

Modificaciones morfo-funcionales con un sistema de entrenamiento A.T.R. en un equipo de fútbol profesional

JOSÉ RAMÓN GÓMEZ PUERTO^a

VÍCTOR MANUEL NÚÑEZ ALVAREZ^b

BERNARDO HERNÁN VIANA MONTANER^c

MARZO EDIR DA SILVA^b

JERÓNIMO C. GARCÍA ROMERO^d

JOSÉ LUÍS LANCHO ALONSO^e

JOSÉ RAMÓN ALVERO CRUZ^d

^a Doctor. Residente de Tercer año.

E.M.E.F.I.D.E. Málaga.

^b Licenciado en Educación Física.

Doctorando. Servicio de Medicina Deportiva. Universidad de Córdoba.

^c Doctor. Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte. Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

^d Doctor. Especialista en Medicina de la Educación Física y el Deporte.

Profesor Titular de Universidad. Málaga.

^e Doctor. Profesor Titular de Universidad. Córdoba.

CORRESPONDENCIA:

José Ramón Gómez Puerto.

C/ Historiador Manuel Salcines, 6, Portal 5, 1º A.
14.004 Córdoba. Teléfonos: 670511448; 957236012.

e-mail: jrgomez42@terra.es

RESUMEN: Se realizó un estudio sobre la repercusión que la preparación física de pretemporada y competición tiene en un equipo de fútbol profesional, fundamentada en la Planificación Contemporánea tipo ATR. Formaron parte de la muestra 26 jugadores, cuya edad media era de $25 \pm 3,77$ años. Se hizo un test antropométrico (somatotipo, sumatorio de pliegues, IMC, porcentaje de masa grasa y masa muscular) y una evaluación funcional (Fuerza Explosiva y Resistencia Aeróbica Específica para futbolistas). Los resultados muestran aumento de peso a mitad de temporada, con diferencias estadísticamente significativas. El somatotipo evolucionó de Mesomorfo Balanceado (pretemporada) a Meso Endomórfico (competición), apreciándose una mayor mesomorfía y masa muscular en temporada, pero con diferencias no significativas. Se ha observado una mejora importante en aquellos parámetros relacionados con la resistencia aeróbica. Los datos obtenidos en fuerza específica reflejan aumentos considerables en la segunda evaluación frente a la primera y una disminución en la tercera respecto de la segunda (agosto-septiembre-diciembre). Sin embargo, vuelven a aumentar en marzo, tras una modificación en la planificación del entrenamiento. Los resultados aconsejan realizar bloques más amplios de fuerza específica en equilibrio con el trabajo de resistencia y demás cualidades del fútbol, teniendo en cuenta el momento de la competición y el puesto en el equipo.

PALABRAS CLAVE: Fútbol. Sistema de entrenamiento ATR. Cineantropometría. Fuerza. Resistencia. Evaluación funcional.

SUMMARY: A survey has been carried out on the effects that pre-season and competition physical preparation, based on ATR Contemporaneous Planning type, have on a professional football team. For the sampling, 26 players with an average age of $25 \pm 3,77$ years were taken. On one hand, there was an anthropometric test (somatotype, skinfolds addition, IMC, fat mass and muscle mass percentage) and, on the other, there was a functional assessment (explosive force and specific aerobic endurance for football players). The results show a weight increase at mid-season with significantly statistic differences. The somatotype changed from Balanced Mesomorphic type (pre-season) to Meso-endomorphic type (during competition), a greater mesomorphy and muscle content (mass) was shown during season, but there was not a significant difference. An important improvement was shown in those parameters related to aerobic endurance. Data collected show a considerable increase in specific strength for the second assessment compared to the first one, but a reduction in the third one as compared to the second one (August-September-December). However, after a change in the training planning, another increase is shown in March. Given the results obtained, it is recommended to get wider specific force blocks balanced with the endurance work and others football qualities, taking into account the competition moment and the position in the team.

KEY WORDS: Football. ATR Contemporaneous Planning. Kinanthropometry. Force. Endurance. Functional assessment.

INTRODUCCION

El fútbol, al igual que otros deportes colectivos, se considera un deporte acíclico o discontinuo que requiere la participación simultánea de los sistemas aeróbico y anaeróbico para realizar con garantías los esfuerzos de alta intensidad (esfuerzos máximos) y de intensidad moderada (esfuerzos submáximos) (Bosco, 1991; Bangsbo, 1997)^{1,2}, siendo característicos los esfuerzos donde se alternan carreras de intensidades diferentes (desplazamientos y sprints) y periodos de descanso con saltos (López, 1993)³.

En cualquier deporte colectivo, el concepto de "Pretemporada" se relaciona con un espacio temporal generalmente previo a periodos de competición, en los cuales se dedica especial prioridad a la preparación física con objeto de alcanzar un desarrollo adecuado de capacidades de la condición física (Lorenzo, 2003)⁴, sin olvidarnos del objetivo fundamental, la competición.

El principal inconveniente en los deportes de colaboración/oposición es la limitación de los periodos preparatorios en cuanto al tiempo (brevedad de la pretemporada, aproximadamente 6 semanas) respecto al largo periodo competitivo, hecho referido por Peter Tschiene (1996)⁵; de tal forma que los deportistas no suelen alcanzar la forma óptima para la competición durante toda la temporada.

No se obtiene la forma deportiva, entendida ésta como "el máximo grado de desarrollo de las cualidades físicas del jugador", pero si se puede llegar a la óptima forma para competir, pensada ésta como "la máxima eficacia y eficiencia de interacción de todos y cada uno de los componentes o factores de rendimiento que aparecen en la competición (técnicos, tácticos, sociales, psicológicos y físicos)" (Bangsbo, 1997)².

En este sentido, Seirul-lo (1994)⁶ define la planificación deportiva como "la descripción y precisión de todos y cada uno de los acontecimientos del entrenamiento de una determinada etapa del proyecto de vida deportiva del deportista, así como de los mecanismos de control que permiten modificar estos acontecimientos a fin de obtener los resultados deseados en la competición de un determinado deporte".

En el fútbol actual, con la aparición de los sistemas integrados de entrenamiento y los nuevos modelos contemporáneos de planificación, enfocados al desarrollo específico, simultáneo y global del jugador, la pretemporada se muestra mucho más rica en cuanto al trabajo en aspectos técnicos, tácticos y psíquicos y no sólo de condición física. Por tanto, mayor será el grado de especificidad y en consecuencia, antes se alcanzará la óptima forma para la competición, que es el objetivo fundamental de la pretemporada (García y cols., 1998)⁷.

Los mecanismos de control o registros de información, hacen referencia a los test de campo (más naturales y específicos

que los de laboratorio), siendo parte integrante e imprescindible en el proceso de planificación. La información obtenida, al realizar el deportista el propio gesto técnico de la disciplina deportiva, suele ser más extrapolable (Villa y cols., 1992)⁸ y nos permite analizar la efectividad del entrenamiento, y en caso negativo la readaptación del mismo para mejorar la condición física y el rendimiento deportivo del futbolista. Por este motivo proponemos la realización de un número reducido de tests, a través de los cuales se obtengan datos objetivos, fiables y válidos para el entrenamiento deportivo en el fútbol.

