



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Valoración multidimensional y rendimiento deportivo en gimnasia artística masculina

Alfredo Irurtia Amigó



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement- NoComercial – SenseObraDerivada 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento - NoComercial – SinObraDerivada 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0. Spain License.**

Universidad de Barcelona

Departamento de Teoría e Historia de la Educación

Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña

Centro de Barcelona

Programa de doctorado:
"ACTIVITAT FÍSICA I ESPORT"
Bienio 2001-2003

Valoración multidimensional y rendimiento deportivo en gimnasia artística masculina

Tesis doctoral presentada por

Alfredo Iurria Amigó

Dirigida por

Dr. Ferran A. Rodríguez Guisado

Dr. Michel Marina Évrard



Para optar al título de:

Doctor por la Universidad de Barcelona

Barcelona, 2010

INEFC-Barcelona. BIBLIOTECA / BUB



1792017491

4 RESULTADOS

4.1 Valoración de los antecedentes sociales y deportivos

La valoración de antecedentes sociales y deportivos consta de diferentes variables agrupadas en cuatro bloques: antecedentes sociales (n=7); práctica deportiva (n=6); entrenamiento deportivo y competiciones (n=12) e historial lesional (n=8).

4.1.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Las totalidad de variables incluidas en esta valoración (n=33) se presentan de forma descriptiva, para cada uno de los grupos analizados (apartado 3.1). Las variables cualitativas (n=30) se describen según su distribución de frecuencias, y las variables cuantitativas (n=3) se describen mediante el valor promedio, desviación típica y valores mínimo y máximo.

4.1.1.1 ANTECEDENTES SOCIALES

Tal y como se ha comentado en apartados anteriores (apartado 3.2.2.1), la valoración de los antecedentes sociales se establece en base a 7 variables. Con idéntico objetivo que la totalidad del cuestionario, es decir, el de contextualizar socialmente la muestra objeto de estudio, se registra, además, la distribución de madres y/o padres que alguna vez han practicado deporte de competición (Tabla 4.1)

Tabla 4.1. Práctica materna y paterna de deporte de competición.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Madre	1	3,6	1	4,0	3	9,1	3	12,0	8	7,3
Padre	10	35,7	8	32,0	9	27,3	3	12,0	30	27,0
Madre y Padre	7	25,0	8	32,0	10	30,3	7	28,0	32	28,8
Ninguno	10	35,7	8	32,0	11	33,3	12	48,0	41	36,9
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.2 muestra la distribución por grupos del número de hermanos/as de los gimnastas estudiados.

Tabla 4.2. Número de hermanos/as.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ninguno	3	10,7	1	4,0	5	15,2	5	20,0	14	12,6
1 hermano/as	17	60,7	14	56,0	18	54,5	11	44,0	60	54,1
2 hermanos/as	6	21,4	7	28,0	9	27,3	4	16,0	26	23,4
≥3 hermanos/as	2	7,1	3	12,0	1	3,0	5	20,0	11	9,9
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.3 muestra la distribución por grupos del tipo de práctica deportiva de las madres.

Tabla 4.3. Práctica deportiva de la madre.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ninguna	18	64,3	13	52,0	17	51,5	14	56,0	62	55,9
Aeróbic	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Atletismo	2	7,1	2	8,0	2	6,1	1	4,0	7	6,3
Ballet	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Baloncesto	2	7,1	1	4,0	0	0,0	3	12,0	6	5,4
Balonmano	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,0	1	0,9
Bolos	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Equitación	0	0,0	0	0,0	2	6,1	0	0,0	2	1,8
Espeleología	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,0	1	0,9
Fútbol	0	0,0	2	8,0	0	0,0	0	0,0	2	1,8
Gimnasia artística	3	10,7	3	12,0	4	12,1	1	4,0	11	9,9
Gimnasia rítmica	0	0,0	2	8,0	0	0,0	1	4,0	3	2,7
Judo	0	0,0	1	4,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Karate	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Natación	2	7,1	0	0,0	2	6,1	1	4,0	5	4,5
Patinaje	1	3,6	0	0,0	0	0,0	1	4,0	2	1,8
Tenis	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Voleibol	0	0,0	1	4,0	1	3,0	1	4,0	3	2,7
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.4 muestra la distribución por grupos del tipo de práctica deportiva de los padres.

Tabla 4.4. Práctica deportiva del padre.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ninguna	8	28,6	5	20,0	11	33,3	12	48,0	36	32,4
Atletismo	1	3,6	1	4,0	1	3,0	1	4,0	4	3,6
Baloncesto	3	10,7	0	0,0	2	6,1	0	0,0	5	4,5
Balonmano	3	10,7	0	0,0	1	3,0	2	8,0	6	5,4
Boxeo	0	0,0	1	4,0	0	0,0	2	8,0	3	2,7
Caza Deportiva	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Ciclismo	0	0,0	1	4,0	1	3,0	0	0,0	2	1,8
Culturismo	1	3,6	0	0,0	1	3,0	1	4,0	3	2,7
Fitness	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Fútbol	7	25,0	3	12,0	5	15,2	3	12,0	18	16,2
Gimnasia Artística	1	3,6	4	16,0	3	9,1	1	4,0	9	8,1
Halterofilia	0	0,0	1	4,0	1	3,0	0	0,0	2	1,8
Judo	2	7,1	2	8,0	0	0,0	0	0,0	4	3,6
Karate	0	0,0	0	0,0	2	6,1	0	0,0	2	1,8
Motociclismo	0	0,0	1	4,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Motocross	1	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Natación	0	0,0	1	4,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Padel	0	0,0	1	4,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Patinaje	0	0,0	1	4,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Piragüismo	0	0,0	1	4,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
Rugby	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,0	1	0,9
Esquí	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Taekwondo	1	3,6	1	4,0	0	0,0	1	4,0	3	2,7
Tenis	0	0,0	1	4,0	1	3,0	1	4,0	3	2,7
Voleibol	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.5 muestra la distribución por grupos de la actividad laboral de las madres de los gimnastas.

Tabla 4.5. Actividad laboral de la madre.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Funcionaria</i>	3	10,7	2	8,0	0	0,0	4	16,0	9	8,1
<i>Profesional</i>	1	3,6	1	4,0	2	6,1	2	8,0	6	5,4
<i>Comercial</i>	2	7,1	1	4,0	4	12,1	4	16,0	11	9,9
<i>Empresaria</i>	3	10,7	3	12,0	2	6,1	0	0,0	8	7,2
<i>Ama de casa</i>	7	25,0	11	44,0	9	27,3	4	16,0	31	27,9
<i>Desempleada</i>	1	3,6	0	0,0	1	3,0	0	0,0	2	1,8
<i>Otro</i>	11	39,3	7	28,0	15	45,5	11	44,0	44	39,6
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.6 muestra la distribución por grupos de la actividad laboral de los padres de los gimnastas.

Tabla 4.6. Actividad laboral del padre.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Funcionario</i>	3	10,7	1	4,0	1	3,0	4	16,0	9	8,1
<i>Profesional</i>	2	7,1	0	0,0	2	6,1	1	4,0	5	4,5
<i>Comercial</i>	2	7,1	6	24,0	4	12,1	1	4,0	13	11,7
<i>Empresario</i>	6	21,4	4	16,0	2	6,1	4	16,0	16	14,4
<i>Desempleado</i>	3	10,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	2,7
<i>Otro</i>	12	42,9	14	56,0	24	72,7	15	60,0	65	58,6
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.7 muestra la distribución por grupos del medio utilizado para desplazarse al centro de entrenamiento.

Tabla 4.7. Distribución sobre el tipo de desplazamiento utilizado hasta llegar al gimnasio.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Caminando</i>	5	17,9	2	8,0	3	9,1	10	40,0	20	18,0
<i>En autobús</i>	0	0,0	1	4,0	3	9,1	3	12,0	7	6,3
<i>En coche</i>	20	71,4	17	68,0	15	45,5	10	40,0	62	55,9
<i>Combinaciones</i>	3	10,7	5	20,0	12	36,4	1	4,0	21	18,9
<i>Otros</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,0	1	0,9
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.8 muestra la distribución por grupos de la vinculación gimnástica de los/las hermanos/as.

Tabla 4.8. Vinculación de hermanos/as con la gimnasia.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Gimnasia artística</i>	7	25,0	11	44,0	11	33,3	4	16,0	33	29,7
<i>Gimnasia rítmica</i>	0	0,0	1	4,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9
<i>Gimnasia aeróbica</i>	13	46,4	6	24,0	11	33,3	5	20,0	35	31,5
<i>Trampolín</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,0	1	0,9
<i>Gimnasia acrobática</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Ninguna</i>	8	28,6	7	28,0	11	33,3	15	60,0	41	36,9
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

4.1.1.2 PRÁCTICA DEPORTIVA

La Tabla 4.9 muestra la distribución por grupos del primer deporte practicado de forma federada.

Tabla 4.9. Primer deporte practicado de forma federada.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Gimnasia artística</i>	22	78,6	23	92,0	28	84,8	23	92,0	96	86,5
<i>Deporte individual</i>	3	10,7	0	0,0	4	12,1	2	8,0	9	8,1
<i>Deporte colectivo</i>	3	10,7	2	8,0	1	3,0	0	0,0	6	5,4
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.10 muestra la distribución por grupos de la práctica conjunta de GAM y otros deportes.

Tabla 4.10. Práctica conjunta de gimnasia artística masculina y otros deportes federados.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>No</i>	26	92,9	24	96,0	31	94	23	92,0	104	93,7
<i>Práctica conjunta</i>	2	7,1	1	4,0	2	6,1	2	8,0	7	6,3
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.11 muestra los años de entrenamiento por grupos desde la edad de inicio hasta la fecha correspondiente al actual estudio. La edad de inicio es de $6,0 \pm 1,5$ años.

Tabla 4.11. Años de entrenamiento desde la edad de inicio.

	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
G1	3,3	1,1	1,7	5,9
G2	4,4	1,4	2,9	7,5
G3/G4	7,6	2,0	3,8	12,0
G5	13,1	2,6	10,0	18,4
<i>Total</i>	7,0	4,1	1,7	18,4

La Tabla 4.12 muestra la distribución por grupos de las edades de inicio respecto a la primera competición en GAM. La edad promedio de inicio ($n=111$) es de $7,9\pm 1,6$ años.

Tabla 4.12. Edad de inicio respecto a la primera competición en GAM.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
5 – 6 años	11	39,3	8	32,0	10	30,3	6	24,0	35	31,5
7 – 8 años	15	53,6	12	48,0	11	33,3	12	48,0	50	45,0
9 – 10 años	2	7,1	5	20,0	10	30,3	5	20,0	22	19,8
≥11 años	0	0,0	0	0,0	2	6,1	2	8,0	4	3,6
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.13 muestra la distribución por grupos de la motivación por practicar GAM.

Tabla 4.13. Motivación por la práctica de la GAM.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Deporte completo	0	0,0	2	8,0	1	3,0	2	8,0	5	4,5
Amigos en gimnasia	1	3,6	0	0,0	3	9,1	0	0,0	4	3,6
Me traen mis padres	0	0,0	1	4,0	1	3,0	0	0,0	2	1,8
Ser un gran gimnasta	25	89,3	19	76,0	20	60,6	18	72,0	82	73,9
No lo sé	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	8,0	2	1,8
Otras respuestas	2	7,1	3	12,0	8	24,2	3	12,0	16	14,4
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.14 muestra la distribución por grupos de la elección del aparato gimnástico preferente.

Tabla 4.14. Elección del aparato gimnástico preferente.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Suelo	10	35,7	9	36,0	9	27,3	6	24,0	34	30,6
Arcos	3	10,7	7	28,0	9	27,3	3	12,0	22	19,8
Anillas	2	7,1	3	12,0	3	9,1	2	8,0	10	9,0
Salto	5	17,9	4	16,0	3	9,1	3	12,0	15	13,5
Paralelas	7	25,0	2	8,0	3	9,1	6	24,0	18	16,2
Barra fija	1	3,6	0	0,0	6	18,2	5	20,0	12	10,8
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

4.1.1.3 ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Y COMPETICIONES

La Tabla 4.15 muestra la distribución por grupos del número de sesiones semanales de entrenamiento.

Tabla 4.15. Número de sesiones de entrenamiento semanales.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tres o menos	1	3,6	2	8,0	0	0,0	0	0,0	3	2,7
Cuatro	5	17,9	0	0,0	3	9,1	1	4,0	9	8,1
Cinco	13	46,4	11	44,0	6	18,2	1	4,0	31	27,9
Seis	9	32,1	12	48,0	16	48,5	2	8,0	39	35,1
Siete	0	0,0	0	0,0	2	6,1	1	4,0	3	2,7
Más de siete	0	0,0	0	0,0	6	18,2	20	80,0	26	23,4
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.16 caracteriza por grupos el número de horas de entrenamiento semanales.

Tabla 4.16. Horas semanales de entrenamiento.

	Media	Dev. típica	Mínimo	Máximo
G1	15,4	3,4	9,0	21,0
G2	16,6	2,8	14,0	24,0
G3/G4	20,2	5,0	15,0	30,0
G5	27,5	3,5	20,0	33,0
Total	19,8	5,9	9,0	33,0

La Tabla 4.17 muestra la distribución por grupos del número de aparatos gimnásticos que se entrenan durante un día.

Tabla 4.17. Número de aparatos gimnásticos que se entrenan durante un día.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Uno o dos	3	10,7	6	24,0	3	9,1	2	8,0	14	12,6
Dos o tres	15	53,6	13	52,0	14	42,4	1	4,0	43	38,7
Tres o cuatro	9	32,1	5	20,0	10	30,3	0	0,0	24	21,6
Cuatro o cinco	0	0,0	1	4,0	2	6,1	4	16,0	7	6,3
Cinco o seis	0	0,0	0	0,0	3	9,1	5	20,0	8	7,2
Seis	1	3,6	0	0,0	1	3,0	12	48,0	14	12,6
Más de seis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,0	1	0,9
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.18 muestra la distribución por grupos de la respuesta sobre la realización de entrenamiento con pesas.

Tabla 4.18. Realización de entrenamiento con pesas.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
No	15	53,6	10	40,0	4	12,1	2	8,0	31	27,9
Si, normalmente	0	0,0	0	0,0	10	30,3	16	64,0	26	23,4
Si, alguna vez	13	46,4	15	60,0	19	57,6	7	28,0	54	48,6
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.19 muestra la distribución por grupos de la respuesta sobre la realización de entrenamiento de carrera fuera del gimnasio.

Tabla 4.19. Realización de entrenamiento de carrera fuera del gimnasio.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
No	9	32,1	3	12,0	2	6,1	0	0,0	14	12,6
Si, normalmente	2	7,1	0	0,0	5	15,2	0	0,0	7	6,3
Si, alguna vez	17	60,7	22	88,0	26	78,8	25	100	90	81,1
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.20 muestra la distribución por grupos del número de aciertos en las respuestas sobre términos de entrenamiento y GAM. Al máximo número de aciertos (n=6) le corresponde el 100% de acierto.

Tabla 4.20. Número de aciertos en las respuestas sobre términos de entrenamiento y GAM.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ninguno	10	35,7	6	24,0	3	9,1	3	12,0	22	19,8
1-2 aciert.	11	39,3	12	48,0	10	30,3	7	28,0	40	36,0
3-4 aciert.	6	21,4	6	24,0	13	39,4	13	52,0	38	34,2
5 aciertos	1	3,6	1	4,0	2	6,1	1	4,0	5	4,5
6 aciertos	0	0,0	0	0,0	5	15,2	1	4,0	6	5,4
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.21 muestra la distribución por grupos del conocimiento declarado de los objetivos de la temporada.

Tabla 4.21. Conocimiento de los objetivos de la temporada.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Si</i>	20	71,4	21	84,0	28	84,8	24	96,0	93	83,8
<i>No</i>	8	28,6	4	16,0	5	15,2	1	4,0	18	16,2
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.22 muestra la distribución por grupos del conocimiento declarado del código de puntuación (CP-FIG y CP-RFEG).

Tabla 4.22. Conocimiento del código de puntuación.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Si</i>	9	32,1	13	52,0	24	72,7	23	92,0	69	62,2
<i>No</i>	19	67,9	12	48,0	9	27,3	2	8,0	42	37,8
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.23 muestra la distribución por grupos de la preferencia de aparato al inicio de la competición.

Tabla 4.23. Preferencia de aparato al inicio de la competición.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Suelo</i>	6	21,4	3	12,0	8	24,2	5	20,0	22	19,8
<i>Arcos</i>	3	10,7	4	16,0	9	27,3	2	8,0	18	16,2
<i>Anillas</i>	3	10,7	3	12,0	2	6,1	8	32,0	16	14,4
<i>Salto</i>	2	7,1	2	8,0	0	0,0	4	16,0	8	7,2
<i>Paralelas</i>	4	14,3	4	16,0	4	12,1	1	4,0	13	11,7
<i>Barra fija</i>	8	28,6	5	20,0	8	24,2	2	8,0	23	20,7
<i>Indiferente</i>	2	7,1	4	16,0	2	6,1	3	12,0	11	9,9
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.24 muestra la distribución por grupos del número de competiciones durante un año.

Tabla 4.24. Número de competiciones anuales.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Entre 1 y 2</i>	5	17,9	9	36,0	5	15,2	0	0,0	19	17,1
<i>Entre 3 y 4</i>	6	21,4	10	40,0	23	69,7	8	32,0	47	42,3
<i>Entre 5 y 6</i>	15	53,6	5	20,0	4	12,1	8	32,0	32	28,8
<i>> 6</i>	2	7,1	1	4,0	1	3,0	9	36,0	13	11,7
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.25 muestra la distribución por grupos de las expectativas previas declaradas de resultados competitivos.

Tabla 4.25. Expectativas previas al resultado competitivo.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Ganar</i>	6	21,4	3	12,0	7	21,2	5	20,0	21	18,9
<i>Competir bien</i>	22	78,6	22	88,0	23	69,7	19	76,0	86	77,5
<i>Indiferente</i>	0	0,0	0	0,0	3	9,1	1	4,0	4	3,6
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.26 muestra la distribución por grupos de la meta final deseada como gimnasta.

Tabla 4.26. Meta final deseada como gimnasta.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Ir a JJ.OO.</i>	0	0,0	0	0,0	1	3,0	2	8,0	3	2,7
<i>Campeón Olímpico</i>	15	53,6	10	40,0	15	45,5	13	52,0	53	47,7
<i>Ir a Cto. del Mundo</i>	6	21,4	9	36,0	7	21,2	9	36,0	31	27,9
<i>Campeón del Mundo</i>	5	17,9	6	24,0	3	9,1	0	0,0	14	12,6
<i>Ir a Cto. de Europa</i>	2	7,1	0	0,0	4	12,1	0	0,0	6	5,4
<i>Campeón de Europa</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,0	1	0,9
<i>Campeón de España</i>	0	0,0	0	0,0	1	3,0	0	0,0	1	0,9
<i>Otros</i>	0	0,0	0	0,0	2	6,1	0	0,0	2	1,8
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

4.1.1.4 HISTORIAL DE LESIONES

La Tabla 4.27 muestra la distribución por grupos de gimnastas con o sin ningún cuadro lesional a lo largo de su carrera deportiva.

Tabla 4.27. Gimnastas con o sin lesiones durante su carrera deportiva.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Con lesión</i>	8	28,6	8	32,0	26	78,8	25	100	67	60,4
<i>Sin lesión</i>	20	71,4	17	68,0	7	21,2	0	0,0	44	39,6
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.28 muestra la distribución por grupos de gimnastas con o sin ninguna operación quirúrgica a lo largo de su carrera deportiva.

Tabla 4.28. Gimnastas con o sin intervenciones quirúrgicas durante su carrera deportiva.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Con intervenciones	0	0,0	1	4,0	3	9,1	21	84,0	25	22,5
Sin intervenciones	28	100	24	96,0	30	90,9	4	16,0	86	77,5
Total	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

La Tabla 4.29 muestra la distribución por grupos de los diferentes tipos de lesión a lo largo de su carrera deportiva.

Tabla 4.29. Tipos de lesión.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Afectación nerviosa	0	0,0	1	9,1	4	7,3	1	0,9	6	3,0
Artritis	0	0,0	1	9,1	1	1,8	3	2,6	5	2,5
Artrosis	0	0,0	0	0,0	1	1,8	4	3,4	5	2,5
Bursitis	0	0,0	0	0,0	2	3,6	0	0,0	2	1,0
Capsulitis	1	6,3	0	0,0	0	0,0	1	0,9	2	1,0
Ciática	0	0,0	0	0,0	1	1,8	0	0,0	1	0,5
Contractura	1	6,3	1	9,1	4	7,3	1	0,9	7	3,5
Contusión	2	12,5	0	0,0	2	3,6	1	0,9	5	2,5
Corte Profundo	0	0,0	0	0,0	1	1,8	1	0,9	2	1,0
Disfunción cardiaca	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	1	0,5
Distensión	0	0,0	1	9,1	2	3,6	3	2,6	6	3,0
Epicondilitis	0	0,0	0	0,0	1	1,8	0	0,0	1	0,5
Esguince	7	43,8	3	27,3	12	21,8	36	30,8	58	29,1
Espondilolistesis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	1	0,5
Fisura ósea	1	6,3	0	0,0	3	5,5	0	0,0	4	2,0
Fractura ósea	3	18,8	2	18,2	10	18,2	30	25,6	45	22,6
Inestabilidad Articular	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	3,4	4	2,0
Lumbalgia	0	0,0	1	9,1	0	0,0	3	2,6	4	2,0
Luxación	0	0,0	0	0,0	1	1,8	0	0,0	1	0,5
Microruptura fibrilar	0	0,0	1	9,1	1	1,8	2	1,7	4	2,0
Osgood Slater	0	0,0	0	0,0	4	7,3	3	2,6	7	3,5
Osteocondritis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	1,7	2	1,0
Periostitis	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	1	0,5
Rotura de ligamentos	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,9	1	0,5
Tendinitis	1	6,3	0	0,0	5	9,1	18	15,4	24	12,1
Total	16	100	11	100	55	100	117	100	199	100

La Tabla 4.30 muestra la distribución por grupos de las diferentes localizaciones de las lesiones acaecidas a lo largo de su carrera deportiva.

Tabla 4.30. Localización de las lesiones.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Cabeza</i>	1	6,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
<i>Cuello</i>	1	6,3	0	0,0	2	3,6	5	4,3	8	4,0
<i>Hombro</i>	2	12,5	0	0,0	4	7,3	18	15,4	24	12,1
<i>Codo</i>	1	6,3	0	0,0	1	1,8	13	11,1	15	7,5
<i>Muñeca</i>	3	18,8	1	9,1	8	14,5	8	6,8	20	10,1
<i>Mano</i>	0	0,0	1	9,1	3	5,5	3	2,6	7	3,5
<i>Dedo</i>	2	12,5	1	9,1	5	9,1	14	12,0	22	11,1
<i>Cadera</i>	1	6,3	0	0,0	1	1,8	0	0,0	2	1,0
<i>Zona lumbar</i>	0	0,0	2	18,2	5	9,1	4	3,4	11	5,5
<i>Rodilla</i>	1	6,3	0	0,0	10	18,2	10	8,5	21	10,6
<i>Tobillo</i>	2	12,5	5	45,5	12	21,8	36	30,8	55	27,6
<i>Otras</i>	2	12,5	1	9,1	4	7,3	6	5,1	13	6,5
<i>Total</i>	16	100	11	100	55	100	117	100	199	100

La Tabla 4.31 muestra la distribución por grupos de las causas de lesión acumuladas por los gimnastas estudiados a lo largo de su carrera deportiva.

Tabla 4.31. Causas de lesión.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Externas al entrenamiento</i>	7	43,8	4	7,3	16	29,1	7	6,0	34	17,1
<i>Durante la preparación física</i>	1	6,3	1	1,8	0	0,0	2	1,7	4	2,0
<i>Durante el calentamiento</i>	1	6,3	1	1,8	1	1,8	1	0,9	4	2,0
<i>Indefinida</i>	1	6,3	1	1,8	20	36,4	35	29,9	57	28,6
<i>Incidente en suelo</i>	2	12,5	1	1,8	5	9,1	26	22,2	34	17,1
<i>Incidente en arcos</i>	0	0,0	0	0,0	4	7,3	5	4,3	9	4,5
<i>Incidente en anillas</i>	1	6,3	0	0,0	3	5,5	4	3,4	8	4,0
<i>Incidente en salto</i>	0	0,0	2	3,6	0	0,0	6	5,1	8	4,0
<i>Incidente en paralelas</i>	1	6,3	1	1,8	3	5,5	13	11,1	18	9,0
<i>Incidente en barra fija</i>	1	6,3	0	0,0	3	5,5	11	9,4	15	7,5
<i>Otras</i>	1	6,3	0	0,0	0	0,0	7	6,0	8	4,0
<i>Total</i>	16	100	11	20	55	100	117	100	199	100

La Tabla 4.32 muestra la distribución por grupos del índice de gravedad declarado de cada una de las lesiones acumuladas por los gimnastas estudiados a lo largo de su carrera deportiva.

Tabla 4.32. Gravedad lesional.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Insignificante</i>	5	31,3	3	27,3	3	5,5	4	3,4	15	7,5
<i>Molestia muy esporádica</i>	2	12,5	0	0,0	5	9,1	4	3,4	11	5,5
<i>Molestia esporádica</i>	0	0,0	0	0,0	3	5,5	5	4,3	8	4,0
<i>Molestia sistemática</i>	1	6,3	0	0,0	3	5,5	6	5,1	10	5,0
<i>Entreno con dolor</i>	2	12,5	3	27,3	22	40,0	36	30,8	63	31,7
<i>Dolor impide entrenar</i>	4	25,0	4	36,4	11	20,0	28	23,9	47	23,6
<i>Algo grave</i>	1	6,3	1	9,1	8	14,5	12	10,3	22	11,1
<i>Grave</i>	1	6,3	0	0,0	0	0,0	17	14,5	18	9,0
<i>Muy grave</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	5	4,3	5	2,5
<i>Muy, muy grave</i>	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Total</i>	16	100	11	100	55	100	117	100	199	100

La Tabla 4.33 muestra el tiempo total de convalecencia por lesión (semanas) acumulado por los gimnastas a lo largo de su carrera deportiva.

Tabla 4.33. Tiempo de convalecencia por lesión (semanas).

	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
G1	2,9	1,6	1,0	6,0
G2	5,0	3,1	1,0	12,0
G3/G4	6,7	3,0	2,0	12,0
G5	30,6	13,1	10,0	60,0
<i>Total</i>	10,8	12,7	1,0	60,0

La Tabla 4.34 muestra la distribución por grupos del estado físico de los gimnastas en el momento del estudio y en relación a las lesiones acaecidas a lo largo de su carrera deportiva.

Tabla 4.34. Estado físico post-lesional en el momento del estudio.

	G1		G2		G3/G4		G5		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Recuperado</i>	27	96,4	23	92,0	15	45,5	6	24,0	71	64,0
<i>Siente molestias</i>	1	3,6	1	4,0	14	42,4	12	48,0	28	25,2
<i>No recuperado</i>	0	0,0	1	4,0	4	12,1	7	28,0	12	10,8
<i>Total</i>	28	100	25	100	33	100	25	100	111	100

4.1.2 FIABILIDAD DEL CUESTIONARIO

Para el estudio de la consistencia o fiabilidad interna del cuestionario (test-retest), definida como el grado de homogeneidad en la respuesta a los distintos ítems ($n=36$, 32,4% de la muestra total de gimnastas) se han establecido dos procedimientos estadísticos: a) para las variables cualitativas se utiliza el coeficiente kappa; b) para las variables cuantitativas se utiliza el coeficiente de correlación de Spearman, debido a que éstas no se distribuyen normalmente (apartado 3.3.2.9). Los resultados obtenidos se muestran en función de cada ítem, agrupados éstos en cada uno de los bloques de contenidos en los que se estructura el cuestionario: a) antecedentes sociales (Tabla 4.35); b) práctica deportiva (Tabla 4.36); c) entrenamiento y competiciones (Tabla 4.37); historial lesional (Tabla 4.38). En todos los casos, el grado de significación observado fue $p \leq 0,01$.

Tabla 4.35. Fiabilidad de las preguntas sobre antecedentes sociales.

<i>Antecedentes sociales</i>	<i>Coficiente kappa</i>
<i>Número de hermanos/as</i>	<i>1,00</i>
<i>Práctica deportiva de la madre</i>	<i>1,00</i>
<i>Práctica deportiva del padre</i>	<i>1,00</i>
<i>Profesión de la madre</i>	<i>1,00</i>
<i>Profesión del padre</i>	<i>1,00</i>
<i>Tipo de desplazamiento hasta al gimnasio</i>	<i>1,00</i>
<i>Vinculación hermanos/as respecto la gimnasia</i>	<i>1,00</i>

Tabla 4.36. Fiabilidad de las preguntas sobre la práctica deportiva.

<i>Práctica deportiva</i>	<i>Coficiente kappa</i>	<i>Coficiente Spearman</i>
<i>Primer deporte practicado</i>	<i>1,00</i>	<i>–</i>
<i>Práctica simultánea con otros deportes</i>	<i>1,00</i>	<i>–</i>
<i>Años de práctica gimnástica</i>	<i>--</i>	<i>0,98</i>
<i>Edad de participación primera competición</i>	<i>1,00</i>	<i>--</i>
<i>Motivación para practicar gimnasia</i>	<i>0,51</i>	<i>–</i>
<i>Aparato gimnástico preferente</i>	<i>0,36</i>	<i>–</i>

Tabla 4.37. Fiabilidad de las preguntas sobre entrenamiento y competiciones.

<i>Entrenamiento y competiciones (n=12)</i>	<i>Coefficiente kappa</i>	<i>Coefficiente Spearman</i>
<i>Número de sesiones semanales</i>	1,00	—
<i>Horas semanales de entrenamiento</i>	—	0,96
<i>Número de aparatos que se entrenan al día</i>	0,75	--
<i>Realización de entrenamiento con pesas</i>	0,75	--
<i>Entrenamiento de carrera fuera del gimnasio</i>	0,45	--
<i>Conocimiento de términos de entrenamiento</i>	0,76	—
<i>Conocimiento de objetivos de la temporada</i>	0,38	—
<i>Conocimiento del código de puntuación</i>	1,00	--
<i>Preferencia de aparato al iniciar competición</i>	1,00	--
<i>Número de competiciones anuales</i>	0,71	--
<i>Orientación al ego o a la tarea</i>	1,00	—
<i>Meta final como gimnasta</i>	1,00	--

Tabla 4.38. Fiabilidad de las preguntas sobre el historial lesional.

<i>Historial lesional (n=8)</i>	<i>Coefficiente kappa</i>	<i>Coefficiente Spearman</i>
<i>Número de gimnastas con o sin lesión</i>	0,97	—
<i>Número de intervenciones quirúrgicas</i>	1,00	—
<i>Tipos de lesión</i>	1,00	—
<i>Localización de la lesiones</i>	1,00	—
<i>Causas de lesión</i>	1,00	—
<i>Gravedad de la lesión</i>	0,67	--
<i>Tiempo de convalecencia post-lesional</i>	—	0,93
<i>Estado en el momento de realizar el estudio</i>	0,59	—

4.1.3 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

Las variables cuantitativas continuas candidatas a ser incluidas en el modelo de análisis (VASD), son: a) años de práctica gimnástica (Figura. 4.1); b) horas semanales de entrenamiento (Figura 4.2); y c) tiempo de convalecencia por lesiones (Figura 4.3). Pese a que en alguno de los grupos de estudio dichas variables no se distribuyen normalmente (Tabla 4.39), se procedió a la tipificación en todos los casos para describir gráficamente la distribución de cada variable en cada uno de los grupos de estudio y facilitar así su comprensión.

Tabla 4.39. Normalidad y homoscedasticidad de las variables de la VASD.

	<i>Años de práctica</i>				<i>Horas semanales</i>				<i>Semanas de lesión</i>			
	<i>G1</i>	<i>G2</i>	<i>G3/G4</i>	<i>G5</i>	<i>G1</i>	<i>G2</i>	<i>G3/G4</i>	<i>G5</i>	<i>G1</i>	<i>G2</i>	<i>G3/G4</i>	<i>G5</i>
<i>Shapiro-Wilks</i>	0,13	0,004	0,17	0,01	0,10	—	0,001	0,08	0,003	0,01	0,05	0,06
<i>Levene</i>	0,001				0,005				0,001			

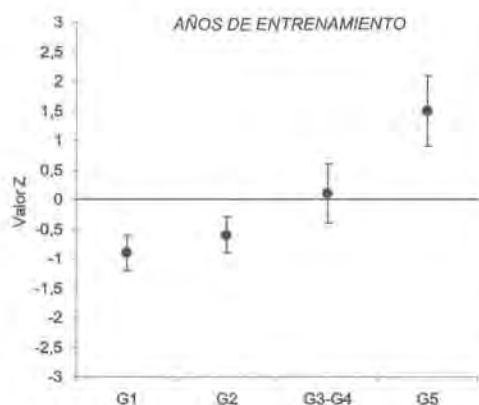


Figura 4.1. Valores tipificados del tiempo de entrenamiento desde la edad de inicio hasta la fecha del estudio.

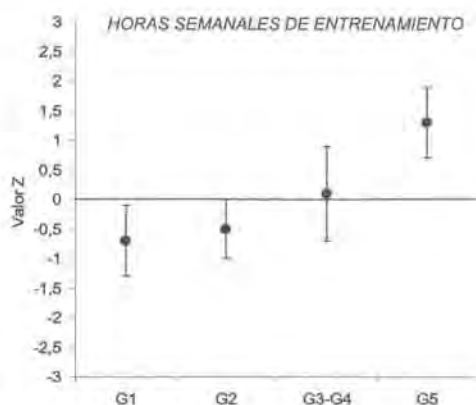


Figura 4.2. Valores tipificados de las horas de entrenamiento a la semana.

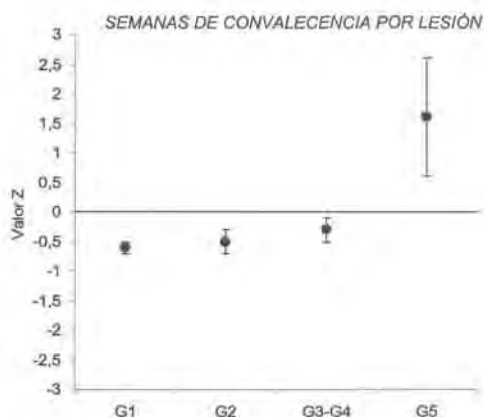


Figura 4.3. Valores tipificados de las semanas de convalecencia post-lesión.

4.1.4 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

En base a la comprobación previa de los supuestos para la aplicación del ANOVA (Tabla 4.39), y teniendo en cuenta el tamaño reducido de cada uno de los grupos de estudio, el análisis de la varianza se llevó a cabo mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (K-W). Las comparaciones a posteriori, como se ha justificado en apartados anteriores, se establecen de dos a dos mediante la prueba U de Mann-Whitney (apartado 3.3.2.8).

En todas las variables cuantitativas (VASD) susceptibles de ser analizadas mediante el ANOVA (años de entrenamiento, horas semanales de entrenamiento, semanas de convalecencia post-lesión), se registran diferencias significativas entre alguno de los grupos según su edad biológica (Tabla 4.40).

Tabla 4.40. Resultados significativos y potencia estadística del ANOVA (VASD).

Variable	gl	F	X ²	p	1 - β
Años de entrenamiento ^a	3,107	--	87,183	<0,001	--
Horas semanales ^a	3,107	--	59,361	<0,001	--
Semanas de lesión ^a	3,107	--	71,031	<0,001	--

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

La diferencia entre el número de años de entrenamiento de cada grupo es significativa ($p < 0,001$) de grupo a grupo (Figura 4.4): $G1 < G2$, $G2 < G3/4$ y $G3/4 < G5$. En cuanto a las horas de entrenamiento semanales (Figura 4.5), los gimnastas más desarrollados (Tanner) entrenan más horas ($p < 0,001$) que los menos desarrollados ($G2 < G3/4$, $G3/4 < G5$), excepto entre los grupos G1 y G2.

Los gimnastas con menor tiempo de convalecencia post-lesión son los del grupo G1 (Figura 4.6), seguidos del grupo G2 ($p < 0,001$). Se observa una tendencia no significativa a un mayor tiempo de convalecencia en G3/4 respecto de G2. Los del grupo G5 presentan un tiempo de convalecencia post-lesión mucho más elevado que el resto de grupos ($p < 0,001$).

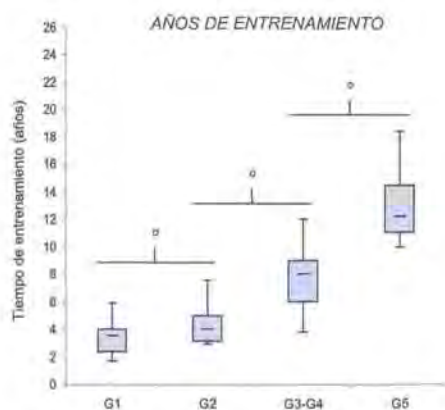


Figura 4.4. Comparaciones intergrupo del tiempo de entrenamiento en años. ^a Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

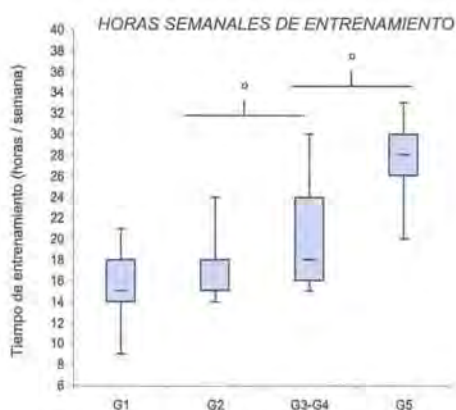


Figura 4.5. Comparaciones intergrupo de las horas semanales de entrenamiento. ^a Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

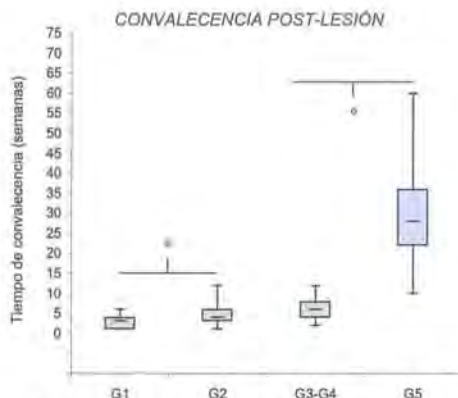


Figura 4.6. Comparaciones intergrupo del tiempo de convalecencia acumulado post-lesión. ° Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{BOMBELLI} < 0,013$).

4.1.5 CORRELACIÓN BIVARIADA

En esta valoración de antecedentes sociales y deportivos (VASD), únicamente son candidatas a ser seleccionadas tres variables: a) tiempo de entrenamiento desde la edad de inicio de la práctica gimnástica, hasta la fecha del presente estudio (años de entrenamiento); b) horas semanales de entrenamiento; y c) semanas de convalecencia por lesión, desde la edad de inicio de la práctica gimnástica hasta la fecha del presente estudio. Como se ha justificado en el apartado correspondiente (apartado 3.3.2), la correlación se efectúa entre cada una de las variables independientes y la variable dependiente, en este caso el ranking correspondiente a cada uno de los grupos estudiados ($n=4$): G1; G2; G3/G4; G5 (Tabla 4.41).

Tabla 4.41. Correlación entre el ranking y las variables de la VASD

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Años de entrenamiento	0,72	0,01	0,72	0,01	0,75	0,01	0,86	0,01
Horas semanales de entrenamiento	0,83	0,01	0,77	0,01	0,75	0,01	0,83	0,01
Semanas de convalecencia post-lesión	-0,56	0,01	-0,89	0,01	-0,52	0,01	0,34	ns

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = correlación no significativa ($p > 0,05$).

4.1.6 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Las funciones resultantes del análisis de regresión múltiple para cada uno de los grupos de estudio de la VASD se incluyen en la Tabla 4.42. Los coeficientes de determinación (r^2) indican el grado en que la varianza de la variable rendimiento viene explicada por el modelo multivariante (apartado 3.3.2.10), que en este caso oscilan entre el 66,0% y 79,0%.

Tabla 4.42. VASD: análisis de regresión múltiple.

Grupos	Ecuaciones predictivas	F	g ₁	g ₂	p	r ²		Error de estimación
						Exacto	Corregido	
G1	27,830 + (0,995 · Horas/semana de entren.) + (1,064 · Años entrenamiento)	47,735	2	25	0,001	0,79	0,78	2,22
G2	46,358 - (0,898 · Semanas convalec. lesión) + (1,095 · Años entrenamiento)	27,090	2	22	0,001	0,71	0,69	2,59
G3/G4	21,199 + (1,780 · Años entrenamiento) + (0,399 · Horas/semana de entren.)	32,294	2	30	0,001	0,68	0,66	3,47
G5	27,964 + (0,882 · Años entrenamiento) + (0,332 · Horas/semana de entren.)	45,848	2	22	0,001	0,81	0,79	1,67

F_{entrenamiento}(p<0,05); F_{edad}(p<0,10)

Tabla 4.43. VASD: análisis discriminante.

Grupos	Variables seleccionadas	Lambda de Wilks (λ)				F	g ₁	g ₂	g ₃	g ₄	p	F _{entrenamiento}
		g ₁	g ₂	g ₃	g ₄							
G1	Años entrenamiento (años)	0,398	1	2	25	18,892	2	25	0,001	0,85		
	Horas/semana de entrenamiento (horas)	0,246	2	2	25	12,173	4	48	0,001			
G2	Años entrenamiento (años)	0,250	1	2	22	33,022	2	22	0,001	0,89		
	Semanas de convalecencia post-lesión (semanas)	0,125	2	2	22	19,151	4	42	0,001			
G3/G4	Horas/semana de entrenamiento (horas)	0,368	1	2	30	25,739	2	30	0,001	0,80		
	Años entrenamiento (años)	0,256	2	2	30	14,145	4	50	0,001			
G5	Años entrenamiento (años)	0,219	1	2	22	35,296	2	22	0,001	0,88		

F_{entrenamiento}(p<0,05); F_{edad}(p<0,10)

4.1.7 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Las variables seleccionadas a través el análisis discriminante para cada uno de los grupos de estudio de la VASD se incluyen en la Tabla 4.43. El coeficiente de la correlación canónica se establece para la primera función del modelo discriminante ($r_{1+función}$) e indica el grado más elevado en que el modelo multivariante clasifica a los sujetos de cada uno de los grupos de estudio, según las categorías de rendimiento establecidas: elevado, medio, o discreto (apartado 3.3.2.11). Se muestran además los resultados de clasificación discriminante para cada una de dichas categorías, indicando el valor numérico individual (n) y porcentual (%) en que se logra clasificar correctamente a cada uno de los sujetos que forman parte de la muestra objeto de estudio: G1 (Tabla 4.44); G2 (Tabla 4.45); G3/G4 (Tabla 4.46); G5 (Tabla 4.47).

Tabla 4.44. VASD: clasificación discriminante para el grupo G1.

	Rendimiento	Elevado	Medio	Discreto	Total
n	Elevado	6	3	0	9
	Medio	1	7	1	9
	Discreto	0	0	10	10
%	Elevado	66,7	33,3	0,0	100
	Medio	11,1	77,8	11,1	100
	Discreto	0,0	0,0	100	100

El 82,1% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.45. VASD: clasificación discriminante para el grupo G2.

	Rendimiento	Elevado	Medio	Discreto	Total
n	Elevado	8	0	0	8
	Medio	0	8	0	8
	Discreto	0	3	6	9
%	Elevado	100	0,0	0,0	100
	Medio	0,0	100	0,0	100
	Discreto	0,0	33,3	66,7	100

El 88,0% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.46. VASD: clasificación discriminante para el grupo G3/G4.

	Rendimiento	Elevado	Medio	Discreto	Total
n	Elevado	9	1	1	11
	Medio	0	8	3	11
	Discreto	0	1	10	11
%	Elevado	81,8	9,1	9,1	100
	Medio	0,0	72,7	27,3	100
	Discreto	0,0	9,1	90,9	100

El 81,8% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.47. VASD: clasificación discriminante para el grupo G5.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	6	2	0	8
	<i>Medio</i>	1	6	1	8
	<i>Discreto</i>	0	1	8	9
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	75,0	25,0	0,0	100
	<i>Medio</i>	12,5	75,0	12,5	100
	<i>Discreto</i>	0,0	11,1	88,9	100

El 80,0% de los casos se agruparon correctamente.

4.2 Valoración somática

La valoración somática consta de diferentes variables agrupadas en cuatro bloques (apartado 3.3.1.2): medidas antropométricas (dimensiones corporales; longitudes, diámetros y perímetros; pliegues cutáneos); cálculos antropométricos (composición corporal, somatotipo, proporcionalidad); datos biométricos parentales; y maduración biológica (edad cronológica, maduración sexual).

4.2.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Las totalidad de variables incluidas en esta valoración (n=65) son variables cuantitativas continuas y se presentan de forma descriptiva, para cada grupo de estudio (apartado 3.3.2.1).

4.2.1.1 DIMENSIONES CORPORALES

Las variables que describen por grupos las dimensiones corporales, se muestran en la Tabla 4.48.

4.2.1.2 LONGITUDES, DIÁMETROS, PERÍMETROS

Las variables que describen por grupos las longitudes, diámetros y perímetros, se muestran en la Tabla 4.49, Tabla 4.50, Tabla 4.51, respectivamente.

4.2.1.3 PLIEGUES CUTÁNEOS

Las variables que describen por grupos los pliegues cutáneos, se muestran en la Tabla 4.52.

4.2.1.4 COMPOSICIÓN CORPORAL

Las variables que describen por grupos la composición corporal, se muestran en la Tabla 4.53.

4.2.1.5 SOMATOTIPO

Las variables que describen por grupos el somatotipo, se muestran en la Tabla 4.54.

Tabla 4.48. Dimensiones corporales.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Talla (cm)	133,5	6,7	122,6 151,9	137,1	6,5	125,3 150,0	155,2	10,0	140,5 175,2	166,5	5,6	158,2 179,1
Talla sentado (cm)	69,8	2,9	64,9 76,2	71,4	3,2	65,0 78,0	78,9	4,9	70,8 89,4	87,8	2,3	84,4 93,9
Peso (kg)	30,1	4,5	23,7 41,5	33,4	4,2	24,8 40,4	45,9	9,3	33,9 67,1	64,1	3,8	56,1 70,8
Envergadura (cm)	134,0	7,3	121,5 154,4	138,4	8,8	122,7 157,5	158,8	10,9	143,1 179,8	173,4	7,8	162,7 189,5
Alcance (cm)	167,5	9,4	152,0 195,6	172,6	9,9	156,5 193,0	198,9	13,0	181,5 224,0	212,9	9,1	199,0 231,7

Tabla 4.49. Longitudes corporales.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Extremidad superior (cm)	58,5	3,3	53,4 66,0	60,1	4,1	52,5 67,7	68,2	4,3	61,2 77,0	74,1	4,3	66,9 82,8
Mano (cm)	14,4	1,2	11,6 16,9	14,9	1,4	11,9 17,2	16,7	1,3	14,8 19,9	18,4	1,3	16,4 20,9
Extremidad inferior (cm)	69,2	4,4	61,4 79,1	71,5	4,2	65,0 79,3	83,2	6,1	74,0 97,2	87,6	4,8	80,2 96,7
Pie (cm)	20,9	1,0	18,0 23,3	21,7	1,6	19,5 24,9	24,5	1,4	21,9 26,2	25,1	0,7	23,5 27,0

Tabla 4.50. Diámetros corporales.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Biacromial (cm)	29,6	1,5	26,6 32,9	30,8	1,8	27,4 33,8	34,9	2,7	30,5 40,8	39,2	1,2	37,5 41,7
Intercostal (cm)	20,3	1,1	18,4 22,6	21,0	1,1	18,8 22,8	23,1	1,6	20,5 26,4	25,7	1,1	24,0 28,0
Bilíscapular (cm)	22,3	1,0	20,2 24,0	23,2	1,4	20,5 26,5	26,5	2,3	23,3 31,0	29,3	1,1	27,1 31,6
Transverso del tórax (cm)	20,5	0,8	18,8 22,2	21,4	1,1	18,9 23,2	24,0	2,1	21,1 29,4	27,4	1,5	24,5 30,2
Anteroposterior del tórax (cm)	14,8	1,3	12,6 17,4	15,6	1,2	13,5 17,7	16,8	1,3	14,1 19,6	19,5	0,9	17,3 21,5
Bicipitocóndilo del húmero (cm)	5,5	0,3	5,0 6,4	5,7	0,4	5,0 6,7	6,4	0,4	5,7 7,2	6,8	0,3	6,0 7,4
Bicipitocóndilo de la muñeca (cm)	4,7	0,3	4,0 5,1	4,8	0,3	4,2 5,5	5,5	0,5	4,6 6,3	5,9	0,3	5,2 6,5
Bicondíleo del fémur (cm)	8,0	0,2	7,5 8,6	8,3	0,5	7,6 9,1	9,1	0,4	8,1 10,1	9,2	0,4	8,3 10,2
Bimaleolar (cm)	6,0	0,2	5,5 6,6	6,2	0,4	5,5 6,9	6,7	0,4	5,8 7,7	7,0	0,3	6,5 7,8

Tabla 4.51. Perímetros corporales.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Brazo relajado (cm)	20,0	1,8	17,1 23,4	20,8	1,4	18,3 24,1	24,4	3,0	19,3 31,0	31,1	2,0	27,4 34,7
Brazo en tensión (cm)	22,0	1,9	19,2 26,4	22,7	1,5	19,8 25,4	27,0	3,7	22,5 35,0	34,7	2,1	30,3 38,0
Antebrazo (cm)	19,9	1,3	17,7 22,5	20,4	1,4	18,1 23,8	23,2	2,3	20,0 28,0	27,5	0,9	25,6 28,8
Muñeca (cm)	13,4	0,6	12,6 14,5	14,0	0,7	12,9 15,0	15,7	1,5	13,2 18,9	17,4	0,7	15,8 19,5
Mesocosternal (cm)	66,4	4,1	59,8 74,3	70,1	3,1	65,0 75,5	78,6	7,9	66,0 94,9	94,5	3,0	90,5 101,0
Cintura (cm)	56,6	3,2	52,0 64,0	58,9	3,4	52,3 64,2	64,4	4,7	55,5 73,5	74,5	3,2	70,0 81,0
Glúteo (cm)	66,1	3,9	59,9 76,0	70,3	4,0	62,2 77,0	77,0	6,4	68,1 91,0	87,2	2,3	82,1 92,0
Muslo (cm)	38,8	3,1	33,9 45,5	40,9	2,8	35,6 45,6	45,1	4,3	38,6 54,8	51,6	1,9	47,2 55,0
Pierna (cm)	27,0	2,0	23,6 30,0	28,1	1,2	25,5 32,0	31,3	2,2	27,2 36,0	35,3	1,3	33,1 38,4
Tobillo (cm)	17,8	1,3	16,0 19,5	18,3	0,9	16,0 20,6	20,5	1,4	18,0 23,2	21,8	1,5	19,5 25,5
Cefálico (cm)	52,5	1,0	50,6 54,4	53,0	1,2	50,8 54,9	54,6	1,3	51,8 57,0	55,7	1,5	53,3 58,7
Cuello (cm)	28,0	1,2	26,0 29,7	28,5	1,0	26,3 30,5	31,4	2,5	27,7 36,1	36,3	1,5	32,5 38,9

Tabla 4.52. Pliegues cutáneos.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Tricipital (mm)	7,4	2,1	4,4 12,8	8,3	2,5	4,2 12,0	6,8	1,4	4,0 9,2	6,3	1,4	4,0 9,0
Subescapular (mm)	5,3	0,9	3,8 7,4	5,8	1,4	3,8 9,0	5,9	0,9	4,4 7,8	7,8	1,0	6,0 10,0
Bicipital (mm)	3,8	1,1	2,4 6,0	4,0	1,1	2,4 6,0	3,9	1,0	2,6 6,0	3,7	0,6	3,0 5,0
Pectoral (mm)	4,5	0,9	2,8 6,0	5,5	1,4	3,2 7,6	5,0	1,0	3,6 7,0	5,7	0,9	4,0 7,6
Axilar medio (mm)	4,5	0,9	3,0 6,2	5,0	1,2	3,0 7,5	5,3	0,9	3,4 7,2	6,5	0,7	5,6 7,8
Ileocostal (mm)	7,0	2,4	3,6 11,8	8,5	3,4	4,4 15,0	7,9	1,9	4,0 11,0	10,1	2,6	6,6 15,0
Supraespal (mm)	3,6	0,6	3,0 6,5	4,4	1,1	3,0 6,5	4,2	0,6	3,4 5,6	4,7	0,7	3,6 6,4
Abdominal (mm)	5,3	1,1	3,4 7,4	7,1	2,5	3,8 11,0	6,4	1,5	3,6 9,8	8,3	1,7	5,4 11,0
Muslo anterior (mm)	11,0	2,2	7,8 15,4	12,3	4,2	4,2 21,0	11,5	3,4	6,0 19,0	10,0	3,1	5,0 16,2
Pierna medial (mm)	7,2	1,1	5,2 9,0	8,5	2,5	4,8 14,0	8,4	2,8	5,0 14,0	7,1	2,1	3,2 12,2

Tabla 4.53. Composición corporal.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	Min. max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Σ de 6 pliegues (mm)	39,7	6,3	29,0 51,4	45,8	11,7	27,8 65,0	43,5	9,0	30,8 61,1	44,2	8,5	31,4 60,0
Masa grasa (%)	11,9	2,6	8,5 18,6	13,3	3,2	8,1 18,8	12,2	2,9	7,6 18,0	11,0	2,7	6,3 18,0
Masa libre de grasa (kg)	26,5	3,6	21,4 34,1	28,9	3,3	22,8 35,1	40,3	8,8	30,4 63,0	57,0	3,8	50,0 66,3
Masa muscular (%)	42,3	1,7	38,0 45,6	41,4	2,3	36,9 45,6	42,7	2,0	37,5 46,4	45,9	3,0	39,2 49,6
Masa ósea (%)	20,6	1,5	17,5 23,8	20,0	1,3	17,8 22,9	20,0	1,8	14,9 23,0	17,1	1,4	14,6 19,5
Componente residual (%)	25,2	2,3	20,7 30,2	25,3	1,9	22,3 28,7	25,1	2,5	19,6 28,7	26,0	1,7	23,0 29,4
Área grasa del brazo (cm ²)	7,0	2,2	4,1 12,3	8,1	2,7	3,9 14,0	8,4	2,0	5,1 13,2	9,4	2,1	6,2 13,4
Área muscular del brazo (cm ²)	25,1	4,7	18,4 35,2	26,2	3,6	20,2 34,4	39,5	10,7	24,2 65,6	67,5	10,6	48,3 84,1
Área grasa del muslo (cm ²)	16,4	3,9	11,3 23,9	19,0	6,7	7,3 30,8	19,8	6,1	8,8 33,6	19,6	6,2	9,7 34,1
Área muscular del muslo (cm ²)	62,1	9,4	48,7 83,2	66,1	9,0	51,2 88,9	83,2	17,1	60,7 120,1	112,3	12,0	90,6 136,0

Tabla 4.54. Somatotipo.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Endomorfo (I)	1,8	0,6	0,9 3,0	2,2	0,7	1,2 3,4	2,0	0,4	1,3 2,9	2,3	0,4	1,5 2,9
Mesomorfo (II)	4,5	0,7	3,2 5,7	4,6	0,5	3,6 5,8	4,4	0,8	3,0 6,4	5,3	0,8	3,6 6,6
Ectomorfo (III)	2,9	0,8	1,7 4,5	2,6	0,9	1,1 4,7	3,2	0,9	1,1 4,4	1,9	0,7	0,9 3,3

4.2.1.6 PROPORCIONALIDAD

Las variables que describen por grupos la proporcionalidad, se muestran en la Tabla 4.57.

4.2.1.7 DATOS PARENTALES

Las variables que describen por grupos los datos biométricos parentales de los gimnastas estudiados, se muestran en la Tabla 4.58.

4.2.1.8 EDAD CRONOLÓGICA

Las variables correspondientes a la edad cronológica de los gimnastas estudiados, agrupados según su grado de maduración biológica, se presentan en la Tabla 3.3 (apartado 3.1).

4.2.1.9 MADURACIÓN SEXUAL

La Tabla 4.55 y la Tabla 4.56 complementan la información ya mostrada en la Tabla 3.3, y justificada en el apartado 3.1. Se muestra la clasificación de cada uno de los sujetos en relación a las dos variables de maduración sexual analizadas (Tabla 4.55), en función de los diferentes estadios propuestos por Tanner (1962): desarrollo del vello púbico (PH) y desarrollo genital (G).

Tabla 4.55. Clasificación individual según los estadios de Tanner (Tanner, 1962).

	G1 (n)	G2 (n)	G3 (n)	G4 (n)	G5 (n)
PH1	21	9	—	—	—
PH2	7	16	5	—	—
PH3	—	—	11	—	—
PH4	—	—	6	6	—
PH5	—	—	—	5	13
PH6	—	—	—	—	12
Total	28	25	22	11	25

Tabla 4.56. Sujetos de cada categoría RFEG-FIG para cada grupo de estudio.

	G1		G2		G3/G4		G5	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Benjamines	20	71,4	17	68,0	—	—	—	—
Alevines	8	28,6	5	20,0	7	21,2	—	—
Infantiles	—	—	3	12,0	15	45,5	—	—
Juvenil	—	—	—	—	11	33,3	5	20,0
Júnior	—	—	—	—	—	—	7	28,0
Sénior	—	—	—	—	—	—	13	52,0
Total	28	100	25	100	33	100	25	100

Tabla 4.57. Proporcionalidad.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	max	\bar{x}	s	max	\bar{x}	s	max	\bar{x}	s	max
Índice de masa corporal	16,8	1,4	14,3	17,8	1,4	15,0	19,9	1,9	16,1	23,2	1,2	20,9
Índice de longitud relativa de la extremidad superior	43,8	1,1	41,5	43,8	0,8	42,0	45,4	1,4	41,1	46,3	1,4	41,4
Índice córmico	52,5	1,6	49,5	52,0	1,2	49,6	54,1	1,3	48,3	52,9	1,3	50,1
Índice braquial	76,4	7,0	64,8	78,7	7,1	68,2	91,4	5,2	61,7	82,2	5,7	62,8
Índice perimetral de las extremidades	70,0	4,3	63,2	69,7	3,0	63,5	75,7	5,4	66,0	85,8	7,2	70,8

Tabla 4.58. Datos biométricos parentales.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	max	\bar{x}	s	max	\bar{x}	s	max	\bar{x}	s	max
Talla madre (cm)	162,4	5,1	152,0	160,7	5,1	152,0	169,0	3,5	157,0	170,0	5,8	150,0
Talla padre (cm)	172,3	5,7	162,0	171,6	4,2	164,0	179,0	6,9	158,0	185,0	5,1	163,0
Peso madre (kg)	61,3	6,7	50,0	62,8	12,0	45,0	86,0	10,4	47,0	85,0	8,1	47,0
Peso padre (kg)	78,5	10,4	60,0	76,4	7,6	65,0	90,0	8,7	62,0	95,0	9,4	63,0

4.2.2 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

Las variables candidatas a ser incluidas en el modelo de análisis (VS) son todas, a excepción de las variables de maduración sexual (Tanner, 1962), utilizadas para conformar los grupos de estudio (G1, G2, G3/4, G5). Pese a que en alguno de éstos, determinadas variables (VS) no se distribuyen normalmente (Tabla 4.59 – Tabla 4.72), se procede a la tipificación en todos los casos para facilitar la comprensión de la distribución de cada variable mediante gráficos (Figuras 4.7 – 4.69). Se indican la media y la desviación típica de cada grupo de gimnastas según su grado de maduración sexual.

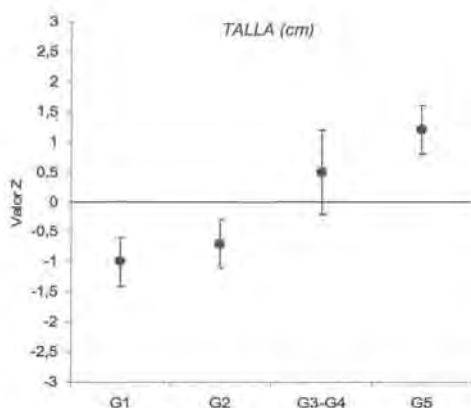


Figura 4.7. Valores tipificados de la talla.

