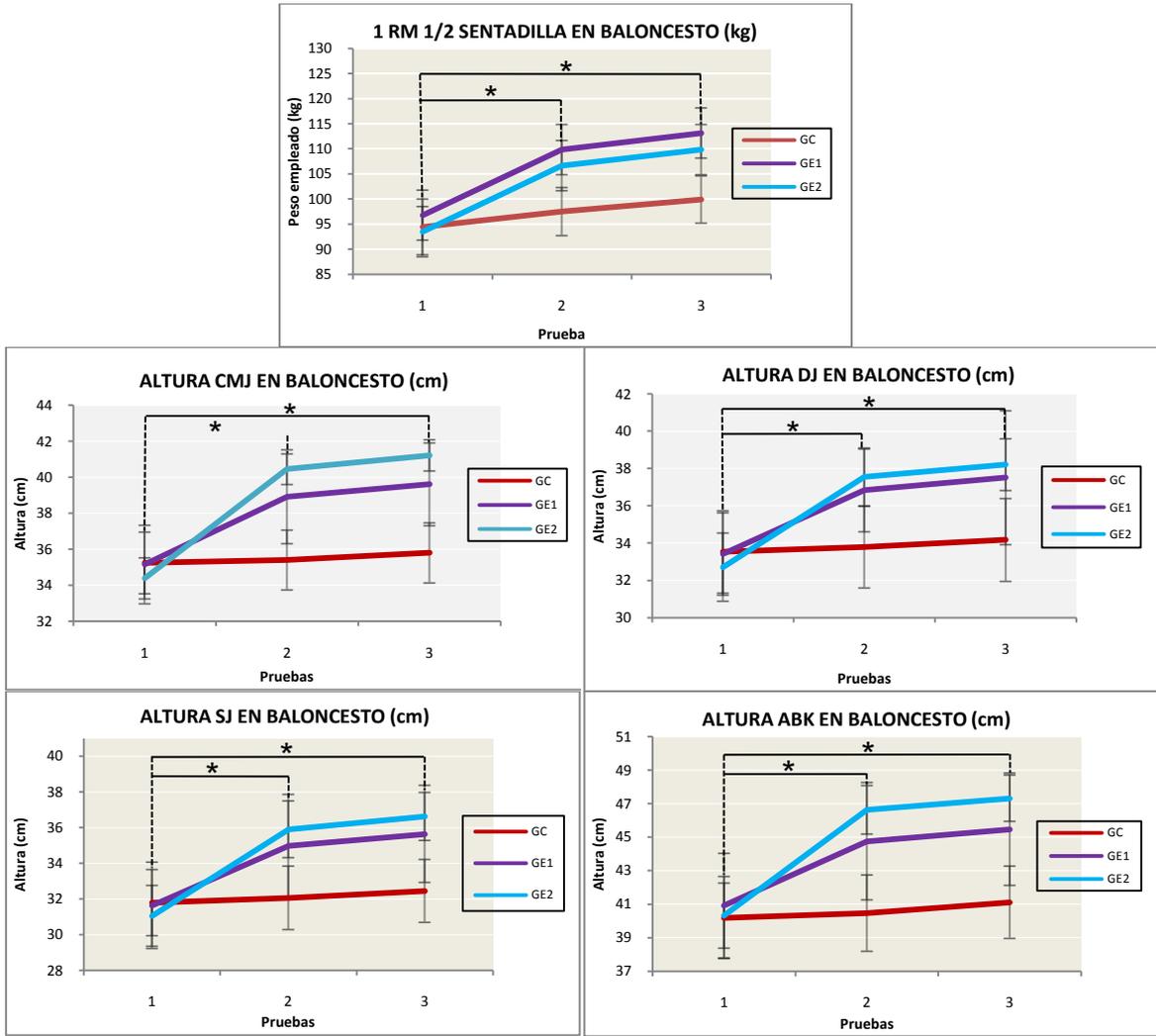


Figura 4.19. Variables de extremidad inferior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en baloncesto. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En la tabla 4.22 aparecen los resultados obtenidos en términos de porcentaje en los grupos en las tres mediciones para el baloncesto.

EVOLUCIÓN VARIABLES EXTREMIDAD INFERIOR EN BALONCESTO EN PORCENTAJES (%)						
Variable	GC		GE1		GE2	
	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3
1 RM ½ sentadilla	3,13	5,45	11,89	14,45	13,16	14,12
CMJ	0,43	1,55	9,69	11,26	15,00	16,59
DJ	0,77	1,85	9,25	10,90	12,89	14,40
SJ	0,83	2,02	9,51	11,23	13,50	15,20
ABK	0,66	2,23	8,58	9,99	13,53	14,79

Tabla 4.22: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad inferior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en baloncesto.

RESULTADOS

La tabla anterior refleja como para el GC la diferencia no llega al 3% en las pruebas de salto apenas supera el 5% en 1 RM en ½ sentadilla. Además, y para misma prueba, el GE1 obtiene mejor efecto residual que el GE1 (14,45 % de diferencia entre tomas 1 y 3), mientras que entre las tomas 1 y 2 el GE2 obtiene el mayor aumento con un 13,16%. Para las pruebas de salto el GR2 obtiene claramente mayores porcentajes de mejora respecto al GR1.

En la tabla 4.23 parece la evolución de las variables de fuerza para la extremidad inferior en cada grupo de entrenamiento en balonmano.

Balonmano (N=32)								
Variable		Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
			Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			
Fuerza Máx.	1 RM ½ sentadilla (kg)	GC	89,08±5,89	92,40±5,43	95,06±4,97	9,704	1344 / 0,000*	51,85
		GE1	91,91±5,38 _a	106,05±5,23 _b	110,47±4,46 _b	/		/
		GE2	89,76±6,39 _a	100,52±6,49 _b	104,24±5,91 _b	0,001*		0,000*
Fuerza Explosiva	CMJ (cm)	GC	36,13±3,88	36,37±3,74	37,12±3,56	1,580	356,9	31,63
		GE1	35,61±5,95 _a	39,61±5,82 _b	40,93±5,74 _b	/	/	/
		GE2	35,71±4,30 _a	41,71±3,87 _b	42,99±4,01 _b	0,223	0,000*	0,000*
	DJ (cm)	GC	34,51±1,14	34,66±1,04	35,09±1,02	1,650	323,4	40,22
		GE1	34,13±2,18 _a	37,38±2,50 _b	38,65±2,28 _b	/	/	/
		GE2	33,95±1,32 _a	39,42±1,69 _b	40,52±1,69 _b	0,210	0,000*	0,000*
	SJ (cm)	GC	32,98±0,70	33,12±0,60	33,59±0,58	4,369	472,6	46,11
		GE1	32,43±1,63 _a	35,60±2,25 _b	36,71±1,89 _b	/	/	/
		GE2	33,45±2,17 _a	38,44±2,25 _b	39,57±2,22 _b	0,022*	0,000*	0,000*
	ABK (cm)	GC	40,22±1,78	40,42±1,81	40,85±1,62	1,430	388,4	34,40
		GE1	39,22±3,07 _a	43,20±2,98 _b	44,54±2,86 _b	/	/	/
		GE2	39,65±2,56 _a	45,47±2,43 _b	46,98±2,26 _b	0,256	0,000*	0,000*

Tabla 4.23: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en balonmano. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05.

Nota: Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas, (p<0.05) en el tiempo con respecto al tipo de entrenamiento.

En balonmano y para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción grupo x tiempo en todas las pruebas analizadas. Con el tratamiento post-hoc de Bonferroni se indicó que en los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas entre P1 por un lado y P2 y P3 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias entre P2 y P3. Para observar esto de forma gráfica, en la figura 4.20 aparece la distinta evolución de variables en los grupos de entrenamiento.

RESULTADOS

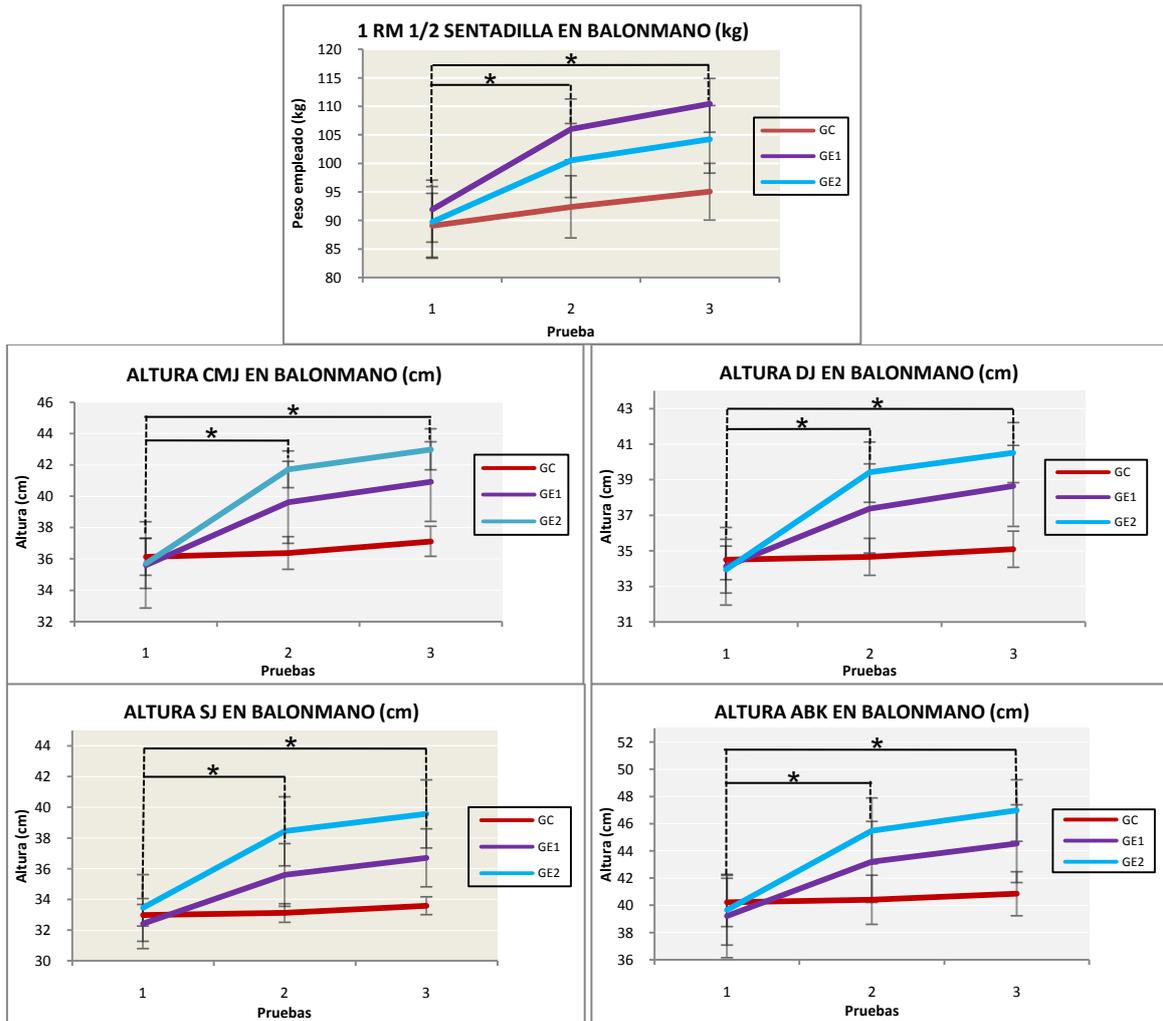


Figura 4.20. Variables de extremidad inferior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en balonmano. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

Los resultados obtenidos en términos de porcentaje en los grupos en las tres mediciones para el balonmano, vienen recogidos en la tabla 4.24.

EVOLUCIÓN VARIABLES EXTREMIDAD INFERIOR EN BALONMANO EN PORCENTAJES (%)						
Variable	GC		GE1		GE2	
	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3
1 RM ½ sentadilla	3,59	6,29	13,33	17,40	10,70	13,89
CMJ	0,66	2,67	10,09	13,28	14,37	16,93
DJ	0,44	1,67	8,71	11,68	13,87	16,21
SJ	0,42	1,81	8,92	11,66	12,97	15,46
ABK	0,51	1,55	9,21	11,95	12,80	15,60

Tabla 4.24: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad inferior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en balonmano.

Se observa como para el GC la diferencia no llega al 3% en las pruebas de salto, aunque este mismo grupo obtiene en 1 RM en ½ sentadilla 6,29%. A nivel general, el GE1 obtiene mejor % en 1 RM ½ sentadilla (17,40 %), mientras que para

RESULTADOS

las pruebas de salto el GR2 obtiene una mejora siempre superior al 15%, valores a los que llega el GE1 con un 14,37% de máximo en CMJ.

Por último, en la tabla 4.25 parece la evolución de las variables de fuerza para la extremidad inferior en cada grupo de entrenamiento en fútbol.

Voleibol (N=34)								
Variable		Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
			Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			
Fuerza Máx.	1 RM ½ sentadilla (kg)	GC	96,83±7,30	97,92±6,61	99,75±6,98	4,944	487,3	41,67
		GE1	95,28±8,24 _a	112,39±8,50 _b	115,38±8,64 _b	/	/	/
		GE2	99,29±8,70 _a	110,42±8,35 _b	113,17±8,59 _b	0,014*	0,000*	0,000*
Fuerza Explosiva	CMJ (cm)	GC	38,88±3,09	39,19±2,88	39,62±2,99	5,799	625,9	51,37
		GE1	38,69±2,50 _a	42,32±2,79 _b	42,88±2,68 _b	/	/	/
		GE2	39,36±2,60 _a	44,84±2,51 _b	45,43±2,55 _b	0,007*	0,000*	0,000*
	DJ (cm)	GC	37,57±2,12	37,71±2,01	38,47±1,98	9,561	335,7	36,47
		GE1	37,58±2,10 _a	40,89±2,44 _b	41,55±2,54 _b	/	/	/
		GE2	38,36±2,38 _a	43,73±2,35 _b	44,26±2,32 _b	0,000*	0,000*	0,000*
	SJ (cm)	GC	36,31±1,45	36,24±1,50	36,83±1,38	9,934	354,5	39,80
		GE1	36,31±1,77 _a	39,05±1,93 _b	39,53±1,88 _b	/	/	/
		GE2	36,37±1,82 _a	41,21±1,90 _b	41,77±1,99 _b	0,000*	0,000*	0,000*
	ABK (cm)	GC	41,17±1,58	41,44±1,59	41,81±1,30	7,063	73,34	10,10
		GE1	40,66±3,36 _a	44,85±2,43 _b	45,46±2,38 _b	/	/	/
		GE2	41,09±1,70 _a	46,57±1,43 _b	47,19±1,69 _b	0,003*	0,000*	0,000*

Tabla 4.25: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en voleibol. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05. Nota: Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) en el tiempo con respecto al tipo de entrenamiento.

En voleibol y para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción grupo x tiempo en todas las pruebas analizadas. Con el tratamiento post-hoc de Bonferroni se indicó que en los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas entre P1 por un lado y P2 y P3 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias entre P2 y P3. En la figura 4.21 se puede observar de manera gráfica la distinta evolución de variables en los grupos de entrenamiento.

RESULTADOS

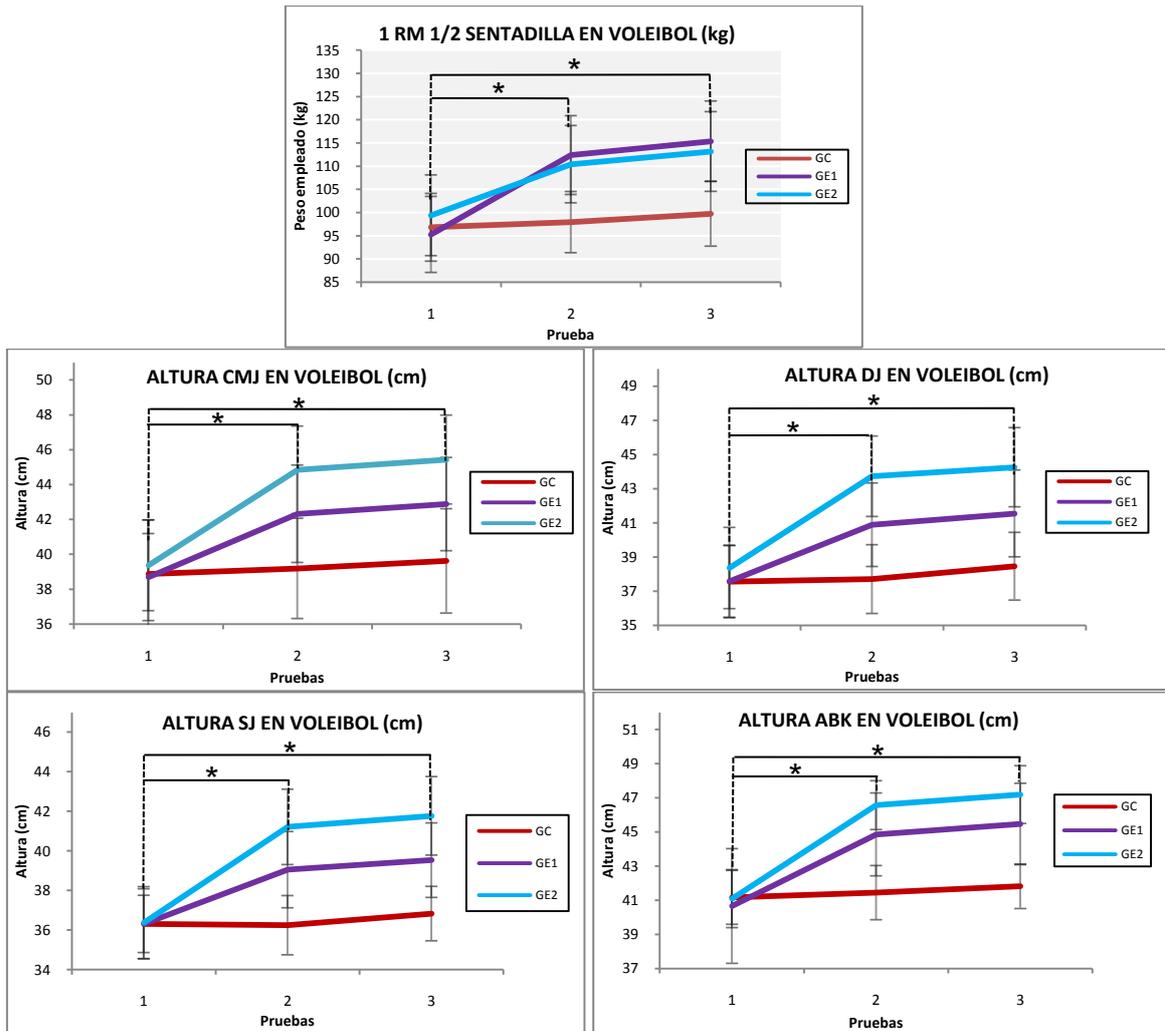


Figura 4.21. Variables de extremidad inferior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en voleibol. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En la tabla 4.26 aparecen los resultados obtenidos en términos de porcentaje en los grupos en las tres mediciones en voleibol.

EVOLUCIÓN VARIABLES EXTREMIDAD INFERIOR EN VOLEIBOL EN PORCENTAJES (%)						
Variable	GC		GE1		GE2	
	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3
1 RM ½ sentadilla	1,10	2,92	15,22	17,41	10,07	12,26
CMJ	0,78	1,87	8,57	9,77	12,22	13,36
DJ	0,36	2,32	8,10	9,55	12,28	13,33
SJ	-0,18	1,42	6,99	8,14	11,72	12,92
ABK	0,65	1,53	9,34	10,55	11,76	12,93

Tabla 4.26: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad inferior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en voleibol.

En el GC la diferencia no llega al 3%, mientras que el GE1 obtiene mejor % en 1 RM ½ sentadilla (17,41 %). Para las pruebas de salto el GR2 obtiene una mejora superior al GE1 aproximada de 3,5% en CMJ, DJ y SJ; y valores tan sólo superiores en 2% en la prueba ABK.

4.2.3.2. Resultados para las extremidades superiores.

Al igual que con los datos antropométricos y de fuerza en la extremidad inferior, para el análisis comparativo de la evolución de las distintas variables en ambos grupos a lo largo de la intervención, se utilizó el análisis de varianza de dos factores (grupo x tiempo) con medidas repetidas. Cuando por medio de la Lambda de Wilks se constataba la existencia de diferencias significativas en la evolución de una variable entre grupos, se utilizaron las pruebas post-hoc de Bonferroni para localizar dichas diferencias. En la tabla 4.27 se muestran los resultados obtenidos en dicho análisis comparativo en el deporte del fútbol.

Fútbol (N=46)								
Variable		Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
			Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			
Fuerza Máx.	1 RM Press de pecho (kg)	GC	60,27±7,52	62,24±7,41	64,56±7,49	6,542	447,5	35,29
		GE1	61,19±7,26 _a	72,60±6,47 _b	75,47±6,97 _b	/	/	/
		GE2	61,61±4,33 _a	71,98±4,51 _b	73,69±4,40 _b	0,003*	0,000*	0,000*
Fuerza Explosiva	Pot. Media (W)	GC	257,85±22,3	257,31±21,9	261,43±19,4	8,396	570,6	55,54
		GE1	263,52±22,6 _a	291,69±23,8 _b	296,51±25,2 _b	/	/	/
		GE2	277,90±39,7 _a	308,81±36,6 _b	313,77±36,9 _b	0,001*	0,000*	0,000*
	Pot. Máxima (W)	GC	462,40±43,5	465,48±43,6	470,11±43,7	4,530	674,3	57,30
		GE1	471,26±43,3 _a	515,57±44,7 _b	522,20±45,6 _b	/	/	/
		GE2	469,24±25,8 _a	515,04±29,3 _b	523,42±29,3 _b	0,016*	0,000*	0,000*

Tabla 4.27. Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en fútbol. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05.
Nota: Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) en el tiempo con respecto al tipo de entrenamiento.

En fútbol y para las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción grupo x tiempo en todas las pruebas analizadas. Con el tratamiento post-hoc de Bonferroni se indicó que en los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas entre P1 por un lado y P2 y P3 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias entre P2 y P3. En la figura 4.22 se puede observar de manera gráfica la distinta evolución de variables en los grupos de entrenamiento.

RESULTADOS

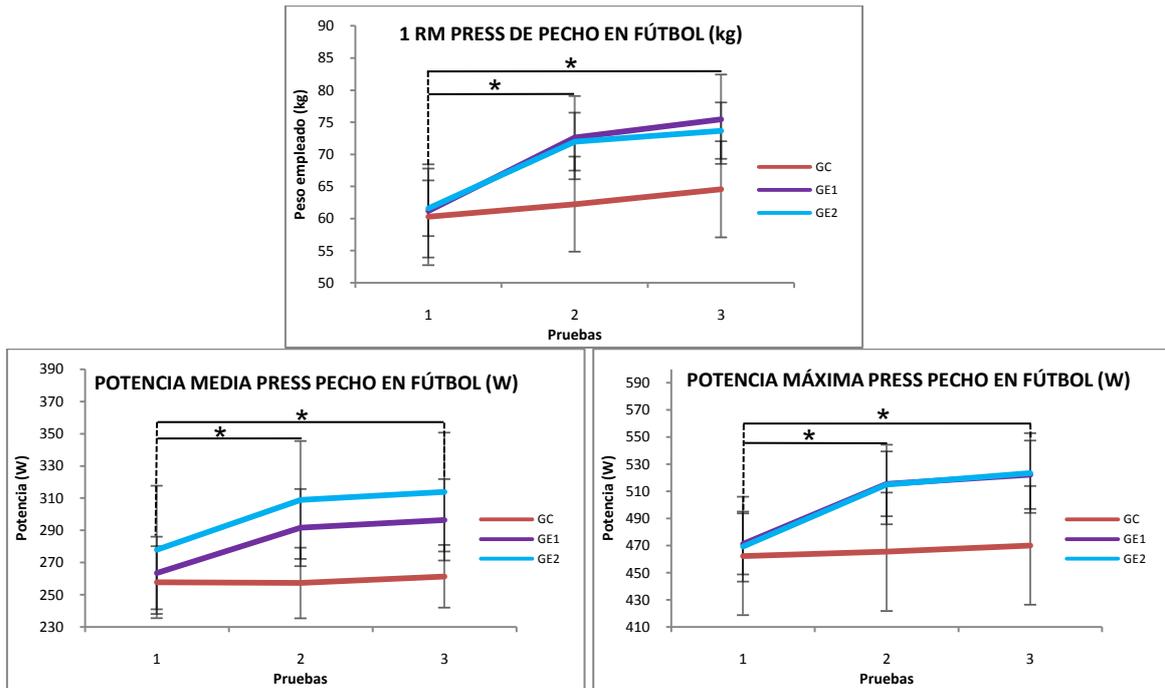


Figura 4.22. Variables de extremidad superior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en fútbol. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En la tabla 4.28 aparecen los resultados obtenidos en términos de porcentaje en los grupos en las tres mediciones en fútbol.

EVOLUCIÓN VARIABLES EXTREMIDAD SUPERIOR EN FÚTBOL EN PORCENTAJES (%)						
Variable	GC		GE1		GE2	
	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3
1 RM press pecho	3,15	6,64	15,71	18,91	14,41	16,39
Potencia Media	-0,21	1,37	9,65	11,12	10,01	11,43
Potencia Máxima	0,66	1,64	8,59	9,75	8,89	10,35

Tabla 4.28: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad superior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en fútbol.

Se observa como para el GC la diferencia no llega al 4%, mientras que el GE1 obtiene mejor % en 1 RM $\frac{1}{2}$ sentadilla (15,71 %), Para las pruebas de potencia el GE2 obtiene una mejora que oscila entre un 10,01 % en potencia media, y 8,89% en potencia máxima, datos algo mayores a los del GE1.

En la tabla 4.29 aparecen los resultados obtenidos para cada grupo de entrenamiento en cada variable de la extremidad superior y en las tres mediciones en baloncesto.

Baloncesto (N=36)									
Variable		Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo	
			Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			F / p	F / p
Fuerza Máx.	1 RM Press de pecho (kg)	GC	70,86±4,92	72,85±4,84	75,04±5,03	3,212	795,4	44,22	
		GE1	69,61±4,52 _a	80,96±4,29 _b	82,71±4,26 _b	/	/	/	
		GE2	69,41±4,65 _a	78,39±5,22 _b	80,19±5,41 _b	0,053	0,000*	0,000*	
Fuerza Explosiva	Pot. Media (W)	GC	283,47±25,6	284,5±25,7	290,97±28,6	1,228	962,9	67,88	
		GE1	284,16±27,2 _a	308,16±27,1 _b	314,18±28,3 _b	/	/	/	
		GE2	277,2±26,42 _a	308,25±27,5 _b	315,22±28,0 _b	0,306	0,000*	0,000*	
	Pot. Máxima (W)	GC	625,54±38,8	628,69±38,4	639,10±40,4	0,500	841,2	214,1	
		GE1	610,61±33,7 _a	652,99±35,5 _b	666,66±34,2 _b	/	/	/	
		GE2	609,29±30,4 _a	653,60±32,0 _b	667,68±31,1 _b	0,611	0,000*	0,000*	

Tabla 4.29: Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en baloncesto. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05.
Nota: Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas ,(p<0.05) en el tiempo con respecto al tipo de entrenamiento.

Para el baloncesto en las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción grupo x tiempo en todas las pruebas analizadas. Con el tratamiento post-hoc de Bonferroni se indicó que en los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas entre P1 por un lado y P2 y P3 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias entre P2 y P3. En la figura 4.23 aparecen de manera gráfica las distintas evoluciones de variables en los grupos de entrenamiento.

RESULTADOS

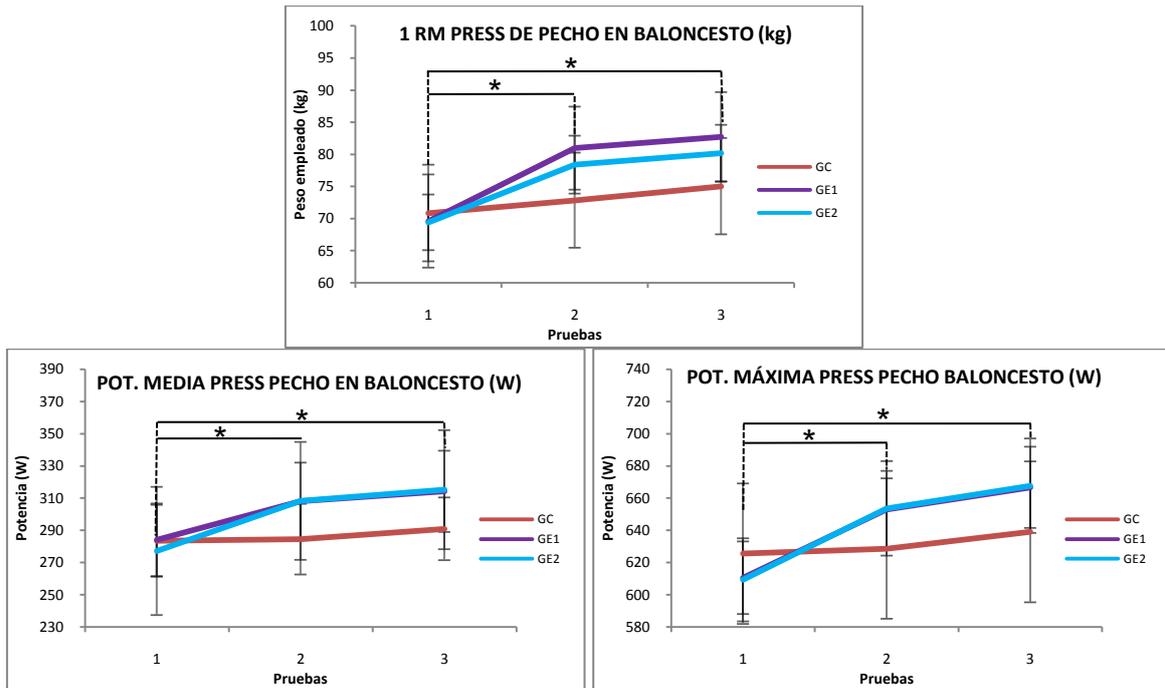


Figura 4.23. Variables de extremidad superior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en baloncesto. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En la tabla 4.30 aparecen los resultados obtenidos en términos de porcentaje en los grupos en las tres mediciones en baloncesto.

EVOLUCIÓN VARIABLES TREN SUPERIOR EN BALONCESTO EN PORCENTAJES (%)						
Variable	GC		GE1		GE2	
	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3
1 RM press pecho	2,74	5,57	14,02	15,83	11,45	13,45
Potencia Media	0,35	2,57	7,78	9,55	10,07	12,06
Potencia Máxima	0,50	2,12	6,49	8,40	6,77	8,74

Tabla 4.30. Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad superior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en baloncesto.