El presente trabajo es una aplicación práctica de planificación de una pretemporada-temporada en un equipo de fútbol profesional perteneciente a la Segunda División B del fútbol español, utilizando el modelo contemporáneo de planificación "ATR" de Issurin y Kaverin (Martín, 2000)⁹, en el que se alternan cargas concentradas agrupadas en mesociclos de Acumulación, Transformación y Realización. El principal motivo de aplicación es la posibilidad de alternar los medios de entrenamiento en función del objetivo de trabajo: general, dirigido, específico y competición, siendo estos dos últimos los medios fundamentales para alcanzar el máximo rendimiento en competición (Golomazov y Shirva, 1997)¹⁰.

Las manifestaciones de resistencia y fuerza han sido evaluadas indistintamente a través de sendos tests con el fin de obtener información sobre los niveles o umbrales de entrenamiento, para la primera, y de potencia muscular del tren inferior para la segunda y, poder así, comparar la influencia del trabajo de pretemporada en las diferentes expresiones de dichas cualidades (resistencia y fuerza). Simultáneamente, todos los miembros de la plantilla han sido sometidos a un estudio antropométrico (somatotipo y composición corporal) con el objeto de valorar los posibles cambios que la pretemporada induce en ellos y, en todo caso, las repercusiones en el rendimiento deportivo de la temporada.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 26 futbolistas, pertenecientes a la plantilla del Ecija Balompié, militantes en el Grupo IV de la 2ª División B del Fútbol español, en la temporada 2003-2004. La historia clínica médico-deportiva incluyó pruebas complementarias (análisis de sangre y orina, audiometría, control de la visión, electrocardiograma basal y espirometría). Igualmente se les realizó un estudio antropométrico y tests de campo, para conocer la condición física de los jugadores y así programar individualizadamente las cargas de entrenamiento. Todos estos datos nos dieron un juicio clínico de cada jugador, reflejando el diagnóstico de salud y de aptitud para el fútbol de competición.

El *test antropométrico* se hizo en pretemporada y en competición, siendo tomadas todas las medidas por los dos primeros autores, siguiendo la metodología de la ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) y seguida y utilizada por el GREC (Grupo Español de Cineantropometría) (Esparza, 1993)¹¹, con un error técnico de medida dentro de los márgenes aceptados en la bibliografía de referencia. Se realizó en las instalaciones del Ecija Balompié y se tomaron las siguientes medidas: peso, estatura, pliegues cutáneos (tricipital, subescapular, suprailíaco, abdominal y pantorrilla), diámetros (biestiloideo, humeral y femoral) y perímetros (brazo flexionado y contraído y de pantorrilla).

Con todas estas variables independientes se calculó el somatotipo, según la metodología descrita por B. Heath y J.E.L. Carter (1967)¹², y se realizó el estudio de la composición corporal a través del sumatorio de 4 (tríceps, subescapular, suprailíaco y abdominal) y 5 pliegues (tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal y pantorrilla), estimándose el porcentaje de grasa mediante el método tetracompartimental, nacido de los estudios anatómicos de disección de Jindrich Matiegka (1921)¹³ y mediante la propuesta de De Rose y Guimaraes (1980)¹⁴, que se sirve de las siguientes fórmulas: para la masa grasa la ecuación de Faulkner (1968)¹⁵, derivada a su vez de Yuhasz (1962)¹⁶ ($\% \text{ Grasa} = \sum 4 \text{ pliegues (tríceps + subescapular + suprailíaco + abdominal)} \times 0,153 + 5,783$); para la masa ósea la ecuación de Von Döbeln (1964)¹⁷ modificada por Rocha (1975)¹⁸ ($\text{Peso óseo (kg)} = 3,02 \times (\text{talla}^2 \times \text{di. biestiloideo} \times \text{di. bicondíleo femoral} \times 400)^{0,712}$); el peso de la masa muscular se deduce de la propuesta básica de Matiegka (1921)¹³ ($\text{Peso Muscular (kg)} = P_{\text{total}} - (\text{PG} + \text{PO} + \text{PR})$) y para masa residual (vísceras, líquidos, grasa interna, etc.) se utilizan las constantes propuestas por Würch en 1974¹⁹ ($\text{Masa residual (kg)} = \text{PT} \times 24,1/100$, para hombres).

Los instrumentos de medida utilizados en este estudio fueron: tallímetro de pared (estatura en cms y precisión de 1 mm); báscula antropométrica (Seca, error de 100 gr; peso en kg y gr); plano de Broca o escuadra; compás de pliegues cutáneos (precisión de 0,2 mm.), cinta antropométrica (perímetros, precisión de 1 mm) y paquímetro (diámetros, precisión de 1 mm) homologados (Holtain).

Counter Movement Jump (CMJ). Test de Fuerza Explosiva con reutilización de la Energía Elástica y aprovechamiento del reflejo miotático, que evalúa la fuerza isométrica explosiva, tanto sus valores máximos como el tiempo en alcanzarla, según Carmelo Bosco (1994)²⁰, que se realiza a través de las pruebas del laboratorio muscular. Los jugadores fueron evaluados con una plataforma de rayos infrarrojos A.F.R. Technology® integrada en el sistema MuscleLab™ (Model PFMA 3010e). Reseñar que fueron C. Bosco y P. Komi (1983)²¹ quienes investigaron e

introdujeron, por primera vez, el concepto de “energía elástica” (saltar como un muelle) y establecieron el protocolo para valorar el “ciclo estiramiento-acortamiento/excéntrico-concéntrico”.

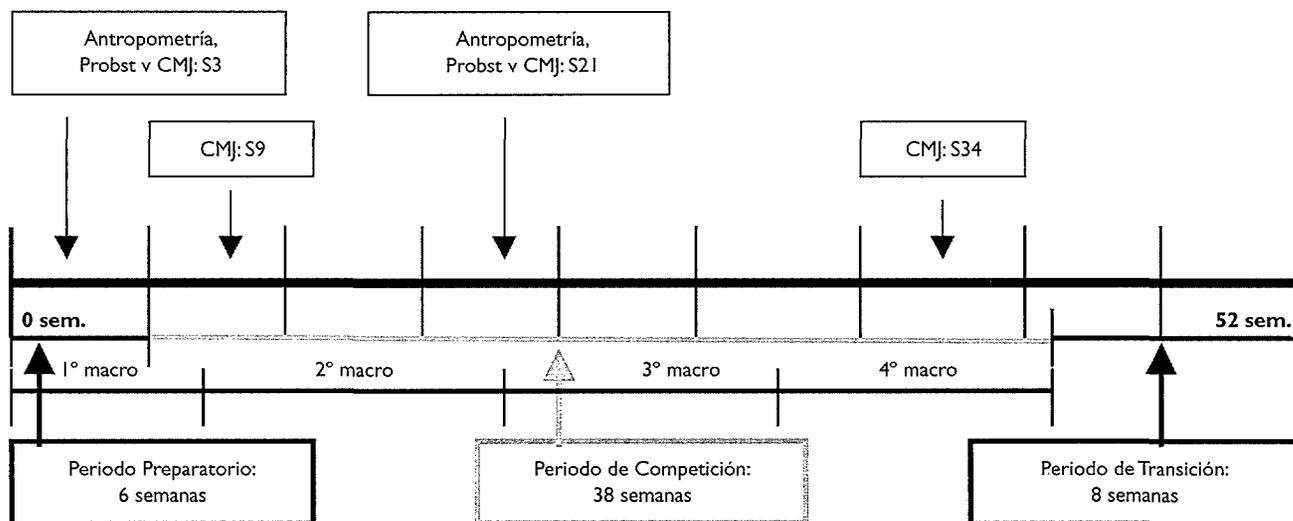
El test se llevó a cabo en el mismo terreno de juego, mediante la plataforma anteriormente citada, que mide directamente el tiempo de vuelo del sujeto, variable que junto a las obtenidas a partir de diferentes fórmulas físico-matemáticas permiten valorar el ciclo estiramiento-acortamiento muscular realizado durante el test. El CMJ valora la fuerza elástico-explosiva al realizar un salto explosivo y con contramovimiento desde la posición de erguido llegando a flexionar las rodillas 90° y con los brazos en las caderas. Se trata de una acción muscular concéntrica precedida de una fase excéntrica breve y rápida, necesaria para la inversión del movimiento (salto con contramovimiento).