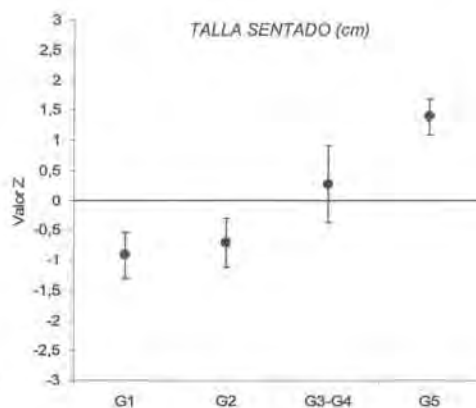


Figura 4.8. Valores tipificados de la talla sentado.

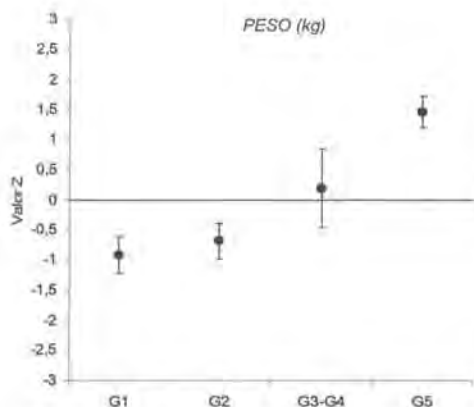


Figura 4.9. Valores tipificados del peso corporal.

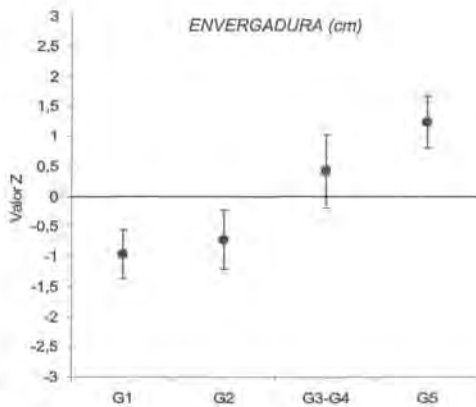


Figura 4.10. Valores tipificados de la envergadura.

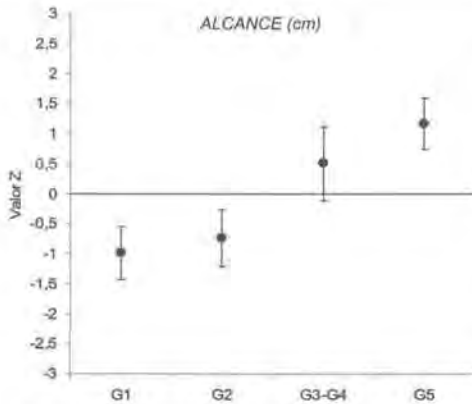


Figura 4.11. Valores tipificados del alcance.

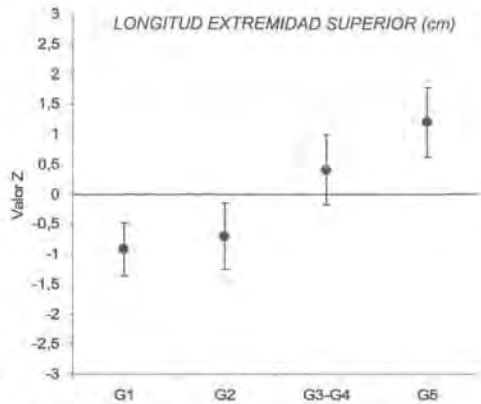


Figura 4.12. Valores tipificados de la longitud de la extremidad superior.

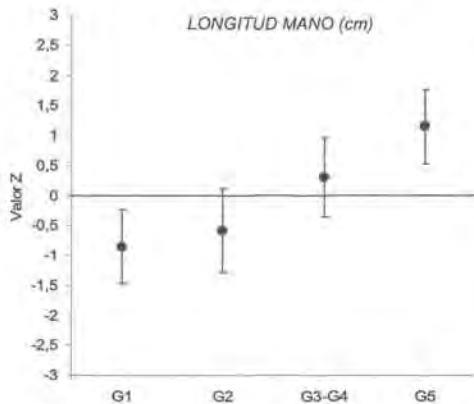


Figura 4.13. Valores tipificados de la longitud de la mano.

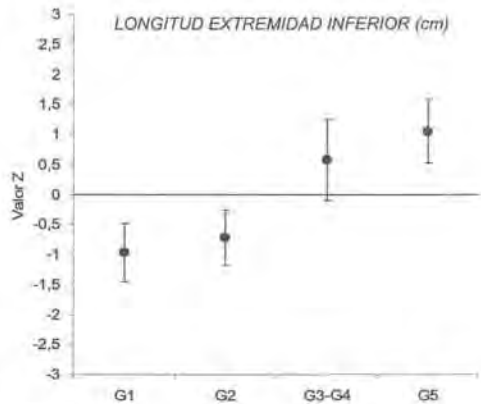


Figura 4.14. Valores tipificados de la longitud de la extremidad inferior.

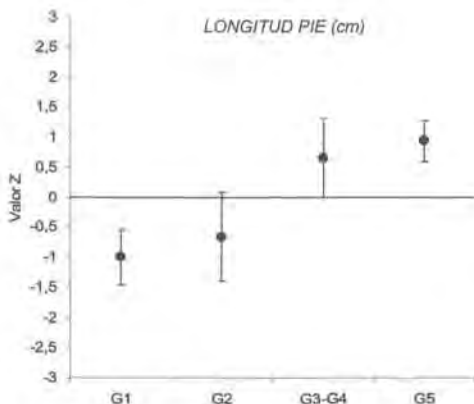


Figura 4.15. Valores tipificados de la longitud del pie.

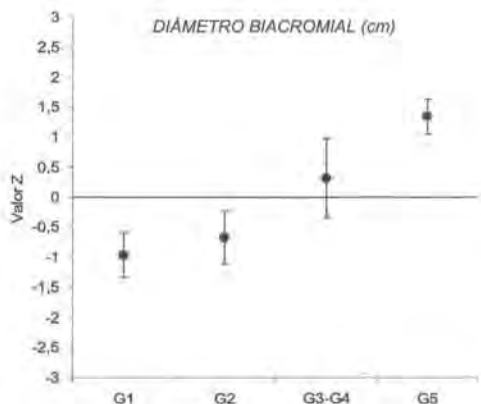


Figura 4.16. Valores tipificados del diámetro biacromial.

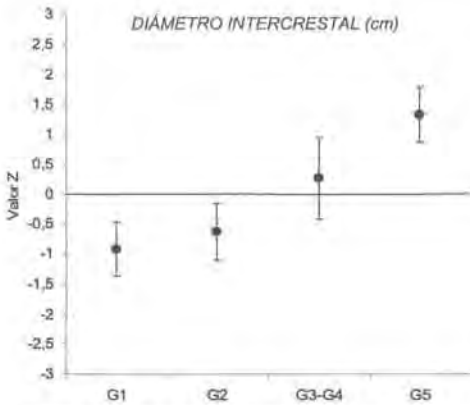


Figura 4.17. Valores tipificados del diámetro intercostal.

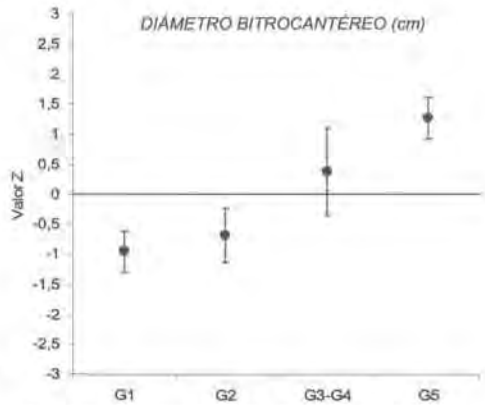


Figura 4.18. Valores tipificados del diámetro bitrocantéreo.

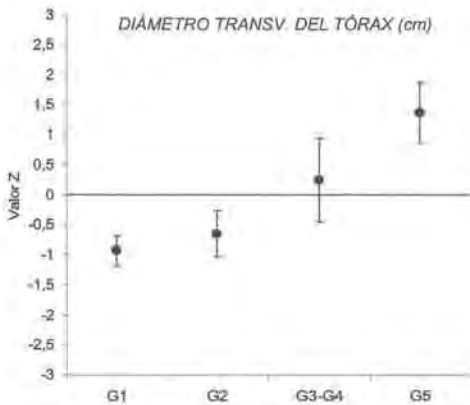


Figura 4.19. Valores tipificados del diámetro transversal del tórax.

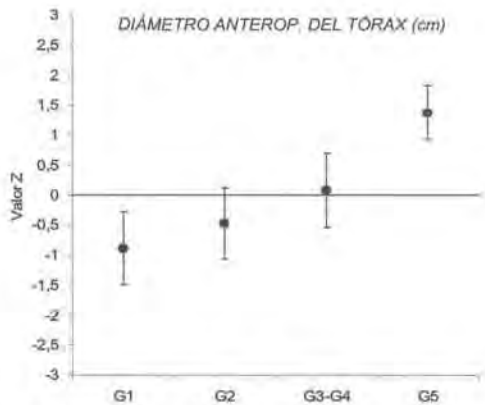


Figura 4.20. Valores tipificados del diámetro anteroposterior del tórax.

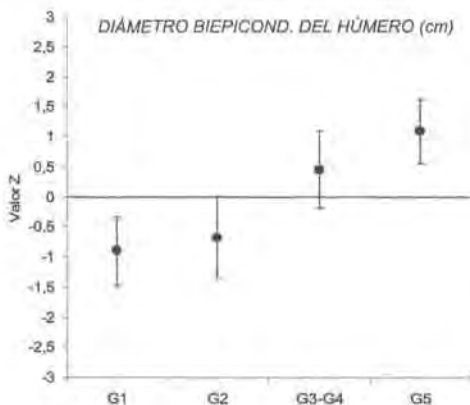


Figura 4.21. Valores tipificados del diámetro biepicóndilo del úmero.

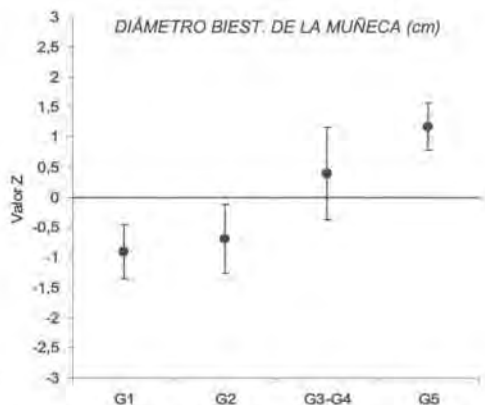


Figura 4.22. Valores tipificados del diámetro biestiloídeo de la muñeca.

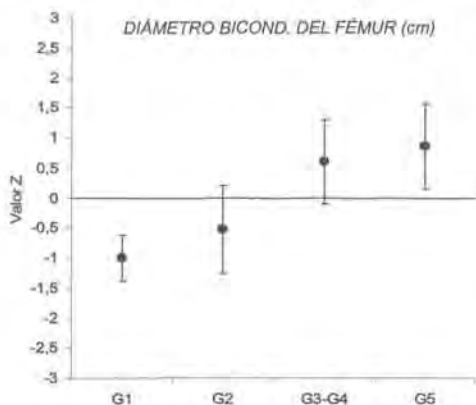


Figura 4.23. Valores tipificados del diámetro bicondíleo del fémur.

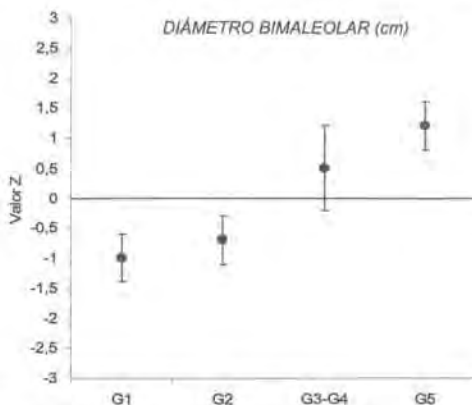


Figura 4.24. Valores tipificados del diámetro bimalleolar.

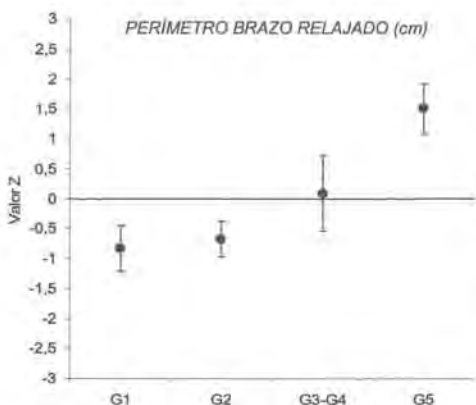


Figura 4.25. Valores tipificados del perímetro del brazo relajado.

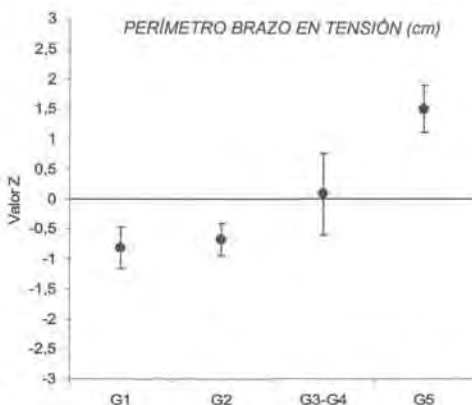


Figura 4.26. Valores tipificados del perímetro del brazo en tensión.

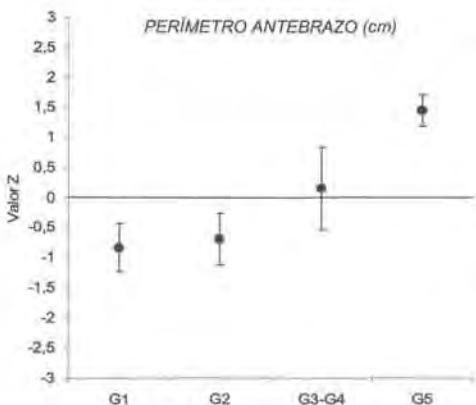


Figura 4.27. Valores tipificados del perímetro del antebrazo.

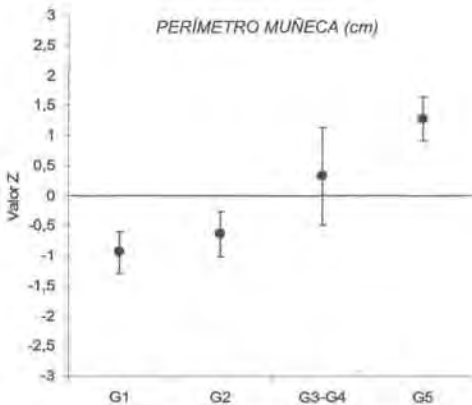


Figura 4.28. Valores tipificados del perímetro de la muñeca.

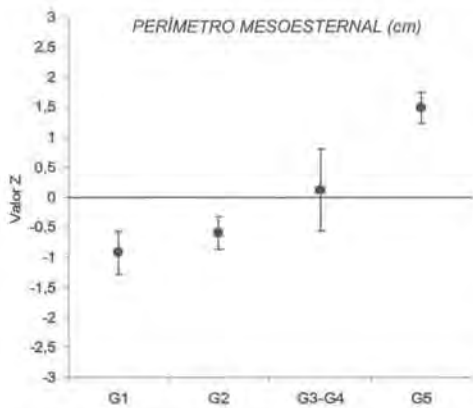


Figura 4.29. Valores tipificados del perímetro mesoesternal.

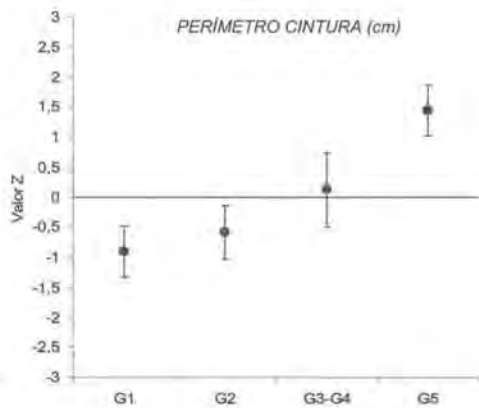


Figura 4.30. Valores tipificados del perímetro de la cintura.

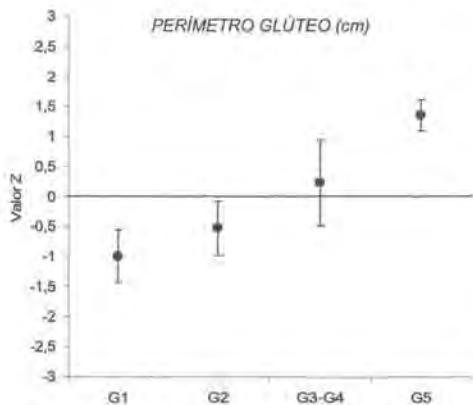


Figura 4.31. Valores tipificados del perímetro del glúteo.

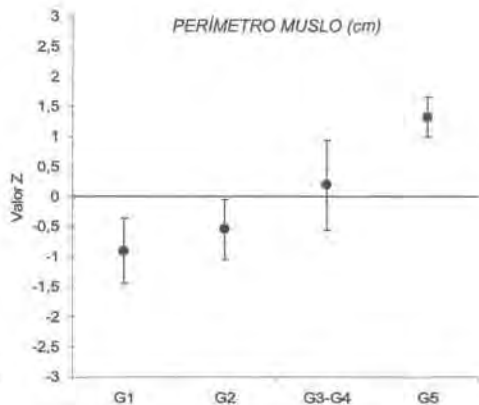


Figura 4.32. Valores tipificados del perímetro del muslo.

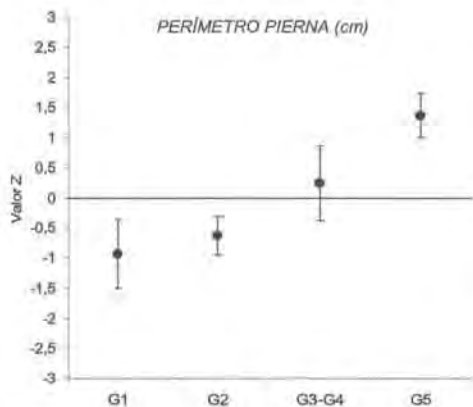


Figura 4.33. Valores tipificados del perímetro de la pierna.

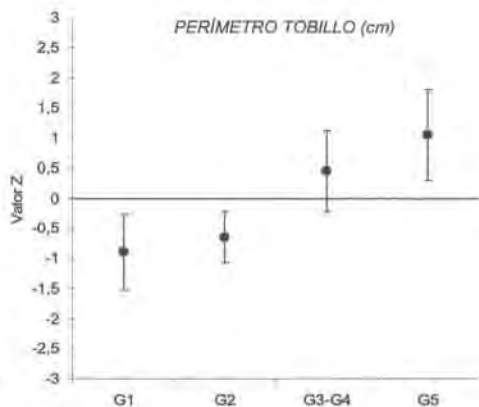


Figura 4.34. Valores tipificados del perímetro del tobillo.

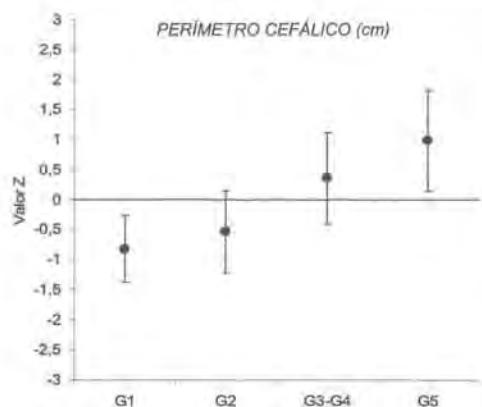


Figura 4.35. Valores tipificados del perímetro cefálico.

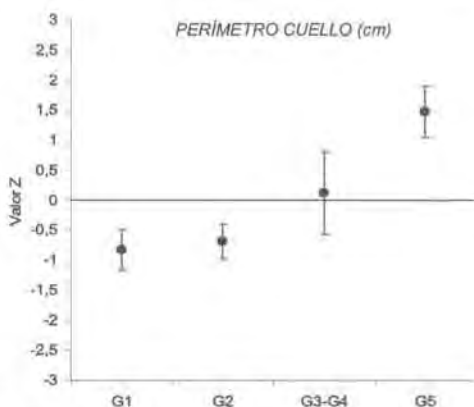


Figura 4.36. Valores tipificados del perímetro del cuello.

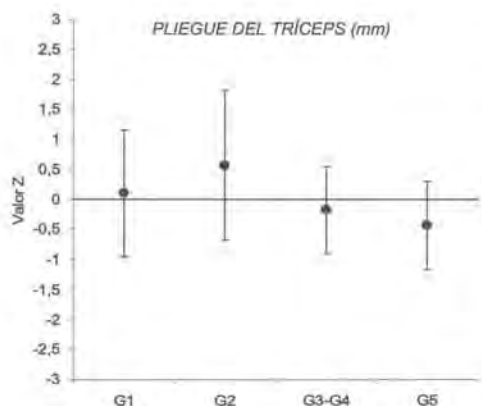


Figura 4.37. Valores tipificados del pliegue tricital.

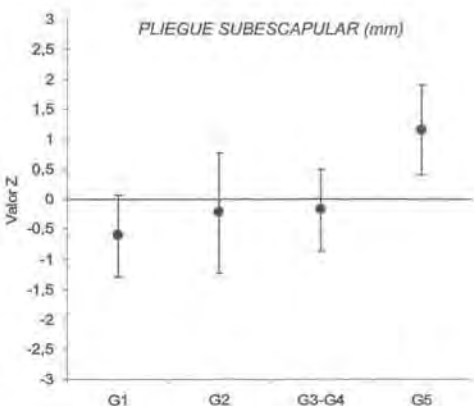


Figura 4.38. Valores tipificados del pliegue subescapular.

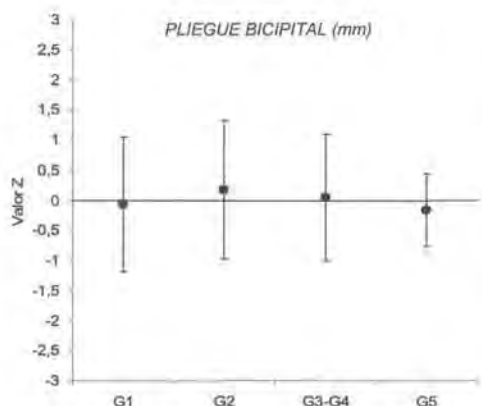


Figura 4.39. Valores tipificados del pliegue bicipital.

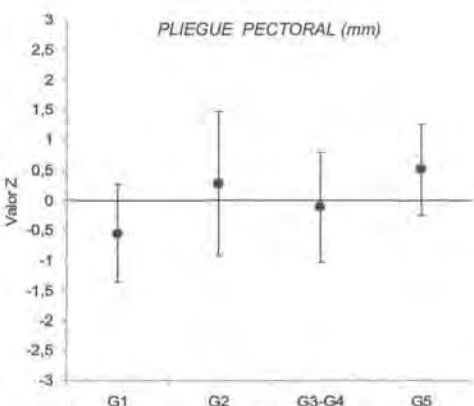


Figura 4.40. Valores tipificados del pliegue pectoral.

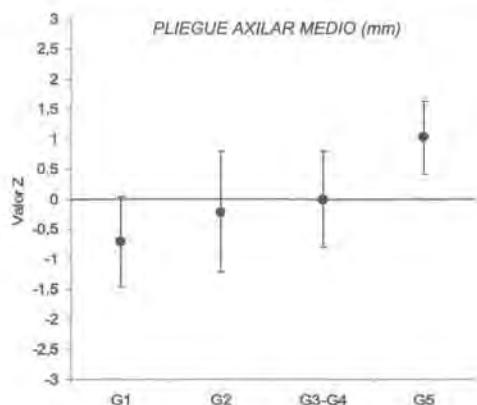


Figura 4.41. Valores tipificados del pliegue axilar medio.

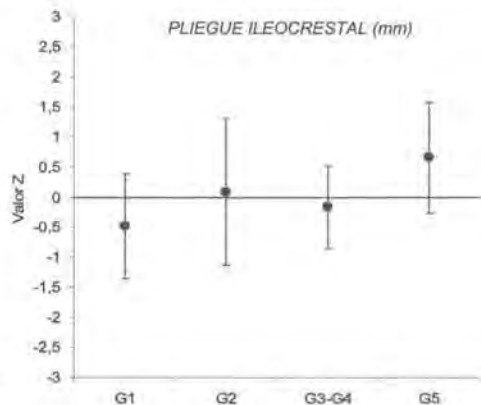


Figura 4.42. Valores tipificados del pliegue ileocrestal.

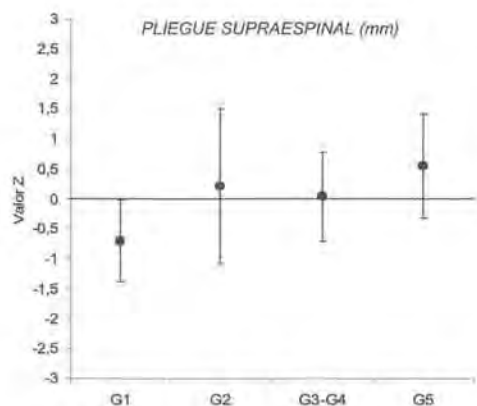


Figura 4.43. Valores tipificados del pliegue supraespinal.

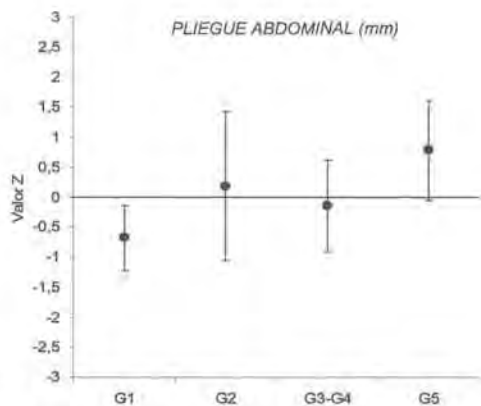


Figura 4.44. Valores tipificados del pliegue abdominal.

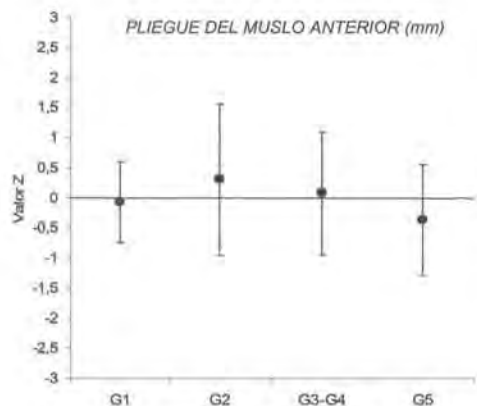


Figura 4.45. Valores tipificados del pliegue del muslo anterior.

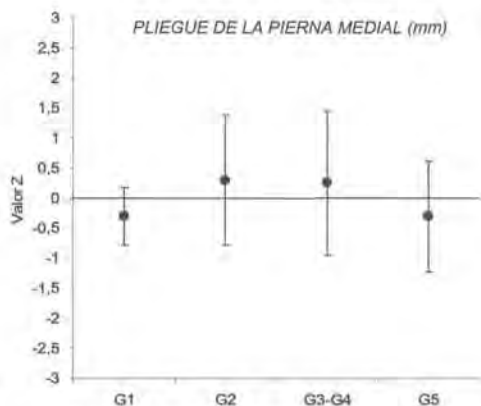


Figura 4.46. Valores tipificados del pliegue de la pierna medial.

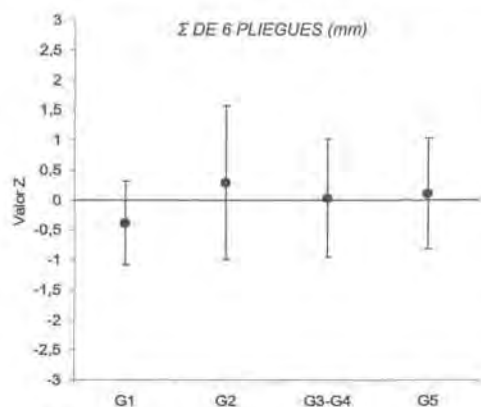


Figura 4.47. Valores tipificados del sumatorio de 6 pliegues.

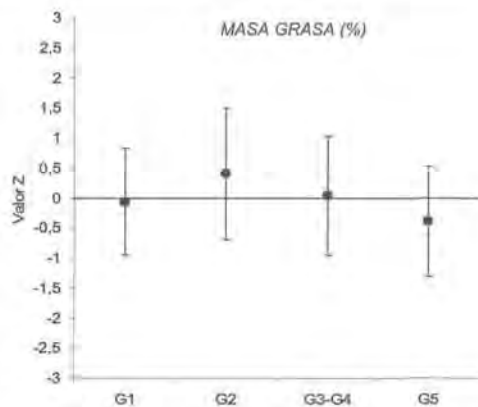


Figura 4.48. Valores tipificados de la masa grasa.

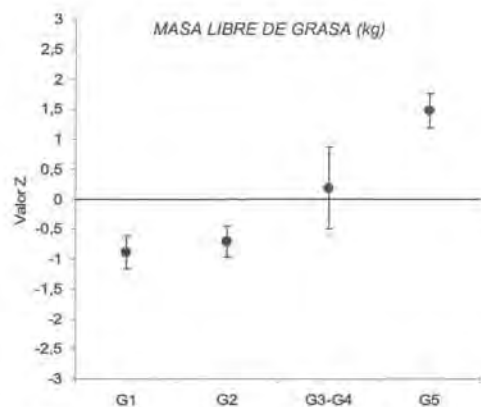


Figura 4.49. Valores tipificados de la masa libre de grasa.

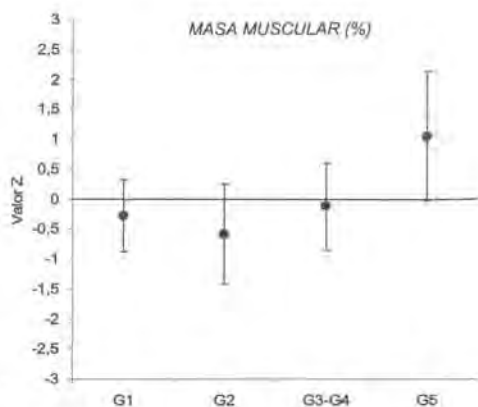


Figura 4.50. Valores tipificados de la masa muscular.

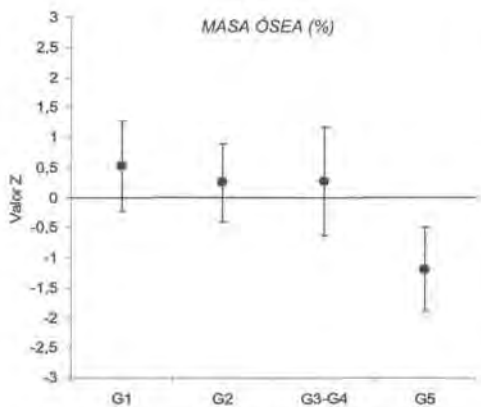


Figura 4.51. Valores tipificados de la masa ósea.

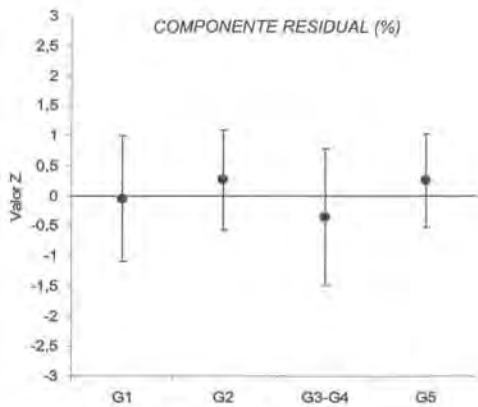


Figura 4.52. Valores tipificados del componente residual.

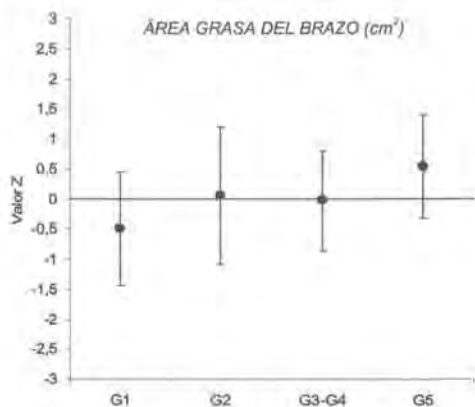


Figura 4.53. Valores tipificados del área grasa del brazo.

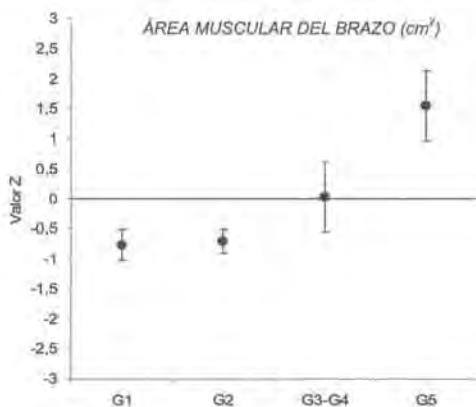


Figura 4.54. Valores tipificados del área muscular del brazo.

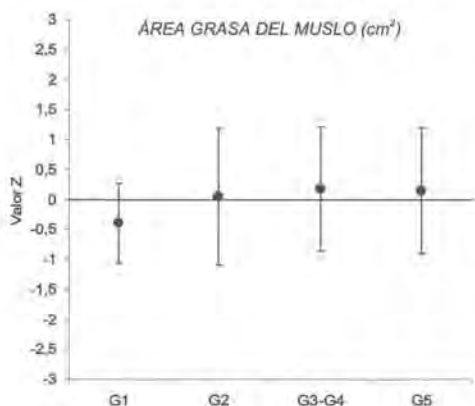


Figura 4.55. Valores tipificados del área grasa del muslo.

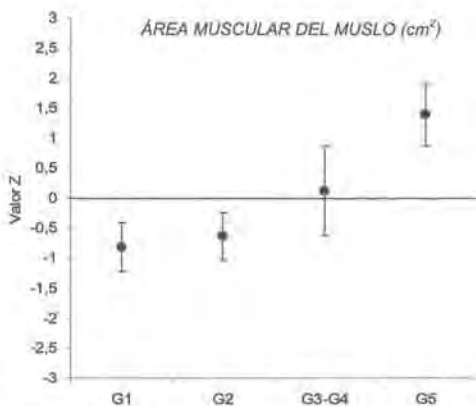


Figura 4.56. Valores tipificados del área muscular del muslo.

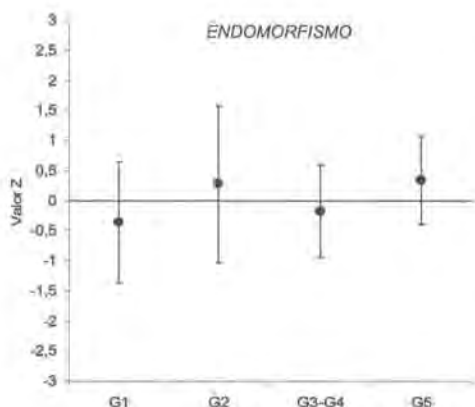


Figura 4.57. Valores tipificados del componente endomórfico.

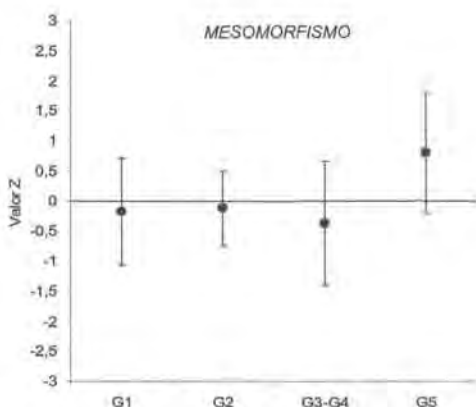


Figura 4.58. Valores tipificados del componente mesomórfico.

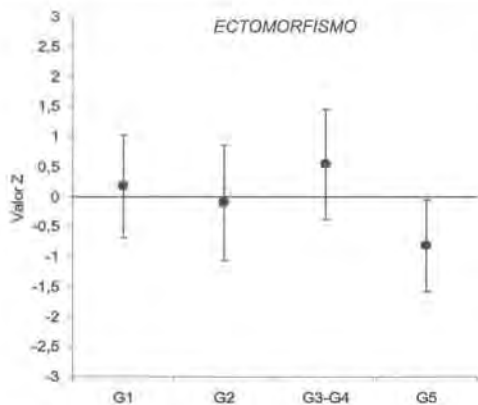


Figura 4.59. Valores tipificados del componente ectomórfico.

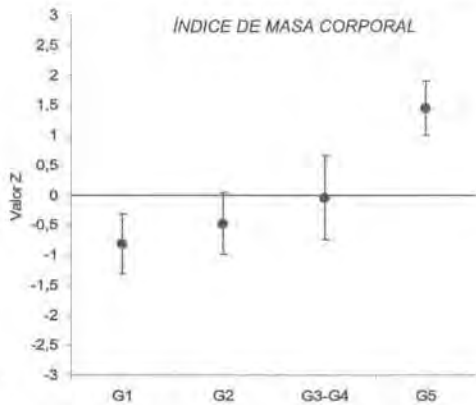


Figura 4.60. Valores tipificados del índice de masa corporal.

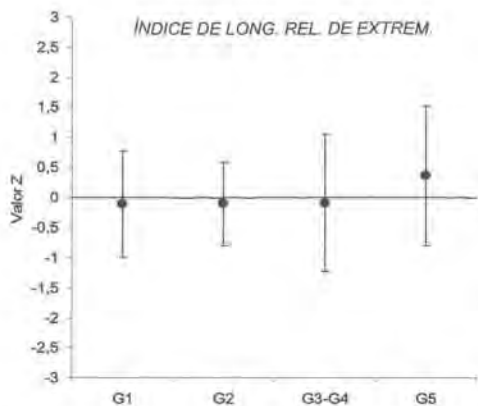


Figura 4.61. Valores tipificados del índice de longitud relativa de las extremidades.

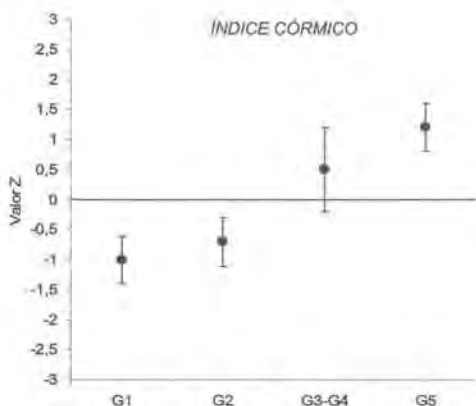


Figura 4.62. Valores tipificados del índice cômico.

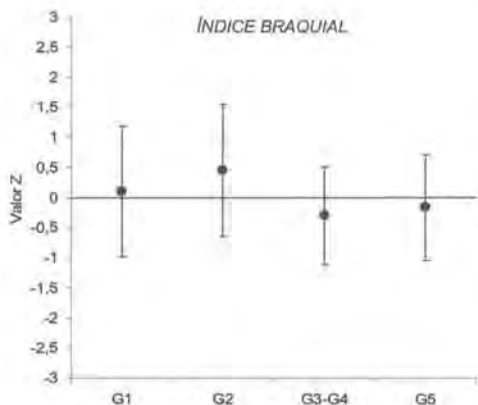


Figura 4.63. Valores tipificados del índice braquial.

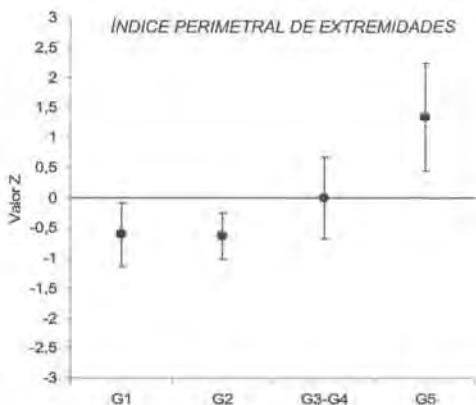


Figura 4.64. Valores tipificados del índice perimetral de las extremidades.

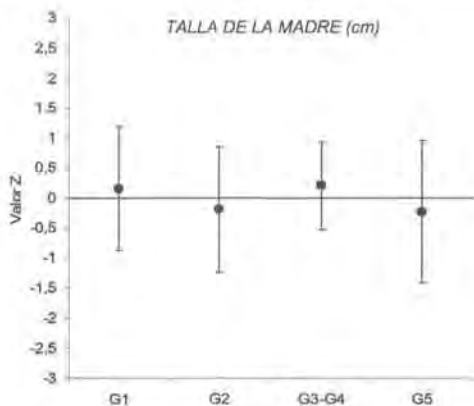


Figura 4.65. Valores tipificados de la talla de las madres.

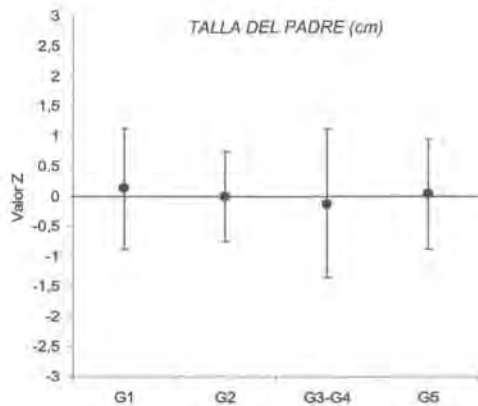


Figura 4.66. Valores tipificados de la talla de los padres.

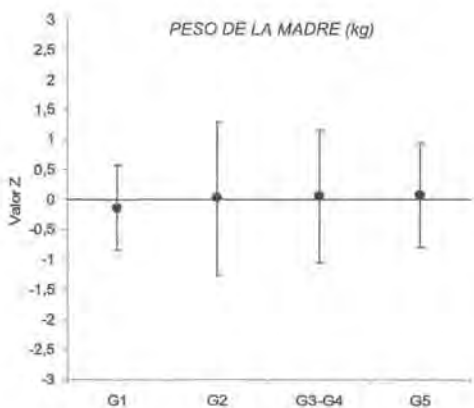


Figura 4.67. Valores tipificados del peso de las madres.

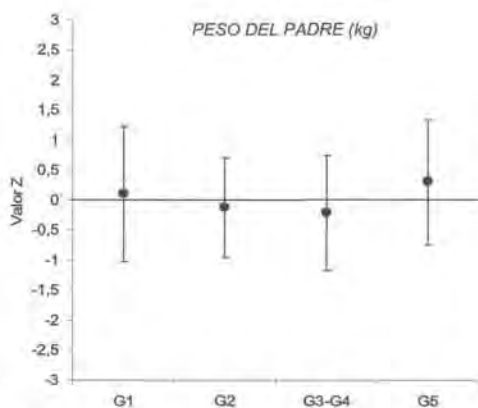


Figura 4.68. Valores tipificados del peso de los padres.

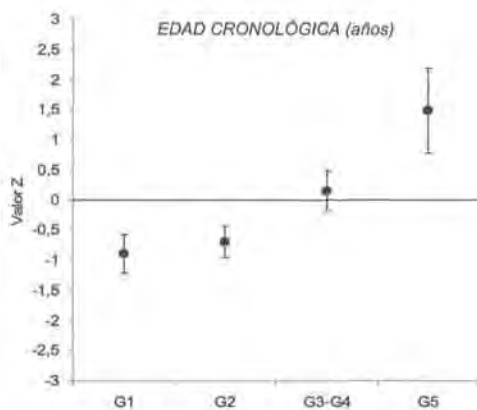


Figura 4.69. Valores tipificados de la edad cronológica.

Tabla 4.59. Normalidad y homoscedasticidad de las dimensiones corporales.

	Talla				Talla senitado				Peso				Envergadura				Alcance			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,15	0,69	0,06	0,46	0,52	0,96	0,12	0,22	0,11	0,38	0,01	0,90	0,45	0,59	0,07	0,20	0,10	0,23	0,06	0,42
Levene	0,001				0,001				--				0,05				0,04			

Tabla 4.60. Normalidad y homoscedasticidad de las principales longitudes corporales.

	Extremidad Superior				Mano				Extremidad Inferior				Pie			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,16	0,52	0,29	0,73	0,73	0,35	0,18	0,73	0,03	0,13	0,18	0,13	0,05	0,89	0,15	0,52
Levene	0,43				0,83				--				--			

Tabla 4.61. Normalidad y homoscedasticidad de los pliegues cutáneos (I).

	Triceps				Subscapular				Biceps				Pectoral				Axilar medio			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,10	0,21	0,05	0,30	0,06	0,40	0,005	0,73	0,002	0,17	0,002	0,10	0,14	0,09	0,01	0,92	0,03	0,82	0,04	0,05
Levene	--				--				--				--				--			

Tabla 4.62. Normalidad y homoscedasticidad de los pliegues cutáneos (II).

	Ileocostal				Supraespiral				Abdominal				Muslo anterior				Pierna medial			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,02	0,01	0,07	0,02	0,13	0,08	0,002	0,01	0,71	0,004	0,01	0,39	0,02	0,78	0,06	0,50	0,32	0,25	0,005	0,95
Levene	--				--				--				--				--			

Tabla 4.63. Normalidad y homoscedasticidad de los diámetros corporales (I).

	Biacromial			Intercristal			Bilacantéreo			Transverso del tórax			Anteropost. del tórax			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,93	0,39	0,07	0,35	0,67	0,40	0,28	0,53	0,42	0,99	0,08	0,44	0,28	0,28	0,07	0,81
Levene	0,001			0,009			0,001			0,001			0,50			

Tabla 4.64. Normalidad y homoscedasticidad de los diámetros corporales (II).

	Biepicondileo húmero			Biestilideo muñeca			Biecondileo fémur			Bimaleolar						
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,48	0,64	0,23	0,79	0,21	0,70	0,74	0,01	0,30	0,19	0,66	0,91	0,05	0,94	0,16	0,17
Levene	0,49			-			0,01			-			-			

Tabla 4.65. Normalidad y homoscedasticidad de los diámetros corporales (III).

	Brazo relajado			Brazo contraído			Antebrazo			Muñeca			Mesopeternal			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,51	0,64	0,09	0,76	0,14	0,38	0,004	0,18	0,03	0,16	0,03	0,29	0,01	0,08	0,15	0,87
Levene	0,001			-			-			-			0,001			

Tabla 4.66. Normalidad y homoscedasticidad de los diámetros corporales (IV).

	Cintura			Cintura			Muslo			Pierna			Tobillo			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,24	0,45	0,82	0,30	0,33	0,48	0,03	0,24	0,59	0,22	0,20	0,81	0,34	0,78	0,46	0,53
Levene	0,08			-			0,002			0,008			-			

Tabla 4.67. Normalidad y homoscedasticidad de los diámetros corporales (V).

	Cefálico				Cuello			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,36	0,40	0,60	0,61	0,08	0,25	0,03	0,64
Levene	0,207							

Tabla 4.68. Normalidad y homoscedasticidad de la composición corporal (I).

	Σ de 6 Plegues					MLG					% Muscular					% Óseo									
	G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5	
Shapiro-Wilks	0,35	0,11	0,01	0,26		0,07	0,21	0,02	0,25		0,05	0,655	0,003	0,83		0,73	0,93	0,90	0,06		0,76	0,78	0,38	0,41	
Levene	0,02																								
	0,34																								

Tabla 4.69. Normalidad y homoscedasticidad de la composición corporal (II).

	Componente Residual					Área Grasa Brazo					Área Muscular Brazo					Área Grasa Muslo					Área Muscular Muslo				
	G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5	
Shapiro-Wilks	0,64	0,28	0,14	0,70		0,09	0,23	0,01	0,23		0,05	0,688	0,02	0,38		0,08	0,34	0,18	0,76		0,04	0,69	0,001	0,56	
Levene	0,06																								

Tabla 4.70. Normalidad y homoscedasticidad del somatolipo.

	Endomorfismo (I)				Mesomorfismo (II)				Ectomorfismo (III)			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,16	0,04	0,02	0,17	0,22	0,72	0,16	0,65	0,10	0,59	0,02	0,10
Levene	-											
	0,05											

Tabla 4.71. Normalidad y homoscedasticidad de los índices de proporcionalidad.

	Índice de masa corporal				Long. rel. de extrem. sup.				Índice cúbico				Índice braquial				Índice perimetral de extrem.							
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5				
Shapiro-Wilks	0,27	0,39	0,05	0,44	0,54	0,96	0,51	0,38	0,36	0,89	0,05	0,19	0,52	0,16	0,52	0,86	0,14	0,92	0,07	0,20				
Levene	-												0,03				0,10				0,001			

Tabla 4.72. Normalidad y homoscedasticidad de datos biométricos parentales y edad cronológica.

	Talla Madre				Talla Padre				Peso Madre				Peso Padre				Edad Cronológica							
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5				
Shapiro-Wilks	0,14	0,34	0,03	0,41	0,36	0,49	0,69	0,17	0,10	0,04	0,15	0,25	0,17	0,01	0,13	0,80	0,36	0,03	0,19	0,09				
Levene	-												0,09				-				-			

4.2.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

En base a la comprobación realizada sobre los supuestos para la aplicación del ANOVA (Tabla 4.59 – Tabla 4.72), y tal y como se ha justificado en el apartado correspondiente (apartado 3.3.2.8), se procede a establecer un análisis de la varianza mediante el ANOVA de un factor y pruebas *post hoc* (Bonferroni), o bien mediante el ANOVA no paramétrico de Kruskal-Wallis (Figuras 4.70 – 4.132). En este último caso, las comparaciones a posteriori se establecen por pares (U de Mann-Whitney).

DIMENSIONES CORPORALES

Los grupos de estudio se diferencian entre sí ($p < 0,001$) en todas las dimensiones corporales (Tabla 4.73).

Tabla 4.73. Dimensiones corporales: diferencias entre grupos y potencia estadística (ANOVA).

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
Talla (cm)	3,107	111,002	–	<0,001	1
Talla sentado (cm)	3,107	133,300	–	<0,001	1
Peso (kg) ^a	3,107	–	85,429	<0,001	–
Envergadura (cm)	3,107	110,04	–	<0,001	1
Alcance (cm)	3,107	108,77	–	<0,001	1

^a Comparadas con la prueba Kruskal-Wallis

Los resultados de las comparaciones entre las dimensiones corporales de cada grupo de estudio, se presentan de la Figura 4.70 a la Figura 4.74. Se observa como, únicamente a partir del grupo G2, las diferencias entre grupos se producen correlativamente, es decir, registrando el grupo posterior valores más elevados ($p < 0,001$) que el inmediatamente anterior.

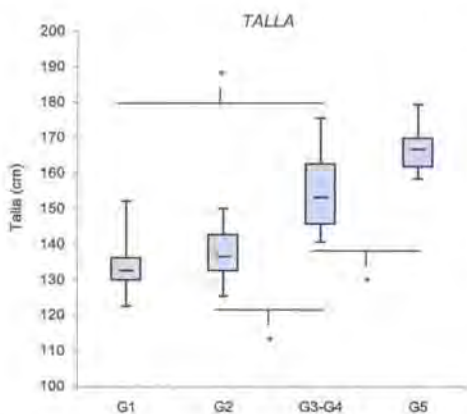


Figura 4.70. Comparaciones intergrupo para la talla. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

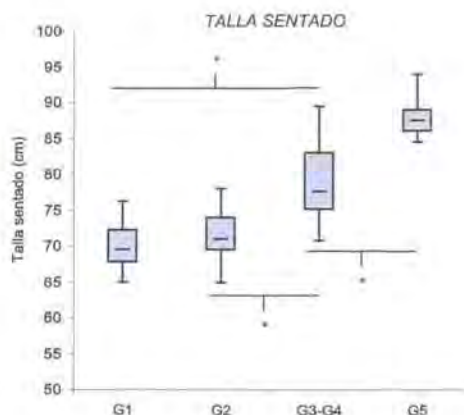


Figura 4.71. Comparaciones intergrupo para la talla sentado. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

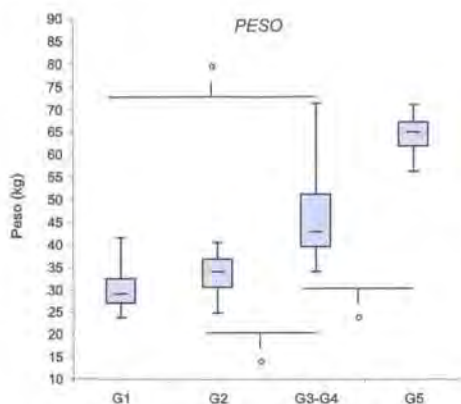


Figura 4.72. Comparaciones intergrupo para el peso. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

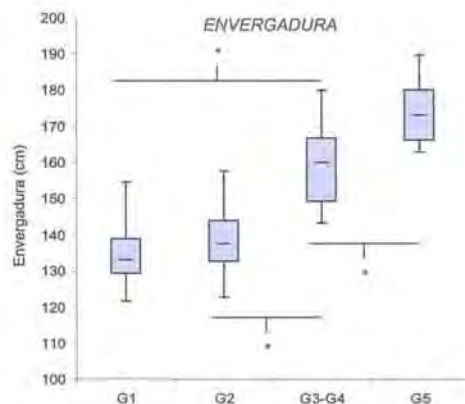


Figura 4.73. Comparaciones intergrupo para la envergadura. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

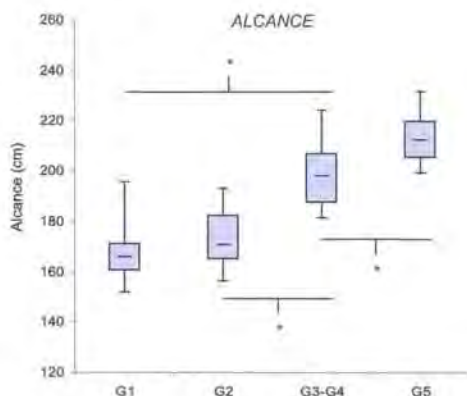


Figura 4.74. Comparaciones intergrupo para el alcance. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

LONGITUDES CORPORALES

En todas las longitudes corporales se han hallado diferencias significativas entre alguno de los grupos analizados (Tabla 4.74).

Tabla 4.74. Longitudes corporales: diferencias entre grupos y potencia estadística (ANOVA).

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
Extremidad superior (cm)	3,107	86,288	--	<0,001	†
Mano (cm)	3,107	51,400	--	<0,001	†
Extremidad inferior (cm) ^a	3,107	--	78,755	<0,001	--
Pie (cm) ^a	3,107	--	74,583	<0,001	--

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

Los resultados de las comparaciones entre las longitudes corporales de cada grupo de estudio, se presentan de la Figura 4.75 a la Figura 4.78. Se observa como los valores del grupo G3/G4 siempre son superiores ($p < 0,001$) a los valores del grupo G2. Las longitudes de la mano y la extremidad inferior del grupo G5 son las únicas que registran valores superiores ($p < 0,001$) respecto al grupo G3/G4.

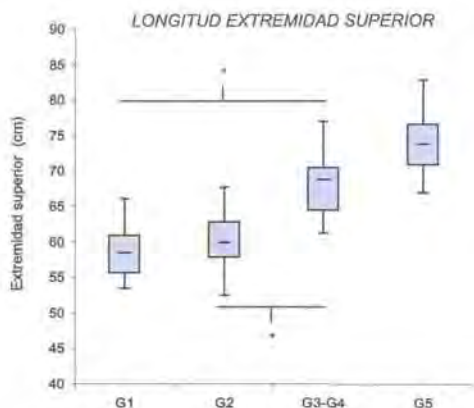


Figura 4.75. Comparaciones intergrupo para la longitud de la extremidad superior. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

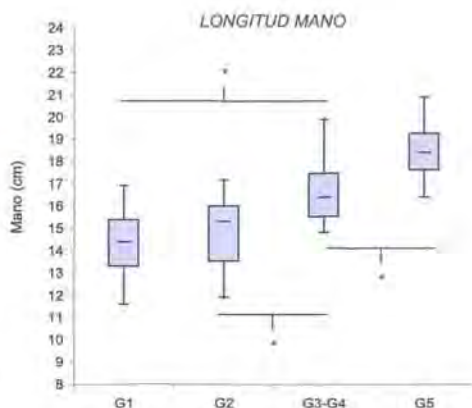


Figura 4.76. Comparaciones intergrupo para la longitud de la mano. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

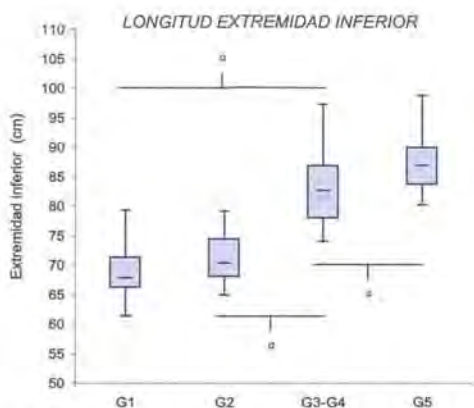


Figura 4.77. Comparaciones intergrupo para la longitud de la extremidad inferior. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

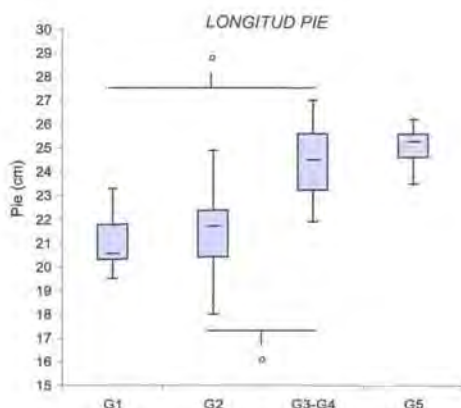


Figura 4.78. Comparaciones intergrupo para la longitud del pie. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

DIÁMETROS CORPORALES

En todos los diámetros corporales se han observado diferencias significativas ($p < 0,001$) entre alguno de los grupos analizados (Tabla 4.75).

Tabla 4.75. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA), Diámetros corporales

Variable	gl	F	X ²	p	1 - β
Biacromial (cm)	3,107	123,927	—	<0,001	†
Intercostal (cm)	3,107	93,033	—	<0,001	†
Bitrocantéreo (cm)	3,107	104,063	—	<0,001	†
Transverso del tórax (cm)	3,107	110,557	—	<0,001	†
Anteroposterior del tórax (cm)	3,107	76,155	—	<0,001	†
Biepicondileo del húmero (cm)	3,107	62,997	—	<0,001	†
Biestiloideo de la muñeca (cm) ^a	3,107	—	74,259	<0,001	—
Bicondileo del fémur (cm)	3,107	52,252	—	<0,001	†
Bimaleolar (cm) ^a	3,107	—	66,350	<0,001	—

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

Los resultados de las comparaciones entre las longitudes corporales de cada grupo de estudio, se presentan de la Figura 4.79 a la Figura 4.87. Se observa como, únicamente a partir del grupo G2, las diferencias entre grupos se producen correlativamente, es decir, registrando el grupo posterior valores más elevados ($p < 0,001$) que el inmediatamente anterior. Esto siempre es así a excepción de los diámetros bicondileo del fémur y maleolar, que no registran diferencias entre los grupos G3/G4 y el G5.