Se observa en esta tabla 4.30 como para el GC la diferencia es inapreciable al no alcanzar ni un 3%, mientras que el GE1 obtiene mejor % en 1 RM $\frac{1}{2}$ sentadilla (14,02 %). Para las pruebas de potencia el GE2 obtiene una mejora en términos porcentuales mayor que el GE1, aunque para potencia máxima los valores son muy parecidos.

En la tabla 4.31 aparecen los resultados obtenidos para cada grupo de entrenamiento en cada variable de la extremidad superior y en las tres mediciones en balonmano

Balonmano (N=32)									
Variable		Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo	
			Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			F / p	F / p
Fuerza Máx.	1 RM Press de pecho (kg)	GC	62,77±9,70	64,44±9,31	66,41±9,55	3,566	842,5	63,12	
		GE1	63,29±7,89 _a	77,07±7,73 _b	82,38±8,63 _b	/	/	/	
		GE2	63,72±7,29 _a	72,16±7,69 _b	74,76±7,45 _b	0,041*	0,000*	0,000*	
Fuerza Explosiva	Pot. Media (W)	GC	286,45±47,1	287,20±46,9	294,20±47,6	0,632	955,3	68,35	
		GE1	264,89±38,6 _a	286,70±41,2 _b	298,31±40,5 _b	/	/	/	
		GE2	274,38±24,1 _a	309,04±24,8 _b	320,37±25,1 _b	0,538	0,000*	0,000*	
	Pot. Máxima (W)	GC	574,90±98,9	578,54±98,3	589,62±99,3	0,372	606,3	41,56	
		GE1	559,04±69,0 _a	595,34±71,9 _b	612,19±72,0 _b	/	/	/	
		GE2	581,57±85,6 _a	621,08±87,4 _b	633,31±91,1 _b	0,693	0,000*	0,000*	

Tabla 4.31. Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en balonmano. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05.
Nota: Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas (p<0.05) en el tiempo con respecto al tipo de entrenamiento.

Para el balonmano en las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción grupo x tiempo en todas las pruebas analizadas. Con el tratamiento post-hoc de Bonferroni se indicó que en los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas entre P1 por un lado y P2 y P3 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias entre P2 y P3. De forma gráfica, en la figura 4.24 se puede observar la distinta evolución de variables en los grupos de entrenamiento.

RESULTADOS

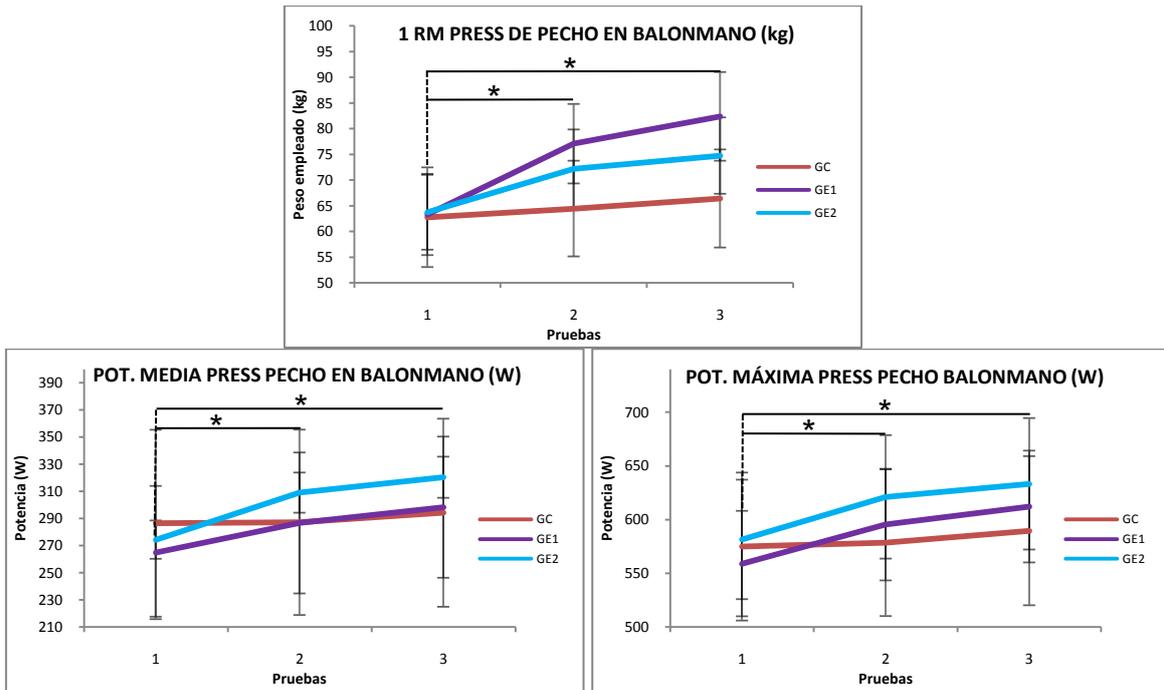


Figura 4.24. Variables de extremidad superior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en balonmano. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En la tabla inmediatamente a continuación (4.32) aparecen los resultados obtenidos en términos de porcentaje en los grupos en las tres mediciones en balonmano.

EVOLUCIÓN VARIABLES EXTREMIDAD SUPERIOR EN BALONMANO EN PORCENTAJES (%)						
Variable	GC		GE1		GE2	
	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3
1 RM press pecho	2,58	5,47	17,88	23,17	11,69	14,76
Potencia Media	0,26	2,63	7,60	11,20	11,21	14,35
Potencia Máxima	0,62	2,49	6,09	8,68	6,36	8,16

Tabla 4.32. Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad superior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en balonmano.

Al observar esta tabla 4.32, se apunta como para el GC la diferencia es inapreciable al no alcanzar ni un 3%, mientras que el GE1 obtiene mejor % en 1 RM $\frac{1}{2}$ sentadilla (17,8 %). Para las pruebas de potencia el GE2 obtiene una mejora en términos porcentuales mayor que el GE1, aunque para potencia máxima los valores son muy parecidos.

Por último, en la tabla 4.33 aparecen los resultados obtenidos para cada grupo de entrenamiento en cada variable de la extremidad superior y en las tres mediciones en voleibol.

Voleibol (N=34)								
Variable		Grupo	Prueba			Grupo	Tiempo	Grupo X Tiempo
			Pretest (toma 1)	Postest (toma 2)	Retest (toma 3)			
Fuerza Máx.	1 RM Press de pecho (kg)	GC	71,55±6,73	73,09±6,25	74,57±6,04	3,309	440,9	36,73
		GE1	69,56±6,37 _a	84,91±5,74 _b	87,24±6,35 _b	/	/	/
		GE2	70,84±8,49 _a	79,89±7,83 _b	81,52±7,39 _b	0,060	0,000*	0,000*
Fuerza Explosiva	Pot. Media (W)	GC	268,50±17,8	270,05±17,4	274,59±19,4	1,567	737,2	63,24
		GE1	260,16±17,8 _a	281,43±17,6 _b	287,26±17,4 _b	/	/	/
		GE2	264,30±27,5 _a	295,66±26,9 _b	300,39±25,7 _b	0,225	0,000*	0,000*
	Pot. Máxima (W)	GC	600,18±34,4	602,57±34,4	607,16±34,2	0,189	548,8	39,16
		GE1	576,81±42,1 _a	609,70±40,3 _b	619,78±43,7 _b	/	/	/
		GE2	581,87±65,1 _a	619,07±62,8 _b	628,93±62,4 _b	0,816	0,000*	0,000*

Tabla 4.33. Análisis comparativo de la evolución de las distintas variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior a lo largo de la intervención en el programa de entrenamiento en voleibol. Media ± SD. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

Nota: Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en el tiempo con respecto al tipo de entrenamiento.

En las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad superior para jugadores juveniles de voleibol, ANOVA mostró la existencia de efectos de interacción grupo x tiempo en todas las pruebas analizadas. Con el tratamiento post-hoc de Bonferroni se indicó que en los grupos de entrenamiento (GE1 y GE2) existían diferencias estadísticamente significativas en todas las pruebas entre P1 por un lado y P2 y P3 por el otro. Sin embargo, no se localizaron diferencias entre P2 y P3. En la figura 4.25 se puede observar de manera gráfica la distinta evolución de variables en los grupos de entrenamiento.

RESULTADOS

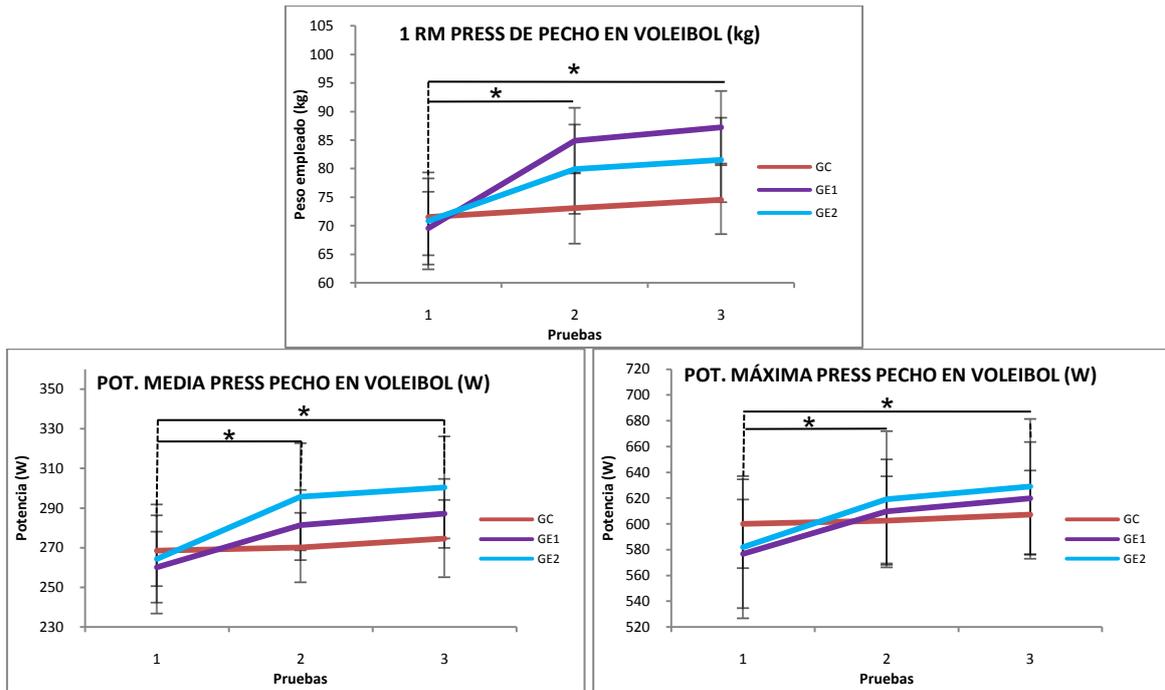


Figura 4.25. Variables de extremidad superior en los 3 grupos en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3) en voleibol. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En la 4.34 aparecen los resultados obtenidos en términos de porcentaje en los grupos en las tres mediciones en balonmano.

EVOLUCIÓN VARIABLES EXTREMIDAD SUPERIOR EN VOLEIBOL EN PORCENTAJES (%)						
Variable	GC		GE1		GE2	
	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3	Tomas 1-2	Tomas 1-3
1 RM press pecho	2,11	4,05	18,07	20,26	11,33	13,10
Potencia Media	0,57	2,21	7,55	9,43	10,60	12,01
Potencia Máxima	0,39	1,14	5,39	6,93	6,00	7,48

Tabla 4.34: Evolución de las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva en la extremidad superior expresado en porcentaje (%) para cada grupo en voleibol.

Se observa en esta tabla 4.34 como para el GC la diferencia antes y después del periodo de entrenamientos es inapreciable al superar ligeramente 2%, mientras que el GE1 obtiene mejor % en 1 RM $\frac{1}{2}$ sentadilla (18,07 %). Para las pruebas de potencia el GE2 obtiene una mejora en términos porcentuales mayor que el GE1, aunque para potencia máxima los valores son muy parecidos.

4.2.4. Comparación entre deportes en función del grupo de entrenamiento.

Con objeto de ver la influencia de cada tipo de entrenamiento en cada deporte, a continuación se expone la evolución de los resultados en cada una de las tomas de datos.

En el apartado anterior se demostraba como no existía significatividad alguna en la evolución de los resultados para el grupo control (GC); por ello, en el presente apartado no se representarán los resultados para dicho grupo.

Variables de fuerza máxima y fuerza explosiva de la extremidad inferior

En las tablas 4.35 y 4.36 aparecen, por una parte, el p-valor para cada una de las tomas de datos en función del deporte para 1 RM en ½ sentadilla, y el % de mejora obtenido entre P1-P2 y entre P1-P3, para cada grupo de entrenamiento.

EVOLUCIÓN GE1 POR DEPORTES EN 1 RM EN ½ SENTADILLA (kg)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	92,28±10,65	11,35	96,77±6,49	11,89	91,91±5,38	13,33	95,28±8,24	15,22	0,395
P2	104,10±8,76 _a		109,99±6,40 _{ab}		106,48±5,25 _{ab}		112,39±8,34 _b		0,031*
P3	107,65±7,70	14,28	112,01±7,51	14,45	109,94±5,38	17,40	113,55±8,78	17,41	0,056

Tabla 4.35. Evolución 1 RM en ½ sentadilla por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3). Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

EVOLUCIÓN GE2 POR DEPORTES EN 1 RM EN ½ SENTADILLA (kg)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	89,51±9,99 _a	9,98	93,46±6,79 _{ab}	13,16	89,76±6,39 _a	10,70	99,29±8,70 _b	10,07	0,017*
P2	99,44±9,06 _a		107,62±4,71 _{bc}		100,52±6,49 _{ab}		110,42±8,35 _c		0,001*
P3	100,92±8,39 _a	11,30	108,83±5,34 _{bc}	14,12	104,24±5,91 _{ab}	13,89	113,17±8,59 _c	12,26	0,001*

Tabla 4.36. Evolución 1 RM en ½ sentadilla por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas (P1, P2 y P3). Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

Como se observa en las tablas, en términos generales la mejora es más sustancial en el GE1, puesto que el % de mejora es superior en este grupo a lo largo de las pruebas que en el GE2. Además, esta mejora es mayor en los jugadores de balonmano y voleibol, tanto en la P2 como en el retest (P3). Para el baloncesto, los resultados son parecidos con ambos métodos, incluso los del GE2 para este deporte obtienen en la P2 un porcentaje superior a los de GE1. En el GE1 aparecen diferencias estadísticamente significativas en la P2 entre los futbolistas y los jugadores

de voleibol. Para el GE2, las diferencias significativas ocurren en las tres pruebas. En la P1 entre jugadores de voleibol con jugadores de balonmano y futbolistas; mientras que en la P2 y P3 entre futbolistas con jugadores de baloncesto y de voleibol por una parte, y entre jugadores de voleibol con jugadores de balonmano y fútbol. (Figura 4.26).

En cuanto a los efectos retardados, no hay diferencias cualitativas entre las pruebas 2 y 3 para los dos grupos de entrenamiento, existiendo no sólo una conservación de los efectos del entrenamiento, sino que también un aumento a las 4 cuatro semanas de aproximadamente un 2% en los cuatro deportes.

Para una mejor comprensión de los resultados por deportes teniendo como referencia las 3 pruebas, a continuación aparecen reflejados de forma gráfica en la figura 4.26.

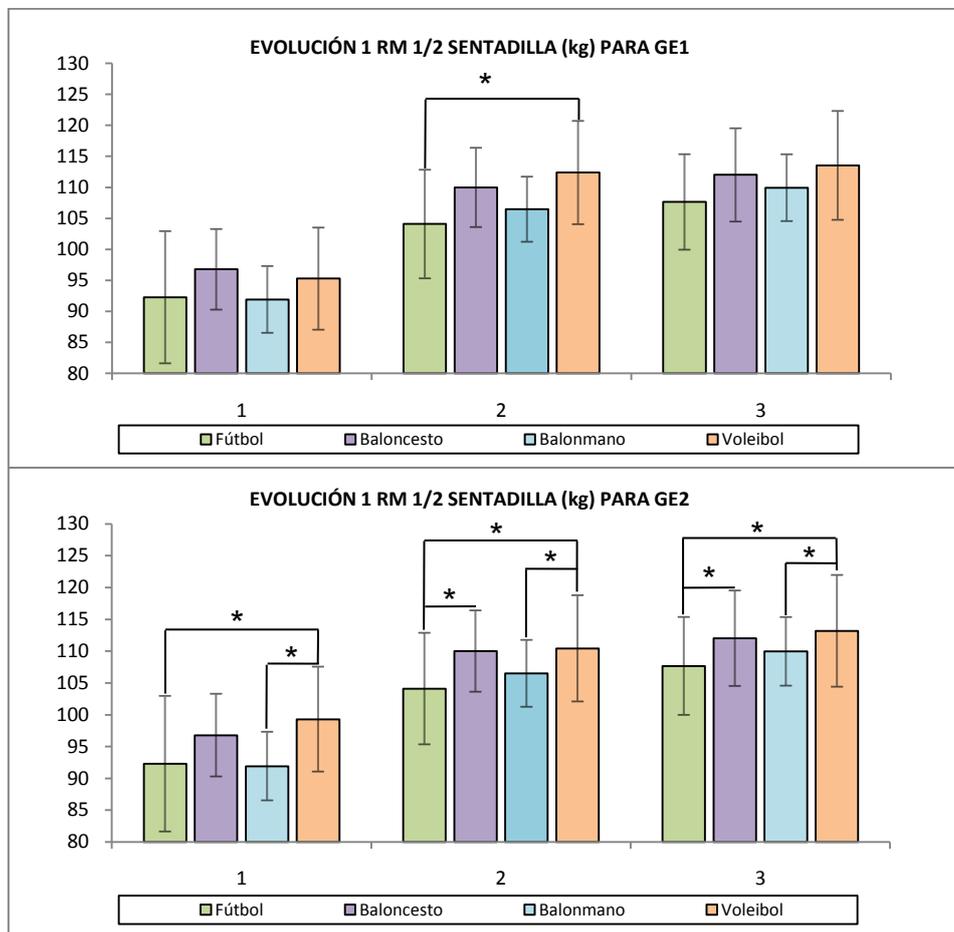


Figura 4.26. 1 RM en ½ sentadilla por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

Con respecto a la prueba de salto CMJ, en las tablas 4.37 y 4.38 aparecen el p-valor para cada una de las tomas de datos en función del deporte, y el % de mejora obtenido entre P1-P2 y entre P1-P3, para cada grupo de entrenamiento.

EVOLUCIÓN GE1 POR DEPORTES EN CMJ (cm)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		P-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	34,57±3,83	10,99	35,15±5,18	9,69	35,61±5,95	10,09	38,69±2,50	8,57	0,111
P2	38,92±5,61		38,92±5,61		39,61±5,82		42,32±2,79		0,1,72
P3	39,55±2,62	12,59	39,61±5,30	11,26	41,07±5,67	13,28	42,88±2,86	9,67	0,1,74

Tabla 4.37. Evolución CMJ por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

EVOLUCIÓN GE2 POR DEPORTES EN CMJ (cm)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		P-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	33,55±3,44 _a	14,59	34,38±3,64 _a	15,00	35,71±4,30 _{ab}	14,37	39,36±2,60 _b	12,22	0,001*
P2	39,28±2,99 _a		40,45±3,25 _a		41,71±3,87 _{ab}		44,84±2,51 _b		0,000*
P3	40,34±2,84 _a	16,85	41,22±3,17 _a	16,59	42,99±4,01 _{ab}	16,93	45,43±2,55 _b	13,36	0,001*

Tabla 4.38. Evolución CMJ por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

Como demuestran las tablas, el grupo en el que la mejora es más elevada con respecto a la P1 es el GE2 en todos los deportes, ya que el % de mejora es superior en este grupo a lo largo de las pruebas. En ambos grupos, los deportistas obtienen una mejora parecida salvo los jugadores de voleibol, cuya mejora es algo inferior con respecto al resto de deportes y para los dos grupos. Para el GE1 la mejora oscila entre un 9 y un 11%, mientras que en voleibol es de un 8,5%, y en el GE2, varía entre 14 y 15% para los 3 deportes y un 12% para voleibol. Además, esta tendencia aparece también en el pretest (P3) ya que en ambos grupos los deportistas incrementan en aproximadamente un 2% sus valores con respecto a la P2, y los jugadores de voleibol superan levemente un 1%.

En el GE1 no aparecen diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las 3 pruebas realizadas, mientras que en el GE2, las diferencias significativas ocurren en las tres pruebas y siempre entre los mismos grupos de deportistas. En estas son entre los jugadores de voleibol con los jugadores de fútbol y baloncesto (Figura 4.27). Por tanto, en ambos grupos, los efectos del entrenamiento no producen un cambio en las diferencias que existían antes del periodo de entrenamiento, y demostrando de esta manera su validez.

Para una mejor comprensión de los mismos, a continuación aparecen reflejados de forma gráfica en la figura 4.27.

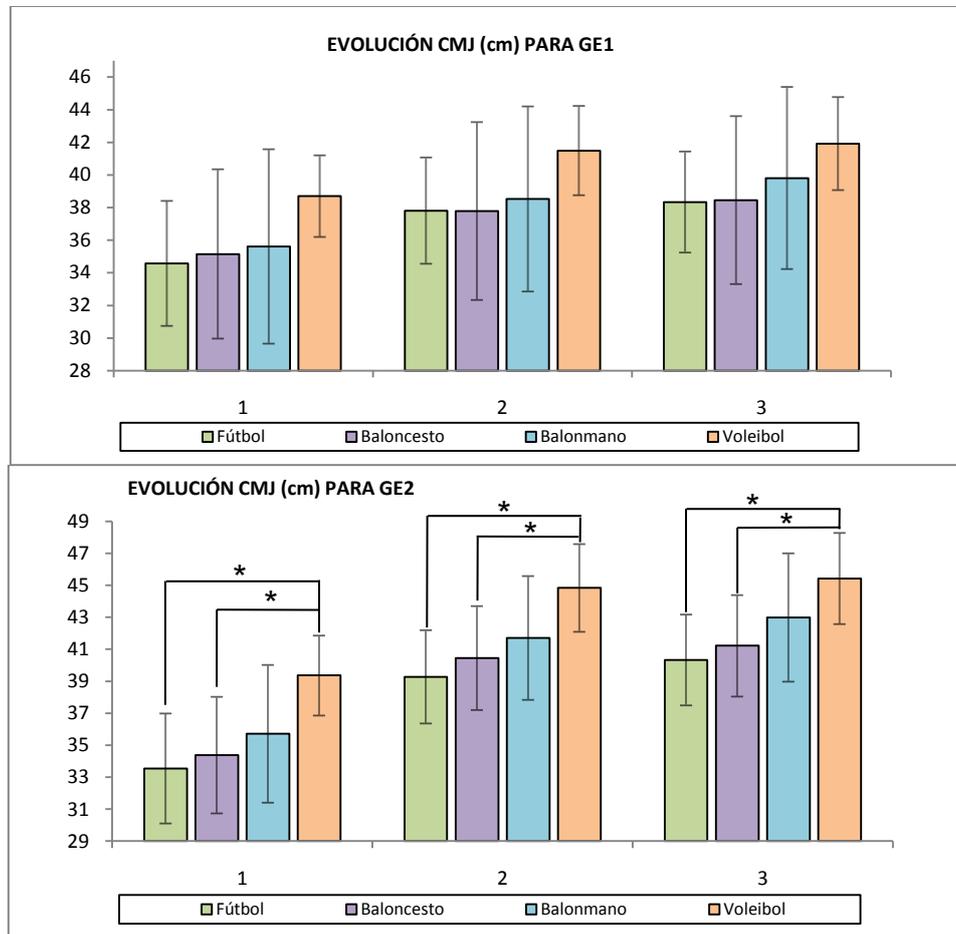


Figura 4.27. Prueba CMJ por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

Se observa en esta figura como los parámetros de la primera toma de datos se conservan inalterados a lo largo del proceso de entrenamiento, es decir, la mejoría existe en los dos grupos de entrenamiento y para los cuatro deportes de forma muy parecida.

RESULTADOS

En las tablas 4.39 y 4.40 aparecen el p-valor para cada una de las tomas de datos en función del deporte para DJ, y el % de mejora obtenido entre P1-P2 y entre P1-P3, para cada grupo de entrenamiento.

EVOLUCIÓN GE1 POR DEPORTES EN DJ (cm)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		P-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	32,58±4,31 _a	8,93	33,42±5,21 _{ab}	9,25	34,13±4,68 _{ab}	8,71	37,58±2,10 _b	8,10	0,026*
P2	35,78±3,75 _a		36,83±5,72 _{ab}		37,38±5,00 _{ab}		40,89±2,44 _b		0,029*
P3	36,34±3,73 _a	10,34	37,51±5,59 _{ab}	10,90	38,65±5,18 _{ab}	11,68	41,55±2,54 _b	9,55	0,027*

Tabla 4.39. Evolución DJ por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

EVOLUCIÓN GE2 POR DEPORTES EN DJ (cm)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		P-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	31,71±3,53 _a	14,77	32,71±3,72 _a	12,89	33,95±3,52 _a	13,87	38,36±2,38 _b	12,28	0,000*
P2	37,21±3,31 _a		37,55±3,55 _a		39,42±3,89 _a		43,73±2,35 _b		0,000*
P3	37,91±3,14 _a	16,34	38,21±3,39 _a	14,40	40,52±3,89 _{ab}	16,21	44,26±2,32 _b	13,33	0,000*

Tabla 4.40. Evolución DJ por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

Al igual que en la prueba CMJ y como demuestran las tablas, el grupo en el que la mejora es más elevada con respecto a la P1 es el GE2 en todos los deportes, ya que el % de mejora es superior en este grupo a lo largo de las pruebas. En ambos grupos, los deportistas obtienen una mejora parecida aunque son los jugadores de voleibol cuya mejora es también algo inferior con respecto al resto de deportes y para los dos grupos. Para el GE1 la mejora oscila entre un 8 y un 9,5%, y en el GE2, varía entre 12 y 15%. En el pretest (P1) los resultados son parecidos en ambos grupos, pero sin embargo, los jugadores de balonmano son que mejores valores cualitativos obtienen en esta prueba, ya que en ambos grupos los deportistas incrementan en aproximadamente un 2% sus valores con respecto a la P2, y los jugadores de balonmano llegan hasta prácticamente el 3%.

En el GE1 aparecen diferencias estadísticamente significativas en las 3 pruebas realizadas y siempre entre los jugadores de voleibol y fútbol, mientras que en el GE2, las diferencias significativas ocurren en las tres pruebas pero no siempre entre los mismos grupos de deportistas. En las dos primeras son entre los jugadores de voleibol con los otros tres deportes, pero en la P3, es entre los jugadores de voleibol con los jugadores de fútbol y baloncesto, y no con los de balonmano debido a los efectos en el retest en este deporte (Figura 4.28).

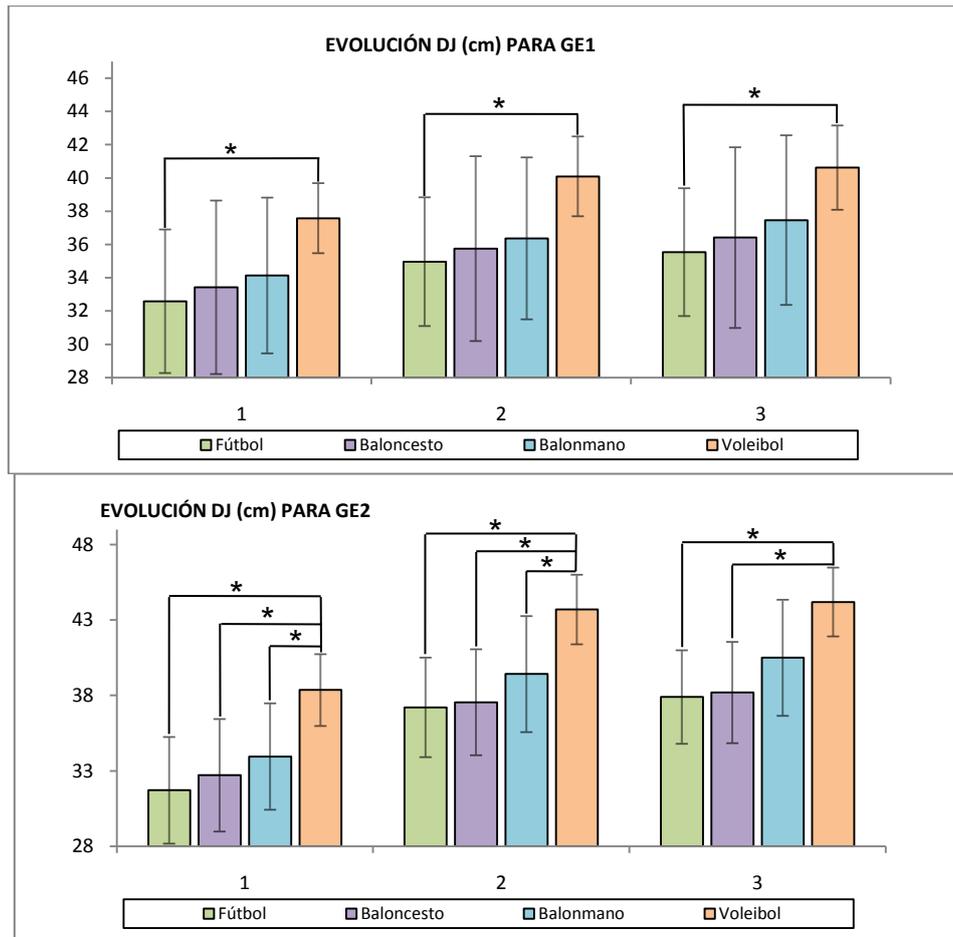


Figura 4.28. Prueba DJ por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En esta figura, y como ocurría en el CMJ, para el DJ los parámetros de la primera toma de datos se conservan inalterados a lo largo del proceso de entrenamiento, es decir, la mejoría existe en los dos grupos de entrenamiento y para los cuatro deportes de forma muy parecida. Únicamente en el GE2, en la tercera toma (retardo), la mejoría producida por los jugadores de balonmano hace que no se conserven las diferencias significativas con los jugadores de voleibol.

En las tablas 4.41 y 4.42 aparecen el p-valor para cada una de las tomas de datos en función del deporte para SJ, y el % de mejora obtenido entre P1-P2 y entre P1-P3, para cada grupo de entrenamiento.