Test de Probst. Para la Valoración de la Resistencia Aeróbica Específica en el Fútbol, diseñado por H. Probst en 1989²². Con él se puede estimar el Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂máx) y determinar el Umbral Anaeróbico (UANA). Consiste en realizar una prueba progresiva y maximal, con la particularidad de que el esfuerzo es discontinuo (interválico). La velocidad máxima se determina con un fundamento similar al test de Léger y el UANA con un fundamento parecido al test de Conconi. El protocolo se diseñó para aplicarse al fútbol y para ello los tiempos de esfuerzo y recuperación son similares a los de la competición. El VO₂máx se calculó a través de la fórmula de Leger-Lambert, que tiene en cuenta la edad y la velocidad máxima de carrera alcanzada por el jugador en el último periodo que pudo aguantar.

García-López y cols. (2002)²³ han creado y programado un software (TVREF) que permite realizar un protocolo interválico de esfuerzo específico del fútbol, así como aplicarlo de manera práctica. Además se necesitan un ordenador portátil, la metodología interválica de Probst, pulsómetros Polar (Advantage NV®) e interface para ellos, dos altavoces, cinta métrica y 14 balizas.

Las 14 balizas están situadas a una distancia de 10 metros entre ellas, modificándose la disposición de las 4 balizas interiores para poder mantener esa distancia de 10 metros entre todas las balizas del recorrido (Figura 1), describiendo un circuito sinuoso. En el centro del circuito y sobre una mesa se conectan unos altavoces/amplificadores externos al ordenador portátil, que será el encargado de emitir los “bips” (referencia acústica) del test.

Cuando el ordenador emite cada “bip” el futbolista debe correr hasta la baliza siguiente según el sentido que se indica en la Figura 1, siempre ajustando su ritmo de carrera de tal manera que la llegada a la siguiente baliza coincida con el sonido del

Figura II Ubicación temporal de las valoraciones, periodos y macrociclos.

Temporada deportiva: 1º macrociclo: 9 semanas; 2º macrociclo: 13 semanas; 3º macrociclo: 11 semanas y 4º macrociclo: 11 semanas.

de transformación pero en competición). Las capacidades a desarrollar: resistencia específica de competición, fuerza específica de competición y velocidad específica de competición. Tipos: generalmente de carga decreciente o mantenida.

Microciclos

Equivalentes a una semana de entrenamiento. Los tipos utilizados estuvieron en función de la carga (baja, media, media-alta, alta y muy alta), en función del objetivo (Desarrolladores: utilizados en mesociclos de acumulación y principio de los de transformación; Estabilizadores: en fases finales de mesociclos de transformación y principio de los de realización y Restablecedores: en fases finales de los mesociclos de realización), en función del contenido (de Fuerza, de Resistencia y Mixtos), en función de la aplicación de la carga (Crecientes: sobre todo en pretemporada o cuando se jugaba los viernes y se descansaba tanto sábado como domingo; de Carga Central: utilizados en periodo de competición, de 1, 2 ó 3 picos; y Decrecientes: sobre todo en realización).

El diseño gráfico se realizó en la Hoja de Cálculo M. Excel 2000. Los resultados se expresan como media y desviación estándar. El tratamiento estadístico se realizó con el paquete SPSS v.11.0 para Windows. Para el estudio de las diferencias entre las variables analizadas se han utilizado pruebas no paramétricas para datos apareados (Wilcoxon y Friedman y Kendall's W Test). Y el cálculo de las correlaciones entre las variables se hizo con el Coeficiente de Correlación de Rango de Spearman para variables no paramétricas, ya que define y refleja mejor las relaciones entre variables. Los niveles de significa-

ción "p" son: n.s. = no significativo ó $p > 0,05$; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$.

RESULTADOS

Estudio morfológico

Tanto el peso (+1,3 kg) como el sumatorio de pliegues (+0,7 mm) y el IMC (+0,5) aumentaron en la segunda valoración antropométrica, con diferencias altamente significativas para el peso y el IMC ($p < 0,001$) (Tabla 1).

El morfotipo del grupo fue Meso Endomórfico (competición), con un aumento de la mesomorfia y endomorfia y disminución de la ectomorfia de pretemporada a competición (Tabla 1 y Figura 3). La distancia de dispersión del somatotipo (SDD) entre la pretemporada y competición es de 1,05 lo que indica una gran semejanza, es decir, una diferencia no significativa entre los somatotipos medios del grupo, según Hebbelinck y cols. (1975)²⁴. Así mismo, la distancia espacial o actitudinal del somatotipo (SAD) de 0,28 no refleja diferencias significativas (Araujo y cols., 1979)²⁵.

Por otro lado, se aprecia como aumenta el porcentaje de masa muscular (+0,3) manteniéndose muy similar el porcentaje de grasa por Faulkner, de pretemporada a competición, en ambos casos con diferencias estadísticas no significativas (Tabla 1).

Igualmente se ha observado como los porcentajes de grasa y músculo son distintos para los futbolistas con más minutos de juego (aumento % muscular) frente a los que han participado menos en la competición (aumento % grasa), aunque las diferencias existentes no son significativas estadísticamente.

Tabla I Resultados del estudio descriptivo morfológico. Test antropométrico.