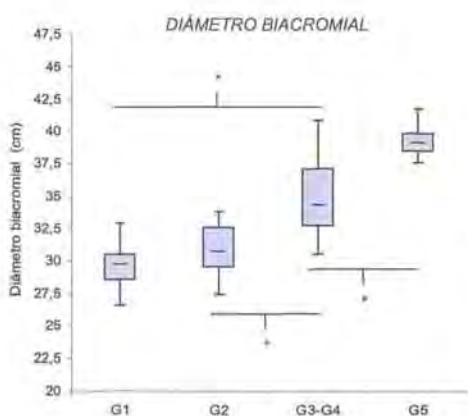


Figura 4.79. Comparaciones intergrupo para el diámetro biacromial. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

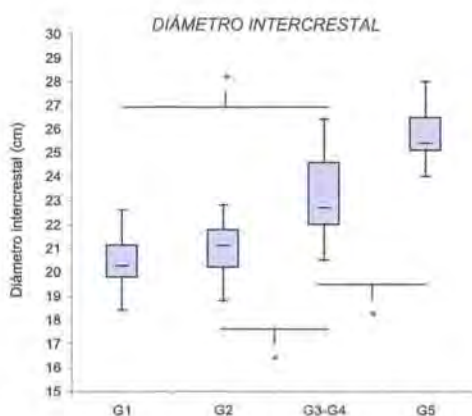


Figura 4.80. Comparaciones intergrupo para el diámetro intercostal. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

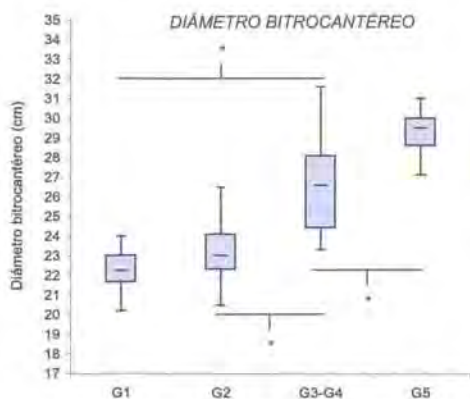


Figura 4.81. Comparaciones intergrupo para el diámetro bitrocantéreo. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

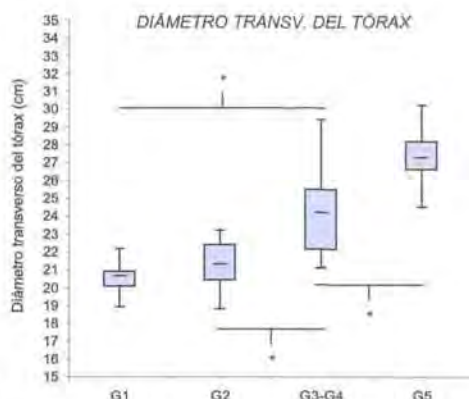


Figura 4.82. Comparaciones intergrupo para el diámetro transverso del tórax. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

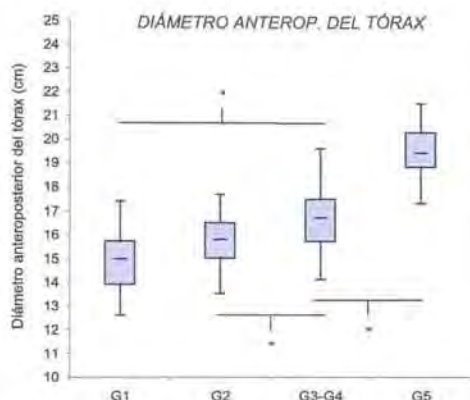


Figura 4.83. Comparaciones intergrupo para el diámetro anteroposterior. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

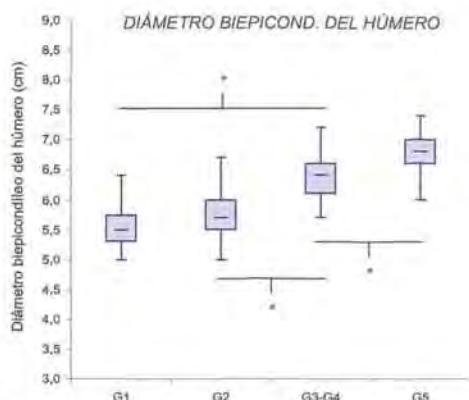


Figura 4.84. Comparaciones intergrupo para el diámetro biepicondileo del húmero. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

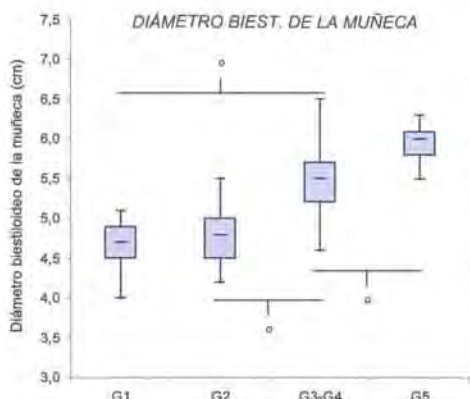


Figura 4.85. Comparaciones intergrupo para el diámetro de la muñeca. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

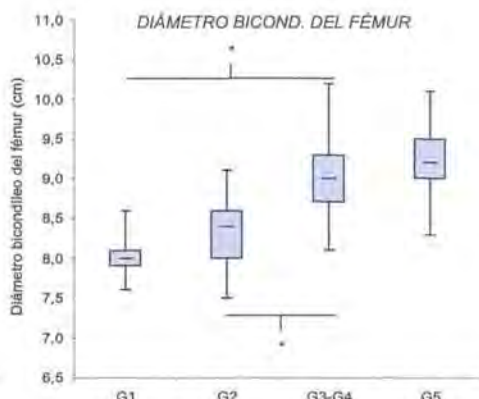


Figura 4.86. Comparaciones intergrupo para el diámetro bicondileo del fémur. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

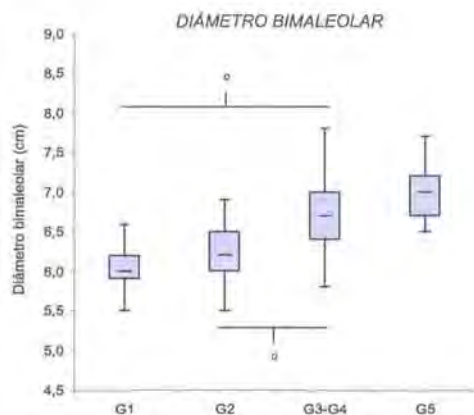


Figura 4.87. Comparaciones intergrupo para el diámetro bimalleolar. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

PERÍMETROS CORPORALES

En todos los perímetros corporales se han hallado diferencias significativas entre alguno de los grupos analizados (Tabla 4.76).

Tabla 4.76. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Perímetros corporales

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
Brazo relajado (cm)	3,107	135,707	—	<0,001	1
Brazo en tensión (cm) ^a	3,107	—	76,605	<0,001	—
Antebrazo (cm) ^a	3,107	—	76,073	<0,001	—
Muñeca (cm) ^a	3,107	—	77,622	<0,001	—
Mesoesternal (cm)	3,107	147,556	—	<0,001	1
Cintura (cm)	3,107	116,215	—	<0,001	1
Glúteo (cm) ^a	3,107	—	78,458	<0,001	—
Muslo (cm)	3,107	77,813	—	<0,001	1
Pierna (cm)	3,107	110,773	—	<0,001	1
Tobillo (cm) ^a	3,107	—	70,381	<0,001	—
Cefálico (cm)	3,107	35,832	—	<0,001	1
Cuello (cm) ^a	3,107	—	76,407	<0,001	—

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

Los resultados de las comparaciones entre los perímetros corporales de cada grupo de estudio, se presentan de la Figura 4.88 a la Figura 4.99. Se observa como, únicamente a partir del grupo G2, las diferencias entre grupos se producen correlativamente, es decir, registrando el grupo posterior valores más elevados ($p < 0,001$) que el inmediatamente anterior. Esto siempre es así a excepción del perímetro cefálico, donde no se registran diferencias entre los grupos G3/G4 y el G5.

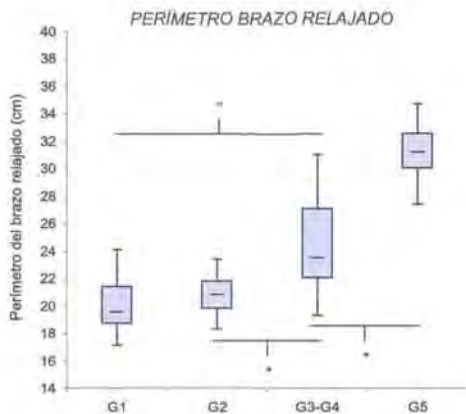


Figura 4.88. Comparaciones intergrupo para el perímetro del brazo relajado. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

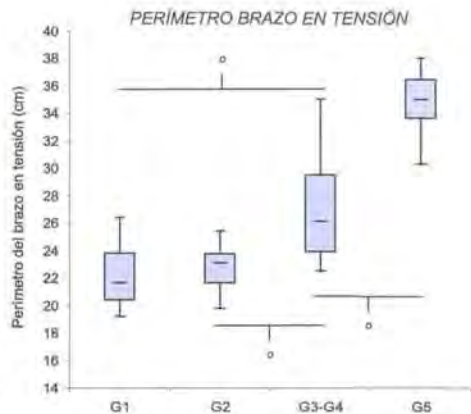


Figura 4.89. Comparaciones intergrupo para el perímetro del brazo en tensión. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

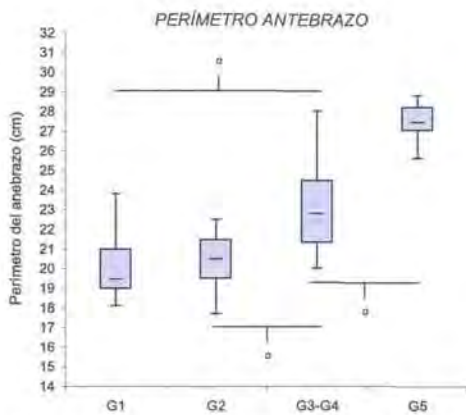


Figura 4.90. Comparaciones intergrupo para el perímetro del antebrazo. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

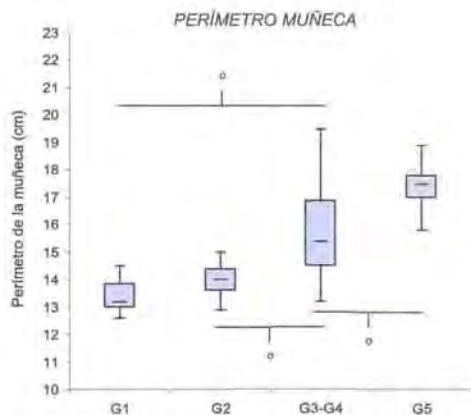


Figura 4.91. Comparaciones intergrupo para el perímetro de la muñeca. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

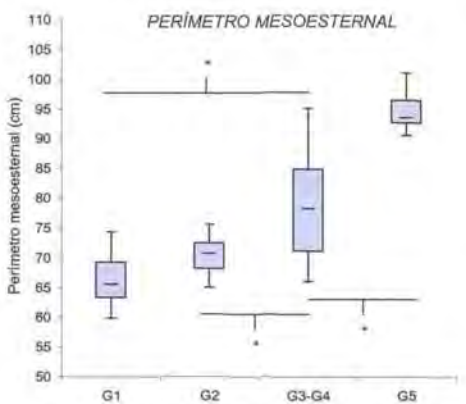


Figura 4.92. Comparaciones intergrupo para el perímetro mesoesternal. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

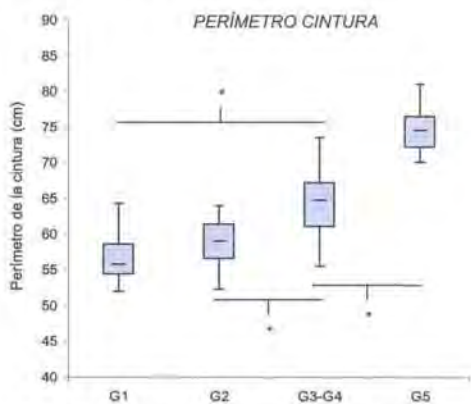


Figura 4.93. Comparaciones intergrupo para el perímetro de la cintura. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

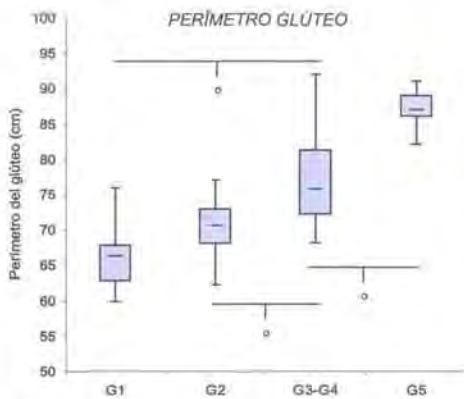


Figura 4.94. Comparaciones intergrupo para el perímetro del glúteo. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

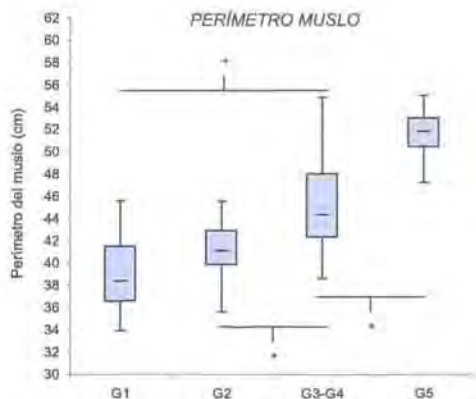


Figura 4.95. Comparaciones intergrupo para el perímetro del muslo. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

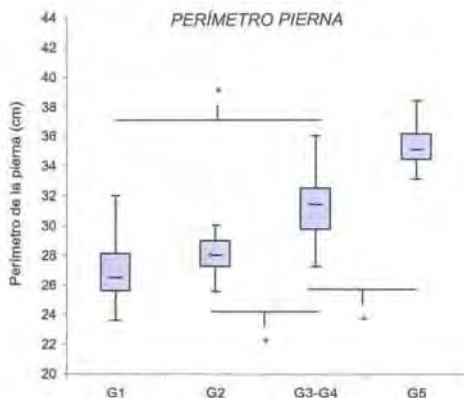


Figura 4.96. Comparaciones intergrupo para el perímetro de la pierna. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

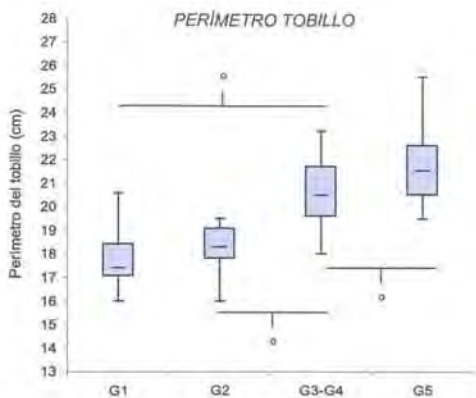


Figura 4.97. Comparaciones intergrupo para el perímetro del tobillo. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

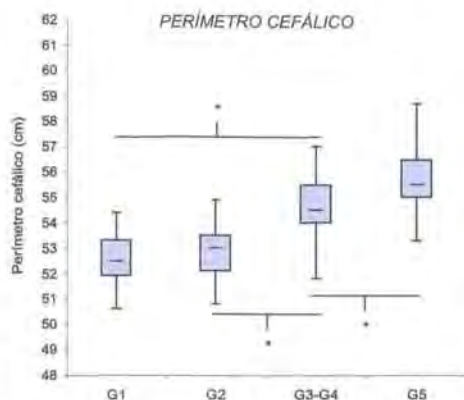


Figura 4.98. Comparaciones intergrupo para el perímetro cefálico. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

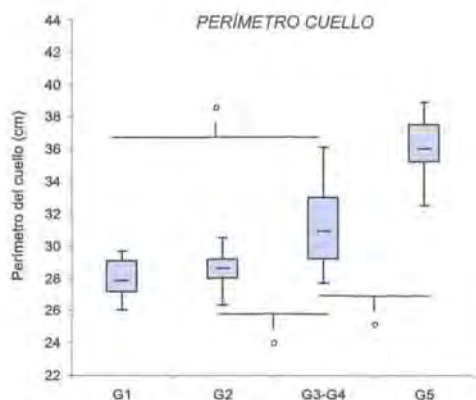


Figura 4.99. Comparaciones intergrupo para el perímetro del cuello. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

PLIEGUES CUTÁNEOS

En todos los pliegues cutáneos, a excepción de los pliegues bicipital, muslo anterior y pierna medial, se han hallado diferencias significativas ($p < 0,05$) entre alguno de los grupos analizados (Tabla 4.77).

Tabla 4.77. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Pliegues cutáneos

Variable	gf	F	χ^2	p	1 - β
Tricipital (mm) ^a	3,107	—	9,852	<0,05	—
Subescapular (mm) ^a	3,107	—	42,937	<0,001	—
Pectoral (mm) ^a	3,107	—	16,559	<0,001	—
Axilar medio (mm) ^a	3,107	—	42,219	<0,001	—
Ileocrestal (mm) ^a	3,107	—	19,996	<0,001	—
Supraespinal (mm) ^a	3,107	—	24,049	<0,001	—
Abdominal (mm) ^a	3,107	—	30,872	<0,001	—

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

Los gimnastas clasificados en el estadio G5 son los que registran valores más elevados de tejido graso subcutáneo en el tronco: pliegues subescapular (Figura 4.101), pectoral (Figura 4.103), axilar medio (Figura 4.104), ileocrestal (Figura 4.105), supraespinal (Figura 4.106) y abdominal (Figura 4.107).

Por el contrario, los gimnastas del grupo G2, registran los mayores valores en las extremidades superiores [pliegues tricipital (Figura 4.100) y bicipital (Figura 4.102)] y en las extremidades inferiores [muslo anterior (Figura 4.108) y pierna medial (Figura 4.109)].

Pese a estas dos tendencias diferenciadas, no se observa un patrón común. En el grupo o estadio G1, y a excepción de los pliegues axilar medio (Figura 4.104), supraespinal (Figura 4.106) y abdominal (Figura 4.107), o bien no se dan diferencias significativas con el resto, o bien se producen únicamente con el grupo de mayor edad biológica G5 ($p < 0,001$).

Precisamente los pliegues axilar medio (Figura 4.104), supraespinal (Figura 4.106) y abdominal (Figura 4.107), junto con los pliegues subescapular (Figura 4.101) e ileocrestal (Figura 4.105), difieren de la relativa estabilidad del resto en cuanto a la existencia de diferencias significativas ($p < 0,001$) entre cada uno de los grupos que los conforman.

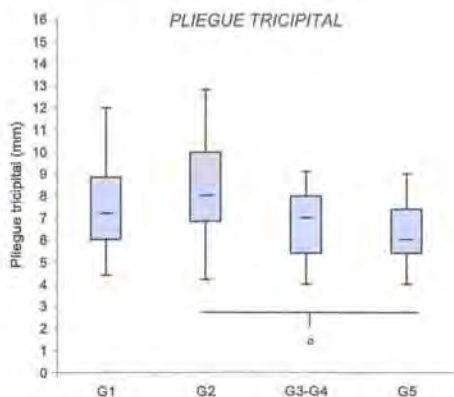


Figura 4.100. Comparaciones intergrupo para el pliegue tricipital. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

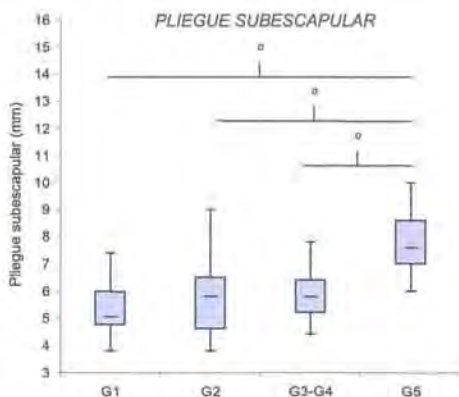


Figura 4.101. Comparaciones intergrupo para el pliegue subescapular. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

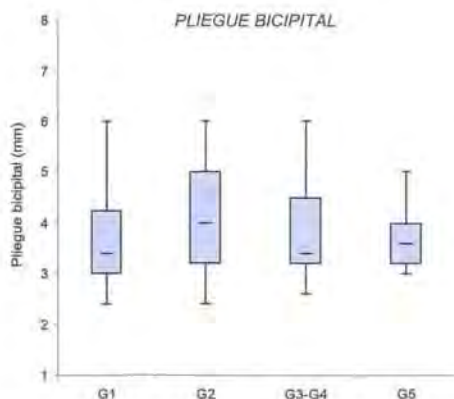


Figura 4.102. Comparaciones intergrupo para el pliegue bicipital. No se observan diferencias significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

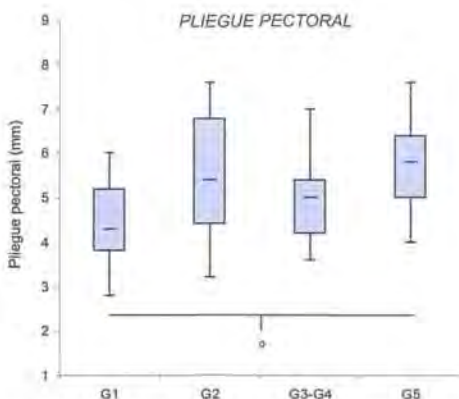


Figura 4.103. Comparaciones intergrupo para el pliegue pectoral. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

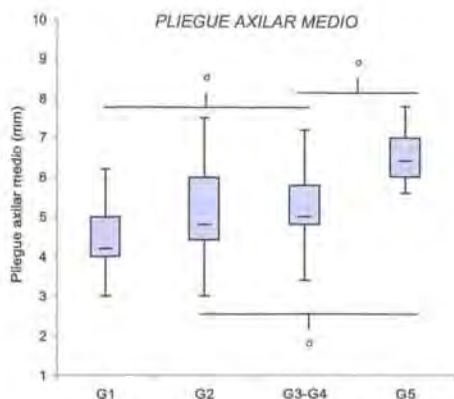


Figura 4.104. Comparaciones intergrupo para el pliegue axilar medio. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

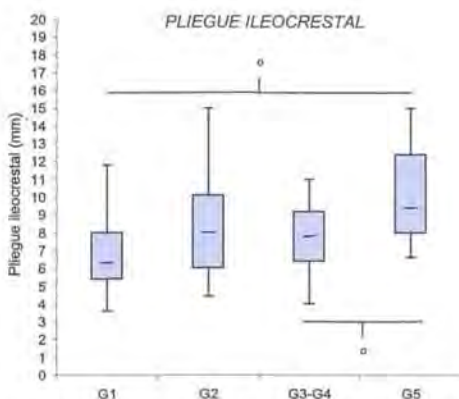


Figura 4.105. Comparaciones intergrupo para el pliegue ileocrestal. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

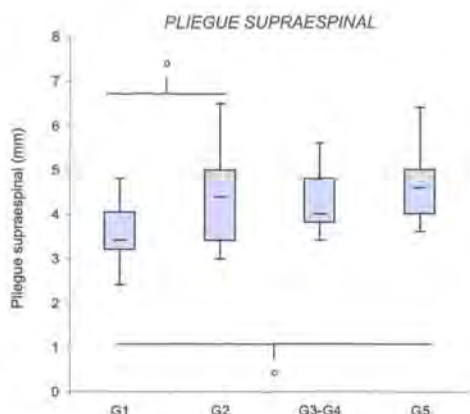


Figura 4.106. Comparaciones intergrupo para el pliegue supraespinal. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

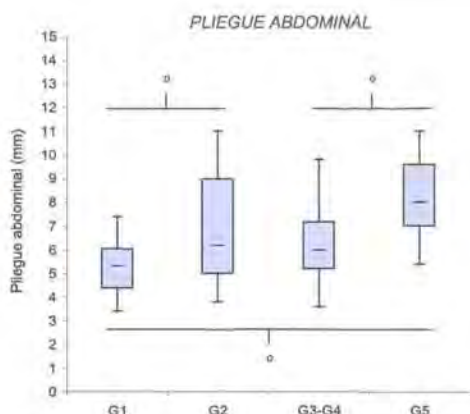


Figura 4.107. Comparaciones intergrupo para el pliegue abdominal. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

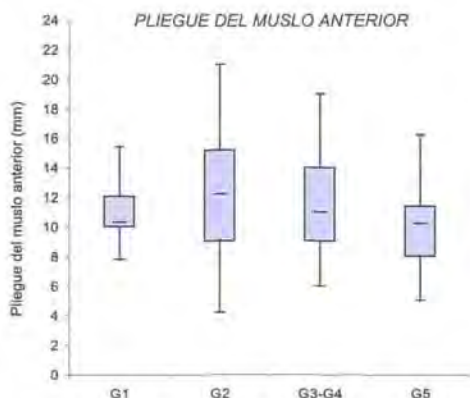


Figura 4.108. Comparaciones intergrupo para el pliegue del muslo anterior. No se observan diferencias significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

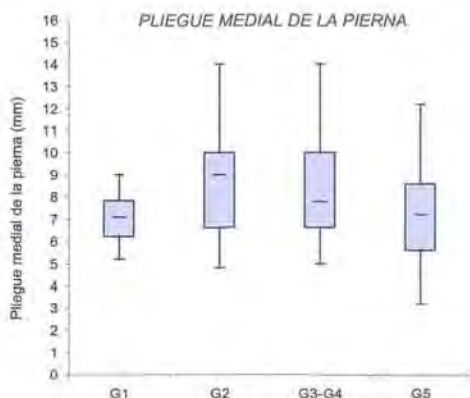


Figura 4.109. Comparaciones intergrupo para el pliegue medial de la pierna. No se observan diferencias significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

COMPOSICIÓN CORPORAL

En todas las variables de composición corporal a excepción del Σ de 6 pliegues (mm), masa grasa (%), componente residual (%), y área grasa del muslo (cm^2), se han hallado diferencias significativas entre alguno de los grupos analizados (Tabla 4.78). En la masa libre de grasa (Figura 4.112), el área muscular del brazo (Figura 4.117), y el área muscular del muslo (Figura 4.119), a partir del grupo G2 las diferencias entre grupos se producen correlativamente, es decir, registrando el grupo posterior valores más elevados ($p < 0,001$) que el inmediatamente anterior ($G2 < G3/G4$; $p < 0,001$; $G3/G4 < G5$; $p < 0,001$). En relación al grupo G1, en las mismas variables, dicho patrón no se observa hasta el grupo G3/G4 ($p < 0,001$). El porcentaje de masa muscular de los gimnastas del estadio G5 es significativamente superior a la del resto de grupos (Figura 4.113),

mientras que en la masa ósea (Figura 4.114) ocurre exactamente lo contrario: el grupo G5 posee valores porcentuales significativamente inferiores al resto de los grupos ($p < 0,001$).

Tabla 4.78. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Composición corporal

Variabla	gl	F	χ^2	p	1 - β
Masa libre de grasa (kg) ^a	3,107	—	86,005	<0,001	—
Masa muscular (%)	3,107	19,407	—	<0,001	†
Masa Ósea (%)	3,107	27,126	—	<0,001	†
Área grasa brazo (cm ²) ^a	3,107	—	14,261	<0,01	—
Área muscular brazo (cm ²) ^a	3,107	—	80,736	<0,001	—
Área muscular musto (cm ²) ^a	3,107	—	72,377	<0,001	—

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

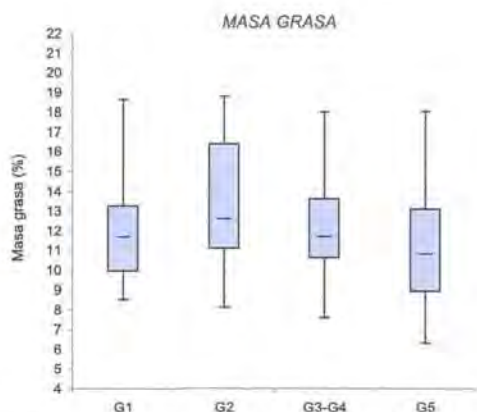
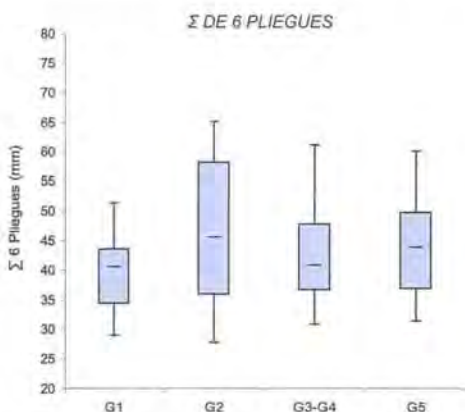


Figura 4.110. Comparaciones intergrupo para el sumatorio de 6 pliegues cutáneos. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} > 0,013$).

Figura 4.111. Comparaciones intergrupo para el porcentaje de masa grasa. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} > 0,013$).

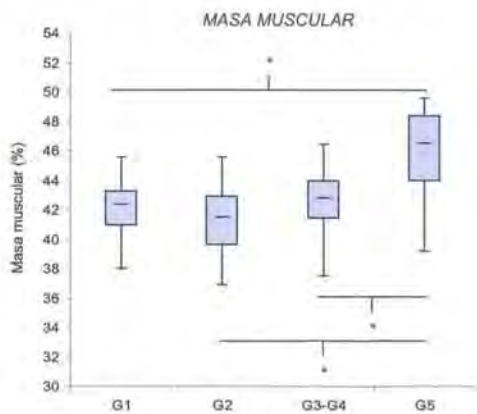
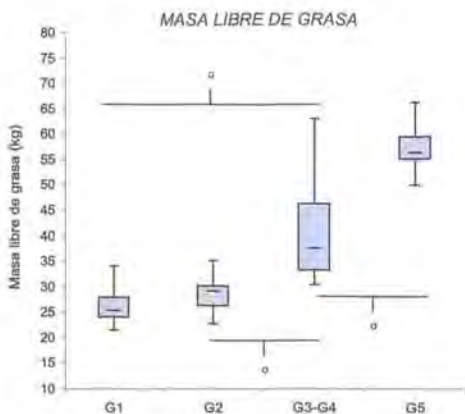


Figura 4.112. Comparaciones intergrupo para la masa libre de grasa. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

Figura 4.113. Comparaciones intergrupo para la masa muscular. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

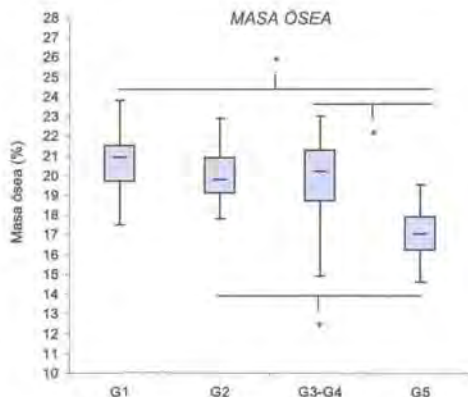


Figura 4.114. Comparaciones intergrupo para la masa ósea. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

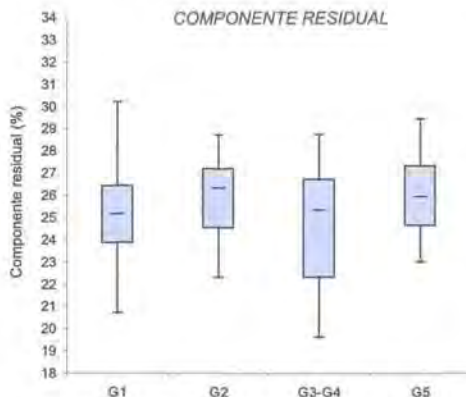


Figura 4.115. Comparaciones intergrupo para el componente residual. No se observan diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} < 0,013$).

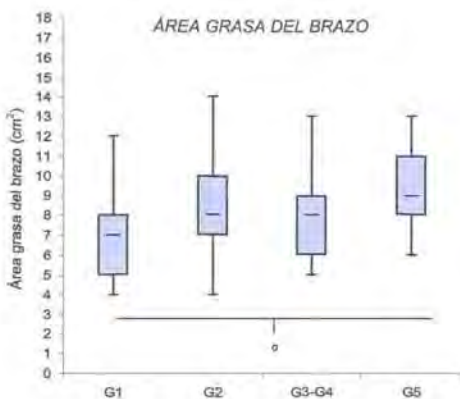


Figura 4.116. Comparaciones intergrupo para el área grasa del brazo. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

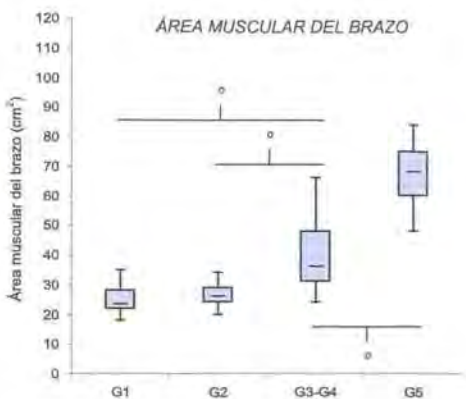


Figura 4.117. Comparaciones intergrupo para el área muscular del brazo. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

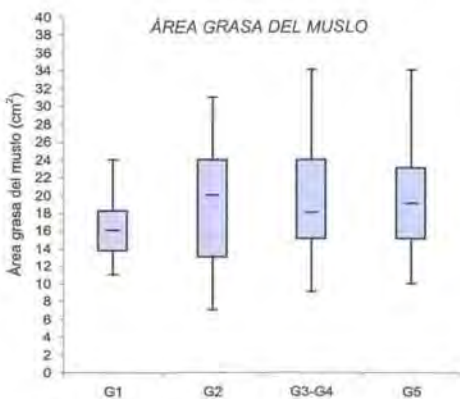


Figura 4.118. Comparaciones intergrupo para el área grasa del muslo. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

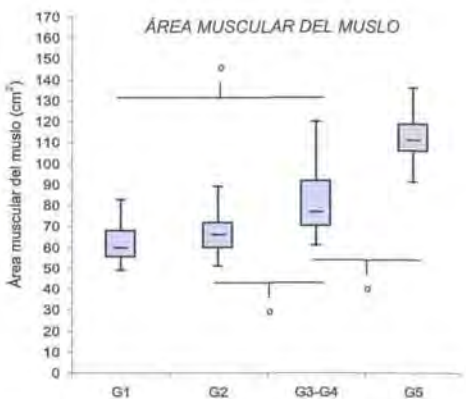


Figura 4.119. Comparaciones intergrupo para el área muscular del muslo. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

SOMATOTIPO

En los componentes mesomórfico y ectomórfico de los gimnastas se han hallado diferencias significativas entre alguno de los grupos analizados (Tabla 4.79).

Tabla 4.79. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Somatotipo

Variable	gl	F	X ²	p	1 - β
Mesomorfismo (II)	3,107	8,745	-	<0,001	0,994
Ectomorfismo (III) ^a	3,107	-	27,060	<0,001	-

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

Mientras que el componente mesomórfico en el estadio G5 (Figura 4.121) es significativamente superior al resto de grupos (G5>G1: p<0,001; G5>G2: p<0,01; G5>G3/G4: p<0,001), el ectomorfismo (Figura 4.122) es significativamente inferior (G5<G1: p<0,001; G5<G3/G4: p<0,001). No se observan diferencias intergrupos en el componente endomórfico.

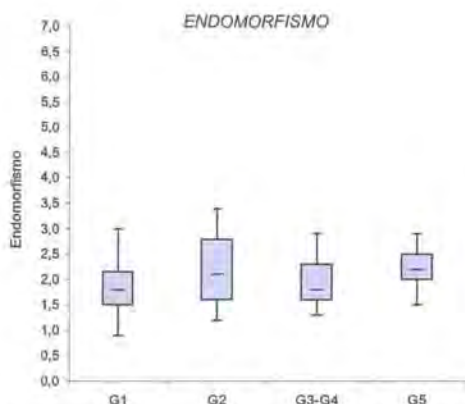


Figura 4.120. Comparaciones intergrupo para el endomorfismo. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} > 0,013$).

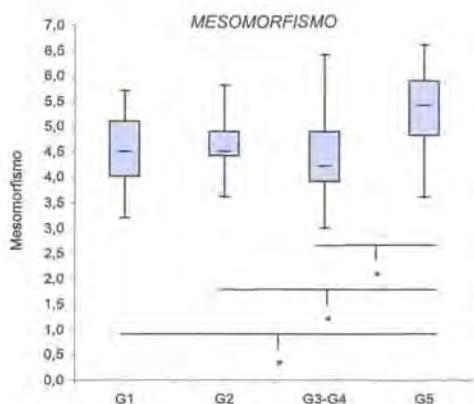


Figura 4.121. Comparaciones intergrupo para el mesomorfismo. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

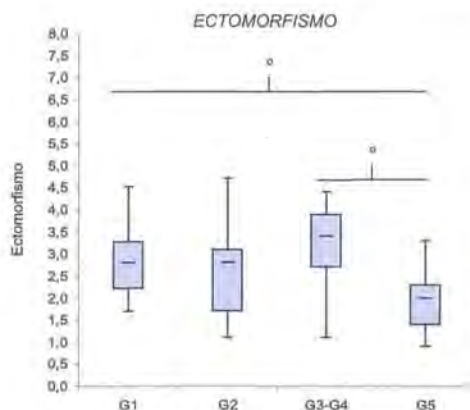


Figura 4.122. Comparaciones intergrupo para el ectomorfismo. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

PROPORCIONALIDAD

En todos los índices de proporcionalidad a excepción de los índices sobre la longitud relativa de la extremidad superior y del índice braquial, se han hallado diferencias significativas entre alguno de los grupos analizados (Tabla 4.80).

Tabla 4.80. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA), Proporcionalidad.

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
Índice de masa corporal ^a	3,107	—	65,242	<0,001	—
Índice córmico ^a	3,107	—	22,844	<0,001	—
Índice perimetral de las extremidades	3,107	51,383	—	<0,001	1

^a Comparadas con el método Kruskal-Wallis

El índice de masa corporal o IMC (Figura 4.123) presenta valores progresivamente más elevados entre los grupos G1 y G3/G4 ($p < 0,001$), y entre éste último grupo y el grupo o estadio G5 ($p < 0,001$). El índice córmico o IC (Figura 4.125) presenta valores progresivamente menores entre los grupos G1 y G3/G4 ($p < 0,001$), y mayores entre éste último grupo y el grupo o estadio G5 ($p < 0,001$). El índice perimetral de las extremidades o IP (Figura 4.127), a partir del grupo G2, registra valores superiores entre grupos correlativos, es decir, registrando el grupo posterior valores más elevados ($p < 0,001$) al inmediatamente anterior (G2 < G3/G4: $p < 0,01$; G3/G4 < G5: $p < 0,001$).

Se observa así como en los tres índices, ya sea aumentando sus valores (IMC e IPE) o disminuyéndolos (IC), se hace necesario llegar al grupo que comprende los estadios G3/G4 para que las diferencias sean significativas ($p_{ajustada} \leq 0,013$) desde los gimnastas clasificados en el estadio G1.

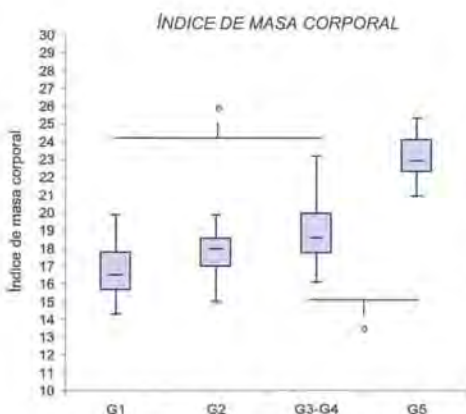


Figura 4.123. Comparaciones intergrupo para el índice de masa corporal. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

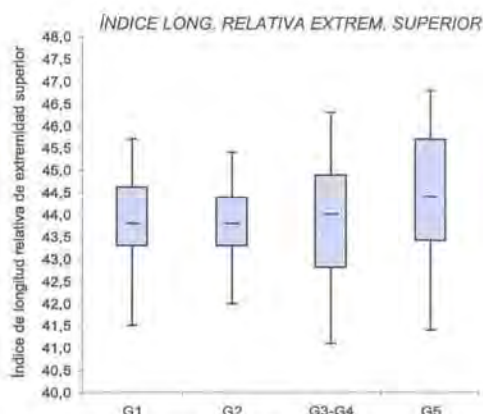


Figura 4.124. Comparaciones intergrupo para el índice de longitud relativa de la extremidad superior. *No se observan diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} < 0,013$).

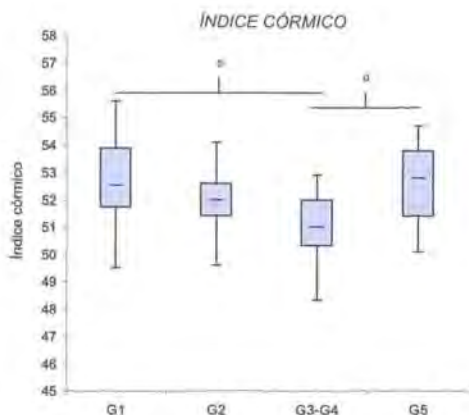


Figura 4.125. Comparaciones intergrupo para el índice còrmico. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

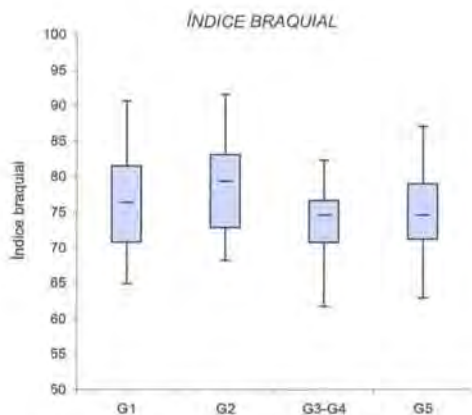


Figura 4.126. Comparaciones intergrupo para el índice braquial. No se registran diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} < 0,013$).

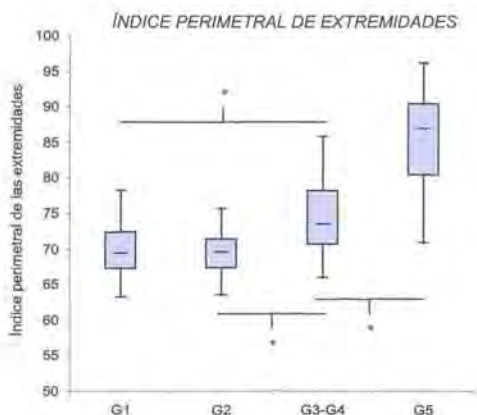


Figura 4.127. Comparaciones intergrupo para el índice perimetral de las extremidades. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

DATOS BIOMÉTRICOS PARENTALES Y EDAD CRONOLÓGICA

No se han hallado diferencias significativas entre ninguno de los grupos que conforman los datos biométricos parentales de los gimnastas objeto de estudio (Figura 4.128 – Figura 4.131).

El ANOVA (Kruskall-Wallis) de la edad cronológica muestra diferencias significativas entre alguno de los grupos analizados ($\chi^2_{3,107}=92,032$; $p < 0,001$). La edad cronológica de los gimnastas (Figura 4.132), a partir del grupo G2, registra valores superiores ($p < 0,001$) entre grupos correlativos (G2 < G3/G4: $p < 0,001$; G3/G4 < G5: $p < 0,001$).

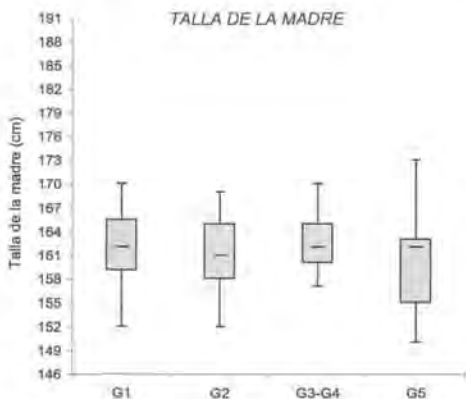


Figura 4.128. Comparaciones intergrupo para la talla de la madre. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

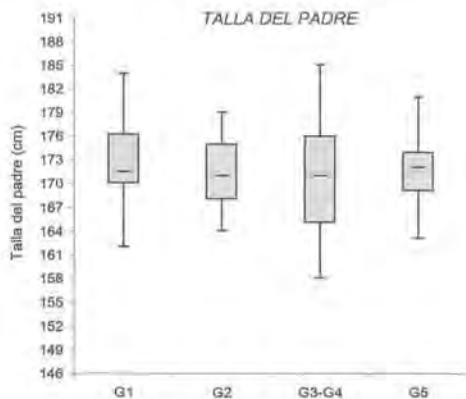


Figura 4.129. Comparaciones intergrupo para la talla del padre. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

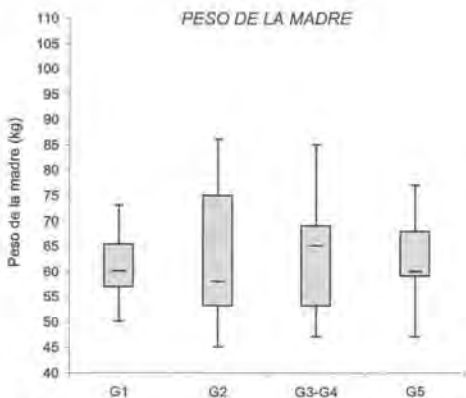


Figura 4.130. Comparaciones intergrupo para el peso de la madre. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

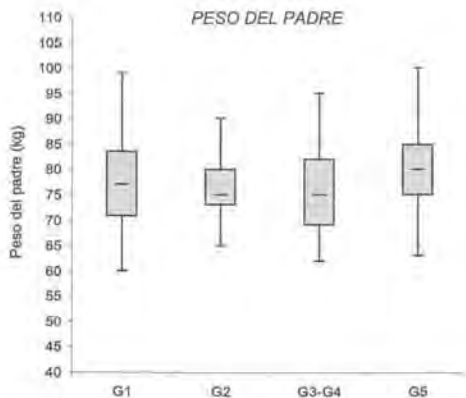


Figura 4.131. Comparaciones intergrupo para el peso del padre. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

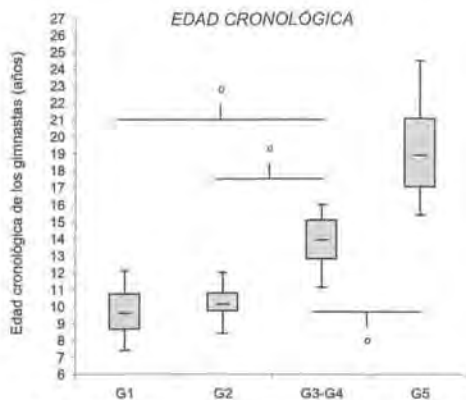


Figura 4.132. Comparaciones intergrupo para la edad cronológica de los gimnastas. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

4.2.4 CORRELACIÓN BIVARIADA

En la valoración somática (VS) son candidatas a ser seleccionadas todas las variables a excepción de las correspondientes a la maduración sexual, utilizadas para conformar los grupos de estudio. La correlación se efectúa entre cada una de las variables independientes (VS) y la variable dependiente (ranking). En función del tipo de diistribución de cada variable (Tabla 4.59 – Tabla 4.72), se utiliza el índice de correlación de Pearson o el índice de correlación de Spearman (apartado 3.3.2.9). Los resultados se muestran a continuación (Tabla 4.81 – Tabla 4.89):

Tabla 4.81. Correlación entre la variable ranking y las dimensiones corporales.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Talla (cm)	0,29	ns	-0,01	ns	-0,18	ns	-0,07	ns
Talla sentado (cm)	0,24	ns	-0,04	ns	-0,10	ns	-0,06	ns
Peso (kg)	0,27	ns	0,10	ns	-0,32	ns	0,01	ns
Envergadura (cm)	0,35	ns	-0,06	ns	-0,08	ns	-0,05	ns
Alcance (cm)	0,26	ns	-0,10	ns	-0,11	ns	-0,06	ns

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.82. Correlación entre la variable ranking y las longitudes corporales.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Extremidad superior (cm)	0,33	ns	0,12	ns	-0,08	ns	-0,04	ns
Mano (cm)	0,17	ns	0,12	ns	-0,13	ns	-0,05	ns
Extremidad inferior (cm)	0,32	ns	-0,11	ns	-0,16	ns	-0,08	ns
Pie (cm)	0,11	ns	0,09	ns	-0,03	ns	-0,58	0,001

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.83. Correlación entre la variable ranking y los diámetros corporales.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Biacromial (cm)	0,30	ns	0,01	ns	-0,10	ns	0,04	ns
Intercrestal (cm)	0,15	ns	-0,01	ns	-0,31	ns	0,01	ns
Bitrocantéreo (cm)	0,26	ns	0,04	ns	-0,19	ns	-0,24	ns
Transverso del tórax (cm)	0,15	ns	-0,04	ns	-0,21	ns	-0,18	ns
Anteroposterior del tórax (cm)	0,35	ns	-0,06	ns	0,04	ns	-0,02	ns
Biepicondíleo del húmero (cm)	0,19	ns	0,09	ns	0,01	ns	0,03	ns
Biestiloídeo de la muñeca (cm)	-0,08	ns	0,16	ns	-0,06	ns	0,09	ns
Bicondíleo del fémur (cm)	-0,07	ns	0,06	ns	-0,26	ns	-0,44	0,03
Bimaleolar (cm)	0,03	ns	-0,21	ns	0,00	ns	-0,40	0,05

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.84. Correlación entre la variable ranking y los perímetros corporales.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Brazo relajado (cm)	0,29	ns	0,19	ns	-0,16	ns	0,67	0,001
Brazo en tensión (cm)	0,31	ns	0,14	ns	-0,16	ns	0,59	0,001
Antebrazo (cm)	0,19	ns	0,20	ns	-0,20	ns	0,18	ns
Muñeca (cm)	0,06	ns	0,12	ns	0,01	ns	-0,03	ns
Mesoesternal (cm)	0,37	0,05	0,09	ns	-0,19	ns	0,42	0,04
Cintura (cm)	0,13	ns	0,14	ns	-0,33	ns	0,18	ns
Glúteo (cm)	0,27	ns	-0,02	ns	-0,25	ns	-0,07	ns
Muslo (cm)	0,19	ns	0,18	ns	-0,29	ns	-0,30	ns
Pierna (cm)	0,30	ns	0,19	ns	-0,28	ns	-0,37	ns
Tobillo (cm)	0,12	ns	0,22	ns	-0,36	0,04	-0,50	0,01
Cefálico (cm)	-0,02	ns	0,13	ns	-0,15	ns	0,10	ns
Cuello (cm)	0,21	ns	0,31	ns	-0,17	ns	0,40	0,05

r = Índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.85. Correlación entre la variable ranking y los pliegues cutáneos.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Tricipital (mm)	0,09	ns	-0,28	ns	-0,14	ns	-0,41	0,04
Subescapular (mm)	-0,05	ns	-0,15	ns	-0,23	ns	0,10	ns
Bicipital (mm)	-0,12	ns	-0,09	ns	-0,27	ns	-0,54	0,001
Pectoral (mm)	0,16	ns	-0,08	ns	-0,19	ns	-0,07	ns
Axilar medio (mm)	-0,08	ns	-0,11	ns	-0,01	ns	0,19	ns
Ileocrestal (mm)	0,19	ns	0,02	ns	-0,04	ns	0,04	ns
Supraespinal (mm)	-0,02	ns	0,04	ns	-0,12	ns	-0,09	ns
Abdominal (mm)	0,14	ns	0,04	ns	-0,22	ns	-0,27	ns
Muslo anterior (mm)	0,18	ns	-0,21	ns	-0,18	ns	-0,20	ns
Pierna medial (mm)	0,36	ns	0,03	ns	-0,28	ns	-0,46	0,02

r = Índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.86. Correlación entre la variable ranking y los componentes del somatotipo.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Endomorfismo (I)	0,05	ns	-0,19	ns	-0,24	ns	-0,24	ns
Mesomorfismo (II)	0,02	ns	0,24	ns	0,03	ns	0,25	ns
Ectomorfismo (III)	0,05	ns	-0,14	ns	0,20	ns	-0,15	ns

r = Índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.87. Correlación entre la variable ranking y los indicadores de composición corporal.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Σ de 6 pliegues (mm)	0,17	ns	-0,17	ns	-0,23	ns	-0,30	ns
Masa grasa (%)	0,17	ns	-0,16	ns	-0,25	ns	-0,46	0,02
Masa libre de grasa (kg)	0,20	ns	0,14	ns	-0,24	ns	0,24	ns
Masa muscular (%)	0,11	ns	0,41	0,04	0,37	0,03	0,61	0,01
Masa ósea (%)	-0,31	ns	-0,01	ns	0,39	0,02	-0,28	ns
Componente residual (%)	-0,06	ns	0,11	ns	-0,08	ns	-0,08	ns
Área grasa del brazo (cm ²)	0,15	ns	-0,15	ns	-0,28	ns	-0,27	ns
Área muscular del brazo (cm ²)	0,24	ns	0,32	ns	-0,22	ns	0,72	0,01
Área grasa del muslo (cm ²)	0,10	ns	-0,16	ns	-0,22	ns	-0,26	ns
Área muscular del muslo (cm ²)	0,04	ns	0,37	ns	-0,08	ns	-0,42	0,03

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.88. Correlación entre la variable ranking y los índices de proporcionalidad corporal.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Índice de masa corporal	0,13	ns	0,18	ns	-0,30	ns	0,19	ns
Índice long. rel. extrem. superior	0,17	ns	0,14	ns	0,23	ns	-0,03	ns
Índice córmico	-0,13	ns	-0,11	ns	0,03	ns	0,12	ns
Índice braquial	0,14	ns	0,01	ns	0,01	ns	-0,16	ns
Índice perimetral de extremidades	0,35	ns	-0,03	ns	0,04	ns	0,72	0,001

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.89. Correlación entre la variable ranking, datos biométricos parentales y edad cronológica.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Talla madre (cm)	-0,01	ns	-0,22	ns	0,10	ns	-0,10	ns
Talla padre (cm)	-0,13	ns	-0,11	ns	0,17	ns	-0,16	ns
Peso madre (kg)	-0,23	ns	-0,16	ns	0,10	ns	-0,34	ns
Peso padre (kg)	-0,23	ns	0,02	ns	0,06	ns	-0,06	ns
Edad cronológica (años)	0,32	ns	-0,16	ns	-0,26	ns	0,69	0,001

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

4.2.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Las funciones resultantes del análisis de regresión múltiple para cada uno de los grupos de estudio de esta valoración (VS) se incluyen en la Tabla 4.90. Los coeficientes de determinación (r^2) indican el grado en que la varianza de la variable rendimiento viene explicada por el modelo multivariante (apartado 3.3.2.10), en este caso oscilan entre el 13,0% y 58,0%.

Tabla 4.90. VS: análisis de regresión múltiple.

Grupos	Ecuaciones predictivas	F				r ²		Error de estimación
		gl ₁	gl ₂	p	Exacta	Corregida		
G1	No se cumplen los criterios de inclusión *	-	-	-	-	-	-	-
G2	12,825 + (0,817 · Masa muscular)	4,629	1	23	0,042	0,17	0,13	4,30
G3/G4	9,122 + (1,271 · Masa muscular) - (1,501 · Edad cronológica)	4,834	2	30	0,015	0,24	0,19	5,37
G5	19,143 + (0,667 · Edad cronológica) + (0,196 · IPE)	17,829	2	22	0,001	0,62	0,58	2,33

* F_{entradas}(p≤0,05); F_{salidas}(p≥0,10)

Tabla 4.91. VS: análisis discriminante.

Grupos	Variables seleccionadas	Lambda de Wilks (λ)				F	gl ₁	gl ₂	p	F _{T-Fundador}
		gl ₁	gl ₂	gl ₃	gl ₄					
G1	No se cumplen los criterios de inclusión *	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G2	No se cumplen los criterios de inclusión *	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G3/G4	Masa muscular (%)	0,809	1	2	30	3,534	2	30	0,042	0,44
G5	Edad cronológica (años)	0,317	1	2	22	23,646	2	22	0,001	0,84
	IPE	0,211	2	2	22	12,381	4	42	0,001	

* F_{entradas}(p≤0,05); F_{salidas}(p≥0,10)

4.2.6 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Las variables seleccionadas a través el análisis discriminante para cada uno de los grupos de estudio de esta valoración (VS) se incluyen en la Tabla 4.91. En los grupos G1 y G2, de la misma forma que ocurre en el análisis de regresión con el primero de los grupos, ocurre la circunstancia que ninguna de las variables de análisis (VS) cumple los requisitos de entrada en el modelo multivariante (apartado 3.3.2.10 y 3.3.2.11). Para los demás grupos (G3/G4 y G5), el coeficiente de correlación canónica se establece para la primera función del modelo discriminante ($r_{1* \text{función}}$) e indica el grado más elevado en que el modelo multivariante clasifica a los sujetos de cada uno de los grupos de estudio, según las categorías de rendimiento establecidas: elevado, medio, o discreto (apartado 3.3.2.11). Se muestran además los resultados de clasificación para cada una de dichas categorías, indicando el valor numérico individual (n) y porcentual (%) en que se logra clasificar correctamente a cada uno de los sujetos que forman parte de la muestra objeto de estudio: G3/G4 (Tabla 4.92); G5 (Tabla 4.93).

Tabla 4.92. VS: clasificación discriminante para el grupo G3/G4.

Rendimiento		Elevado	Medio	Discreto	Total
n	Elevado	8	1	2	11
	Medio	3	3	5	11
	Discreto	4	4	3	11
%	Elevado	72,7	9,1	18,2	100
	Medio	27,3	27,3	45,4	100
	Discreto	36,4	36,4	27,2	100

El 42,4% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.93. VS: clasificación discriminante para el grupo G5.

Rendimiento		Elevado	Medio	Discreto	Total
n	Elevado	7	1	0	8
	Medio	0	7	1	8
	Discreto	1	1	7	9
%	Elevado	87,5	12,5	0,0	100
	Medio	0,0	87,5	12,5	100
	Discreto	11,1	11,1	77,8	100

El 84,0% de los casos se agrupan correctamente.

4.3 Valoración de la condición física general

La valoración de la condición física general (VCFG) se establece, tal y como se ha justificado en apartados precedentes (apartado 3.2.2.3.1), mediante la aplicación de la "Batería Eurofit" (Council of Europe, 1988).

4.3.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Todas las variables incluidas en esta valoración son variables cuantitativas y se presentan de forma descriptiva para cada grupo de estudio (apartado 3.3.2.1).

4.3.1.1 BATERÍA DE EUROFIT

Los principales resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.94.

4.3.2 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

Todas las variables son candidatas a ser incluidas en el modelo de análisis (VCFG). Pese a que alguna de éstas no se distribuye normalmente (Tabla 4.95 – Tabla 4.96), se procede a la tipificación con el objeto de facilitar su interpretación mediante gráficos (Figuras 4.133 – 4.142).

4.3.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

En base a la comprobación realizada sobre los supuestos para la aplicación del ANOVA (Tabla 4.95 – Tabla 4.96), se procede a establecer el análisis de la varianza mediante el ANOVA de un factor, o bien mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Figuras 4.143 – 4.152). En este último caso, las comparaciones a posteriori se establecen de dos a dos mediante la prueba U de Mann-Whitney.

Tabla 4.94. Batería Eurofit.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Carrera ida y vuelta (nº estadios)	6,3	2,1	3,0 10,0	7,0	2,0	4,5 11,0	8,2	1,7	5,0 11,0	9,1	1,1	7,5 11,5
Carrera ida y vuelta (mL·kg·min ⁻¹)	52,6	4,1	44,5 59,5	52,4	3,6	45,6 59,4	51,1	4,0	43,8 58,3	48,5	6,2	38,6 60,0
Equilibrio flamenco (nº intentos)	14,1	6,0	4,0 29,0	10,0	4,3	2,0 16,0	8,4	3,6	3,0 15,0	3,9	2,3	1,0 8,0
Golpeo de placas (s)	14,9	2,3	11,2 20,2	13,5	1,7	10,2 16,6	11,3	1,6	8,8 13,8	9,6	1,3	7,2 12,3
Flexión de tronco adelantado (cm)	29,4	3,5	23,0 36,0	29,0	3,9	22,0 36,0	32,1	3,5	25,0 38,0	38,6	4,2	29,0 46,0
Salto de longitud adelantado (cm)	179,9	17,0	143,0 218,0	184,4	18,9	149,0 221,0	215,1	20,5	180,0 251,0	260,6	14,0	233,0 286,0
Dinamometría manual (kg)	13,1	3,5	9,0 20,0	13,7	3,6	8,0 21,0	24,7	7,7	11,0 44,0	41,4	4,4	35,0 50,0
Abdominales en 30 s (nº repeticiones)	29,5	4,1	22,0 39,0	31,3	4,5	24,0 40,0	33,1	4,1	22,0 40,0	36,2	2,7	31,0 41,0
Suspensión en flexión de brazos (s)	80,2	38,0	26,0 160,0	79,6	22,8	25,0 125,0	67,2	20,7	30,0 103,0	67,7	15,4	36,0 97,0
Carrera ida y vuelta de 10x5m (s)	20,1	1,9	17,0 23,8	19,4	1,5	16,5 22,5	18,3	1,2	15,8 20,8	17,2	1,1	15,4 19,8

Tabla 4.95. Normalidad y homoscedasticidad de la Batería Eurofit (I).

	C. ida y vuelta (estadios)					C. ida y vuelta (VO ₂ max)					Equilibrio del flamenco					Golpeo de placas					Flexión tronco adelantado				
	G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5	
Shapiro-Wilks	0,09	0,04	0,16	0,10		0,43	0,38	0,20	0,46		0,74	0,05	0,09	0,02		0,09	0,86	0,04	0,87		0,52	0,57	0,22	0,23	
Levene	-					0,01					-					0,93									

Tabla 4.96. Normalidad y homoscedasticidad de la Batería Eurofit (II).