EVOLUCIÓN GE1 POR DEPORTES EN SJ (cm)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		P-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	31,43±4,09 _a	9,00	31,64±4,92 _a	9,51	32,43±3,13 _{ab}	8,92	36,31±1,77 _b	6,99	0,006*
P2	34,54±3,42 _a		34,97±5,38 _{ab}		35,60±3,44 _{ab}		39,05±1,93 _b		0,017*
P3	35,02±3,18 _a	10,25	35,64±5,22 _{ab}	11,23	36,71±3,39 _{ab}	11,66	39,53±1,88 _b	8,14	0,015*

Tabla 4.41. Evolución SJ por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

EVOLUCIÓN GE2 POR DEPORTES EN SJ (cm)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		P-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	30,59±3,39 _a	14,96	31,05±3,70 _a	13,50	33,45±3,67 _{ab}	12,97	36,37±1,82 _b	11,72	0,000*
P2	35,98±3,12 _a		35,90±3,59 _a		38,44±3,75 _{ab}		41,21±1,90 _b		0,000*
P3	36,38±3,01 _a	15,90	36,62±3,34 _a	15,20	39,57±3,72 _{ab}	15,46	41,77±1,99 _b	12,92	0,000*

Tabla 4.42. Evolución SJ por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

Como demuestran las tablas, y al tratarse de un tipo de salto, el grupo en el que la mejora es más elevada con respecto a la P1 es el GE2 en todos los deportes, ya que el % de mejora es superior en este grupo a lo largo de las pruebas. En ambos grupos, y como ocurría con el salto CMJ, en el SJ los deportistas obtienen una mejora parecida salvo los jugadores de voleibol, cuya mejora es algo inferior con respecto al resto de deportes y para los dos grupos. Para el GE1 la mejora oscila entre un 9 y un 9,5%, mientras que en voleibol es de un 7%, y en el GE2, varía entre 13 y 15% para los 3 deportes y algo menos de 12% para voleibol. En el pretest (P3) ocurren dos aspectos que merecen la pena comentar: en primer lugar, se mantiene la tendencia de que los jugadores voleibol son los que menos incrementan su porcentaje con respecto a la P2 (apenas superan el 1% en ambos grupos); y por otra parte, los jugadores de balonmano son que mejores valores cualitativos obtienen en esta prueba, ya que en ambos grupos los deportistas (salvo voleibol) incrementan en aproximadamente un 2% sus valores con respecto a la P2, y los jugadores de balonmano llegan hasta prácticamente el 3%.

En el GE1 aparecen diferencias estadísticamente significativas en las 3 pruebas realizadas. En la P1 son los jugadores de voleibol con los jugadores de fútbol y baloncesto, pero tras el periodo de entrenamientos y en la P3 únicamente es entre los jugadores de voleibol y fútbol, ya que los jugadores de baloncesto mejoran más que los de voleibol y se pierde esta significatividad, Mientras tanto, en el GE2, las diferencias significativas ocurren en las tres pruebas y siempre entre los mismos

grupos de deportistas, jugadores de voleibol con los jugadores de fútbol y baloncesto, (Figura 4.29).

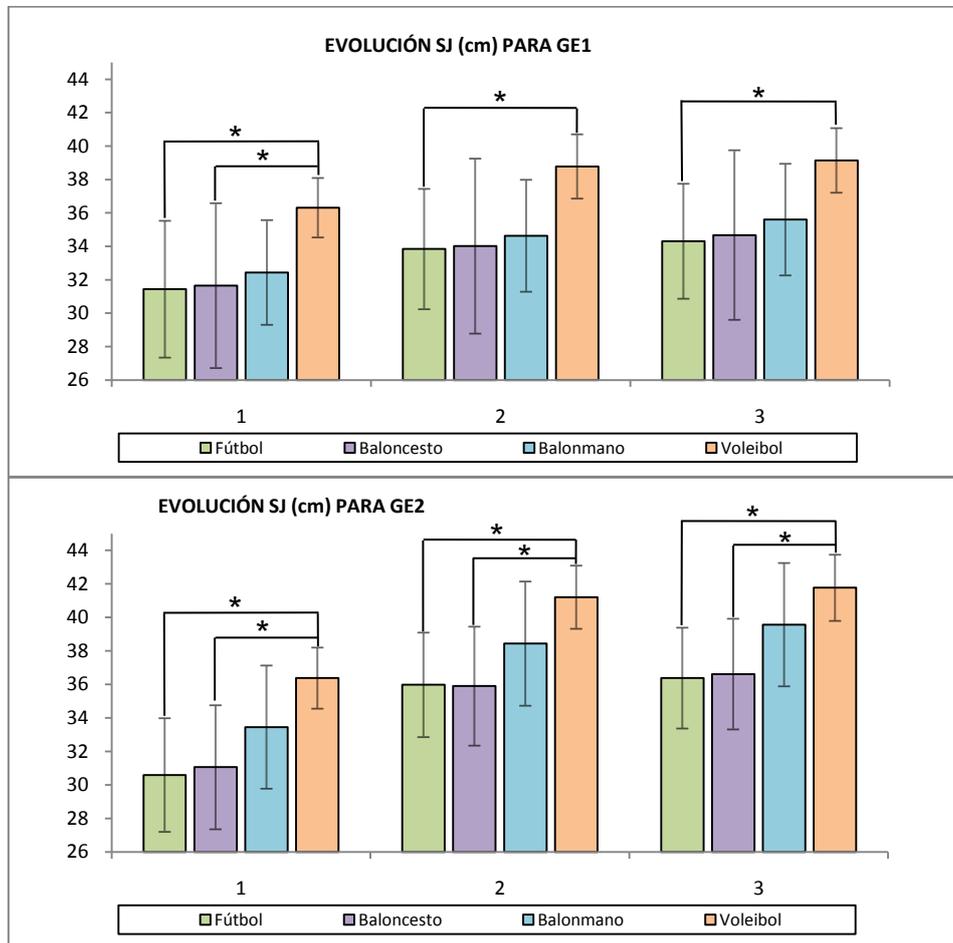


Figura 4.29. Prueba SJ por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En esta figura, para el GE2 se observa como los parámetros de la primera toma de datos se conservan inalterados a lo largo del proceso de entrenamiento, es decir, la mejoría existe para los cuatro deportes de forma muy parecida. Únicamente en el GE1, tras la intervención, en la toma 2, la mejoría producida por los jugadores de balonmano hace que no se conserven las diferencias significativas con los jugadores de voleibol.

En las tablas 4.43 y 4.44 aparecen el p-valor para cada una de las tomas de datos en función del deporte para SJ, y el % de mejora obtenido entre P1-P2 y entre P1-P3, para cada grupo de entrenamiento.

EVOLUCIÓN GE1 POR DEPORTES EN ABK (cm)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	38,06±4,84	9,46	40,91±5,13	8,58	39,22±5,57	9,21	40,66±4,56	9,34	0,428
P2	42,04±3,95		44,75±5,50		43,20±5,48		44,85±2,43		0,314
P3	42,59±3,88	10,63	45,46±5,35	9,99	44,54±5,36	11,95	45,46±2,38	10,55	0,276

Tabla 4.43. Evolución ABK por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

EVOLUCIÓN GE2 POR DEPORTES EN ABK (cm)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	37,41±4,99	12,59	40,31±3,94	13,53	39,65±5,06	12,80	41,09±1,70	11,76	0,131
P2	42,80±4,57		46,62±3,45		45,47±4,93		46,57±1,43		0,051
P3	43,43±4,23 _a	13,87	47,31±3,38 _b	14,79	46,98±4,76 _{ab}	15,60	47,17±1,69 _{ab}	12,93	0,022*

Tabla 4.44. Evolución ABK por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

Como demuestran las tablas, el grupo en el que la mejora es más elevada con respecto a la P1 es sigue siendo como en el resto de los tipos de salto el GE2 en todos los deportes, ya que el % de mejora es superior en este grupo a lo largo de las pruebas en los cuatro deportes. En los dos grupos de entrenamiento, los deportistas obtienen una mejora parecida, si bien es cierto que los jugadores de voleibol del GE2 están por debajo en la mejora cualitativa que le resto de deportes pero sin ser tan apreciable como en el resto de saltos, Para el GE1 la mejora oscila entre 9 y 9,5%, y en el GE2, varía entre 11,7% para voleibol y 13,5% para baloncesto. En cuanto al pretest (P3), en ambos grupos el efecto de retención es parecido para todos los deportes manos para el balonmano. Si para el resto de deportes es de aproximadamente un 1% en ambos grupos, para el balonmano es de 2% en GE1 y de 3% en GE2, confirmándose de nuevo la capacidad de retención para los componentes de este deporte.

En el GE1 no aparecen diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las 3 pruebas realizadas, mientras que en el GE2, las diferencias significativas ocurren únicamente en la P3 siendo entre los jugadores de fútbol y baloncesto. (Figura 4.30). Por tanto, en GE1, los efectos del entrenamiento no producen un cambio en las diferencias que existían antes del periodo de entrenamiento, y demostrando de esta manera su validez.; mientras que en el GE2, el efecto del retardo afecta de forma más positiva a los jugadores de baloncesto con respecto a los futbolistas en ABK.

Para una mejor comprensión de los mismos, a continuación aparecen reflejados de forma gráfica en la figura 4.30.

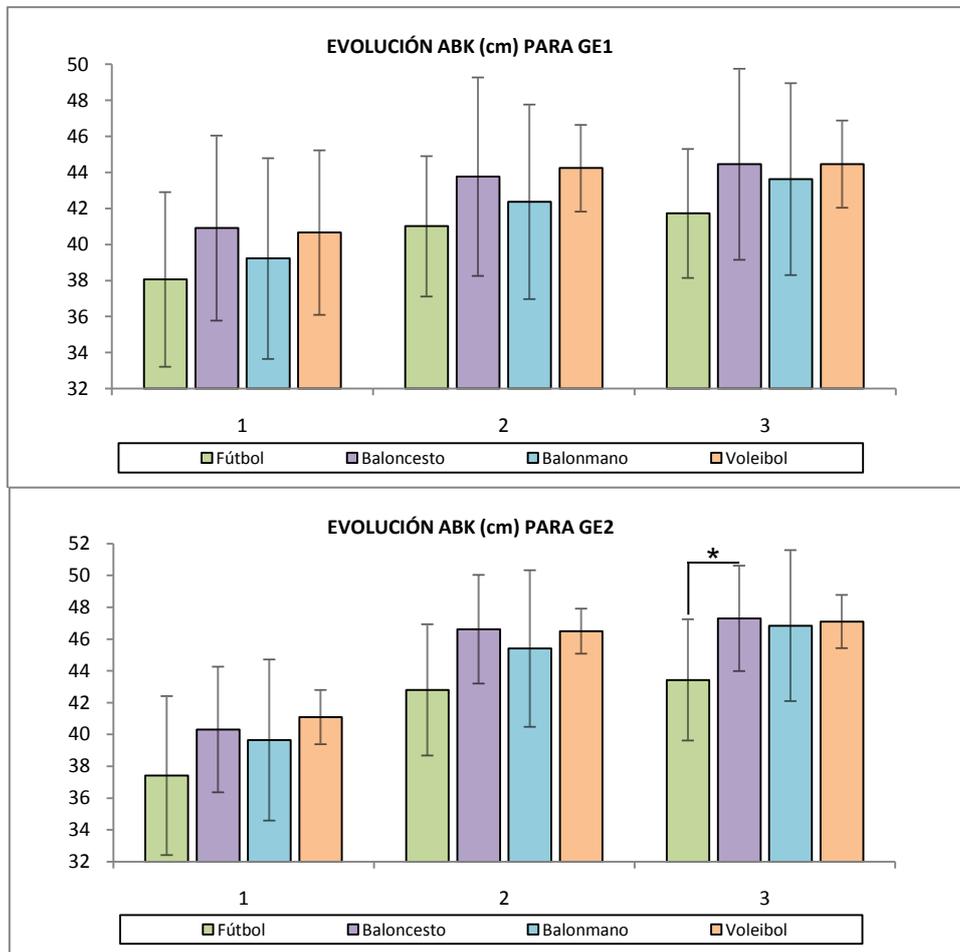


Figura 4.30. Prueba ABK por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

En este último tipo de salto, también observamos como el proceso de entrenamiento, influye para los cuatro deportes y los dos grupos de entrenamiento de forma muy parecida. Prácticamente una constante en la capacidad de salto reflejada en los 4 tipos de salto evaluados. En el caso de ABK únicamente en el GE2, tras la retención, en la toma 3, la mejoría producida por los jugadores de baloncesto hace que aparezcan diferencias significativas con los jugadores de fútbol.

VARIABLES DE FUERZA MÁXIMA Y FUERZA EXPLOSIVA DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR

Una vez observados los resultados referentes a la extremidad inferior, a continuación y de igual manera, con objeto de ver la influencia de cada tipo de entrenamiento en cada deporte, se expone la evolución de los resultados en cada una de las tomas de datos para la extremidad superior.

En el apartado anterior se demostraba como no existía significatividad alguna en la evolución de los resultados para el grupo control (GC); por ello, en el presente apartado no se representarán los resultados para dicho grupo.

En las tablas 4.45 y 4.46 aparecen el p-valor para cada una de las tomas de datos en función del deporte para 1 RM en press de pecho, y el % de mejora obtenido entre P1-P2 y entre P1-P3, para cada grupo de entrenamiento.

EVOLUCIÓN GE1 POR DEPORTES EN 1 RM PARA PRESS DE PECHO (kg)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	61,19±7,26 _b	15,71	69,61±4,52 _a	14,02	63,29±7,89 _{ab}	17,88	69,56±6,37 _a	18,07	0,003*
P2	72,60±6,47 _a		80,96±4,29 _{bc}		77,07±7,73 _{ca}		84,91±5,74 _b		0,000*
P3	75,47±6,97 _a	18,91	82,71±4,26 _b	15,83	82,38±8,63 _{ab}	23,17	87,24±6,35 _b	20,26	0,000*

Tabla 4.45. Evolución 1 RM en press de pecho por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

EVOLUCIÓN GE2 POR DEPORTES EN 1 RM PARA PRESS DE PECHO (kg)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	61,61±4,33 _a	14,41	69,41±4,65 _{ab}	11,45	63,72±7,29 _{ab}	11,69	70,84±8,49 _b	11,33	0,001*
P2	71,98±4,51 _a		78,39±5,22 _{ab}		72,16±7,69 _a		79,89±7,83 _b		0,003*
P3	73,69±4,40 _a	16,39	80,19±5,41 _b	13,45	74,76±7,45 _{ab}	14,76	81,52±7,39 _b	13,10	0,004*

Tabla 4.46. Evolución 1 RM en press de pecho por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

Como se observa en las tablas, en términos generales la mejora es más sustancial en el GE1, puesto que el % de mejora es superior en este grupo a lo largo de las pruebas que en el GE2. Además, esta mejora es mayor en los jugadores de balonmano y voleibol, tanto en la P2 como en el retest (P3). Para el fútbol, los resultados son los parecidos con ambos métodos en todas las mediciones.

En el GE1 aparecen diferencias estadísticamente significativas en la P1 entre los futbolistas con los jugadores de baloncesto y voleibol. En la P2 también entre futbolistas con jugadores de baloncesto y voleibol y, además entre los jugadores de balonmano con los jugadores de voleibol. En la P3 para este mismo GE1, las

diferencias ocurren al igual que en la P1, entre futbolistas con jugadores de baloncesto y voleibol.

Para el GE2, las diferencias significativas ocurren en las tres pruebas y no de idéntica forma. En la P1 entre jugadores de fútbol con los de baloncesto y voleibol (igual que en P1 para GE1); en la P2 entre jugadores de voleibol con jugadores de fútbol y balonmano; y en la P3 entre jugadores de fútbol y voleibol. (Figura 4.31).

Para una mejor comprensión de los resultados por deportes teniendo como referencia las 3 pruebas, a continuación aparecen reflejados de forma gráfica en la figura 4.31.

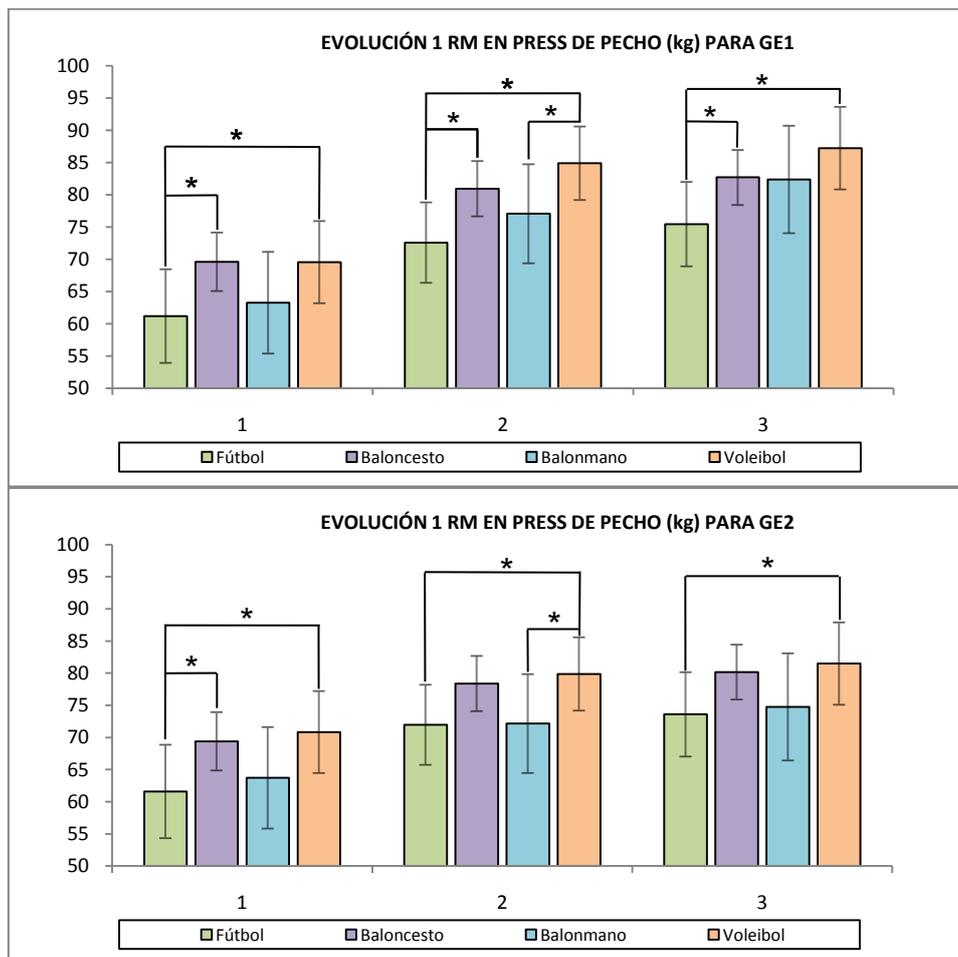


Figura 4.31. 1 RM en press de pecho por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

RESULTADOS

En las tablas 4.47 y 4.48 aparecen el p-valor para cada una de las tomas de datos en función del deporte para potencia media en press de pecho, y el % de mejora obtenido entre P1-P2 y entre P1-P3, para cada grupo de entrenamiento.

EVOLUCIÓN GE1 POR DEPORTES EN POTENCIA MEDIA EN PRESS DE PECHO (W)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	263,52±22,51	9,65	284,15±27,24	7,78	264,89±38,61	7,60	260,16±17,89	7,55	0,135
P2	291,69±23,88		308,16±27,14		286,70±41,28		281,43±17,65		0,126
P3	296,51±25,23	11,12	314,18±28,35	9,55	298,31±40,53	11,20	287,26±17,40	9,43	0,152

Tabla 4.47. Evolución potencia media en press de pecho por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

EVOLUCIÓN GE2 POR DEPORTES EN POTENCIA MEDIA EN PRESS DE PECHO (W)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	277,90±39,75	10,01	277,20±26,42	10,12	274,38±24,16	11,21	264,30±27,52	10,60	0,674
P2	308,81±36,61		309,25±27,55		309,04±24,83		295,66±26,98		0,633
P3	313,77±36,89	11,43	315,22±28,04	12,09	320,37±25,17	14,35	300,39±25,75	12,01	0,426

Tabla 4.48. Evolución potencia media en press de pecho por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

Al revisar las tablas anteriores (4.39 y 4.40), en términos generales la mejora es más apreciable en el GE2, al ser el % de mejora superior en este grupo a lo largo de las pruebas en detrimento del GE1. Además, en este segundo grupo de entrenamiento esta mejora es mayor en los jugadores de balonmano, tanto en la P2 como en el retest (P3), mientras que en el resto de deportes la mejora es muy parecida con valores en torno a 10%. Cabe decir, que al igual que ocurría con la prueba de 1 RM en ½ sentadilla, para el fútbol los resultados son los parecidos con ambos grupos de entrenamiento.

En ambos grupos, GE1 y GE2, no aparecen diferencias estadísticamente entre deportes a lo largo de las pruebas efectuadas (Figura 4.32), haciendo ver de esta manera la eficacia del entrenamiento planteado en cada grupo en los 4 deportes, ya que si bien un grupo mejora más que otro, y la mejora en los deportes no es todos la misma, estas diferencias son menores no llegan a ser significativas.

RESULTADOS

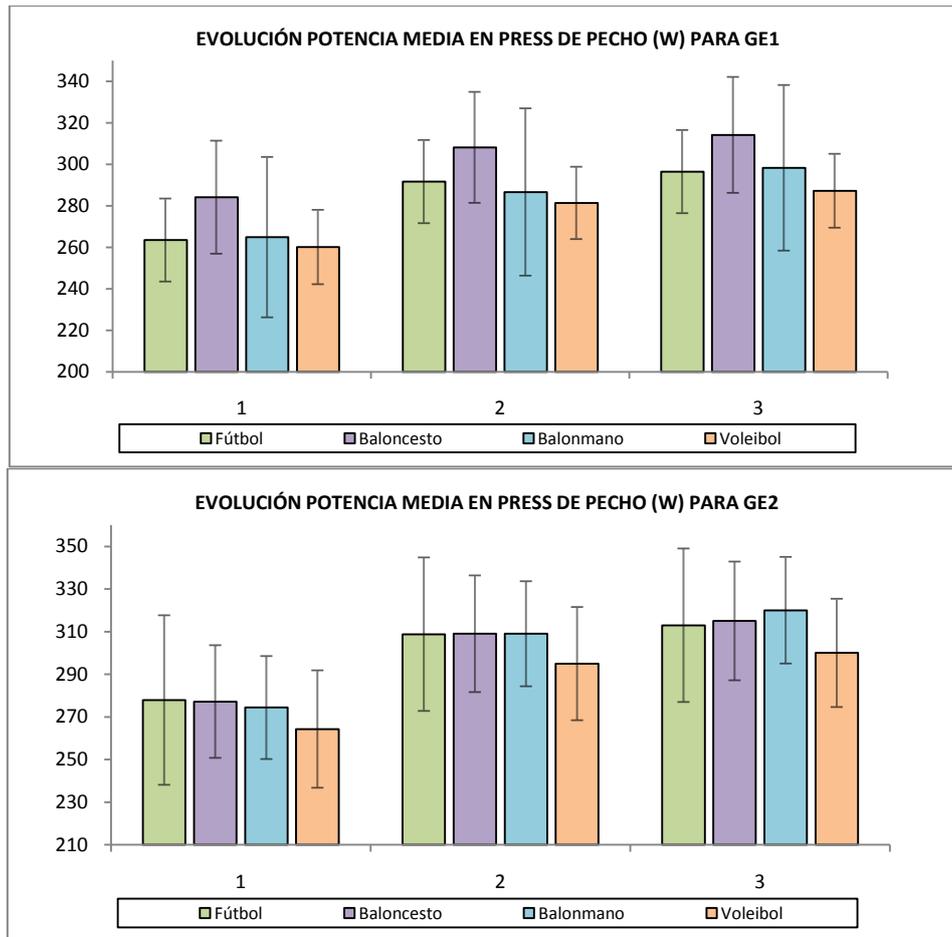


Figura 4.32. Potencia Media en press de pecho por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2. *Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$.

Para finalizar con la última variable evaluada, en las tablas 4.49 y 4.50 aparecen los p-valor para cada una de las tomas de datos en función del deporte para potencia máxima en press de pecho, y el % de mejora obtenido entre P1-P2 y entre P1-P3, para cada grupo de entrenamiento.

EVOLUCIÓN GE1 POR DEPORTES EN POTENCIA MÁXIMA EN PRESS DE PECHO (W)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media \pm SD	%	Media \pm SD	%	Media \pm SD	%	Media \pm SD	%	
P1	471,26 \pm 43,38 _b	8,59	610,60 \pm 33,75 _a	6,49	559,04 \pm 69,05 _a	6,09	576,81 \pm 12,15 _a	5,39	0,000*
P2	515,57 \pm 44,73 _b		652,99 \pm 35,53 _a		595,34 \pm 71,96 _c		609,70 \pm 40,39 _{ac}		0,000*
P3	522,20 \pm 45,66 _b	9,75	666,66 \pm 34,19 _a	8,40	612,19 \pm 72,05 _a	8,68	619,78 \pm 43,71 _a	6,93	0,000*

Tabla 4.49. Evolución potencia máxima en press de pecho por deportes en GE1 en cada una de las pruebas efectuadas. Media \pm SD. * Diferencias estadísticamente significativas, $p < 0.05$. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

EVOLUCIÓN GE2 POR DEPORTES EN POTENCIA MÁXIMA EN PRESS DE PECHO (W)									
	Fútbol (N=15)		Baloncesto (N=12)		Balonmano (N=11)		Voleibol (N=12)		p-valor
	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	Media ± SD	%	
P1	469,24±25,80 _b	8,89	609,29±30,41 _a	6,77	609,29±30,41 _a	6,36	581,87±65,11 _a	6,00	0,000*
P2	515,04±29,30 _b		653,60±32,01 _a		653,60±32,01 _a		619,07±62,80 _a		0,000*
P3	523,42±29,37 _b	10,35	667,68±31,11 _b	8,74	667,68±31,11 _b	8,16	628,93±62,45 _b	7,48	0,000*

Tabla 4.50. Evolución potencia máxima en press de pecho por deportes en GE2 en cada una de las pruebas efectuadas. Media ± SD. * Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05. % entre P1-P2 y entre P1-P3.

En las tablas anteriores (4.49 y 4.50), se aprecia como en términos generales la mejora es más apreciable en el GE2 (al igual que en la prueba de potencia media), al ser el % de mejora ligeramente superior en este grupo a lo largo de las pruebas en detrimento del GE1. En ambos grupos de entrenamiento esta mejora es mayor en los futbolistas, tanto en la P2 como en el retest (P3), mientras que en el resto de deportes la mejora es muy parecida con valores en torno a 6% en la P2 respecto a la P1.

En ambos grupos, aparecen diferencias estadísticamente entre deportes a lo largo de las 3 pruebas (Figura 4.33). En GE1, aparecen entre los futbolistas con el resto de deportes; y además, en la P2 entre los jugadores baloncesto con los de balonmano. Mientras que en GE2 son siempre entre futbolistas y el resto de deportes.

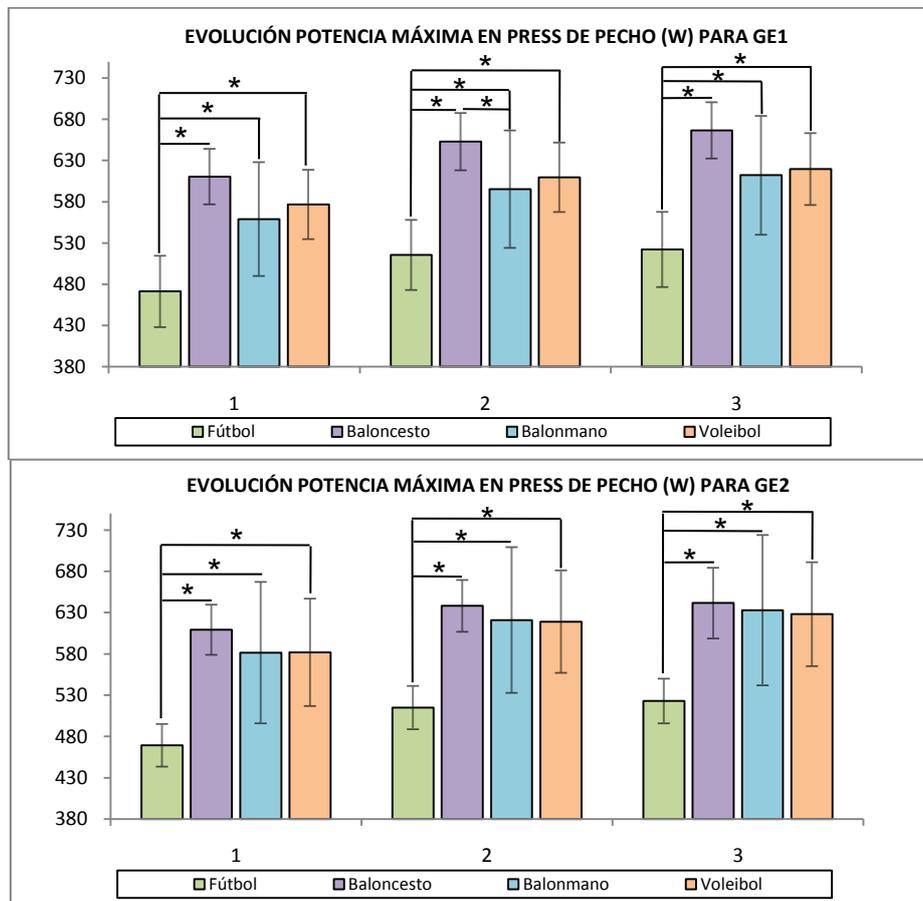


Figura 4.33. Potencia Máxima en press de pecho por deportes en cada una de las pruebas efectuadas en GE1 y GE2. *Diferencias estadísticamente significativas, p<0.05.



5- DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

5.1 PRETEST

En la discusión de la primera fase del estudio se hace un análisis descriptivo dividiéndose en dos grandes apartados haciendo referencia a los resultados obtenidos en las variables de carácter antropométrico, así como a aquellos extraídos de las variables de fuerza máxima y de fuerza explosiva, tanto para la extremidad inferior como la extremidad superior. Dentro de cada apartado aparecen cada uno de los cuatro deportes analizados. El tratamiento de las variables de fuerza se ve simplificado puesto que en la segunda parte de la discusión el análisis de dichas variables, con la influencia del entrenamiento, se convierte en la parte fundamental de esta Tesis Doctoral.