Antropometría	Pretemporada		Competición	
	Media (n)	D. E. (F)	Media (n)	D. E. (F)
EDAD (años)	25 (23)	3,77	25 (23)	3,77
PESO (kg)	78,0 (26)***	8,67	79,3 (19)***	9,31
TALLA (cm)	181,2 (26)	7,40	181,2 (20)	7,68
Σ 4 PLIEGUES (mm)	42,5 (21)	8,23	42,4 (19)	9,31
Σ 5 PLIEGUES (mm)	51,7 (21)	11,49	52,4 (19)	10,28
INDICE DE MASA CORPORAL	23,7 (26)***	1,90	24,2 (19)***	1,70
ENDOMORFIA	2,86 (21)	,69	2,90 (19)	,55
MESOMORFIA	4,20 (21)	,90	4,45 (19)	,90
ECTOMORFIA	2,39 (21)	,85	2,26 (19)	,75
(x, y)	(-0,47, 3,15)		(-0,64, 3,74)	
FAULKNER (% grasa)	12,6 (21) ^{ns}	1,64	12,7 (19) ^{ns}	1,47
% MASA MUSCULAR	47,1 (21) ^{ns}	1,61	47,4 (19) ^{ns}	1,59

Σ 4 PLIEGUES=Tríceps+Subescapular+Suprailiaco+Abdominal. Σ 5 PLIEGUES= Tríceps+Subescapular+Suprailiaco+Pantorrilla+Abdominal. Pretemporada = agosto; Competición = diciembre. Faulkner = Σ 4 pliegues (tríceps + subescapular + suprailiaco + abdominal) x 0,153 + 5,783.

% Masa Muscular (kg) = P_{total} - (PG + PO + PR). Los niveles de significación "p" son: n.s. = no significativo ó p > 0,05; *significativo = p < 0,05; **muy significativo = p < 0,01; ***altamente significativo = p < 0,001. D. E. = desviación estándar.

Estudio funcional

Como muestra la Tabla 2, los resultados ponen de manifiesto que ha existido una mejora importante, de pretemporada a temporada, en aquellos parámetros relacionados con la resistencia aeróbica, consumo máximo de oxígeno y consumo de oxígeno en el umbral anaeróbico estimados de forma indirecta (VO₂máx y VO₂umbral), con diferencias estadísticas altamente y muy significativas, de forma respectiva (p<0,001 y p<0,01). También hubo un aumento en el número de periodos realizados al final del test, en la velocidad máxima de carrera, en los metros totales recorridos (p<0,001) y en la velocidad media alcanzada en el umbral (p<0,01), con disminución de la frecuencia cardíaca máxima y en el umbral (p<0,01).

Los datos obtenidos en fuerza específica (CMJ) reflejan aumentos considerables en la segunda evaluación frente a la primera (agosto-septiembre) con diferencias estadísticas muy significativas (p=0,001) y una disminución en la tercera evaluación con respecto a la segunda (diciembre-septiembre; p<0,01). Sin embargo, con las modificaciones introducidas en la planificación del entrenamiento específico de esa cualidad (bloques más amplios y concretos de fuerza específica hasta el final de temporada), se consiguió aumentar la fuerza en el siguiente test, aunque la mejora no fuese estadísticamente significativa (Tabla 2).

En la Tabla 3 se muestran la correlaciones existentes, tanto en pretemporada como en competición, estadísticamente signifi-

ficativas para una p<0,05. En pretemporada destaca la correlación del peso con el VO₂máx (r: 0,43) y la del sumatorio de pliegues con la velocidad máxima de carrera (r: 0,47). Es decir, a mayor peso menor VO₂máx y a mayor sumatorio de pliegues menor fue la velocidad máxima de carrera alcanzada.

Y en competición se demuestra como con un menor sumatorio de pliegues y menor % de grasa de los jugadores, la velocidad máxima de carrera alcanzada fue mayor (r: 0,54 y r: 0,52, respectivamente). Lo mismo sucedió en la relación de estos dos parámetros con el VO₂máx (r: 0,46 y r: 0,43). Por último, a mayor peso menor frecuencia cardíaca máxima alcanzada (r: 0,46).

DISCUSION

El número de jugadores evaluados en pretemporada y temporada varió, debido a diferentes causas: lesiones, cambios en la configuración de la plantilla, otras.

Aunque la cineantropometría ha sido y es una técnica criticada por muchos investigadores, por falta de fiabilidad y validez en sus resultados, otros afirman que se trata de una técnica útil, válida, fiable y reproducible, que aporta una información práctica y permite valorar la influencia de la alimentación y de un determinado sistema de entrenamiento sobre el morfotipo y la composición corporal del futbolista²⁷.

Por ello, el interés del estudio antropométrico, dentro del campo de la Medicina del Deporte, y más concretamente en el

Figura III Representación del somatotipo del grupo en la Somatocarta.

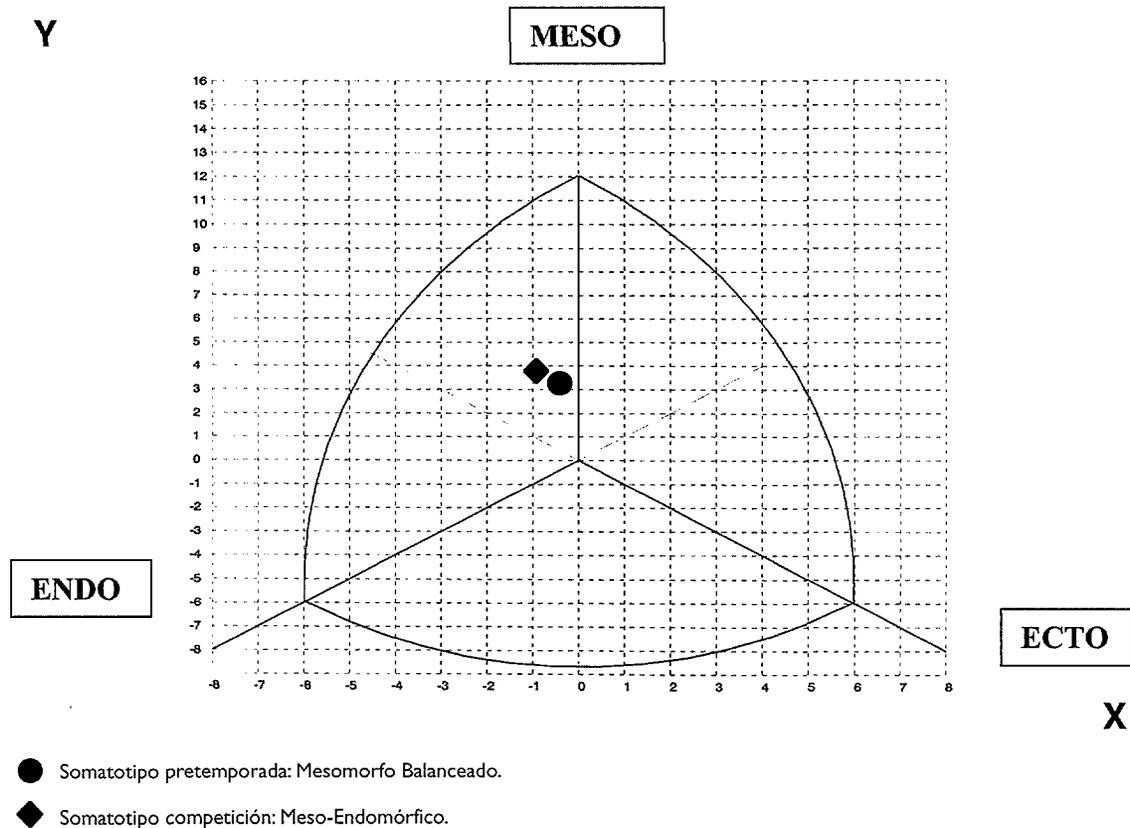


Tabla II Resultados del estudio descriptivo funcional. Tests de campo.