	Salto de longitud adelantado					Dinamometría manual					Abdominales en 30 s					Suspensión en flexión brazos					Ida y vuelta de 10x5m				
	G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5		G1	G2	G3/G4	G5	
Shapiro-Wilks	0,65	0,74	0,08	0,58		0,003	0,04	0,06	0,21		0,68	0,24	0,46	0,09		0,03	0,59	0,07	0,73		0,65	0,50	0,77	0,34	
Levene	0,29					-					0,16					-					0,004				

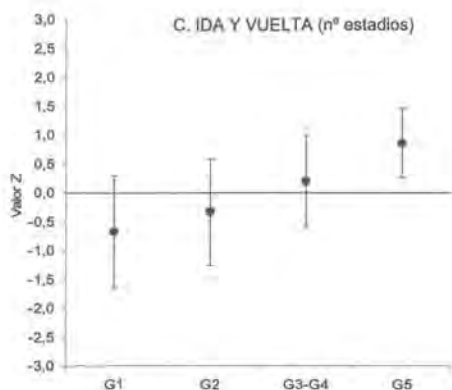


Figura 4.133. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la carrera de ida y vuelta (nº estadios).

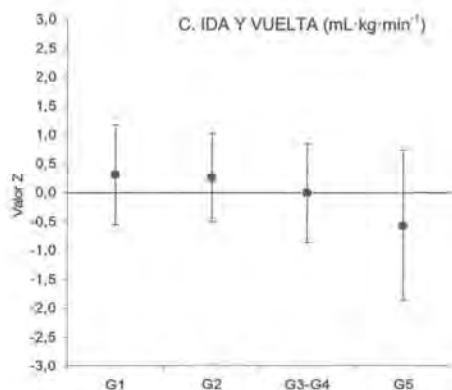


Figura 4.134. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la carrera de ida y vuelta ($\text{mL} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$).

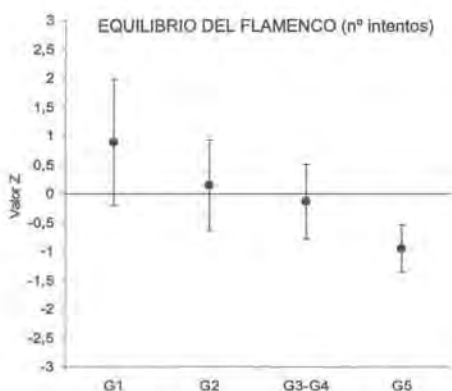


Figura 4.135. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del equilibrio flamenco (nº intentos).

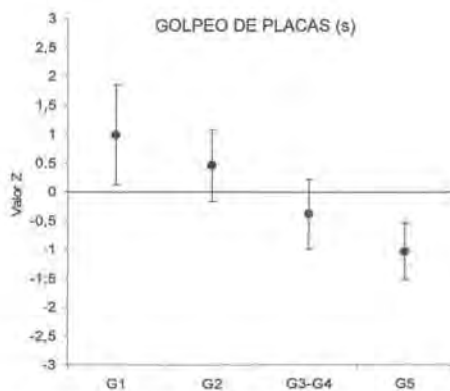


Figura 4.136. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del golpeo de placas (s).

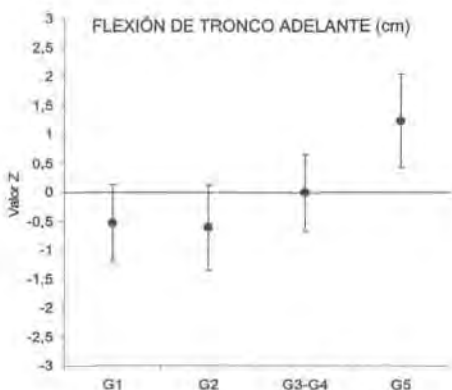


Figura 4.137. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la flexión de tronco adelante (cm).

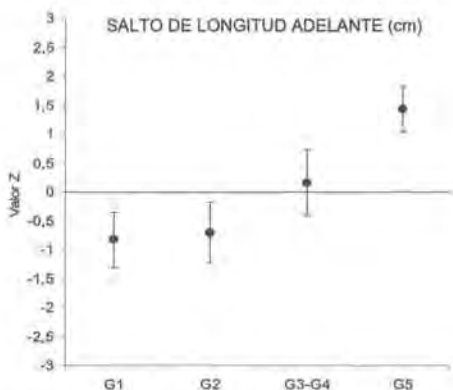


Figura 4.138. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del salto de longitud adelante (cm).

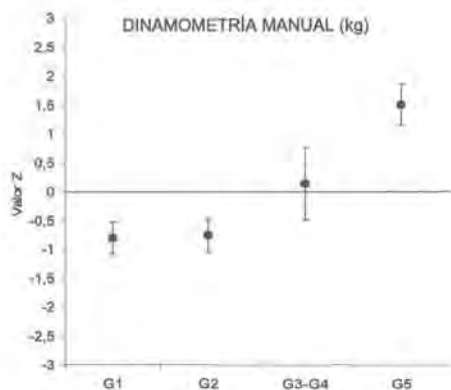


Figura 4.139. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la dinamometría manual (kg).

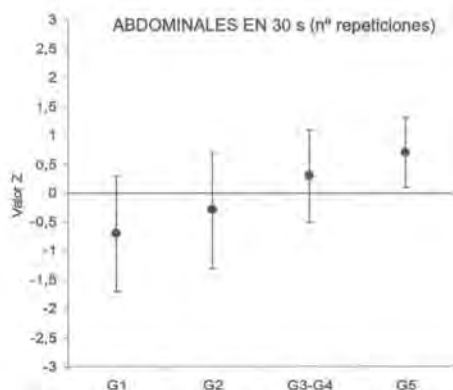


Figura 4.140. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de los abdominales en 30 s (nº repeticiones).



Figura 4.141. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la suspensión con flexión de brazos (s).

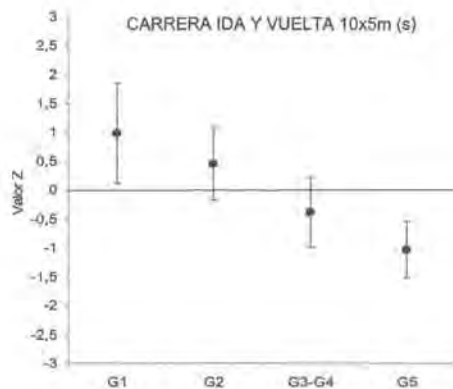


Figura 4.142. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la carrera de ida y vuelta de 10x5m (s).

Las diferencias entre los distintos grupos de estudio (ANOVA de un factor) en todas las variables de condición física general, son significativas, a excepción de la suspensión con flexión de brazos (Tabla 4.97).

Si los resultados de la carrera de ida y vuelta (*course navette*) se valoran a partir de los estadios alcanzados (Figura 4.143), la prestación motriz de los gimnastas en esta prueba aumenta de forma significativa cada dos grupos o estadios de maduración (G1<G3/4: $p<0,001$; G2<G5: $p<0,001$). Si, en cambio, la unidad de medida es el VO_2 max estimado (apartado 3.2.2.3.1), tiende a ocurrir lo contrario (Figura 4.144), de modo que el rendimiento de los gimnastas empeora en grupos sucesivos, aunque no de forma significativa ($p>p_{ajustada}$).

El rendimiento del grupo de gimnastas clasificados en el estadio G5 es significativamente mayor al del resto de grupos en las siguientes pruebas ($p<0,01$): equilibrio flamenco (Figura

4.145), golpeo de placas (Figura 4.146), flexión de tronco adelante (Figura 4.147), salto de longitud adelante (Figura 4.148) y dinamometría manual (Figura 4.149). En el lado opuesto, la peor prestación motriz de las pruebas la registran el grupo G1 y G2, no existiendo diferencias significativas entre éstos en ninguna de las variables analizadas a excepción del equilibrio del flamenco ($p < 0,01$). Ambos grupos, sin embargo, registran diferencias significativas en todas las pruebas en relación al resto de grupos ($p < 0,01$). El número de abdominales en 30 s (Figura 4.150) aumenta de forma significativa cada dos grupos o estadios de maduración ($G1 < G3/4$: $p < 0,01$; $G2 < G5$: $p < 0,001$). Los resultados de la carrera de ida y vuelta 10x5 m (Figura 4.152) indican una mejora significativa del rendimiento entre el grupo G1 y G3/4 ($p < 0,001$), que no se observa en el resto de grupos ($p > p_{ajustada}$).

Tabla 4.97. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Batería Eurofit.

Variable	al	F	χ^2	p	1 - β
Carrera de ida y vuelta (nº estadios) ^a	3,107	--	34,349	<0,001	--
Carrera de ida y vuelta (mL·kg·min ⁻¹)	3,107	4,497	--	<0,01	0,871
Equilibrio del flamenco (nº intentos) ^a	3,107	--	47,377	<0,001	--
Golpeo de placas (s)	3,107	48,317	--	<0,001	1
Flexión de tronco adelante (cm)	3,107	35,772	--	<0,001	1
Salto de longitud adelante (cm) ^a	3,107	--	78,219	<0,001	--
Dinamometría manual (kg)	3,107	158,843	--	<0,001	1
Abdominales en 30 s (nº repeticiones) ^a	3,107	--	34,471	<0,001	--
Carrera de ida y vuelta de 10x5m (s)	3,107	21,152	--	<0,001	1

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

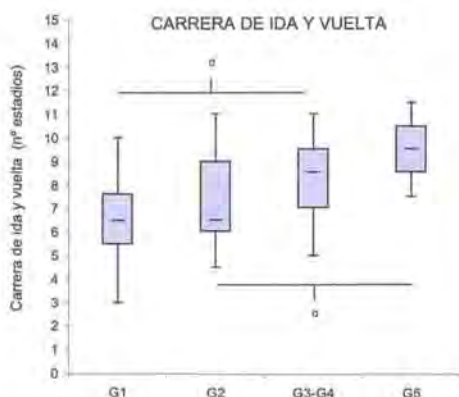


Figura 4.143. Comparaciones intergrupo para la carrera de ida y vuelta (nº de estadios). ^aKruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

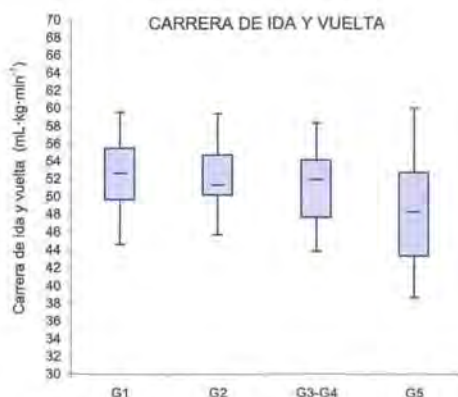


Figura 4.144. Comparaciones intergrupo para carrera de ida y vuelta (mL·kg⁻¹·min⁻¹). * No se observan diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} < 0,013$).

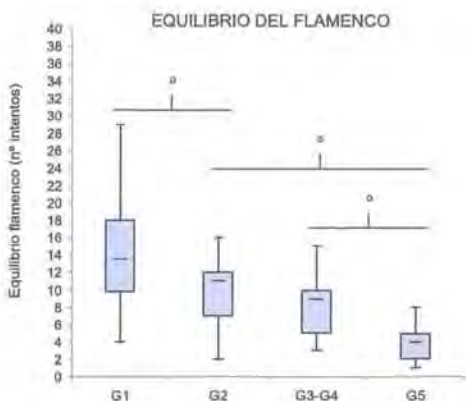


Figura 4.145. Comparaciones intergrupo para el equilibrio del flamenco (nº de intentos). *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

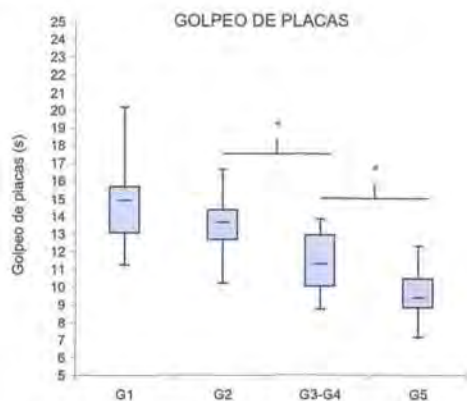


Figura 4.146. Comparaciones intergrupo para el golpeo de placas (s). *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

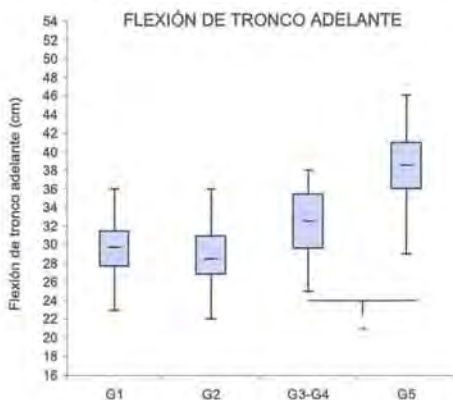


Figura 4.147. Comparaciones intergrupo para la flexión del tronco adelante (cm). *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

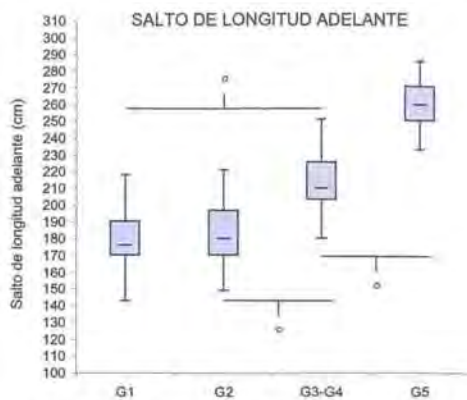


Figura 4.148. Comparaciones intergrupo para el salto de longitud adelante (cm). *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

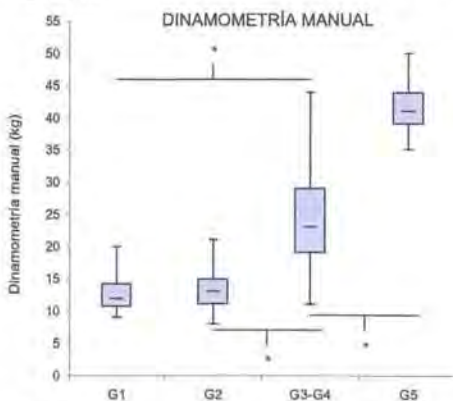


Figura 4.149. Comparaciones intergrupo para la dinamometría manual (kg). *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

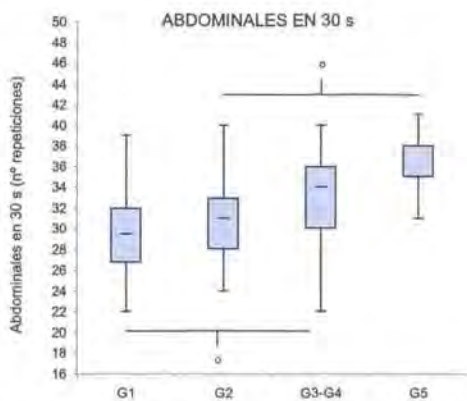


Figura 4.150. Comparaciones intergrupo para los abdominales en 30 s (nº de repeticiones). *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

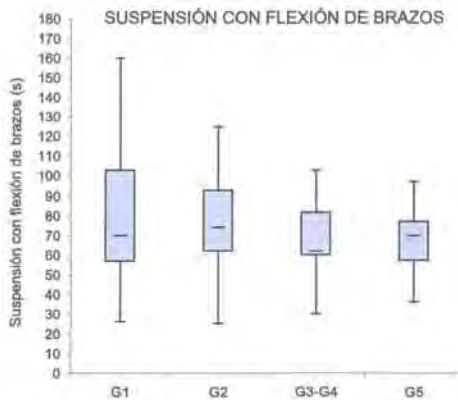


Figura 4.151. Comparaciones intergrupo para la suspensión con flexión de brazos (s). No se han hallado diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} < 0,013$).

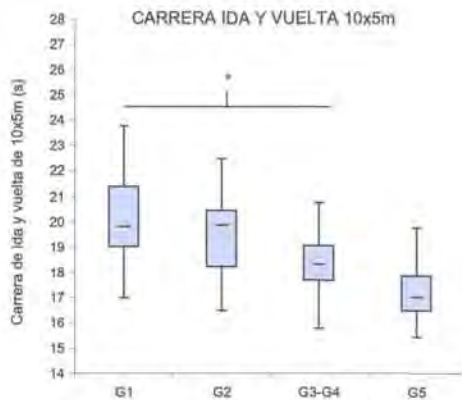


Figura 4.152. Comparaciones intergrupo para la carrera de ida y vuelta 10x5 m (s). *ANOVA, diferencias post-hoc significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

4.3.4 CORRELACIÓN BIVARIADA

En la valoración de la condición física general (VCFG) son candidatas a ser seleccionadas todas las variables. La correlación se efectúa entre cada una de las variables independientes (VCFG) y la variable dependiente (ranking). En función del tipo de distribución de cada variable (Tabla 4.95 – Tabla 4.96), se utiliza el índice de correlación de Pearson o bien el índice de correlación de Spearman (apartado 3.3.2.9). Los resultados se muestran a continuación (Tabla 4.98):

Tabla 4.98. Correlación entre el ranking y los Items de la Batería Eurofit.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Carrera ida y vuelta (nº estadios)	0,30	ns	-0,17	ns	0,17	ns	-0,58	0,01
Carrera ida y vuelta (mL·kg·min ⁻¹)	0,20	ns	-0,10	ns	0,32	ns	-0,75	0,01
Equilibrio flamenco (nº intentos)	-0,45	0,01	0,04	ns	-0,20	ns	-0,52	0,01
Golpeo de placas (s)	-0,50	0,01	-0,23	ns	0,20	ns	0,13	ns
Flexión de tronco adelante (cm)	0,11	ns	-0,32	ns	0,03	ns	0,58	0,01
Salto de longitud adelante (cm)	0,24	ns	0,20	ns	-0,05	ns	0,15	ns
Dinamometría manual (kg)	0,11	ns	-0,07	ns	-0,12	ns	-0,17	ns
Abdominales en 30 s (nº repeticiones)	0,64	0,01	0,43	0,03	-0,01	ns	-0,28	ns
Suspensión con flexión de brazos (s)	0,05	ns	-0,12	ns	0,26	ns	-0,09	ns
Carrera ida y vuelta 10x5m (s)	-0,46	0,01	-0,14	ns	-0,06	ns	-0,14	ns

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa ($p > 0,05$).

4.3.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Las funciones resultantes del análisis de regresión múltiple para cada uno de los grupos de estudio de esta valoración (VCFG) se incluyen en la Tabla 4.100.

Los coeficientes de determinación (r^2) indican el grado en que la varianza de la variable rendimiento viene explicada por el modelo multivariante (apartado 3.3.2.10), y oscilan entre el 15,0% para el grupo G2 hasta el 60% para los grupos G1 y G5 (VCFG).

Ninguna de las variables incluidas en esta valoración (VCFG) son susceptibles de entrar en el modelo multivariante para el grupo G3/G4 (apartado 3.3.2.10).

4.3.6 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Las variables seleccionadas a través el análisis discriminante para cada uno de los grupos de estudio de esta valoración (VCFG) se incluyen en la Tabla 4.101.

En el grupo G2 ninguna de las variables de análisis cumple los requisitos de entrada en el modelo multivariante (apartado 3.3.2.11). Para los demás grupos (G1, G3/G4 y G5), el coeficiente de correlación canónica se establece para la primera función del modelo discriminante ($r_{1 \text{ función}}$) e indica el grado más elevado en que el modelo multivariante clasifica a los sujetos de cada uno de los grupos, según las categorías de rendimiento establecidas: elevado, medio, o discreto (apartado 3.3.2.11).

Se muestran además los resultados de clasificación para cada una de dichas categorías, indicando el valor numérico individual (n) y porcentual (%) en que se logra clasificar correctamente a cada uno de los sujetos que forman parte de la muestra objeto de estudio: G1 (Tabla 4.99); G3/G4 (Tabla 4.102); G5 (Tabla 4.103).

Tabla 4.99. VCFG: clasificación discriminante para el grupo G1.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	8	0	1	9
	<i>Medio</i>	2	4	3	9
	<i>Discreto</i>	1	0	9	10
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	88,9	0,0	11,1	100
	<i>Medio</i>	22,2	44,5	33,3	100
	<i>Discreto</i>	10,0	0,0	90,0	100

El 75,0% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.100. VCFG: análisis de regresión múltiple.

Grupos	Ecuaciones predictivas	F			r ²		Error de estimación	
		g ₁	g ₂	p	Exacta	Corregida		
G1	2,001 + (0,960 · Abd. en 30 s) + (0,680 · Flexión de tronco adelantante) - (0,046 · Susp. con flex. brazos)	14,211	3	24	0,001	0,64	0,60	2,99
G2	32,738 + (0,444 · Abdominales en 30 s)	5,200	1	23	0,032	0,18	0,15	4,26
G3/G4	No se cumplen los criterios de inclusión*	-	-	-	-	-	-	-
G5	55,576 - (0,370 · Carrera ida y vuelta en mL·kg·min ⁻¹) + (0,285 · Flexión de tronco adelantante)	19,177	2	22	0,001	0,64	0,60	2,28

* F_{entradas}(p<0,05); F_{salidas}(p≥0,10)

Tabla 4.101. VCFG: análisis discriminante.

Grupos	Variables seleccionadas	Lambda de Wilks (λ)			F	g ₁	g ₂	p	F ₁ función	
		g ₁	g ₂	g ₃						
G1	Abdominales en 30 s (n°)	0,705	1	2	25	5,223	2	25	0,013	0,59
	Dinamometría manual (kg)	0,520	2	2	25	4,640	4	48	0,003	
G2	No se cumplen los criterios de inclusión*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G3/G4	Carrera ida y vuelta (mL·kg·min ⁻¹)	0,780	1	2	30	4,234	2	30	0,024	0,47
	Carrera ida y vuelta (mL·kg·min ⁻¹)	0,448	1	2	22	13,529	2	22	0,001	0,83
G5	Flexión de tronco adelantante (cm)	0,279	2	2	22	9,375	4	42	0,001	

* F_{entradas}(p<0,05); F_{salidas}(p≥0,10)

Tabla 4.102. VCFG: clasificación discriminante para el grupo G3/G4.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	9	1	1	11
	<i>Medio</i>	4	1	6	11
	<i>Discreto</i>	3	0	8	11
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	81,8	9,1	9,1	100
	<i>Medio</i>	36,4	9,1	54,5	100
	<i>Discreto</i>	27,3	0,0	72,7	100

El 54,5% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.103. VCFG: clasificación discriminante para el grupo G5.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	7	1	0	8
	<i>Medio</i>	1	5	2	8
	<i>Discreto</i>	0	1	8	9
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	87,5	12,5	0,0	100
	<i>Medio</i>	12,5	62,5	25,0	100
	<i>Discreto</i>	0,0	11,1	88,9	100

El 80,0% de los casos se agrupan correctamente.

4.4 Valoración de la condición física específica

La valoración de la condición física específica (VCFE) consta de 23 variables, agrupadas en cuatro bloques (apartado 3.3.1.4): flexibilidad, capacidad de salto, velocidad y habilidades gimnásticas de condición física.

4.4.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Todas las variables incluidas en esta valoración son cuantitativas y se presentan de forma descriptiva, para cada grupo de estudio (ver apartado 3.3.2.1).

4.4.1.1 FLEXIBILIDAD

Tabla 4.104. Pruebas de flexibilidad.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Elevación hombros anteversión (°)	21,4	21,1	-9,2 55,0	26,4	20,1	3,7 60,6	27,5	9,9	10,1 49,4	32,0	16,0	7,3 60,0
Elevación hombros retroversión (°)	136,3	13,3	110,9 162,5	137,5	10,7	118,3 156,1	126,8	9,6	109,9 144,0	129,7	8,5	117,2 146,7
Giro de hombros anteversión (°)	58,7	29,3	14,0 104,2	55,6	21,5	26,6 96,0	64,8	22,7	30,2 99,2	51,8	18,9	17,8 84,7
Giro de hombros retroversión (°)	65,9	33,6	17,6 116,7	61,2	21,7	31,8 97,8	69,7	21,7	35,4 100,7	51,5	21,4	12,8 86,1
Elevación frontal pierna izquierda (°)	93,3	14,1	71,8 122,2	89,6	8,8	70,3 105,3	92,1	11,6	74,1 115,8	107,9	14,1	63,5 129,2
Elevación frontal pierna derecha (°)	90,3	11,9	68,5 113,1	90,6	9,4	70,2 106,0	93,4	11,4	76,7 113,5	104,2	14,4	74,1 130,4
Elevación lateral pierna izquierda (°)	63,6	17,9	50,2 121,7	87,7	10,6	68,7 107,9	81,6	13,4	54,7 105,9	88,8	5,9	75,8 99,8
Elevación lateral pierna derecha (°)	81,4	12,9	54,4 103,8	85,0	9,6	66,3 100,7	81,0	11,9	59,8 104,2	83,6	11,2	59,3 101,8
Espagat lateral (°)	185,6	17,1	155,6 214,3	184,4	14,1	162,0 213,1	174,5	8,5	160,3 194,8	170,9	17,7	138,2 207,6
Espagat frontal pierna izquierda (°)	178,9	20,6	140,3 232,5	170,3	11,1	149,7 189,0	172,6	9,5	156,3 191,2	180,0	16,6	152,6 212,8
Espagat frontal pierna derecha (°)	175,2	13,3	152,9 198,8	170,1	9,1	157,6 186,9	171,7	8,9	159,1 189,4	177,0	7,1	163,0 190,1
Flexión de tronco (°)	26,6	5,4	16,8 38,6	30,4	3,0	24,7 35,8	25,1	3,7	19,4 33,2	24,3	2,4	20,2 28,6
Puente (°)	57,8	7,8	39,2 70,8	55,8	6,5	43,6 70,4	57,4	7,7	43,3 72,4	61,0	7,7	44,7 76,4

4.4.1.2 CAPACIDAD DE SALTO

Tabla 4.105. Pruebas de salto.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
"Squat Jump" (cm)	27,3	3,4	22,5 34,9	27,0	3,0	21,9 33,0	32,1	4,8	23,4 41,9	39,3	4,1	30,4 46,0
"Counter Movement Jump" (cm)	28,6	3,5	22,3 36,1	26,9	2,1	23,6 30,2	32,8	4,7	25,2 43,1	41,6	3,2	36,5 47,7
"Reactive Jump 5 s" (coeficiente VC)	3,4	0,6	2,4 4,6	3,3	0,5	2,1 4,3	3,2	0,6	2,1 4,1	3,9	0,5	3,1 4,8
"Drop Jump 60 cm" (coeficiente VC)	2,9	0,8	1,3 4,5	2,8	0,8	1,0 4,2	3,0	0,6	1,8 4,1	3,8	0,7	2,8 4,9

4.4.1.3 VELOCIDAD

Tabla 4.106. Prueba de velocidad.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Carrera 20 m (km·h ⁻¹)	20,2	1,4	17,9 23,5	20,8	1,2	18,9 23,2	22,4	1,6	20,0 26,3	24,8	1,2	23,3 26,7

4.4.1.4 HABILIDADES GIMNÁSTICAS DE CONDICIÓN FÍSICA

Tabla 4.107. Habilidades gimnásticas de condición física.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Flexiones en vertical (n°)	7,5	5,1	0,0 19,0	6,6	5,5	0,0 19,0	9,0	6,2	0,0 22,0	18,0	6,1	6,0 27,0
Flexiones en suspensión (n°)	7,7	3,6	0,0 15,0	7,0	4,2	2,0 16,0	11,8	5,3	2,0 21,0	22,4	8,7	5,0 37,0
Flexiones desde el apoyo (n°)	12,7	7,1	0,0 28,0	11,2	8,6	0,0 30,0	19,5	9,4	5,0 43,0	36,0	10,0	18,0 54,0
Elevaciones extremidades inferiores en susp. (n°)	14,7	6,4	4,0 30,0	12,7	7,3	1,0 25,0	16,3	7,0	2,0 28,0	26,0	5,7	16,0 36,0
Olimpicas (n°)	16,6	9,5	2,0 39,0	17,0	5,2	8,0 27,0	19,2	11,2	6,0 37,0	40,9	12,3	16,0 57,0

4.4.1.5 FIABILIDAD DE LOS TESTS ESPECÍFICOS

Como se ha señalado en los apartados correspondientes (apartados 3.2.2.4.1; 3.2.2.4.3; 3.2.2.4.4), se procede a determinar la fiabilidad de aquellas pruebas sobre las que no se ha hallado documentación: a) extensión de hombros con bastón: retroversión (Tabla 4.108); b) elevación frontal de la extremidad inferior (Tabla 4.109); c) elevación lateral de la extremidad inferior (Tabla 4.110); d) flexión de tronco (Tabla 4.111); e) carrera de 20 m (Tabla 4.112); f) elevación de las extremidades inferiores desde la suspensión (Tabla 4.113); y g) olímpicos (Tabla 4.114).

Tabla 4.108. Fiabilidad de la extensión de hombros (retroversión).

	G1	G2	G3/G4	G5
CCI*	0,98	0,98	0,98	0,95
CV (%)	0,82	1,23	1,51	2,23

* $p \leq 0,001$

Tabla 4.109. Fiabilidad de la prueba de elevación frontal de la extremidad inferior.

	G1		G2		G3/G4		G5	
	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.
CCI*	0,95	0,93	0,97	0,97	0,95	0,97	0,95	0,93
CV (%)	3,53	3,50	3,49	3,26	2,78	3,01	3,26	3,40

* $p \leq 0,001$

Tabla 4.110. Fiabilidad de la prueba de elevación lateral de la extremidad inferior.

	G1		G2		G3/G4		G5	
	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der.
CCI*	0,91	0,90	0,93	0,93	0,92	0,95	0,91	0,92
CV (%)	4,22	4,31	4,07	3,92	3,85	3,78	3,32	3,46

* $p \leq 0,001$

Tabla 4.111. Fiabilidad de la flexión de tronco.

	G1	G2	G3/G4	G5
CCI*	0,98	0,91	0,98	0,95
CV (%)	4,70	4,10	3,60	3,28

*p<0,001

Tabla 4.112. Fiabilidad de la prueba de carrera de 20 m.

	G1	G2	G3/G4	G5
CCI*	0,98	0,97	0,97	0,93
CV (%)	2,15	2,50	2,48	2,34

*p<0,001

Tabla 4.113. Fiabilidad de la elevación de las extremidades inferiores desde suspensión.

	G1	G2	G3/G4	G5
CCI*	0,94	0,89	0,91	0,94
CV (%)	3,97	3,56	3,01	2,98

*p<0,001

Tabla 4.114. Fiabilidad de los olímpicos con pies juntos, separados y desde el suelo.

	G1		G2		G3/G4		G5	
	CCI*	CV (%)	CCI*	CV (%)	CCI*	CV (%)	CCI*	CV (%)
<i>Olimpícos (pies juntos)</i>	0,95	2,10	0,97	1,85	0,90	3,15	0,98	3,19
<i>Olimpícos (pies separados)</i>	0,83	4,25	0,93	1,22	0,87	3,05	0,97	4,12
<i>Olimpícos (pies separados en suelo)</i>	0,89	3,57	0,92	3,13	0,85	4,11	0,97	3,75

*p<0,001

4.4.2 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

Todas las variables son candidatas a ser incluidas en el modelo de análisis (VCFE). Pese a que alguna de éstas no se distribuye normalmente (Tabla 4.125 – Tabla 4.129), y tal y como se ha justificado en apartados precedentes (apartados 4.1.3, 4.2.2, 4.3.2), se procede a la tipificación en todos los casos para facilitar gráficamente el comportamiento de éstas en cada uno de los grupos de estudio (Figuras 4.153 – 4.175).

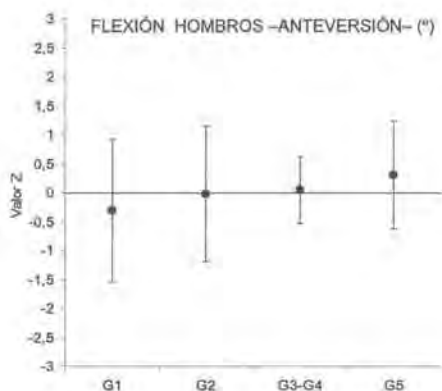


Figura 4.153. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la flexión de hombros: anteversión (°).

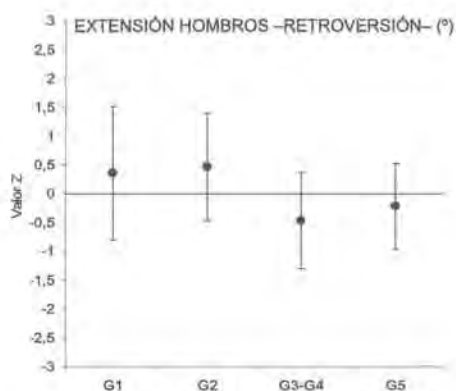


Figura 4.154. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la extensión de hombros: retroversión (°).

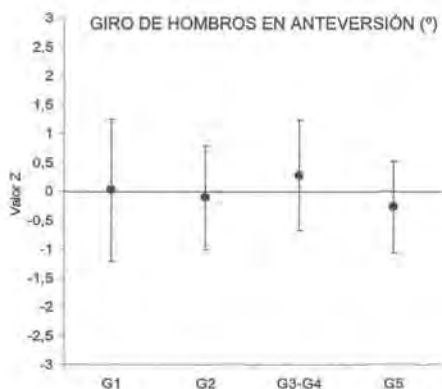


Figura 4.155. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del giro de hombros en anteversión (°).

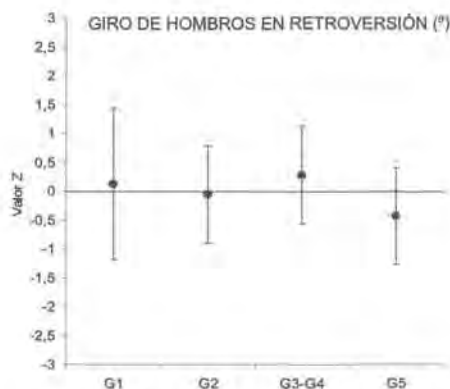


Figura 4.156. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del giro de hombros en retroversión (°).

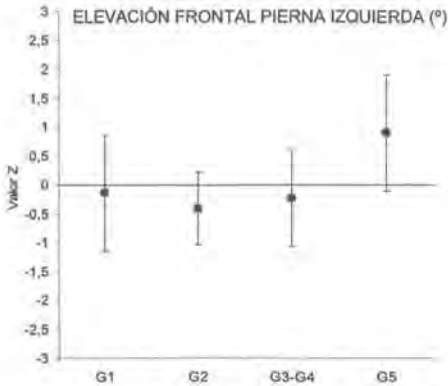


Figura 4.157. Valores típicos para cada grupo de estudio, de la elevación frontal de la extremidad inferior izquierda (°).

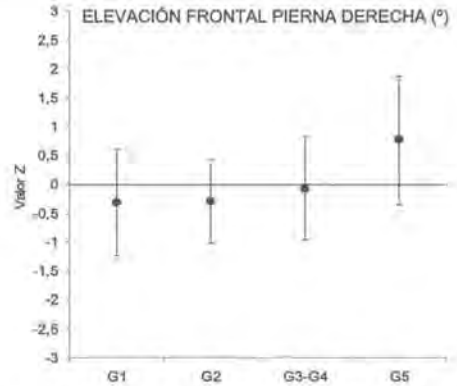


Figura 4.158. Valores típicos para cada grupo de estudio, de la elevación frontal de la extremidad inferior derecha (°).

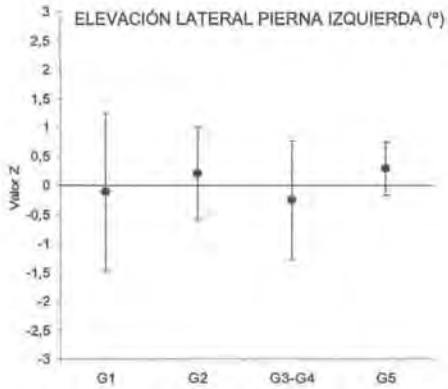


Figura 4.159. Valores típicos para cada grupo de estudio, de la elevación lateral de la extremidad inferior izquierda (°).

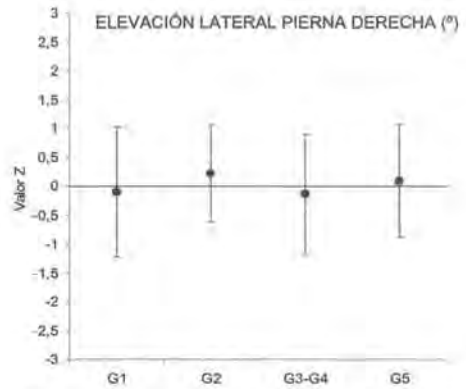


Figura 4.160. Valores típicos para cada grupo de estudio, de la elevación lateral de la extremidad inferior derecha (°).

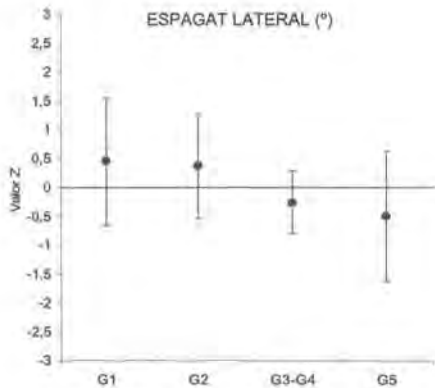


Figura 4.161. Valores típicos para cada grupo de estudio, del espagat lateral (°).

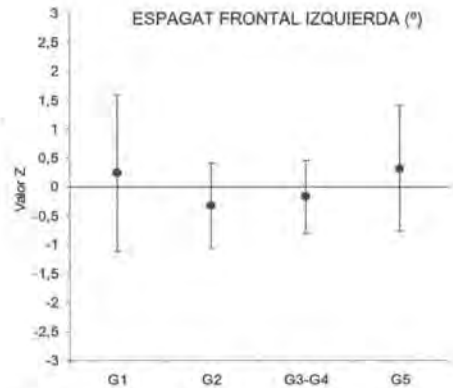


Figura 4.162. Valores típicos para cada grupo de estudio, del espagat frontal izquierda (°).

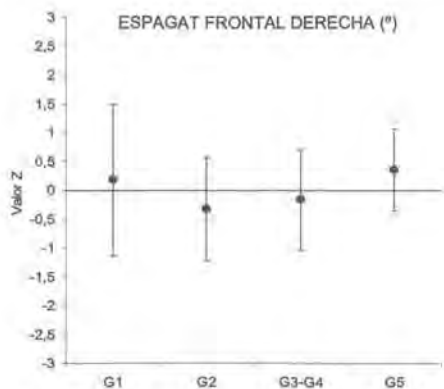


Figura 4.163. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del espagat frontal derecha (°).

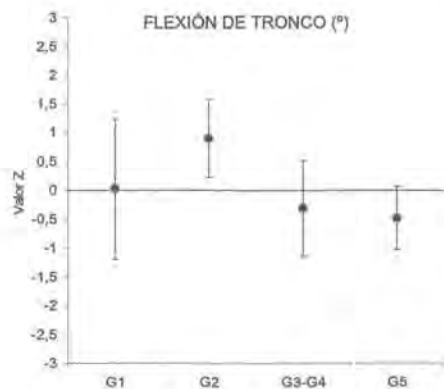


Figura 4.164. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la flexión de tronco (°).

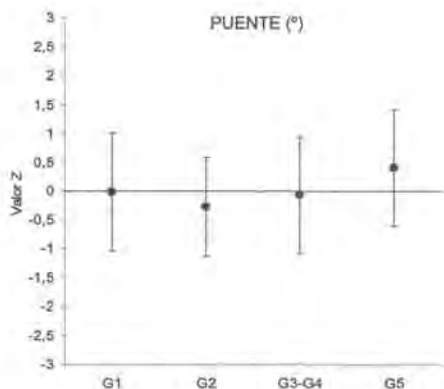


Figura 4.165. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del puente (°).

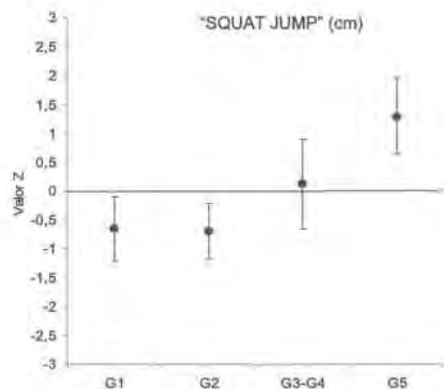


Figura 4.166. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del "squat jump" (cm).

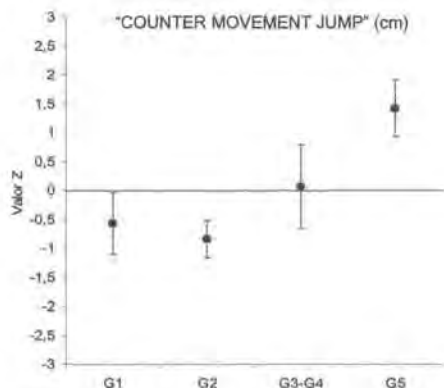


Figura 4.167. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del "counter movement jump" (cm).

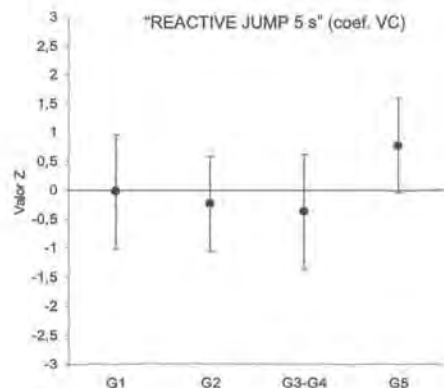


Figura 4.168. Valores tipificados para cada grupo de estudio, del "reactive jump 5 s" (coeficiente VC).

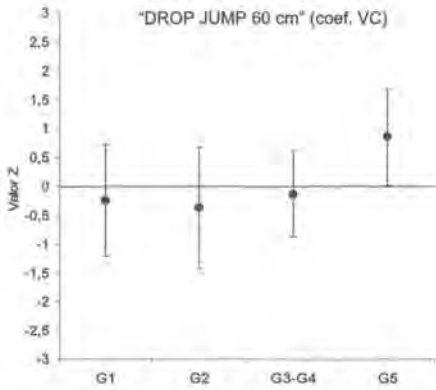


Figura 4.169. Valores tipificados para cada grupo de estudo, del "drop jump 60 cm" (coeficiente VC).

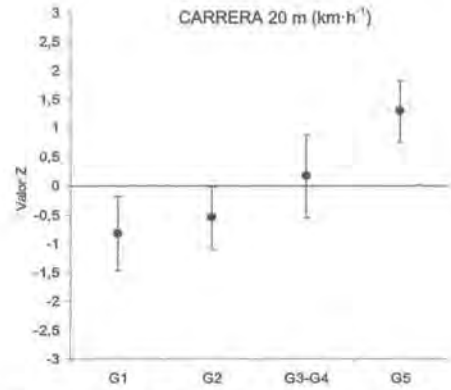


Figura 4.170. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la carrera de 20 metros (km·h⁻¹).

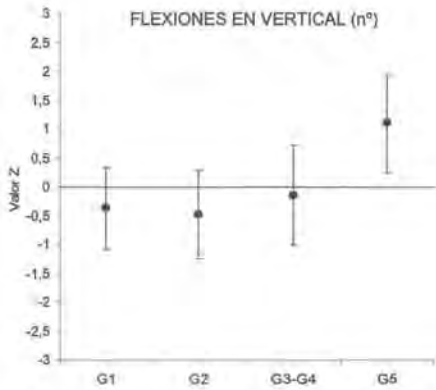


Figura 4.171. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de las flexiones en vertical (nº).

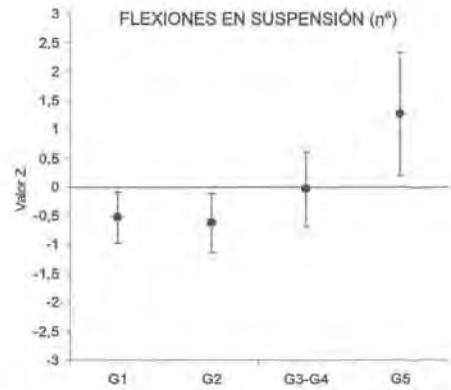


Figura 4.172. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de las flexiones en suspensión (nº).

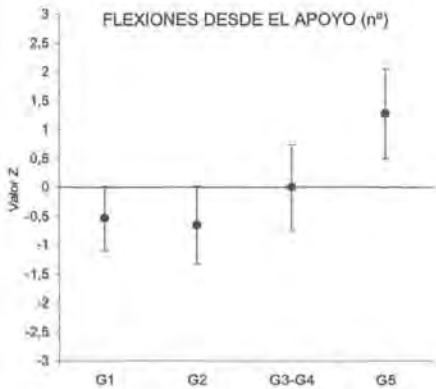


Figura 4.173. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de las flexiones desde el apoyo (nº).

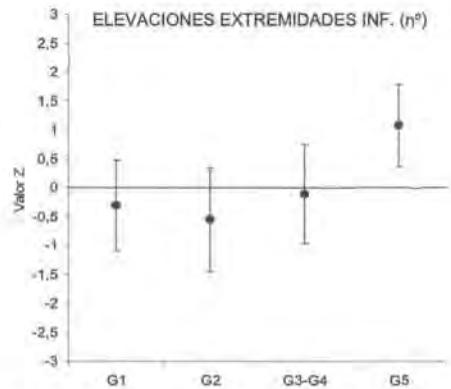


Figura 4.174. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de la elevación de las extremidades inferiores desde suspensión (nº).

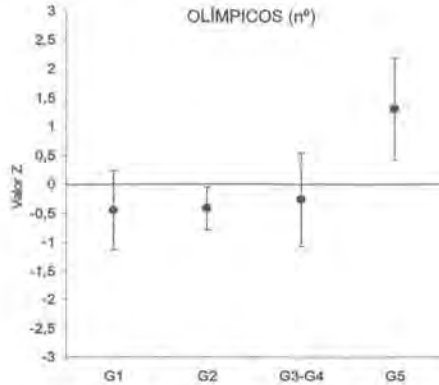


Figura 4.175. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de los olímpicos (n°).

4.4.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

En base a la comprobación previa de los supuestos para la aplicación del ANOVA (Tabla 4.125 – Tabla 4.129), como se ha justificado anteriormente (apartado 3.3.2.8), se procede al análisis de la varianza mediante el ANOVA de un factor o mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Figuras 4.176 – 4.198). En este último caso, las comparaciones a posteriori se establecen de dos a dos mediante la prueba U de Mann-Whitney.

FLEXIBILIDAD

No se han observado diferencias significativas entre los grupos analizados en ninguna de las variables de flexibilidad, a excepción de las mostradas en la Tabla 4.115.

Tabla 4.115. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Flexibilidad.

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
Extensión de hombros: retroversión ($^{\circ}$)	3,107	6,658	–	<0,001	0,970
Elevación frontal pierna izquierda ($^{\circ}$)	3,107	11,432	–	<0,001	0,999
Elevación frontal pierna derecha ($^{\circ}$) ^a	3,107	–	16,609	<0,001	–
Espagat lateral ($^{\circ}$) ^a	3,107	–	15,780	<0,001	–
Flexión de Tronco ($^{\circ}$)	3,107	12,839	–	<0,001	1

^a Comparadas mediante la prueba Kruskal-Wallis

La extensión de hombros (retroversión) de los gimnastas (Figura 4.177) es significativamente menor entre los grupos G3/G4<G1 ($p<0,01$) y G3/G4<G2 ($p<0,001$). La elevación frontal de cualquiera de las dos piernas del grupo G5 (Figura 4.180 – Figura 4.181), es significativamente mayor que la del resto de grupos ($p<0,01$). El espagat lateral (Figura 4.184) disminuye de forma significativa entre el grupo G1 y el G5 ($p<0,01$). La flexibilidad de tronco (Figura 4.187) es superior en el grupo G2 tanto si se compara con el G1 ($p<0,01$) como con el G3/G4 ($p<0,001$).

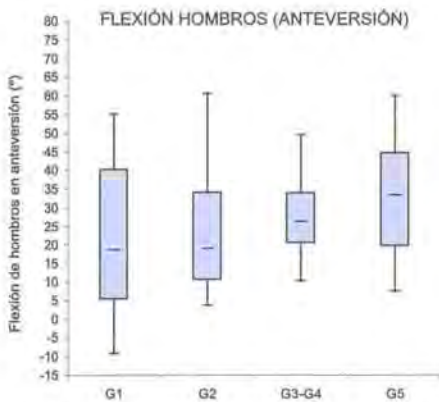


Figura 4.176. Comparaciones intergrupo para la flexión de hombros en anteversión ($^{\circ}$). No se observan diferencias significativas (Kruskall-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

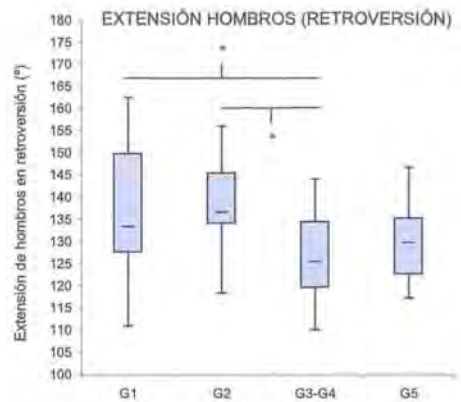


Figura 4.177. Comparaciones intergrupo para la extensión de hombros en retroversión ($^{\circ}$). *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

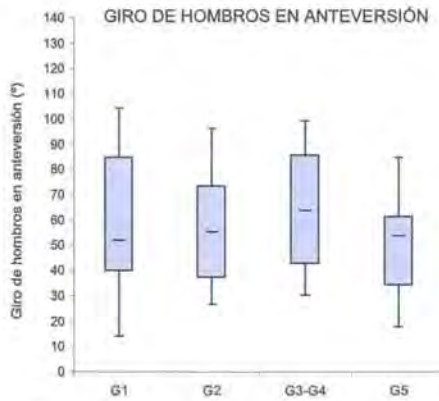


Figura 4.178. Comparaciones intergrupo para el giro de hombros en anteversión ($^{\circ}$). No se observan diferencias significativas (Kruskall-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

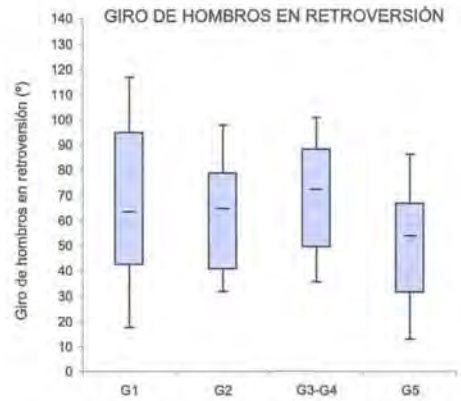


Figura 4.179. Comparaciones intergrupo para el giro de en retroversión ($^{\circ}$). No se observan diferencias significativas (Kruskall-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

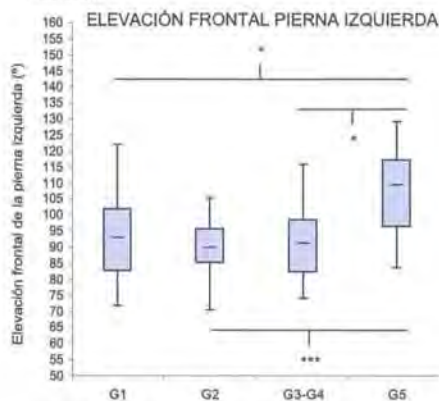


Figura 4.180. Comparaciones intergrupo para elevación frontal de la pierna izquierda. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

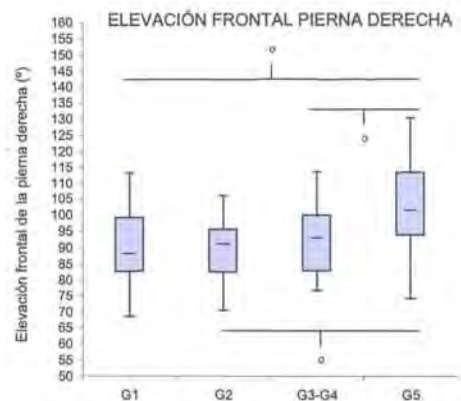


Figura 4.181. Comparaciones intergrupo para la elevación frontal de la pierna derecha. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

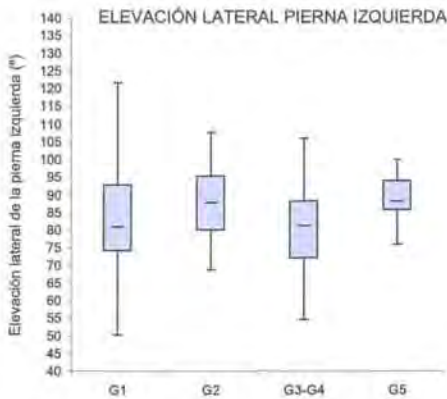


Figura 4.182. Comparaciones intergrupo para la elevación lateral de la pierna izquierda. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

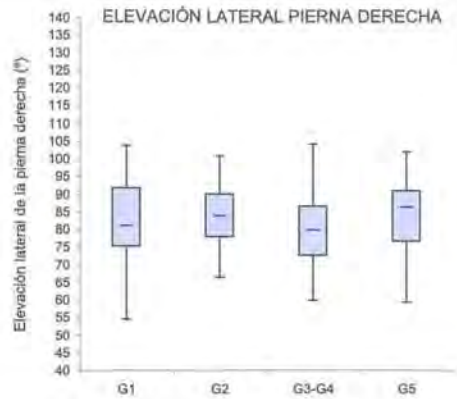


Figura 4.183. Comparaciones intergrupo para la elevación lateral de la pierna derecha. No se observan diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

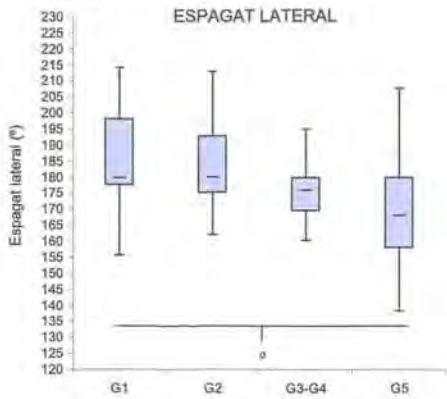


Figura 4.184. Comparaciones intergrupo para el espagat lateral. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

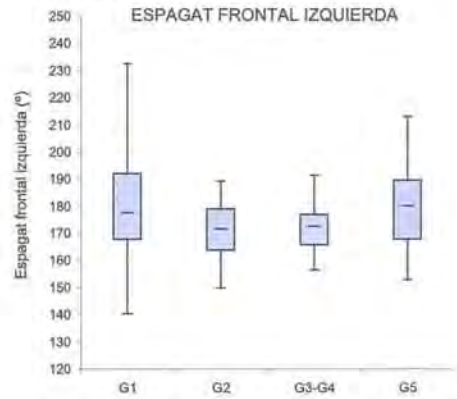


Figura 4.185. Comparaciones intergrupo para el espagat frontal izquierda. No se observan diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

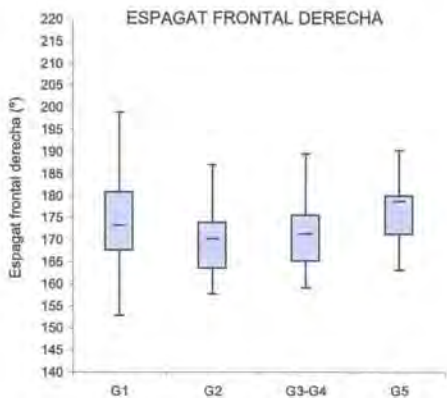


Figura 4.186. Comparaciones intergrupo para el espagat frontal derecha. No se observan diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

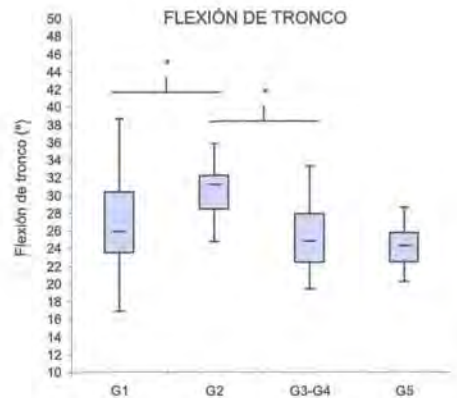


Figura 4.187. Comparaciones intergrupo para la flexión de tronco. No se observan diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} \geq 0,013$).

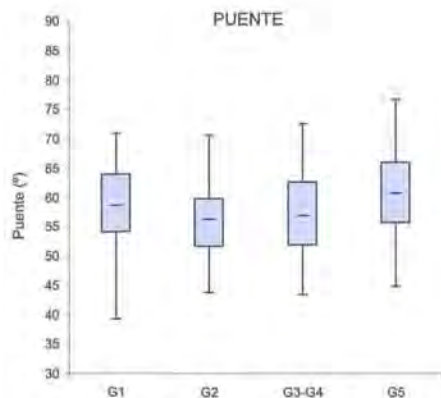


Figura 4.188. Comparaciones intergrupo para el puente. No se observan diferencias significativas (ANOVA, $p_{ajustada} > 0,013$).

CAPACIDAD DE SALTO

Se han hallado diferencias significativas entre alguno de los grupos analizados en todas las variables de capacidad de salto (Tabla 4.116).

Tabla 4.116. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA), Capacidad de salto.

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
"Squat Jump" (cm)	3,107	53,982	—	<0,001	1
"Counter Movement Jump" (cm)	3,107	84,580	—	<0,001	1
"Reactive Jump 5 s" (ms) ^a	3,107	—	18,717	<0,001	—
"Drop Jump 60 cm" (ms)	3,107	9,880	—	<0,001	0,997

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

Los resultados del *squat jump* (Figura 4.189) y el *counter movement jump* (Figura 4.190) muestran incrementos significativos entre los grupos G3/G4>G1 ($p < 0,001$) y G3/G4>G2 ($p < 0,001$). En ambos saltos el grupo G5 registra los valores más elevados, diferenciándose de forma significativa con el grupo justamente anterior (G3/G4) en el caso del "counter movement jump" ($p < 0,001$).

Los resultados del *reactive jump 5 s* (Figura 4.191) y el *drop jump 60 cm* (Figura 4.192) entre cada uno de los grupos analizados, son semejantes. El grupo de gimnastas clasificados en el estadio o grupo G5 muestra valores significativamente más elevados que el resto de grupos ($p < 0,001$), a excepción del grupo G1 en el test "reactive jump 5 s", que aunque registra valores menores, las diferencias no son significativas.

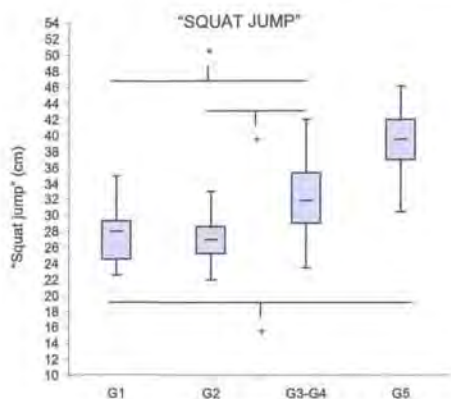


Figura 4.189. Comparaciones intergrupo para el SJ. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

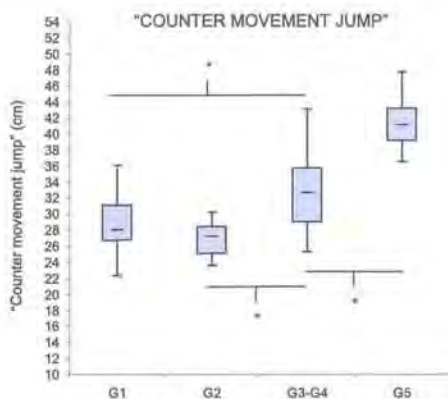


Figura 4.190. Comparaciones intergrupo para el CMJ. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

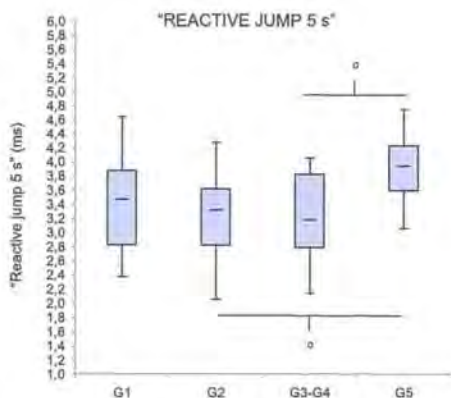


Figura 4.191. Comparaciones intergrupo para el RJ5. *Kruskal-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

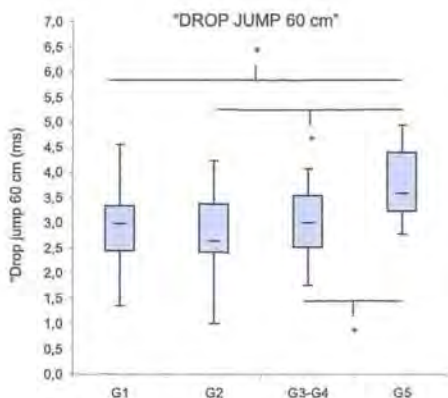


Figura 4.192. Comparaciones intergrupo para el DJ 60. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

VELOCIDAD

Los resultados de la carrera de 20 m muestran diferencias significativas entre alguno de los grupos analizados (Tabla 4.117).