5.1.1 Variables antropométricas.

FÚTBOL

Como dato preliminar se hace imprescindible señalar que es complicado encontrar un perfil antropométrico específico que pueda relacionarse con el éxito deportivo en el fútbol, ya que los parámetros que en aquél se engloban no siempre son determinantes en el rendimiento en la competición, (Rienzi y cols. 2000; Ostojic, 2003). De hecho, tal y como indica Liparotti, (2004) existen diversas tipologías en los jugadores y se producen rendimientos muy dispares en futbolistas con tipología similar. A pesar de ello resulta interesante determinar el perfil antropométrico en función de la posición ocupada habitualmente en el terreno de juego con el objetivo de atender al principio de especificidad e individualización del entrenamiento e incidir en cada caso en los puntos débiles de las futbolistas (Vescovi y cols. 2006).

Diferencias antropométricas se encontraron entre los jóvenes jugadores de fútbol para la masa corporal y los componentes endomórfico y ectomórfico de acuerdo con las diferentes posiciones de juego. Los porteros son los jugadores más altos y pesados, este modelo también ha sido reportado para porteros adultos profesionales (Matkovic y cols. 2003; Arnasson y cols. 2004), y con jóvenes porteros de élite (Malina y cols. 2000; Gil y cols. 2007). Los niños más grandes se han seleccionado para esta posición, a veces desde edades muy jóvenes. Hemos encontrado que los porteros también se presenta los niveles más altos de porcentaje de grasa. Hallazgos similares han sido descritos previamente (Davies y cols. 1992; Garganta y cols. 1993a; Casajús y Aragonés 1997; Rico-Sanz, 1998; Liparotti, 2004). A medida que la posición se aleja de la portería el porcentaje graso va disminuyendo, aunque en ocasiones se observa un ligero aumento en la figura del delantero (Garganta y cols. 1993a; Liparotti, 2004; Silvestre y cols. 2006). A pesar de las demandas fisiológicas y energéticas de los porteros son diferentes de los jugadores de campo, la cantidad de grasa no debe exceder de 11,5 a 12% para un jugador de fútbol con independencia de su posición de juego (Gil y cols. 2007). Por otra parte, la afirmación de que los porteros no necesitan

entrenar tan duro como el resto del equipo porque piensan que su puesto no requiere una alta demanda es errónea, ya que una mayor cantidad de grasa disminuye significativamente el rendimiento en saltos y acciones de velocidad, además también de tener una correlación negativa con la resistencia y la agilidad (Gil y cols. 2005 y 2007). Rico-Sánz (1998) indica que son los centrocampistas los que menos grasa acumulan, algo que difiere de los resultados obtenidos en la muestra aquí analizada donde el menor contenido graso se registraba en los delanteros con 11,31%, si bien el valor de los centrocampistas de era muy diferente (11,51%).

En el análisis del porcentaje de masa muscular por posiciones, los papeles se invierten respecto a los datos obtenidos en el porcentaje de grasa, ya que son los delanteros los que tienen mayor masa muscular y los porteros y defensas los que menos, pero sin diferencias estadísticamente significativas en ambas variables.

Según Esparza y cols. (1993) en términos generales, los deportistas muestran tendencias marcadas al predominio del segundo componente del somatotipo (mesomorfia) algo que ocurre en la muestra analizada no sólo respecto a al fútbol y sus posiciones específicas de juego, sino que también al resto de posiciones en los otros 3 deportes del presente estudio.

BALONCESTO

En el deporte del baloncesto, se demuestra claramente una progresiva mejora en las capacidades fisiológicas y antropométricas de los jugadores en función de la edad. Además, estos factores difieren claramente y gran medida según la posición específica de cada jugador (Abdelkrim y cols. 2010). En este sentido, los jugadores menores de 18 años pesaban menos y su estatura era menor que jugadores sub-20, reflejándose como los parámetros morfológicos que avanzan a lo largo de la pubertad se estabilizan presumiblemente a la edad de 20 años (Tanner, 1982). Inversamente, el porcentaje de grasa corporal es mayor en los menores de 18 años. Esto puede ser una consecuencia de la diferencia que puede haber en el volumen de entrenamiento y la intensidad en ellos con respecto a la de los equipos seniors. De hecho, está demostrado que un nivel de ejercicio prolongado y duradero reduce la grasa corporal (Muthiah y Sodhi, 1980; Tavino y cols. 1995).

Independientemente de la edad, los pivots y ala-pivots demuestran tener la estatura más alta y los niveles de potencia más elevados con respecto a los aleros y los bases (Lamonte y cols. 1999; Latin y cols. 1994; Ostojic y cols. 2006; Abdelkrim y cols. 2010) algo que está en consonancia con nuestra muestra y que refleja, a su vez, la mayor masa corporal y envergadura que necesitan los pivots para poder desenvolverse en el “poste bajo” con todas las acciones de bloqueos, choques y rebotes (Abdelkrim y cols. 2010). También los pivots han demostrado tener una mayor grasa corporal con respecto a aleros y bases. Algo coherente puesto que en bases y aleros, un tejido adiposo inferior es una efectiva para el rendimiento debido a su mayor movilidad en el campo (Miller y Barlett, 1994). Hoffman y cols. (1996) afirmaron de que el componente de capacidad anaeróbica (saltos, verticales, velocidad, agilidad,...)

representa los factores principales en el tiempo de juego en baloncesto. De esta manera, los saltos evaluados en nuestro trabajo nos pueden orientar sobre aspectos fundamentales en el rendimiento de este deporte. El resultado para la capacidad demuestra como los bases obtienen los mejores valores y los pivots los peores, tal y como también obtuvieron en sus estudios Vaquera y cols. (2003) y Abdelkrim y cols. (2010). Si hubiéramos evaluado la velocidad, seguramente los resultados estarían en correlación con lo anterior ya que los bases actúan con un mayor ritmo de juego en distancias cortas, estableciendo el ritmo de juego necesario acelerándolo o reduciéndolo con giros, arrastres o cambios de dirección (Grosgeorge, 1990). Todos estos resultados sugieren que los pivots poseen una mayor capacidad de producir potencia, pero la masa corporal y el porcentaje de grasa corporal afectan a estos jugadores mermandoles en cuanto a la capacidad de salto.

En este deporte, los entrenadores evitan comenzar en la pubertad el trabajo con sobrecargas por miedo a frenar el crecimiento en altura (Hoare, 2000). Sin embargo, con el trabajo controlado no tiene porque existir riesgos.

Con respecto a la fuerza máxima, los pivots obtienen los valores más elevados y los bases los más bajos. Esto se puede atribuir al hecho de que el éxito de los pivots en los que se encuentran más cerca de las canastas requieren de fuerza isométrica principalmente junto acciones lentas pero intensas de de contracciones concéntricas y excéntricas ante una fuerte resistencia como es la masa corporal del oponente (Grosgeorge, 1990; Hoare, 2000). Sin embargo, bases y aleros no son tan robustos y se hace más incómodo con ellos en los niveles de habilidad y capacidad de salto y desplazamiento, haciendo menos énfasis en la fuerza de la extremidad superior del cuerpo. Con respecto al trabajo de sentadillas, Chaouchi y cols. (2009) demuestran como un buen valor en esta variable es importante para el rendimiento en baloncesto correlacionándola con el esprint en distancias cortas.

BALONMANO

Tras la realización de la revisión bibliográfica correspondiente, como principal dificultad a la hora de abordar la discusión, han sido muy escasos los artículos encontrados relacionados con las variables antropométricas en balonmano por puestos específicos.

A tenor de los resultados, se indica que los jugadores más altos y pesados son los pivotes, laterales y porteros, siendo los centrales y extremos los que presentan menores valores en estas variables datos que coinciden con los de Srhorj y cols. (2003) y Giordani y cols. (2007).

Siguiendo a Vila y cols. (2008), estas características son necesarias para ayudar a realizar acciones más efectivas dentro de sus respectivos puestos. Para los laterales y pivotes: la altura, les permite mejor campo de visión; el peso, obtener ventaja en el uno contra uno, para poder luchar por una posición entre la defensa y mantenerla; y la envergadura, poder recibir balones aéreos. Al portero le permite poder ocupar el mayor espacio dentro de la portería, y poder alcanzar con mayor facilidad los ángulos

de la misma. Aunque estas diferencias tan sólo han sido significativas en la variable peso entre este puesto específico de extremo con los pivotes y porteros. Se confirma una tendencia del juego actual, que es la importancia de un pivote grande, que cada vez interviene más en el juego, junto con la primera línea de juego en la que los factores antropométricos son muy importantes (Moreno, 2004; Giordani y cols. 2005). Concluyendo en este sentido que estas variables, junto con la longitud transversal de la mano, constituyen los factores antropométricos más importantes para un jugador de balonmano (Ávila, 1996; Vila, 2002; Srhoj y cols. 2002; Moreno, 2004).

Corresponde a los laterales y pivotes los mayores niveles de adiposidad expresados en el porcentaje de grasa, dato que no concuerda con los resultados mostrados en los estudios de Giordani y col. 2007; Srhoj y cols, 2002, y Vila y cols. 2008, ya que en estos resultados los porteros obtenían mayor porcentaje de grasa que los laterales.

Analizando el somatotipo de cada puesto, nuestros jugadores presentan un somatotipo meso-endomórfico salvo los extremos, donde se encuentran al límite de la ectomorfia. En otros estudios se encontraron diferencias entre el puesto de extremo con el de pivote y portero concluyendo con la existencia de diferencias en el somatotipo entre los diferentes puestos específicos, sobre todo entre la primera línea ofensiva y porteros con la segunda línea ofensiva. El componente mesomórfico fue el superior en todos los puestos específicos, este aumento está en consonancia con los requisitos del balonmano, deporte en el que la robustez músculo-esquelética es importante, mientras que la ectomorfia mostró los valores inferiores (Carter y Heath. 1990; Malina y Bouchard. 1991; Esparza. 1993; Frago y Vieira. 2000).

VOLEIBOL

En cuanto a los jugadores de voleibol, nuestros resultados se encuentran por encima para todas las posiciones comparados con atletas juveniles de Inglaterra (Duncan y cols. 2006, pero inferiores a los de Fonseca y cols. (2010) a los de la selección juvenil italiana de 2005 (Ciccarone y cols., 2005). Por tanto, nuestros jugadores muestran puntuaciones intermedias de masa corporal de acuerdo con el modelo internacional de la categoría juvenil. Al estar todavía por debajo de los resultados de muchos autores, se sugiere recibir entrenamientos que optimicen el aumento de masa muscular. Esta afirmación puede ser confirmada por los hallazgos de Zary y Fernandes Filho (2007), que muestran una tendencia de los jugadores de las selecciones brasileñas masculinas de voleibol a presentar una masa delgada relativa cada vez más elevada hasta alcanzar la categoría de adultos, si bien el parámetro de crecimiento muscular y en altura no ha alcanzado el zenit en estas edades. Los resultados de la masa corporal de este estudio no corroboraron los estudios de Duncan et al. y Ciccarone et al. (2008), que no encontraron diferencias entre las distintas posiciones técnicas y tácticas en atletas de la categoría juvenil, sin embargo, en estos dos estudios, el líbero no se incluyó en el proceso de verificación de las medidas antropométricas. Ya Marques y cols. (2009) encontraron diferencias

significativas entre líberos y todas las demás posiciones en los atletas adultos, a excepción de colocadores. A pesar de eso, los resultados obtenidos corroboran los datos facilitados por Ciccarone y cols. (2005) que señalan a los centrales como los atletas con la masa corporal superior y líberos y colocadores con menor peso corporal entre los puestos técnicos y tácticos. Sólo el estudio de Duncan y cols. (2006) no muestra resultados similares, probablemente debido a la baja estatura encontrada por los centrales.

Con respecto a la talla, los datos obtenidos en este estudio fueron inferiores a los de los atletas de la selección brasileña juvenil de voleibol masculina de 2000 y 2003 que obtuvieron Salem y Zary (2004), algo similar ocurre con los resultados de Duncan y cols. (2006) y Ciccarone y cols. (2005), si bien en nuestro estudio son claramente los centrales los que alcanzan mayor talla, en estos dos trabajos son las posiciones de opuestos y centrales quienes están al alza de forma similar. Tal y como afirman Fonseca y cols. (2010), el proceso de selección de talentos en voleibol a nivel internacional ha tratado de elegir a jugadores con altura elevada independientemente de la posición (salvo líberos), incluido el colocador, el cuál en nuestro estudio aparece junto con los líberos con las tallas más baja.

Al analizar el porcentaje de grasa, encontramos resultados superiores para todas las posiciones con respecto a los estudios en los que la muestra era jugadores juveniles de nivel internacional, como los de Salem y Zary (2004), Ciccarone y cols. (2005), ó Stanganelli y cols. (2008). Y sensiblemente inferiores a los de Flores y cols. (2009). Si bien es cierto, que nuestros resultados no coinciden con los de Salem y Zary (2004) en cuanto a que ellos afirman que son los centrales y los opuestos los que poseen mayor porcentaje graso, mientras que para nuestros datos son los centrales y también los líberos.

En relación con las posiciones específicas de juego para los componentes el somatotipo aparecen diferentes resultados en la bibliografía. Gualdi-Russo y Zaccagni (2001) verificaron la existencia de diferencias significativas entre colocadores y centrales para los 3 componentes, y entre centrales y receptores para el componente ectomórfico. Duncan y cols. (2006) también obtuvieron diferencias significativas entre los centrales y colocadores en relación con la ectomorfía y mesomorfía. Sin embargo, en el presente estudio, la figura del líbero es la que tiene diferencias significativas con el resto de posiciones para los componentes endomórfico y ectomórfico. Estos datos sugieren la existencia de diferencias entre los componentes del somatotipo en relación con la posición técnica y táctica. A nivel general, en los estudios con jugadores internacionales juveniles, los componentes predominantes son el ectomórfico y el mesomórfico; mientras que en nuestro estudio, a pesar de que en este deporte el componente ectomórfico es superior al resto de los otros 3 deportes, sigue prevaleciendo la mesomorfía.

5.1.2. Variables de fuerza máxima y fuerza explosiva

Los valores obtenidos para la fuerza explosiva de la extremidad inferior en el caso de los futbolistas están en consonancia con la mayor parte de los estudios extraídos de la bibliografía (Casáis y cols, 2003; Coceres y Zubeldía, 2004) a excepción de los resultados registrados por estos autores en ABK, que son ligeramente superiores a los de la presente muestra. En lo que hace referencia a valores de fuerza máxima, al comparar nuestros resultados con los obtenidos por García y cols.. (2004) podemos observar que en su muestra de futbolistas, se registraban valores superiores tanto para la RM en ½ sentadilla como para el press de pecho.

En lo que hace referencia al baloncesto, los resultados obtenidos en fuerza explosiva de tren inferior están en línea con los mostrados por Vaquera y cols. (2001, 2002) pero son inferiores a los de García y cols. (1997) y Abdelkrim y cols. (2010), si bien el primero trató con jugadores profesionales de Liga ACB y el último con sujetos internacionales de nivel mundial, lo que puede en parte explicar la diferencia de resultados. Para los valores de 1RM en ½ sentadilla y press de pecho, los datos aquí obtenidos son superiores a los registrados por García y cols. (2004) al igual que ocurría en el caso de los futbolistas. Sin embargo los registros obtenidos en 1RM de press de pecho son inferiores a los reseñados por Abdelkrim y cols. (2010), aunque de nuevo dicha diferencia puede explicarse analizando las características de su muestra.

Por otro lado, en balonmano encontramos una mayor variedad de valores obtenidos por diferentes autores. Para el tren inferior nuestros datos son muy inferiores, tanto para 1 RM en ½ sentadilla (Izquierdo y cols., 2002) como para ABK (Gorostiaga y cols., 2005). En el tren superior ocurre lo mismo con 1 RM en press de pecho, valores significativamente inferiores a los obtenidos por Izquierdo y cols. (2002), Gorostiaga y cols. (2005), Lauletta (2005) y Hermassi y cols. (2010). Por el contrario, obtenemos mayor Potencia Máxima en press de pecho que los jugadores evaluados por éstos.

En lo que respecta al voleibol, los resultados aquí obtenidos en tren inferior se asemejan a los de García y cols. (2004) en 1 RM en ½ sentadilla, pero son inferiores en el CMJ a los mostrados por Palao y cols. (2001) y Marques y cols. (2009). Esta inferioridad aparece también en el SJ (Palao y cols., 2001). Para la 1 RM en press de pecho, la potencia media y la potencia máxima en el mismo ejercicio, los presentes resultados son ligeramente inferiores a los de Drinkwater y cols. (2007).

FÚTBOL

Al analizar comparativamente los valores de fuerza en función de la posición habitual en el terreno de juego en futbolistas; y de la misma manera que ocurría en el trabajo de Coceres y Zubeldía (2004), los centrocampistas obtienen los valores más bajos en 1 RM en ½ sentadilla, registrándose valores similares en el resto de posiciones. Según lo obtenido en el presente estudio y en la mayoría de los estudios consultados, no parece existir una posición específica que obtenga valores

significativamente superiores en la batería de saltos de Bosco (Malina et al., 2004; Izquierdo et al., 2008). Esto está en contraposición a lo que ocurría en el estudio de Coceres y Zubeldia (2004), en el que los porteros tenían los valores más elevados en todos los tipos de salto, algo en principio lógico debido a la importancia de la potencia de piernas en ese puesto en concreto donde existe una necesidad permanente de realizar saltos horizontales y verticales (Vescovi et al., 2006). En cuanto a la fuerza explosiva de la extremidad superior, son los porteros quienes mejores resultados obtienen en todas las variables, algo que puede estar directamente influenciado por el hecho de que éstos son los únicos que tienen permitido utilizar el tren superior. De aquí la importancia del trabajo de la potencia y la fuerza explosiva para mejorar la velocidad en los miembros superiores planteada por algunos autores (Poveda, 2010). En 1 RM para press de pecho, el valor obtenido por los porteros es ligeramente inferior al de Zubeldia y Mazza (2006) para sujetos de la misma edad.

BALONCESTO

En la presente muestra, los pivots obtienen mayores valores en las dos variables de fuerza máxima, seguidos de los aleros, siendo los bases los que peores registros obtienen (Latin y cols, 1994; LaMonte y cols., 1999; Abdelkrim y cols., 2010). Si se tiene en cuenta la función específica de los pivots de fijar posiciones que implican contactos estáticos durante los bloqueos y tracciones con otros jugadores para ganar la posición en los mismos (Abdelkrim y cols., 2010) puede comprenderse esa superioridad en fuerza máxima. Sin embargo, éstos obtienen los peores valores en todos los saltos analizados siendo en este caso los bases los que obtienen un rendimiento superior, seguidos por los aleros (Vaquera y cols., 2001 y 2002). Estos jugadores, sobre todo los bases, aplican su fuerza de una forma más dinámica que los pivots puesto que realizan más aceleraciones y deceleraciones a lo largo del partido (Grosgeorge, 1990).

BALONMANO

Al analizar el balonmano, observamos que los mejores resultados en 1 RM en $\frac{1}{2}$ sentadilla son para los centrales y los pivotes aunque no aparecen diferencias significativas. Por el contrario, son los extremos los que mejores datos obtienen en los saltos. Teniendo en cuenta que la mayoría de los lanzamientos efectuados por éstos en competición se hacen en suspensión, en favor de una adecuada selección del tiro, podríamos encontrar ahí la explicación a esa superioridad. Además, los extremos, al jugar a mayor distancia respecto de sus defensores pares, buscando ampliar espacio cuando el balón circula por zona contraria, realizan un mayor número de pases y acciones que implican saltos. Cabe destacar en este sentido a los extremos como jugadores que cuando realizan un salto para finalizar una acción por su zona lo hacen con el objetivo de alcanzar la máxima profundidad, razón por la cual son quienes manifiestan las cifras de salto más elevadas de entre todos los puestos estudiados

(C.S.D./R.F.E.BM., 1995; Madrera, Herrero, Fernández y Martínez, 2003). Para el tren superior, los mejores valores son para los centrales y los pivotes, algo que no concuerda con lo obtenido en otros estudios (Gorostiaga et al., 2005; Chaouachi et al., 2009) en los que no existía esa superioridad entre éstas y el resto de demarcaciones. Los centrales y laterales, al ser jugadores de primera línea lanzan a gol un mayor número de veces (Madrera et al., 2003) puesto que lo realizan desde zonas frontales a portería (Román, 1998), y por ello pueden presentar mayor fuerza explosiva en la extremidad superior (C.S.D./R.F.E.BM., 1995).

VOLEIBOL

Por último, en el caso el voleibol para el tren inferior, hay tres figuras que obtienen los mejores valores: opuestos, receptores y centrales. En este deporte, el tener una mayor fuerza máxima de tren inferior (1 RM en ½ sentadilla) se corresponde con una mayor fuerza explosiva evaluada a partir de la batería de saltos, algo que coincide con las conclusiones extraídas por Sheppard et al. (2008). Sin embargo, Marqués et al. (2009) obtuvo datos de colocadores en CMJ superiores al resto de posiciones siendo su 1 RM en ½ sentadilla el valor más bajo. Para el tren superior, el mismo autor (Marques et al., 2009), obtuvo los datos similares a los de nuestro estudio en 1 RM en press de pecho, puesto que en este caso también las figuras de centrales, opuestos y receptores obtenían los valores más altos. Los líberos registran los valores más bajos, algo que pudiera esperarse si se tiene en cuenta la falta de acciones específicas de ataque durante el juego (Marques et al., 2009).

A modo de conclusión general de esta primera fase es preciso señalar que existen diferencias en los patrones de fuerza máxima y de fuerza explosiva entre los cuatro perfiles de jóvenes deportistas, siendo éstas favorables en líneas generales a los jugadores de voleibol para las variables de tren inferior, y a los jugadores de baloncesto para las variables de tren superior. Los futbolistas son el grupo de deportistas obtienen valores más bajos en la mayor parte de variables.

Al estudiar cada uno de los deportes se observa que no existe un posición específica de juego en fútbol que marque diferencias significativas en cuanto a patrones de fuerza, si bien es cierto que los porteros obtienen valores ligeramente superiores respecto al resto de posiciones para el tren superior. En baloncesto, los perfiles de los jugadores aparecen claramente diferenciados, si bien los pivots obtienen los valores más altos en la fuerza máxima y fuerza explosiva para el tren superior, son los bases los que para la fuerza explosiva de tren inferior superan al resto. Al igual que en fútbol, no aparece una posición específica de juego en balonmano que obtenga valores superiores al resto, aunque de forma general son los extremos y centrales quienes en la fuerza explosiva de tren inferior obtienen los valores más elevados. En tren superior, los pivotes y centrales superan ligeramente al resto. Por otro lado, son los opuestos y receptores los jugadores de voleibol que mayores valores de fuerza explosiva de tren inferior obtienen, mientras que para el

tren superior, tanto en fuerza máxima como explosiva, la posición de central alcanza los valores más elevados. A su vez, los líberos y los colocadores obtienen los valores más bajos en todas las variables, algo que puede explicarse por su patrón específico de juego.

5.2 EFECTOS DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO

Como se comentó anteriormente, no existen estudios relacionados sobre los efectos de un programa de entrenamiento de contrastes comparando los 4 deportes aquí presentes. Esto es una dificultad para discutir nuestros resultados con otros estudios, de tal manera que en muchas ocasiones la discusión se centrará en el análisis de deportes por separado y la influencia del entrenamiento complejo en las distintas variables. Por otra parte, la mayor parte de deportistas analizados en otros trabajos son jugadores adultos y no jugadores jóvenes como los que empleamos en el nuestro. Durante esta segunda parte de la discusión se analizarán los efectos producidos por el programa de entrenamiento de contrastes de la fuerza desarrollado en cada uno de los grupos de entrenamiento que emplean jugadores de los cuatro deportes elegidos: fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol. Los apartados de esta fase serán 3: la influencia del programa de entrenamiento en las variables antropométricas, en las variables de fuerza máxima y, por último, en las variables de fuerza explosiva, tanto de la extremidad inferior como de la extremidad superior.

5.2.1. Efectos del entrenamiento de contrastes de fuerza en las variables antropométricas.

Con la aplicación de un programa de entrenamiento complejo de contraste de fuerza durante 6 semanas, ninguna variable antropométrica en cualquiera de los cuatro deportes analizados ha sufrido variaciones estadísticamente significativas. En futbolistas jóvenes sí que se ha demostrado que con programas de fuerza, sobre todo pliométricos y de fuerza explosiva, disminuía la masa grasa y se elevaba el porcentaje muscular. En este aspecto aparece un factor clave, como es la duración del programa de entrenamiento; ya que en programas de 10 ó más semanas (Diallo y cols., 2001; Siegler y cols. 2003) el volumen muscular aumentaba y masa grasa descendía significativamente. En el presente estudio, el factor tiempo se refiere a 6 semanas, un valor escaso como lo corrobora otros estudios (Potteiger y cols., 1999; Herrero y cols., 2005), pudiendo ser este factor como el determinante en futbolistas, además de aplicar una frecuencia de entrenamiento mínima de 2 sesiones a la semana.

Algo que se asemeja al resto de deportes, ya que en balonmano, Gorostiaga y cols., (1999) realizaron durante 6 semanas un programa de fuerza combinando fuerza máxima y explosiva, sin obtener diferencias significativas para la masa corporal y porcentaje de grasa. Y en voleibol, tras 9 semanas de preparación aplicando las diferentes cargas físicas, únicamente aumentaron, si bien de forma no significativa la masa corporal y el porcentaje de grasa (Stanganelli y cols. 2008). También con jugadores jóvenes de voleibol y con un programa similar al nuestro de 6 semanas, Drinkwater y cols. (2007) obtuvieron resultados de aumento de masa muscular y disminución de masa grasa. Además, en esta edad, el aumento de la masa corporal y de la talla muchas veces se produce por la edad adolescente de los sujetos y no por el entrenamiento en sí de la fuerza.

Respecto a la masa ósea, y en concordancia con nuestro resultado, diversos estudios en relación a la práctica de diferentes disciplinas deportivas no encuentran que las ganancias en fuerza muscular vayan parejas a los incrementos de la masa ósea local (Alfredson y cols., 1996 y 1997; Söderman y cols., 2000). Heinonen y cols. (1996) concluyeron que un programa de entrenamiento de fuerza unilateral de un año de duración no proporcionaba un efecto osteogénico suficiente, a pesar de los incrementos significativos de fuerza experimentados. De la valoración de estos estudios se podría intuir que se necesitan intervenciones con programas de entrenamiento de muy larga duración para poder establecer relación entre las ganancias de fuerza y de masa ósea (Bagur, 2007).

Por tanto, en nuestra muestra y para los tres deportes, los grupos de entrenamiento específico de fuerza obtienen ligeras variaciones similares a la de la mayoría de los autores anteriores. Se produce un ligero aumento de la masa muscular y una disminución de la masa grasa con respecto al grupo de control, pero nunca de forma significativa. Una consecuencia de ello es la desviación que sufre el somatotipo en la somatocarta, donde en los 4 deportes se desplaza hacia ligeramente hacia arriba y hacia la derecha, es decir, a los componentes mesomórfico y ectomórfico. Además, la talla aumenta en general en los 3 grupos también de forma leve debido a la edad de los sujetos y no por el programa de entrenamiento.

5.2.2. Efectos del entrenamiento de contrastes de fuerza en las variables de fuerza máxima.

Al incluir en cada serie de ejercicios de fuerza una parte de sobrecarga en la que se prioriza el trabajo de fuerza máxima, a continuación se intentará analizar los efectos de esos ejercicios al ser combinados con otros de baja resistencia. Todo ello sobre las dos variables de fuerza máxima evaluadas: 1 Repetición Máxima en $\frac{1}{2}$ sentadilla para la extremidad inferior y en press de pecho para la extremidad superior.

1 RM $\frac{1}{2}$ SENTADILLA

Al trabajar la sobrecarga en series separadas de la pliometría en el GE1, este grupo obtuvo mejoras más significativas puesto que con este tipo de entrenamiento de fuerza pesada, la tasa de fuerza alcanza regímenes más elevados. (Aagaard y cols., 2002).

Estos resultados indican que el aumento sustancial de 1 RM para este ejercicio se puede realizar con poco o ningún aumento en la masa corporal (Rønnestad y cols., 2008). Este aumento puede deberse a alteraciones en los nervios causados por factores de intensidad del entrenamiento (Häkkinen y cols., 1988). Aunque también existe la posibilidad de que la hipertrofia en los músculos de la extremidad inferior pueda explicar el aumento de 1 RM, además de pequeños cambios en la composición corporal (reducción de masa grasa) debido al periodo de la temporada en el que se realizó el presente estudio (final de pretemporada e inicio de periodo competitivo). Sin

embargo, estas últimas afirmaciones no son totalmente influyentes puesto que si bien es cierto que se cumplen, dichos cambios no son estadísticamente significativos.

En fútbol, la mejora obtenida por la muestra es significativa para ambos grupos, aunque existen otros estudios en los que aumentan su 1 RM en mayor medida (Helgerud y cols, 2003; García y cols., 2004; Ronnestad y cols., 2008). Esto puede deberse a un posible proceso de sobrentrenamiento (Ronnestad y cols., 2008), o lo más probable, que los sujetos futbolistas de nuestra muestra no tienen el hábito de realizar este ejercicio con la intensidad aplicada y el efecto agudo de las cargas no es asimilado como en el resto de deportes.

En jugadores de baloncesto, se aprecian mejoras significativas en ambos grupos de trabajo de forma similar, e incluso y como ya se comentó anteriormente, algo superiores en GE2. Algo que concuerda con los resultados de Navarro y cols. (1997) en los que la mejora era superior para el grupo que trabajaba sobrecarga y pliometría de forma conjunta. La mejora cualitativa de su 1 RM es similar a los resultados obtenidos por García y cols. (2004), con valores que oscilan entre un 14 y un 16%. En este último estudio, los futbolistas obtenían una mejora del 21,6% al final del periodo de entrenamiento y, en comparación con los jugadores de baloncesto, su aumento de 1 RM era mayor. En nuestro trabajo, son precisamente los jugadores de baloncesto quienes asumen mejor las cargas y mejoran de forma más sustancial con respecto a los futbolistas.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa de fuerza máxima de la extremidad inferior ocupa la segunda posición en ambos grupos de entrenamiento en comparación con los otros deportes estudiados. Sin embargo, el tiempo dedicado al entrenamiento del balonmano, sobretodo en categorías inferiores, suele conllevar en estos niveles un desarrollo más centrado en el tren superior (lanzamientos, situaciones de contacto) por otra parte con un desarrollo madurativo retardado frente al de la extremidad inferior, en detrimento de entrenamiento específico de la extremidad inferior. (Martínez y cols., 2001). Pero también, y al contrario de lo que se afirmaba con los futbolistas, los jugadores de balonmano sí que asimilan las cargas de fuerza máxima, y si estas son superiores al 70% dentro de un entrenamiento contrastes, van a tener efectos positivos en todas las manifestaciones de fuerza (Chirosa y cols., 2000). En los jugadores junior y senior surte más efecto el trabajo de la extremidad inferior que en cadetes (Martínez y cols., 2001). En fútbol, hasta categoría senior no aparecen realmente los efectos de un trabajo con sobrecargas para la mejora de fuerza máxima de la extremidad inferior (García y cols., 2004 en amateurs; Ronnestad y cols., 2008 en profesionales).