TEST DE PROBST	Pretemporada		Competición	
	Media	D. E. (±)	Media	D. E. (±)
n = 23 jugadores				
EDAD (años)	25	3,77	25	3,77
PERIODOS (número)	12***	1,36	15***	2,10
Frecuencia cardiaca máxima (ppm)	190	13,11	188	13,87
Velocidad máxima carrera (Km/h)	17,6***	,82	19,0***	1,25
VO ₂ máx por Leger-Lambert (ml/kg/m)	62,9***	4,16	67,6***	6,00
Frecuencia Cardiaca Umbral (ppm)	161**	5,90	155**	4,12
Velocidad en Umbral (Km/h)	13,8**	,97	14,6**	1,47
VO ₂ en el Umbral (Leger-Lambert)	50,2**	3,39	53**	5,27
% de VO ₂ máx. en el Umbral	80,0	5,06	78,6	6,76
Metros	3445,2***	381,63	4114,8***	581,45
CMJ (cm)	Agosto	Septiembre	Diciembre	Marzo
	Media (n)	Media(n)	Media (n)	Media (n)
	DE (±)	DE (±)	DE (±)	DE (±)
	44,2 (19)	47,6 (21)	45,6 (21)	46,3 (21)
	4,52**	4,06**	3,52**	4,60 ⁿ

ppm = pulsaciones por minuto. Km/h = kilómetros por hora. ml/kg/m = mililitros por kilogramo por minuto. VO₂máx = consumo máximo de oxígeno. VO₂máx. por Leger-Lambert (ml/kg/m) = 22.859 + (1,91 × Vel. (km/h)) - (0,8664 × edad) + (0,0667 × Vel. (km/h) × edad). Los niveles de significación "p" son: n.s. = no significativo ó p > 0,05; *significativo = p < 0,05; **muy significativo = p < 0,01; ***altamente significativo = p < 0,001.

Tabla III Resultados del estudio de la Correlación morfológico-funcional.

PRETEMPORADA		Peso (kg)	Σ 5 Pliegues	Faulkner	% M.M.
Frecuencia cardíaca máxima (ppm)	r =	-,215	-,044	,028	-,029
	n	23	19	19	19
Velocidad máxima de carrera (Km/h)	r =	-,315	-,474*	-,377	,233
	n	23	19	19	19
VO ₂ máx (ml/kg/m)	r =	-,433*	-,293	-,198	,126
	n	23	19	19	19
CMJ (cm)	r =	-,119	-,283	-,239	-,056
	n	19	19	19	19
COMPETICION					
Frecuencia cardíaca máxima (ppm)	r =	-,460*	-,157	-,115	,007
	n	19	19	19	19
Velocidad máxima de carrera (Km/h)	r =	-,440*	-,539*	-,516*	,337 ^{ns}
	n	19	19	19	19
VO ₂ máx por Leger Lambert (ml/kg/m)	r =	-,318	-,456*	-,432*	,256
	n	19	19	19	19
CMJ (cm)	r =	,051	-,136	-,208	,126
	n	18	18	18	18

Los niveles de significación "p" son: n.s. = no significativo ó $p > 0,05$; *significativo = $p < 0,05$; **muy significativo = $p < 0,01$; ***altamente significativo = $p < 0,001$. Σ 5 PLIEGUES= Tríceps+Subescapular+Suprailiaco+Pantorrilla+Abdominal.

ámbito del fútbol profesional, es debido a la frecuente asociación entre unas determinadas características morfológicas y el rendimiento deportivo de los futbolistas. De ahí que la valoración y el control de las variables físicas corporales formen parte importante dentro de la planificación y el seguimiento del entrenamiento de estos deportistas profesionales.

La edad media de nuestros futbolistas ($25 \pm 3,77$) es igual a la observada en los diferentes grupos de jugadores profesionales consultados en la bibliografía de referencia^{11,26,28,29}, a excepción de los 16 jugadores de la Selección Española de Fútbol presentes en el Campeonato del Mundo de Italia 1990 ($26,1 \pm 2,19$) (Casajús y Aragonés, 1991)³⁰ (Tabla 4) y los del estudio de Villa y cols. (1999 y 2000)^{27,31}.

Al comparar nuestros datos de peso y estatura con los del trabajo de tesis doctoral de Viana (2001)²⁹, que estudió 22 futbolistas de la 2ª B del fútbol español, con los del trabajo de González (1993) (en Esparza, 1993)¹¹ que evaluó 43 futbolistas en el CMDCL, con los de Withers (1976) y Matsudo (1986) (en Carter y Heath, 1990)²⁸ que estudiaron 12 y 25 jugadores respectivamente, participantes de juegos olímpicos y competiciones internacionales, con los 18 futbolistas del primer equipo de la Cultural y Deportiva Leonesa S.A.D. estudiados por Sevillano y cols. (2002)²⁶ y con los jugadores estudiados por Casajús y Aragonés (1991)³⁰, observamos que nuestras medias fueron mayores en todos los casos, sobre todo en relación con

los resultados mostrados por el estudio brasileño de Matsudo (Tabla 4). Quizás esto pueda encontrar alguna explicación en las distintas condiciones tanto genéticas, económicas, nutricionales como medio-ambientales que existan y diferencien a Brasil con respecto a España.

Por otro lado, el IMC (utilizado como indicador de sobrepeso más por costumbre que por fundamento) expresa valores muy parecidos en todos los trabajos consultados^{11,26,27,28,29,30,31}, sin concretar qué compartimento, graso o muscular, influye en el mismo. Nuestros resultados, en cuanto al peso medio de los jugadores, no sólo que no disminuyen sino que aumentan a mitad de temporada, al contrario de lo que cabría esperar en futbolistas de este nivel competitivo, según los trabajos revisados. Sin embargo, aunque varios de los futbolistas son clasificados con sobrepeso según el IMC, el estudio de los compartimentos demuestra que son debidos a la masa muscular. Por lo tanto, se objetiva la insensibilidad del peso al entrenamiento específico en el fútbol, independientemente de la incidencia en el trabajo de fuerza, no constituyendo un buen indicador para controlar el estado de forma de los futbolistas (Villa y cols., 2000)³¹.

Aunque el sumatorio de pliegues (4 y 5) no es posible compararlo realmente en todos los casos (Tabla 4), dado que cada estudio utiliza diferente número de pliegues, nuestros resultados muestran valores más elevados, tanto en el sumatorio de 4 como de 5 pliegues^{11,29,30}. En todo caso se observa la dificultad,

Tabla IV Comparación del perfil morfológico con otros trabajos de fútbol.