Tabla 4.117. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Velocidad.

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
Carrera 20 m ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) ^a	3,107	—	66,868	<0,001	—

^a Comparada con la prueba de Kruskal-Wallis

Cuanto más pequeño es el estadio o grupo de análisis, menor es la velocidad media alcanzada en la carrera de 20 m ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$). Desde el grupo G1 es necesario llegar hasta el grupo G3/G4 para hallar diferencias significativas ($p<0,001$). A partir del grupo G2, los valores serán significativamente superiores grupo a grupo (G3/G4>G2: $p<0,001$; G5>G3/G4: $p<0,001$).

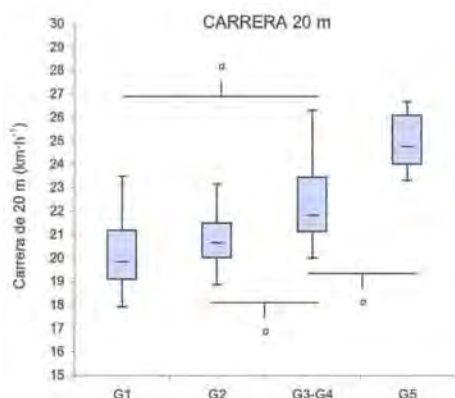


Figura 4.193. Comparaciones Intergrupo para la carrera de 20 m. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{\text{ajustada}}<0,013$).

HABILIDADES GIMNÁSTICAS DE CONDICIÓN FÍSICA

Las diferencias entre los distintos grupos de estudio (ANOVA de un factor), son significativas ($p<0,001$) en todas las habilidades gimnásticas de condición física (Tabla 4.118).

Tabla 4.118. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Habilidades gimnásticas de condición física.

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
Flexiones en vertical (n°) ^a	3,107	—	34,834	<0,001	—
Flexiones en suspensión (n°) ^a	3,107	—	50,197	<0,001	—
Flexiones desde el apoyo (n°) ^a	3,107	—	52,965	<0,001	—
Elevaciones extremidades inf. (n°)	3,107	19,888	—	<0,001	J
Olimpicas (n°) ^a	3,107	—	41,823	<0,001	—

^a Comparadas con el método Kruskal-Wallis

El grupo G5 registra la mayor prestación motriz en todas las habilidades gimnásticas de condición física ($p<0,001$). Además, las diferencias de este grupo en relación al inmediatamente anterior (G3/4), son, en todos los casos, significativas ($p<0,001$). No se observan diferencias significativas entre los grupos G1 y G2 en ninguna de las variables correspondientes a las habilidades gimnásticas de condición física ($p>p_{\text{ajustada}}$). En todas éstas, a excepción de las flexiones desde el apoyo ($p<0,001$), no se hallan diferencias significativas entre los grupos G1, G2, y G3/4

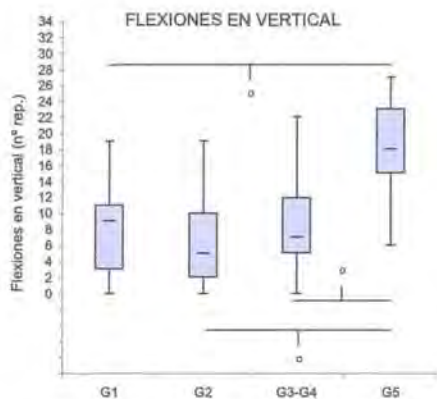


Figura 4.194. Comparaciones intergrupo para las flexiones en vertical. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

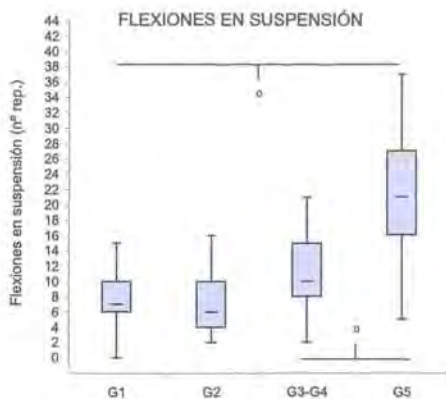


Figura 4.195. Comparaciones intergrupo para las flexiones en suspensión. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

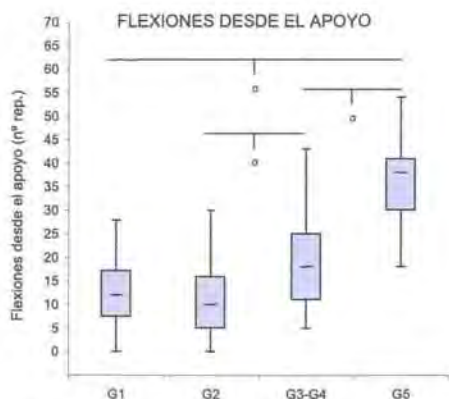


Figura 4.196. Comparaciones intergrupo para las flexiones desde el apoyo. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

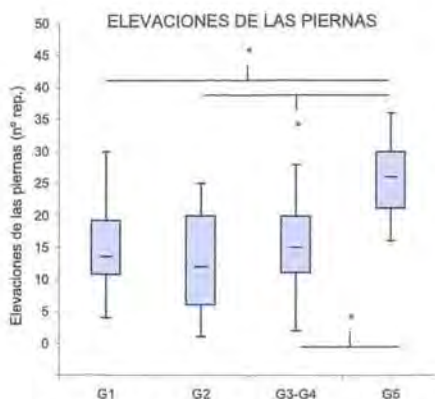


Figura 4.197. Comparaciones intergrupo para las elevaciones de las piernas desde suspensión. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

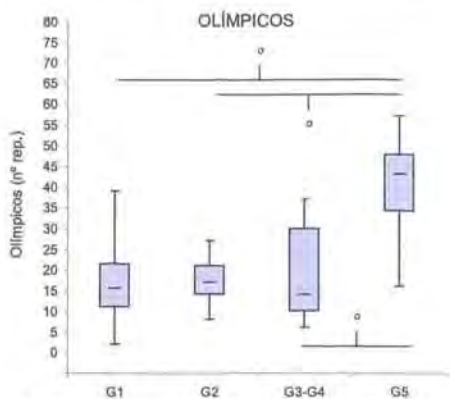


Figura 4.198. Comparaciones intergrupo para los olímpicos. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

4.4.4 CORRELACIÓN BIVARIADA

En la valoración de la condición física específica (VCFE) son candidatas a ser seleccionadas todas las variables. La correlación se efectúa entre cada una de las variables independientes (VCFE) y la variable dependiente (ranking). En función del tipo de distribución de cada variable (Tabla 4.125 – Tabla 4.129), se utiliza el índice de correlación de Pearson o bien el índice de correlación de Spearman (apartado 3.3.2.9). Los resultados se muestran agrupados por bloques: flexibilidad (Tabla 4.130), capacidad de salto (Tabla 4.131), velocidad (Tabla 4.132) y habilidades gimnásticas de condición física (Tabla 4.133).

4.4.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Las funciones resultantes del análisis de regresión múltiple para cada uno de los grupos de estudio de esta valoración (VCFE) se incluyen en la Tabla 4.123. Los coeficientes de determinación (r^2) indican el grado en que la varianza de la variable rendimiento viene explicada por el modelo multivariante (apartado 3.3.2.10) y oscilan entre el 76,0% y 90,0%.

4.4.6 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Las variables seleccionadas a través el análisis discriminante para cada uno de los grupos de estudio de esta valoración (VCFE) se incluyen en la Tabla 4.124. El coeficiente de correlación canónica se establece para la primera función del modelo discriminante ($r_{1 \text{ función}}$) e indica el grado más elevado en que el modelo multivariante clasifica a los sujetos de cada uno de los grupos de estudio, según las categorías de rendimiento establecidas: elevado, medio, o discreto (apartado 3.3.2.11). Se muestran además los resultados de clasificación para cada una de dichas categorías, indicando el valor numérico individual (n) y porcentual (%) en que se logra clasificar correctamente a cada uno de los sujetos que forman parte de la muestra objeto de estudio: G1 (Tabla 4.119); G2 (Tabla 4.120); G3/G4 (Tabla 4.121); G5 (Tabla 4.122).

Tabla 4.119. VCFE: clasificación discriminante para el grupo G1.

	Rendimiento	Elevado	Medio	Discreto	Total
n	Elevado	9	0	0	9
	Medio	0	7	2	9
	Discreto	0	0	10	10
%	Elevado	100	0,0	0,0	100
	Medio	0,0	77,8	22,2	100
	Discreto	0,0	0,0	100	100

El 92,9% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.120. VCFE: clasificación discriminante para el grupo G2.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	8	0	0	8
	<i>Medio</i>	0	8	0	8
	<i>Discreto</i>	0	2	7	9
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	100	0,0	0,0	100
	<i>Medio</i>	0,0	100	0,0	100
	<i>Discreto</i>	0,0	22,2	77,8	100

El 92,0% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.121. VCFE: clasificación discriminante para el grupo G3/G4.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	11	0	0	11
	<i>Medio</i>	1	9	1	11
	<i>Discreto</i>	0	1	10	11
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	100	0,0	0,0	100
	<i>Medio</i>	9,1	81,8	9,1	100
	<i>Discreto</i>	0,0	9,1	90,9	100

El 90,9% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.122. VCFE: clasificación discriminante para el grupo G5.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	8	0	0	8
	<i>Medio</i>	0	8	0	8
	<i>Discreto</i>	0	0	9	9
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	100	0,0	0,0	100
	<i>Medio</i>	0,0	100	0,0	100
	<i>Discreto</i>	0,0	0,0	100	100

El 100% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.123. VCFE: análisis de regresión múltiple.

Grupos	Ecuaciones predictivas	F			r ²			Error de estimación
		gl ₁	gl ₂	p	Exacta	Corregida		
G1	55,491 - (0,151 · Giro de hombros en anteversión)	201,919	1	26	0,001	0,89	0,88	1,52
G2	48,541 - (0,132 · Giro de hombros en anteversión) + (0,318 · Olímpicos)	96,064	2	22	0,001	0,90	0,89	1,54
G3/G4	22,955 + (3,002 · R5) + (0,210 · Flexión de hombros: anteversión) + (0,233 · Olímpicos)	34,220	3	29	0,001	0,78	0,76	2,94
G5	24,996 + (0,150 · Olímpicos) + (3,310 · R5) + (0,055 · Elevación lateral de la pierna derecha)	72,031	3	21	0,001	0,91	0,90	1,15

F_{crítico} (p<0,05); F_{ajustado} (p<0,10)

Tabla 4.124. VCFE: análisis discriminante.

Grupos	Variables seleccionadas	Lambda de Wilks	gl ₁	gl ₂	gl ₃	F	gl ₁	gl ₂	p	r ² función
G1	Flexión de hombros: anteversión (°)	0,104	1	2	25	108,045	2	25	0,001	0,96
	Giro de hombros en anteversión (°)	0,060	2	2	25	37,186	4	48	0,001	
G2	Giro de hombros en anteversión (°)	0,190	1	2	22	46,887	2	22	0,001	0,94
	Flexión de hombros: anteversión (°)	0,135	2	2	22	18,129	4	42	0,001	
	Elevaciones de extremidades inferiores (n°)	0,065	3	2	22	13,907	6	40	0,001	
G3/G4	R5 (ms)	0,229	1	2	30	50,612	2	30	0,001	0,91
	Olímpicos (n°)	0,167	2	2	30	20,968	4	58	0,001	
	Flexión de hombros: anteversión (°)	0,13	3	2	30	16,576	6	56	0,001	
G5	Olímpicos (n°)	0,214	1	2	22	40,440	2	22	0,001	0,95
	R5 (ms)	0,098	2	2	22	23,119	4	42	0,001	
	Elevación lateral de la pierna derecha (°)	0,050	3	2	22	23,283	6	40	0,001	
Flexión de hombros: anteversión (°)	Flexión de hombros: anteversión (°)	0,036	4	2	22	20,391	8	38	0,001	0,95
	Flexión de tronco (°)	0,025	5	2	22	19,066	10	36	0,001	

F_{crítico} (p<0,05); F_{ajustado} (p<0,10)

Tabla 4.125. Normalidad y homoscedasticidad de los ítems de flexibilidad (I).

	Flexión de hombros (anteversión)			Extensión de hombros (retrov.)			Giro de hombros (anteversión)			Giro de hombros (retroversión)						
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,01	0,001	0,64	0,12	0,45	0,18	0,29	0,27	0,07	0,20	0,01	0,45	0,02	0,06	0,01	0,32
Levene	0,11															

Tabla 4.126. Normalidad y homoscedasticidad de los ítems de flexibilidad (II).

	Elevación lateral pierna izquierda			Elevación frontal pierna derecha.			Elevación lateral pierna izquierda			Elevación lateral pierna derecha						
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,33	0,83	0,13	0,22	0,27	0,54	0,01	0,72	0,67	0,64	0,40	0,91	0,43	0,60	0,24	0,76
Levene	0,04															
	0,001															
	0,66															

Tabla 4.127. Normalidad y homoscedasticidad de los ítems de flexibilidad (III).

	Espagat lateral			Espagat frontal izquierda			Espagat frontal derecha			Flexión de tronco			Puente			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,25	0,58	0,01	0,74	0,46	0,43	0,28	0,26	0,26	0,08	0,04	0,39	0,86	0,68	0,39	0,69
Levene	0,01															
	0,01															
	0,68															

Tabla 4.128. Normalidad y homoscedasticidad de los ítems de salto y velocidad.

	"Squat Jump"			"Counter Movement Jump"			"Reactive Jump 5 s"			"Drop Jump 60 cm"						
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,26	0,56	0,79	0,82	0,53	0,13	0,58	0,10	0,08	0,91	0,02	0,23	1,00	0,74	0,22	0,13
Levene	0,09															
	0,01															
	0,27															

Tabla 4.129. Normalidad y homoscedasticidad de las habilidades de condición física.

	Flexiones en vertical			Flexiones en suspensión			Flexiones desde el apoyo			Elevaciones extrem. inferiores			Olimpicos			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,12	0,04	0,001	0,34	0,76	0,01	0,23	0,61	0,91	0,03	0,16	0,25	0,39	0,20	0,38	0,41
Levene	0,37															
	0,001															
	0,56															
	0,001															
	0,12															

F_{critical}(p<0,05); F_{actual}(p<0,10)

Tabla 4.130. Correlación entre el ranking y las pruebas de flexibilidad.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Elevación hombros anteversión (°)	0,93	0,001	0,89	0,001	0,54	0,001	0,52	0,001
Elevación hombros retroversión (°)	0,77	0,001	0,55	0,001	0,27	ns	0,23	ns
Giro de hombros anteversión (°)	-0,94	0,001	-0,94	0,001	-0,74	0,001	-0,74	0,001
Giro de hombros retroversión (°)	-0,93	0,001	-0,89	0,001	-0,69	0,001	-0,69	0,001
Elevación frontal pierna izquierda (°)	0,52	0,001	-0,09	ns	0,27	ns	0,26	ns
Elevación frontal pierna derecha (°)	0,28	ns	0,09	ns	0,18	ns	0,18	ns
Elevación lateral pierna izquierda (°)	0,25	ns	-0,04	ns	0,21	ns	0,24	ns
Elevación lateral pierna derecha (°)	0,34	ns	0,05	ns	0,20	ns	0,26	ns
Espágat lateral (°)	0,21	ns	-0,18	ns	0,30	ns	0,30	ns
Espágat frontal izquierda (°)	0,19	ns	0,37	ns	0,39	0,05	0,45	0,01
Espágat frontal derecha (°)	0,07	ns	0,05	ns	0,50	0,001	0,50	0,001
Flexión de tronco (°)	0,09	ns	0,29	ns	0,38	0,05	0,44	0,01
Puente (°)	-0,14	ns	-0,20	ns	0,21	ns	0,19	ns

AV: anteversión; RV: retroversión; I: izquierda; D: derecha; r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.131. Correlación entre el ranking y las pruebas de la capacidad de salto.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
"Squat Jump" (cm)	0,36	ns	0,78	0,001	-0,02	ns	-0,02	ns
"Counter Movement Jump" (cm)	0,36	ns	0,63	0,001	0,71	0,001	0,76	0,001
"Reactive Jump 5 s" (ms)	0,71	0,001	0,30	ns	0,85	0,001	0,85	0,001
"Drop Jump 60 cm" (ms)	0,32	ns	0,16	ns	0,31	ns	0,38	0,05

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.132. Correlación entre el ranking y la prueba de velocidad.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Carrera 20 m (km·h ⁻¹)	-0,49	0,01	0,07	ns	-0,10	ns	-0,10	ns

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

Tabla 4.133. Correlación entre el ranking y las habilidades gimnásticas de condición física.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Flexiones en vertical (n°)	0,45	0,05	0,38	ns	0,20	ns	0,20	ns
Flexiones en suspensión (n°)	0,40	0,05	0,18	ns	0,25	ns	0,17	ns
Flexiones desde el apoyo (n°)	0,36	ns	0,00	ns	0,18	ns	0,14	ns
Elev. extremidades inferiores (n°)	0,32	ns	0,40	0,05	0,36	0,05	0,37	0,05
Olimpicas (n°)	0,84	0,001	0,91	0,001	0,84	0,001	0,84	0,001

r = índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa (p>0,05).

4.5 Valoración de la técnica

La valoración de la técnica (VT), como se ha justificado anteriormente (apartado 3.2.2.5), se basa en el análisis de los balanceos (barra fija, anillas, paralelas, molinos en caballo con arcos -"seta"-) y la prueba de recepción.

4.5.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Todas las variables incluidas en esta valoración son variables cuantitativas continuas, obtenidas en base a la puntuación (sobre 10 puntos) de la técnica de balanceos (apartado 3.2.2.5.1) y la prueba de recepción (apartado 3.2.2.5.2). Se presentan de forma descriptiva, para cada grupo de estudio (apartado 3.3.2.1).

4.5.1.1 BALANCEOS EN BARRA FIJA

Tabla 4.134, Puntuación de los balanceos en barra fija.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Balanceos en barra fija (puntuación sobre 10)	5,6	2,2	1,4 9,0	5,3	2,1	1,1 9,6	7,4	1,5	4,0 9,8	9,1	0,7	7,5 9,9

4.5.1.2 BALANCEOS EN ANILLAS

Tabla 4.135, Puntuación de los balanceos en anillas.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Balanceos en anillas (puntuación sobre 10)	3,0	1,9	0,3 6,3	4,4	2,3	1,1 8,7	5,9	1,2	3,2 7,5	8,1	0,9	6,1 9,2

4.5.1.3 BALANCEOS EN PARALELAS

Tabla 4.136, Puntuación de los balanceos en paralelas.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Balanceos en paralelas (puntuación sobre 10)	5,1	1,9	1,2 8,2	6,0	1,5	3,2 9,0	6,6	1,3	3,7 8,9	9,2	0,5	8,3 9,9

4.5.1.4 MOLINOS EN CABALLO CON ARCOS

Tabla 4.137. Puntuación de los molinos en la "sela".

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Molinos en la "sela" (puntuación sobre 10)	3,8	1,8	0,0 7,3	4,7	1,9	1,7 8,9	6,0	1,8	2,1 9,5	8,0	0,9	6,4 9,3

4.5.1.5 PRUEBA DE RECEPCIÓN

Tabla 4.138. Puntuación en la prueba de recepción.

	G1			G2			G3/G4			G5		
	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max	\bar{x}	s	min max
Test de recepción (puntuación sobre 10)	6,2	3,4	0,0 9,5	7,0	1,8	3,8 9,8	8,7	1,0	6,6 10,0	9,4	0,5	8,2 10,0

4.5.2 FIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE VALORACIÓN

Como se ha señalado anteriormente (apartado 3.2.2.5.1 y apartado 3.2.2.5.2), se ha determinado la fiabilidad de cada una de las plantillas de observación elaboradas para el análisis de la técnica (balanceos en barra fija, anillas y paralelas, molinos en la "seta" y la prueba de recepción). Se muestran los datos obtenidos sobre la fiabilidad intraobservador e interobservador, en relación a cada grupo de estudio (Tabla 4.139).

Tabla 4.139. Fiabilidad de las plantillas de observación utilizadas para la valoración técnica.

	G1		G2		G3/G4		G5		
	CCI ($p \leq 0,001$)	CV (%)	CCI ($p \leq 0,001$)	CV (%)	CCI ($p \leq 0,001$)	CV (%)	CCI ($p \leq 0,001$)	CV (%)	
Intraobservador	Barra fija	0,99	5,31	0,99	4,06	0,99	3,06	0,98	0,84
	Anillas	0,99	6,96	0,99	6,92	0,99	4,10	0,99	2,14
	Paralelas	0,94	4,99	0,97	1,36	0,82	2,86	0,97	1,19
	"Seta"	0,99	6,28	0,97	5,09	0,95	3,35	0,99	1,05
	Recepción	0,99	1,07	0,98	1,56	0,92	1,37	0,94	0,87
Interobservador	Barra fija	0,99	9,82	0,99	6,37	0,99	4,06	0,97	3,32
	Anillas	0,96	9,66	0,88	8,36	0,96	5,60	0,96	2,63
	Paralelas	0,91	6,19	0,83	3,88	0,82	4,05	0,82	2,45
	"Seta"	0,99	9,51	0,92	5,36	0,97	4,44	0,92	1,67
	Recepción	0,81	5,76	0,81	3,15	0,92	2,47	0,81	2,31

4.5.3 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

Todas las variables son candidatas a ser incluidas en el modelo de análisis (VT). Pese a que alguna de éstas no se distribuye normalmente (Tabla 4.140 - Tabla 4.142), se procede a la tipificación en todos los casos para facilitar la comprensión gráfica de su comportamiento en cada uno de los grupos de estudio (Figuras 4.199 - 4.203).

Tabla 4.140. Normalidad y homoscedasticidad: barra fija y anillas.

	Balanceos en la barra fija				Balanceos en las anillas			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,17	0,92	0,19	0,01	0,11	0,30	0,08	0,05
Levene	-				-			

Tabla 4.141. Normalidad y homoscedasticidad: paralelas y "seta".

	Balancesos en las paralelas				Molinos en la "seta"			
	G1	G2	G3/G4	G5	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,54	0,01	0,51	0,07	0,53	0,73	0,91	0,30
Levene	-				0,01			

Tabla 4.142. Normalidad y homoscedasticidad: test de recepción.

	Test de recepción			
	G1	G2	G3/G4	G5
Shapiro-Wilks	0,001	0,01	0,01	0,02
Levene	-			

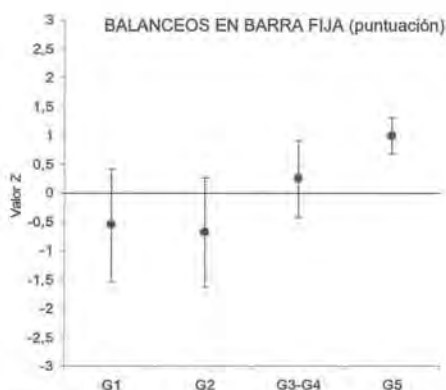


Figura 4.199. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de los balanceos en barra fija (puntuación sobre 10).

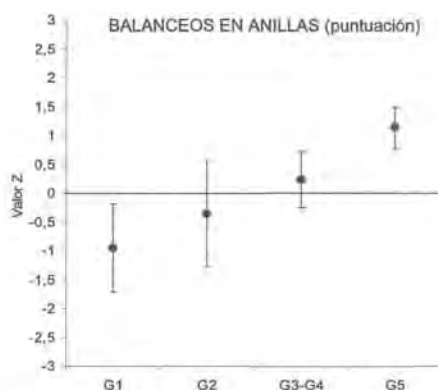


Figura 4.200. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de los balanceos en anillas (puntuación sobre 10).

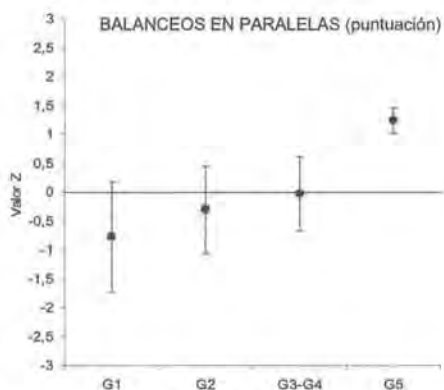


Figura 4.201. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de los balanceos en paralelas (puntuación sobre 10).

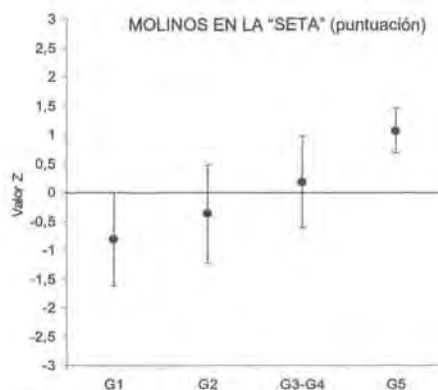


Figura 4.202. Valores tipificados para cada grupo de estudio, de los molinos en la seta (puntuación sobre 10).

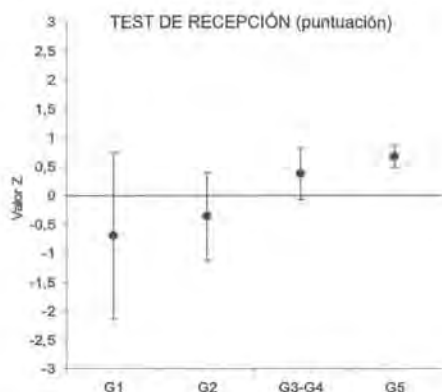


Figura 4.203. Valores tipificados para cada grupo de estudio, en la prueba de recepción (puntuación sobre 10).

4.5.4 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

En base a la comprobación previa de los supuestos para la aplicación del ANOVA (Tabla 4.140 – Tabla 4.142), y tal y como se ha justificado anteriormente (apartado 3.3.2.8), se procede a analizar la varianza mediante el ANOVA de un factor o bien mediante la prueba de Kruskal-Wallis (Figuras 4.204 – 4.208). En este último caso, las comparaciones a posteriori se establecen de dos a dos mediante la prueba U de Mann-Whitney. Las diferencias entre los distintos grupos de estudio, en todas las habilidades técnicas, son significativas (Tabla 4.143).

Tabla 4.143. Resultados significativos y potencia estadística (ANOVA). Habilidades técnicas

Variable	gl	F	χ^2	p	1 - β
Balanceos en barra fija (puntuación sobre 10) ^a	3,107	--	53,223	<0,001	--
Balanceos en anillas (puntuación sobre 10) ^a	3,107	--	66,273	<0,001	--
Balanceos en paralelas (puntuación sobre 10) ^a	3,107	--	61,650	<0,001	--
Molinos en "seta" (puntuación sobre 10)	3,107	31,568	--	<0,001	1
Test de recepción (puntuación sobre 10) ^a	3,107	--	42,716	<0,001	--

^a Comparadas con la prueba de Kruskal-Wallis

A excepción de la prueba de recepción (Figura 4.208), los gimnastas del grupo G5 obtienen la mejor puntuación ($p < 0,001$). Entre los grupos G1 y G2 no se observan diferencias significativas en ninguna de las habilidades técnicas puntuadas ($p > p_{ajustada}$). En relación al grupo o estadio G1, es necesario llegar al grupo o estadio G3 para que, en todas y cada una de las variables, los incrementos sean significativos ($p < 0,001$).

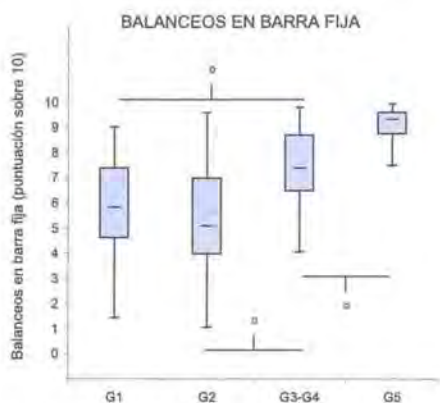


Figura 4.204. Comparaciones intergrupo en los balanceos en barra fija. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

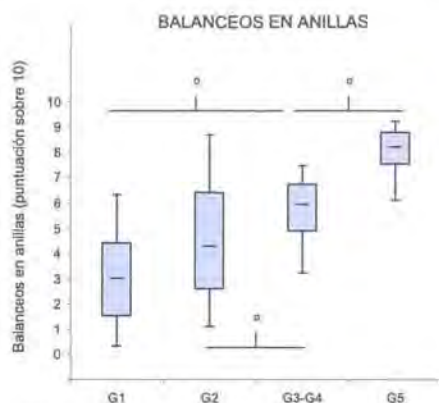


Figura 4.205. Comparaciones intergrupo en los balanceos en anillas. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

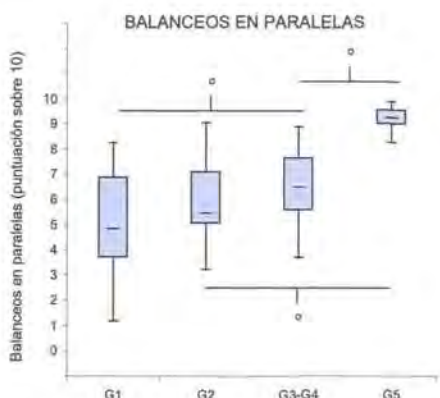


Figura 4.206. Comparaciones intergrupo en los balanceos en paralelas. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

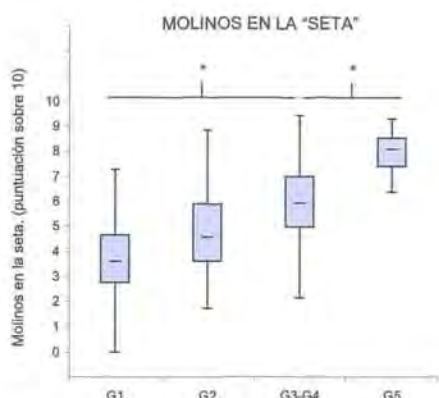


Figura 4.207. Comparaciones intergrupo en los molinos en la seta. *ANOVA, diferencias *post-hoc* significativas (Bonferroni, $p_{ajustada} < 0,013$).

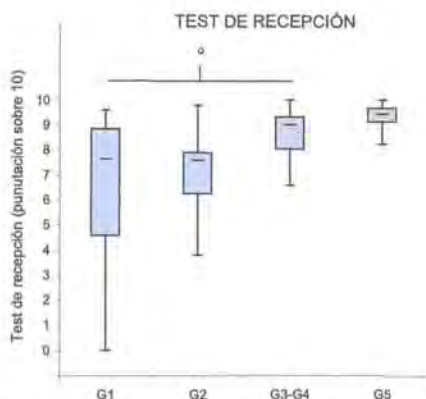


Figura 4.208. Comparaciones intergrupo en la prueba de recepción. *Kruskall-Wallis, diferencias *post-hoc* significativas (U de Mann-Whitney, $p_{ajustada} < 0,013$).

4.5.5 CORRELACIÓN BIVARIADA

En la valoración de la técnica (VT) son candidatas a ser seleccionadas todas las variables. La correlación se estudia entre cada una de las variables independientes (VT) y la variable dependiente (ranking). En función del tipo de distribución de cada variable (Tabla 4.140 - Tabla 4.142), se utiliza el índice de correlación de Pearson o el de Spearman (apartado 3.3.2.9).

Tabla 4.144. Correlación entre el ranking y la puntuación sobre 10 obtenida de los ítems de la VT.

	Rendimiento (CP-FIG y CP-RFEG)							
	G1		G2		G3/G4		G5	
	r	p	r	p	r	p	r	p
Balanceos en barra fija	0,80	0,01	0,92	0,01	0,77	0,01	0,73	0,01
Balanceos en anillas	0,57	0,01	0,59	0,01	0,85	0,01	0,93	0,01
Balanceos en paralelas	0,79	0,01	0,80	0,01	0,70	0,01	0,18	ns
Molinos en la seta	0,28	ns	0,50	0,01	0,71	0,01	0,82	0,01
Test de recepción	0,85	0,01	0,73	0,01	0,70	0,01	0,34	ns

r = Índice de correlación; p = grado de significación; ns = no significativa ($p > 0,05$).

4.5.6 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Las funciones resultantes del análisis de regresión múltiple para cada uno de los grupos de estudio de esta valoración (VT) se incluyen en la Tabla 4.145. Los coeficientes de determinación (r^2) indican el grado en que la varianza de la variable rendimiento viene explicada por el modelo multivariante (apartado 3.3.2.10) y oscilan entre el 70,0% y 84,0%.

4.5.7 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Las variables seleccionadas por el análisis discriminante para cada uno de los grupos de la VT se incluyen en la Tabla 4.146. El coeficiente de correlación canónica se establece para la primera función del modelo discriminante ($r_{1* \text{ función}}$) e indica el grado más elevado en que el modelo multivariante clasifica a los sujetos de cada uno de los grupos de estudio, según las categorías de rendimiento establecidas: elevado, medio, o discreto (apartado 3.3.2.11). Se muestran además los resultados de clasificación para cada una de dichas categorías, indicando el valor numérico individual (n) y porcentual (%) en que se logra clasificar correctamente a cada uno de los sujetos que forman parte de la muestra objeto de estudio: G1 (Tabla 4.147); G2 (Tabla 4.148); G3/G4 (Tabla 4.149); G5 (Tabla 4.150).

Tabla 4.145. VT: análisis de regresión múltiple.

Grupos	Ecuaciones predictivas	F				r ²		Error de estimación
		g ₁	g ₂	g ₃	p	Exacta	Corregida	
G1	35,845 + (1,925 · Balanceos en barra fija)	106,140	1	25	0,001	0,80	0,79	2,12
G2	36,034 + (1,997 · Balanceos en barra fija)	128,236	1	23	0,001	0,85	0,84	1,84
G3/G4	12,853 + (3,129 · Balanceos en anillas) + (1,561 · Balanceos en barra fija)	70,696	2	30	0,001	0,83	0,81	2,58
G5	20,704 + (3,458 · Balanceos en anillas)	56,316	1	23	0,001	0,71	0,70	1,99

F_{crítico} (p<0,05); F_{realizado} (p<0,10)

Tabla 4.146. VT: análisis discriminante.

Grupos	Variables seleccionadas	Lambdas de Wilks (λ)				F				F _{realizado}
		g ₁	g ₂	g ₃	g ₄	g ₁	g ₂	g ₃	p	
G1	Balanceos en barra fija	0,247	1	2	25	38,172	2	25	0,001	0,87
G2	Balanceos en paralelas	0,204	1	2	22	42,813	2	22	0,001	0,90
	Test de recepción	0,130	2	2	22	18,582	4	42	0,001	
G3/G4	Balanceos en anillas	0,407	1	2	30	21,850	2	30	0,001	0,84
	Molinos en seta	0,283	2	2	30	12,743	4	58	0,001	
G5	Balanceos en barra fija	0,226	3	2	30	10,284	6	56	0,001	0,84
	Balanceos en Anillas	0,292	1	2	22	26,628	2	22	0,001	

F_{crítico} (p<0,05); F_{realizado} (p<0,10)

Tabla 4.147. VT: clasificación discriminante para el grupo G1.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	8	1	0	9
	<i>Medio</i>	0	9	0	9
	<i>Discreto</i>	0	3	7	10
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	88,9	11,1	0,0	100
	<i>Medio</i>	0,0	100	0,0	100
	<i>Discreto</i>	0,0	30,0	70,0	100

El 85,7% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.148. VT: clasificación discriminante para el grupo G2.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	7	1	0	8
	<i>Medio</i>	0	7	1	8
	<i>Discreto</i>	0	3	6	9
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	87,5	12,5	0,0	100
	<i>Medio</i>	0,0	87,5	12,5	100
	<i>Discreto</i>	0,0	33,3	66,7	100

El 80,0% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.149. VT: clasificación discriminante para el grupo G3/G4.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	11	0	0	11
	<i>Medio</i>	1	8	2	11
	<i>Discreto</i>	0	3	8	11
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	100	0,0	0,0	100
	<i>Medio</i>	9,1	72,7	18,2	100
	<i>Discreto</i>	0,0	27,3	72,7	100

El 81,8% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.150. VT: clasificación discriminante del grupo G5

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	7	1	0	8
	<i>Medio</i>	2	5	1	8
	<i>Discreto</i>	0	2	7	9
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	87,5	12,5	0,0	100
	<i>Medio</i>	25,0	62,5	12,5	100
	<i>Discreto</i>	0,0	22,2	77,8	100

El 76,0% de los casos se agrupan correctamente.

4.6 Valoración multidimensional

La valoración multidimensional es el resultado de la combinación de las anteriores valoraciones (apartado 3.3.1.6). Se incorporan al modelo multivariante (análisis de regresión múltiple y análisis discriminante) todas las variables analizadas (VASD, VS, VCFG, VCFE, VT) en relación a cada uno de los grupos de estudio (G1 a G5). Dicho modelo multivariante, computado mediante una secuencia de pasos sucesivos (apartados 3.3.2.10 y 3.3.2.11), selecciona siempre aquella variable o conjunto de variables que explican en mayor grado la varianza de la variable rendimiento (análisis de regresión múltiple), o bien que mejor discriminan al clasificar a cada individuo en su grupo de nivel de rendimiento (elevado, medio o discreto).

4.6.1 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Las funciones resultantes del análisis de regresión múltiple para la VM se incluyen en la Tabla 4.152. Los coeficientes de determinación (r^2) indican el grado en que la varianza de la variable rendimiento viene explicada por el modelo multivariante (apartado 3.3.2.10) y oscilan entre el 89,0% y 93,0%.

4.6.2 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Las variables seleccionadas mediante el análisis discriminante en la VM se incluyen en la Tabla 4.153. El coeficiente de correlación canónica se establece para la primera función del modelo discriminante ($r_{1+función}$) e indica el grado más elevado en que el modelo multivariante clasifica a los sujetos en su grupo de rendimiento (elevado, medio o discreto). Se muestran además los resultados de la clasificación discriminante para cada una de dichas categorías, indicando el valor numérico individual (n) y porcentual (%) en que se logra clasificar correctamente a cada uno de los sujetos que forman parte de la muestra objeto de estudio: G1 (Tabla 4.151); G2 (Tabla 4.154); G3/G4 (Tabla 4.155); G5 (Tabla 4.156).

Tabla 4.151. VM: clasificación discriminante para el grupo G1.

	Rendimiento	Elevado	Medio	Discreto	Total
n	Elevado	9	0	0	9
	Medio	0	7	2	9
	Discreto	0	0	10	10
%	Elevado	100	0,0	0,0	100
	Medio	0,0	77,8	22,2	100
	Discreto	0,0	0,0	100	100

El 92,9% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.152. VM: análisis de regresión múltiple.

Grupos	Ecuaciones predictivas	F			R ²		Error de estimación
		gl ₁	gl ₂	p	Exacta	Corregida	
G1	18,932 - (0,102 · Giro de hombros en anteversión) + (0,516 · Horas/semana entren.) + (0,588 · LRIES)	3	24	0,001	0,94	0,93	1,19
G2	48,541 - (0,132 · Giro de hombros en anteversión) + (0,318 · Olímpicos)	2	22	0,001	0,90	0,89	1,55
G3/G4	5,911 + (2,499 · Balanceos anillas) + (0,923 · Años entren.) + (3,359 · R5) + (0,702 · Abd. en 30 s)	4	28	0,001	0,91	0,90	1,93
G5	15,687 + (0,145 · Olímpicos) + (3,005 · R5) + (0,086 · Espagat derecha)	3	21	0,001	0,91	0,89	1,18

F_{entradas} (p<0,05), F_{salidas} (p<0,10)

Tabla 4.153. VM: análisis discriminante.

Grupos	Variables seleccionadas	Lambdas de Wilks (λ)				F	gl ₁	gl ₂	gl ₃	p	F _{función}
		gl ₁	gl ₂	gl ₃	gl ₄						
G1	Flexión de hombros: anteversión (°)	0,104	1	2	25	108,045	2	25	0,001	0,96	
	Giro de hombros en anteversión (°)	0,060	2	2	25	37,186	4	48	0,001		
	Balanceos en barra fija (puntuación)	0,214	1	2	22	40,370	2	22	0,001		
	Balanceos en anillas (puntuación)	0,155	2	2	22	16,177	4	42	0,001		
G2	Test de recepción (puntuación)	0,103	3	2	22	14,102	6	40	0,001	0,92	
	R5 (ms)	0,229	1	2	30	50,612	2	30	0,001		
	Olimpícos (n°)	0,167	2	2	30	20,968	4	58	0,001		
G3/G4	Flexión de hombros: anteversión (°)	0,130	3	2	30	16,576	6	56	0,001	0,91	
	Olimpícos (n°)	0,214	1	2	22	40,440	2	22	0,001		
G5	R5 (ms)	0,098	2	2	22	23,119	4	42	0,001	0,96	
	Espagat derecha (°)	0,057	3	2	22	21,267	6	40	0,001		
	Edad cronológica (años)	0,041	4	2	22	18,576	8	38	0,001		

F_{entradas} (p<0,05), F_{salidas} (p<0,10)

Tabla 4.154. VM: clasificación discriminante para el grupo G2.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	8	0	0	8
	<i>Medio</i>	0	8	0	8
	<i>Discreto</i>	0	1	8	9
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	100	0,0	0,0	100
	<i>Medio</i>	0,0	100	0,0	100
	<i>Discreto</i>	0,0	11,1	88,9	100

El 96,0% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.155. VM: clasificación discriminante para el grupo G3/G4.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	11	0	0	11
	<i>Medio</i>	1	9	1	11
	<i>Discreto</i>	0	1	10	11
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	100	0,0	0,0	100
	<i>Medio</i>	9,1	81,8	9,1	100
	<i>Discreto</i>	0,0	9,1	90,9	100

El 90,9% de los casos se agrupan correctamente.

Tabla 4.156. VM: clasificación discriminante para el grupo G5.

	<i>Rendimiento</i>	<i>Elevado</i>	<i>Medio</i>	<i>Discreto</i>	<i>Total</i>
<i>n</i>	<i>Elevado</i>	8	0	0	8
	<i>Medio</i>	0	8	0	8
	<i>Discreto</i>	0	0	9	9
<i>%</i>	<i>Elevado</i>	100	0,0	0,0	100
	<i>Medio</i>	0,0	100	0,0	100
	<i>Discreto</i>	0,0	0,0	100	100

El 100% de los casos se agrupan correctamente.

5 DISCUSIÓN

5.1 Sobre el diseño del estudio

El rendimiento físico depende de la interacción de factores genéticos, estructurales, fisiológicos, biomecánicos y psicológicos, que se traducen en habilidades y capacidades técnicas y tácticas muy sofisticadas y específicas de cada tipo de actividad física o deportiva. Estos factores o capacidades motrices, que podríamos clasificar en condicionales, coordinativas y cognitivas, son potenciadas al máximo a través de un fenómeno adaptativo complejo denominado entrenamiento. El entrenamiento es, en definitiva, un proceso permanente de adaptación a las cargas de trabajo, con el objetivo final de mejorar las capacidades que determinan el rendimiento (Rodríguez, 1989, 1999). A lo largo de la edad evolutiva, las capacidades motrices están moduladas por el proceso de crecimiento y maduración del individuo.

El diseño del presente estudio se basa en un modelo multifactorial de análisis de la estructura condicional del rendimiento deportivo (Rodríguez, 1989). Conceptualmente, el modelo asume la existencia de factores determinantes del rendimiento de tipo estructural y condicional, de base genética y epigenética, de factores evolutivos, ligados al crecimiento y la maduración, de factores socio-deportivos y ambientales y de factores relacionados con el entrenamiento y la adquisición de destrezas y habilidades específicas de cada deporte. La combinación e interacción de dichos factores definirían la capacidad condicional del individuo, que, modulada por factores psicológicos y sociales, acabaría determinando su capacidad de rendimiento deportivo.

Metodológicamente, el análisis del modelo se efectúa a tres niveles, descriptivo, comparativo y estructural, aplicando técnicas estadísticas univariantes, bivalentes y multivariantes. Éste último análisis es el que aporta información que permite identificar y jerarquizar aquellas variables o grupos de variables que mejor predicen el rendimiento (regresión múltiple) o que mejor discriminan entre gimnastas de distinto nivel de rendimiento (análisis discriminante). En síntesis, el rendimiento de los gimnastas estudiados (variable dependiente o de respuesta) se cuantifica mediante un ranking general obtenido sumando el mejor resultado competitivo individual en los seis aparatos y aplicando un factor corrector por el nivel de la competición. Las variables independientes (predictoras) son el conjunto de las 136 variables medidas, por separado y asociadas por tipo de valoración (apartado 3.3).

El modelo descrito ha sido utilizado con anterioridad en estudios con tenistas (Solanelas, 1995; Solanelas y Rodríguez, 1996), jugadores de balonmano (Fernández, 1999; Fernández Romero et al., 2001), nadadores jóvenes (Saavedra, 2002; Saavedra et al., 2010) y jugadoras de balonmano (Vila 2002; Vila Suárez et al., 2002). Dichos estudios han servido de base para implementar sistemas de detección e identificación de talentos en los respectivos deportes, tanto a nivel autonómico como estatal.

Para la elaboración de este estudio se han seguido algunas recomendaciones metodológicas y procedimentales sobre valoración funcional (Rodríguez, 1989, 1999; Morrow et al., 2000), en concreto: 1) se ha analizado la especialidad deportiva, tanto desde la perspectiva teórica (bibliográfica) como desde el criterio de entrenadores expertos, determinando qué factores

y variables deberían ser incluidos en el diseño del estudio; 2) se han revisado las bases metrológicas por las cuales una prueba debe ser aplicable, válida, fiable y objetiva; en base a estos criterios, se han seleccionado, y en algunos casos construido de nuevo, las pruebas incluidas en el diseño final; en aquellas pruebas en las que no se han hallado estudios sobre su fiabilidad y validez, se ha procedido a estudiar su fiabilidad (apartados 4.1.2, 4.4.1.5 y 4.5.2) y se ha justificado su validez o pertinencia de constructo como parte del repertorio normal de habilidades gimnásticas desarrolladas en GAM; 3) se han revisado los criterios que se emplean para valorar el rendimiento deportivo en GAM (apartado 1.3); 4) se han evaluado el método y los procedimientos por los que se procedía a distribuir, aplicar y valorar cada una de las pruebas (apartado 3); y 5) en aquellos casos en que ha sido posible (apartado 3.2.2.1), se han llevado a cabo estudios piloto para diagnosticar posibles factores de confusión.

Si bien el diseño escogido ha sido aplicado con anterioridad en otros deportes (Solanelas, 1995; Fernández, 1999; Saavedra, 2002; Vila, 2002), el presente estudio constituye una elaboración ulterior del modelo inicial planteado por Rodríguez (1989), optimizado en base a la elevada representatividad de la muestra (79% de la población de gimnastas españoles masculinos), la presencia de un indicador de edad biológica que a su vez es el utilizado como factor de agrupación (Tanner et al., 1966), el amplio número de variables analizadas (n=136) y la inclusión de pruebas específicas que se han demostrado válidas y fiables en GAM (apartado 4.4.1.5 y 4.5.2).

Sin renunciar al rigor metodológico, se ha dado gran importancia a la eventual aplicación práctica del estudio. Cabe destacar que los procedimientos utilizados han sido adoptados, desde el último ciclo olímpico, por la RFEG en su Plan Nacional de Tecnificación Deportiva (PNTD) de GAM. Según García Manso et al. (2003), existirían tres diseños o sistemas deportivos para identificar a aquellos individuos con predisposición para rendir deportivamente en una determinada especialidad: 1) el sistema pasivo: el proceso se establece únicamente mediante la propia estructura competitiva; 2) el sistema selectivo: se establece mediante un seguimiento específico programado; 3) el sistema de inversión en resultados confirmados: una vez que el/la joven deportista ha demostrado éxitos competitivos, se invierte específicamente sobre él/ella. El presente estudio ha logrado, no únicamente optimizar el sistema o diseño selectivo previamente implantado en la RFEG, sino que ha conseguido que éste prepondere sobre el resto, claro está, en aquellas edades (10-16 años) y categorías (benjamín-juvenil) incluidas en el PNTD.

El carácter transversal del diseño del estudio supone una de sus principales limitaciones, ya que, si bien permite establecer qué variables condicionan el rendimiento en cada uno de los diferentes grupos de edad, no posibilita el análisis longitudinal prospectivo del rendimiento, desde las etapas iniciales hasta la edad adulta. En todo caso, el diseño transversal del estudio ha permitido aportar conocimiento sobre la especialidad deportiva y ha evolucionado en el tiempo más allá de la presente investigación, como demuestran las recientes publicaciones de diseño mixto-longitudinal (Iruña et al., 2007; 2008; 2009a; 2009b) y longitudinal (Iruña et al., 2010). Otra de las limitaciones, no aplicables tanto al diseño del estudio como al sistema de puntuación en

GAM, es el establecimiento de la variable dependiente, en este caso, el ranking deportivo de los gimnastas. Tanto el CP-FIG como el CP-RFEG son sistemas de puntuación elaborados bajo criterios estandarizados pero aplicados por diferentes jueces, por lo tanto, sujetos a componentes subjetivos inherentes a todas las modalidades artísticas. De su criterio dependerá el rendimiento final de los gimnastas, por ejemplo, a la hora de establecer si éstos acceden o no a los primeros puestos. Al establecer el ranking en base a todas las competiciones de la temporada (nacionales o internacionales), se han considerado minimizados los posibles desequilibrios derivados del error de un juez o conjunto de jueces, en una determinada competición. Finalmente, dada la elevada y compleja magnitud de la gestión de todas las variables analizadas, en el presente estudio se ha desestimado la elaboración de un ranking para cada uno de los seis aparatos que conforman la competición gimnástica. Así, todos los resultados y consecuentes interpretaciones deberán realizarse con la perspectiva de estar refiriéndonos a un modelo de gimnasta "10", es decir, completo en los seis aparatos. Será labor de próximas líneas de investigación, valorar hasta que punto unas u otras variables explican en mayor o menor porcentaje el rendimiento deportivo de los gimnastas especialistas en uno o dos aparatos. Tendencia que, por cierto, se hace cada vez más presente en la gimnasia contemporánea.

5.2 Sobre el material y los métodos

5.2.1 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Los criterios de selección de la muestra fue ser español y haber competido a nivel nacional y/o internacional en gimnasia artística masculina a lo largo del año 2005. Además de las dos ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, motivos logísticos, presupuestarios y de temporalización impidieron evaluar a los gimnastas de las Comunidades Autónomas de Canarias, Castilla y León, y Navarra. Teniendo en cuenta que Aragón, Castilla La Mancha, Cantabria, Galicia, La Rioja y Murcia no presentaron gimnastas a lo largo del año 2005, la prospección del territorio nacional quedó representada en más de un 72%. Este porcentaje aumentó hasta el 79,3% atendiendo al tamaño muestral de gimnastas analizados ($n=111$) en relación a la totalidad de la población gimnasta que se ajustó al criterio de inclusión en el estudio ($n=140$). De la misma forma, todas las categorías RFEG (benjamín, alevín, infantil, juvenil) y FIG (júnior, sénior) quedaron representadas, como mínimo, en más de un 73% de sus integrantes (Tabla 3.1).

Analizar una muestra representativa de la población gimnástica nacional en todas sus categorías competitivas (GAM), permite interpretar la validez de los resultados del presente estudio en todo su contexto. Tal y como se ha justificado en apartado 3.1, se consideró agrupar a los gimnastas por criterios de edad biológica y no por edad cronológica o por categorías competitivas. Este sistema de agrupación, de la misma forma que presenta una serie de ventajas en el ámbito metodológico del diseño científico, no deja de ser una limitación cuando son los entrenadores, mucho más acostumbrados a valorar a sus gimnastas por su categoría o su edad, quienes deben interpretar los resultados. A fin de facilitar dicha interpretación, en la Tabla 3.3 y en la Tabla 3.4 se muestran respectivamente la edad cronológica y la categoría competitiva del

conjunto de gimnastas que conforman cada grupo de estudio. Teniendo en cuenta ambas variables, se observa como los grupos G1 y G2 son los más cercanos entre sí, preponderando gimnastas benjamines y alevines con una diferencia de un año edad, aproximadamente. Los gimnastas del grupo G3/4 son de promedio más de tres años mayores que los del grupo G2 y preponderan las categorías infantil y juvenil mostrándose presente también la categoría alevín. Finalmente, el grupo G5 se aleja en más de cinco años del grupo G3/4, siendo conformado en su mayoría por gimnastas sénior, teniendo una presencia menor las categorías junior y juvenil.

5.2.2 SELECCIÓN DE LAS VALORACIONES

Tal como se ha justificado en el apartado 2.1, se ha analizado el rendimiento deportivo desde una perspectiva multifactorial basada en la propuesta inicial de Bouchard (1973). Este autor divide cada una de las valoraciones bajo un paradigma trifactorial: a) factores de organización y control del entrenamiento, b) factores determinantes invariables del rendimiento, y c) factores determinantes variables del rendimiento.

El presente estudio incide en el análisis de la estructura condicional del rendimiento deportivo en gimnasia artística masculina en base a las siguientes valoraciones, a su vez agrupadas en dos de los tres factores propuestos por Bouchard (1973): a) factores determinantes invariables (valoración somática y valoración de la edad biológica); b) factores determinantes variables (valoración de antecedentes sociales y deportivos, valoración de la condición física general y específica, valoración técnica). De esta selección se observan dos aspectos relevantes. El primero, la no inclusión de los factores de organización y control del entrenamiento (factores que conforman la sistemática del proceso de entrenamiento: nivel de apoyo médico, nivel de apoyo institucional, nivel de la programación del propio entrenamiento, nivel competencial del colectivo técnico, etc.). El segundo, la no inclusión de ningún tipo de valoración psicológica. En cuanto al primero, se decidió no incluirlos por el hecho de que no dependen de las capacidades propias del deportista, si bien se recogió parte de esa información en la valoración de los antecedentes sociales y deportivos, con el fin último de contextualizar mejor la muestra objeto de estudio. En cuanto al segundo, se descartó llevar a cabo valoraciones psicológicas por dos motivos principales relacionados: 1) el elevado grado de condicionamiento a los que están sometidos estos factores y que pueden derivar, por ejemplo, en situaciones en que un gimnasta sea valorado un determinado día como el más valiente del grupo y, al día siguiente por acaecer una infortunada lesión, se torne justo en lo contrario, 2) la gran complejidad que supondría abarcar de forma rigurosa estos aspectos, sin duda motivo suficiente para emprender otra investigación en toda su amplitud.

La selección de variables introducidas en cada una de las valoraciones resultó válida ya que, en la mayoría de ocasiones, del conjunto total de variables analizadas se extrajeron subconjuntos que explicaron de forma relevante la varianza del rendimiento en GAM (apartado 5.3). Se ha configurado así, un modelo multivariante que estructura el rendimiento deportivo en GAM que posee una notable potencia predictiva. Además, posee la capacidad discriminante de

diferenciar entre los diversos niveles competenciales y es capaz de hacerlo ajustándose según las diferentes edades evolutivas de los gimnastas.

5.2.3 SELECCIÓN DE LAS PRUEBAS

5.2.3.1 VALORACIÓN DE ANTECEDENTES SOCIALES Y DEPORTIVOS

Se diseñó un cuestionario a partir de las indicaciones de García Ferrando et al. (1986), adaptándolo a la GAM en base a otros previamente utilizados en sendas tesis doctorales de tenis (Solanelas, 1995), balonmano (Fernández, 1999; Vila, 2002) y natación (Saavedra, 2002). A partir de una revisión bibliográfica, se recogió información específica sobre los antecedentes sociodeportivos de los gimnastas (García Ferrando, 1990), su práctica deportiva (Massimo, 1977; Campos, 1995; Kirkby et al., 1999; Papin 2002), el proceso de entrenamiento gimnástico y competitivo (Chu, 1994; Major, 1996; Jemni et al., 1998a; González-Badillo, 2000; Groussard & Delamarche, 2000; Bortoleto, 2004; Irurtia et al., 2007), y finalmente, sobre el historial lesional (Kirby et al., 1981). Se realizó un estudio de fiabilidad aplicado a cada grupo de estudio que confirmó la validez del instrumento (apartado 4.1.2). Del total de variables incluidas en esta valoración (33), aquellas de origen cualitativo (30) fueron descritas según su distribución de frecuencias, y las cuantitativas (3) mediante estadísticos descriptivos. Únicamente éstas últimas fueron incluidas en el modelo de análisis multivariante: a) años de entrenamiento desde la edad de inicio de la práctica gimnástica; b) horas semanales de entrenamiento; c) semanas de convalecencia por lesiones desde la edad de inicio.

Dos son las principales novedades y aportaciones que presenta el cuestionario de antecedentes sociales y deportivos en relación a anteriores propuestas que lo han utilizado (Solanelas, 1995 Fernández, 1999; Vila, 2002; Saavedra, 2002): 1) la inclusión de un apartado sobre el historial de lesiones de cada deportista y 2) el estudio de fiabilidad del cuestionario. Sobre el primero, pareció una hipótesis válida presuponer que la incidencia lesional de un gimnasta a lo largo de su carrera deportiva condicionaría en mayor o menor medida sus logros competitivos. En el apartado relativo a la discusión sobre los resultados obtenidos al respecto, se aporta dicha información (apartado 5.3.1.5). Sobre el segundo, cabe señalar que, pese a considerar que la mayoría de información del cuestionario debía servir para contextualizar la muestra (variables cualitativas) y no para incluirla en el análisis multivariante previsto (regresión múltiple y análisis discriminante), se consideró ajustado a los criterios de validez científica efectuar el estudio sobre la fiabilidad del instrumento.

5.2.3.2 VALORACIÓN SOMÁTICA

Cada una de las pruebas incluidas en la valoración somática fue administrada según las normas y técnicas de medida recomendadas por el "International Working Group of Kinanthropometry" (Ross & Marfell-Jones, 1982), adoptadas por la "International Society for the Advancement of

Kinanthropometry" (ISAK) y por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC). Conviene señalar que todas ellas fueron valoradas por el autor del estudio, antropometrista con acreditación de nivel 2 de la ISAK.

En el apartado 1.2.1 se describen las características somáticas del gimnasta, destacando aquellos estudios que hasta ahora han aportado información relativa a cada una de las pruebas introducidas en esta valoración: dimensiones corporales, somatotipo, composición corporal, y proporcionalidad. Dentro de la valoración somática se incluyen, además, datos parentales respecto a la talla y el peso de los padres y madres de los gimnastas. Finalmente, se describe decimalmente la edad cronológica de cada sujeto, y se registran parámetros biológicos sobre el estadio de maduración de cada uno de ellos.