En voleibol, los resultados son los mayores cuantitativamente hablando con respecto al resto de deportes, puesto que el trabajo con sobrecargas y pliometría es una constante en el entrenamiento habitual en este deporte para conservar y mejorar la capacidad de salto (Rodríguez y García Manso, 1997; Stanganelli y cols., 2008). Los componentes del GE2 no obtienen mejores resultados que el resto de deportes, y sin embargo, son en los que la mejora es más significativa para el GE1. Algo que no concuerda siempre para estos tipos de entrenamiento, puesto que en el grupo de

fuerza máxima + carga baja de forma seguida de Navarro y cols. (1997), las diferencias significativas son a favor de este trabajo.

1 RM EN PRESS DE PECHO

Estos resultados indican que el aumento sustancial de 1 RM para este ejercicio se puede realizar con poco o ningún aumento en la masa muscular si observamos nuestros resultados en variables antropométricas, ya al trabajar con cargas altas la parte de sobrecarga no se hace especial incapié en la ganancia de masa muscular, mientras que si aparece una gran aceptación neuronal por parte de los sujetos (Schmidtbleicher, 1992; Hoffman y cols., 2003; Hermassi y cols., 2010) (Rønnestad y cols., 2008). Este aumento puede deberse a alteraciones en los nervios causados por factores de intensidad del entrenamiento (Häkkinen y cols., 1988). Aunque también existe la posibilidad de que la hipertrofia en los músculos de la extremidad superior pueda explicar el aumento de 1 RM, además de pequeños cambios en la composición corporal (reducción de masa grasa) debido al periodo de la temporada en el que se realizó el presente estudio (final de pretemporada e inicio de periodo competitivo). Sin embargo, estas últimas afirmaciones no son totalmente influyentes puesto que si bien es cierto que se cumplen, dichos cambios antropométricos no son estadísticamente significativos.

En fútbol, los estudios que tratan el entrenamiento de fuerza de la extremidad superior son apenas nulos, puesto que al ser un deporte en el que juega con la extremidad inferior y los choques son muy pocos a lo largo de la competición no se considera factor de rendimiento el desarrollo de fuerza en este tipo de extremidad. En este sentido, siguiendo a González Badillo y Ribas (2002) también podemos hablar de dos términos asociados a la fuerza explosiva: *potencia máxima*, que es el óptimo producto de fuerza y velocidad, y *potencia específica*, que es la potencia que se manifiesta en el gesto de competición, y que en el fútbol no se produce ningún gesto parecido al press de pecho. Al analizar nuestros resultados se observa como la mejora es significativa para ambos grupos y de forma similar (alrededor del 15%), si bien aparece el estudio de García y cols., (2004) en el que los sujetos de muestra mejoraron un 11,1% a lo largo de un periodo de 9 semanas de entrenamiento complejo; resultado inferior al nuestro y también en comparación a jugadores de baloncesto de su mismo estudio, en el que alcanzaron una mejora de 16%, siendo en este deporte un valor superior al nuestro, ya que nuestros sujetos lograron mejorar sus registros en un 14%.

De forma cuantitativa, nuestros resultados para los futbolistas son ligeramente superiores en comparación con los obtenidos por García y cols. (2004), ya que si bien el valor inicial de los sujetos de estos autores era de 55,5 kg., los nuestros tenían valores iniciales de 61 kg. en ambos grupos de entrenamiento. De forma similar ocurre para el deporte de baloncesto, en el que nuestros resultados son algo similares cuantitativamente a los de García y cols. (2004). En ambos grupos, el valor es de 69

kg. mientras que los sujetos de García tenían una media de 63,6% kg. de media antes del periodo de entrenamientos.

En jugadores de baloncesto, se aprecian mejoras significativas en ambos grupos de trabajo de forma similar, e incluso y como ya se comentó anteriormente, algo superiores en GE2. Algo que concuerda con los resultados de Navarro y cols. (1997) en los que la mejora era superior para el grupo que trabajaba sobrecarga y pliometría de forma conjunta. La mejora cualitativa de su 1 RM es similar a los resultados obtenidos por García y cols. (2004), con valores que oscilan entre un 14 y un 16%. En este último estudio, los futbolistas obtenían una mejora del 21,6% al final del periodo de entrenamiento y, en comparación con los jugadores de baloncesto, su aumento de 1 RM era mayor. En nuestro trabajo, son precisamente los jugadores de baloncesto quienes asumen mejor las cargas y mejoran de forma más sustancial con respecto a los futbolistas.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa de fuerza máxima de la extremidad superior ocupa la segunda posición en ambos grupos de entrenamiento en comparación con los otros deportes estudiados, aunque es en el GE1 dónde la mejora es más considerable con respecto al resto de deportes y muy parecida a los jugadores de voleibol El aumento es de un 17% en el GE1 y de un 11% en el GE2, si bien en ambos grupos el aumento es significativo, al igual que ocurre en otros estudios como el de Hermassi y cols., (2010) y Marques y González-Badillo., (2006) en los la mejora con sus jugadores al trabajar con cargas altas fue de 16% para el primero y de 28% para el segundo, aunque en este último la mejora es bastante superior a la nuestra. A nivel cuantitativo nuestros resultados se encuentran muy por debajo de los dos estudios anteriores, si bien el nivel de los sujetos en ambos era de profesionales. El aumento de fuerza máxima en la extremidad superior es necesaria para proporcionar los jugadores un aumento o para mantener sus niveles de contracción muscular explosiva en acciones específicas del balonmano tales como lanzar , golpear, bloquear, empujar y saltar (Gorostiaga y cols., 2006), y con el trabajo de cargas altas durante al menos 6 semanas se puede conseguir.

En voleibol, los resultados son los mayores cuantitativamente hablando con respecto al resto de deportes, puesto que el trabajo con sobrecargas y pliometría es una constante en el entrenamiento habitual en este deporte para conservar y mejorar la capacidad de salto (Rodríguez y García Manso, 1997; Stanganelli y cols., 2008). Los componentes del GE2 no obtienen mejores resultados que el resto de deportes, y sin embargo, son en los que la mejora es más significativa para el GE1. Algo que no concuerda siempre para estos tipos de entrenamiento, puesto que en el grupo de fuerza máxima + carga baja de forma seguida de Navarro y cols. (1997), las diferencias significativas son a favor de este trabajo.

En cuanto a los efectos retardados, no hay diferencias cualitativas entre las pruebas 2 y 3 para los dos grupos de entrenamiento, existiendo no sólo una conservación de los efectos del entrenamiento, sino que también un aumento a las 4 cuatro semanas de aproximadamente un 2% en los cuatro deportes.

Graham (2002) detalló una relación entre el porcentaje de carga y la cantidad de repeticiones al fallo en atletas entrenados concluyendo con lo siguiente: 70%, 12 reps; 75%, 10 reps; 80%, 8 reps; 85%, 6 reps. para el ejercicio de press de banca y sentadilla. Al tratarse nuestros sujetos de jugadores jóvenes y con poca experiencia en el entrenamiento de cargas altas, posiblemente una intensidad aplicada con el número de repeticiones como la detallada por el autor no produciría los efectos deseados en la fuerza máxima en contrapunto con el trabajo que se plantea en el presente trabajo.

Es evidente que la progresión en la intensidad aplicada durante los ejercicios con sobrecarga reporta mejoras en la fuerza, ya sea en jugadores jóvenes como los presentes, o en jugadores de élite (Capinelli y Otto, 1998). No obstante, Fry y cols. (2000) creen que una vez que los atletas de elite entrenados con sobrecarga han alcanzado un nivel de intensidad umbral en el entrenamiento de la fuerza, las adaptaciones fisiológicas apropiadas pueden optimizarse y que el entrenamiento más allá de este límite no brinda mayores beneficios. Si un mayor nivel de fuerza máxima hace una diferencia, entonces los atletas más fuertes se desempeñarán mejor que los que no son tan fuertes (Zatsiorsky, 1995). Al revisar estudios publicados previamente y que han examinado la relación entre la fuerza máxima dinámica y el rendimiento específico en determinadas destrezas (ideal en deportes colectivos y de alta complejidad técnica) nos llevan a una controversia, ya que algunos estudios han observado una relación entre estas variables (Granados y cols. 2007 y 2008) y otros no han observado ningún tipo de relación (Marques y González-Badillo, 2006). En este sentido, Granados y cols., (2008) reportaron correlaciones significativas entre el tiempo dedicado a juegos y los cambios en la velocidad con cargas sub-máximas durante el ejercicio de press de banca, como también entre los cambios en la producción de velocidad muscular de las extremidades superiores e inferiores y los cambios en la velocidad de lanzamiento. Por el contrario, Marques y González-Badillo (2006) observaron que no había relación entre la velocidad de lanzamiento y los cambios en la fuerza en 1 RM de press de pecho en jugadores profesionales de balonmano masculino.

5.2.3. Efectos del entrenamiento de contrastes de fuerza en las variables de fuerza explosiva.

Tal y como se planteó el apartado anterior de las variables de fuerza máxima, a continuación se intentará dar respuesta del por qué de los resultados obtenidos tras el programa de entrenamiento en las variables de fuerza explosiva. Para la extremidad inferior se evalúa la capacidad de salto en 4 tipos que nos servirán para explicar las posibles mejoras de la explosividad. Mientras que para la extremidad superior tendremos en cuenta los resultados de la máxima potencia obtenida por cada sujeto en el ejercicio de press de pecho con las diferentes cargas mencionadas en el apartado de metodología.

FUERZA EXPLOSIVA EXTREMIDAD INFERIOR (CAPACIDAD DE SALTO)

Se ha afirmado que el entrenamiento con sentadillas utilizando grandes pesos (70 a 120 % de 1RM) no mejora la fuerza explosiva (Häkkinen, Komi, Tesch, 1981), y puede incluso reducir la capacidad para desarrollar fuerza rápidamente (Häkkinen, 1989). Estos autores también indican que no hay una mejora apreciable en el rendimiento de potencia, especialmente en atletas que ya han desarrollado un entrenamiento de fuerza de base (más de 6 meses de entrenamiento). En nuestro caso, la mejora de la capacidad de salto (fuerza explosiva) se deberá justificar principalmente en el trabajo pliométrico; aunque no es menos cierto, que muchos de nuestros jugadores, independientemente del deporte, el trabajo con cargas altas en el ejercicio de ½ sentadilla no es una costumbre a lo largo de su vida deportiva, y por tanto, no tienen desarrollado entrenamiento de base que indican los autores anteriores. Esto viene a demostrar que la fuerza explosiva puede mejorarse con un amplio abanico de intensidades, aunque esto se produce sólo cuando los sujetos tienen poca o ninguna experiencia en el trabajo de fuerza (González Badillo y Gorostiaga, 1997; Newton y Kraemer, 1994). En otra investigación llevada a cabo se llegó a la conclusión de que el entrenamiento de fuerza especial, es decir, ejercicios que buscan un desarrollo de potencia una vez que los niveles de fuerza han sido incrementados (Baker, 1996), utilizando saltos desde media sentadilla, con cargas sobre la potencia máxima, es generalmente más efectivo que el entrenamiento de fuerza general (trabajo de fuerza máxima de los músculos involucrados en el salto), utilizando sentadillas, e incluso que el de fuerza específica (ejercicios de salto o similares a los realizados en competición) con la realización de saltos en profundidad (Wilson y cols., 1993). A pesar de todo, en algunos estudios se aconseja incluir un trabajo de fuerza máxima para incidir también sobre la mejora del salto y del esprint (Stolen y cols., 2005; Wisloff y cols., 2004; Wisloff y cols., 1998). Sin embargo, en otros trabajos se ha demostrado que la mejora experimentada en la fuerza máxima realizando durante el entrenamiento un trabajo propio de esta manifestación de fuerza no se corresponde con una mejora similar en la capacidad de salto (Alen y cols., 1984; Baker y cols., 1994).

Si bien es cierto que para todos los tipos de salto en los dos grupos de entrenamiento los sujetos obtuvieron diferencias significativas, al trabajar de forma conjunta y seguida la sobrecarga y la pliometría en el GE2, este grupo obtuvo de forma cualitativa unas mejoras más elevadas, confirmándose con este tipo de entrenamiento combinado el efecto positivo que tiene sobre la capacidad de salto en diferentes perfiles de deportistas (En fútbol: Taiana y cols., 1993; García y cols., 2004; Nuñez y cols., 2008; Ronnestad y cols., 2008. En baloncesto: Navarro y cols., 1997; García y cols., 2004. En balonmano: Chiroso y cols., 1997; Chiroso y Padiá, 2002; Martínez y cols., 2001. En voleibol: Rodríguez y García Manso, 1997; Navarro y cols., 1997; García y cols., 2004).

Tanto en uno de los primeros estudios en este sentido en jugadores de voleibol (Clutch y cols., 1983) como en jugadores de balonmano (Toumi y cols., 2004) y

futbolistas (Kraemer y cols., 1995), el trabajar con fuerza máxima + pliometría durante 6 semanas no garantiza resultados significativos con respecto a trabajar únicamente elementos del propio deporte en la capacidad de salto. En sus conclusiones, los autores no supieron explicar este efecto, aunque afirmaron que podía deberse a un posible sobreentrenamiento en los sujetos que trabajaban con cargas, algo que no ocurre en nuestro estudio. Además, en contraposición con otros estudios (Rønnestad, 2002; Rønnestad y cols., 2008; Toumi y cols., 2004) en los que afirman que este periodo de tiempo de 6 ó 7 semanas es demasiado corto para producir efectos en la capacidad de salto vertical, en el presente estudio son los 4 tipos de deportistas los que, sin excepción, mejoran significativamente con el entrenamiento con sobrecargas. Estos mismos autores tampoco supieron explicar el por qué; si bien en un principio intentaron basarse en el lapso de tiempo que necesita el sujeto para almacenar la energía elástica en este tipo de salto, aunque sus resultados en salto horizontal si fueron significativos y volvieron a justificarlo con el efecto de sobreentrenamiento. Por tanto, para no producir este efecto no positivo en la capacidad de salto vertical, con realizar dos sesiones de fuerza con sobrecarga a la semana sería suficiente añadiendo las correspondiente sesiones de entrenamiento específico de cada deporte. También, en los ejercicios de fuerza más específicos para el salto vertical, tales como los pliométricos empleados mejoran la eficiencia del ciclo de acortamiento-estiramiento y la transferencia a través del aumento de la contractibilidad y de las propiedades elásticas del músculo (Berger, 1983).

En cuanto a la valoración del efecto del entrenamiento en nuestra muestra comparado con otros trabajos, nuestros futbolistas obtienen una mejora cualitativa media de un 9,5% para el GE1 y de un 14,5% para el GE2, resultados muy elevados con respecto al 3,4% en "Salto y Alcance" para el trabajo de García y cols., 2004. También en porcentaje superior comparado con los sujetos de Nuñez y cols., 2008, si bien estos tenían valores cuantitativos más elevados, ya que en su primera medida superaban los 45 cm de media. De valores similares con los futbolistas de Rønnestad y cols., 2008 aunque con diferencias muy claras a favor de nuestro, ya que este autor no encontró diferencias significativas y la mejora en sus jugadores fue muy pequeña. Tampoco Taiana y cols. (1993) obtuvo diferencias significativas tras 10 semanas en CMJ y tampoco en SJ, pero si en ABK, afirmando por ello que los progresos se dan en la tarea más explosiva y cercana a la realidad del juego, y más bien debido al propio entrenamiento específico de fútbol y no ha su programa de fuerza. En un estudio llevado a cabo con 19 futbolistas juveniles, de entre 16 y 19 años, que realizaban 4 sesiones semanales de entrenamiento y que jugaban un partido semanal, éstos fueron sometidos a 1-2 sesiones semanales de entrenamiento de fuerza explosiva, con barras de halterofilia (sentadillas, cargadas de potencia) y con autocargas (saltos a plinto y carrera) durante 11 semanas. La intensidad de los ejercicios con barras de halterofilia estuvo comprendida entre el 40% y el 65% del peso corporal, la velocidad de ejecución fue la máxima posible, y realizaron en cada ejercicio 2-3 series de 2-8 repeticiones con un descanso de 2-3 minutos entre serie y serie. Tras las 11 semanas, se observó un aumento significativo de la fuerza explosiva de las piernas (salto

vertical) y no se observó una disminución de la resistencia aeróbica. Además, durante las 4 primeras semanas de entrenamiento, coincidiendo con la mayor frecuencia del entrenamiento de la fuerza (2 sesiones/semana), se observó una mejora significativa de la velocidad de carrera en 5 m (Gorostiaga, 2001); afirmando de esta manera que el trabajo con cargas medias también ayuda a la mejora de la fuerza explosiva, aunque este hecho pueda deberse a la capacidad de mejora por la falta de entrenamiento previa en sobrecargas (González-Badillo y Gorostiaga, 1997; Newton y Kraemer, 1994).

Nuestros resultados en futbolistas no difieren en términos cualitativos de los obtenidos por Diallo y cols. (2001) en los que tras únicamente un entrenamiento pliométrico de 10 semanas mejoraron un 12% para el CMJ; demostrándose de esta manera que el trabajo conjunto de sobrecarga y pliometría es igual de válido o incluso más (dado los resultados de nuestro GE2) que únicamente pliometría para la capacidad de salto en jóvenes futbolistas. Sin embargo, un estudio más reciente (Gregson y Wrigley, 2007) demostró que sólo el entrenamiento pliométrico de 10 semanas no mejora la capacidad de salto de forma significativa pero sí el rendimiento en el sprint en futbolistas.

Un trabajo en el que sólo se empleó entrenamiento anisométrico (Montes, 2008) no demostró mejoras significativas en la capacidad de salto para futbolistas; mientras que el grupo de trabajo únicamente de fuerza máxima sin pliometría de Ronnestad y cols., (2008) únicamente obtuvo mejoras en fuerza máxima y no en capacidad de salto. Por tanto, en futbolistas es interesante no aislar los dos métodos de trabajo y complementarlos para tener más posibilidades de mejorar la capacidad de salto.

En los jugadores de baloncesto la mejora cualitativa de su porcentaje para CMJ es parecida a los resultados obtenidos por García y cols. (2004) en nuestros sujetos del GE1, pero algo inferiores a los del GE2. Para los jugadores de baloncesto de Santos y Janeira (2008), el porcentaje de mejora es muy parecido al nuestro (10,5%), ya que se encuentra ligeramente por encima de nuestros sujetos del GE1 y algo por debajo de los del GE2, si bien sus valores cuantitativos se encuentra por debajo de los nuestros 33 cm para Santos y Janeira al final del periodo de entrenamientos y 40 cm para los nuestros. Matavlj y cols., (2001) plantearon un trabajo únicamente pliométrico con vallas a diferentes alturas obteniendo mejoras significativas con valores de entre 4,8 y 5,6 cm. para CMJ, muy parecidas a lo nuestro, demostrándose al igual que en el fútbol que con el trabajo de fuerza máxima y pliometría, además de mejorar la fuerza máxima, también se mejora la capacidad de salto en jóvenes jugadores de baloncesto. Tras 8 semanas de entrenamiento de resistencia específica y de fuerza máxima en un equipo de baloncesto junior, Izquierdo y cols. (2006) no obtuvieron diferencias significativas en los saltos CMJ y ABK. En un grupo que trabajaba de forma analítica las dos capacidades, los resultados variaron poco, de 35,53 a 36,95 cm en CMJ. Además, otro grupo trabajó resistencia y fuerza mediante multisaltos, desplazamientos laterales y juego de 1X1 de forma integrada mediante "circuitos de fuerza-resistencia". En este segundo grupo tampoco se registraron diferencias significativas aunque la mejora fue mayor pasando de 34,85 a 36,21 cm en CMJ. Cuantitativamente los

resultados iniciales son similares a los nuestros, sin embargo, la mejora producida con los entrenamientos propuestos en el presente estudio son superiores resultando ser significativos. Por tanto, la mejora en el trabajo integrado para la capacidad de salto es poca, si bien se puede centrar en aspectos más específicos del propio juego y en la propia técnica del baloncesto.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa del valor para CMJ es similar a lo obtenido por los jugadores de fútbol y baloncesto. Para los jugadores de Chiroso y cols. (1997) y Chiroso y Padial (2002) no hubo diferencias en esta variable entre entrenamientos de sobrecarga y carga baja seguidos y en series diferentes pero mejoran más los que lo realizan seguido, algo que está en correspondencia con nuestros resultados, resultando válidos los dos planteamientos para mejorar la fuerza dinámica en juveniles de balonmano. De forma cuantitativa, nuestros resultados son similares antes y después del periodo de entrenamientos a los obtenidos por Chiroso y cols. (2000). También se refleja la eficacia de este entrenamiento en otros estudios (Mayo y Pardo, 2001; Martínez y cols., 2001) en los que la capacidad de salto en jóvenes jugadores de balonmano aumenta significativamente en la mayoría de las pruebas empleadas, si bien para Mayo y pardo (2001) no es precisamente la variable CMJ quién aumenta significativamente pero si las otras variables de salto. En este deporte, el trabajo de potencia combinado con fuerza máxima es el efectivo para la mejora de la fuerza explosiva de la extremidad inferior ya que únicamente con fuerza máxima la capacidad de salto no sólo no aumenta significativamente (Gorostiaga y cols., 1999), sino que puede desembocar incluso en resultados negativos.

Al igual que ocurría en la variable de 1 RM en $\frac{1}{2}$ sentadilla, en voleibol, los resultados para todos los tipos de salto son los mayores cuantitativamente hablando con respecto al resto de deportes, puesto que además del trabajo constante con sobrecargas y pliometría en el entrenamiento habitual en este deporte para conservar y mejorar la capacidad de salto (Rodríguez y García Manso, 1997; Stanganelli y cols., 2008), son los jugadores que más realizan este tipo de acción específica dentro de su deporte, y por tanto son los más entrenados en este aspecto, siendo su capacidad de mejora menor que el resto de deportistas que están menos acostumbrados y entrenados en este tipo de aspecto. Esta puede ser la causa de que sean los jugadores de voleibol los que menos mejora obtengan.

Tras una pretemporada de 8 semanas en fútbol, García y cols. (2001) obtuvieron una mejora de 5,8% en el DJ con altura idéntica a la nuestra, lo que hace pensar el añadir trabajo de fuerza máxima y pliometría aumenta la mejora para esta prueba.

En los jugadores de baloncesto, nuestros valores se asemejan a los obtenidos por Santos y Janeira (2008). Sin embargo, en este estudio no llegaron a obtener diferencias significativas en este tipo de salto (5,6% de mejora de una medida a otra) y sí en todos los demás.

En los jugadores de balonmano, cabe destacar la retención de los efectos del entrenamiento puesto que son los jugadores de este deporte los que mayor capacidad han tenido en este salto.

Y para finalizar con el voleibol, algo ya sabido en la variable de 1 RM en $\frac{1}{2}$ sentadilla y CMJ, son los resultados mayores cuantitativamente hablando con respecto al resto de deportes, al ser son los que más realizan este tipo de acción específica dentro de su deporte.

Para el salto SJ, nuestros futbolistas obtienen una mejora cualitativa media aproximada de un 9% para el GE1 y de un 15% para el GE2, resultados muy elevados con respecto al 3,4% en "Salto y Alcance" para el trabajo de García y cols., 2004. También en porcentaje superior comparado con los sujetos de Nuñez y cols., 2008, si bien estos tenían valores cuantitativos más elevados, ya que en su primera medida superaban los 37 cm de media (igual ocurría con este autor para el CMJ). De valores similares con los futbolistas de Ronnestad y cols., 2008 aunque con diferencias a favor de nuestro, ya que aunque este autor encontró diferencias significativas, la mejora cualitativa en sus jugadores fue inferior a la nuestra. Tampoco Taiana y cols. (1993) obtuvo diferencias significativas tras 10 semanas en CMJ y tampoco en SJ, pero si en ABK, afirmando por ello que los progresos se dan en la tarea más explosiva y cercana a la realidad del juego, y más bien debido al propio entrenamiento específico de fútbol y no ha su programa de fuerza.

Nuestros resultados en futbolistas difieren poco en términos cualitativos de los obtenidos por Diallo y cols. (2001) en los que tras únicamente un entrenamiento pliométrico de 10 semanas mejoraron un 7% para el SJ (algo menor que en nuestro estudio); demostrándose de esta manera que el trabajo conjunto de sobrecarga y pliometría es igual de válido o incluso más (dado los resultados de nuestro GE2) que únicamente pliometría para la capacidad de salto en jóvenes futbolistas. Sin embargo, un estudio más reciente (Gregson y Wrigley, 2007) demostró que sólo el entrenamiento pliométrico de 10 semanas no mejora la capacidad de salto de forma significativa pero si el rendimiento en el sprint en futbolistas.

Para los jugadores de baloncesto de Santos y Janeira (2008), el porcentaje de mejora (13%) es muy parecido al nuestro en comparación con nuestro GE2, y por tanto, algo superior para el GE1, si bien sus valores cuantitativos se encuentra por debajo de los nuestros 28 cm para Santos y Janeira al final del periodo de entrenamientos y 35 cm para los nuestros. Al entrenar fuerza máxima y pliometría ya sea en la misma serie o a continuación, Navarro y cols. (1997) no encontraron diferencias significativas entre un planteamiento y otro concluyendo como válidos ambos para la capacidad de salto en SJ y CMJ.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa del valor para CMJ es similar a lo obtenido por los jugadores de fútbol y baloncesto, y por tanto mayor, que para el voleibol. Para los jugadores de Chiroso y cols. (1997) y Chiroso y Padial (2002) no hubo diferencias en esta variable entre entrenamientos de sobrecarga y carga baja seguidos y en series diferentes pero mejoran más los que lo realizan seguido, algo que está en correspondencia con nuestros resultados, resultando válidos los dos planteamientos para mejorar la fuerza dinámica en juveniles de balonmano. De forma cuantitativa, nuestros resultados son similares antes y después del periodo de

entrenamientos a los obtenidos por Chiroso y cols. (2000). También se refleja la eficacia de este entrenamiento en otros estudios (Mayo y Pardo, 2001; Martínez y cols., 2001) en los que la capacidad de salto en jóvenes jugadores de balonmano aumenta significativamente en la mayoría de las pruebas empleadas, si bien para Mayo y Pardo (2001) no es precisamente la variable CMJ quien aumenta significativamente pero si las otras variables de salto

En los jugadores de balonmano, cabe destacar al igual que para la prueba DJ, la retención de los efectos del entrenamiento puesto que son los jugadores de este deporte los que mayor capacidad han tenido en este salto.

Al igual que ocurría en las variables de fuerza máxima y saltos anteriores, en voleibol, los resultados son los mayores cuantitativamente hablando con respecto al resto de deportes, puesto que además del trabajo constante con sobrecargas y pliometría en el entrenamiento habitual en este deporte para conservar y mejorar la capacidad de salto (Rodríguez y García Manso, 1997; Stanganelli y cols., 2008), son los jugadores que más realizan este tipo de acción específica dentro de su deporte, y por tanto son los más entrenados en este aspecto, siendo su capacidad de mejora menor que el resto de deportistas que están menos acostumbrados y entrenados en este tipo de aspecto. Esta puede ser la causa de que sean los jugadores de voleibol los que menos mejora obtengan.

En ABK, nuestra muestra de futbolistas obtienen una mejora cualitativa media de un 9,5% para el GE1 y de un 13% para el GE2, resultados muy elevados con respecto al 3,4% en "Salto y Alcance" para el trabajo de García y cols., 2004. También en porcentaje superior comparado con los sujetos de Nuñez y cols., 2008, si bien estos tenían valores cuantitativos más elevados como en el resto de tipos de saltos evaluados, ya que en su primera medida superaban los 52 cm de media para el ABK. Taiana y cols. (1993) no obtuvieron diferencias significativas tras 10 semanas en CMJ y tampoco en SJ, pero si en ABK, afirmando por ello que los progresos se dan en la tarea más explosiva y cercana a la realidad del juego, y más bien debido al propio entrenamiento específico de fútbol y no ha su programa de fuerza.

El trabajo conjunto de sobrecarga y pliometría es igual de válido o incluso más que únicamente pliometría para la capacidad de salto en jóvenes futbolistas. Sin embargo, un estudio más reciente (Gregson y Wrigley, 2007) demostró que sólo el entrenamiento pliométrico de 10 semanas no mejora la capacidad de salto de forma significativa pero si el rendimiento en el sprint en futbolistas.

Un trabajo en el que sólo se empleó entrenamiento anisométrico (Montes, 2008) no demostró mejoras significativas en la capacidad de salto para futbolistas; mientras que el grupo de trabajo únicamente de fuerza máxima sin pliometría de Ronnestad y cols., (2008) únicamente obtuvo mejoras en fuerza máxima y no en capacidad de salto. Por tanto, en futbolistas es interesante no aislar los dos métodos de trabajo y complementarlos para tener más posibilidades de mejorar la capacidad de salto.