MORFOLÓGICO	Actual, 2004** n=19	Viana, 2001 (tesis) n=22	González, 1993*** (CMDCL) n=43	Withers, 1976* n=12	Matsudo, 1986* n=25	Sevillano y cols., 2002 n=18	Villa y cols., 1999, 2000** n=20	Casajús y Aragónés, 1991 n=16
Edad (años)	25±3,77	25	25±3,3	25±4,0	25	25	26,9±0,6	26,1±2,19
Talla (cm)	181,2±7,68	178,7±6,69	178,1±5,7	178,3±6,4	174,3±6,2	178,0	179,9±1	177,8±6,53
Peso (kg)	79,3±9,31	75,70±6,86	76,8±6,4	75,2±8,6	70,9±7,2	75,6	77±1,3	77,3±6,08
IMC	24,2±1,70	23,7	24,2	24,0	23,4	23,8	23,8±0,3	23,9
Σ 4 Pliegues (mm)	42,4	37,1	36,8					35,13±10,35
Σ 5 Pliegues (mm)	52,4±10,28	42,8	44,1					
Σ 6 Pliegues (mm)			55,1±12,0			47,9±2,2	37,2±1,5	50,2±12,36
Endomorfia	2,9±0,55	2,4±0,66	2,4±0,5	2,3±0,7	2,2		1,6±0,1	2,2±0,52
Mesomorfia	4,4±0,90	4,9±1,00	5,3±0,7	5,6±0,8	4,8		4,7±0,2	5,1±0,76
Ectomorfia	2,3±0,75	2,4±0,70	2,1±0,6	2,4±0,7	2,3		2,4±0,1	1,9±0,51
Faulkner	12,7±1,47	11,5±1,55						11,16±1,58
% Yuhasz							7,2±0,2	
% Masa Muscular	47,4±1,59						52,2±0,3	
% MM-D/R		47,32±5,16						

* De JEL Carter-BH Heath, 1990; ** Datos de temporada; *** De F Esparza, 1993; Σ 4 Pliegues: Triceps+Subescapular+Suprailiaco+Abdominal; Σ 5 Pliegues: Triceps+Subescapular+Suprailiaco+Pantorrilla+Abdominal; Σ 6 Pliegues: Triceps+Subescapular+Suprailiaco+Abdominal+Muslo+Pierna; CMDCL: Centro Regional de Medicina Deportiva de Castilla y León (Valladolid); % Masa Muscular: estrategia de De Rose y Guimaraes; %MM-D/R: masa muscular por Drinkwater/Ross.

por la variabilidad en la toma de pliegues y las diferencias que plantea el método antropométrico como medio de comparación de datos de diferentes estudios e investigadores.

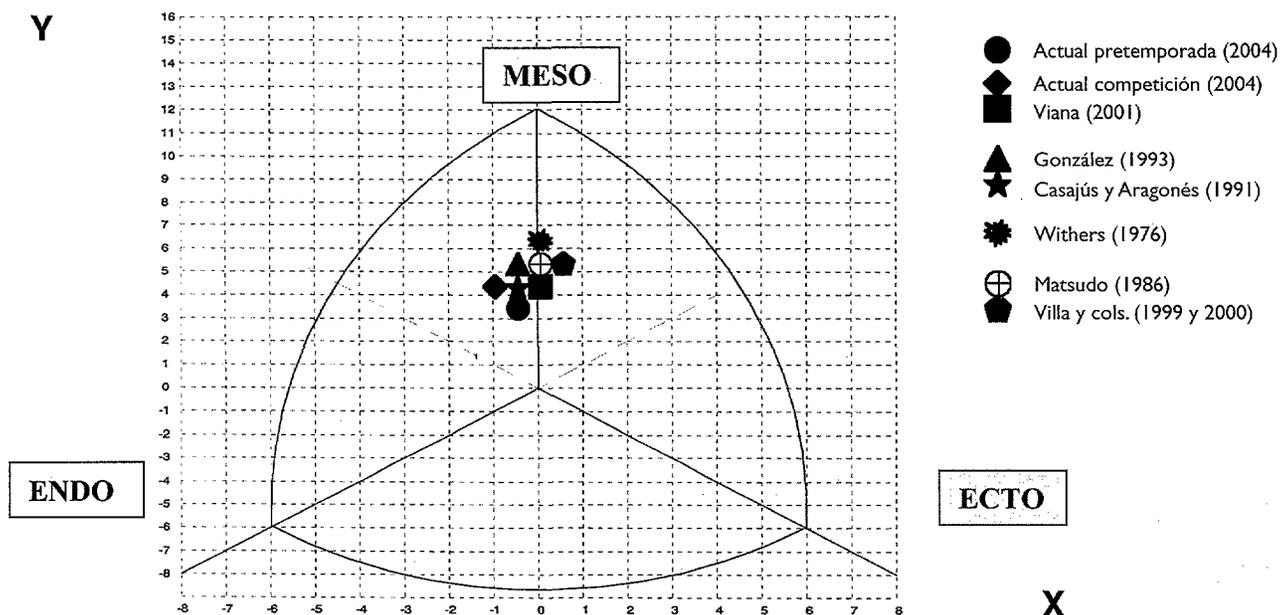
El somatotipo medio de nuestro estudio evolucionó de Mesomorfo Balanceado (2,93-4,28-2,53) en pretemporada a Meso-Endomórfico (2,90-4,45-2,26) en competición (Figura 3), siendo similar al resto de los trabajos citados^{11,27,28,29,30,31} (valores bajos en el I y III componentes y valor medio alto en el II), aunque en todos ellos hubo una menor endomorfia y mayor mesomorfia que en el nuestro (Figura 4). El índice de dispersión del somatotipo (SDI=3,68) muestra una mayor dispersión de nuestra muestra a la presentada por Casajús y Aragónés (1991)³⁰ (SDI=2,20) y por De Rose (1983)³² en la selección brasileña de fútbol (SDI=2,89) lo que demuestra una menor homogeneidad de nuestro grupo de jugadores. Sin embargo, la dispersión es similar a la presentada por Carter (1990)²⁸ en otras modalidades deportivas como atletismo (SDI=3,6) y hockey (SDI=3,2). De Rose y Guimaraes (1980)¹⁴ proponen que la estrategia para corregir esta situación pasaría por orientar el entrenamiento con un aumento del trabajo físico y control de la alimentación, con la finalidad de reducir el componente endomórfico y desarrollar un programa de potenciación muscular encaminado a aumentar la mesomorfia, como así se hizo en nuestro grupo.

Como se observa en la Tabla 4, en cuanto al porcentaje de grasa, determinado mediante la fórmula de Faulkner

(12,7±1,47), nuestros jugadores muestran valores mayores que los futbolistas estudiados por Casajús y Aragónés (1991)³⁰ (11,16±1,58) y por Viana (2001)²⁹ en su tesis doctoral (11,5±1,55), siendo muy parecidos a los valores del porcentaje de masa muscular estimado mediante la fórmula de Drinkwater/Ross (47,4 vs 47,3)^{29,33}. Esta situación de mayor endomorfia y % de grasa sugiere deberse no tanto al sistema de entrenamiento utilizado en cada caso, como a una dieta escasamente cumplida por los jugadores, lejos de la aconsejada por los servicios médicos.