En la selección de cada una de las pruebas incluidas en esta valoración, conviene señalar una serie de aspectos relevantes que justifican la elección de determinados criterios, certificando a la vez su idoneidad. El primero reside en la elección de las diferentes fórmulas para determinar la composición corporal de los gimnastas objeto de estudio, tanto en lo que respecta a la estimación de la masa grasa (Slaughter et al., 1988) y masa muscular (Poortmans et al., 2005), como en lo concerniente al cálculo de las áreas grasas y musculares de brazos y muslos (Rolland-Cachera et al., 1997). La principal limitación de cualquier fórmula estimativa para valorar la composición corporal a partir del método antropométrico, es que será tan válida como capacidad posea para ajustarse a un determinado perfil poblacional. El presente estudio, al abarcar una considerable franja de edad, imposibilita la validez total de cualquier fórmula. A partir de dicho contexto, y en el caso de la masa grasa, se optó por seguir las recomendaciones de Claessens et al. (2001) y aplicar en gimnasia artística la fórmula de Slaughter et al. (1988). Además, se ha descrito y valorado el sumatorio de 6 pliegues cutáneos, permitiendo obtener información sobre la cantidad y distribución del tejido adiposo de los gimnastas sin necesidad de estimarla de forma doblemente indirecta mediante ecuaciones. Bajo los mismos criterios se seleccionó el resto de fórmulas utilizadas, destacando el hecho de que la propuesta de Poortmans (Poortmans et al., 2005) haya sido recientemente reconocida en consenso por la Federación Española de Medicina del Deporte, como la más válida para el cálculo indirecto de la masa muscular durante la infancia y la adolescencia (Alvero et al., 2009). El segundo aspecto relevante de esta valoración somática responde a la novedad de haber validado un índice antropométrico de proporcionalidad corporal en GAM: el índice perimetral de extremidades. Tal y como se argumentará en posteriores apartados sobre la discusión de sus resultados (apartado 4.2.4 y 4.2.5), baste por ahora señalar la elevada relación entre el rendimiento deportivo de los gimnastas adultos y este nuevo índice, configurándose así como una de las grandes aportaciones de la presente investigación. El tercer aspecto relevante corresponde a la inclusión de datos parentales que aportan y complementan información respecto a anteriores estudios que investigaron posibles relaciones entre las dimensiones corporales de padres y madres respecto a sus hijos gimnastas varones (Baxter-Jones et al., 1995, 1996; Damsgaard et al., 2000, 2001). Todo con el objetivo de intentar hallar parámetros morfológicos de utilidad para la identificación temprana de individuos con las aptitudes necesarias para alcanzar el éxito deportivo en gimnasia artística. El cuarto y último aspecto

relevante de esta valoración corresponde al esfuerzo, finalmente convertido en logro, de registrar un indicador de edad biológica para toda la muestra objeto de estudio, en este caso a través de la valoración de los caracteres sexuales secundarios de cada gimnasta (Tanner, 1962). Gracias a ello se pudo agrupar a los gimnastas según dichos parámetros, conformando finalmente los cuatro grupos de estudio analizados.

5.2.3.3 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA GENERAL

La Bateria Eurofit (Council of Europe, 1988) es uno de los instrumentos más extendidos a nivel internacional para valorar la relación entre el nivel general de prestación motriz y el estado de salud de las personas. Pese a preponderar su aplicación en sujetos jóvenes de edades evolutivas (Prat, 1986; Marrodan et al., 1999; Ortega et al., 2005; Baquet et al., 2006; Ruiz et al., 2006; Freitas et al., 2007; Jurimãe et al., 2007) también se ha demostrado válida para sujetos adultos (Beunen et al., 1990; Boreham et al., 1990; Tsigilis et al., 2002). Por otra parte, y esta vez atendiendo a las edades en que se circunscribe el presente estudio, la fiabilidad de la Bateria Eurofit se ha demostrado elevada (Renson, 1988; Mahoney & Boreham, 1991; Ruiz et al., 2006; Freitas et al., 2007).

El área de la salud no es el único ámbito en el que se ha utilizado la Bateria Eurofit (Jiménez, 2007). Todo lo contrario, la idoneidad de cada una de las pruebas que la componen a la hora de identificar posibles aptitudes y/o habilidades que condicionan favorablemente el rendimiento deportivo ha sido demostrada en disciplinas como el tenis (Solanelas, 1995), el hockey hierba (Silla, 1999; Silla & Rodríguez, 2005), el balonmano (Fernández, 1999; Vila, 2002; Vila et al., 2007; Mohamed et al., 2009), la natación (Saavedra, 2002; Saavedra et al., 2010) o la gimnasia artística (Mateo, 1990; López-Bedoya et al., 1996; Morenilla et al., 1996; López-Bedoya & Vernetta, 1997), entre otros. Respecto a esta última, el hecho de implementar pruebas de valoración motriz de carácter general, de sencilla ejecución y fácil distribución, ha permitido constatar que, durante las primeras etapas de formación, dichos procedimientos son suficientes para identificar a aquellos sujetos con predisposición para rendir deportivamente en esta especialidad (Mateo, 1990; López-Bedoya et al., 1996; Morenilla et al., 1996; López-Bedoya & Vernetta, 1997).

En el presente estudio se analizan las variables de la condición física general en base a la totalidad de los nueve ítems que conforman la Bateria Eurofit. En el caso de la carrera de ida y vuelta o "course navette", se registraron tanto el número de estadios (Council of Europe, 1988) como la consecuente estimación indirecta del $VO_2\max$ (Van Mechlen et al., 1986; Léger et al., 1988), definiendo así diez variables. Finalmente, siguiendo las recomendaciones de Tomkinson et al. (2007), la comparación de los resultados con otros estudios deberá circunscribirse a aquellos realizados con población española, ya que se ha demostrado que el nivel prestacional en la Bateria Eurofit está condicionado por factores socioculturales, como por ejemplo el grado de importancia que cada país otorga al deporte, y que se refleja generalmente por el propio sentido y conciencia que su sociedad posee sobre éste.

5.2.3.4 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA ESPECÍFICA

Con el fin de complementar la aportación de las variables incluidas en la valoración de la condición física general, se decidió incluir una serie de variables relacionadas específicamente con la prestación deportiva en GAM. Así, se valoró la flexibilidad de los gimnastas (13), su capacidad de salto (4), su velocidad (1), y una serie de habilidades gimnásticas de condición física (5). La utilización y aportaciones realizadas por anteriores estudios en relación a cada una de las variables seleccionadas, así como la justificación y pertinencia en su elección, han sido detalladas a lo largo del bloque introductorio sobre las características físicas de los gimnastas (apartado 1.2.2) y específicamente para cada una de las pruebas durante su explicación metodológica (apartado 3.2.2.4), respectivamente. Conviene así, señalar una serie de aspectos relevantes que caracterizan a esta valoración. El primero, la cuantificación en grados y no en centímetros, de la flexibilidad (apartado 3.2.2.4.1). Éste es el primer estudio nacional que así lo hace y, en el ámbito internacional, el primero que lo hace de forma exhaustiva. Un ejemplo de todo ello es la inclusión de pruebas como la extensión de hombros con bastón en retroversión, la elevación frontal y elevación lateral de la pierna desde la posición de erguido, y la flexión de tronco, que pese a no haberse hallado estudios sobre su validez y fiabilidad, se los incluye al ser considerados habilidades técnicas específicas, implícitamente manifiestas en el proceso de entrenamiento gimnástico, y se efectúa el consecuente análisis sobre su fiabilidad en gimnastas (Tabla 3.8). El segundo, no siendo novedad, sí que representa la continuación de una línea de investigación centrada en la valoración y entrenamiento de la capacidad de salto en gimnasia artística (Marina, 2003). Constatando la fiabilidad de cada una de las pruebas realizadas tanto en población adulta (Bosco et al., 1983; Hatze, 1998) como en población infantil (Viitasalo, 1988; Martín Acero et al., 2001; Marina, 2003), se siguieron las recomendaciones efectuadas específicamente en GAM para la elección y sistema de valoración de cada una de las pruebas de salto incluidas en esta valoración (apartado 3.2.2.4.2). El tercer aspecto relevante es la inclusión de una prueba de velocidad (apartado 3.2.2.4.3), concretamente la carrera de 20 metros, que pese a considerar que en dicha distancia la capacidad determinante no es tanto la velocidad media alcanzada sino la capacidad de aceleración de los gimnastas, se decidió seguir los protocolos y sistemas de valoración realizados por anteriores estudios con el fin de poder establecer las posteriores comparaciones (Bajin, 1976; Ukran, 1978; Shlemin, 1979; Gajdos, 1983; Sands, 1994; Sands & McNeal, 1995; Colombo, 1996; Martín Acero, 1999). El cuarto y último aspecto que cabe destacar es quizás el más novedoso de esta valoración: la inclusión de una serie de habilidades gimnásticas de condición física (apartado 3.2.2.4.4). La adopción de esta terminología se ajusta a aquel tipo de pruebas de valoración motriz cuya validez únicamente puede ser justificada en base a su pertinencia, es decir, en base a la relación directa entre éstas y la propia especialidad deportiva. Son habilidades porque su ejecución requiere de cierto aprendizaje técnico (Riera, 2005). Además, tal y como es característico en gimnasia artística, dicha ejecución técnica conlleva el desarrollo de unos niveles de condición física cuanto menos, relevantes. De nuevo, en aquellos casos en los que no se hallaron estudios sobre la fiabilidad de algunas de estas habilidades gimnásticas de condición física, se procedió a su consecuente análisis. Éste fue el caso de la

elevación de las extremidades inferiores desde la suspensión (Tabla 4.113), y el de los olímpicos (Tabla 4.114).

5.2.3.5 VALORACIÓN DE LA TÉCNICA

Como se ha argumentado en el apartado 1.2.3, la GAM es una especialidad deportiva de elevadas exigencias técnicas cuya correcta ejecución depende en gran medida del nivel de condición física del gimnasta (Carter et al., 1971; Sands et al., 2001; Prassas et al., 2006). Por otra parte, el componente artístico de esta especialidad limita el establecimiento de un modelo de ejecución ideal, hecho que genera que tanto entrenadores como gimnastas deban establecer sus estrategias de ejecución técnica en base a las características individuales de este último (Sands, 1999). Las normas de puntuación establecidas por el CP-FIG, la aportación científica de la biomecánica en cuanto a la existencia de determinadas acciones técnicas que optimizan el rendimiento de ciertos elementos gimnásticos y el criterio técnico de entrenadores con una contrastada experiencia y éxitos competitivos, parecen ser los tres factores que deberían contemplarse al interpretar el nivel de calidad en la ejecución técnica de un gimnasta (Sands et al., 2001). Teniendo en cuenta que cualquier modelo de análisis de la técnica en gimnasia artística debería contemplar dichas limitaciones (Prassas et al., 2006), y en base a una minuciosa revisión bibliográfica (apartados 1.2.3.1 y 1.2.3.2), se optó por analizar dos habilidades motrices básicas cuyo patrón de ejecución técnica, además de estar bien definido, requiriese de la mínima expresión de condición física para su realización. Bajo estos criterios se optó por establecer el análisis de los balanceos (Frederick, 1977; Sáez, 2003; Sáez & Gutiérrez-Sánchez, 2007a, 2007b; Busquets, 2010; Busquets et al., *in press*) y las recepciones (Geiblinger et al., 1995b; Janshen, 2000; Arampatzis et al., 2002; Green, 2006; Takei, 2007). Más allá de la posterior discusión sobre los resultados (apartado 5.3.5), su elevada fiabilidad (apartado 4.5.2) así como su propia configuración y sencilla distribución (apartado 3.2.2.5.1 y 3.2.2.5.2), hacen de los instrumentos de observación de esta valoración técnica, una de las aportaciones del presente estudio (Anexo 9.2).

5.2.3.6 VALORACIÓN MULTIDIMENSIONAL

La valoración multidimensional es la de mayor relevancia de cuantas se han desarrollado a lo largo del presente estudio. De hecho conforma parte del título y constituye uno de sus objetivos principales: la elaboración de un modelo de estructura multidimensional que explique el rendimiento deportivo en GAM en base a la determinación de aquellas variables que lo predicen, para cada uno de los grupos de estudio analizados.

En anteriores apartados se han señalado las limitaciones de los estudios publicados hasta ahora sobre la valoración multidimensional del rendimiento en GAM (apartado 1.3). Asimismo, se ha justificado cómo, en base a la propuesta de Rodríguez (1989) y gracias al estudio de una muestra representativa de la población de gimnastas masculinos españoles, han podido superarse gran parte de éstas (apartado 2.1 y 5.1). La pertinencia de la valoración multidimensional queda constatada al observar sus anteriores aportaciones, aplicadas tanto a deportes colectivos

(Fernández, 1999; Vila, 2002; Vila et al., 2007), como individuales (Saavedra, 2002; Saavedra et al., 2010) o de adversario (Solanelas, 1995).

5.2.4 CRONOLOGÍA DE LAS PRUEBAS

Todas las valoraciones fueron efectuadas en los respectivos clubes de los gimnastas a lo largo del año 2005. Además de aquellos aspectos vinculados al personal investigador (apartado 3.2.5.1), dos fueron los principales aspectos a controlar a la hora de minimizar las posibles amenazas a la fiabilidad y la validez en la obtención de los datos (apartado 3.2.5). El primero, intentar adecuar cada una de las valoraciones realizadas al calendario competitivo de los gimnastas (Figura 3.16). Se descartaron así los dos primeros meses del año y los meses inmediatamente anterior y posterior al periodo vacacional de agosto. Se consiguieron así dos objetivos: 1) que cada gimnasta pudiera manifestar su mayor desempeño en cada una de las pruebas realizadas y 2) que dicho criterio fuera común a la totalidad de la muestra analizada. El segundo factor a controlar fue la propia distribución cronológica de las valoraciones y de las pruebas que las conformaron (apartado 3.2.5.2.1). Por motivos logísticos y de horarios de entrenamiento, todas las valoraciones se realizaron en sesión de tarde, intentando en la medida de lo posible respetar tanto las condiciones ambientales como los procedimientos establecidos. Siguiendo las recomendaciones recogidas en anteriores estudios (Solanelas, 1995; Fernández, 1999; Saavedra, 2002; Vila, 2002), el orden de las pruebas se distribuyó de la siguiente forma: 1) el primer día se realizó la valoración somática y el cuestionario de antecedentes sociales y deportivos; 2) el segundo día se realizó la valoración técnica y parte de la valoración de la condición física específica; y 3) el tercer día se realizó la valoración de la condición física general y la valoración de la flexibilidad, ésta como última parte de la valoración de la condición física específica. Los argumentos que defienden esta propuesta cronológica son varios: por una parte, se procedió al análisis de las habilidades técnicas de forma previa a cualquier posible afectación negativa de su rendimiento a causa de una carga, previa y excesiva, de condición física. El orden de las pruebas que conformaron la valoración técnica se estableció siguiendo el orden olímpico de actuación (prueba de recepcionar en equilibrio, molinos en la seta, balanceos en anillas, balanceos en paralelas, balanceos en barra fija). Por otra parte, y a excepción de la flexibilidad, la valoración de la condición física específica, de más intensidad y menor volumen que la valoración de la condición física general, se realizó de forma previa a ésta. Respecto a la primera, el orden de las pruebas se estableció nuevamente para priorizar a aquellas pruebas de mayor intensidad y menor volumen: carrera de 20 m, pruebas en relación a la capacidad de salto (SJ, CMJ, DJ; R5), habilidades gimnásticas de condición física (olímpicos, flexiones en vertical, elevaciones de las extremidades inferiores desde la suspensión, flexiones en suspensión, flexiones desde el apoyo). Respecto a la valoración de la condición física general, se siguieron las recomendaciones del protocolo de la Batería Eurofit (Council of Europe, 1988) para la distribución y orden de las pruebas. El periodo de recuperación entre cada una de las pruebas se estableció como completo, indicando al gimnasta que únicamente procediera a la ejecución de éstas con la seguridad de estar recuperado y con posibilidades de la máxima prestación.

Finalmente, el presente estudio debe considerarse un estudio de campo, con las limitaciones propias de los mismos (apartado 3.3.1).

5.2.5 SELECCIÓN DE LOS MODELOS ESTADÍSTICOS

En la actualidad, los diseños estadísticos que abordan el análisis del rendimiento deportivo tienden a incluir modelos estadísticos multivariantes (Vaeyens et al., 2006, 2008, 2009). Con el fin de alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación (apartado 2.2), se aplicaron varios procedimientos estadísticos (Figura 3.17), todos ellos utilizados en anteriores estudios relacionados (Solanelas, 1995; Fernández, 1999; Vila, 2002; Saavedra, 2002). Para establecer los supuestos básicos previos a la realización de cualquier análisis univariante (estadísticos descriptivos básicos, percentiles, tipificación de las variables y ANOVA), bivalente (correlación bivariada) o multivariante (regresión múltiple y análisis discriminante), se efectuó un análisis de los valores periféricos (apartado 3.3.2.2), un análisis de la distribución de la muestra (apartado 3.3.2.3) y un análisis de homogeneidad de las varianzas (apartado 3.3.2.4). Una vez realizados, se procedió a caracterizar la muestra en base a procesos estadísticos univariantes: a) estadísticos descriptivos básicos (apartado 3.3.2.1): promedio, desviación típica, valor mínimo, valor máximo, distribución de frecuencias; b) percentiles (apartado 3.3.2.5); c) tipificación de las variables (apartado 3.3.2.7) y d) ANOVA (apartado 3.3.2.8). A continuación se procedió a correlacionar las variables de las diferentes valoraciones con el rendimiento deportivo (análisis bivalente); en aquellos casos en que la variable se distribuyó normalmente se utilizó el índice de correlación de Pearson; en caso contrario se utilizó el índice de correlación de Spearman (apartado 3.3.2.9). Finalmente, para conformar modelos de predicción del rendimiento deportivo se utilizaron dos procedimientos multivariantes: el análisis de regresión múltiple (apartado 3.3.2.10) y el análisis discriminante (apartado 3.3.2.11).

5.3 Sobre los resultados

5.3.1 VALORACIÓN DE ANTECEDENTES SOCIALES Y DEPORTIVOS

Los gimnastas del presente estudio pertenecen a clubes de toda España, cada uno de ellos con principios metodológicos y pedagógicos propios y sin coordinación previa entre ellos. Esta circunstancia hace necesario un cierto conocimiento del perfil social y deportivo de los sujetos que permita interpretar mejor los resultados de la parte central de la investigación. Con esta valoración se obtiene información relevante sobre sus antecedentes sociales, su práctica deportiva, su entrenamiento deportivo y participación en competiciones, y sobre su historial lesional. A continuación se argumentan y discuten los resultados de esta valoración de antecedentes sociales y deportivos, excluyendo aquellas variables cuya fiabilidad quedó por debajo de $r=0,70$ (apartado 4.1.2). En relación a la práctica deportiva, quedaron excluidas: motivación por practicar gimnasia ($r=0,51$) y aparato gimnástico preferente ($r=0,36$). En relación al entrenamiento y las

competiciones: entrenamiento de carrera fuera del gimnasio ($r=0,45$) y conocimiento de objetivos de la temporada ($r=0,38$). En relación al historial lesional, se descartó el índice de gravedad ($r=0,67$) y el estado en el momento de realizar el estudio ($r=0,59$).

5.3.1.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

5.3.1.1.1 ANTECEDENTES SOCIALES

Tal y como señalan García Ferrando et al. (2002), la familia es el agente socializador más importante para la adquisición de hábitos deportivos saludables. En el proceso mediante el cual la cultura deportiva es adquirida por la sociedad, el papel de las madres y de los padres es fundamental. El 55% de los varones españoles no practica deporte en España. Este porcentaje se amplía al 70% en el caso de las mujeres. Si atendemos exclusivamente al deporte en su vertiente competitiva reglada, sólo el 14% de la población española lo practica: 11,2% son varones y 2,8% son mujeres (García Ferrando, 2006). En el presente estudio, sólo un 36,9% de los padres y madres de los gimnastas nunca han practicado deporte competitivo. De los que sí lo han hecho (63,1%), un 41,4% son varones y un 21,7% son mujeres. Si se comparan los datos de ambos estudios, se observa una diferencia porcentual del 49,1% a favor de la práctica competitiva en el grupo de madres y padres del presente estudio, lo que sugiere cierta relación entre la práctica de éstos y aquéllos. Por otra parte, la diferencia en cuanto al porcentaje de práctica deportiva entre hombres y mujeres parece favorable a los primeros, en ambos casos. Dicho diferencial podría ser debido al retraso histórico con el que la población femenina se incorporó a la práctica deportiva en España (García Ferrando et al., 2002). Hay que destacar que el deporte competitivo más practicado por las madres es la gimnasia artística femenina (9,9%), seguido de la natación (4,5%). En el caso de los padres, el primer deporte practicado de forma federada es el fútbol (16,2%) seguido por la gimnasia artística masculina (8,1%). Estos datos parecen confirmar lo observado en otros deportes individuales como el atletismo, en el que la práctica especializada parece no apoyarse en una tradición familiar previa (Campos, 1995). Otro factor a tener en cuenta y que influye en el citado proceso de adquisición de hábitos deportivos saludables, es la ocupación laboral de la familia. En el caso de las madres de los gimnastas, los porcentajes más elevados los registran las amas de casa (27,9%). En el caso de los padres, los porcentajes más elevados lo ocupan los empresarios (14,4%). No obstante, cabe tener en cuenta que la pregunta no recoge la elevada variedad y tipología de ocupaciones laborales existentes, tal y como se desprende de los porcentajes otorgados a la respuesta "otro trabajo", tanto en ellas (39,6%) como en ellos (58,6%). Finalmente, la mayoría de gimnastas poseen un único hermano o hermana (54,1%), datos que coinciden con los obtenidos por Saavedra (2002) en nadadores. El 36,9% de los hermanos/as no practica gimnasia artística, mientras que el 29,7% sí lo hace. Destaca el elevado porcentaje de hermanos/as que practican aeróbic de competición (31,5%). El resto de hermanos/as se reparte entre la práctica de trampolín (0,9%) y gimnasia rítmica (0,9%). Dichos resultados sugieren que la práctica de los hermanos y hermanas también se relaciona con la práctica deportiva de los sujetos del estudio, puesto que la gran mayoría de los mismos también practica alguna especialidad

gimnástica de carácter federado. Estos datos coinciden, de nuevo, con los publicados en jóvenes nadadores (Saavedra, 2002).

5.3.1.1.2 PRÁCTICA DEPORTIVA

La cada vez mayor precocidad, tanto en el inicio de la práctica deportiva como en el de la especialización competitiva, es un hecho evidente que tiene en la gimnasia artística uno de sus mayores exponentes. Mientras que entre los años 1920-1930 la edad de inicio en GAM se situaba entorno a los 15 años, en las últimas dos décadas ha disminuido hasta situarse entorno a los 5-7 años (Leglise, 1988; 1992; Gajdos, 1998). Estos datos coinciden con la edad de inicio de los gimnastas objeto de estudio, situada a los $6,0 \pm 1,5$ años. La cada vez más exigente sistematización de la preparación deportiva especializada sería uno de los principales factores que ha generado esta tendencia (Somolevsky & Gaverdovsky, 1996), confirmada en el presente estudio, tanto en la edad a la que los gimnastas realizaron su primera competición ($7,9 \pm 1,6$ años), como en el elevado porcentaje de éstos que siempre la han practicado de forma exclusiva (93,7%). Práctica, por otra parte, cuya motivación principal ha sido el deseo de ser grandes gimnastas (73,9%) y que están en la línea de las aportaciones de otros autores (Massimo, 1977; Kirkby et al., 1999; Papin, 2002). Por otra parte, si hace veinte años se observaba que la duración razonable del proceso de entrenamiento hasta el logro competitivo internacional en GAM era de dos ciclos olímpicos (Volkov & Filin, 1989), actualmente estos ocho años aproximados de preparación no son suficientes para que un gimnasta logre situarse en la élite internacional. Así lo demuestra la edad media de participación en los últimos Juegos Olímpicos y Campeonatos del Mundo (Tabla 1.1: $22,3 \pm 1,0$ años). El progresivo aumento de la exigencia que genera la preparación competitiva al más alto nivel en esta especialidad, conlleva un inicio a una edad cada vez más temprana y una duración cada vez mayor para lograr los máximos logros deportivos, situando dicho proceso de formación entorno a los tres ciclos olímpicos, es decir, entorno a los 12 años de preparación. El bagaje de entrenamiento de los gimnastas del presente estudio, de forma especial el del grupo de mayor categoría (G5), constata este hecho: el grupo G1: $3,3 \pm 1,1$ años; el grupo G2: $4,4 \pm 1,4$ años; el grupo G3: $7,6 \pm 2,0$ años; el grupo G5: $13,1 \pm 2,6$ años.

5.3.1.1.3 ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Y COMPETICIONES

La mayoría de gimnastas del grupo G1 (46,4%) realizan cinco sesiones semanales de entrenamiento, llegando en el 32,1% de los casos a las seis sesiones por semana. En cada sesión se entrenan mayoritariamente dos o tres aparatos (53,6%) y, en menor proporción, tres o cuatro (32,1%). Un 10,7% de los gimnastas de este grupo G1 únicamente entrenan uno o dos aparatos por sesión. El promedio de horas semanales de entrenamiento de este grupo se sitúa en las $15,4 \pm 3,4$ horas semanales.

El 48,0% de los gimnastas del grupo G2 realizan seis sesiones a la semana, mientras que un elevado porcentaje realiza cinco sesiones (44,0%). En cada sesión se entrenan mayoritariamente dos o tres aparatos (52,0%) y en menor proporción (24,0%) se entrenan únicamente uno o dos. Un 20,0% de los gimnastas de este grupo G2 entrenan tres o cuatro

aparatos por sesión. El promedio de horas semanales de entrenamiento de este grupo se sitúa en las $16,6 \pm 2,8$ horas/semana.

La mayoría de gimnastas del grupo G3/4 realizan seis sesiones a la semana (48,5%). Un 18,2% del mismo grupo realiza una menos y, con idéntico porcentaje, un 18,2% realiza más de siete sesiones de entrenamiento a la semana. En cada sesión se entrenan mayoritariamente dos o tres aparatos (42,4%) y, en menor proporción, se entrenan tres o cuatro (30,3%). El resto de respuestas se reparte en este grupo G3/4 oscilan entre los cinco o seis aparatos por sesión (9,1%) hasta la realización única de uno o dos aparatos (9,1%). El promedio de horas semanales de entrenamiento de este grupo se sitúa en las $20,2 \pm 5,0$ horas/semana. Se observa una elevada desviación estándar que advierte sobre la heterogeneidad del grupo G3/4 y que, tal y como se argumentará a lo largo de toda la discusión y de forma especial en el apartado referido a la valoración somática (apartado 5.3.2), será característica de este grupo en la mayoría de valoraciones efectuadas.

El 80,0% de gimnastas del grupo G5 entrena más de siete sesiones a la semana. En cada sesión se entrenan mayoritariamente seis aparatos (48,0%) y, en menor proporción (20,0%) se entrenan cinco o seis. Un 16,0% de los gimnastas de este grupo G5 entrenan cuatro o cinco aparatos por sesión. El promedio de horas semanales de entrenamiento de este grupo se sitúa en las $27,5 \pm 3,5$ horas/semana.

Independientemente de la edad cronológica correspondiente a cada grupo de estudio (Tabla 3.3), ni los tenistas (Solanelas, 1995), ni los jugadores de balonmano (Fernández, 2000), entrenan el número de sesiones y horas semanales que realizan los gimnastas del presente estudio ($p < 0,05$). Sí en cambio los nadadores de categoría alevín (13-14 años), quienes entrenan un número de sesiones semanales semejante al grupo G3/4, aunque menos horas (9,8 horas/semana en agua y 1,9 horas/semana en gimnasio). Cabe considerar la heterogénea distribución del grupo G3/4, con casos de 15 horas/semana de entrenamiento y gimnastas que entrenan 30 horas/semana. El gran volumen de sesiones y horas de entrenamiento registradas es superior igualmente a los estudios hallados y previamente publicados con gimnastas masculinos de nivel competitivo nacional y/o internacional ($p < 0,05$): a) $9,2 \pm 0,3$ años: 7,3 horas/semana; $11,4 \pm 0,3$ años: 12,5 horas/semana; $13,1 \pm 0,3$ años: 14,2 horas/semana; $15,2 \pm 0,4$ años: 14,4 horas/semana; $17,1 \pm 0,4$ años: 17,2 horas/semana (Maffulli et al., 1994); b) $18,4 \pm 1,1$ años: 20 horas/semana (Jemni et al., 1998a); c) $15 \pm 1,4$ años: 16-18 horas/semana (Groussard & Delamarche, 2000). La única referencia publicada hasta ahora en la que se hace constar un volumen semanal de entrenamiento significativamente superior ($p = 0,01$) a los datos registrados en la presente investigación (6 sesiones de entrenamiento semanal a razón de 24 horas/semana), corresponde al estudio realizado por Iruña et al. (2007) sobre la valoración de la frecuencia cardíaca en un grupo seleccionado de jóvenes gimnastas catalanes entrenando en el Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat del Vallés ($9 \pm 0,6$ años). Más allá de la pertinencia o no de determinados aspectos cuantitativos vinculados al proceso de entrenamiento en GAM, conviene conocer cómo los entrenadores son capaces de gestionar cualitativamente el tiempo de

preparación invertido (Jemni et al., 1998a). En este sentido, únicamente el 23,4% de los gimnastas utilizan normalmente las pesas como medio complementario para mejorar la fuerza muscular, porcentaje que aumenta considerablemente si exclusivamente nos referimos al grupo G5 (64,0%). Esta relación parece indicar un creciente interés por parte de los entrenadores hacia el uso de pesos libres como medio complementario para optimizar la fuerza muscular exclusivamente en gimnastas adultos (Plotkiñ et al., 1983, 1989). Conviene advertir sin embargo que el trabajo con autocargas, es decir, con el propio peso corporal, puede generar situaciones de más elevada carga y potencial peligrosidad que el propio trabajo, bien desarrollado, realizado mediante pesos libres (González-Badillo, 2000). Por lo tanto, la limitación no se situaría tanto en qué medio utilizar (sobrecargas mediante la implementación de pesos libres o bien autocargas con el propio peso corporal), sino en la gestión del método utilizado (Chu, 1994; Major, 1996).

En relación al conocimiento del Código de Puntuación (CP-FIG y CP-RFEG), se observa cómo el número de gimnastas que dice conocerlo aumenta con la edad; G1, 32,1%; G2, 52,0%; G3/4, 72,7%; G5, 92,0%. Esta relación lineal no se observa cuando se les interroga sobre el conocimiento de determinados términos relacionados con el entrenamiento. Así, de seis posibles aciertos, el mayor porcentaje de gimnastas consigue únicamente entre uno o dos (36%). El 34,2% registra entre tres o cuatro aciertos, y el 19,8% no consigue acertar ninguno. Cabe resaltar que únicamente el 5,4% de toda la muestra de gimnastas responde sin cometer ningún error, siendo el grupo G3/4 el que registra el mayor número de casos (15,2%). Si bien parece lógico que los grupos G1 y G2 posean un conocimiento limitado reducido tanto de las bases normativas de su deporte (CP-FIG y CP-RFEG) como de los principios conceptuales que lo rigen (términos básicos del entrenamiento), no lo es tanto en el caso del grupo G3/4 y, especialmente, del grupo G5. Todo ello parece sugerir que ambos factores no conforman un aspecto prioritario en la lógica interna del proceso de formación de los gimnastas hacia la élite deportiva, hecho que por otra parte debería ser contemplado en beneficio, tanto del propio rendimiento deportivo de los gimnastas, como desde la perspectiva de formación integral de la persona (Bortoleto, 2004).

La mayoría de gimnastas del grupo G1 compiten entre cinco y seis veces al año (53,6%), los del grupo G2 entre tres y cuatro (40%) o entre una y dos (36%), los del grupo G3/4 entre tres y cuatro (69,7%), y los gimnastas del grupo G5 realizan más de seis competiciones al año (36%), o bien entre cinco y seis (32%), o bien entre tres y cuatro (32%). La elevada variabilidad porcentual en cada uno de los grupos se debe a la heterogeneidad del sistema competitivo entre las diferentes CC.AA., hecho que repercute de forma especial en las categorías RFEG (benjamín, alevín, infantil, juvenil). Así, mientras en Cataluña un joven gimnasta puede llegar a competir normalmente cinco o seis veces al año, en otras CC.AA. éste número se reduce a una o dos competiciones anuales. Por otra parte, y esta vez en relación a las categorías FIG (júnior y sénior), el nivel que cada gimnasta posea le permitirá acceder o no a un mayor o menor número de competiciones internacionales. En este sentido, cada vez hay mayor número de competiciones internacionales para especialistas en alguno de los seis aparatos (apartado 1.1), hecho que favorece la manifestación, y por lo tanto el desarrollo, de las mejores cualidades individuales de cada gimnasta. Si bien uno de los principales objetivos a lo largo de toda la competición, y si se

quiere aspirar una buena clasificación, recae en el hecho de no fallar, el buen inicio de ésta hace necesario afrontar el primer aparato con las máximas garantías de éxito. En la presente muestra de gimnastas españoles, la barra fija es el aparato en el que mayor número de gimnastas prefiere iniciar la competición (20,7%), seguido por el suelo (19,8%), el caballo con arcos (16,2%), las anillas (14,4%), las paralelas (11,7%) y la plataforma de saltos (7,2%). A un 9,9% de los gimnastas les resulta indiferente el hecho de iniciar la competición en uno u otro aparato.

La gran mayoría de los gimnastas compiten con el único objetivo de hacerlo bien (77,5%), lo cual parece indicar una predisposición por parte de éstos a compararse consigo mismo y no con el resto de los participantes. Pese a ello, una proporción relevante compite con la finalidad de ganar (18,9%). De forma relacionada, la meta final deseada es ser campeón olímpico (47,7%), asistir a un campeonato del mundo (27,9%) y, en menor proporción (12,6%), ganarlo. El reducido número de gimnastas que se refirieron a su deseo de participar en unos Juegos Olímpicos (2,7%) hace presuponer dos estrategias de respuesta diferenciadas: por una parte aquellos gimnastas que contestaron en función de su máximo ideal (ser campeón olímpico), y por otra parte aquellos que contestaron ajustándose a sus realidades (asistir a un campeonato del mundo y, si fuera posible, ganar en algún aparato). Los resultados de la encuesta no deben interpretarse en el sentido de una posible involución de las expectativas de triunfo a medida que aumenta la edad de los gimnastas (Tabla 4.26), sino por el contrario hacia la estabilidad de éstas a lo largo de su carrera.

5.3.1.1.4 HISTORIAL DE LESIONES

Con la edad aumenta el porcentaje de gimnastas que alguna vez se han lesionado: G1, 28,6%; G2, 32,0%; G3/4, 78,8%; G5, 100%. Cabe destacar el grupo G3/4 como punto de inflexión en cuanto al elevado número de casos, seguramente porque a estas edades ($13,8 \pm 1,4$ años) una gran parte de gimnastas pasan a entrenar seis (48,5%) o incluso más de siete sesiones semanales. Del registro de las lesiones que han necesitado intervención quirúrgica, también se observa una relación lineal ascendente entre los grupos y el número de casos: G1, 0%; G2, 4,0%; G3/4, 9,1%; G5, 84,0%. De forma relacionada, el promedio de semanas acumuladas de lesión, a lo largo de toda la carrera deportiva de los gimnastas y sin la posibilidad de entrenar normalmente (periodo de convalecencia), se incrementa a medida que los gimnastas se hacen mayores: G1, $2,9 \pm 1,6$ semanas; G2, $5,0 \pm 3,1$ semanas; G3/4, $6,7 \pm 3,0$ semanas; G5, $30,6 \pm 13,1$ semanas. Esta vez, el punto de inflexión se sitúa en el grupo G5, lo que entra dentro de la lógica de una especialidad deportiva que, especialmente en las categorías más elevadas, implica situaciones potencialmente graves de lesión, ya sea por el propio riesgo que implica la ejecución técnica y/o acrobática (lesiones accidentales), o bien por las propias cargas del proceso de entrenamiento (lesiones por sobrecarga). En este sentido, la mayoría de lesiones son esguinces (29,1%), fracturas óseas (22,6%) y tendinitis (12,1%). El registro sobre las principales causas de lesión indica que son las lesiones por sobrecarga, y de forma especialmente importante en los grupos de mayor edad, las más frecuentes (G3/4, 36,4%; G5, 29,9%). En segundo término, las lesiones accidentales, debidas a algún tipo de incidente en el aparato del suelo (17,1%) o bien fuera del

propio gimnasio (17,1%), serían las principales causas de lesión en los gimnastas estudiados. Respecto a las lesiones producidas fuera de la sala de entrenamiento, conviene señalar su frecuencia en los gimnastas de menor edad (G1, 43,8%), hecho que podría considerarse normal atendiendo al elevado nivel de práctica lúdica, tanto en el entorno escolar como familiar a estas edades ($9,5 \pm 1,3$ años). Finalmente, las zonas corporales donde mayormente se localizan estas lesiones son los tobillos (27,6%), hombros (12,1%), dedos (11,1%), rodillas (10,6%) y muñecas (10,1%).

5.3.1.2 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

Teniendo en cuenta las observaciones realizadas en el apartado 4.1.3, la tipificación de una variable permite comparar la posición y distribución de ésta respecto a otra variable, grupo de variables, o respecto a un promedio determinado. De las tres variables susceptibles de ser incluidas en el posterior análisis multivariante (apartado 3.3.1.1), se observa un comportamiento similar en los distintos grupos, tanto en la variable "años de entrenamiento" como en la variable "horas semanales de entrenamiento", aunque los grupos G1 y G2 presentan valores inferiores a la media de la totalidad de la muestra, el grupo G3/4 ajustándose al promedio y el grupo G5 situándose claramente por encima. Todo ello indica que las diferencias, tanto en horas como en años de entrenamiento, viene determinada por los integrantes de este último grupo, lo que consideramos lógico debido a la estructura deportiva nacional, que hace que la práctica totalidad de los gimnastas mayores entrene durante varios años en un centro de alto rendimiento a razón de doble sesión por día. La variable "semanas de convalecencia por lesión" remarca aún más las diferencias entre el grupo G5 y el resto, siendo éste el único que tanto en su posición como en su distribución, se sitúa claramente por encima del promedio de la totalidad de la muestra.

5.3.1.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

El ANOVA permite alcanzar un mayor nivel de concreción, analizando para cada variable la existencia o no de diferencias significativas entre cada uno de los grupos de estudio (apartado 4.1.4). De esta forma se advierte que, tanto en la variable "años de entrenamiento", como en "horas semanales de entrenamiento" y "semanas de convalecencia por lesión", las diferencias grupo a grupo son siempre significativas, con valores claramente superiores en el grupo de estadio de Tanner superior respecto al anterior. Esto es siempre así, a excepción de las horas que entrenan semanalmente los gimnastas de los grupos G1 y G2, entre los que no se observan diferencias significativas, y a excepción también de las semanas de convalecencia por lesión entre los grupos G2 y G3/4. Salvando estas dos circunstancias, se observa como, además de las grandes diferencias entre el grupo G5 y el resto de grupos, también son notorias entre éstos. Sorprende en todo caso la relación que se establece entre los grupos G2 y G3/4, ya que el segundo ha entrenado significativamente durante más años, más número de horas y, sin embargo, no se observan diferencias significativas en la incidencia lesional. Frente a esta observación se sugieren dos hipótesis: a) por una parte, el ciertamente elevado número de semanas de convalecencia por lesión del grupo G2 ($5,0 \pm 3,1$ semanas), claramente superior al grupo G1

($2,9 \pm 1,6$ semanas); b) por otra, la propia heterogeneidad del grupo G2 en esta variable, como demuestra su elevada desviación estándar, así como al hecho de no responder a una distribución normal (Tabla 4.39).

5.3.1.4 CORRELACIÓN BIVARIADA

En todos los grupos de estudio, las variables que caracterizan el volumen de entrenamiento acumulado de los gimnastas ("años de entrenamiento" y "horas de entrenamiento semanales") correlacionan significativamente con su rendimiento deportivo (Tabla 4.41). Estos resultados están en línea con los obtenidos por Saavedra (2002) en jóvenes nadadores masculinos de categoría nacional. En cambio, la variable "semanas de convalecencia por lesión", se comporta de manera diferenciada en el grupo G5 en comparación con el resto de grupos. Mientras que en los grupos G1, G2 y G3/4 se produce una relación significativa e inversamente proporcional entre dicha variable y el rendimiento deportivo de los gimnastas, es decir, a mayor rendimiento menor tiempo de convalecencia por lesión (Tabla 4.41), en el grupo G5 dicha relación no es significativa ($r=0,34$; $p>0,05$). Los gimnastas del grupo G5 llevan tantos años entrenando con mayor o menor grado de afectación lesional ($13,1 \pm 2,6$ años) que si todavía lo siguen haciendo es porque han logrado rendir deportivamente más allá de las afectaciones negativas de las lesiones. Han logrado, en definitiva, rendir lo suficiente como para que el propio proceso de selección que conlleva estar en la élite, no los expulse, ya sea por decisión propia o por el criterio de los responsables técnicos. Esto no sucede en categorías inferiores (conformadas por los grupos G1, G2 y G3/4), con un número de semanas acumuladas de convalecencia por lesión ciertamente reducido (Tabla 4.33), haciendo posible que, en el caso de no rendir deportivamente al máximo nivel por lesión, simplemente puedan compitiendo a un nivel inferior hasta que la lesión remita.

5.3.1.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Los resultados del análisis de regresión múltiple se detallan en la Tabla 4.42. La variable "años de entrenamiento" es seleccionada en la ecuación multivariante en todos los grupos: en los dos primeros (G1 y G2) como segunda variable, y en los dos segundos (G3/4 y G5) como primera variable. En los dos grupos de mayor edad biológica (G3/4 y G5), la segunda y última variable predictiva incluida en la ecuación corresponde a las "horas semanales de entrenamiento", que explica un 66% del rendimiento deportivo en el grupo G3/4 ($F_{2,30}=32,29$; $p=0,001$) y un 79% en el del grupo G5 ($F_{2,22}=45,85$; $p=0,001$). Las "horas semanales de entrenamiento" es la primera variable seleccionada en el grupo de menor edad biológica (G1), mientras que en el grupo G2 lo es la variable "semanas de convalecencia por lesión". En ambos casos, la potencia predictiva de la ecuación resultante es elevada: 78% para el grupo G1 ($F_{2,25}=47,74$; $p=0,001$) y 69% para el grupo G2 ($F_{2,22}=27,09$; $p=0,001$). Según la bibliografía consultada (apartado 1.3), no nos constan estudios multidimensionales en gimnasia artística que hayan incluido alguna de las variables analizadas en esta valoración de antecedentes sociales y deportivos en su modelo de análisis. Si en cambio, en otros deportes como el tenis (Solanelas, 1995), el balonmano (Fernández, 1999), o la natación (Saavedra, 2002), donde contrariamente a los resultados del presente estudio, las

variables relacionadas con el volumen de entrenamiento acumulado, o bien no fueron seleccionadas en el modelo (Solanelas, 1995; Fernández, 2000), o bien su potencia predictiva resultó escasa: 22,1% en la variable "metros de nado por sesión" (Saavedra, 2002). En todo caso, los resultados obtenidos en el análisis de regresión múltiple realizado en GAM, señalan que el volumen de entrenamiento acumulado es una variable de gran relevancia a la hora de explicar el rendimiento de los gimnastas. A menor edad, la variable que mejor explica este volumen acumulado no son tanto los años de entrenamiento como sí la conjunción de éstos con las horas de entrenamiento semanales. Para valorar correctamente dicho volumen acumulado de entrenamiento también se deberá tener en cuenta la incidencia de las lesiones a lo largo del mismo, tal y como se observa en el grupo G2. A medida que los gimnastas alcancen su madurez biológica, la sentencia que muchos entrenadores hacen suya a la hora de afirmar "quien más entrena, más rinde", siendo cierta, debería ser matizada por la expresión "quien más tiempo logra mantenerse entrenando al máximo nivel, más rinde", con las connotaciones favorables que de ésta se desprenden a la hora de establecer adecuadamente las diferentes estrategias metodológicas del proceso de entrenamiento y minimizando así la incidencia lesional.

5.3.1.6 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Los resultados del análisis discriminante se presentan en la Tabla 4.43. Dichos resultados complementan los obtenidos en el análisis de regresión múltiple y ratifican la importancia de la variable "años de entrenamiento", que es seleccionada también en el modelo discriminante, esta vez como primera variable de la función en todos los grupos, a excepción del grupo G3/4, en que lo es la variable "horas semanales de entrenamiento". Las "semanas de convalecencia por lesión" es la tercera y última variable seleccionada por el modelo, de nuevo en el grupo G2. Así, se observa que la capacidad discriminante obtenida en base a la primera función para todos los grupos de estudio es ciertamente elevada (G1: $r=0,85$, $p=0,001$; G2: $r=0,89$, $p=0,001$; G3/4: $r=0,80$, $p=0,001$; G5: $r=0,88$, $p=0,001$). Por otra parte, la misma función discriminante es capaz de clasificar correctamente en las categorías de rendimiento elevado, medio, o discreto, al 82,1% de los 28 gimnastas del grupo G1, al 88,0% de los 25 gimnastas del grupo G2, al 81,8% de los 33 gimnastas del grupo G3/4, y al 80% de los 25 gimnastas del grupo G5. Estos resultados sugieren que las tres variables de esta valoración de antecedentes sociales y deportivos poseen una elevada potencia predictiva del rendimiento gimnástico en todos los grupos de edad y nivel. La comparación con otros estudios en gimnasia artística no resulta posible debido a la no inclusión de este tipo de variables (apartado 1.3).

5.3.2 VALORACIÓN SOMÁTICA

Como se detalla en el apartado 3.3.1.2, la valoración somática consta de diferentes variables agrupadas en cuatro bloques: medidas antropométricas (dimensiones corporales; longitudes, diámetros y perímetros; pliegues cutáneos), cálculos antropométricos (composición corporal, somatotipo, proporcionalidad), datos parentales y maduración biológica (edad cronológica, maduración sexual).

5.3.2.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Las totalidad de variables incluidas en la valoración somática (65) son cuantitativas continuas. A continuación se discuten los resultados de sus estadísticos descriptivos en función de cada grupo de estudio (Tabla 4.48 hasta Tabla 4.58) y en relación a la bibliografía consultada con anterioridad (apartado 1.2.1).

5.3.2.1.1 DIMENSIONES CORPORALES

La gran mayoría de estudios sobre la determinación de variables antropométricas en GAM se han centrado en un momento puntual de la carrera de los gimnastas, generalmente cuando han alcanzado la élite deportiva. En el apartado introductorio sobre las características somáticas de los gimnastas (apartado 1.2.1), concretamente en la información sobre el somatotipo (Tabla 1.8) y la composición corporal (Tabla 1.6), se recoge un histórico sobre los estudios que han documentado, además de dichas variables, la talla y el peso en GAM durante los últimos ochenta años. Además, de forma complementaria, se aporta información de aquellos trabajos en los que únicamente se han estudiado la talla y el peso (Dybowska & Dibowski, 1929; Hirata, 1966, 1979a, 1979b; Zaharieva et al, 1979; Gajdos, 1984), así como de aquellos que, aún no siendo estudios morfológicos, si aportan datos al respecto y se resumen en la Tabla 5.1 (Jemni et al., 2001; Dunlavy et al., 2007; Grassi et al., 2009) y en la Tabla 1.16.

Tabla 5.1. Estudios que documentan talla y peso en GAM en las últimas ocho décadas.

Gimnastas (n)	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (kg)	Referencias
19	25,0	166,6	64,1	Dybowska & Dybowski, 1929.
122	26,0	167,2	63,3	Hirata, 1966.
101	23,4	168,5	62,0	Hirata, 1979a.
126	24,7	168,0	64,1	Hirata, 1979b.
126	23,8	168,5	64,4	Zaharieva et al., 1979
169	22,0	167,8	62,4	Gajdos, 1984.
7	18,4	171,6	66,1	Jemni et al., 2001.
5	23,8	159,0	66,6	Dunlavy et al., 2007.
5	20,2	168,0	67,2	Grassi et al., 2009.

Más escasos son los estudios transversales que han documentado la talla y el peso en jóvenes gimnastas de competición (Tabla 5.2) y, aún más, aquellos que, con un diseño longitudinal o mixto-longitudinal, lo han hecho a lo largo de la edad (Jancarik & Salmela, 1987; Maffulli et al., 1994; Baxter-Jones et al., 1995; Baxter-Jones & Helms, 1996; Iruñia et al., 2009a). Otros autores (Liassatovich, 1975; Rozin, 1979; Ariza, 1987), en base a la experiencia formativa de la escuela soviética de los años comprendidos entre 1970 y 1990, proponen unos valores ideales de talla y

peso para la correcta identificación de aquellos gimnastas con potencial para rendir deportivamente en GAM (Tabla 5.3).

Tabla 5.2. Estudios que documentan la talla y el peso de jóvenes gimnastas masculinos.

Gimnastas (n)	Edad (años)	Talla (cm)	Peso (kg)	Referencias
10	12,5±2,1	151,1±7,1	39,7±5,6	Stepnicka, 1977
11	13,6±2,3	153,9±12,8	42,5±9,6	Araujo & Moutinho, 1978.
17	12,5±3,2	149,6±12,2	40,2±10,5	Broekhoff et al., 1986.
12	13,5±1,4	154,8±8,0	47,9±9,0	Muñoz et al., 1986.
17	10,8±3,2	143,3±25,0	34,8±14,4	Damsgaard et al., 2000.
5	15,0±1,4	160,0±1,0	56,5±12,6	Groussard & Delamarche, 2000
11	11,7±2,1	146,2±25,0	35,5±14,4	Bencke et al., 2002.
21	13,3±0,3	155,5±2,3	48,3±2,7	Gurd & Klientrou, 2003.
5	9,0±0,6	140,0±2,0	35,0±2,0	Irurtia et al., 2007.
6	13,5±0,5	149,2±6,5	40,0±5,6	Baudry et al., 2008.
17	7,9±2,6	167,0±0,6	60,3±5,9	Fujihara et al., 2009.

Tabla 5.3. Valores ideales de talla y peso de jóvenes gimnastas soviéticos masculinos.

Edad (años)	Talla (cm)	Peso (kg)	Referencias
6	112,0±3,5	19,5±2,1	Ariza, 1987.
7	120,5±4,2	22,5±2,1	
8	123,8±3,9	24,0±2,1	
7	121,0±2,8	21,5±2,1	Rozin, 1979.
8	123,0±2,8	22,8±1,8	
9	126,5±3,5	24,8±2,5	
12	140,8±5,0	33,5±3,9	Liassatovich, 1975 (en Gajdos, 1983).
13	146,5±5,6	37,6±4,2	
14	150,7±8,8	41,8±8,2	
15	156,0±7,6	48,5±8,1	
16	163,6±8,4	55,3±8,5	
17-18	164,5±6,3	55,6±7,5	

Los resultados de las dimensiones corporales, en lo que respecta a la talla y el peso de los gimnastas objeto de estudio (Tabla 4.48) están en consonancia con las aportaciones realizadas por el estudio de diseño mixto-longitudinal publicado recientemente en base a una muestra representativa de la población gimnástica masculina nacional (Irurtia et al., 2009a) y cuyas aportaciones se detallan en el correspondiente apartado introductorio (apartado 1.2.1.1). Los gimnastas objeto de estudio son siempre más bajos y ligeros ($p \leq 0,05$) que la población española de referencia (Sobradillo et al., 2004). Además, si nos circunscribimos a la edad cronológica de cada uno de los grupos de estudio (G1: 9,5±1,3 años; G2: 10,5±1,3 años; G3/4: 13,8±1,4 años; G5: 19,1±2,7 años) podemos observar que también son más bajos y ligeros que la mayoría de estudios publicados con anterioridad (Tabla 1.4, Tabla 1.8, Tabla 1.6, Tabla 1.16, Tabla 5.1, Tabla 5.2), aunque no lo son respecto a los valores de selección utilizados en la antigua Unión Soviética (Tabla 5.3). Estos resultados ratifican las observaciones realizadas por Jemni y colaboradores (2001) al señalar que los gimnastas, a lo largo de las últimas décadas, son cada vez más bajos y

ligeros, aunque no siempre de forma significativa (Cuk et al., 2007). Además, deberán tenerse en cuenta ciertas excepciones, como los especialistas de suelo y plataforma de saltos que, siendo más pesados que el resto, recuerdan que en GAM se compite en seis aparatos de muy diferentes características (Iruña et al., 2009a).

Los resultados obtenidos sobre la talla sentado de los gimnastas objeto de estudio ratifican las consideraciones efectuadas hasta ahora, registrando el grupo de más edad (G5: $87,8 \pm 2,3$ cm) valores situados entre los percentiles 25 y 50 descritos por Claessens y colaboradores (1991) en gimnastas adultos de élite (Tabla 1.3). Estos valores son acordes con los registrados en 1974 (Leveau et al., 1974) en gimnastas japoneses ($87,7 \pm 3,6$ cm) y se sitúan por debajo de los documentados en gimnastas adultos estadounidenses ($89,9 \pm 2,5$ cm; Leveau et al., 1974), húngaros (92,7 cm; Nelson, 1974), participantes en los JJ.OO. de Montreal 1976 ($90,5 \pm 3,4$ cm; Carter, 1982) y participantes en el Cto. del Mundo de Rotterdam 1987 ($88,8 \pm 3,0$ cm; Claessens et al., 1991). Los únicos datos hallados sobre la envergadura de los gimnastas los aportan: a) el estudio realizado con 25 gimnastas adultos del equipo nacional argentino (Rodríguez & Berral, 2006), registrando una envergadura de $175,2 \pm 5,4$ cm; b) el estudio transversal realizado por Caldarone y colaboradores (Caldarone et al., 1986) con gimnastas de 15 años ($n=7$; $163,3 \pm 5,8$ cm), de 16 años ($n=12$; $170,4 \pm 5,5$ cm), de 17 años ($n=18$; $174,9 \pm 5,7$ cm), y de 18 años ($n=10$; $174,2 \pm 4,8$ cm). En todos los casos la comparación con los resultados del presente estudio resulta difícil, principalmente por haber considerado como factor de agrupación un indicador de edad cronológica (años) y no biológica (estadios de Tanner) como es nuestro caso. Pese a las limitaciones propias de todo diseño transversal, el presente estudio aporta por primera vez datos referenciales sobre la talla sentado, la envergadura y el alcance de una muestra representativa de gimnastas de diferentes grupos de edad (Tabla 4.48), hecho que sin duda contribuirá a mejorar el conocimiento sobre la estructura somática de esta especialidad deportiva.

5.3.2.1.2 LONGITUDES, DIÁMETROS, PERÍMETROS

La mayoría de las veces el hecho de recabar información sobre determinadas longitudes, diámetros y perímetros, responde a la necesidad de medir estas variables como paso previo para el cálculo estimativo de otras variables somáticas más relevantes, como por ejemplo aquellas relacionadas con la proporcionalidad, el somatotipo, o la composición corporal (Tabla 1.2). En el presente estudio, las longitudes, los diámetros y los perímetros se valoran, además, para establecer su relación con el rendimiento deportivo de los gimnastas.

Tabla 5.4. Longitudes, diámetros y perímetros de gimnastas adultos (GAM).

	De Garay et al., 1974.	Leveau et al., 1974.	Neison, 1974.	Zaharieva et al., 1979.	Carier, 1982.	Claessens et al., 1991.	Cuk & Karacsony, 2002.	Rodriguez & Berral, 2006.	Presente estudio, 2010
	J.J.OO. México, 1968 (n=28)	Gimnastas EEUU japoneses (n=7)	Gimnastas húngaros (n=7)	Cto. Mundo Varna, 1974 (n=126)	J.J.OO. Montreal, 1976 (n=11)	C. Mundo Rotterdam, 1987 (n=165)	Copa Mundo Ljubljana, 2000 (n=40)	Gimnastas argentinos (n=25)	Gimnastas españoles (n=25)
LONGITUDES (cm)									
Extremidad superior	-	75,6±2,7	72,5±2,1	-	76,0±3,0	-	-	-	74,1±4,3
Mano	-	17,5±1,4	16,0±1,3	-	18,6±2,9	-	-	-	18,4±1,3
Extremidad inferior	-	88,6±4,0	84,2±5,0	87,6	78,9±3,4	78,1±4,2	-	-	87,6±4,8
Pie	-	25,9±0,7	24,1±1,0	25,4	25,2±1,1	-	-	-	25,1±0,7
DIÁMETROS (cm)									
Biacromial	40,0	39,4±1,9	40,6±0,9	39,6	39,0±0,9	38,5±1,6	40,1±2,0	40,0±1,6	39,2±1,2
Intercostal	26,7	26,2±1,6	26,6±1,0	27,1	25,8±2,3	26,3±1,4	26,5±1,5	26,3±1,2	25,7±1,1
Bilrocantéreo	-	-	-	-	-	-	-	-	29,3±1,1
Transverso tórax	-	31,4±1,2	32,7±1,7	31,5	27,7±1,6	-	-	29,2±1,2	27,4±1,5
Anteropost. tórax	-	21,7±1,2	21,2±1,0	22,4	19,1±1,0	-	-	18,5±1,1	19,5±0,9
Biépicond. hombro	-	6,8±0,3	6,4±0,2	6,9	7,1±0,3	7,0±0,3	6,8±0,4	7,1±0,3	6,8±0,3
Biestiloid. muñeca	-	-	-	-	-	-	6,0±0,4	6,1±0,3	5,9±0,3
Bicondíleo fémur	-	9,2±0,3	9,3±0,3	9,1	9,3±0,4	9,2±0,4	8,8±0,5	9,5±0,4	9,2±0,4
Bimaleolar	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0±0,3
PERÍMETROS (cm)									
Brazo relajado	-	28,8±0,8	29,0±0,6	28,7	30,7±1,6	31,2±1,7	33,2±2,1	32,2±1,6	31,1±2,0
Brazo en tensión	-	-	-	-	33,9±1,7	34,6±1,7	35,8±2,6	35,0±1,6	34,7±2,1
Antebrazo	-	24,8±0,8	23,9±0,8	23,4	27,5±1,2	27,5±1,2	27,8±1,5	28,0±1,1	27,5±0,9
Muñeca	-	16,5±0,6	17,2±0,6	16,8	17,2±0,6	-	-	17,9±0,8	17,4±0,7
Mesopasternal	-	89,9±2,5	93,1±2,3	92,7	95,1±2,6	-	96,4±4,7	100±3,5	94,5±3,0
Cintura	-	68,9±2,3	69,4±2,8	70,6	72,8±4,3	-	-	76,7±3,5	74,5±3,2
Glúteo	-	-	-	-	-	-	-	89,6±3,5	87,2±2,3
Muslo	-	48,3±0,7	49,0±1,4	49,0	51,0±2,3	51,0±2,7	54,1±2,8	50,6±2,2	51,6±1,9
Pierna	-	34,0±0,6	34,8±0,8	33,8	34,7±2,0	34,7±1,7	35,5±1,9	36,1±1,6	35,3±1,3
Tobillo	-	21,0±0,8	20,5±0,6	20,6	-	-	-	-	21,8±1,5
Cefálico	-	55,2±1,0	55,0±1,0	55,1	-	-	-	-	55,7±1,5
Cuello	-	-	-	-	-	-	-	37,3±1,2	36,3±1,5

Los valores de referencia sobre determinadas longitudes, diámetros y/o perímetros en gimnastas masculinos de élite es relativamente abundante (Tabla 5.4). Si comparamos dichos valores con los que caracterizan al grupo G5 del presente estudio (19,1±2,7 años), únicamente se observan diferencias significativas en las reducidas longitudes de manos ($p=0,001$) y pies ($p=0,02$) de los gimnastas japoneses (Leveau et al., 1974), y en las extremidades inferiores ($p=0,001$) de los gimnastas participantes en los JJ.OO. de Montreal '76 (Carter, 1982) y en el Cto. del Mundo de Rotterdam '87 (Claessens et al., 1991). Las diferencias entre los diámetros corporales, en cambio, son abundantes además de variadas: el grupo G5 posee un diámetro biacromial menor ($p=0,01$) que los gimnastas japoneses (Leveau et al., 1974) y que el grupo de competidores en la Copa del Mundo de Ljubljana 2000 ($p=0,05$) valorados por Cuk & Karacsony (2002). Este diámetro biacromial es mayor ($p=0,02$), sin embargo, que el registrado por Claessens y colaboradores (1991). Los gimnastas de este mismo estudio son los únicos que registran un diámetro intercostal significativamente superior al grupo G5 ($p=0,02$); un grupo G5 que precisamente registra unos valores significativamente inferiores ($p=0,001$) en los diámetros que involucran al tórax (transverso y anteroposterior) en relación a los gimnastas estadounidenses y japoneses valorados en el año 1974 (Leveau et al., 1974). Estas diferencias se mantienen ($p=0,001$) en el diámetro transverso del tórax del grupo de gimnastas argentino valorado en el año 2006 (Rodríguez & Berral, 2006), pero no en el diámetro anteroposterior, donde ocurre justo lo contrario, registrando los gimnastas del grupo G5 valores significativamente superiores ($p=0,001$). Por otra parte, a excepción del menor diámetro biepicondíleo del húmero ($p=0,001$) de los gimnastas japoneses (Leveau et al., 1974), los gimnastas del grupo G5 registran valores inferiores ($p\leq 0,01$) en comparación con otros grupos analizados (Carter, 1982; Claessens et al., 1991; Rodríguez & Berral, 2006). El último diámetro corporal donde se advierten diferencias significativas es el diámetro bicondíleo del fémur, registrando únicamente los gimnastas del grupo G5 valores mayores ($p=0,001$) que los descritos en uno de los estudios previos relacionados (Cuk & Karacsony, 2002). En relación a los perímetros corporales, se advierte que, en comparación con los primeros estudios referenciados (Leveau et al., 1974), los gimnastas del grupo G5 poseen prácticamente siempre mayores perímetros (Tabla 5.4): perímetro de brazo relajado ($p=0,001$), de muñeca ($p=0,01$), de cintura ($p=0,001$), de muslo ($p=0,001$), de pierna ($p=0,001$), y de tobillo ($p=0,01$). En cambio, en relación a las aportaciones de estudios más recientes (Cuk & Karacsony, 2002; Rodríguez & Berral, 2006), esta relación se produce justo a la inversa (Tabla 5.4): perímetro del brazo relajado ($p\leq 0,05$), de la muñeca ($p=0,05$), mesoesternal ($p\leq 0,05$), de la cintura ($p=0,05$); del glúteo ($p=0,01$), y del cuello ($p=0,02$). La comparación entre las longitudes, diámetros y perímetros del grupo G5 y el resto de estudios publicados con gimnastas adultos, únicamente permite contextualizar las características de dichas variables en el grupo de mayor edad cronológica. El abundante número y tipología de diferencias antropométricas entre gimnastas de élite permite sugerir que estas variables, por sí solas, no determinan el rendimiento gimnástico (Dotan et al., 1980). No obstante, será en posteriores apartados cuando, esta vez sí de forma

específica en función de diferentes grupos de edad, se constatará la mayor o menor fuerza de dicha relación (apartado 5.3.2.4).