En los jugadores de baloncesto la mejora cualitativa de su porcentaje para CMJ es parecida a los resultados obtenidos por García y cols. (2004) en nuestros sujetos

del GE1, pero algo inferiores a los del GE2. Para los jugadores de baloncesto de Santos y Janeira (2008), el porcentaje de mejora es muy parecido al nuestro (10,5%), ya que se encuentra ligeramente por encima de nuestros sujetos del GE1 y algo por debajo de los del GE2, si bien sus valores cuantitativos se encuentra por debajo de los nuestros 33 cm para Santos y Janeira al final del periodo de entrenamientos y 40 cm para los nuestros. Matavlj y cols., (2001) plantearon un trabajo únicamente pliométrico con vallas a diferentes alturas obteniendo mejoras significativas con valores de entre 4,8 y 5,6 cm. para CMJ, muy parecidas a lo nuestro, demostrándose al igual que en el fútbol que con el trabajo de fuerza máxima y pliometría, además de mejorar la fuerza máxima, también se mejora la capacidad de salto en jóvenes jugadores de baloncesto. Tras 8 semanas de entrenamiento de resistencia específica y de fuerza máxima en un equipo de jugadores jóvenes, Izquierdo y cols. (2006) no obtuvieron diferencias significativas en los saltos CMJ y ABK. En un grupo que trabajaba de forma analítica las dos capacidades, los resultados variaron poco, de 41,11 a 41,61 cm en ABK. Además, otro grupo trabajó resistencia y fuerza mediante multisaltos, desplazamientos laterales y juego de 1X1 de forma integrada mediante "circuitos de fuerza-resistencia". En este segundo grupo tampoco se registraron diferencias significativas aunque la mejora fue mayor pasando de 40,81 a 44,56 cm en ABK. Cuantitativamente los resultados iniciales son muy parecidos a los nuestros, sin embargo, la mejora producida con los grupos de entrenamiento del presente estudio, especialmente con el GE2 son superiores resultando ser significativos. Por tanto, la mejora en el trabajo integrado para la capacidad de salto es poca, si bien se puede centrar en aspectos más específicos del propio juego y en la propia técnica del baloncesto.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa del valor para ABK es similar a lo obtenido por los jugadores de fútbol y baloncesto a pesar de lo acuñado por Chiroso y cols. (2000) que afirmaron que probablemente en balonmano, la disociación segmentaria que se produce en el lanzamiento en suspensión, impide el buen aprovechamiento de la acción de brazos, para ganar altura de salto. Para los jugadores de Chiroso y cols. (1997) y Chiroso y Padial (2002) no hubo diferencias en esta variable entre entrenamientos de sobrecarga y carga baja seguidos y en series diferentes pero mejoran más los que lo realizan seguido, algo que está en correspondencia con nuestros resultados, resultando válidos los dos planteamientos para mejorar la fuerza dinámica en juveniles de balonmano. De forma cuantitativa, nuestros resultados son similares antes y después del periodo de entrenamientos a los obtenidos por Chiroso y cols. (2000). También se refleja la eficacia de este entrenamiento en otros estudios (Mayo y Pardo, 2001; Martínez y cols., 2001) en los que la capacidad de salto en jóvenes jugadores de balonmano aumenta significativamente en la mayoría de las pruebas empleadas.

Al igual que ocurría en la variable de 1 RM en $\frac{1}{2}$ sentadilla, en voleibol, los resultados para todos los tipos de salto son los mayores cuantitativamente hablando con respecto al resto de deportes, puesto que además del trabajo constante con sobrecargas y pliometría en el entrenamiento habitual en este deporte para conservar y mejorar la capacidad de salto (Rodríguez y García Manso, 1997; Stanganelli y cols.,

2008), son los jugadores que más realizan este tipo de acción específica dentro de su deporte, y por tanto son los más entrenados en este aspecto, siendo su capacidad de mejora menor que el resto de deportistas que están menos acostumbrados y entrenados en este tipo de aspecto. Esta puede ser la causa de que sean los jugadores de voleibol los que menos mejora obtengan. En un estudio, se encontraron diferencias significativas en la altura de salto vertical entre dos grupos de jugadores de voleibol masculinos de elite, con mejores resultados para un grupo que entrenó, durante 8 semanas, realizando, además de otros ejercicios, 2 series de 6 repeticiones de saltos desde media sentadilla con el 30% de 1RM en sentadilla, otras 2 con el 60% y otras 2 con el 80%, en comparación con otro grupo que en lugar de los saltos desde media sentadilla realizaban 3 series de sentadillas y 3 de prensa de piernas de 6RM (Newton y cols., 1999), lo que confirma junto con nuestros resultados que en este deporte el trabajo de contrastes es más efectivo para la capacidad de salto que sólo el trabajo con sobrecarga.

Maques y González-Badillo (2006) en su estudio con jugadores de élite de balonmano observaron incrementos sustanciales en esta prueba, sin embargo no mostraron relación alguna con una mejora en el salto vertical, indicando que aunque sean biomecánicamente similares, estas pruebas evalúan cualidades motoras independientes. Sin embargo, en nuestro estudio con jugadores jóvenes se demuestra que a un aumento significativo en la fuerza máxima también viene acompañado por un aumento en la capacidad de salto.

En cualquier caso, se ha afirmado que la mejora de la fuerza máxima para la extensión de caderas y rodillas y flexiones plantares, que son los grupos musculares directamente responsables del salto, puede no resultar muy complicada si no se está muy entrenado en la fuerza, tal y como se encuentran la mayoría de los sujetos de nuestra muestra, y esto puede llevar a una mejora del salto vertical (González Badillo & Ribas, 2002). De hecho, se ha observado que entrenando la fuerza sólo con sentadillas, durante 7 a 12 semanas con 2 o 3 sesiones por semana, puede mejorar el salto de manera significativa, tanto en sujetos entrenados (Adams y cols., 1992; Wilson y cols., 1993) como desentrenados (Fatouros y cols., 2000). También se ha encontrado una mejora significativa en estudiantes de Educación Física en la altura de salto en SJ y CMJ durante 6 semanas (3 sesiones/semana) de entrenamiento excéntrico de media sentadilla (García López y cols., 2005). Sin embargo, en otros estudios realizados con sujetos más entrenados, el entrenamiento con sentadillas fue insuficiente para provocar una mejora significativa del salto (Alen y cols., 1984; Häkkinen y cols., 1987). Cabe destacar, en cualquier caso, que en otra investigación, atletas expertos, aunque no de elite, utilizando sentadillas con cargas altas, mejoraron un 10.6% en CMJ y un 7.3% en SJ (Häkkinen y Komi, 1985). Asimismo, en otra investigación con atletas de nivel similar se obtuvieron mejoras del 17.5% en CMJ y del 21.2% en SJ combinando el entrenamiento de saltos desde media sentadilla y pliometría (Häkkinen y Komi, 1985).

Y para concluir con la capacidad de salto, confirmar la eficacia del entrenamiento planteado de fuerza máxima y pliometría con otros estudios en los que tras un periodo

de entrenamiento dicha capacidad sufría mejoras significativas. (Adams y cols., 1992; Burger y cols., 2000; Clutch y cols., 1983; Chiroso, 1997; Chiroso y cols., 2000; Chiroso y cols., 2002; Fatouros y cols., 2000; Harris y cols., 2000; Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaiakevou, & Patikas, 2005; Lyttle, Wilson, & Ostrowski, 1996; Mayo & Pardo, 2001; Navarro et al., 1997; Polhemus, Burkherdt, Osina, & Patterson, 1980; Tricoli, Lamas, Carnevale, & Ugrinowitsch, 2005), Todos ellos con resultados en general positivos. Todo esto estaría relacionado con el método de contrastes, es decir, la alternancia entre cargas de trabajo de distinta intensidad.

FUERZA EXPLOSIVA EXTREMIDAD SUPERIOR

En cuanto a la potencia para press de pecho, la bibliografía se centra casi en su totalidad en el deporte del balonmano, en mucha menor medida en el voleibol, y en el caso de fútbol y baloncesto, algo inexistente. En estos dos últimos deportes, parece evidente que la producción de potencia en la extremidad superior no afecta positivamente al rendimiento, ya que si bien en el fútbol apenas se emplea y su función será la de compensar con la extremidad inferior, en el baloncesto no se emplea la potencia en los lanzamientos, ya que en ellos prima la precisión, y la importancia de la extremidad superior se basa en la fuerza máxima.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa de potencia media para press de pecho ocupa la segunda posición en el GE1 y la mejor en el GE2 siendo en ambos significativa esta mejoría. El aumento es de un 7% en el GE1 y de un 11% en el GE2. Pocos estudios analizan la Potencia Media en este ejercicio centrándose exclusivamente en la potencia Máxima. De esta manera, Hermasi y cols., (2010) vincularon un aumento en la fuerza máxima de sus sujetos a un aumento de la potencia máxima debido a factores neuronales y de mayor reclutamiento de fibras (Schmidtbleicher, 1992). Sin embargo, en sus sujetos, hubo un mayor aumento para la potencia un grupo que trabajó con cargas medias y no con cargas máximas. En nuestro estudio, al tratarse siempre de cargas altas podemos sacar en claro que para la potencia media es correcto trabajar con estas intensidades pero sin embargo, para la potencia máxima es preferible a tenor de nuestros resultados en los que el % de mejora es menor y los obtenidos por Hermassi y cols., (2010), que la intensidad de cargas debe ser algo menor siendo media.

Dos estudios han descrito diferencias significativas en las producciones de 1RM y de potencia obtenidas en el movimiento de press de banca con cargas de 1RM en jugadores de balonmano (Granados y cols., 2007 y 2008). Sobre esto, Kawamori y Haff (2004) discutieron que es necesario que se realicen más investigaciones para aclarar este tema. Por ejemplo, es necesario que se investigue si las cargas óptimas son diferentes entre los movimientos de levantamiento de pesas (por ejemplo, cargada de potencia) y los ejercicios balísticos (por ejemplo, salto desde sentadilla) (Kawamori y Haff, 2004).

Comparando nuestros resultados para voleibol con los sujetos jóvenes de Drinkwater y cols. (2007) obtenemos cuantitativamente valores inferiores, ya que ellos

alcanzaban una potencia media algo superior a 300W tras un periodo de entrenamiento de 6 semanas en el que trabajan únicamente con cargas altas variando el número de series y repeticiones en función de los grupos de trabajo. Los autores concluyeron que para aumentar la potencia en press de pecho no es necesario realizar repeticiones forzadas, ya que con un volumen de trabajo similar, no encontraron diferencias entre un grupo de entrenamiento que realizaba 12 series x 3 repeticiones, que uno de 4 series x 6 repeticiones. Lo que puede llevar a la duda de que en nuestro trabajo, para la parte de sobrecarga, la mejora hubiera sido mayor al aplicar cargas constantes a lo largo de todo el proceso de entrenamiento en vez de ir elevando la carga y disminuyendo las repeticiones cada dos semanas, aunque posiblemente y dependiendo de la carga constante, hubiera habido sujetos que por su poca experiencia en este ejercicio su periodo de adaptación no hubiera sido el apropiado.

Al igual que como se comentó en la prueba de potencia media para press de pecho, la bibliografía para la potencia en la extremidad superior se centra casi en su totalidad en el deporte del balonmano, en mucha menor medida en el voleibol, y en el caso de fútbol y baloncesto, algo inexistente. En balonmano se relaciona continuamente la capacidad de producir potencia con el lanzamiento a gol, mientras que en voleibol con el remate.

Al parecer, la carga óptima para la producción de potencia mecánica máxima depende de la naturaleza del ejercicio o la experiencia del atleta (Zatsiorsky, 1995). En este caso, con nuestros jugadores jóvenes, el entrenamiento aplicado incrementa la potencia máxima en todos los deportes, aunque sería necesario una individualización para cada deporte y cada sujeto para optimizar ese aumento de potencia, que al fin y al cabo, en lo que más interesa en deportes colectivos.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa de potencia máxima para press de pecho ocupa la tercera posición en ambos grupos únicamente por encima de los jugadores de voleibol. Además la mejora cualitativa en ambos grupos es muy parecida superando el 6%. Un porcentaje menor si lo comparamos con el resto de pruebas de la extremidad superior. No obstante la mejora en ambos grupos llega a ser significativa en función del tiempo. Hermasi y cols., (2010) vincularon un aumento en la fuerza máxima de sus sujetos a un aumento de la potencia máxima debido a factores neuronales y de mayor reclutamiento de fibras (Schmidtbleicher, 1992). Sin embargo, en sus sujetos, hubo un mayor aumento para la potencia un grupo que trabajó con cargas medias y no con cargas máximas. En nuestro estudio, al tratarse siempre de cargas altas podemos sacar en claro que para la potencia media es correcto trabajar con estas intensidades pero sin embargo, para la potencia máxima es preferible a tenor de nuestros resultados en los que el % de mejora es menor que en potencia media, y los obtenidos por Hermassi y cols., (2010), que la intensidad de cargas debe ser algo menor siendo media. Ellos concluyeron afirmando que con diez semanas de entrenamiento con carga moderada se producen avances en el volumen de los músculos de la extremidad superior, lo que podría explicar el aumento significativo del pico de potencia en comparación con los sujetos de un grupo de control. El hecho de

haber trabajado en nuestro estudio con carga baja a continuación de carga alta puede que no sea un factor fundamental en el aumento de potencia máxima para press de pecho, aunque en un futuro sea interesante observar los cambios producidos para esta variable al trabajar con cargas medias +trabajo excéntrico-concéntrico-excéntrico como el plantado en el ejercicio de lanzamiento en press de pecho. Otros autores defienden el trabajo con cargas altas como la base para la obtención de potencia en press de pecho ya que se asocian al reclutamiento máximo de unidades motoras a partir del tamaño muscular (Behm, 1995; McDonagh y Davies, 1984), además con el trabajo de cargas altas se puede inhibir el proceso necesario de regeneración en los órganos de Golgi y mejora la sincronización de la obtención de energía en el músculo (Häkkinen, 1989; Komi, 1986; Sale, 1992). Cuantitativamente, nuestros resultados concuerdan con los de Hermassi y cols. (2010) y Marques y González –Badillo (2006) a pesar de que las muestras de estos autores incluían a jugadores profesionales. Aplicado a aspectos técnicos en este deporte, las acciones de lanzamiento y golpeo de móviles se clasifican como acciones explosivo-balísticas. En este sentido, la fuerza máxima no es tan importante como lo puede ser en las acciones explosivo-tónicas (García Manso, 1999). En cualquier caso, también se han encontrado, por ejemplo, mejoras en la velocidad de lanzamiento en balonmano al incluir en el programa de entrenamiento trabajos con cargas pesadas, tal como la realización de 3 series de 5-6 repeticiones al 85% de 1RM de press de banca, 3 veces por semana, durante 9 semanas (Hoff y Almasbakk, 1995). Por otra parte, se ha observado que puede existir una gran relación entre la fuerza máxima y el pico de potencia con cargas relativamente ligeras (Stone y cols., 2003). Con el trabajo planteado en nuestro estudio, se alcanza una mejora de resultados combinando fuerza máxima con cargas medias y bajas; aún así, podría resultar interesante como influye este entrenamiento en la acción específica de lanzamiento.

Comparando nuestros resultados para voleibol con los sujetos jóvenes de Drinkwater y cols. (2007) obtenemos cuantitativamente ligeramente superiores en esta prueba, ya que ellos alcanzaban una potencia máxima algo inferior a 600W tras un periodo de entrenamiento de 6 semanas en el que trabajan únicamente con cargas altas variando el número de series y repeticiones en función de los grupos de trabajo. Si con la potencia media sería interesante analizar si la mejora pudiera haberse elevado con cargas regulares y constantes a lo largo del entrenamiento en el ejercicio de sobrecarga, para la obtención de potencia máxima para acertado nuestra propuesta de ir elevando gradualmente cada dos semanas la carga a tenor de los resultados cuantitativos en la comparación con estos autores. Sin embargo, de forma cualitativa comparando nuestros propios resultados de potencia, el % de mejora es muy similar en potencia media y máxima para los cuatro deportes, incluso algo superior en potencia media. Por tanto, no queda claro si el trabajo de sobrecarga es el ideal para mejorar ambos valores de potencia, e incluso, su compatibilidad con el ejercicio de carga baja de lanzamientos de press de pecho con sus correspondientes intensidades.

Para Graham (2002), se considera que la producción de potencia máxima se alcanzó entre el 87 y el 93% de 1RM para atletas de alto nivel. Esta estrategia requiere

que cada repetición deba realizarse a una velocidad relativamente elevada, sobre la premisa de que con cada repetición se lograrán mayores ganancias en la producción de potencia. Al tratarse nuestra muestra de sujetos jóvenes con una experiencia relativa en el trabajo con cargas altas, posiblemente al intentar trabajar la potencia con cargas tan elevadas no se hubieran producido mejoras por la incapacidad muscular y neural para poder soportarlas. Además, la carga óptima que eleva al máximo la producción de potencia depende de la naturaleza del ejercicio o de la experiencia de cada atleta. Sobre la base de la especificidad del desarrollo de potencia muscular, se recomienda el entrenamiento con una carga que eleve al máximo la producción de potencia mecánica para mejorar la potencia muscular máxima (González-Badillo y cols., 2005).



6- CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados obtenidos en el presente estudio, y en función de los objetivos planteados en su inicio, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- 1- Se registran diferencias estadísticamente significativas entre deportes en el caso de las variables de carácter antropométrico exceptuando únicamente masa grasa y muscular. Además, las variables de fuerza máxima y fuerza explosiva también son indicadores sensibles que permiten distinguir entre deportes al aparecer diferencias en absolutamente todas las variables; siendo éstas favorables en líneas generales a los jugadores de voleibol para las variables de la extremidad inferior, y a los jugadores de baloncesto para las variables de la extremidad superior. Los futbolistas son el grupo de deportistas obtienen valores más bajos en la mayor parte de variables.
- 2- Se observa que no existe una posición específica de juego en fútbol que marque diferencias significativas en cuanto a patrones de fuerza, si bien es cierto que los porteros obtienen valores ligeramente superiores respecto al resto de posiciones para la extremidad superior, algo que sí que es significativo para esta demarcación en las variables antropométricas.
- 3- En baloncesto, los perfiles de los jugadores aparecen claramente diferenciados, si bien los pivots obtienen los valores más altos en variables antropométricas, de fuerza máxima y fuerza explosiva para la extremidad superior, son los bases los que para la fuerza explosiva de la extremidad inferior superan al resto.
- 4- No aparece una posición específica de juego en balonmano que obtenga valores superiores al resto, aunque de forma general son los extremos y centrales quienes en la fuerza explosiva de la extremidad inferior obtienen los valores más elevados. En tren superior, los pivotes y centrales superan ligeramente al resto.
- 5- Son los opuestos y receptores los jugadores de voleibol que mayores valores de fuerza explosiva de la extremidad inferior obtienen, mientras que para la extremidad superior, tanto en fuerza máxima como explosiva, la posición de central alcanza los valores más elevados. A su vez, los líberos y los colocadores obtienen los valores más bajos en todas las variables, algo que puede explicarse por su patrón específico de juego.
- 6- Los resultados actuales revelaron que hubo un aumento significativo de fuerza máxima, fuerza explosiva y capacidad de salto en los grupos de entrenamiento de fuerza (GE1 y GE2), mientras que en el grupo de control apenas hubo modificaciones, confirmándose los efectos positivos de los entrenamientos planteados. Llegando a la conclusión de que la práctica de un deporte aislado en sí misma no es un estímulo adecuado y suficiente para el

desarrollo de la fuerza. Se plantea, por tanto, la necesidad de complementar el entrenamiento con programas específicos encaminados al desarrollo de la misma.

- 7- De forma cualitativa, con el método de carga alta y carga baja en distintas series (GE1) los incrementos pueden ser mayores en variables de fuerza máxima; mientras que con el método de carga alta y cargas bajas en la misma series (GE2) se pueden obtener valores algo superiores en fuerza explosiva.
- 8- La transferencia de las ganancias en fuerza requiere tiempo y para ello es conveniente la combinación del entrenamiento de fuerza con el entrenamiento de carácter técnico.
- 9- Las mejoras logradas con el entrenamiento de contraste de fuerza máxima y fuerza explosiva, pueden mantenerse durante varias semanas continuando con el entrenamiento regular de cada deporte.



7- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ▣ AAGAARD, P; TROLLE, M; SIMONSEN, E.B; BANGSBO, J; KLAUSEN, K. (1993). High speed knee extension capacity of soccer players after different kinds of strength training. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 92-4. E & FN SPON: Londres.
- ▣ AAGAARD, P, SIMONSEN, EB, ANDERSEN, JL, MAGNUSSON, P, DYRHE-POULSE, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol* 93: 1318–1326.
- ▣ ABDELKRIM, N. D.; CHAOUCHI, A.; CHAMARI, K.; CHTARA, M. y CASTAGNA, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *J Strength Cond Res.* 24(5): 1346-1355.
- ▣ ADAMS, K; O´SHEA, J.P; O´SHEA, K.L; CLIMSTEIN, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J. Appl. Sport Sci. Res.*, 6: 36-41.
- ▣ ALEGRE, L.M; GONZALO, J.M; AGUADO, X. (2001). Arquitectura muscular: Métodos de estudio y estado actual de conocimientos. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 15(4): 5-12.
- ▣ ALEN, M.; HÄKKINEN, K.; KOMI, P. V. (1984). Changes in neuromuscular performance and muscle fiber characteristics of elite power athletes self-administering androgenic and anabolic steroids. *Acta Physiologica Scandinavica*, 122(4), 535-544.
- ▣ ALFREDSON, H; NORDSTROM, P; LORENTZON, R. (1996). Total and regional bone mass in female soccer players. *Calcif Tissue Int* 59: 438-42.
- ▣ ALFREDSON, H; NORDSTROM, P; LORENTZON, R. (1997). Bone mass in female volleyball players: a comparison of total and regional bone mass in female volleyball players and nonactive females. *Calcif Tissue Int* 60:338-42.
- ▣ APRIANTONO, T; NUNOME, H; IKEGAMI, Y; SANO, S. (2006). The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *J. Sports Sci.*, 24 (9): 951-60.
- ▣ ARAGONÉS, M; CASAJÚS, J. A. (1991). Modificaciones antropométricas debidas al entrenamiento. Archivos de Medicina del Deporte. Volumen VIII Número 32. Págs. 345-353.
- ▣ ARCODIA, J.L. (2002). Un estudio cineantropométrico inédito. La composición corporal y el somatotipo de la Selección mayor de fútbol de Haití. *Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 50. Disponible en <http://www.efdeportes.com>. (Fecha de consulta 20-07-2006).

- ▣ ARDÁ, T. (1997). Estudio de las capacidades condicionales de futbolistas juveniles. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 11(3): 21-6.
- ▣ ARJOL, J.L. (2004). *El entrenamiento de fuerza en el fútbol: Comparación de dos programas de entrenamiento*. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- ▣ ARNASON, A.; SIGURDSSON, S.B.; GUDMUNDSSON, A. (2004). Physical fitness, injuries and team performance in soccer. *Med Sci. Sports Exerc.*, 36(2): 115-19.
- ▣ ARRIZABALAGA, E. (1998). El entrenamiento de la técnica de fútbol en la edad escolar y entrenamiento del portero. *Novedades técnicas*, 2 (10).
- ▣ ASAMI, T.; NOLTE, V. (1983). Análisis of powerfull ball kicking. En: Biomechanics XIII-B. (Editado por Matsui, H; Kobayashi, K.). 135-39. Human Kinetics: Champaign.
- ▣ ASCI, A.; ACIKADA, C. (2007). Power production among different sports with similar maximum strength. *J Strength Cond Res*. 21(1): 10-16.
- ▣ AZIZ, A.R.; TAN, F.; TEH, K.C. (2005a). Variation in selected fitness attributes of professional soccer players during a league season. En: Science and football V. Proceedings of the 5th World Congress on Science and Football. (Editado por Reilly, T; Cabri, J; Araújo, D.). 134-38. Routledge: Nueva York.
- ▣ AZIZ, A.R.; TAN, F.; YEO, A.; TEH, K.C. (2005b). Physiological Attributes of Professional players in the singapore soccer league. En Science and football V. Proceedings of the 5th World Congress on Science and Football. (Editado por Reilly, T; Cabri, J; Araújo, D.). 139-43. Routledge: Nueva York.
- ▣ AZNAR, D.; DELGADO, T.; ALEGRE, L.M.; AGUADO, X. (2006). Estudio comparativo de la fuerza explosiva y arquitectura muscular en cuatro grupos de estudiantes. *Apunts Educación Física y Deportes*, 85: 46-55.
- ▣ BABBETT, T.J. (2008). Do skill-based conditioning games offer a specific training stimulus for junior elite volleyball players. *J Strength Cond Res*. 22 (2): 509-517.
- ▣ BAGUR, C. (2007). Deporte y masa ósea (III). Características del ejercicio físico que condicionan el modelado y remodelado óseo. *Apunts. Medicina de l'Esport* 42:92-98.
- ▣ BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, R. (1994). Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. *J Strength Cond Res* 8(4), 235-242.
- ▣ BAKER, D. (1996). Improving vertical jump performance through general, special and specific strength training: A brief review. *J Strength Cond. Res* 10(2):131-136.
- ▣ BAKER, D., NEWTON, R.U. (2005). Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. *J Strength Cond Res*. 19 (1); 202-205.
- ▣ BANGSBO, J. (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol. Scand.*, 15 Suppl, 619: 1-156.

- 📖 BANGSBO, J. (1997). The physiology of intermittent activity in football. En: Science and Football III. Proceedings of the 3rd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Bangsbo, J; Hughes, M). 43-53. E & FN SPON: Londres.
- 📖 BANGSBO, J; MICHALSIK, L. (2002). Assessment of the physiological capacity of elite soccer players. En: Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 53-62. Routledge: Nueva York.
- 📖 BANGSBO, J; JOHANSEN, L; SALTIN, B. (1993). The effect of severe exercise on fatigue and anaerobic energy production during subsequent intense exercise – the importance of active recovery. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.).107-13. E & FN SPON: Londres.
- 📖 BANGSBO, J; MOHR, M; KRUSTUP, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci* 24: 665–674.
- 📖 BARBERO, J.C. (2002). *Desarrollo de un sistema fotogramétrico y su sincronización de los registros de frecuencia cardiaca para el análisis de la competición en los deportes de equipo. Una aplicación práctica en fútbol sala*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- 📖 BEHM, D.G. (1995). Neuromuscular implications and applications of resistance training. *J Strength Cond Res* 9: 264–274.
- 📖 BERGER, R.A. (1983). Effect of dynamic and static training on vertical jumping. *Res Q* 34: 419–424.
- 📖 BRITTENHAM, G. *Complete Conditioning for Basketball*. Champaign, Ill: Human Kinetics; 1996.
- 📖 BLOOMFIELD, J; POLMAN, R; BUTTERLY, R; O'DONOGHUE, P. (2005). Analysis of age, stature, body mass, BMI and quality of elite soccer players from 4 European Leagues. *J. Sport Med. Phys. Fitness*, 45: 58-67.
- 📖 BÖHM, H; COLE, G.K; BRÜGEMANN, G.P; RUDER, H. (2006). Contribution of muscle series elasticity to maximum performance in drop jumping. *J. Appl. Biomech.*, 22: 3-13.
- 📖 BOMPA, T. (2000). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo: Barcelona.
- 📖 BOSCO, C. (1991). *Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista*. Paidotribo: Barcelona.
- 📖 BOSCO, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Deporte y entrenamiento. Paidotribo: Barcelona.

- ▣ BOSCO, C. (1996). Aspecti fisiologici deli allenamento delia forza esplosiva negli sport di squadra. *Atletica Studl.* 1: 27-32.
- 📖 BOSCO, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos.* INDE: Barcelona.
- ▣ BRYLINSKI, J; MOOE, J.C; FROSCHE, M. (1992). The effect of using a weighted softball on pitching velocity wrist strength and handgrip, (NSCA). *J. Appl. Sport Sci. Res.*, 6 (3): 170-73.
- ▣ BRZYCKI, M. (1993). Strength testing: predicting a one-rep max from repetitions to fatigue. *JOPERD*; 64:88-90.
- ▣ BUNC, V; PSOTTA, R. (2001). Physiological profile of very young soccer players. *J. Sport Med. Phys. Fitness*, 41: 337-41.
- ▣ BURGER, T.; BOYER-KENDRICK, T.;DOLNY, D. (2000). Complex training compared to a combined weight training and plyometric training program. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(3), 360-361.
- 📖 CABRI, J; DE PROFT, E; DUFOUR, W; CLARYS, J.P. (1988). The relation between muscular strength and kick performance. En: Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.). 186-93. E & FN SPON: Londres.
- ▣ CANO, J.M; ROMERO, E. (2000). Estudio comparativo de la carga física y fisiológica del partido en jugadores de 1ª División vs Cadetes y su aplicación al entrenamiento. *El Entrenador Español de Fútbol*, 85: 52-9.
- ▣ CARPINELLI R. N.; OTTO R. M. (1998). Strengthándbol training: Single versus multiple sets. *Sports Med* 26: 73–84.
- ▣ CÁRDENAS, D; LÓPEZ LÓPEZ, M. (1999). El entrenamiento de la fuerza en deportes de equipo a través de la pliometría. *Training Fútbol*, 43: 20-7.
- ▣ CARLES, J. (2004). Exigencias fisiológicas en el fútbol. *Training Fútbol*, 96: 36-44.
- 📖 CARTER, J.E.L. (1975). *The Heath – Carter Somatotype method.* San Diego State University: San Diego.
- 📖 CARTER, J.E.L; HEATH, B. (1990).. *Somatotyping development and applications.* Cambridge.
- ▣ CARTER, A.B; KAMINSKI, T.W; DOUEX, A.T; CHRISTOPHER, J; KNIGHT, A; RICHARDS, J.G. (2007). Effects of high volume upper extremity plyometric training on throwing velocity and functional strenght ratios of the shoulder rotators in collegiate baseball players. *J. Strenght Cond. Res.*, 21 (1): 208-15.
- 📖 CASÁIS, L.; CRESPO, J.; DOMÍNGUEZ, E. y LAGO, C. (2003). Perfil condicional de jugadores juveniles de división de honor de fútbol. *II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el deporte* (pp. 242-243). Granada: Oña y Bilbao.

- ▣ CASAJÚS, J.A. (2001). Seasonal variation in fitness variables in profesional soccer players. *J. Sport Med. Phys. Fitness*, 41: 463-69.
- ▣ CASAJÚS, J.A; ARAGONÉS, M.T. (1991). Estudio morfológico del futbolista de alto nivel. Composición corporal y somatotipo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 8(30): 147 –51.
- ▣ CASAJÚS, J.A; ARAGONÉS, M.T. (1997). Estudio cineantropométrico del futbolista profesional español. *Archivos de Medicina del Deporte*, 14 (59): 177 – 84.
- ▣ CASTELLANO, J; MASACH, J; ZUBILLAGA, A. (1996). Cuantificación del esfuerzo físico del jugador de fútbol en competición. *El Entrenador Español de Fútbol*, 71: 32-58.
- ▣ CHAOUCHI, A; BRUGHELLI, M; LEVIN, G; BOUDHINA, N.B.B.; CRONIN, J.; CHAMARI, K. (2009). Anthropometric, physiological and performance characteristics og elite team handball players. *Journal of Sports Sciences.*, 27 (2): 151-157.
- ▣ CHIMERA, N.J; SWANIKT, K.A; SWANIKT, C.B; STRAUB, S.J. (2004). Effects of plyometric training on muscle-activation strategies and performance in female athletes. *J. Athl. Train.*, 39 (1): 24-31.
- ▣ CHIROSA, L.J., CHIROSA, I.J. PADIAL, P. (2000). Efecto del entrenamiento integrado sobre la mejora de la fuerza de impulsión en un lanzamiento en suspensión en balonmano. *Revista Motricidad*. 6, 155-174.
- ▣ CHIROSA, L.J., CHIROSA, I.J. REQUENA, B., FERICHE, B., PADIAL, P. (2002). Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en un salto vertical. *Revista Motricidad*. 8, 47-71.
- 📖 CHIROSA, I. J. y CHIROSA, L. J. (2001). Modelo de planificación del entrenamiento en deportes colectivos: balonmano. En L. J. Chiroso y J Viciano (Eds.), *Entrenamiento integrado en deportes de equipo* (p. 129-139). Granada: Universidad de Granada.
- 📄 CHIROSA, L. J. (1997). Modelo de iniciación en balonmano. Ponencia presentada en Jornadas de actualización en Educación Física. Málaga.
- 📖 CHIROSA, L. J. (1998). *Eficacia del entrenamiento con un método de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en relación a otro de tipo convencional en balonmano*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- ▣ CHIROSA, L. J. y ÁVILA, M. (1997). Iniciación a deportes colectivos, el balonmano, una perspectiva integrada y educativa. *Habilidad Motriz* 9, 35-40.
- 📖 CHU, D. A. (1996). *Explosive power and strength: complex training for maximum results*. Champaign: Human Kinetics.
- 📖 CHU, D. A. (1998). *Jumping into plyometrics* (2ª ed.). Champaign: Human Kinetics.