Estudio funcional. Si bien los tests directos de laboratorio son más precisos y exactos que los tests de campo, éstos tienen una gran aplicación práctica y desde luego ganan en especificidad. En el fútbol se trabajan, en general, las cualidades condicionales (fuerza, resistencia, velocidad, flexibilidad) y las cualidades psicomotrices (agilidad, habilidad, coordinación, equilibrio, reflejos). Otras cualidades, también importantes para la competición, a tener en cuenta son: la inteligencia, la coordinación con el resto del equipo, gran espíritu de sacrificio, fuerte preparación psicológica, habilidad, etc.

En la Tabla 5 se observa como nuestros jugadores muestran una mayor resistencia aeróbica y mejor eficiencia cardiaca, expresada en un mayor número de periodos alcanzados al final del test de Probst y una menor frecuencia cardiaca en el um-

Figura IV Representación comparativa del somatotipo en la somatocarta.

bral anaeróbico (155vs181), con parecida velocidad máxima de carrera en el umbral (14,6 vs 14,2), comparados con los resultados obtenidos en los trabajos de Sevillano y cols. (2002)²⁶ y de Villa y cols. (2004)³⁴, realizado en futbolistas profesionales y con la misma metodología. Esto puede ser debido al mayor número de entrenamientos realizados por nuestros futbolistas ya que el test de temporada se les hizo en diciembre mientras que en los dos estudios citados fue anterior y, por tanto, con menos sesiones.

El estudio de Lanza (2003)³⁵, que valoró 15 futbolistas cubanos de la 1ª división de ese país, utilizando el "Método de cargas biológicas" (Yáñez y cols., 1977)³⁶, consistente en la aplicación de cargas progresivas en un ergómetro de bicicleta con un analizador de gases Minjhart (holandés) y determinación del UANA según equivalente ventilatorio, muestra valores de VO_2 máx bajos con respecto a atletas de alto nivel en deportes de resistencia pero coincidentes con los aportados para jugadores de fútbol por otros autores que también utilizaron una metodología similar. Sin embargo, nuestros jugadores consiguen valores mayores, posiblemente sobreestimados, ya que han sido determinados mediante un test de campo y una fórmula para calcular de forma indirecta el VO_2 máx (Tabla 5), aunque el test de Probst es más específico para el fútbol y en él se ponen en acción una mayor cantidad de masas musculares.

Sabemos que la fuerza es la cualidad que indica la capacidad que tiene una persona para desplazar un objeto o su propio cuerpo a una velocidad determinada. Esta capacidad se

puede poner de manifiesto de diversas formas. Así, si genera un trabajo externo estaremos ante una fuerza denominada "isotónica" o "dinámica", mientras que cuando no lo produce se denominará "isométrica" o "estática"; y una última manifestación de fuerza que se produce es cuando ante una resistencia dada la velocidad se mantiene constante, llamada "isocinética" (Fernández y Da Silva, 1997)³⁷.

En la actualidad son pocos los trabajos publicados de tests sobre plataformas de salto, para la medición de la "fuerza explosiva en futbolistas", siendo, además, los resultados muy diversos (Tabla 5). En este sentido la comparación de la fuerza explosiva mediante el salto vertical (CMJ) muestra gran variabilidad en los diferentes estudios consultados, existiendo amplias diferencias entre los valores máximos y mínimos de los jugadores tanto del estudio actual como de otros trabajos de fútbol (45,6 vs38,9vs39,0)^{27,38} y baloncesto (actual: 45,6; Dalmon: 40,3; Da Silva: 45,0)^{39,40}, cuestión ésta que puede ser debida a la diferente motivación y características del entorno en el que se realice el test.

En el estudio de correlación mostrado en la Tabla 3 se observa que los jugadores con mayor peso, mayor sumatorio de pliegues y % de grasa son los que menos rinden en la prueba de resistencia aeróbica, como apuntan Sevillano y cols., (2002)²⁶. En cambio, los que poseían una mayor masa muscular obtuvieron mejores resultados en el test, reflejados en una mayor velocidad máxima de carrera conseguida y un mayor VO_2 máx. (0,34 en pre y temporada, ns).

Tabla V Comparación del perfil funcional con otros trabajos de fútbol.

Resistencia Aeróbica	Actual, 2004* n=19	Sevillano y cols., 2002* n=18	Villa y cols., 2004* n=23	Lanza, 2003* n=15	Villa y cols., 1999* n=20	García-López y cols., 2001* n=18
Edad (años)	25±3,77	25	27±3	21-28	27±0,6	20±0,4
Talla (cm)	181,2±7,7	178,0	179,9±5,5		180,0±1	176,8±1,8
Peso (kg)	79,3±9,31	75,6	77,2±5,7	76±8,21	77,7±1,4	74,7±2,4
Nº Periodos	15±2,10	9,4±0,36	11,5±0,46			
VO ₂ máx	67,6±6,0			60,4±8,8		
VO ₂ umbral	53±5,27			41,6		
FC Máxima	188±13,87		191±2	197±8,8		
FC Umbral	155±4,12		181±2	161±3,5		
V.M.Ca	19,0±1,25	16,0±0,2	17,2±0,2			
V.M.Umb	14,6±1,47		14,2±0,2			
%VO ₂ umb	78,6±6,76			69,0±5,4		
CMJ (cm)	45,6±3,5				38,9±0,9	39,0±0,9

* Datos de temporada; VO₂máx: consumo máximo de oxígeno; VO₂umbral: consumo de oxígeno en el umbral; FCMáxima: frecuencia cardíaca máxima; FCUmbral: frecuencia cardíaca en el umbral; V.M.Ca: velocidad máxima de carrera (km/h); V.M.Umb: velocidad máxima umbral; %VO₂umb: porcentaje de consumo máximo de oxígeno en el umbral.

El perfil funcional que muestran los jugadores profesionales de baloncesto de diversos estudios realizados (Dalmonte y cols., 1987; Aragonés, 1989; Layus y cols., 1990; Rabadán y cols., 1991 y McInnes y cols., 1995, en Franco, 1998)³⁹, que utilizaron ergoespirómetro respiración a respiración y protocolo respiratorio, en comparación con el actual refleja como nuestros valores de VO₂máx fueron mayores (67,6vs52,6 a 60,7), estando la frecuencia cardíaca en el umbral muy por debajo de ellos (155vs171-172), lo que indica una mayor resistencia aeróbica y eficiencia cardíaca, hecho corroborado con una muy similar velocidad de carrera en el umbral (14,6vs14,4-14,6).

CONCLUSIONES

1. Aun existiendo algunas variaciones, sobre todo en el peso, los resultados demuestran que el entrenamiento de pretemporada (ATR) no influye de forma significativa en el perfil antropométrico de los jugadores.

2. Se produjeron mejoras importantes en resistencia aeróbica lo cual aconseja la utilización del sistema de entrenamiento por bloques "ATR" como una de las formas idóneas de planificar la temporada en el fútbol de competición.
3. A pesar del aumento global de fuerza los resultados aconsejan realizar bloques (mesociclos) más amplios y concretos de fuerza específica (explosiva) en equilibrio con el trabajo de resistencia, teniendo en cuenta el momento de la competición, las características psico-físicas y el puesto en el equipo de cada jugador.
4. El trabajo físico de pretemporada y temporada (ATR) induce modificaciones fisiológicas, observadas cuando se correlacionan variables morfológicas y funcionales, obteniendo los que poseían una mayor masa muscular mejores parámetros fisiológicos, reflejados en una mayor velocidad máxima de carrera y un mayor VO₂máx.