Así como la información en gimnastas adultos es abundante (Tabla 5.4), la relativa a las longitudes, diámetros y perímetros de gimnastas en sus etapas previas de preparación hacia la élite deportiva es escasa (Liassatovich, 1975; Rozin, 1979; Caldarone et al., 1986; Ariza, 1987; Damsgaard et al., 2001). Además, la mayoría de las veces dicha información no surge de la elaboración de estudios científicos, sino de la aportación empírica de la escuela soviética, documentada por diversos autores (Liassatovich, 1975; Rozin, 1979; Ariza, 1987), donde se registran, por ejemplo, los valores ideales del perímetro torácico según determinados grupos de edad (Tabla 5.5). En aquellos grupos de edad susceptibles de ser comparados (G1: $9,5 \pm 1,3$ años, y G3: $13,8 \pm 1,4$ años), se observa como el perímetro torácico de los gimnastas españoles es superior al estándar soviético de la época (Liassatovich, 1975; Rozin, 1979). Pese a todo, conviene ser cauto por la dificultad de comparar grupos formados por diferentes criterios de edad (edad biológica vs. edad cronológica).

Tabla 5.5. Valores ideales del perímetro torácico de jóvenes gimnastas soviéticos masculinos.

<i>Edad (años)</i>	<i>Perímetro Torácico (cm)</i>	<i>Referencias</i>
6	$57,0 \pm 2,1$	
7	$60,5 \pm 2,1$	Ariza, 1987.
8	$61,0 \pm 2,1$	
7	$56,8 \pm 2,5$	
8	$58,3 \pm 1,1$	Rozin, 1979.
9	$61,0 \pm 2,1$	
12	$68,2 \pm 3,9$	
13	$71,8 \pm 3,0$	
14	$75,3 \pm 4,7$	Liassatovich, 1975 (en Gajdos, 1983).
15	$80,4 \pm 6,3$	
16	$84,7 \pm 6,2$	
17-18	$86,1 \pm 4,2$	

El resto de estudios hallados ofrecen únicamente información sobre el perímetro del brazo relajado, siempre como paso previo al cálculo del área muscular del brazo de los jóvenes gimnastas (Tabla 5.6). De éstos, únicamente son comparables por ser de semejante edad cronológica, los datos obtenidos por Damsgaard y colaboradores (2001) y los del grupo G2 del presente estudio ($10,5 \pm 1,3$ años), no registrándose diferencias significativas entre ambos ($p > 0,05$).

Tabla 5.6. Estudios que documentan el perímetro del brazo de jóvenes gimnastas masculinos.

Edad (años)	Perímetro Brazo (cm)	Referencias
10,8±3,2	20,7±4,5	Damsgaard et al., 2001.
15	24,4±1,8	Caldarone et al., 1986.
16	27,9±2,4	
17	29,9±1,8	
18	29,5±1,6	

5.3.2.1.3 PLIEGUES CUTÁNEOS

No se han hallado estudios que describan la cantidad de tejido adiposo subcutáneo de jóvenes gimnastas masculinos de competición a partir de la medición de pliegues cutáneos. Si comparamos los valores del grupo G5 (19,1±2,7 años), con estudios anteriores con gimnastas adultos (Tabla 5.7), se observa como, a excepción del pliegue subescapular, que es superior ($p=0,01$) en los gimnastas italianos analizados por Gualdi-Russo et al. (1992), en el resto de estudios comparables (Claessens et al., 1991; Gualdi-Russo et al., 1992; Cuk & Karacsony, 2002), o bien no se observan diferencias significativas (pliegues axilar medio, ileocrestal, abdominal, y muslo anterior), o bien los valores del grupo G5 son siempre significativamente superiores (pliegues tricipital, bicipital, supraespinal, y pierna medial) ($p<0,01$). Según los percentiles descritos por Claessens y colaboradores (1991) para gimnastas adultos, el pliegue subescapular se sitúa entre los percentiles 50 y 75, los pliegues tricipital, bicipital y supraespinal del grupo G5 entre los percentiles 75 y 90, y el pliegue medial de la pierna más allá del percentil 95. Pese a todo, conviene ser cautos a la hora de establecer comparaciones, ya que la técnica antropométrica requiere la aplicación de unos estándares internacionales promulgados por la ISAK, que no siempre se han seguido en estudios previos (Tabla 5.7).

Tabla 5.7. Pliegues cutáneos de gimnastas adultos (GAM).

	De Garay et al., 1974. (n=28)	Carter, 1982 (n=11)	Claessens et al., 1991. (n=165)	Gualdi-Russo et al., 1992. (n=31)	Cuk & Karacsony, 2002. (n=40)	Presente estudio, 2010 (n=25)
Tricipital (mm)	4,7	5,1	5,4±1,1	6,2±2,2	4,6±1,0	6,3±1,4
Subescapular (mm)	7,1	6,4	7,4±1,2	9,7±3,1	7,3±1,1	7,8±1,0
Bicipital (mm)	—	—	3,3±0,5	3,0±1,0	3,3±0,5	3,7±0,6
Pectoral (mm)	—	—	—	—	—	5,7±0,9
Axilar medio (mm)	—	—	—	7,4±2,5	—	6,5±0,7
Ileocrestal (mm)	—	—	—	10,5±4,3	—	10,1±2,6
Supraespinal (mm)	4,6	4,2	4,0±0,6	—	4,7±1,2	4,7±0,7
Abdominal (mm)	—	—	—	9,4±3,3	—	8,3±1,7
Muslo anterior (mm)	—	—	—	10,2±3,7	—	10,0±3,1
Pierna medial (mm)	4,3	4,2	4,7±1,2	6,1±2,9	5,0±1,3	7,1±2,1

5.3.2.1.4 COMPOSICIÓN CORPORAL

Si se comparan los resultados obtenidos (Tabla 4.53) con la literatura nacional (Tabla 1.6) se observan, previamente a cualquier valoración, dos hechos remarcables. El primero, que únicamente son comparables los resultados obtenidos en los grupos G5 (19,1±2,7 años) y G3/4 (13,8±1,4 años), por representar ambos los grupos de edad cronológica más afines a los de anteriores estudios en gimnastas adultos (Parizkova, 1977; Thorland et al., 1981; Carter, 1982; Caldarone et al., 1986; Faria & Faria, 1989; Gualdi-Russo et al., 1992; Jemni et al., 2000; Georgopoulos et al., 2004; Rodríguez & Berral, 2006; Irurtia et al., 2009a) y en jóvenes gimnastas (Muñoz et al., 1986; Baxter-Jones et al., 1995; Weimann et al., 2000, 2002; Gurd & Klentrou, 2003; Irurtia et al., 2009a). El segundo, que de todas las variables de composición corporal analizadas en el presente estudio, únicamente el porcentaje de masa grasa y masa libre de grasa de los gimnastas pueden ser comparadas con estudios anteriores, relegando al resto de variables a un segundo plano: sumatorio de 6 pliegues, % de masa muscular, % de masa ósea, % de componente residual, áreas grasas y musculares de brazo y muslo. Finalmente, como se ha argumentado en el apartado 1.2.1.2, a esta limitación se añade la ya de por sí difícil comparación de resultados de composición corporal que varían notablemente en función de la ecuación predictiva utilizada (Claessens et al., 2001; Rolland-Cachera et al., 1997).

En este contexto, se observa que los gimnastas del grupo G5 poseen un porcentaje de masa grasa superior ($p \leq 0,05$) a la mayoría de gimnastas adultos analizados con anterioridad (Parizkova, 1977; Thorland et al., 1981; Caldarone et al., 1986; Faria & Faria, 1989; Jemni et al., 2000; Irurtia et al., 2009a). No obstante, en algunos casos (Baxter-Jones et al., 1995; Rodríguez & Berral, 2006), el grupo G5 registra valores de masa grasa inferiores ($p \leq 0,05$) o similares (Gualdi-Russo et al., 1992; Georgopoulos et al., 2004) en relación al resto de estudios. Únicamente se han hallado seis estudios que registren la masa libre de grasa de gimnastas de élite masculinos (Parizkova, 1977; Thorland et al., 1981; Caldarone et al., 1986; Faria & Faria, 1989; Gualdi-Russo et al., 1992; Irurtia et al., 2009a). De éstos, en tres estudios no se observan diferencias significativas con el grupo G5 (Caldarone et al., 1986; Faria & Faria, 1989; Irurtia et al., 2009a), en dos, los valores del grupo G5 son significativamente inferiores (Parizkova, 1977; Gualdi-Russo et al., 1992) y, finalmente, en un estudio, los valores del grupo G5 son superiores (Thorland et al., 1981). El sumatorio de 6 pliegues registrado por los gimnastas del grupo G5 (44,2±8,5 mm) es significativamente superior al obtenido por Carter (1982) (32,9±9,9 mm, $p=0,001$), por Rodríguez y Berral (2006) (40,5±1,2 mm) y por Irurtia et al. (2009a) (33,2±2,1 mm), aunque únicamente los dos últimos estudios permite asegurar una técnica de medida idéntica. En referencia a la masa muscular, únicamente se han hallado dos estudios que la describan en gimnastas adultos, registrando unos valores porcentuales de 53,8% (Rodríguez & Berral, 2006) y 49,5±1,1% (Irurtia et al., 2009a), respectivamente, ambos significativamente superiores a los del grupo G5 (45,9±3,0%, $p=0,001$). Pese a todo, cabe ser cauteloso al establecer comparaciones con el estudio de Rodríguez y Berral (2006), ya que el método pentacompartimental utilizado para la determinación de la composición corporal (Kerr, 1998) se aleja notablemente de la propuesta metodológica del

presente estudio. En este sentido, el único estudio que describe el área muscular del brazo de gimnastas masculinos de élite (Caldarone et al., 1986) registra unos valores ($70,9 \pm 7,6 \text{ cm}^2$) que no difieren significativamente de los del grupo G5 ($67,5 \pm 10,6 \text{ cm}^2$). Si en cambio, se producen diferencias significativas ($p=0,001$) entre el área grasa de brazos ($9,4 \pm 2,1 \text{ cm}^2$) y muslos ($19,6 \pm 6,2 \text{ cm}^2$) del grupo G5 y los dos únicos estudios que se han hallado al respecto (Carter, 1982; Rodríguez & Berral, 2006). Los gimnastas participantes en los JJ.OO. de Montreal 1976 (Carter, 1982) registran un área grasa del brazo de $15,5 \text{ cm}^2$ y del muslo de $37,1 \text{ cm}^2$. Los gimnastas argentinos del equipo nacional (Rodríguez & Berral, 2006) registran $17,9 \text{ cm}^2$ y $45,0 \text{ cm}^2$, respectivamente. Pese a que la diferente fórmula aplicada en ambos estudios para la estimación de las áreas corporales (Gurney & Jelliffe, 1973) limita cualquier tipo de valoración, diferencias tan elevadas sugieren que los gimnastas del grupo G5 registran unos valores de masa grasa muy reducidos, tanto en extremidades superiores (pliegue tricipital) como inferiores (pliegue del muslo anterior). Sin embargo, dado el superior sumatorio de 6 pliegues ($p=0,001$) del grupo G5 en relación al único estudio que los registra de igual forma (Rodríguez & Berral, 2006), todo sugiere que sería en el resto de pliegues cutáneos (subescapular, supraespinal, abdominal, pierna medial) donde se generarían dichas diferencias.

Cuando la comparación se establece entre el grupo G3/4 ($13,8 \pm 1,4$ años) y los estudios en jóvenes gimnastas masculinos (Muñoz et al., 1986; Baxter-Jones et al., 1995; Weimann et al., 2000, 2002; Gurd & Klentrou, 2003; Irurtia et al., 2009a), se observa que la masa grasa de los primeros es siempre superior a la de los segundos ($p \leq 0,01$), lo mismo que sucede con el sumatorio de 6 pliegues en relación al único estudio que lo describe en un grupo de 9 gimnastas españoles de $13,2 \pm 0,4$ años (Irurtia et al., 2009a): $36,1 \pm 2,2 \text{ mm}$; $p=0,001$. La masa libre de grasa de los gimnastas del grupo G3/4, o bien no difiere de los valores registrados en este mismo estudio ($36,8 \pm 4,6 \text{ kg}$; $p > 0,05$) o bien es inferior a los obtenidos por Gurd y Klentrou (2003): $44,0 \pm 1,5 \text{ kg}$; $p=0,01$. La masa muscular de los gimnastas del grupo G3/4 ($42,7 \pm 2,0\%$) es inferior ($p=0,001$) a la registrada por los dos únicos estudios que la documentan: $46,3 \pm 1,3\%$ (Muñoz et al., 1986); $46,8 \pm 3,9\%$ (Irurtia et al., 2009a). En el primero de ellos, además, se registra un $19,8 \pm 1,5\%$ de masa ósea, valores que no difieren significativamente de los obtenidos en el grupo G3/4 ($20,0 \pm 1,8\%$). No se ha hallado ninguna referencia que aporte información sobre las diferentes áreas corporales en jóvenes gimnastas, analizadas en el presente estudio.

5.3.2.1.5 SOMATOTIPO

En el apartado 1.2.1.3 se recogen los resultados del análisis del somatotipo de los principales estudios publicados con gimnastas masculinos en los últimos sesenta años (Tabla 1.8). En base a éstos, se observa que el perfil somatotípico de los gimnastas adultos de élite está bien caracterizado (Cureton, 1951; Bosco, 1962; Carter et al., 1971; Clarys & Borms, 1971; De Garay et al., 1974; Stepnicka, 1974; López et al., 1979; Pérez, 1981; Thorland et al., 1981; Carter, 1982; Meszaros & Mohacsi, 1982a, 1982b; Zeng, 1985; Rodríguez et al., 1986; Withers et al., 1986; Claessens et al., 1991; Gualdi-Russo & Graziani, 1993; Cuk & Karacsony, 2002; Lentini et al.,

2004; Rodríguez & Berral, 2006; Iruñia et al., 2009a), mientras que el somatotipo del joven gimnasta masculino en su proceso de formación hacia el alto rendimiento deportivo no está tan documentado (Stepnicka, 1977; Araujo & Moutinho, 1978; Broekhoff et al., 1986; Muñoz et al., 1986; Iruñia et al., 2009a). Además, de estos últimos estudios únicamente uno describe, con un diseño mixto-longitudinal, la evolución de los tres componentes del somatotipo a lo largo de la edad en jóvenes gimnastas seleccionados (Iruñia et al., 2009a).

Atendiendo a los resultados obtenidos en el presente estudio (Tabla 4.54) y en referencia exclusiva al perfil somatotípico de los gimnastas adultos del grupo G5 (19,1±2,7 años), sorprende el hecho de que en gran parte de los estudios (Clarys & Borms, 1971; De Garay et al., 1974; Stepnicka, 1974; López et al., 1979; Pérez, 1981; Carter, 1982; Meszaros & Mohacsi, 1982a; Zeng, 1985; Rodríguez et al., 1986; Withers et al., 1986; Claessens et al., 1991; Lentini et al., 2004; Rodríguez & Berral, 2006; Iruñia et al., 2009a), el componente endomórfico es inferior ($p \leq 0,05$) al del grupo G5, o bien no se registran diferencias significativas (Cureton, 1951; Bosco, 1962; Carter et al., 1971; Thorland et al., 1981). Además, el componente mesomórfico del mismo grupo (G5), o bien no es significativamente diferente (Bosco, 1962; Pérez, 1981; Thorland et al., 1981; Carter, 1982; Meszaros & Mohacsi, 1982a, 1982b; Claessens et al., 1991; Gualdi-Russo & Graziani, 1993; Lentini et al., 2004), o bien se sitúa en valores inferiores ($p \leq 0,05$) en relación al resto de estudios (Cureton, 1951; Carter et al., 1971; De Garay et al., 1974; Stepnicka, 1974; López et al., 1979; Zeng, 1985; Rodríguez et al., 1986; Withers et al., 1986; Rodríguez & Berral, 2006; Iruñia et al., 2009). Únicamente se ha hallado un estudio en el que los gimnastas analizados sean menos mesomórficos ($p=0,001$) que los gimnastas del grupo G5 (Cuk & Karacsony, 2002). De la misma forma, el tercer y último componente ectomórfico, o bien no es significativamente diferente (Cureton, 1951; Stepnicka, 1974; Withers et al., 1986; Claessens et al., 1991; Gualdi-Russo & Graziani, 1993; Cuk & Karacsony, 2002; Lentini et al., 2004; Rodríguez & Berral, 2006; Iruñia et al., 2009), o bien se sitúa en valores inferiores ($p \leq 0,05$) en relación al resto de estudios (Bosco, 1962; De Garay et al., 1974; López et al., 1979; Pérez, 1981; Thorland et al., 1981; Carter, 1982; Meszaros & Mohacsi, 1982a, 1982b; Zeng, 1985; Rodríguez et al., 1986). La revisión de la literatura sugiere que el grupo G5, pese a clasificarse dentro del perfil ecto-mesomórfico que caracteriza a la práctica totalidad de los gimnastas analizados a lo largo de la historia (Carter, 1975), conforma un grupo más endomórfico, menos mesomórfico, y menos ectomórfico.

En relación a los tres componentes del somatotipo (endo, meso y ectomorfismo) y en base a los escasos estudios publicados hasta ahora con jóvenes gimnastas masculinos de competición (Tabla 5.8), se establece un perfil somatotípico según los siguientes valores: 1,6±0,4 – 4,8±0,5 – 3,6±0,5. Si se comparan estos resultados con los del único grupo de estudio comparable en edad cronológica (G3/4: 13,8±1,4 años), se deducen consideraciones semejantes a las establecidas con los gimnastas adultos: el componente endomórfico del grupo G3/4, o bien no registra diferencias respecto a alguno de los estudios analizados (Araujo & Moutinho, 1978; Muñoz et al., 1986), o bien significativamente superior (Stepnicka, 1977; Broekhoff et al., 1986; Iruñia et al., 2009). Por otra parte, el componente mesomórfico del grupo G3/4, tampoco revela diferencias respecto

alguno de los estudios analizados (Stepnicka, 1977; Araujo & Moutinho, 1978; Broekhoff et al., 1986), o bien es significativamente ($p \leq 0,01$) inferior (Muñoz et al., 1986; Irurtia et al., 2009). Por último, el componente ectomórfico, o no revela diferencias en comparación con estudios anteriores (Broekhoff et al., 1986; Muñoz et al., 1986; Irurtia et al., 2009), o bien es significativamente inferior (Stepnicka, 1977; Araujo & Moutinho, 1978). Globalmente, los resultados sugieren que el grupo G3/4, pese a clasificarse bajo un perfil ecto-mesomórfico, posee las mismas características somatotípicas que el grupo G5 cuando es comparado con los estudios publicados con anterioridad (Tabla 1.8). Es decir, salvo alguna excepción, generalmente se observa un componente endomórfico mayor y unos componentes mesomórfico y ectomórfico menores.

Tabla 5.8. Somatotipo de jóvenes gimnastas (GAM)

	Número (n)	Edad (años)	Endomorfismo	Mesomorfismo	Ectomorfismo
<i>Stepnicka, 1977.</i>	10	12,5±2,1	1,5±0,6	4,4±0,6	3,9±0,6
<i>Araujo & Moutinho, 1978.</i>	11	13,6±2,3	2,2±0,4	4,2±0,8	4,0±1,0
<i>Broekhoff et al., 1986.</i>	17	12,5±3,2	1,3±0,6	4,8±0,6	3,6±1,2
<i>Muñoz et al., 1986.</i>	12	13,5±1,4	1,9±0,2	5,2±0,6	2,8±0,7
<i>Irurtia et al., 2009.</i>	10	13,2±0,4	1,3±0,4	5,5±1,1	3,6±1,2
<i>Presente estudio (G3/G4).</i>	33	13,8±1,4	2,0±0,4	4,4±0,8	3,2±0,9

Finalmente, la comparación del resto de grupos analizados (G1: 9,5±1,3 años / G2: 10,5±1,3 años) no es posible a falta de estudios con gimnastas de edad tan temprana. No obstante, cabe señalar que ambos grupos también se clasifican dentro del perfil ecto-mesomórfico (Tabla 4.54).

5.3.2.1.6 PROPORCIONALIDAD

Los estudios que analizan las proporciones corporales en GAM, tanto en gimnastas de élite (Leveau et al., 1974; Nelson, 1974; Caldarone et al., 1986) como en jóvenes gimnastas (Caldarone et al., 1986; Damsgaard et al., 2001) son escasos y sus principales resultados (Tabla 1.9 y Tabla 1.10) así como las aportaciones más destacadas han sido desarrolladas en el correspondiente apartado introductorio (apartado 1.2.1.4). Únicamente se han hallado tres estudios que, a modo de contextualización de la muestra y sin ser su objeto de estudio, aportan datos sobre el índice de masa corporal de gimnastas masculinos. Dos estudios se realizaron con gimnastas adultos y obtienen valores de $23,9 \pm 2,9 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (Grassi et al., 2009) y $21,5 \pm 1,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ (Georgopoulos et al., 2004), respectivamente, y un tercero estudió dos grupos de jóvenes gimnastas (Baudry et al., 2008), uno de expertos ($n=6$; $13,5 \pm 0,5$ años; $17,9 \pm 1,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) y otro de no expertos ($n=6$; $12,0 \pm 1,1$ años; $18,4 \pm 1,7 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$). Finalmente, el único estudio transversal de las proporciones corporales (índice de masa corporal e Índice córmico) de gimnastas masculinos de diferentes grupos de edad (15 a 18 años), es el realizado de Caldarone et al. (1986). Como se puede ver en la Tabla 1.10, sus resultados únicamente son comparables con los gimnastas mayores del presente estudio (grupo G5), ya que el resto (G1, G2, G3/4) son de edades cronológicas inferiores (Tabla 3.3).

En base a los resultados del presente estudio (Tabla 4.57), el índice de masa corporal del grupo G5 ($23,1 \pm 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) es similar al de la mayor parte de estudios en gimnastas adultos (Leveau et al., 1974; Nelson, 1974; Caldarone et al., 1986; Grassi et al., 2009). Este hecho se repite en gimnastas en edad evolutiva, tanto en el grupo de expertos como en el de no expertos (Baudry et al., 2008). Por otra parte, y esta vez en relación a la población española no deportista (Carrascosa et al., 2008), el índice de masa corporal de los gimnastas objeto de estudio se sitúa entre los percentiles 25 y 50 en los grupos G1, G2 y G3/4, y entre los percentiles 50 y 75 en el grupo G5. En relación al índice de la longitud relativa de la extremidad superior, los valores medios de todos los grupos corresponden a un perfil braquibraquial (valores $\leq 44,9$), es decir, que los gimnastas poseen unas extremidades superiores cortas en relación a su talla. Estos datos coinciden con los resultados de los gimnastas estadounidenses y japoneses (Leveau et al., 1974) pero no de los húngaros (Nelson, 1974) que son mesobraquiales (proporciones equilibradas). En todo caso, el perfil braquibraquial de los gimnastas objeto de estudio no coincide con las consideraciones de otros autores cuando señalan que los gimnastas se caracterizan por poseer unas extremidades superiores relativamente largas en relación a su cuerpo (Petiot, 1987). Respecto al índice córmico, es decir, la relación entre la talla sentado y la talla, los valores medios de los grupos G1, G2 y G5 corresponden a un perfil metricórmico o de equilibrio entre ambas longitudes antropométricas (valores entre 51,1 y 53,0). El grupo G3/4, en cambio, registra un perfil braquicórmico de tronco relativamente corto y extremidades largas (valores $\leq 51,0$), hecho que no coincide con algunos estudios (Leveau et al., 1974; Nelson, 1974), que determinan que las extremidades inferiores de los gimnastas, o bien guardan una relación de equilibrio proporcional entre éstas y el tronco (perfil metricórmico), o son proporcionalmente más cortas (perfil macrocórmico). Otros, en cambio, sí han registrado un perfil biotipológico caracterizado por unas extremidades inferiores relativamente largas en relación al tronco en gimnastas, tanto en comparación con otros deportistas como con no deportistas (Damsgaard et al., 2001; Georgopoulos et al., 2004). Al no disponer de datos de edad biológica, no es posible establecer comparaciones. En todo caso, el hecho de poseer unas extremidades relativamente cortas sí parece favorecer biomecánicamente la prestación deportiva de los gimnastas en la mayoría de aparatos competitivos (Caldarone et al., 1986; Claessens et al., 1991). Por otra parte, el índice braquial, que indica la relación proporcional entre las longitudes de brazo y antebrazo, muestra que los gimnastas de los grupos G1, G3/4 y G5 son braquipicos, es decir, de antebrazos relativamente cortos (valores $\leq 77,9$). Los integrantes del grupo G2, en cambio, registran unos valores medios superiores ($78,7 \pm 7,1$), clasificándose como metrópicos (equilibrio de proporciones entre brazo y antebrazo). Los valores de este grupo G2 coinciden con los hallados en la literatura respecto a gimnastas estadounidenses y japoneses (Leveau et al., 1974), pero no respecto a gimnastas húngaros (Nelson, 1974) que registran valores superiores (Tabla 1.9). La novedad de la propuesta en relación al índice perimetral de extremidades, que relaciona el perímetro del muslo medial con el perímetro del brazo contraído impide la comparación con estudios anteriores. El grado de pertinencia de este índice en relación con el rendimiento en GAM deberá valorarse en próximos apartados (apartado 5.3.2.4). Finalmente, de la revisión realizada en este apartado se

constata la escasez y falta de actualización informativa respecto al rol que juegan las proporciones corporales en el rendimiento de la competición gimnástica actual.

5.3.2.1.7 DATOS PARENTALES

Los datos biométricos parentales han sido introducidos en el presente estudio con el único fin de analizar una posible asociación entre las dimensiones corporales de madres y padres y el posterior rendimiento deportivo de sus hijos (apartado 5.3.2.4). Si bien no se han hallado estudios comparables, conviene señalar ciertos aspectos que se relacionan. Así, hoy en día se acepta que el proceso de crecimiento responde a la interacción, continua y compleja, de una serie de factores de origen genético y de entorno que, más allá de haber quedado establecidas y limitadas sus aportaciones a la variabilidad de dicho proceso, forman parte del debate científico más actual (Baxter-Jones et al., 2003). Con todo, los estudios que han investigado sobre el grado de heredabilidad de ciertas variables biológicas en el ser humano constatan una fuerte relación, tanto en el momento ("timing") y la forma ("tempo") del brote de crecimiento, como en los valores finales alcanzados por la talla entre los hijos y sus progenitores (Baxter-Jones et al., 2003). En GAM, pese a que dicha relación ha sido poco estudiada (Baxter-Jones et al., 1995; Baxter-Jones & Helms 1996; Damsgaard et al., 2000, 2001), parece observarse que la reducida talla de los gimnastas de élite ya se manifiesta en sus primeras etapas de formación, es decir, de forma previa a cualquier proceso de entrenamiento de cargas elevadas (Baxter-Jones et al., 1995; Baxter-Jones & Helms, 1996). Estos datos coinciden con los observados por un estudio mixto-longitudinal realizado con una muestra representativa de gimnastas españoles (Iruña et al., 2009a), en que se observó que, ya desde las primeras edades (7 años), éstos registraban valores talla y peso inferiores a los de la población española (Sobradillo et al., 2004). Otros estudios también coinciden en el hecho de considerar la importancia que en GAM se le dan a los factores constitucionales biotipológicos como criterio de selección inicial por parte de muchos entrenadores (Damsgaard et al., 2000, 2001). Finalmente, se observa que los valores globales de talla y peso de todas las madres ($n=111$; $161,6\pm 5,7$ cm; $63,7\pm 11,5$ kg) y padres ($n=111$; $171,9\pm 6,0$ cm; $78,0\pm 10,4$ kg) de los gimnastas (Tabla 4.58), son inferiores en el caso de la talla ($p<0,001$), y superiores en el caso del peso ($p<0,001$), a los de la población adulta española (Carrascosa et al., 2008), tanto en mujeres ($n=1292$; $164,0\pm 6,0$ cm; $57,6\pm 8,5$ kg) como en hombres ($n=1275$; $177,3\pm 6,4$ cm; $74,3\pm 11,2$ kg). Estos resultados están en línea con estudios anteriores (Baxter-Jones et al., 1995; Baxter-Jones & Helms 1996).

5.3.2.2 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

El comportamiento de las variables relacionadas con las dimensiones corporales (5), longitudes (4), diámetros (9) y perímetros corporales (12) de los gimnastas estudiados es semejante entre los grupos G1 y G2, situándose siempre en valores inferiores al promedio de la totalidad de la muestra, y entre el grupo G3/4 y G5, situándose de igual manera en valores superiores (apartado 4.2.2). No obstante, cabe destacar que la mayoría de perímetros corporales del grupo G3/4

superan el promedio de la totalidad de la muestra únicamente con valores situados entre 0,1 y 0,2 desviaciones estándar. En contrapartida, son también los perímetros corporales las variables que más se alejan del promedio tipificado en el grupo G5, con valores situados entre 1,0 y 1,5 desviaciones estándar. Todo ello sugiere una relevancia de los perímetros corporales en el grupo G5, hecho que se interpreta como normal, asumiendo que, además de ser el único grupo formado por sujetos de edad adulta (G5: 19,1±2,7 años), la práctica mayoría de sus integrantes entrena dos veces al día, con las consecuentes adaptaciones musculares, y por tanto perimetrales, que ello conlleva. La tipificación de los valores correspondientes a los pliegues cutáneos (n=10) permite observar una distinta distribución y posición de cada grupo respecto a la totalidad de la muestra. Mientras que en la mayoría de pliegues (tricipital, bicipital, pectoral, ileocrestal, supraespal, abdominal, muslo anterior, pierna medial) los valores de todos los grupos se sitúan entre la franja de 0,7 y -0,7 desviaciones estándar, únicamente el pliegue subescapular (1,1 desviaciones estándar) y el pliegue axilar medio (1,0 desviaciones estándar) registran en el grupo G5 valores superiores, mientras que en el resto (G1, G2 y G3/4) lo hacen por debajo o bien ajustándose a dicho promedio. Todo ello indica que, en lo que respecta a la mayoría de los pliegues cutáneos, parece observarse cierta homogeneidad en cuanto a que los valores de todos los grupos de edad se ajustan al promedio de la muestra, con un rango de dispersión reducido. De forma relacionada, el análisis de las variables de composición corporal permite observar semejante estabilidad de distribución entre sumatorio de 6 pliegues, porcentaje de masa grasa, componente residual y áreas grasas de brazos y muslos de todos los gimnastas objeto de estudio (0,5 y -0,5 desviaciones estándar). Dicha distribución cambia totalmente cuando las variables a analizar se relacionan con la masa muscular (masa libre de grasa, porcentaje de masa muscular, áreas musculares de brazos y muslos), distanciándose el grupo G5 de los valores medios de la muestra, en más de una desviación estándar. Estos resultados ratifican lo argumentado en relación a la relevancia de los perímetros corporales en los gimnastas más desarrollados. La distribución de los valores tipificados de masa ósea en todos los grupos de estudio responde de manera inversamente proporcional al comportamiento de la masa muscular. Asumiendo que la suma de los cuatro componentes (% masa grasa, % masa muscular, % masa ósea, % componente residual) corresponde al 100% de la masa corporal de los gimnastas, se entiende como lógico que si la masa grasa y el componente residual se distribuyen de manera homogénea entre todos los grupos, siendo la masa muscular la que se distancia por arriba en el caso del grupo G5, la masa ósea haga lo propio por debajo (-1,2 desviaciones estándar). El mismo razonamiento, de nuevo, queda expresado en cómo se distribuyen los tres componentes del somatotipo en relación a cada uno de los grupos de estudio: a) endomorfismo homogéneo entre grupos (0,3 y -0,4 desviaciones estándar); b) mesomorfismo superior a la media únicamente en el grupo G5 (0,8 desviaciones estándar); c) ectomorfismo inferior a la media en el grupo G5 (-0,8 desviaciones estándar). Respecto a este último componente ectomórfico, caben destacar los valores del grupo G3/4 (0,5 desviaciones estándar), siendo el grupo que más se aleja del promedio global de la muestra, hecho considerado normal debido a las características del período evolutivo y de rápido crecimiento biológico en el que sus integrantes se encuentran (Malina et al., 2004a). Otro conjunto

de variables incluidas en esta valoración somática son los índices de proporcionalidad corporal ($n=5$). Tanto los valores tipificados del índice de longitud relativa de la extremidad superior (relación entre la longitud de la extremidad superior y la talla), como los valores del índice braquial (relación entre la talla sentado y la talla), se distribuyen para cada grupo de forma semejante, ajustándose a los valores promedio de la totalidad de la muestra con un escaso margen de dispersión (0,4 y -0,3 desviaciones estándar). En cambio, en la distribución del índice de masa corporal, el índice córmico y el índice perimetral de extremidades, se observa como los grupos de menor edad (G1 y G2) siempre se sitúan por debajo de los valores medios de la muestra, en este caso entre -0,6 y -1,0 desviaciones estándar, mientras que el grupo G3/4 o bien se ajusta (índice de masa corporal e índice perimetral de extremidades) o bien supera ligeramente a los valores medios (índice córmico) y, finalmente, el grupo G5 siempre se distancia en estos tres índices con valores comprendidos entre 1,2 y 1,4 desviaciones estándar. Debido a las circunstancias descritas, se entienden como normales dichas distribuciones: a) en el caso del índice de masa corporal, porque a medida de que el peso aumenta (numerador) y la talla se estabiliza (denominador), los valores de dicho índice aumentan (Malina et al., 2004a); b) en el caso del índice córmico, porque el incremento de la talla se produce en primera instancia en base al crecimiento de las extremidades inferiores (el tronco se acorta proporcionalmente) y posteriormente por el crecimiento del tronco (el tronco se alarga proporcionalmente), todo teniendo en cuenta que estamos hablando de valores tipificados ajustados al promedio de la propia muestra (Mirwald et al., 2002); c) en el caso del índice perimetral de las extremidades, porque la mayor predominancia proporcional del perímetro del brazo contraído en relación al perímetro del muslo queda manifiesta de forma especial en el grupo G5, con lo que el paulatino incremento de la carga de entrenamiento en GAM podría suponer una mayor afectación hipertrófica del área de la sección transversal del brazo en relación a la del muslo, aunque al no ser éste un estudio de diseño longitudinal, esta afirmación no se puede constatar. Otro grupo de variables incluidas en esta valoración son los datos parentales ($n=4$). En todos los grupos, tanto la talla como el peso de las madres y padres de los gimnastas se ajustan al promedio de la totalidad de la muestra, registrando unos valores comprendidos entre 0,3 y -0,2 desviaciones estándar. Finalmente, los valores tipificados de la edad cronológica de los gimnastas muestran como los grupos G1 (-0,9 desviaciones estándar) y G2 (-0,7 desviaciones estándar) se sitúan por debajo de los valores medios de la muestra, el grupo G3/4 se ajusta al promedio (0,2 desviaciones estándar), y el grupo G5 hace lo propio claramente por encima (1,5 desviaciones estándar).

5.3.2.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

El ANOVA complementa la información facilitada mediante la tipificación de variables, estableciendo la existencia o no de diferencias significativas entre cada uno de los grupos de estudio (apartado 4.2.3). El grupo G3/4, conformado por sujetos en pleno proceso de rápida maduración biológica (Tanner et al., 1966), manifiesta las mayores desviaciones estándar en sus dimensiones, longitudes, diámetros y perímetros corporales. Esta mayor heterogeneidad en relación al resto de grupos condiciona igualmente las relaciones entre éstos y el grupo G3/4. Los

resultados del ANOVA son sensibles a dicha circunstancia, conformando así este grupo G3/4 el eje vertebrador de la aparición y explicación de las múltiples diferencias significativas que se dan en todas y cada una de estas variables (Tabla 4.73 a Tabla 4.76). Se observa un único patrón: a) no existen diferencias significativas entre las dimensiones, longitudes, diámetros o perímetros corporales de los grupos G1 y G2; b) es necesario comparar cada uno de estos dos grupos con el grupo G3/4, para registrar diferencias significativas a favor de este último ($p \leq 0,013$); c) a excepción de dos longitudes (extremidad superior y pie) y dos diámetros (bicondíleo del fémur y bimalleolar), los valores del grupo G5 son siempre superiores a los del grupo G3/4 ($p \leq 0,013$). Ya sea por la edad cronológica del grupo (G5: $19 \pm 2,7$ años), por el elevado volumen de entrenamiento (G5: $27,5 \pm 3,5$ horas semanales), o por la cantidad de años entrenando (G5: $13,1 \pm 2,6$ años), las diferencias entre el grupo G3/4 y el grupo G5 parecen estar justificadas. Por otra parte, el comportamiento en general de la cantidad de tejido graso subcutáneo medido a través de los pliegues cutáneos, en relación a cada uno de los grupos de estudio, es múltiple y variado. Destaca el hecho de que no se observan diferencias significativas entre grupos en ninguno de los dos pliegues de las extremidades inferiores (muslo anterior y pierna medial) ni en el pliegue bicipital. Además, el grupo G5 es el que mayores diferencias registra ($p < 0,013$), ya sea por poseer la mayor cantidad de tejido graso subcutáneo (pliegue subescapular, pectoral, axilar medio, lleocrestal, supraespinal, abdominal) o por la menor cantidad (tricipital). En todo caso, se observa como los gimnastas del grupo G5 son los que mayores valores registran en el tronco ($p < 0,013$), mientras que los gimnastas del grupo G2 hacen lo propio en ambas extremidades ($p < 0,013$). Este hecho se interpreta como normal teniendo en cuenta el patrón de crecimiento de la distribución de masa grasa en población general (Malina, 1989), aunque siempre teniendo en cuenta las limitaciones derivadas de un estudio transversal. La elevada variabilidad de las diferencias también queda evidenciada en las variables que se relacionan con la composición corporal. Ni en el sumatorio de 6 pliegues, ni en el porcentaje de masa grasa, ni en el componente residual, ni en el área grasa del muslo, se producen diferencias significativas entre los grupos de estudio. El área grasa del brazo es la única variable relacionada con la cantidad de tejido graso subcutáneo en la que se registran diferencias significativas ($p < 0,013$), en este caso entre los grupos G1 y G5 (Figura 4.116). La estabilidad del sumatorio de 6 pliegues en gimnastas masculinos de diferentes grupos de edad coincide con los resultados obtenidos en una muestra representativa de gimnastas españoles de entre $12,1 \pm 0,4$ y $18,1 \pm 0,4$ años (Iruña et al., 2009a). Este patrón de crecimiento difiere en cambio del de la población no deportista, el cual tiende a aumentar una vez transcurrida la adolescencia hasta llegar a sus valores máximos en la edad adulta (Malina, 1989). En cuanto a aquellas variables que se relacionan con la masa muscular (masa libre de grasa, porcentaje de masa muscular, área muscular de brazos y muslos), las grandes diferencias entre el grupo G5 y el resto de grupos han sido ya justificadas (mayor edad cronológica del grupo, mayor volumen de entrenamiento, mayor cantidad de años entrenando...). Conviene señalar, sin embargo, que el comportamiento del porcentaje de masa muscular difiere del obtenido por Iruña y colaboradores (2009a), que no registraron incrementos significativos de ésta lo largo de la edad. Los diferentes diseños de estudio (transversal vs mixto-longitudinal) podrían ser la causa de dichas divergencias

y limitan cualquier posible valoración. El porcentaje de masa ósea del grupo G5 es significativamente menor al del resto de grupos ($p < 0,013$), circunstancia lógica al observar que en el porcentaje de masa muscular ocurre justo lo contrario (apartado 5.3.2.2). El componente endomórfico del somatotipo, de la misma forma que sucede en la mayoría de variables que han sido estimadas a partir la masa grasa subcutánea de los gimnastas, no presenta diferencias significativas entre grupos. Estos resultados están en línea con los presentados por Irurtia y colaboradores (2009a). El componente mesomórfico se comporta consecuentemente de la misma forma que sucede en la mayoría de variables que han sido estimadas a partir la masa muscular de los gimnastas, presentando el grupo G5 diferencias significativas en relación al resto de grupos ($p < 0,013$). Los integrantes del grupo G3/4 conforman el grupo más ectomórfico, estableciéndose diferencias significativas con el grupo G5 ($p < 0,013$), que es el menos ectomórfico. Los resultados obtenidos en los componentes mesomórfico y ectomórfico no están en línea con los presentados por Irurtia y colaboradores (2009a) que, bajo un diseño mixto-longitudinal, no registraron diferencias significativas a lo largo de la edad, estableciendo no obstante que la evolución somatotipológica de los gimnastas se ajustaba al patrón normal de desarrollo de la población no deportista (Malina et al., 2004c). De nuevo, las limitaciones propias en el diseño transversal del presente estudio impiden valorar fehacientemente la evolución biológica de cualquiera de las variables incluidas en éste, debiendo considerar como válidos únicamente aquellos estudios de corte longitudinal o en su defecto, mixto-longitudinal (Baxter-Jones et al., 2003; Malina et al., 2004a). Por otra parte, no se ha hallado ningún estudio que bajo estos diseños describa la evolución de las proporciones corporales de los gimnastas. Así, en base a los presentes resultados se observa la falta de diferencias significativas ente grupos tanto en el índice de longitud relativa de la extremidad superior (relación entre la longitud de la extremidad superior y la talla), como en el índice braquial (relación entre la talla sentado y la talla). En cambio, en el resto de índices analizados (índice de masa corporal, índice córmico e índice perimetral de extremidades) esta circunstancia de no diferencias únicamente se produce entre los integrantes de los grupos G1 y G2. El grupo G3/4, que ya se ha descrito anteriormente como el más ectomórfico debido a conformar el grupo de mayor complejidad biológica (Tanner, 1962; Tanner et al., 1966; Malina et al., 2004c), genera la mayor variabilidad en las diferencias, registrándose éstas entre los grupos G1 y G3/4 ($p < 0,013$), y entre los grupos G3/4 y G5 ($p < 0,013$) en el índice de masa corporal y en el índice córmico (relación entre la talla sentado y la talla). Los resultados del índice de masa corporal (Figura 4.123) muestran cómo sus valores se incrementan a medida que la edad de los grupos hace lo propio, hecho que se ajusta a la normal evolución de éste índice (Malina et al., 2004a). Los resultados del índice córmico (Figura 4.125) muestran cómo sus valores disminuyen (paulatina preponderancia de la longitud de las extremidades inferiores sobre el tronco) desde el grupo G1 hasta el grupo G3/4 ($p < 0,013$), que es el más braquicórmico (apartado 5.3.2.1.6). Los valores del grupo G5, que por el contrario es el más macrocórmico (preponderancia del tronco sobre la longitud de las extremidades inferiores) son superiores a las del grupo G3/4 ($p < 0,013$). Estos resultados también son coherentes con el perfil de desarrollo normal de este índice, ya que el incremento de la talla se produce en primera instancia en base al crecimiento de las

extremidades inferiores y posteriormente por el crecimiento del tronco (Mirwald et al., 2002). A partir del grupo G2, las diferencias en los valores del índice perimetral de extremidades se producen grupo a grupo ($p < 0,013$), es decir, que a excepción de los gimnastas de menor edad (grupo G1), la relación proporcional entre el perímetro del brazo en tensión y el perímetro del muslo es cada vez mayor a favor del primero a medida que la edad de los gimnastas aumenta. Edad que, al ser valorada cronológicamente para cada grupo (Figura 4.132), se comporta bajo los mismos criterios que el índice perimetral de extremidades. Lo comentado con anterioridad resalta las adaptaciones que tanto en el tren inferior como en el tren superior produce el entrenamiento gimnástico del más alto nivel (Russell, 1987; Mitchell, 1988; Malina, 1989; Petit, 1996). Finalmente, y esta vez en referencia a los datos parentales, no se han hallado diferencias significativas ni en la talla ni en el peso de las madres y padres de los gimnastas objeto de estudio, circunstancia que se entiende como normal debido a que las variaciones biológicas seculares requieren de más generaciones que las analizadas entre las madres y padres de los gimnastas de menor y mayor edad (Healy, 1986).

5.3.2.4 CORRELACIÓN BIVARIADA

De las 65 variables antropométricas analizadas en esta valoración somática, únicamente 14 correlacionan de forma significativa con el rendimiento gimnástico (apartado 4.2.4). Además, todas las correlaciones a excepción de cuatro (perímetro mesoesternal y del tobillo, y porcentaje de masa muscular y de masa ósea) se observan exclusivamente en el grupo G5 de gimnastas adultos. En relación a éste, el índice perimetral de extremidades ($r=0,72$; $p=0,001$) y el área muscular del brazo ($r=0,72$; $p=0,01$) son las variables antropométricas que muestran un mayor grado de correlación con el rendimiento gimnástico, seguidas por la edad cronológica ($r=0,69$; $p=0,001$), el perímetro del brazo relajado ($r=0,67$; $p=0,001$) y el porcentaje de masa muscular ($r=0,61$; $p=0,01$). El resto de variables, hasta llegar a las 14 que correlacionan de forma significativa ($p \leq 0,05$), lo hacen con valores más moderados, comprendidos entre $r=0,59$ (G5: perímetro del brazo en tensión) y $r=0,36$ (G3/4: perímetro del tobillo). De los resultados obtenidos se destaca la gran influencia, desde una perspectiva antropométrica, tanto de los brazos de los gimnastas por sí solos, como se deduce de las elevadas correlaciones en sus perímetros y áreas musculares, como de la relación perimetral entre éstos y los muslos, lo que sugiere que, aquellos gimnastas que no sólo posean un elevado perímetro de brazo en tensión, sino que además éste sea proporcionalmente cercano al perímetro de sus muslos, tendrán una clara ventaja antropométrica para rendir deportivamente en esta especialidad. Una elevada masa muscular y una mayor edad cronológica, parecen ser finalmente, las otras dos variables que mayor relación guardan con el rendimiento gimnástico. No obstante, la importancia de las variables antropométricas es mucho más discreta en los grupos de edad más temprana (apartado 4.2.4). Estos resultados, aunque difieren de otros estudios realizados con gimnastas en edad evolutiva, en los que se registra una mayor relación entre el rendimiento gimnástico y determinadas variables antropométricas (Dotan et al., 1980; Delas et al., 2008), son coincidentes cuando remarcan como el grado de relación entre ambos varía a lo largo de la edad (Régnier & Salmela, 1987; Jancarik &

Salmela, 1987). Además, como se ha argumentado en el apartado 1.3, uno de los principales problemas al establecer la comparación con anteriores estudios es el propio nivel deportivo de la muestra y cómo se configura la variable rendimiento. En nuestro caso, ambos responden tanto al ranking competitivo establecido y estandarizado nacional (CP-FIG) e internacionalmente (CP-FIG) por sendas federaciones deportivas (RFEG y FIG), como a una muestra representativa de la población gimnasta nacional española. En el resto de estudios, o bien el rendimiento los establecen de manera subjetiva los propios entrenadores (Dotan et al., 1980), o bien queda definido por el propio nivel de prestación en las pruebas de valoración analizadas (Grabiner & McKelvain, 1987; Singh et al., 1987; Delas et al., 2008), o se establece un ranking competitivo de nivel provincial (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987). Finalmente, cuando la comparación se establece con anteriores estudios con diseño similar en otros deportes individuales como la natación (Saavedra, 2002; Saavedra et al., 2010) o el tenis (Solanelas, 1995), la elevada relación entre las dimensiones corporales y el rendimiento deportivo subraya la conveniencia de caracterizar las diferencias que se establecen entre las distintas especialidades deportivas (Rodríguez, 1989). Así, mientras que los nadadores y los tenistas, cuanto más altos y pesados son, más rendimiento obtienen, en GAM ni el peso ni la talla son relevantes, y sí ciertas proporciones corporales unidas a valores de masa muscular elevados.

5.3.2.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Los resultados del análisis de regresión múltiple se presentan en la Tabla 4.90. En el caso del grupo G1 ($9,5 \pm 1,3$ años), ninguna variable antropométrica cumple los criterios para ser incorporada en la ecuación predictiva (apartado 3.3.2.10). Estos resultados se contraponen a los obtenidos por un único estudio comparable por haber sido realizado con gimnastas de edades cronológicas ($9,6 \pm 3,5$ años) semejantes (Dotan et al., 1980). En este caso, quedaron seleccionadas cuatro variables antropométricas (índice de longitud relativa de la extremidad superior, ectomorfismo, mesomorfismo y perímetro del brazo / longitud del brazo) de las seis que finalmente explicaron un 92% de la varianza del rendimiento, cuantificada a partir del criterio subjetivo de los entrenadores y no del establecimiento de un ranking basado en las normas de la competición gimnástica, como es el caso del presente estudio. El porcentaje de masa muscular resulta ser la única variable que cumple los criterios de selección para ser incluida en la ecuación del grupo G2 ($10,5 \pm 1,3$ años), y la primera junto a la edad cronológica en la ecuación del grupo G3/4 ($13,8 \pm 1,4$ años). Pese a todo, el grado de explicación del rendimiento deportivo en estos grupos corresponde a unos discretos 13% en el grupo G2 ($F_{1,23}=4,63$; $p=0,042$) y 19% en el grupo G3/4 ($F_{2,30}=4,83$; $p=0,015$). No se ha hallado ningún estudio que detalle el grado de influencia exclusiva de las variables antropométricas y el rendimiento gimnástico en edades cronológicas comparables a la de los grupos G2 y G3/4. Algunos autores, sin embargo, otorgan cierto grado de importancia a dichas variables cuando éstas vinculan a otras áreas del rendimiento gimnástico (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987) relacionadas con la condición física, las habilidades técnicas o las características psicológicas (Tabla 1.25). El escaso nivel de explicación de las variables antropométricas en los grupos en edad evolutiva (G1, G2, G3/4) se incrementa

notablemente cuando nos referimos al grupo de gimnastas adultos (G5: 19,1±2,7 años). En éste, el 58% del rendimiento viene explicado por la edad cronológica y el índice perimetral de extremidades ($F_{2,22}=17,83$; $p=0,001$). Estos resultados, que se corresponden con los obtenidos en la correlación bivariada (apartado 5.3.2.4), están en consonancia con estudios que señalan la importancia de ciertas variables antropométricas en relación con el rendimiento en GAM (Leveau et al., 1974; Nelson, 1974; Caldarone et al., 1986; Faria & Faria, 1989; Claessens et al., 1991). La novedad de los resultados obtenidos radica en que por primera vez se establece una nueva proporción corporal, el índice perimetral de extremidades, que, conjuntamente con la edad cronológica, llegan a explicar por sí solas el 58% de la varianza del rendimiento en GAM.

5.3.2.6 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Los resultados del análisis discriminante se presentan en la Tabla 4.91. Dichos resultados complementan los obtenidos en el análisis de regresión múltiple y confirman que el porcentaje de masa muscular, la edad cronológica y el Índice perimetral de extremidades son las variables antropométricas más relevantes, esta vez para discriminar entre los diferentes niveles de prestación de la muestra de gimnastas. En los grupos G1 y G2 no se selecciona ninguna variable para ser incluida en la primera ecuación discriminante. El porcentaje de masa muscular es la única variable que con cierta capacidad discriminante en el grupo G3/4, aunque con un valor relativamente modesto ($r=0,44$; $p=0,042$), clasificando correctamente al 42,4% de los 33 gimnastas que conforman el grupo. La mayor capacidad discriminante (Tabla 4.92) se logra seleccionando a los gimnastas de nivel más elevado (72,7%). En el grupo G5, que está conformado por gimnastas adultos (19,1±2,7 años), se constata que, a mayor edad cronológica (primera variable seleccionada) y mayor índice perimetral de extremidades (segunda variable seleccionada), mayor es la capacidad discriminante de la ecuación ($r=0,84$; $p=0,001$), tanto para los gimnastas de nivel más elevado (87,5%), como para los de un nivel medio (87,5%) o discreto (77,8%). No existen estudios comparables en la literatura gimnástica.

5.3.3 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA GENERAL

5.3.3.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

5.3.3.1.1 BATERÍA EUROFIT

Siguiendo las recomendaciones de Tomkinson y colaboradores (2007), a continuación se comparan los resultados obtenidos en la Batería Eurofit con los de otros estudios nacionales. En este caso, se utilizaron los datos del estudio multicéntrico AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adolescentes), que caracteriza una muestra representativa de jóvenes adolescentes españoles (Ortega et al., 2005), aunque sólo comparables en los dos grupos de mayor edad cronológica: G3/4 (13,8±1,4 años) y G5 (19,1±2,7 años). Para los grupos de menor edad (G1: 9,5±1,3 años; G2: 10,5±1,3 años), al no haberse hallado estudios recientes en muestras

representativas de la población infantil española, se procederá a utilizar los resultados obtenidos por Cuadrado et al, (2005) en una muestra representativa de la población escolar de Castilla y León. Finalmente, se procederá a comparar cuando sea posible, los resultados del presente estudio con otros realizados con gimnastas nacionales (Mateo, 1990; López-Bedoya & Vernetta, 1997; Irurtia et al., 2007) o, en su defecto, internacionales (Gajdos, 1983; Ariza, 1987; Faria & Faria, 1989).

Cuando la prestación en la prueba de carrera de ida y vuelta (*course navette*) se valora en estadios, los gimnastas de los grupos G1 y G2 se sitúan entorno al percentil 95 (Cuadrado et al., 2005) y los gimnastas del grupo G3/4 y G5 entorno a los percentiles 80 y 90 (Ortega et al., 2005). Ahora bien, teniendo en cuenta el discreto nivel de capacidad aeróbica de la población adolescente española en comparación con la de la mayoría de países europeos (Ortega et al., 2005), los buenos resultados obtenidos por los gimnastas en el presente estudio deben valorarse con cautela. Así, entendiendo como normal la involución del VO_2max relativo al peso a partir de la adolescencia (Åstrand & Rodahl, 1977), cabe señalar que los $48,5 \pm 6,2 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ registrados en el grupo G5 son ciertamente modestos, que no se alejan demasiado, en el caso de algunos gimnastas de este grupo, de los $42 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ considerados por el *Cooper Institute for Aerobics Research* (1999), como punto de corte por debajo del cual podría existir riesgo cardiovascular. Al ser comparado con los datos de otros estudios en gimnastas adultos, independientemente del momento o época en que éstos fueron publicados, se constatan los valores significativamente menores del grupo G5 (Saltin & Astrand, 1967; Novak et al., 1968; Montpetit, 1976; Elbaek & Froberg; Goswami & Gupta, 1998; Jemni et al., 1998a; Le Chevalier et al., 1998, 1999). El discreto nivel de capacidad aeróbica también es aplicable al grupo G1 de menor edad ($9,5 \pm 1,3$ años; $52,6 \pm 4,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) en comparación con el único estudio en gimnastas de edad cronológica ($9,0 \pm 0,6$ años) comparable (Irurtia et al., 2007). Sin embargo, estos resultados, a falta de la comparación con otros estudios, si parecen ajustarse a la normalidad ya que mientras que el grupo G1 está formado por más del 70% de la población total de gimnastas españoles de estas edades (Tabla 3.1), el grupo de gimnastas del estudio realizado por Irurtia y colaboradores (2007) únicamente se formó por una muestra de cinco gimnastas seleccionados, sin duda con prestaciones no solo más elevadas sino también más homogéneas ($55,5 \pm 1,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$). En este mismo sentido, no se han hallado diferencias significativas entre los $54,0 \pm 3,5 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ registrados por Groussard & Delamarche (2000) en un grupo de 5 gimnastas de $15,0 \pm 1,4$ años de edad, y el grupo G3/4 ($13,8 \pm 1,4$ años; $51,1 \pm 4,0 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$). Desafortunadamente, la comparación con el grupo G2 ($10,5 \pm 1,3$ años; $52,4 \pm 3,6 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) no es posible debido a la falta de referencias, aunque a tenor de sus registros de VO_2max , se equipararían con los observados en el grupo G1.

Los resultados en la prueba de equilibrio del flamenco constatan un nivel de prestación discreto por parte de los gimnastas del grupo G1 (percentil 35), G2 (percentil 50) y G3/4 (percentil 45) en comparación con jóvenes castellanoleonés (Cuadrado et al., 2005). No se poseen datos referenciales en muestras representativas nacional o autonómica, que pueda compararse con los

resultados obtenidos por el grupo G5 (19,1±2,7 años). No obstante, los 3,9±2,3 intentos para cubrir el minuto que exige la prueba del equilibrio del flamenco (Council of Europe, 1988), sitúa a este grupo en un óptimo nivel prestacional (Tomkinson et al., 2007). Los resultados obtenidos por López-Bedoya & Vernetta (1997) en un grupo de jóvenes escolares que practicaban gimnasia artística a nivel extraescolar (n=15; 9 años) fueron de 13,9±6,9 intentos, resultados semejantes a los del grupo G1 (14,1±6,0 intentos). Esta relación no se mantiene ($p<0,001$) cuando se comparan los 10,0±4,3 intentos del grupo G2 con los 14,7±9,8 intentos registrados por el mismo estudio en 19 escolares de 10 años (López-Bedoya & Vernetta, 1997).

Los resultados de la prueba de golpeo de placas constatan un nivel de rendimiento notable por parte de los gimnastas del grupo G1 (percentil 75), G2 (percentil 85) y G3/4 (percentil 65-70) en comparación con escolares castellanoleoneses (Cuadrado et al., 2005). No se dispone de datos referenciales de muestras representativas nacionales o autonómicas que pueda ser comparada con los resultados obtenidos en el grupo G5 (19,1±2,7 años). No obstante, los 9,6±1,3 segundos necesarios para cubrir los 25 ciclos que exige la prueba de golpeo de placas (Council of Europe, 1988), sitúa al grupo G5 en un óptimo nivel prestacional (Tomkinson et al., 2007). El tiempo registrado por López-Bedoya & Vernetta (1997) en gimnastas masculinos de 9 y 10 años de nivel extraescolar fue de 18,2±3,1 y 16,2±1,6 segundos, respectivamente. Tiempos significativamente mayores, y por lo tanto indicativos de peor nivel coordinativo, que los gimnastas de los grupos G1 (14,9±2,3 s) y G2 (13,5±1,7 s). Finalmente, en el estudio realizado por Mateo (1990) en 5 gimnastas juveniles de élite (15 a 18 años) se registraron 9,2±0,9 s, mejor ($p<0,001$) que el del grupo G3/4 (11,3±1,6 s) y similar al del grupo G5 (9,6±1,3 s).

Los resultados en la prueba de flexión de tronco adelante (*sit & reach*) reflejan un nivel de rendimiento excepcional por parte de los gimnastas de todos los grupos, situándose por encima del percentil 100 en relación a la población autonómica y nacional de referencia (Cuadrado et al., 2005; Ortega et al., 2005). Sus óptimos niveles se constatan en los elevados valores ($p<0,001$) de los grupos de menor edad, G1 (29,4±3,5 cm) y G2 (29,0±3,9 cm), cuando son comparados con los del único estudio nacional en gimnastas disponible (López-Bedoya & Vernetta, 1997). Los resultados de los grupos de mayor edad (G3/4: 32,1±3,5 cm; G5: 38,6±4,2 cm) son, sin embargo, de menor nivel prestacional que los obtenidos en gimnastas nacionales de 15 a 18 años (48,4±4,1 cm) (Mateo, 1990), como en gimnastas internacionales de élite (61,2±19,4 cm) (Faria & Faria, 1989). Las comparaciones anteriores deben interpretarse con cautela, ya que cuando se comparan resultados de la flexión del tronco en diferentes estudios, el resultado obtenido viene influenciado por las proporciones corporales entre la longitud de las extremidades y el tronco (Moras, 2002).