- ▣ CICCARONE, G, FONTANI, G; ALBERT, A; ZHANG, L; CLOES, M. (2005). Análisis de las características antropométricas y de las capacidades de salto de jóvenes jugadores de fútbol de alto nivel. *Medicina Dello Sport* 58(1):1-15.
- ▣ CLARK, M; REED, D.B; CROUSE, S.F; ARMSTRONG, R.B. (2003). Pre- and Post-season dietary intake, body composition, and performance indices of NCAA division I female soccer players *Int. J. Sport Nutr. Exer. Metab.*, 13: 303- 19.
- ▣ CLUTCH, D, WILTON, M, McGOWN, C, BRYCE, G.R. (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Res Q* 54: 5–10.
- ▣ COCERES, H.; ZUBLEDÍA, G. D. (2004). Fuerza Máxima y su Relación con la Potencia Anaeróbica en Futbolistas de 18 a 20 años pertenecientes a Racing Club. PubliCE Standard. Pid: 312. Disponible en <http://www.sobreentrenamiento.com> (Consulta 20 agosto 2009).
- ▣ COMETTI, G. (1998). *Los métodos modernos de musculación*. Paidotribo. Barcelona.
- ▣ COMETTI, G. (1998). *La Pliometría*. INDE: Barcelona.
- ▣ COMETTI, G. (1999). *Fútbol y musculación*. INDE: Barcelona.
- ▣ COMETTI, G. (2007). *Manual de pliometría*. Paidotribo: Barcelona.
- ▣ COMETTI, G; MAFFIULETTI, N.A; POUSSON, M; CHATARD, J.C; MAFFULI, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power elite, sub-elite and amateur French soccer players. *Int. J. Sport Med.*, 22 (1): 45-51.
- ▣ COOK, M. (1997). *Soccer coaching and team management*. A & C Black: Londres.
- ▣ CUADRADO, G; ZARZUELA, R. (2003). La fuerza en el fútbol en las diferentes etapas de formación. *En equipo*, 21: 30-2.
- ▣ DAVIS, J.A; BREWER, J; ATKIN, D. (1992). Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. *J. Sports Sci.* 10:541–547.
- ▣ De PROFT, E; CABRI, J; DUFOUR, W; CLARYS, J.P. (1988a). Strength training and kick performance in soccer players. En: Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.). 108-13. E & FN SPON: Londres.
- ▣ De PROFT, E; CLARYS, J.P; BOLLENS, E; CABRI, J; DUFOUR, W. (1988b). Muscle Activity in the soccer kick. En: Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.) 434 - 40. E & FN SPON: Londres.

- ▣ DELGADO, A.; PERES, G.; GOIRIENA, J. J.; VANDEWALLE, H. y MONOD, H. (1992). Evaluación de las cualidades anaerobias del deportista. *Archivos de Medicina del Deporte*; 34: 159-163.
- ▣ DERENNE, C; HO, K.W; MURPHY, J.C. (1990). Effects of weighted implement training on throwing velocity. (NSCA). *J. Appl. Sport Sci. Res.*, 4(1): 16-9.
- ▣ DIALLO, O; DORE, E; DUCHE, P; VAN PRAAGH, E. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *J. Sport Med. Phys. Fitness*, 41: 342-8.
- ▣ DOMÍNGUEZ, E; PATIÑO, D; RAMALLO, R; RIVEIRO, J.E; RODRÍGUEZ, A; VALVERDE, A. (1997). La estructura energética del fútbol. *El Entrenador Español de Fútbol*, 74: 12-33.
- ▣ D'OTTAVIO, S. (1998). El entrenamiento de la fuerza en el fútbol: consideraciones generales y medios de control. *Training Fútbol*, 26: 24-37.
- ▣ DOWSON, M.N; CRONIN, J.B; PRESLAND, J.D. (2002). Anthropometric and physiological differences between gender and age groups of New Zealand National soccer players. En: Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 63-71. Routledge: Nueva York.
- ▣ DRINKWATER, E. J.; LAWTON, T. W.; MCKENNA, M. J.; LINDSELL, R. P.; HUNT, P. H.; PYNE, D. B. (2007). Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. *J Strength Cond Res*. Aug;21(3):841-7.
- ▣ DUNBAR, G.M.J; POWER, K. (1997). Fitness profiles of English professional and semi-professional soccer players using a battery of field tests. En: Science and Football III. Proceedings of the 3rd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Bangsbo, J; Hughes, M). 27-31. E & FN SPON: Londres.
- ▣ DUNCAN, M.J; WOODFIELD, L; AL-NAAKEB, Y. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *Br. J. Sports Med* 40(1):649-51.
- ▣ DUPUIS, C; TOURNY-CHOLLET, C. (2001). Les effets de la musculation sur la vitesse de balle lors d'un smash au volley-ball. *Volley France Tech.*, 1: 8-16.
- ▣ DUTTA, P; SUBRAMANIAM, S. (2002). Effect of six weeks isokinetic strength training combined with skill training on football kicking performance. En: Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 333-40. Routledge: Nueva York.
- ▣ DYBA, W. (1982). Physiological and activity characteristics of volleyball. *Volleyball Tech J* 6: 33-51.
- ▣ ESPARZA, F; ALVERO, J.R; ARAGONÉS, M.T; CABAÑAS, M.D; CANDA, A; CASAJÚS, J.A; CHAMORRO, M; GALIANO, D; GONZÁLEZ, J.M; PACHECO, J.L;

PORTA, J; RODRÍGUEZ, F; TEJEDO, A. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Monografías FEMEDE: Navarra.

📖 FAINA, M; GALLOZI, C; LUPO, S; COLLI, R; SASSI, R; MARINI, C. (1988). Definition of the physiological profile of the soccer player. En: *Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football*. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.). 158-63. E & FN SPON: Londres.

📖 FATOUROS, I.G; JAMURTAS, A.Z; LEONTSINI, D; TAXILDARIS, K; AGGELOUSIS, N; KOSTOPOULOS, N; BUCKENMEYER, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *J. Strength Cond. Res.*, 14(4): 470-76.

📖 FAULKNER, J.A. (1968). Physiology of swimming and diving. En: *Human Exercise Physiology* (Editado por Falls, H.). 415-45. Academic Press: Baltimore.

📖 FERNÁNDEZ, M.A; LAGO, C. (2000). El entrenamiento de la fuerza en el fútbol (primera parte). *El entrenador español de fútbol*, 87: 50-7.

📖 FERRAGUT, C; LÓPEZ CALBET, J.A. (1998). Mecanismos responsables de la potenciación de la contracción muscular concéntrica en el curso del ciclo estiramiento acortamiento. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 12 (2): 5-10.

📖 FLETCHER, I.M; HARTWELL, M. (2004). Effect of an 8-week combined weights and plyometrics training program on golf drive performance. *J. Strength Cond. Res*, 18 (1): 59-62.

📖 FLORES, A; RODRÍGUEZ, F; GÓMEZ, F; ARCE, P; MARINCOVICH, D; GUTIÉRREZ, O. (2009). Perfil antropométrico de jugadores profesionales de voleibol sudamericano. *Int. J. Morphol* 27(1):53-7.

📖 FONSECA, C.L.T; ROQUETTI, P; FERNANDES-FILHO, J. (2010). Análisis del perfil antropométrico de jugadores de la selección brasileña de voleibol infanto juvenil. *Int J Morphol* 28(4):1035-1041.

📖 FORTUN, C.M; DAVIES, G; KERNOZEK, T. (1998). The effects of plyometric training on the shoulder internal rotators. *Phys Ther.*, 78 (5): S87.

📖 FRAGOSO, I; VIEIRA, F. *Morfología e crescimento*. Lisboa, 2000.

📖 FRIED, T; LLOYD, G.J.(1992). An overview of common soccer injuries. Management and prevention. *Sport Med.*, 14 (4): 269-75.

📖 FRY, A.C; KRAEMER, W.J; WESEMAN, C.A; CONTORY, B.P; GORDON, S.E; HOFFNAB, 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.

- ▣ FRY A.C.; WEBBER J.M.; WEISS L.W.; FRY M.D.; LI Y. (2000). Impaired performances wihándbol excessive high intensity free weight training. *J Strenghándbol Cond Res* 14: 54–61.
- ▣ GARCÍA, D.; HERRERO, J.A.; BRESCIANI, G.; De PAZ, J.A. (2004). Análisis de las adaptaciones inducidas por cuatro semanas de entrenamiento pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 4 (15) pp. 222-232.
- ▣ GARCÍA, J.; CAPPÀ, D.; SARMIENTO, S.; OLIVERA, J.; APARICIO, F.; SANAGUA, J.; ACOSTA, G.; CARRIZO, E.; CORDERO, P., HERRERA, J., ARREGUEZ, C., GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. (2004). Efecto acumulado y retardado de un programa de entrenamiento de fuerza en los deportes de fútbol, baloncesto y voleibol. *Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 1º (76). Disponible en <http://www.efdeportes.com> (Fecha de consulta 18 agosto 2010).
- ▣ GONZÁLEZ-BADILLO J.J.; GOROSTIAGA E.M.; ARELLANO R.; IZQUIERDO M. (2005). Moderate resistance training volume produces more favourable strenghándbol gains hándbolan high or low volumes during a short-term training cycle. *J Strenghándbol Cond Res* 19: 689–697.
- ▣ GARCÍA, J; CARRIZO, E; OLIVERA, J; SANAGUA, J; ACOSTA, G; CAPPÀ, D; ARREGUEZ, C; SARMIENTO, S; APARICIO, F; BRIZUELA, F. (2004). Efecto retardado de un entrenamiento de pliometría en jugadoras de voleibol. *Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 10 (81). Disponible en <http://www.efdeportes.com>. (Fecha de consulta 12-10-2008).
- ▣ GARCÍA CALVO, T; CUEVAS, R; DOMÍNGUEZ, S. (2003). Estudio sobre la incidencia del entrenamiento de la fuerza en acciones básicas del fútbol. *Training fútbol*, 84: 40-52.
- ▣ GARCÍA LÓPEZ, J; VILLA, J.G; MORANTE, J.C; MORENO, C. (2001). Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro amateur de un mismo club de fútbol. *Apunts Educación Física y Deportes*, 63: 46-52.
- ▣ GARCÍA LÓPEZ, D.; BRESCIANI, G.; De SOUZA, F.; JIMÉNEZ, R.; de PAZ, J. A. (2005). Análisis de las adaptaciones inducidas por un programa de entrenamiento excéntrico con cargas submáximas. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, XIX(1), 5-12.
- ▣ GARCÍA MANSO, J.M; NAVARRO, M; RUIZ, A. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*. Gymnos Editorial: Madrid.
- ▣ GARCÍA MANSO, J.M. (1999). *Entrenamiento de la fuerza*. Ed. Gymnos. Madrid.
- ▣ GARGANTA, J; MAIA, J; PINTO, J. (1993a). Somatotype, body composition and pysical performance capacities of elite soccer players. En: *Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football*. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 292-95. E & FN SPON: Londres.

- ☞ GARGANTA, J; MAIA, J; SILVA, R; NATAL, A. (1993b). A comparative study of explosive leg strength in elite and non – elite young soccer players. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 304-5. E & FN SPON: Londres.
- ☞ GARRIDO, R.P; GONZÁLEZ, M; FÉLIX, A; PÉREZ, J. (2004). Composición corporal de los futbolistas de equipos alicantinos. *Selección*, 13(4): 155 – 63.
- ☞ GARSTECKI, M. A.; LATIN, R. W. y CUPPETT, M. M. (2004). Comparison of selected physical fitness and performance variables between NCAA Division I and II football players. *J Strength Cond Res.*;18:292–297
- ☞ GEHRI, D.J; RICARD, M.D; KLEINER, D.M; KIRKENDALL, D.T. (1998). A comparison of plyometric training techniques for improving vertical jump ability and energy production. *J. Strength Cond. Res.*, 12(2): 85-9.
- ☞ GIL, A; DALMAU, L. (1999). Análisis de la estructura condicional y coordinativa en el fútbol. *Training Fútbol*, 35: 16-23.
- ☞ GIL, S.M; GIL, J; IRAZUSTA, A; RUIZ, F; IRAZUSTA, J. (2005). Relationship between anthropometric and physiological parameters in young soccer players of different ages. 10th Annual Congress of the European College of Sport Science. Belgrade, Serbia.
- ☞ GIL, S.M; GIL, J; RUIZ, F; IRAZUSTA, A; IRAZUSTA, J. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *National Strength & Conditioning Research* 21(2), 438-445.
- ☞ GIORDANI, D; DA SILVA, M.F; DA SILVA, A. (2007). Morfología de atletas juvenis de handebol. *Revista Brasileira de Cineantropometría & Desempenho Humano* 9:127-33.
- ☞ GODIK, M; FALES, I; BLASHAK, I. (1993). Changing the kicking accuracy of soccer players depending on the type, value and aims of training and competitive loads. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 254-60. E & FN SPON: Londres.
- ☞ GÓMEZ-CARRAMIÑANA, M.A. (1997). Bases fisiológicas para mejorar la fuerza y su aplicación al trabajo pliométrico. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 10(4): 11-7.
- ☞ GONZÁLEZ BADILLO, J.J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14(1): 5-16.
- ☞ GONZÁLEZ BADILLO, J.J; GOROSTIAGA, E. (1997). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo (2ª Ed)*. INDE: Barcelona.

- 📖 GONZÁLEZ BADILLO, J.J; RIBAS, J. (2002). Bases de la programación del *entrenamiento de fuerza*. INDE: Barcelona.
- 📖 GONZÁLEZ-BADILLO J.J; GOROSTIAGA, E.M; ARELLANO, R; IZQUIERDO, M. (2005). Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. *J Strength Cond Res* 19(3):689-97.
- 📖 GOROSTIAGA, E. (1993). Bases científicas del fútbol. Aplicación al entrenamiento. En: Cuadernos técnicos del deporte (número 6). (Editado por el Gobierno de Navarra, Instituto Navarro de Deporte y Juventud). 77- 102. Navarra.
- 📖 GOROSTIAGA, E.M; ITURRALDE, P; RUESTA, M.; IBÁÑEZ, J; IZQUIERDO, M. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in a dolescent handball players. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 80: 484-93.
- 📖 GOROSTIAGA, E.M; GRANADOS, C; IBÁÑEZ, J; IZQUIERDO, M. (2005). Differences in physical fritness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int. J. Sport Med.*, 26: 225-32.
- 📖 GOROSTIAGA, E.M., GRANADOS, C., IBAÑEZ, J., GONZÁLEZ-BADILLO, J.J., IZQUIERDO, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc* 38: 357–366.
- 📖 GRAHAM J. (2002). Periodization research and an example application. *Strenghándbol Cond J* 24: 62–70.
- 📖 GRANADOS, C; IZQUIERDO, M; IBÁÑEZ, J; BONNABAU, H; GOROSTIAGA, E.M. (2007). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *Int. J. Sports Med.*, 28 (10): 860-7.
- 📖 GRANADOS C.; IZQUIERDO M.; IBAÑEZ J.; RUESTA M.;GOROSTIAGA E.M. (2008). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite female handball players. *Med Sci Sports Exerc* 40: 351–36.
- 📖 GREGSON, W; WRIGLEY, R. (2007). The effects of a 10 week plyometric training intervention on 10 m sprint and vertical jump performance in elite junior professional soccer players. *J. Sport Sci. Med.*, 10 Suppl: 124.
- 📖 GROSGEORGE, B. (1990). *Observation and training in team sports* (in French). Paris INSEP-Publications.
- 📖 GUALDI-RUSSO, E.; ZACCAGNI, L. (2001). Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 41 (2): 256-62.
- 📖 HÄKKINEN, K., KOMI, P. V., TESCH, P.A. (1981). Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic

characteristics of leg extensor muscles. *Scandinavian Journal of Sports Sciences* 3(2), 50-58.

▣ HÄKKINEN, K.; KOMI, P. V. (1985). Changes in electrical and mechanical behaviour of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 7(2), 55-64.

▣ HÄKKINEN, K.; KOMI, P. V. (1985). Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening exercises. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, 7(2), 65-75.

▣ HÄKKINEN, K; KOMI, P.V; ALEN, M; KAUKANEN, H. (1987). EMG. muscle fibre and force production characteristics during a 1-year training period in elite weightlifters. *European Journal of Applied Physiology* 56, 419-427.

▣ HÄKKINEN, K. (1989). Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *J Sports Med Phys Fitness* 29: 9–26.

▣ HARMAN, E. (1993). Strength and power: a definition of terms. *N. Strength Condition. A. J.*, 15 (6): 18 – 20.

▣ HARRIS, G. R.; STONE, M. H.; O'BRYANT, H. S.; PROULX, C. M.; JOHNSON, R. L. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1), 14-20.

📖 HEBBELINK, M; BORMS, J. (1987). *Kinanthropometry course for the Spanish Association of Sport Medicine*. FEMEDE ICATME: Barcelona.

▣ HEIDERSCHEIT, B.C; McLEAN, K.P; DAVIES, G.J. (1996). The effects of isokinetic vs plyometric training on the shoulder internal rotators. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 23 (2): 125-33.

▣ HEINONEN, A; SIEVANEN, H; KANNUS, P; OJA, P; VUORI, I. (1996). Effects of unilateral strength training and detraining on bone mineral mass and estimated mechanical characteristics of the upper limb bones in young women. *J Bone Miner Res* 11:490-501.

📖 HELGERUD, J; HOFF, J; WISLOFF (2002). Gender differences in strength and endurance of elite soccer players. En: *Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football*. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 382-83. Routledge: Nueva York.

📖 HELGERUD, J, KEMI, OJ, HOFF, J. (2003). *Pre-season concurrent strength and endurance development in elite soccer players*. In: *Football (Soccer): New Developments in Physical Training Research* Hoff, J and Helgerud, J, eds. Trondheim: NTNU. pp. 55–66.

▣ HELLER, J; PROCHÁZKA, L; BUNC, V. (1992). Functional capacity in top league football players during the competitive season. *J.Sport Sci*, 10: 150.

- ▣ HERMASSI, S.; CHELLY, M.S.; FATHLOUN, M.; SHEPHARD, R.J., (2010). The effect of heavy vs. Moderate-load training on the development of strength, power, and throwing ball velocity un male handball players. *Journal of Strength and Cond. Research*, 24 (9): 2408-2418.
- ▣ HERNÁNDEZ, J. (1998). Cuantificación del espacio recorrido y el tiempo invertido para recorrerlo (ritmo) por el jugador de fútbol durante un encuentro. Los casos de Ronald Koeman y Vlado Gudelj. *El Entrenador Español de Fútbol*, 76: 40-57.
- ▣ HERRERO, J.A; IZQUIERDO, M; MAFFIULETTI, N.A; GARCÍA-LÓPEZ, J. (2005). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *Int. J. Sports Med.*, 27: 533-39.
- ▣ HEWETT, T.E; STROUPE, A.L; NANCE, T.A; NOYES, F.R. (1996). Plyometric training in female athletes: Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am. J. Sports Med.*, 24 (6):765-73.
- ▣ HEYDEN, G; DROSTE, J; STEINHÖFER, D. (1988). Zum zusammenhang von maximalkraft, schnellkraft und bewegungsschnelligkeit. *Leistungssport*, 2: 39-46.
- ▣ HOARE, D.G. (2000). Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometric and physiological attributes. *J Sci Med Sport* 3: 391–405.
- ▣ HOFF, J.; ALMASBAKK, B. (1995). The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. *J Strength Cond Res*, 9(4), 255-258.
- ▣ HOFFMAN, J.R; TENENBAUM, G; MARESH, C.M; KREAMER, W.J. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *J Strength Cond Res* 10: 67–71.
- ▣ HOFFMAN, J.R., WENDELL, M., COOPER, J., KANG, J. (2003). Comparasion between linear and nonlinear in season training programs in freshman football players. *J Strength Cond Res*. 17 (3): 561-565.
- 📖 HOWE, D; SCOVELL, B. (1991). *Manual de fútbol*. Martínez Roca: Barcelona.
- 📖 IZQUIERDO, J. M.; DE BENITO, A. M.; SEDANO, S.; REDONDO, J.C. y CUADRADO, G. (2006). Estudio comparativo de la mejora de la fuerza y de la resistencia en el baloncesto según dos formas diferentes de entrenamiento: analítica e integrada. IV Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. La Coruña (España).
- 📖 IZQUIERDO, J. M.; ZARZUELA, R.; SEDANO, S.; DE BENITO, A. M.; SALGADO, I. y CUADRADO, G. (2008). Estudio comparativo de factores antropométricos y físico-técnicos en jóvenes futbolistas de élite de ambos sexos, en función de la posición habitual de juego. V Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. León (España).

- ▣ IZQUIERDO, M; AGUADO, X. (1997). Estimación de la producción explosiva de fuerza: Consideraciones y tópicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 14 (62): 493-503.
- ▣ IZQUIERDO, M; HÄKKINEN, K.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; IBAÑEZ, J.; GOROSTIAGA, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur. J. Appl. Physiol*, 87: 254-271.
- ▣ JANKOVIC, S; HEIMER, N; MATKOVIC, B.R. (1993). Physiological profile of prospective soccer players. En: *Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football.* (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 295-97. E & FN SPON: Londres.
- ▣ JANSSENS, M; VAN RENTERGHEM, B; VRIJENS, J. (2002). Anthropometric characteristics of 11-12 year old flemish soccer players. En: *Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football.* (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 258-62. Routledge: Nueva York.
- ▣ JINSHAN, X; XIAOKE, C; YAMANAKA, K; MATSUMOTO, M. (1993). Analysis of the goals in the 14th World Cup. En: *Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football.* (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 203-05. E & FN SPON: Londres.
- ▣ JUÁREZ, D. (2006). *Efectos de un programa de entrenamiento con diferente organización de las cargas sobre el desarrollo de la fuerza dinámica máxima y la potencia de la extremidad inferior.* Tesis Doctoral. Universidad de Castilla- La Mancha.
- ▣ JUÁREZ, D; NAVARRO, F. (2006). Análisis de la velocidad del balón en el golpeo en jugadores de fútbol sala en función del sistema de medición, la intención en la precisión del tiro y su relación con otras acciones explosivas. *Motricidad: European Journal of Human Movement*, 15: 149-57.
- ▣ JUÁREZ, D., NAVARRO, F. (2007). El Método de Entrenamiento de Contrastes: Una Opción de Desarrollo de la Fuerza Requerida en Acciones Explosivas. *PubliCE Standard*. 17/09/2007. Pid: 870. (Fecha de consulta 15-05-2010).
- ▣ KALAPOTHARAKOS, V.I; STRIMPAKOS, N; VITHOULKA, I; KARVOUNIDIS, C; DIAMANTOPOULOS, K; KAPRELI, E. (2006). Physiological characteristics of elite professional soccer teams of different ranking. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 46: 515-19.
- ▣ KAWAMORI N.; HAFF G.G.(2004). Hándbole optimal training load for hándbole development of muscular power. *J Strength&ndbol Cond Res* 18: 675–684.
- ▣ KEARNS, C.F; ISOKAWA, M; ABE, T. (2001). Architectural characteristics of dominant leg muscles in junior soccer players. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 85: 240-43.

- ▣ KELLIS, E; KATIS, A; VARBAS, I.S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scan. J. Med. Sci. Sport.*, 16(5): 334-44.
- ▣ KOMI, P.V. (1986). Training of muscle strength and power: Interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int J Sports Med* 7: 10–15.
- ▣ KOMI, P.V. (2003). *Stretch-shortening cycle*. En: Strength and power in sport. (Editado por Komi, P.V.).184-202. Blackwell Science Limited: Oxford.
- ▣ KOMI, P.V; GOLLHOFER, A. (1997). Stretch reflex can have an important role in force enhancement during SSC-exercise. *J. Appl. Biomech.*, 13: 451-60.
- ▣ KOTZAMANIDIS,C; SKOUFAS, D; HATZIKOTOULAS, K; PATIKAS, D; KOUTRAS, G; KOLLIAS, H. (2003). Upper limb segment loading: The effect of training on the throwing velocity of novice handball players. *J. Human Mov. Stud.*, 45: 97-114.
- ▣ KRUSTRUP, P; MOHR, M; ELLINGSGAARD,H; BANGSBO, J. (2005). Physical demands during an Elite Female Soccer Game: Importance of training status. *Med.Sci. Sports Exerc.*, 37 (7): 1242-48.
- ▣ KUBO, K; KANEHISA, H; FUKUNAGA, T. (2005). Effects of viscoelastic properties of tendon structures on stretch-shortening cycle exercise in vivo. *J.Sport Sci.*, 23(8): 851-60.
- ▣ KUHN, W. (1993). A comparative analysis of selected motor performance variables in american football, rugby union and soccer players. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 62-9. E & FN SPON: Londres.
- ▣ LACHOWETZ, T; EVON, J; PASTIGLIONE, J. (1998). The effect of an upper body strength program on intercollegiate baseball throwing velocity. *J. Strength Cond. Res.*, 12: 116-19.
- ▣ LAGO, C. (2001). El entrenamiento de la velocidad en el fútbol. *Training Fútbol*, 59: 12-27.
- ▣ LAMONTE, M. J.; MCKINNEY, J. T.; QUINN, S. M.; BAINBRIDGE, C. N. y EISENMANN, P.A. (1999). Comparison of physical and physiological variables for female college basketball players. *J Strength Cond Res*: 13: 264-270.
- ▣ LATIN, R. W.; BERG, K. y BAECHLE, T. (1994). Physical and performance characteristics of NCAA division I male basketball players. *J Strength Cond Res*; 8:214-218.
- ▣ LAULETTA, N. E. (2005). Estudio de correlación entre la distancia alcanzada en el lanzamiento de handball y los ejercicios de sobrecarga de la selección nacional junior de handball. Universidad Nacional de Gral. San Martín. Unidad académica Instituto de Ciencias de la Rehabilitación.

- ▣ LESUER, D. A.; MacCORMICK, J. H.; MAYHEW, J. L.; WASSERTEIN, R. L. y ARNOLD, M. D. (1997). The Accuracy of Prediction Equations for Estimating 1-RM Performance in the Bench Press, Squat, and Deadlift. *J Strength Cond Res.* 11(4):211-213.
- ▣ LIPAROTTI, J.R. (2004). Aplicaciones prácticas de datos de composición corporal en futbolistas universitarios brasileños. *Training fútbol*, 100: 36 –43.
- ▣ LÓPEZ, P. (1993). El entrenamiento de la fuerza en los deportes de equipo. *Apunts. Educación Física y Deportes*; 43: 55-62.
- ▣ LÓPEZ-CALBET, J.A; ARTEAGA, R; CHAVARREN, J; DORADO, C. (1995a). Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento (I). Aspectos biomecánicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 12 (46): 133-42.
- ▣ LÓPEZ-CALBET, J.A; ARTEAGA, R; CHAVARREN, J; DORADO, C. (1995b). Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento (II). Aspectos biomecánicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 12 (47): 219-23.
- ▣ LÓPEZ-CALBET, J.A; ARTEAGA, R; CHAVARREN, J; DORADO, C. (1995c). Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento (III). Aspectos biomecánicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 12 (48): 301-09.
- ▣ LÓPEZ DE VIÑASPRE, P; PORTA, J; COS, F. (1996). El entrenamiento de la fuerza en los deportes de equipo. *Apunts Educación Física y Deportes*, 43: 55-62.
- ▣ LUTHANEN, P; (1988). Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. En: Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.). 441-48. E & FN SPON: Londres.
- ▣ LUTHANEN, P; VÄNTINEN, T; HÄYRINEN, M; BROWN, W. (2002). A comparison selected physical, skill and game understanding abilities in finnish youth soccer players. En: Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 271-74. Routledge: Nueva York.
- ▣ LYTTLE, A.D; WILSON, G.J; ASTROWSKI, K.J. (1996). Enhancing performance: Maximal power versus combined weights and plyometric training. *J. Strenght Cond. Res*, 10(3): 137-79.
- ▣ MADRERA, E.; HERRERO, J. A.; FERNÁNDEZ, A. y MARTÍNEZ, I. (2003). Análisis videográfico de acciones específicas de fuerza en jugadores de campo de un equipo de balonmano. *RendimientoDeportivo.com*, N^o4. (Consulta 16 junio 2010).
- ▣ MAFFIULETTI, N.A; COMETTI, G; AMIRIDIS, I.G; MARTIN, A; POUSSON, M; CHATARD, J.C. (2000). The effects of electrostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int. J. Sports Med.*, 21: 437- 43.