Bibliografía

1. BOSCO C. Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista. Barcelona: Editorial Paidotribo, 1991.
2. BANGSBO J. Entrenamiento de la condición física en el fútbol. Barcelona: Editorial Paidotribo, 1997.
3. LÓPEZ P. El entrenamiento de la fuerza en los deportes de equipo. Apunts Educ. Fis., 1993, 34: 55-62.
4. LORENZO A. Apuntes asignatura: "Alto Rendimiento: Baloncesto". INEF Madrid. 2003.
5. TSCHIENE P. Enfoque necesario en la práctica del entrenamiento: dirigir la adaptación biológica en el entrenamiento modelo. Motricidad, 1996, 2: 9-37.
6. SEIRUL-LO F. Planificación de capacidades condicionales en la etapa de estabilidad y alto rendimiento. Conferencia INEF de Galicia, 1994.
7. GARCÍA JM, NAVARRO M, RUIZ JA. Planificación del entrenamiento deportivo. Madrid: Editorial Gymnos, 1998.

8. VILLA JG, DE PAZ JA, GONZÁLEZ-GALLEGO J. Bases para la evaluación de la condición física y la preparación deportiva. En SANTONJA, R. (dir). Libro Olímpico de Medicina Deportiva. Madrid: Ed. C.O.E., 1992, pp: 23-34.
9. MARTÍN R. Apuntes de la asignatura de rendimiento en deportes somiomotores. INEF de Galicia. Curso 1999/2000.
10. GOLOMAZOV J, SHIRVA B. Futebol. Preparação Física. Brasil: Ed. Lazer & Sport. 1997.
11. Esparza F. Manual de Cineantropometría. Monografías Femed. 1.a ed. Editor científico: Grupo Español de Cineantropometría (GREC); 1993.
12. Heath BH, Carter JEL. A modified somatotype method. *Am J of Phys Anthropol* 1967; 27: 57-74.
13. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropol* 1921; 4: 223-30.
14. De Rose EH, Guimaraes AGS. A model for optimization of somatotype in young athletes. En: Ostyn M, Beunen G, Simons J, editores. *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press; 1980.
15. Faulkner JA. Physiology of swimming and diving. In: Falls, H. *Exercise Physiology*. Baltimore, Academic Press. 1968.
16. Yuhasz MS. The effects of sports training on body fat in man with prediction of optimal body weight. Unpublished Doctoral Thesis. Urbana, University of Illinois; 1962.
17. Von Döbeln W. Determination of body constituents. En: Blix G, editor. *Ocurrences, causes and prevention of overnutrition*. Upsala: Almqvist and Wiksell; 1964.
18. Rocha MSL. Peso óseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de Anatomía e Antropología*, Rio de Janeiro 1975; 1: 445-51.
19. Würch A. La femme et le sport. *Médecine Sportive Francaise* 1974; 4(1).
20. Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco. Barcelona: Editorial Paidotribo, 1994.
21. Bosco C, Luhtanen P, Komí PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1983; 50(2): 273-82.
22. Probst H. Test par intervalles pour footballeurs. *Revue Macolin*. 1989; 5: 7-9.
23. García-López J, Rodríguez JA, Morante JC, Villa JG. Creación y aplicación del software TVREF v1.0 para la valoración de la Resistencia Aeróbica del futbolista mediante el test de Probst. 2002. *RendimientoDeportivo.com*, Nº 1.
24. Hebbelinck M, Carter JEL, De Garay A. A Body built and somatotype of olympic swimmers. En: Lewille L, Clarys JP, editores. *Swimming Vol. II*. Baltimore: University Park Press; 1975. p. 285-395.
25. Araujo CGS, Gomes PSC, Moutinho MFCS. Compograma: um novo método para plotar somatotipos. *Caderno artus de Medicina Desportiva* 1979; 1(1): 43-6.
26. Sevillano JM, Peleteiro J, Rodríguez JA, Presa JL, De Paz H, García-López J. Valoración de los efectos de una pretemporada en equipos de fútbol, mediante la aplicación de una batería de tests. 2002. *RendimientoDeportivo.com*, Nº2.
27. Villa JG, García-López J, Moreno C. Influencia del entrenamiento de pretemporada en el perfil cineantropométrico y en la composición corporal en fútbol. *R.E.D.* 1999; XIII (1): 35-40.
28. Carter JEL y Heath BH. Sport and physical performance. En: Lasker GW, Mascie-Taylor CGN, Roberts DF, editores. *Somatotyping development and applications*. Cambridge: Cambridge studies in biological anthropology; 1990. p. 198-290.
29. Viana BH. Determinación antropométrica de la masa muscular esquelética. Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Córdoba. 2001.
30. Casajús JA y Aragonés MT. Estudio morfológico del futbolista de alto nivel. Composición corporal y somatotipo (Parte I). *Archivos de Medicina del Deporte* 1991; 8 (30): 147-51.
31. Villa JG, García J, Moreno C. Influencia de una pretemporada en el perfil cineantropométrico de futbolistas. *Archivos de Medicina del Deporte* 2000; 17 (75): 9-20.
32. De Rose EH, Maldonado P, Oliveira JL, Pigato E. Avaliação cineantropométrica do futebolista: Análise dos integrantes da Seleção Brasileira participante da Copa do Mundo de 1982. *Medicina Deportiva* 1983; 2:8-12.
33. Drinkwater DT, Ross WD. The anthropometric fractionation of body mass. En: Beunen G, Ostyn M, Simon J, editores. *Kinanthropometry III*. Baltimore: University Park Press; 1980. p. 177-89.
34. Villa JG, García-López J, Morante JC, Rodríguez JA. Aplicación de los nuevos tests en la valoración fisiológica. III Jornadas Internacionales sobre Innovaciones en Ciencias del Deporte: Detección de talentos, Metodología y Protocolo. Málaga, octubre de 2004.
35. Lanza A. Valoración del desarrollo del sistema energético aeróbico en futbolistas cubanos. 2003. *Revista Digital*. Buenos Aires. Año 9, Nº 65. Octubre de 2003.
36. Yáñez JN, Arbezú J, Blanco J. Método de cargas biológicas para determinar la capacidad de trabajo. *Bol. Cient. Tec. INDER Cuba*. Nº 2, 1977.
37. Fernández F, Da Silva F. Bases teórico-prácticas del calentamiento de competición en fútbol. *Educación física y deportes*. Año 2, nº 5. Buenos Aires, Junio, 1997.
38. García-López J, Morante JC, Villa JG, Moreno C. Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro amateur de un mismo club de fútbol. *Apuntes* 2001; 63: 46-52.
39. Franco L. Fisiología del baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte* 1998; 15 (68): 471-77.
40. Da Silva ME, Núñez VM, Vaamonde DM, Ibnziaten A, Viana BH, Gómez JR, Lancho JL. Diferencia de la capacidad de salto en el laboratorio y en la cancha: un estudio transversal (resultados preliminares). Aceptado en *Medicina del Ejercicio*, 2004.