- ▣ MAFFIULETI, N.A; DUGNANI, S; FOLZ, M; DI PIERNO, E; MAURO F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Med.Sci. Sports Exerc.*, 34(10): 1638-44.
- 📖 MALINA R.M; BOUCHARD, C. (1991). *Growth, maturation and physical activity*. Illinois.
- ▣ MALINA, R.M., M.E. PEÑA REYES, J.C. EISENMANN, L. HORTA, J. RODRIGUES, AND R. MILLER. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11–16 years. *J. Sports Sci.* 18:685–693.
- ▣ MALINA, R.; EISENMANN, J.; CUMMING, S.; BASIL, E. y JOA, E. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities. *Eur J Appl Physiology* N° 91.
- 📖 MANNO, R. (1991). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Paidotribo: Barcelona.
- 📖 MANNO, R. (1999). *El entrenamiento de la fuerza. Bases teóricas y prácticas*. INDE: Barcelona.
- ▣ MANOLOPOULOS, E; PAPADOPOULOS, C; SALONIKIDIS, K; KATARTZI, E; POLUHA, S. (2004). Strength training effects on physical conditioning and instep kick kinematics in young amateur soccer players during preseason. *Perceptual and Motor Skills*, 99 (2): 701-10.
- ▣ MARKOVIC, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytic review. *Br. J. Sports Med.* 41: 349-355.
- 📖 MARQUES-BRUNA, P; LEES, A; SCOTT, M. (2005). An integrated Analytical Model for the Qualitative Assessment of Kicking Effectiveness in Football. En: Science and football V. Proceedings of the 5th World Congress on Science and Football. (Editado por Reilly, T; Cabri, J; Araújo, D.). 58-63. Routledge: Nueva York.
- ▣ MARQUES, M.C.; GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res* 20: 563–571.
- ▣ MARQUES, M. C.; VAN DEN TILLAR, R.; GABBETT, T. J.; REIS, V. M. y GONZÁLEZ-BADILLO, J. J. (2009). Physical fitness qualities of profesional volleyball players: determination of positional differences. *J Strength Cond Res.* 23(4)/1106–1111.
- ▣ MARTEL, G.F., M.L. HARMER, J.M. LOGAN, C.B. PARKER. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Med.Sci. Sports Exerc.*, 37(10): 1814-1819.
- ▣ MARTÍN ACERO, L. (1998). Importancia y lugar de la fuerza en los deportes de equipo. *Training Fútbol*, 28: 38-45.

- ☐ MARTÍNEZ, I., DE PAZ, J., CUADRADO, G. Efecto del entrenamiento de desarrollo muscular sobre la fuerza isométrica máxima, en jugadores de balonmano en etapas de formación. Rendimiento deportivo.com, nº1. (Consulta 10 de mayo de 2010).
- ☐ MASUDA, K; KIKUHARA, N; DEMURA, S; KATSUTA, S; YAMANAKA, K. (2005). Relationship between muscle strenght in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *J. Sport Med. Phys. Fitness*, 45: 44-52.
- ☐ MATAVULJ, D; KUKOLJ, M; UGARKOVIC, D; TIHANYI, J; JARIC, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 41: 159-64.
- ☐ MATKOVIC, B.R., M. MISIGOJ-DURAKOVIC, B. MATKOVIC, S. JANKOVIC, L. RUZIC, G. LEKO, AND M. KONDRIC.(2003). Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. *Coll. Antropol.* 27(Suppl.):167–174.
- ☐ MATTHEWS, M., O´CONCHUR, C., COMFORT, P. (2009). The acute effects of heavy and light resistances on the flight time of a basketball push-pass during upper body complex training. *J Strength Cond Res.* 23 (7): 1988-1995.
- ☐ MATIEGKA, J. (1921). The testing of physical efficiency. *Am. J. Phys. Anthropol.* 4: 223-30.
- ☐ MAYHEW, J. L.; PRINSTER, J. L.; WARE, J. S.; ZIMMER, D. L.; ARABAS J. R. y BEMBEM, M. G. (1995). Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training levels. *Journal of sports medicine and physical fitness.* vol. 35, nº2, pp. 108-113.
- ☐ MAYO, C., PARDO, A. (2001). Mejora de la fuerza específica a través del método de contraste. Universitat de València (Ed.), II Congreso de Cs de la Act. Física y el Deporte. (pp. 143-151). Valencia.
- ☐ McCAY, L; SHEPHARD, R.J. (1988). *Standarized tests for Canadian Soccer Players*. Canadian Soccer Association: Ottawa.
- ☐ McCLYMONT, D. (2005). Use of the reactive strenght index (RSI) as an indicator of plyometric training conditions. En: Science and football V. Proceedings of the 5th World Congress on Science and Football. (Editado por Reilly, T; Cabri, J; Araújo, D.). 408-16. Routledge: Nueva York.
- ☐ McDONAGH, M.J. DAVIES, C.T. (1984). Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 52: 139–155.
- ☐ McLEAN, B.D; TUMILTY, D.M. (1993). Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *Br. J. Sp. Med.*, 27(4): 260-62.
- ☐ MERCER, T.H; GLEESON, N.P; MITCHELL, J. (1997). Fitness profiles of professional soccer players before and after pre-season conditioning. En: Science and

Football III. Proceedings of the 3rd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Bangsbo, J; Hughes, M). 112-17. E & FN SPON: Londres.

▣ MILLER, S.A; BARLETT, R.M. (1994). Notational analysis of the physical demands of basketball. *J Sports Sci* 12: 181.

▣ MIYAMURA, S; SETO, S; KOBAYHASI, H. (1997). A time analysis of men's and women's soccer. En: Science and Football III. Proceedings of the 3rd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Bangsbo, J; Hughes, M). 251-57. E & FN SPON: Londres.

▣ MOGNONI, P; NARICI, M.V; SIRTORI, M.D; LORENZELLI, F. (1994). Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *J. Sport Med. Phys. Fitness*, 34 (4): 357-61.

▣ MOHR, M; KRUSTRUP, P; BANGSBO, J. (2003). Match performance of highstandard soccer players with special reference to development of fatigue. *J. Sports Sci.* 21:519–528.

▣ MONTES, R. (2008). Valoración de la capacidad de salto en jóvenes futbolistas y estudio de la velocidad de ejecución más adecuada para un entrenamiento de fuerza explosiva. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 13. N° 119. (Consulta 15 septiembre 2010).

▣ MORANTE, J.C. (1995). El entrenamiento integrado. Tareas técnico-tácticas como medio de entrenamiento de la condición física en los deportes de equipo. Cursos de Verano del INEF de Castilla y León.

▣ MORENO, F. (2004). *Balonmano: detección, selección y rendimiento de talentos*. Madrid.

▣ MORENO, M. (1995). *Técnica individual y colectiva. Curso Nivel 1- Instructor de fútbol base. Técnico deportivo elemental*. R.F.E.F. Escuela Nacional de Entrenadores: Madrid.

▣ MORENO, M. (1996). *Técnica individual y colectiva. Curso Nivel 2- Entrenador regional de fútbol. Técnico deportivo de base*. R.F.E.F. Escuela Nacional de Entrenadores: Madrid.

▣ MORENO HERNÁNDEZ, F.J; ÁVILA, F; RAINA, R. (2000) La interferencia entre el entrenamiento de la fuerza y la técnica. *RED: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 14(4): 13-22.

▣ MUNIROGLU, S; KOZ, M. (2006). The Physical and Physiological Properties of Football Players from a Turkish Professional First-Division Football League. *The sport Journal*, 9(4). Disponible en <http://www.thesportjournal.org/2006Journal/Vol9-No4/Muniroglu.asp>. (Fecha de consulta 16-12-2008).

- ▣ MUTHIAH, C; SODHI, H. (1980). The effect of training on some morphological parameters of top ranking Indian basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 20: 405–412.
- ▣ MYER, G.D; FORD, K.R; PALUMBO, T.E; HEWERR, T.E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 19(1): 51-60.
- ▣ NASCIMENTO, M. A. (2007). Validação da equação de Brzycki para a estimativa de 1-RM no exercício supino em banco horizontal. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, Niterói*, v. 13, n. 1, p. 47-50.
- ▣ NAVARRO, E.; PABLOS, C.; ORTIZ, V.; CHILARÓN, E.; CERVERA, I.; FERRO, A.; GINER, A. y MARTÍ, J. (1997). *Aplicación y seguimiento mediante análisis biomecánico del entrenamiento de la fuerza explosiva*. Rendimiento deportivo: Parámetros electromiográficos (EMG), cinemáticos y fisiológicos (pp: 55-105). Ministerio de Educación y Cultura. Consejo Superior de Deportes.
- ▣ NEILSON, P.J; JONES, R. (2005). Dynamic Soccer Ball Performance Measurement. En: Science and football V. Proceedings of the 5th World Congress on Science and Football. (Editado por Reilly, T; Cabri, J; Araújo, D.). 21-7. Routledge: Nueva York.
- ▣ NEWTON, R.V; KRAEMER, W.J. (1994). Developing explosive muscular: implications for a mixed methods training strategy. *Strength and conditioning (N.C.S.A)*, 16(5): 20-31.
- ▣ NEWTON, R.U; McEVOY, K.I. (1994). Baseball throwing velocity: A comparison of medicine ball training and weight training. *J. Strength Cond. Res.*, 8: 198-203.
- ▣ NEWTON, U.R; KRAEMER, W.J; HÄKKINEN, K. (1999). Effect of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31 (2), 323-30.
- ▣ NUÑEZ, V.M., DA SILVA-GRIGOLETTO, M.E., CASTILLO, E.F., POBLADOR, M.S., LANCHO, J.L. (2008). Effects of training exercises for development of strength and endurance in soccer. *J Strength Cond Res*. 22 (2): 518-523.
- ▣ OLASO, S; MARTÍNEZ, J; PLANAS, A. (2004). Variación de la potencia de la extremidad inferior en jugadoras de balonmano de alta competición. *Apunts Educación Física y Deportes*, 76: 35-42.
- ▣ ORTIZ CERVERA, V; GUE, N; NAVARRO, J.A; POLETAEV, P; RAUSELL, L. (1996). *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición*. INDE: Barcelona.
- ▣ OSTOJIC, S. (2002). *Anthropometric, physiological and biochemical characteristics of elite Yugoslav soccer players*. Tesis doctoral. Universidad de Belgrado.
- ▣ OSTOJIC, S. (2003) Characteristics of elite and non-elite yugoslav soccer players: correlates of success. *J. Sport Sci. Med.*, 2: 34-5.

- ▣ OSTOJIC, S.M; MAZIC, S; DIKIC, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *J Strength Cond Res* 20: 740–744.
- ▣ PALAO, J.M.; SAENZ, B. y UREÑA, A. (2001). Efecto de un trabajo de aprendizaje del ciclo estiramiento-acortamiento sobre la capacidad de salto en voleibol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 1 (3) p. 163-176.
- 📖 PEITERSEN, B. (2003). *Técnica del fútbol. El ABC del entrenamiento juvenil*. Paidotribo: Barcelona.
- ▣ PÉREZ-GÓMEZ, J; OLMEDILLAS, H; DELGADO-GUERRA, S; ROYO, I.A; VICENTE-RODRÍGUEZ, G; ORTIZ, R.A; CHAVARREN, J; LÓPEZ CALBET, J.A. (2008). Effects of weight lifting training combined with plyometric exercises on physical fitness, body composition and knee extension velocity during kicking in football. *App. Phys. Nutr. Metab.*, 33(3): 501-10.
- ▣ PINO, J. (2001). Análisis de las demandas energéticas en fútbol: Revisión Bibliográfica. *El Entrenador Español de Fútbol*, 90: 45-58 .
- 📖 PLATONOV, V.N; BULATOVA, M.M. (1993). *La preparación física*. Paidotribo: Barcelona.
- ▣ POLMAN, R; WALSH, D; BLOOMFIELD, J. (2004). Effective conditioning of females soccer players. *J.Sport Sci.*, 22 (2): 191-203.
- ▣ PORTOLES, J.V. (1996). El trabajo de fuerza en el futbolista de élite. *Training fútbol*, 6: 13-26.
- ▣ POTTEIGER, J.A; LOCKWOOD, R.H; HAUB, M.D; DOLEZAL, B.A; ALMUZAINI, K.S; SCHROEDER, J.M; ZEBAS, C.J. (1999). Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *J. Strenght Cond. Res*, 13 (3): 275-79.
- ▣ POULMEDIS, P; RONDOYANNIS, G; MITSOU, A; TSAROUCHAS, E. (1988). The influence of isokinetic muscle torque exerted in various speeds on soccer ball velocity. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 10 (3): 93-6.
- 📖 POVEDA, J. (2010). Plan de mejora de la velocidad segmentaria de la extremidad superior en porteros de fútbol. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 15 - Nº 144. (Consulta 15 septiembre 2010).
- 📖 POWER, K.T.D; DUNBAR, J; TREASURE, D.C. (2005). Differences in fitness and psychological markers as a function playing level and position in two English Premier League Football Clubs. En: *Science and football V. Proceedings of the 5th World Congress on Science and Football*. (Editado por Reilly, T; Cabri, J; Araújo, D.). 129-33. Routledge: Nueva York.

- REILLY, T. (1993). Science and football: An introduction. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 3-11. E & FN SPON: Londres.
- REILLY, T. (1996). *Science and soccer*. E&FN SPON: Londres.
- RICO-SANZ, J. (1998). Body composition and Nutritional Assessments in Soccer. *Int. J. Sport Nutr.*, 8: 113-23.
- RIENZI, E; DRUST, B; REILLY, T; CARTER, J.E.L; MARTIN, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players *J. Sport Med. Phys. Fitness*, 40: 162-69.
- RIVERA, M.A; AVELLA, F.A. (1992). Características antropométricas y fisiológicas de futbolistas puertorriqueños. *Archivos de Medicina del Deporte* 9 (35): 265 –77.
- ROCHA, M.S.L. (1975). Peso óseo do brasileiro de ambos sexos de 17 a 25 años. *Arq. Anat. Antropol.*, 1: 445-51.
- RODANO, R; TAVANA, R. (1993). Three dimensional análisis of instep kick in profesional soccer players. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 357-61. E & FN SPON: Londres.
- RODRÍGUEZ, D; GARCÍA-MANSO, J.M. (1997). Efecto de dos modelos de entrenamiento de la fuerza especial en voleibol: Aplicación práctica de dos temporadas en el C.V. Gran Canarias. *Archivos de Medicina del Deporte*, 14 (57): 25-31.
- ROMÁN, J. D. (1998). Las zonas de lanzamiento en Atlanta '96. Comunicaciones técnicas en balonmano N^o 163. *Revista Área de balonmano*, 2, 3-7.
- ROMERO, S.; VILA. H.; FERRAGUT, C. y ALCARAZ, P. E. (2009). Curva de potencia en jugadores de baloncesto de la liga EBA. Congreso Ibérico de Baloncesto.
- RONNESTAD, B.R., KVAMME, N.H., SUNDE, A., RAASTAD, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 22 (3): 773-780.
- ROSS, W.D. (1991). *Basic Anthropometry for human biology and sport medicine*. School of Kinesiology. Simon Fraser University: British Columbia.
- ROSS, W.D; WILSON, N.C. (1974) A stratagem for proportional growth assessment. *Acta Paediat.*, suppl., 28: 169-82.
- ROSS, W.D; HEBBELINK, M; VAN GHELUWE, B; LEMMENS, M.L. (1972). Kinanthropométrie et l'apretiation de l'erreur de mesure. *Kinanthropologie*, 4: 23- 4.
- SALE, D. (1992). *Neural adaptation to strength training*. In: *Strength and Power in Sport*. P.V. Komi, ed. London, United Kingdom: Blackwell. pp. 249–265.

- ▣ SALEM, M; ZARY, J.C.F. (2004). Evolução do perfil somatotípico da seleção brasileira de voleibol masculino juvenil de 2000/2003. *Rev. Educ. Fís* 128(1):41-51.
- ▣ SÁNCHEZ, A.D; SAAVEDRA, J.M; FEU, S; DOMÍNGUEZ, A.M; DE LA CRUZ, E; GARCÍA, A; ESCALANTE, Y. (2007). Valoración de la condición física general de las selecciones extremeñas de balonmano en categoría de formación. *Revista Digital Deportiva: e-balonmano.com*. 3 (1): 9-20. (Fecha de consulta 12-10-2008).
- ▣ SÁNCHEZ, M. (2007). El acondicionamiento físico en baloncesto. *Apunts*. 154, 99-107.
- ▣ SANS, T; FRATTAROLA, C. (2000). *Fútbol base. Programa para la etapa de tecnificación*. Paidotribo: Barcelona.
- ▣ SANTI MARIA, T; DE ARRUDA, M; HESPANHOL, J.E; CAMPEIZ, J.M; DE ALMEIDA, A.G; GARCIA NUNES, C; ANDRADE DO NASCIMENTO FILHO, R. (2007). Explosive strength performance of under-20 soccer players in different field positions. *J. Sport Sci. Med.*, 10 Suppl.: 133.
- ▣ SANTOS, E.J.A.M. JANEIRA, M.A.A.S. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *J Strength Cond Res*. 22 (3): 903-909.
- ▣ SCHMIDTBLEICHER, D. (1992). *Training for power events. In: Strength and Power in Sport*. P.V. Komi, ed. London, United Kingdom: Blackwell, pp. 381–395.
- ▣ SEDANO, S.; DE BENITO, A. M.; IZQUIERDO, J. M. y CUADRADO, G. (2006). Estudio de factores antropométricos y físico-técnicos en el fútbol femenino en función del nivel competitivo y la posición habitual de juego. Libro de actas del I Congreso de Jóvenes Investigadores de CCAFD. 173-180. Valladolid.
- ▣ SEMMLER, J.G. (2002). Motor unit synchronization and neuromuscular performance. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 30(1): 8-14.
- ▣ SHEPPARD, J. M.; CONIN, J. B.; GABBETT, T. J.; McGUIGAN, M. R.; etxebarria, N. y Newton, R. U. (2008). Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *J Strength Cond Res*. May;22(3):758-65.
- ▣ SHEPHARD, R.J. (1999). Biology and medicine of soccer. An update. *J.Sport Sci.*, 17: 757-86.
- ▣ SIEGLER, J; GASKILL, S; RUBY, B. (2003). Changes evaluated in soccer specific power endurance either with or without a 10-week, in season, intermittent, high intensity, training protocol. *J. Strenght Cond. Res.*, 17(2): 379-87.
- ▣ SIFF, M.C; VERKHOSHANSKY, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Paidotribo: Barcelona.

- ▣ SILVESTRE, R; WEST, C; MARESH, C.M; KRAEMER, W.J. (2006). Body composition and physical performance in men's soccer: A study of a National Collegiate Athletic Association Division I Team. *J. Strength Cond. Res.*, 20 (1): 177-83.
- ▣ SKOUFAS, D; STEFANIDIS, P; MICHAELIDIS, C; HATZIKOTOULAS, K; KOTZAMANIDOU, M; BASSA, E. (2003). The effect of handball training with underweighted balls on the throwing velocity of novice handball players. *J. Human Mov. Stud.*, 44: 157-71.
- ▣ SÖDERMAN, K; BERGSTRÖM, E, LORENTZON, R; ALFREDSON, H. (2000). Bone mass and muscle strength in young female soccer players. *Calcif Tissue Int* 67:297-303.
- ▣ SORENSEN, H; ANDERSEN, T.B; KRISTENSEN, L.B. (2003). The toe kick is superior to the instep kick when a player is restricted to very short execution time. En: Book of abstracts World Congress on Science and Football 5 (Editado por Alves, F; Cabri, J; Diniz, J.A; Reilly, T) . 128. Gymnos: Madrid.
- ▣ SRHOJ, V; MARINOVIC, M; ROGULJ, N. (2002). Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Coll Antropol* 26:219-27.
- ▣ STAROSTA, (1988). Symmetry and asymmetry in shooting demonstrated by elite soccer players. En: Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.) 346-55. E & FN SPON: Londres.
- ▣ STANGANELLI, L. C. R.; DOURADO, A. C.; ONCKEN, P.; MANCAN, S. y DA COSTA, S. C. (2008). Adaptations on jump capacity in brazilian volleyball players prior to the under-19 world championship. *J Strength Cond Res.*;22(3):141-149.
- ▣ STAROSTA, W ; BERGIER, J; (1993). Pattern of a sport technique in football based on the symmetry of movements. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 194-200. E & FN SPON: Londres.
- ▣ STOLEN, T; CHAMARI, K; CASTAGNA, C; WISLOFF, U. (2005). Physiology of soccer. An update. *Sport Med.*, 35 (6): 501 – 36.
- ▣ STONE, M.H.; SANBORN, K.; O'BRYANT, H.S.; HARTMAN, M.; STONE, M.E.; PROULX, C.; WARD, B.; HRUBY, J. (2003). Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res* 17, 739-745.
- ▣ TAÏANA, J.F; GRÉHAINE, J.F. COMETTI, G. (1993). The influence of maximal strength training of lower limbs of soccer players on their physical and kick performances. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 98-103. E & FN SPON: Londres.
- ▣ TANNER, J.M. (1982). *Growth of Adolescents*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

- ▣ TAVINO, L.P; BOWERS, C.J; ARCHER, C.B. (1995). Effects of basketball on aerobic capacity, anaerobic capacity, and body composition of male college players. *J Strength Cond Res* 9: 75–77.
- ▣ TEIXEIRA, L. A. (1999). Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Perceptual and Motor Skills*, 88 (3) : 785-89.
- ▣ THOMAS, M; FIATARONE, M.A; FIELDING, R.A. (1996). Leg power in young women: the relationship to body composition, strength and function. *Med.Sci. Sports Exerc.*, 28 (10): 1321-26.
- ▣ TIRYAKI, G; TUNCEL, F; YAMANER, F; AGAOLU, S.A; GUMUBDAD, H; ACAR, M.F. (1997). Comparison of the physiological characteristics of the First, Second and Third League Turkish soccer players. En: Science and Football III. Proceedings of the 3rd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Bangsbo, J; Hughes, M). 32-6. E & FN SPON: Londres.
- ▣ TODD, M.K; SCOTT, D; CHISNALL, P.J. (2002) Fitness characteristics of English female soccer players: An analysis by position and playing standard. En: Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 374-81. Routledge: Nueva York.
- ▣ TOGARI, H; OHASHI, J; OHGUSHI, T. (1988). Isokinetic muscle strength of soccer players. En: Science and Football. Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.). 181-85. E & FN SPON: Londres.
- ▣ TOTEVA, M. (2002). Somatotype characteristics of young football players. En: Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 263-64. Routledge: Nueva York.
- ▣ TOUMI, H, BEST, T.M, MARTIN, A, POUMARAT, G.(2004). Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. *Med Sci Sports Exerc* 36: 1580–1588-
- ▣ TOURMI, H; BEST, T.M; MARTIN, A; GUYER, S.F; POURMARAT, G. (2004). Effects of eccentric phase velocity of plyometric training on the vertical jump. *Int. J. Sports Med.*, 25: 391-98.
- ▣ TROLLE M; AAGARD P; SIMONSEN E.B; BANGSBO J; KLAUSEN K. (1993). Effects of strength training on kicking performance in soccer. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 95-7. E & FN SPON: Londres.
- ▣ TUMILTY, D (1993). The relationship between physiological characteristics of junior soccer players and performance in a game simulation. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 281-86. E & FN SPON: Londres.

- 📖 VALADÉS, D. (2005). *Efecto de un entrenamiento en el tren superior basado en el ciclo estiramiento-acortamiento sobre la velocidad del balón en el remate de voleibol*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- 📖 VAQUERA, A.; RODRÍGUEZ, J.A.; VILLA, J.G.; GARCÍA, J. y ÁVILA, C. (2001). Estudio de la evolución de la capacidad de salto en jugadores de baloncesto. En Ibáñez, S.J. y Macías M.M (edit) *Aportaciones al Proceso de Enseñanza y Entrenamiento del Baloncesto*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de Cáceres. pág. 52.
- 📖 VAQUERA, A.; RODRÍGUEZ, J.A.; VILLA, J. G.; GARCÍA, J. y ÁVILA, C. (2002). Cualidades Fisiológicas y Biomecánicas de Jugador Joven de Liga EBA. *Revista Motricidad*. 9, 43-63.
- 📖 VERKHOSHANSKY, Y. (1999). *Todo sobre el método pliométrico. Medios y métodos para el entrenamiento y la mejora de la fuerza explosiva*. Paidotribo: Barcelona
- 📖 VESCOVI, J.D; BROWN, T.D; MURRIA, T.M. (2006). Positional characteristics of physical performance in Division I college female soccer players. *J. Sport Med. Phys. Fitness*, 46: 221-26.
- 📖 VILA, M.H. (2002). Estructura condicional en las preseleccionadas gallegas de diferentes categorías de formación en balonmano. A Coruña: Universidad de A Coruña.
- 📖 VILA, M.H.; FERRAGUT, C.; ALCARAZ, P.E.; RODRÍGUEZ, N.; CRUZ, M. (2008). Características cineantropométricas y la fuerza en jugadores juveniles de balonmano por puestos específicos. *Archivos de Medicina del Deporte*, Volumen XXV Número 125. Págs. 167-177.
- 📖 VILA, M.H; ABRALDES, J.A; RODRÍGUEZ, N. (2009). Estudio del perfil antropométrico del jugador juvenil de balonmano en la Región de Murcia. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 16: 80-85.
- 📖 VILLA, J.G; GARCÍA-LÓPEZ, J; MORANTE, J.C; MORENO, C. (1999). Perfil de fuerza explosiva y velocidad en futbolistas profesionales y amateurs. *Archivos de Medicina del Deporte*, 16 (72): 315-24.
- 📖 WALLACE, M. B. y CARDINALE, M. (1997). Conditioning for team handball. *Strength and conditioning*. 12: 7-12.
- 📖 WELLS, C; REILLY, T. (2002). Influence of playing position on fitness and performance measures in female soccer players. En: *Science and Football IV. Proceedings of the 4th World Congress of Science and Football*. (Editado por Spinks, W; Reilly, T; Murphy, A.). 369-73. Routledge: Nueva York.
- 📖 WHITE, J.E; EMERY, T.M; KANE, J.E; GROVES, R; RISMAN, A.B. (1988). Pre-season fitness profiles of professional soccer players. En: *Science and Football*.

Proceedings of the 1st World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Lees, A; Davids, K; Murphy, W.J.). 164-71. E & FN SPON: Londres., 164-171.

▣ WILKERSON, G.B; COLSTON, M.A; SHORT, N.I; NEAL, K.L; HOEWISCHER, P.E; PIXLEY, J.J. (2004). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *J. Athl. Train.*, 39(1): 17-23.

▣ WILSON, G.J; NEWTON, R.U; MURPHY, A.J; HUMPHRIES, B.J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25: 1279-86.

▣ WINKLER, W. (1993). Computer-controlled assessment and video-technology for the diagnosis of a player's performance in soccer training. En: Science and Football II. Proceedings of the 2nd World Congress of Science and Football. (Editado por Reilly, T; Clarys, J; Stibbe, A.). 73-80. E & FN SPON: Londres.

▣ WISLOFF, U; HELGERUD, J; HOFF, J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. *Med.Sci. Sports Exerc.*, 30: 462-67.

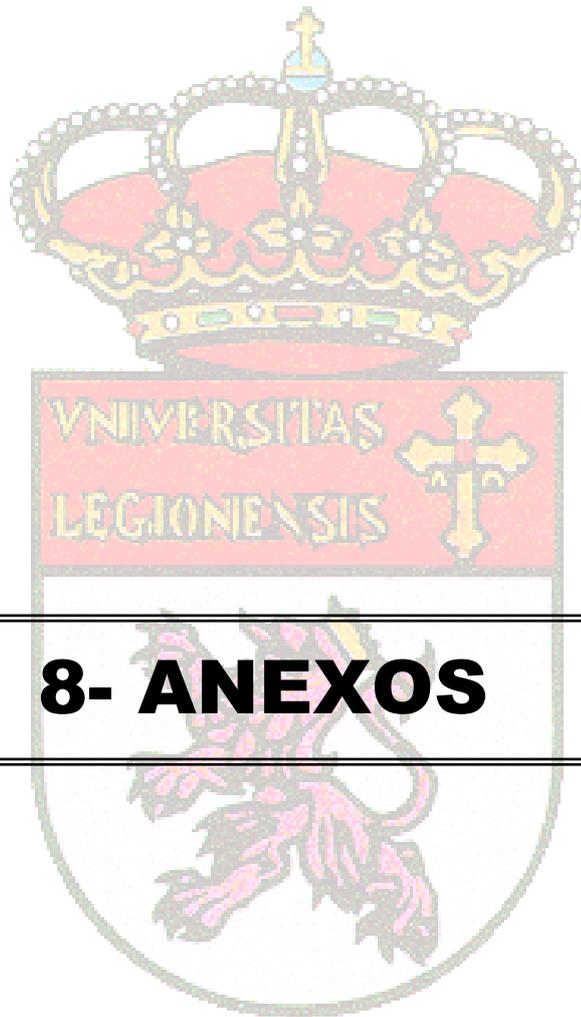
▣ YAGÜE, J.M. (2001). Las demandas energéticas del fútbol en competición. *Training Fútbol*, 68: 30-9.

▣ ZARY, J.C.F; FERNANDES FILHO, J. (2007). Identificação do perfil dermatoglífico e somatotípico dos atletas de futebol masculino adulto, juvenil e infante juvenil de alto rendimento do Brasil. *Rev. Bras. Ciencia Mov.*, 15(1):53-60.

▣ ZATSIORSKY V.M. (1995). *Science and Practice of Strength and Conditioning Training*. Champaign, IL: Human Kinetics Books. pp. 34–43.

▣ ZUBELDÍA, G. y D. MAZZA, O. C. (2007). Características Morfológicas y Funcionales de los Arqueros del Fútbol Juvenil Correspondientes a Racing Club. *PubliCE Standard*. Pid: 798. (Fecha de consulta: 19 julio 2010).

▣ ZURITA I MON, C; LÓPEZ I ARMENGOL, D; BALAGUÉ I SERRE, N. (1995). El entrenamiento de la fuerza explosiva. Repercusiones sobre el elemento contráctil y elástico muscular. *Apunts Medicina de l'Esport*, 22: 41- 9.



8- ANEXOS

ANEXO N° 1: Documento de consentimiento de participación voluntaria en el estudio

Tras haber sido correctamente informado/a por escrito de los objetivos del estudio titulado "*Efectos sobre variables antropométricas y de fuerza de dos programas de entrenamiento de contrastes a corto plazo en jugadores jóvenes de deportes colectivos*" acepto de forma voluntaria la participación en el mismo.

Y para que así conste firmo el presente documento en

_____ a _____ de _____ de 20__

Firma

Nombre del deportista:

Club:

Tesis Doctoral: *Efectos sobre variables antropométricas y de fuerza de dos programas de entrenamiento de contrastes a corto plazo en jugadores jóvenes de deportes colectivos.*



ANEXO N° 2: Hoja de registro de datos personales y deportivos

NOMBRE Y APELLIDOS: _____

FECHA DE NACIMIENTO: _____

CLUB DEPORTIVO AL QUE PERTENECE: _____

AÑOS DE EXPERIENCIA CON LICENCIA FEDERATIVA: _____

POSICIÓN HABITUAL EN EL TERRENO DE JUEGO: _____

ZURDO O DIESTRO: ____

OBSERVACIONES; _____

Tesis Doctoral: Efectos sobre variables antropométricas y de fuerza de dos programas de entrenamiento de contrastes a corto plazo en jugadores jóvenes de deportes colectivos.