Los resultados en la prueba de salto de longitud constatan un nivel de rendimiento excepcional por parte de los gimnastas de todos los grupos, situándose en todos los casos por encima del percentil 95 en relación a la población autonómica y nacional de referencia (Cuadrado et al., 2005; Ortega et al., 2005). Según estos datos y los de la prueba de flexión del tronco, todo parece indicar que los gimnastas, independientemente del grupo de edad al que pertenezcan,

poseen un nivel condicional de las extremidades inferiores (sinergia entre potencia y flexibilidad), claramente superior al de la población española de referencia (Cuadrado et al., 2005; Ortega et al., 2005). Por otra parte, el resultado registrado por López-Bedoya & Vernetta (1997) en gimnastas masculinos de 9 y 10 años de nivel extraescolar fue de $132,8 \pm 20,8$ y $139,0 \pm 20,6$ cm, respectivamente, significativamente menores ($p < 0,001$) a los obtenidas por los gimnastas de los grupos G1 ($179,9 \pm 17,0$ cm) y G2 ($184,4 \pm 18,9$ cm). En gimnastas juveniles de élite (15 a 18 años), se registraron $245,0 \pm 23,2$ cm, valores significativamente superiores ($p < 0,001$) a los del grupo G3/4 ($215,1 \pm 24,7$ cm) e inferiores ($p < 0,001$) a los del grupo G5 ($260,6 \pm 14,0$ cm). Si contextualizamos el nivel prestacional de los gimnastas del grupo G1 y G2 en esta prueba de salto horizontal según las tablas de valoración de la aptitud física realizada para gimnastas soviéticos de 6 a 10 años de edad (Tabla 1.14), constatamos una nota para ambos grupos de 10 puntos sobre 10. Cuando se realiza idéntico procedimiento con los grupos G3/4 y G5, esta vez en relación a las tablas de valoración de la aptitud física propuestas por Gajdos en el año 1983 (Tabla 1.15), la nota del grupo G3/4 corresponde a 5 puntos y la del grupo G5 a 10 puntos sobre diez. No obstante, conviene ser cautos al valorar la discreta nota del grupo G3/4, ya que Gajdos (1983) únicamente señala que los valores corresponden a jóvenes gimnastas masculinos de elevado nivel deportivo, no especificando en ningún caso indicador alguno de edad cronológica o biológica.

La fuerza de prensión manual de los gimnastas, valorada mediante dinamometría, sitúa al grupo G1 en el percentil 35, al grupo G2 entre los percentiles 15 y 20, al grupo G3/4 en el percentil 15 y al grupo G5 en el percentil 70, siempre en relación a la población autonómica y nacional de referencia (Cuadrado et al., 2005; Ortega et al., 2005). Estos resultados reflejan un rendimiento discreto en todos los grupos a excepción del formado por los gimnastas de mayor edad (grupo G5). Cuando los resultados obtenidos por los gimnastas se comparan con los que ofrece la literatura nacional (Mateo, 1990; López-Bedoya & Vernetta, 1997) e internacional (Faria & Faria, 1989) en esta disciplina deportiva, se constata su bajo rendimiento. No se observan diferencias entre los valores alcanzados por gimnastas de 9 años ($11,5 \pm 3,3$ kg) y 10 años ($13,9 \pm 4,6$ kg) de nivel extraescolar, en comparación con los valores de los grupos G1 ($13,1 \pm 3,5$ kg) y G2 ($13,7 \pm 3,6$ kg), respectivamente. Los valores del grupo G5 ($41,4 \pm 4,4$ kg), aún situándose en el percentil 70 de la población española de referencia (Ortega et al., 2005), son significativamente inferiores ($p < 0,001$) a los publicados en gimnastas adultos: $47,3 \pm 7,3$ kg (Faria & Faria, 1989); $50,3 \pm 5,1$ kg (Mateo, 1990). La comparación y consecuente contextualización de los resultados obtenidos por el grupo G3/4 ($24,7 \pm 4,7$ kg) no es posible debido a la falta de referencias.

Los resultados en la prueba de abdominales en 30 segundos, valorado según el protocolo de la Batería Eurofit (Council of Europe, 1988), constatan un nivel de rendimiento excepcional por parte de los gimnastas de los grupos G1, G2 y G3/4, situándose en todos los casos en valores superiores al percentil 100 en relación a la población autonómica de referencia (Cuadrado et al., 2005). No se poseen datos referenciales, sobre una muestra representativa nacional o autonómica, que pueda ser comparada a los resultados obtenidos en el grupo G5 (19,1 \pm 2,7 años). No obstante, los 36,2 \pm 2,7 abdominales realizados en 30 segundos, sitúa al grupo G5 en un muy

elevado nivel prestacional (Tomkinson et al., 2007). Los óptimos niveles registrados se confirman a través de los elevados valores ($p < 0,001$) de los grupos de menor edad, G1 (29,5±4,1 abdominales) y G2 (31,3±4,5 abdominales), y cuando son comparados con el único estudio nacional en GAM susceptible de poder hacerlo (López-Bedoya & Vernetta, 1997). Los resultados de los grupos de mayor edad (G3/4: 33,1±4,1 abdominales; G5: 36,2±2,7 abdominales) son de nivel semejante a los mostrados en gimnastas masculinos de élite de edades comprendidas entre los 15 y 18 años (Mateo, 1990): 34,6±2,7 abdominales, $p > 0,05$.

Los resultados en la prueba de suspensión con flexión de brazos también constatan un nivel de rendimiento excepcional por parte de los gimnastas de los grupos G1, G2 y G3/4, situándose en todos los casos en valores superiores al percentil 100 en relación a la población autonómica de referencia (Cuadrado et al., 2005). No se poseen datos referenciales comparables con los resultados obtenidos en el grupo G5 (19,1±2,7 años). No obstante, los 67,7±15,4 segundos mantenidos, sitúan al grupo G5 en un nivel de prestación igualmente excepcional (Tomkinson et al., 2007). Los óptimos niveles registrados se constatan en los elevados valores ($p < 0,001$) de los grupos de menor edad, G1 (80,2±38,0 segundos) y G2 (79,6±22,8 segundos), en comparación con los del único estudio nacional disponible en gimnastas (López-Bedoya & Vernetta, 1997). Los resultados de los grupos de mayor edad (G3/4: 67,2±20,7 s; G5: 67,7±15,4 s) son también claramente superiores a los registrados en gimnastas nacionales de élite de edades comprendidas entre los 15 y 18 años (Mateo, 1990): 39,5±16,3 s, $p < 0,001$.

Los resultados en la prueba de carrera de ida y vuelta (10x5 m) constatan de nuevo un nivel excepcional de rendimiento por parte de los gimnastas de los grupos G1, G2 y G3/4, situándose en todos los casos en valores superiores al percentil 95 en relación a la población autonómica de referencia (Cuadrado et al., 2005). No se poseen datos comparables para los resultados obtenidos en el grupo G5 (19,1±2,7 años). Sin embargo, los 17,2±1,1 s registrados sitúan al grupo G5 en un nivel de prestación igualmente excepcional (Tomkinson et al., 2007). El único estudio hallado, en este caso nacional, que reporta los resultados alcanzados en este test por gimnastas masculinos de élite entre 15 y 18 años, es el realizado por Mateo (1990). Los 14,5±0,5 s registrados en este estudio muestran un rendimiento todavía superior ($p < 0,001$) al de los gimnastas de los grupos G3/4 (18,3±1,2 segundos) y G5 (17,2±1,1 segundos) del presente estudio.

Una vez descritos y contextualizados los resultados de esta valoración de la condición física general, destacan ciertas pruebas en las que el nivel de rendimiento de los gimnastas es notable (golpeo de placas) o destaca muy por encima del de la población española de referencia (Cuadrado et al., 2005; Ortega et al., 2005): flexión de tronco adelante, salto de longitud, abdominales en 30 segundos, suspensión con flexión de brazos, carrera de ida y vuelta de 10x5 metros. En otras pruebas, en cambio, los gimnastas registran un nivel discreto: equilibrio del flamenco y dinamometría manual. El registro por estadios en la prueba de la course navette denota una elevada prestación en relación a la población española de referencia (Cuadrado et al., 2005; Ortega et al., 2005). Sin embargo, cuando a través de ésta se estima de manera indirecta la

capacidad aeróbica de los gimnastas (Van Mechlen et al., 1986; Leger et al., 1988), el resultado es discreto.

5.3.3.2 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

Analizando la posición de cada uno de los grupos respecto al valor medio de la totalidad de la muestra, se observa que en todas las variables a excepción de la capacidad aeróbica estimada a partir de la "course navette" ($\text{ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) y del tiempo en suspensión con flexión de brazos (s), el mejor rendimiento lo obtiene siempre el grupo de mayor edad (G5), justo por encima del grupo G3/4 (Figura 4.133 – 4.142). Los grupos de menor edad (G1 y G2) obtienen un rendimiento superior al resto cuando la variable analizada se estima en términos relativos ($\text{ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$) o bien cuando es la propia prueba la que depende de una óptima relación entre fuerza y peso corporal, en este caso para mantenerse el máximo tiempo posible en suspensión con flexión de brazos (s). Estos resultados se ajustan al perfil normal de desarrollo de las diferentes capacidades físicas en varones (Carron & Bailey, 1974; Blimkie, 1989; Blimkie & Bar-Or, 1996; Malina et al., 2004a) y alertan de la necesidad, de forma especial en una modalidad deportiva como la GAM, de valorar la condición física en términos relativos siempre que sea posible (Ariza, 2004). Un ejemplo claro se observa en la valoración de la fuerza prensil de dedos, que siendo valorada en términos absolutos (kg) según el protocolo de la Batería Eurofit (Council of Europe, 1988), sus resultados se muestran antagónicos a los desarrollados, por ejemplo, en la prueba de suspensión con flexión de brazos.

5.3.3.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

En relación a la "course navette" y al nivel de prestación desarrollado por los gimnastas objeto de estudio, cabe señalar que tanto el aumento significativo del número de estadios, como la estabilidad o en algunos casos involución del VO_2max relativo desde la infancia hasta la adolescencia, son dos hechos que han sido plenamente constatados en anteriores estudios de referencia (Léger et al., 1984; Kemper & Verschuur, 1987). No dejan de sorprender, en todo caso, los discretos valores del grupo de mayor edad (G5), que más allá de lo argumentado anteriormente (apartado 5.3.3.1.1), el propio diseño transversal del estudio impide profundizar más en sus causas. La suspensión con flexión de brazos es la segunda y última prueba en que los grupos de menor edad (G1 y G2) obtienen mejores resultados que los de mayor edad (G3/4 y G5), sin que dichas diferencias entre grupos sean significativas, como ya ocurría con el VO_2max estimado. Estos resultados vuelven a responder al normal perfil de desarrollo de las diferentes capacidades físicas en varones, en este caso al de la fuerza cuando debe manifestarse en relación al peso corporal de los sujetos (Carron & Bailey, 1974; Blimkie, 1989; Blimkie & Bar-Or, 1996; Malina et al., 2004a). Con todo, y pese a no tratarse de estudios longitudinales, los resultados de los gimnastas en esta prueba sí parecen contradecirse con los obtenidos por estudios con muestras de referencia nacional (Ortega et al., 2005) o autonómica (Cuadrado et al., 2005), en los que se observa una clara tendencia a mejorar el tiempo de mantenimiento en esta prueba a medida que la edad cronológica aumenta. En el resto de las pruebas, a excepción de los

abdominales en 30 segundos y la carrera de ida y vuelta de 10x5 metros, la prestación motriz del grupo G5 es significativamente mayor a la del resto de grupos, hecho que se considera normal atendiendo a los estudios anteriormente referenciados (Ortega et al., 2005; Cuadrado et al., 2005). A excepción del equilibrio del flamenco, la ausencia de diferencias significativas entre los grupos G1 y G2 en el resto de pruebas denotan que, al menos en lo que se refiere a las variables incluidas en esta valoración, la diferenciación entre los estadios I y II de Tanner no quedan justificadas. Diferencias que por otro lado sí quedan claramente delimitadas entre gimnastas, en este caso femeninas, cuando es la densidad mineral ósea la variable analizada (Dowthwaite et al., 2006). En todo caso, el nivel de prestación de los grupos G1 y G2 en la mayoría de las pruebas de la Batería Eurofit es significativamente menor que el de los grupos G3/4 y G5. Finalmente, tanto en la prueba de los abdominales en 30 segundos, como en la carrera de ida y vuelta de 10x5 metros, las diferencias de rendimiento entre grupos se establecen desde las edades más tempranas, pero son necesarios dos grupos o estadios de maduración para que éstas sean estadísticamente significativas. En los abdominales en 30 segundos esta temporalidad se mantiene entre los grupos G3/4 y G5 (Figura 4.150), a diferencia de lo que sucede en la prueba de carrera de ida y vuelta de 10x5 metros (Figura 4.152).

5.3.3.4 CORRELACIÓN BIVARIADA

De las 10 variables analizadas en esta valoración de la condición física general, únicamente tres (salto de longitud adelante, dinamometría manual, suspensión con flexión de brazos) no correlacionan de forma significativa con el rendimiento gimnástico en ninguno de los grupos analizados (apartado 4.3.4). El número de correlaciones del resto de variables prepondera en los estadios madurativos periféricos (G1 y G5), no registrándose ninguna correlación con el rendimiento deportivo de los gimnastas de los estadios G3/4, y únicamente en una variable en el G2 (abdominales en 30 segundos: $r=0,43$; $p=0,03$). La variable que presenta un mayor grado de correlación en el grupo G5, aunque de signo negativo, es el $VO_2\text{max}$ estimado en la carrera de ida y vuelta ($r=-0,75$; $p=0,01$), destacando también una moderada correlación cuando son se valora en estadios ($r=-58$; $p=0,01$). Atendiendo a lo argumentado en el apartado 5.3.3.1.1, se deduce que los gimnastas españoles adultos no únicamente poseen una discreta capacidad aeróbica, sino que cuanto mejor clasificados están en el ranking competitivo nacional, peores registros obtienen. Estos resultados no coinciden, ni con las sugerencias de algunos autores sobre la necesidad de desarrollar la base aeróbica de los gimnastas para mejorar su rendimiento competitivo gracias a la mejora de los procesos de recuperación (Marina, 1990), ni con aquellos estudios que han constatado mejores valores de $VO_2\text{max}$ en gimnastas de nivel superior (Goswani & Gupta, 1998). A falta de más datos al respecto, sí parece cumplirse lo sugerido por otros autores al establecer una relación inversamente proporcional entre el desarrollo de elevados valores de potencia anaeróbica máxima y el desarrollo de la capacidad aeróbica en gimnastas masculinos de élite (Jemni et al., 2002). La flexión de tronco adelante ($r=0,58$; $p=0,01$) y el equilibrio del flamenco ($r=-0,52$; $p=0,01$) serían las dos variables restantes que, de forma moderada, correlacionarían finalmente con el rendimiento gimnástico de los integrantes del grupo G5. En el grupo de menor

edad (G1), la variable que registra una mayor correlación es el número de abdominales realizados en 30 segundos ($r=0,64$; $p=0,01$). Siendo ésta moderada, el resto de correlaciones significativas ($p<0,01$) se antojan discretas: golpeo de placas ($r=-0,50$), carrera de ida y vuelta 10x5 ($r=-0,46$) y equilibrio del flamenco ($r=-0,45$). El escaso nivel deportivo de los gimnastas participantes en el estudio realizado por López-Bedoya & Vernetta (1997) limitan la posibilidad de valorar si las correlaciones registradas por los autores entre el rendimiento en las pruebas de la Batería Eurofit y una prueba de habilidad gimnástica básica configurada por un experto, poseen alguna relación con los resultados obtenidos en este estudio. A nivel internacional, no se ha hallado ningún estudio en GAM que correlacione alguna de las variables de la Batería Eurofit con el rendimiento gimnástico. Pese a ello, sí resulta interesante destacar la aportación de una prueba de equilibrio, semejante al equilibrio del flamenco pero con el apoyo de ambos pies, a la explicación del rendimiento en diferentes grupos de edad cronológica (10-11 años; 14 años; 17-19 años) en gimnastas canadienses (Régnier & Salmela, 1987). En el presente estudio, si bien el grado de correlación es discreto o moderado, el equilibrio del flamenco es la única variable que correlaciona de forma significativa en dos grupos de edad diferentes (G1 y G5). Finalmente, cuando la comparación se establece con anteriores estudios publicados bajo el mismo diseño en otros deportes individuales como la natación (Saavedra, 2002; Saavedra et al., 2010) o el tenis (Solanelas, 1995), la relación de diferentes pruebas de carácter general incluidas en la Batería Eurofit y el rendimiento deportivo, indican nuevamente la conveniencia de vanzar en la caracterización de las diferencias que se establecen entre las múltiples y variadas especialidades deportivas existentes (Rodríguez, 1989).

5.3.3.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Los resultados del análisis de regresión múltiple se resumen en la Tabla 4.100. En el caso del grupo G3/4 (13,8±1,4 años), ninguna variable de esta valoración cumple con los criterios para ser incorporada a la ecuación predictiva (apartado 3.3.2.10). De la misma forma, en el grupo G2 (10,5±1,3 años) únicamente el número de abdominales realizados en 30 segundos es seleccionada por el modelo de regresión múltiple, con un discreto 15% de potencia predictiva ($F_{1,23}=5,20$; $p=0,03$). El único estudio en gimnastas susceptible de comparación (Régnier & Salmela, 1987), pese a presentar una serie de limitaciones metodológicas (apartado, 1.3), incluye la prueba de equilibrio con ambos pies entre las cinco variables que logran explicar el 83% de la varianza en gimnastas de 10 – 11 años y un 55% en gimnastas de 14 años (Tabla 1.25). Respecto a los gimnastas clasificados en los estadios centrales de maduración G2 y G3/4 (Tanner et al., 1966), los resultados de este estudio indican una reducida o nula capacidad predictiva de las variables que conforman la Batería Eurofit. Esta circunstancia no coincide con lo observado en otros deportes individuales como la natación (Saavedra 2002; Saavedra et al., 2010) o el tenis (Solanelas, 1995). En el primero de ellos, el 40,3% de la varianza del rendimiento en un grupo de nadadores masculinos de 13 – 14 años, vino explicada en función del nivel de prestación de dos variables: carrera de ida y vuelta de 10x5 metros y dinamometría manual. En el segundo, el 46,1% del rendimiento de un grupo de tenistas de edad cronológica semejante, vino explicado mediante

cuatro variables, dos de la Bateria Eurofit: dinamometría manual, atención reducida (variable psicológica), peso y salto de longitud adelante. Por otra parte, el 60% de la varianza del rendimiento gimnástico del grupo G1 ($F_{1,23}=14,21$; $p=0,001$) y G5 ($F_{1,23}=19,18$; $p=0,001$) se explica gracias a tres variables en el caso del primero (abdominales en 30 segundos, flexión de tronco adelante, suspensión con flexión de brazos) y a dos variables en el caso del segundo (VO_2 max estimado en la *course navette* y flexión de tronco adelante). Estos valores reflejan asimismo una escasa capacidad predictiva. Bajo esta perspectiva, la potencia abdominal, la flexibilidad multiarticular del tronco y la capacidad de mantener elevados valores de fuerza máxima relativa, parecen ser las características que definen a los mejores gimnastas del grupo de menor edad. Los gimnastas adultos mejor clasificados también poseen mejor flexibilidad multiarticular de tronco, pero la característica que más ampliamente los define es su baja capacidad aeróbica. Tal y como se ha argumentado en apartados anteriores (apartado 5.3.3.4), estos resultados no coinciden, ni con los resultados obtenidos en otros deportes individuales (Solanelas, 1995), ni con las observaciones realizadas por diversos autores que han analizado las demandas aeróbicas en GAM (Marina, 1990; Goswani & Gupta, 1998) y sugieren que, a mayor rendimiento gimnástico, mayor posibilidad de generar elevados valores de potencia anaeróbica máxima, comprometiendo consecuentemente las aptitudes aeróbicas (Jemni et al., 2002).

5.3.3.6 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Los resultados del análisis discriminante se resumen en la Tabla 4.101 y complementan los obtenidos en el análisis de regresión múltiple, constatando la escasa o nula capacidad de las variables condicionales generales para discriminar entre los diferentes niveles de prestación en los grupos G2, en el que ninguna variable cumple los criterios de selección, y G3/4, en el que únicamente es seleccionada por la función discriminante el VO_2 max estimado ($r=0,47$; $p=0,024$). Son, precisamente, esta misma variable junto con la flexión de tronco adelante en el grupo G5, las que conforman el modelo de mayor potencia discriminante de esta valoración de la condición física general ($r=0,83$; $p=0,001$), clasificando correctamente al 80% de los 25 gimnastas que conforman este grupo (Tabla 4.103). Ello significa que, cuanto mejor nivel de prestación desarrollan los gimnastas adultos en la prueba de flexión de tronco y por el contrario, peores aptitudes aeróbicas poseen, mayor capacidad discriminante posee el modelo para diferenciarlos entre sí, en este caso, en gimnastas de nivel elevado (87,5%), nivel medio (62,5%) o nivel discreto (88,9%). Finalmente, el número de abdominales realizados en 30 segundos y la fuerza manual son las variables seleccionadas por la ecuación discriminante en el grupo G1 ($r=0,59$; $p=0,013$), logrando clasificar al 75% de los gimnastas. La relación con otros estudios en gimnasia artística no es posible debido a la falta de estudios comparables (apartado 1.3).

5.3.4 VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA ESPECÍFICA

5.3.4.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

5.3.4.1.1 FLEXIBILIDAD

Como se ha argumentado en el apartado 1.2.2.1, la información sobre valores normativos de flexibilidad en GAM, además de ser escasa (Tabla 1.11 y Tabla 1.12), es de difícil comparación debido a la utilización de diferentes unidades de medida (Faria & Faria, 1989; Colombo, 1996; Delas et al., 2008), diferentes sistemas de puntuación (Magakian, 1966; Gajdos, 1983; Arkaev & Suchilin, 2004), diferentes protocolos de aplicación (Jancarik & Salmela, 1987; Gannon & Bird, 1999) o de la utilización de diferentes tests (Maffulli et al., 1994; Hahn et al., 1999). Bajo esta perspectiva, únicamente se han hallado cuatro estudios en GAM (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987; Gannon & Bird, 1999; Irurtia et al., 2010) cuyos resultados son comparables a los obtenidos en el presente estudio (Tabla 4.104). En el grupo de gimnastas adultos, los valores registrados en la elevación de hombros en anteversión (flexión de hombros) del grupo G5 ($32,0 \pm 16,0^\circ$) no difieren significativamente con los de un grupo de gimnastas canadienses de nivel nacional ($n=66$; $27,4 \pm 12,7^\circ$), pero sí con los de nivel internacional ($n=9$; $60,8 \pm 15,5^\circ$; $p < 0,001$) pertenecientes a la Federación Canadiense de Gimnasia (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987). En esta misma prueba, como en la prueba de elevación de hombros en retroversión (extensión del hombro), los discretos valores registrados por Gannon & Bird (1999) en comparación con el grupo G5 ($p < 0,001$) (Tabla 1.12), sugieren que el nivel de movilidad articular del hombro en este grupo responderían a valores de desarrollo óptimos (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987; Gannon & Bird, 1999), siempre teniendo en cuenta el elevado nivel de dispersión de los datos tanto en este estudio (Tabla 4.104) como en los estudios citados (Tabla 1.12). En lo que respecta a jóvenes gimnastas masculinos, manteniéndose de igual manera la elevada heterogeneidad en los resultados, los gimnastas de los grupos G2 ($26,4 \pm 20,1^\circ$) y G3/4 ($27,5 \pm 9,9^\circ$) obtienen valores semejantes de flexión de hombros a los descritos por Jancarik & Salmela (1987) en un grupo de 48 gimnastas menores de 12 años ($27,7 \pm 10,7^\circ$) y en otro grupo de 87 gimnastas de entre 12 y 14 años ($30,9 \pm 12,3^\circ$), respectivamente. La comparación con el grupo G1 ($21,4 \pm 11,1^\circ$) no es posible debido a la falta de estudios con gimnastas de edades cronológicas semejantes. Además de las pruebas de flexión y extensión de hombros, las únicas pruebas valoradas en grados de las cuales se ha obtenido alguna información al respecto son: a) la elevación frontal (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987; Gannon & Bird, 1999; Irurtia et al., 2010) y lateral (Gannon & Bird, 1999; Irurtia et al., 2010) de la pierna; b) el espagat frontal y lateral (Irurtia et al., 2010); c) el giro de hombros en anteversión y retroversión (Irurtia et al., 2010); d) puente (Irurtia et al., 2010) y e) la flexión de tronco sentado (Irurtia et al., 2010). En el presente estudio, dada la ausencia de diferencias significativas entre extremidades en las pruebas de elevación de piernas o en los espagats, se procederá a comparar los valores máximos. En el caso de los gimnastas del grupo G5, se observa como el ROM de la

articulación coxofemoral en el plano anteroposterior (elevación frontal de la pierna), no muestra diferencias significativas, ni con gimnastas adultos canadienses de nivel nacional o internacional (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987), ni con los gimnastas analizados por Gannon & Bird (1999). El único estudio que expone los grados alcanzados en la elevación lateral de la pierna en gimnastas adultos es el publicado por Gannon & Bird (1999), registrando valores ($99,2 \pm 15,6^\circ$) significativamente superiores ($p < 0,01$) a los del grupo G5 ($88,8 \pm 5,9^\circ$) cuando es la pierna izquierda la evaluada. En la pierna derecha, en cambio, no se producen diferencias significativas entre ambos grupos ($p > 0,05$). Cuando se comparan los gimnastas de menor edad no se observan diferencias significativas en la prueba de elevación frontal entre el grupo G2 ($90,6 \pm 9,4^\circ$) y los gimnastas canadienses de menos de 12 años: $94,3 \pm 13,1^\circ$ (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987). Tampoco se observan diferencias significativas entre el grupo G2 y los gimnastas españoles analizados por Iruña et al, (2010) en su mejor registro durante la temporada, ni en la elevación frontal de la pierna ($86,8 \pm 7,9^\circ$), ni en la elevación lateral ($82,8 \pm 7,2^\circ$). Si se observan diferencias, en cambio, en comparación con gimnastas canadienses entre 12 y 14 años, quienes alcanzan valores superiores ($98,9 \pm 12,1^\circ$; $p < 0,05$) a los del grupo G3/4 ($90,6 \pm 9,4^\circ$) en la prueba de elevación frontal de la pierna. La comparación entre los resultados del presente estudio y los de Iruña et al, (2010), deberán ser valoradas con cautela por la no concordancia exacta entre la edad cronológica de su muestra ($11,4 \pm 1,1$ años) y la del grupo de estudio que más se le asemeja (G2: $10,5 \pm 1,3$ años). La comparación con el grupo G1 ($93,3 \pm 14,1^\circ$) no es posible debido a la falta de estudios con gimnastas de edad semejante.

Aparte del estudio realizado por Iruña y colaboradores (2010), que valora en grados los espagats de los gimnastas, se han hallado dos estudios que hacen lo propio en centímetros (Faria & Faria, 1989; Colombo, 1996). Tanto la edad cronológica de los gimnastas (Iruña et al., 2010), como las unidades de medida utilizadas (Faria & Faria, 1989; Colombo, 1996), limitan la comparación con los grupos del presente estudio. No obstante, entendiéndose que los valores negativos expresados en centímetros implican haber superado los 180° (independientemente de la longitud de las extremidades inferiores, cuando la distancia entre la sínfisis del pubis y el suelo es de 0 cm, el resultado de la prueba es 180°), los resultados obtenidos en el espagat lateral por estos dos últimos estudios son semejantes a los de los grupos que, por edad cronológica, pueden ser comparados (G1, G2, G3/4). De la misma forma, no se registran diferencias significativas entre el mejor rendimiento conseguido durante la temporada por el grupo seleccionado de la RFEG (Iruña et al., 2010), ni en el espagat lateral ($179,0 \pm 7,0^\circ$) ni en el espagat frontal ($173,3 \pm 6,9^\circ$), siempre en relación a los $184,4 \pm 14,1^\circ$ registrados en el grupo G2.

Los resultados del único estudio que ha utilizado las pruebas de giro de hombros con bastón en anteversión o retroversión en GAM, constatan un rendimiento semejante al del grupo G2 (anteversión: $55,6 \pm 21,5^\circ$; retroversión: $61,2 \pm 21,7^\circ$) cuando se comparan los valores del principio de la temporada (Iruña et al., 2010): anteversión: $49,3 \pm 20,4^\circ$; retroversión: $58,8 \pm 20,4^\circ$. La mejora del rango articular del hombro a lo largo de la temporada en el grupo de gimnastas

analizados por Iruña et al, (2010), hace que al final de ésta las diferencias sí resulten significativas ($p < 0,001$): anteversión: $26,4 \pm 10,6^\circ$; retroversión: $45,0 \pm 11,6^\circ$.

El rango multiarticular generado en la prueba de flexión de tronco por el grupo G2 ($30,4 \pm 3,0^\circ$) es significativamente mayor ($p < 0,001$), y por lo tanto de peor nivel prestacional, que el de los gimnastas seleccionados por la RFEG (Iruña et al., 2010), independientemente del periodo de la temporada analizado (Tabla 1.11). Estas diferencias no se registran en la prueba del puente ($p > 0,05$).

5.3.4.1.2 CAPACIDAD DE SALTO

Tal y como se ha argumentado en apartados precedentes (apartado 1.2.2.2), en GAM se exige el dominio de seis aparatos que requieren la participación de la práctica totalidad de los grupos musculares. En los aparatos de suelo y plataforma de saltos, las extremidades inferiores son las principales responsables del nivel acrobático desarrollado por un gimnasta (Marina & Rodríguez, 1993). A pesar de las diferencias propias de cada especialidad deportiva, en el ámbito del rendimiento deportivo todos los saltos poseen un objetivo común (Komi, 1983): maximizar la velocidad del despegue en base a la óptima relación entre las características del recorrido y el tiempo de impulsión del salto. Una vez justificada la utilización de las diversas pruebas para la valoración de la capacidad de salto en GAM (apartado 3.2.2.4.2), se observa como en la prueba SJ, los gimnastas adultos del grupo G5 alcanzan valores superiores ($39,3 \pm 4,1$ cm; $p < 0,01$) a los registrados por Marina (2003) en un grupo de 50 gimnastas españoles de élite ($35,6 \pm 5,8$ cm), valores que los sitúan al mismo nivel que velocistas internacionales de nivel medio con registros entre 40 – 45 cm (Vittori, 1990). Estas diferencias se mantienen cuando el resto de grupos de estudio son comparados con los resultados que reporta Marina (2003) en relación a diferentes grupos de edad cronológica ($p < 0,01$): a) G1: $27,3 \pm 3,4$ cm; ≤ 10 años: $23,7 \pm 2,3$ cm; b) G2: $27,0 \pm 3,0$ cm; 11 años: $25,0 \pm 1,3$ cm; c) G3/4: $32,1 \pm 4,8$ cm; 14 años: $29,2 \pm 1,4$ cm. Sin embargo, cuando el salto analizado es el CMJ, las diferencias a favor de los gimnastas del presente estudio únicamente se mantienen con el grupo G5 (G5: $41,6 \pm 3,2$ cm; $18 \pm 4,3$ años: $38,5 \pm 6,3$ cm; $p < 0,01$), no observándose en los grupos G1 (G1: $28,6 \pm 3,5$ cm; ≤ 10 años: $27,4 \pm 2,5$ cm) y G3/4 (G3/4: $32,8 \pm 4,7$ cm; 14 años: $33,6 \pm 1,7$ cm), e incluso siendo significativamente peor ($p < 0,001$) el rendimiento del grupo G2 (G2: $26,9 \pm 2,1$ cm; 11 años: $29,3 \pm 1,7$ cm). Pese al mejor desarrollo de fuerza explosiva que manifiestan los gimnastas del presente estudio en sus valores de SJ en comparación con los gimnastas analizados por Marina (2003), el escaso incremento de rendimiento entre CMJ y SJ entre los grupos analizados ($p > 0,05$) denota un escaso aprovechamiento del componente elástico por parte de aquellos. Esta circunstancia no se produce en ninguno de los grupos de edad analizados por Marina (2003), donde las diferencias entre el CMJ y el SJ son significativas en todos los casos ($p < 0,05$). De todos los componentes que intervienen en el salto vertical (Kraemer & Newton, 1994), los principales responsables de este hecho podrían ser los asociados a la coordinación de la habilidad motora del salto en contramovimiento (Marina, 2003). En todo caso, y sin minimizar otras posibles causas de origen

neuromuscular, la mejor resolución en el aprovechamiento del componente elástico por parte de los gimnastas analizados por Marina (2003), hace suponer una mejor coordinación motora en el salto de flexoextensión en comparación con los gimnastas del presente estudio.

En la competición gimnástica, todo salto se desarrolla mediante un impacto previo que a su vez viene precedido, y por lo tanto condicionado, por la velocidad horizontal generada por una carrera y antesalto previos, o bien por el enlace de un elemento anterior que se inicia y finaliza con un salto (Marina & Rodríguez, 1993). Es por ello que en esta especialidad deportiva, más que a los elevados valores de tiempo de vuelo, debe atenderse a la relación que se establece entre éstos y el tiempo necesario para generarlos (Marina, 2003). Así, los gimnastas que mejores prestaciones obtienen en los aparatos de suelo y salto son los que más destacan respecto a sus compañeros, tanto en el componente reflejo y elástico de la fuerza, como en cualquiera de sus expresiones. No obstante, es en los saltos desde caídas elevadas (≥ 60 cm) donde los grandes especialistas en estos aparatos sobresalen de forma significativa, desarrollando valores de coeficiente VC (tiempo de vuelo / tiempo de contacto) y consecuentemente de potencia, ciertamente elevados (Marina & Rodríguez, 1993; Marina 2003). El grupo G5, en la prueba de reactividad de 5 segundos (R5), desarrolla valores de este coeficiente significativamente menores (G5: $3,9 \pm 0,5$ ms; $p < 0,001$) a los registrados por Marina (2003) en un grupo de gimnastas de élite ($18 \pm 4,3$ años: $5,1 \pm 1,5$ ms). Los valores del grupo G5, sin embargo, son significativamente mayores ($p < 0,001$) en comparación con los del grupo control formado por 45 hombres activos ($19,0 \pm 3,0$ años: $5,1 \pm 1,5$ ms) que incluye el mismo autor en su estudio (Marina, 2003). En el salto desde caída a 60 cm (DJ60), no se dan diferencias entre los gimnastas de ambos estudios (G5: $3,8 \pm 0,7$ ms; $18 \pm 4,3$ años: $3,6 \pm 1,0$ ms) y sí en relación al grupo control ($19,0 \pm 3,0$ años: $2,2 \pm 0,6$ ms; $p < 0,001$). Todo ello sitúa a los gimnastas de mayor edad del presente estudio, significativamente por encima de la población no deportista, y de la misma forma por debajo (R5) o con valores semejantes (DJ60) en relación a gimnastas masculinos españoles de anteriores épocas (Marina, 2003). Dada la escasa entrenabilidad de los componentes elástico y reflejo en gimnastas de élite, Marina (2003) sugiere, entre otros aspectos, contemplar ambos componentes como dos factores determinantes a la hora de pronosticar el futuro rendimiento de un gimnasta. En este sentido, a excepción del grupo G1 en el que no existen diferencias significativas ni en el R5 (G1: $3,4 \pm 0,6$ ms; 10 años: $3,5 \pm 0,5$ ms) ni en el DJ60 (G1: $2,9 \pm 0,8$ ms; 10 años: $2,7 \pm 0,9$ ms), en el resto de grupos, los gimnastas analizados por Marina (2003) obtienen siempre un rendimiento superior: a) R5 (G2: $3,3 \pm 0,5$ ms; 11 años: $4,1 \pm 0,8$ ms; $p < 0,001$) (G3/4: $3,2 \pm 0,6$ ms; 14 años: $4,3 \pm 0,2$ ms; $p < 0,001$); b) DJ60 (G2: $2,8 \pm 0,8$ ms; 11 años: $3,4 \pm 0,7$ ms; $p < 0,05$) (G3/4: $3,0 \pm 0,6$ ms; 14 años: $3,7 \pm 0,6$ ms; $p < 0,001$). El escaso rendimiento de los gimnastas estudiados en comparación con con la muestra seleccionada de Marina (2003) debe valorarse con cautela, ya que la comparación se establece en base a criterios de edad biológica en un caso y de edad cronológica en el otro. Además, debe valorarse el hecho de que la presente muestra engloba a la práctica totalidad de la población gimnástica nacional, circunstancia que sin duda repercute negativamente en el registro de valores promedio.

5.3.4.1.3 VELOCIDAD

La velocidad alcanzada por los gimnastas, en la carrera previa a la ejecución de un salto, ha sido ampliamente analizada en GAM (Tichonov, 1978; Rozin, 1979; Gajdos, 1983; Takei, 1988, 1989; Arnold, 1993; Dillman et al., 1994; Sands & McNeal, 1995). Los valores de velocidad media que reporta la literatura en relación a la ejecución de saltos libres oscilan entre los 25,9 km/h en un grupo de gimnastas japoneses de nivel nacional (Takei, 1988), hasta los 28,8 km/h alcanzados en la ejecución de saltos *tsukaharas* (Tichonov, 1978). Todos los valores consultados en la bibliografía sobre la de velocidad media alcanzada por gimnastas adultos durante la ejecución de saltos libres (Tichonov, 1978; Takei, 1988, 1989; Arnold, 1993; Dillman et al., 1994; Sands & McNeal, 1995), son significativamente superiores ($p < 0,001$) a los registrados por el grupo G5 (24,8±1,2 km/h), que alcanza dicha marca en base a una distancia de 20 metros sin ningún tipo de obstáculo ni salto a realizar. Estos datos sugieren un nivel prestacional discreto por parte del grupo de gimnastas adultos del presente estudio. En relación a aquellos gimnastas de menor edad, debido a la escasez de bibliografía al respecto, únicamente se han podido comparar sus resultados con las aportaciones de origen soviético que establecen una escala de 0 a 10 puntos, según el tiempo necesitado para cubrir una distancia de 20 metros (Gajdos, 1983; Ariza, 1987). Atendiendo a dicha escala, tanto los gimnastas del grupo G1 (3,6±0,3 s) como los del grupo G2 (3,5±0,3 s) obtienen entre 9,5 y 10 puntos respectivamente (Tabla 1.14). Máximas puntuaciones igualmente conseguidas por el grupo G3/4 (3,3±0,4 s) al compararlas con las de Gajdos (1983) en jóvenes gimnastas adolescentes (Tabla 1.15).

5.3.4.1.4 HABILIDADES GIMNÁSTICAS DE CONDICIÓN FÍSICA

En GAM, la información en artículos de carácter científico sobre el nivel de condición física específica valorada a través de determinadas habilidades gimnásticas es ciertamente escasa (Faria & Faria, 1989; Colombo, 1996). De nuevo, se hace necesario acudir a referencias empíricas que, gracias a las aportaciones de la antigua escuela soviética (Gajdos, 1983; Ariza, 1987), permiten situar a los gimnastas bajo un determinado nivel de rendimiento (Tabla 1.14 y Tabla 1.15). Pese a ello, no se han hallado datos referenciales sobre la prueba de flexiones en vertical (apoyo invertido) que puedan ser comparados en ninguno de los grupos de estudio (Tabla 4.107). En la prueba de flexiones en suspensión con presa palmar o "*chin-ups*", un único estudio aporta datos de un grupo de 65 gimnastas masculinos de 16±0,7 años con una sobrecarga del 20% del peso corporal (Faria & Faria, 1989): 11,3±2,6 repeticiones. Estos resultados situarían a dicho grupo en un nivel semejante al grupo G3/4 (13,8±1,4 años: 11,8±5,3 repeticiones), aunque cabe recordar que en el presente estudio las flexiones en suspensión se realizaron con una sobrecarga correspondiente al 10% del peso corporal (apartado 3.2.2.4.4). Las 7,7±3,6 repeticiones conseguidas por el grupo G1 en esta prueba lo sitúan en un nivel de rendimiento medio (6,5 puntos sobre una escala de 10 puntos) según la baremación propuesta por Rozin (1979) y posteriormente adaptada por Ariza (1987), en la que debe tenerse en cuenta que el número de flexiones está realizado sin sobrecarga alguna. De la misma forma, las 8,4±4,2 repeticiones

alcanzadas por 55 gimnastas franceses seleccionados de entre 8 y 10 años de edad (Colombo, 1996), son valores en los cuales no se registran diferencias significativas en relación al grupo G1 (9,5±1,3 años). El rendimiento del grupo G2 (10,5±1,3 años) en esta misma prueba de flexiones en suspensión, pese a no poder contextualizarse con otros estudios o aportaciones empíricas, se intuye discreto debido al escaso número de flexiones realizadas (7,0±4,2 repeticiones). Las 12,7±7,1 flexiones en apoyo del grupo G1, y las 11,2±8,6 flexiones realizadas en la misma prueba por el grupo G2, los coloca en un nivel notable de rendimiento que, teniendo en cuenta la implementación del 10% de sobrecarga, podría considerarse incluso elevado. No se han hallado datos referenciales que permitan la contextualización de los resultados de esta prueba en los grupos G3/4 (19,5±9,4 repeticiones) y G5 (36,0±10,0 repeticiones). Los gimnastas de los grupos G1 y G2 realizan 14,7±6,4 y 12,7±7,3 elevaciones de piernas en las espalderas, respectivamente. El número de repeticiones alcanzadas los sitúa en un nivel de rendimiento notable (Tabla 1.14), superando significativamente las 7,1±6,1 elevaciones registradas por Colombo (1996). Este rendimiento notable también se produce cuando se analizan las 16,3±7,0 elevaciones de piernas que realiza el grupo G3/4 (Tabla 1.15). De nuevo, no se han hallado datos referenciales que permitan contextualizar los resultados del grupo G5 (26,0±5,7 elevaciones de piernas). Finalmente, la comparación del nivel de prestación de los gimnastas en la prueba de olímpicos resulta compleja, principalmente por el protocolo realizado (apartado 3.2.2.4.4), que en el presente estudio contempla el sumatorio de tres tipos de olímpicos diferentes, mientras que en la literatura, o se evalúan dos de forma diferenciada (Colombo, 1996): olímpicos con las piernas abiertas desde la posición de escuadra o bien desde escuadra con piernas abiertas, o se hace referencia a únicamente un tipo que, por otra parte, no se determina (Gajdos, 1983; Ariza, 1987).

5.3.4.2 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

A excepción de la prueba de elevación frontal de la pierna en la que el grupo G5 es el único de todos los grupos que se sitúa por encima del promedio de la muestra (Figuras 4.157 y 4.158), y la flexión de tronco en la que el grupo G2 hace lo propio (Figura 4.164), en el resto de variables de flexibilidad incluidas en esta valoración de la condición física específica, el rendimiento de los grupos se distribuye entre -0,5 y 0,5 desviaciones estándar, siempre en relación al promedio de la totalidad de la muestra. Esta similitud entre el nivel prestacional de la flexibilidad en los grupos deberá ser complementada y concretada en el posterior análisis de la varianza (apartado 5.3.2.3).

En los saltos en los que predomina el componente contráctil (SJ) o elástico (CMJ), el rendimiento de los grupos G1 y G2 está por debajo del nivel medio de todos los gimnastas (n=111), justo lo contrario que lo sucedido en los grupos G3/4 y G5 en que se sitúa por encima (Figuras 4.166 y 4.167). Tanto en el DJ60 como en la prueba de reactividad de 5 segundos (R5), el grupo G5 es el único de los grupos cuyo rendimiento se dispone claramente por encima de la media, concretamente en 0,8 desviaciones estándar. El resto, o bien se sitúan en el promedio o ligeramente por debajo (Figuras 4.168 y 4.169).

En la carrera de velocidad de 20 metros, la marca de los grupos G1 y G2 se sitúa por debajo del promedio del resto de grupos. El grupo G3/4 justo por encima (0,2 desviaciones estándar), y el grupo G5 registra claramente la mayor separación (1,3 desviaciones estándar) en relación al resto de gimnastas (Figura 4.170).

En las habilidades gimnásticas de condición física se observa claramente que la distribución del rendimiento en todas las pruebas (Figuras 4.171 a 4.175) se establece en base a los grupos G1, G2 y G3/4, que se sitúan todos ellos por debajo del promedio o justo en éste, y el grupo G5 que de nuevo vuelve a separarse claramente por encima del resto de grupos, con desviaciones estándar situadas entre 1,1 (flexiones en vertical y elevaciones de piernas) y 1,3 (flexiones en suspensión, flexiones desde el apoyo y olímpicos).

5.3.4.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

Únicamente nos constan dos estudios de diseño longitudinal que hayan analizado el ritmo de adaptación de la flexibilidad en GAM, uno realizado con 9 gimnastas adultos canadienses de nivel internacional a lo largo de seis temporadas deportivas (Jancarik & Salmela, 1987), y otro realizado con 15 jóvenes gimnastas españoles a lo largo de una temporada gimnástica (Iruña et al., 2010). En el estudio canadiense, además, se realizó un análisis transversal con gimnastas de nivel nacional comparando diversos parámetros de flexibilidad en función de diferentes grupos de edad. Finalmente, pese a valorar la flexibilidad en centímetros, es necesario destacar un tercer estudio que analiza transversalmente el ángulo articular en la prueba del espagat lateral de jóvenes gimnastas franceses de diferentes edades (Colombo, 1990). Los principales resultados de estos estudios han sido previamente resumidos en las correspondientes tablas (Tabla 1.11 y Tabla 1.12).

En lo que respecta al presente estudio, además de las diferencias registradas ($p < 0,001$) en las pruebas de elevación frontal de la pierna (Figuras 4.180 y 4.181) y flexión de tronco (Figura 4.187), el análisis de la varianza también las detecta en la extensión de hombros (Figura 4.177) y el espagat lateral (Figura 4.184). Así, de las trece variables de flexibilidad incluidas en esta valoración, únicamente cinco son capaces de registrar diferencias significativas entre el nivel de prestación de los diferentes grupos ($p < 0,001$). La estabilidad de las ocho restantes coincide con los resultados obtenidos por los gimnastas canadienses de nivel nacional, en el que únicamente la elevación de la pierna frontal registró valores superiores a medida que la edad de los diferentes grupos analizados aumentaba (Jancarik & Salmela, 1987). El mayor rango de movimiento activo del grupo G5 ($p < 0,001$) en relación al resto grupos en esta misma prueba ratifica las sugerencias realizadas por estos autores a la hora de advertir un más que probable aumento de la función de los músculos elevadores de las extremidades inferiores a medida que la edad de los gimnastas aumenta (Jancarik & Salmela, 1987). En este mismo sentido, Iruña y col. (2010), pese a registrar incrementos significativos ($p \leq 0,05$) a lo largo de una temporada deportiva en el ángulo articular de la cadera manifestado de forma pasiva mediante las pruebas de espagat frontal y lateral, observan que en su manifestación activa (elevación lateral y frontal de la pierna), éstos no se producen

($p > 0,05$). Los autores concluyen que, debido a que el mantenimiento de la elevación de la pierna alrededor de los 90° implica biomecánicamente el punto de mayor momento de fuerza, es decir, aquella posición en que la longitud del brazo de resistencia es la más elevada en comparación con la del brazo de potencia, la mejora en la flexibilidad activa de las extremidades inferiores en GAM quedaría condicionada, más por el incremento previo de la fuerza de los músculos elevadores que por la falta de extensibilidad de los posteriores.

Atendiendo a la temprana edad de la muestra analizada ($11,4 \pm 1,1$ años) y a los resultados anteriormente mencionados con gimnastas adultos (Jancarik & Salmela, 1987), todo parece indicar que, en una perspectiva plurianual, habría dos fases de evolución: a) en sus primeras etapas de formación los gimnastas desarrollan más la flexibilidad pasiva que la activa para, b) posteriormente incrementar más la segunda gracias a la mejora de la fuerza de los músculos encargados de la elevación frontal de la pierna. Este argumento se ve reforzado al observar la involución de la flexibilidad pasiva en la flexión de tronco a medida que la edad de los grupos aumenta (Figura 4.187), denotando la necesidad, no siempre conseguida, de seguir trabajando y con ello desarrollando la manifestación pasiva de la flexibilidad a lo largo de toda la carrera deportiva de los gimnastas, más allá de la carga que de por sí imponen los múltiples elementos técnicos que la solicitan (Irurtia et al., 2010).

La evolución de la movilidad del hombro a medida que la edad y la carga de entrenamiento aumentan resulta compleja y varía significativamente en función de unos u otros estudios (Jancarik & Salmela, 1987; Gannon & Bird, 1999; Irurtia et al., 2010). De la revisión efectuada, se deduce que esta articulación es la más sensible a las diferentes cargas y orientaciones que cada entrenador realice con sus gimnastas. En todo caso, mientras es un hecho reconocido que al aumento de la dificultad técnica en GAM le viene asociado un aumento de la potenciación muscular del tren superior (Jancarik & Salmela, 1987; Gannon & Bird, 1999; Irurtia et al., 2010), parece no existir un consenso claro sobre qué rol juega, o debería jugar, la flexibilidad, en este caso de la articulación del hombro. Mientras algunos autores señalan su relativamente escasa importancia en el éxito deportivo de los gimnastas de élite (Jancarik & Salmela, 1987), otros destacan la necesidad de desarrollarla para evitar descompensaciones articulares que podrían derivar en situaciones potencialmente lesionales (Gannon & Bird, 1999), o incluso en la necesidad de contemplarla como un factor prioritario a la hora de aspirar a la realización de un estilo de gimnasia novedoso y creativo (Irurtia et al., 2010). Teniendo en cuenta los resultados anteriormente comentados sobre el nivel general de flexibilidad de la muestra objeto de estudio en comparación a anteriores aportaciones (apartado 5.3.4.1.1), se puede observar que, en el caso del hombro, es el grupo G3/4 el que posee el menor rango de movimiento en retroversión (extensión), registrando diferencias significativas tanto con el grupo G1 ($p < 0,01$) como con el grupo G2 ($p < 0,001$), y no haciéndolo con el grupo G5. No se ha hallado ningún estudio que específicamente analice la evolución del rango articular en esta prueba, lo que limita, más allá de los aspectos anteriormente comentados, cualquier valoración al respecto. En todo caso, las consideraciones de algunos autores a la hora de valorar como normal el proceso involutivo de la flexibilidad del

hombro a medida que la edad y el nivel de los gimnastas aumenta (Jancarik & Salmela, 1987; Gannon & Bird, 1999), serían concordantes con los resultados aquí obtenidos. No obstante, dicha involución quedaría en entredicho al observar que, en el resto de pruebas que implican a la articulación del hombro (giro de hombros en anteversión y retroversión, y flexión del hombro), no se han registrado diferencias significativas entre ninguno de los grupos de edad analizados. En este sentido, se haría necesario la realización de estudios longitudinales plurianuales que, controlando la carga de entrenamiento, ayudara a esclarecer el ritmo de adaptación de la movilidad del hombro en GAM.

Respecto a las pruebas de salto, únicamente nos consta un estudio que haya analizado su evolución a lo largo de la edad en GAM (Marina, 2003). En este estudio transversal y mixto-longitudinal, se analizan los incrementos anuales de una serie de saltos entre los que se incluyen los aquí presentados (SJ, CMJ, R5, DJ60). El autor destaca de forma general el elevado rendimiento en todos los saltos analizados de los gimnastas con edades entre 15 y 17 años, en relación al resto de grupos de edades inferiores. Igualmente destaca que es a partir de estas edades (15 – 17 años), cuando la prestación de los saltos, pese a continuar mejorando, lo hará sin que se produzcan incrementos significativos ($p > 0,05$). El autor establece estas conclusiones generales a partir del análisis de las siguientes variables: tiempo de vuelo (SJ, CMJ, R5, DJ60), potencia (R5, DJ60) y coeficiente VC (R5, DJ60). En este sentido, además de las mayores diferencias de rendimiento situadas entre los 15 y 17 años, el autor registra incrementos significativos ya desde los 13 y 14 años en las pruebas de SJ, CMJ. Por el contrario, las pruebas de salto donde intervienen los componentes elástico y reactivo (R5 y DJ60), necesitan periodos superiores a dos o tres años para incrementar su rendimiento de forma significativa ($p < 0,05$). El autor señala la posibilidad que la práctica gimnástica intensa a edades tempranas sea la responsable de que el individuo alcance tras dicho periodo de tiempo el máximo potencial elástico y reactivo del que es capaz. Es por ello que, debido a la relevancia de dichos componentes en el rendimiento de los gimnastas de competición, y la dificultad de su mejora durante la carrera deportiva, invita a pensar que podrían ser indicadores útiles a la hora de predecir el rendimiento en gimnasia artística (Marina, 2003). Los resultados del presente estudio ratifican las conclusiones generales realizadas por Marina (2003), aunque con ciertas excepciones que cabe argumentar. Además de la transversalidad de su diseño, al ser éste un estudio cuya configuración de grupos queda establecida biológicamente, la franja de edades cronológicas que los conforman es mucho más amplia, tal y como se destaca en el grupo G5 ($19,1 \pm 2,7$ años). Ambas circunstancias, vuelven a comprometer la posibilidad de ajustar las valoraciones realizadas entre los dos estudios. Una vez advertidos sobre estos aspectos, sí parece que los gimnastas del grupo G3/4 ($13,8 \pm 1,4$ años) representan el punto de inflexión donde el rendimiento de los saltos SJ y CMJ logra sus mayores incrementos (Figuras 4.189 y 4.190). Protagonismo cedido al grupo G5, que es en los saltos R5 y DJ60, donde demuestra el mayor rendimiento en relación a prácticamente todos los grupos (Figuras 4.191 y 4.192).

En la carrera de velocidad de 20 metros (Figura 4.193), como ocurre en todas las pruebas de salto analizadas, no se registran diferencias significativas entre los grupos G1 y G2 (apartado 4.4.3). A partir del grupo G2, la mejora de esta prueba se produce grupo a grupo, registrando el grupo G5 la mayor velocidad media ($24,8 \pm 1,2$ km/h). No se han hallado estudios que analicen la evolución del rendimiento en esta prueba a lo largo de la edad. En todo caso, se deberá acudir al posterior apartado de correlación bivariada para analizar y comparar la relación existente entre el nivel de prestación y el rendimiento competitivo de los gimnastas en función de las diferentes edades.

En las habilidades gimnásticas de condición física tampoco se observan diferencias significativas entre los grupos G1 y G2 (Figuras 4.194 a 4.198). De nuevo es el grupo G5 el que demuestra un rendimiento superior en todas las pruebas ($p < 0,001$), y no únicamente en relación al grupo G1 y G2, sino también en relación al grupo de edad inmediatamente inferior (G3/4). No se han hallado estudios en GAM que específicamente reporten datos sobre el nivel de prestación en estas pruebas en función de diferentes grupos de edad. El superior nivel de fuerza máxima relativa del grupo G5 queda patente en los resultados de estas pruebas. Los $19,1 \pm 2,7$ años de dicho grupo no coinciden con la franja de edad sugerida en la literatura en la que se alcanza el máximo nivel de esta manifestación (Malina, 1986; Blimkie, 1989), situada entorno al brote hormonal (13 – 14 años, en hombres). Pese a todo, la transversalidad del diseño impide controlar si esta circunstancia se debe a las adaptaciones que generaría el propio proceso de entrenamiento gimnástico, o si por lo contrario, al estar conformados los grupos por diferentes sujetos, sería el nivel de prestación de los unos y los otros lo que condicionaría los resultados.

5.3.4.4 CORRELACIÓN BIVARIADA

Todas las pruebas de flexibilidad que involucran a la articulación del hombro, a excepción de la elevación de hombros en retroversión en los grupos G3/4 y G5, correlacionan de forma significativa con el rendimiento gimnástico ($p \leq 0,001$). En los grupos de menor edad (G1 y G2), la correlación siempre es más elevada, registrando valores entre $r = -0,94$ (giro de hombros en anteversión) y $r = 0,55$ (elevación de hombros en retroversión). En los grupos de mayor edad (G3/4 y G5), la correlación es menor, oscilando entre $r = -0,74$ (giro de hombros en anteversión) y $r = 0,52$ (elevación de hombros en anteversión). Teniendo en cuenta que según el protocolo descrito en las pruebas de giro de hombros (apartado 3.2.2.4.1), cuanto menor es el ángulo obtenido por la ecuación, mayor es el ROM articular; en todos los casos, y de forma independiente al grupo de edad analizada, puede concluirse la gran importancia de la flexibilidad del hombro en el rendimiento competitivo de los gimnastas analizados, aunque bien es cierto que dicha importancia, en edades prepúberes, es todavía mayor. Estos resultados no son concordantes, en parte, con los obtenidos por otros autores que señalan una relación inversa entre rendimiento competitivo y movilidad del hombro a medida que la edad y el nivel de los gimnastas masculinos aumenta (Jancarik & Salmela, 1987; Gannon & Bird, 1999). Si bien es cierto que en el presente estudio, a medida que la edad aumenta la correlación disminuye, en ningún caso esta relación entre

rendimiento competitivo y amplitud articular del hombro, se invierte. De nuevo, y tal y como se ha advertido en apartados anteriores (apartado 5.3.4.3), podrían ser las diferencias entre los diversos y múltiples sistemas de entrenamiento las que generarían, en este caso, la disparidad parcial de los resultados. En lo que respecta a la flexibilidad activa de la articulación coxofemoral, ninguna de las pruebas realizadas, a excepción de la elevación frontal de la pierna izquierda en el grupo G1, correlaciona de forma significativa con el rendimiento de los gimnastas ($r=0,52$; $p\leq 0,001$). Estos resultados no son acordes con los obtenidos por los gimnastas canadienses de nivel nacional o internacional (Jancarik & Salmela, 1987), que pese a registrar en la prueba de elevación frontal de la pierna correlaciones igualmente discretas con el rendimiento competitivo, sí que eran significativas ($r=0,20$ a $0,43$; $p<0,05$). En su manifestación pasiva, los espagats frontales son las únicas pruebas que correlacionan de forma muy discreta con el rendimiento ($p\leq 0,05$), y además únicamente lo hacen en los grupos de mayor edad (G3/4 y G5), oscilando entre $r=0,39$ (espagat frontal con la pierna izquierda) y $r=0,50$ (espagat frontal con la pierna izquierda). Respecto a las pruebas multiarticulares, de nuevo las únicas correlaciones significativas observadas se producen únicamente en los grupos G3/4 ($r=0,38$; $p\leq 0,05$) y G5 ($r=0,44$; $p\leq 0,01$), en la prueba de flexión de tronco. El nivel de prestación en la prueba del puente no correlaciona significativamente con el rendimiento competitivo de ninguno de los grupos de edad analizados ($p>0,05$). Cabe advertir al respecto que, pese a que en la ejecución del puente la articulación del hombro juega un papel importante (Moras, 2002; Irurtia et al., 2010), la elevada correlación de dicha articulación en contra de la no correlación del puente en ninguna de las edades analizadas, sugiere que los gimnastas no son capaces de implicar lo suficiente a esta articulación en el resultado final de la prueba. Siendo el puente una de las habilidades más utilizadas por los entrenadores para valorar el nivel de flexibilidad de los hombros en GAM (Irurtia et al., 2010), y dados los resultados aquí registrados, puede que la implicación de dicha articulación en su nivel de prestación esté sobreestimada.

Todas las pruebas de salto realizadas, a excepción del SJ, correlacionan de forma significativa con el rendimiento competitivo del grupo G5 (Tabla 4.131). En el grupo G3/4, las elevadas correlaciones obtenidas por el grupo G5 se mantienen en el CMJ ($r=0,71$; $p\leq 0,001$) y en el R5 ($r=0,85$; $p\leq 0,001$). El rendimiento gimnástico del grupo G2 únicamente correlaciona con las pruebas del SJ ($r=0,78$; $p\leq 0,001$) y CMJ ($r=0,63$; $p\leq 0,001$), mientras que en el grupo G1 únicamente sucede lo propio en el R5 ($r=0,71$; $p\leq 0,001$). Pese a que la transversalidad de los grupos limita cualquier consideración al respecto sobre cómo evoluciona la relación entre el rendimiento competitivo y el nivel prestacional en los saltos, se observa la escasa o nula relación del DJ60, que únicamente correlaciona, y de forma muy discreta, con el grupo G5 ($r=0,38$; $p=0,05$). La prueba del SJ sería la siguiente de menor importancia en cuanto a la relación con el rendimiento gimnástico se refiere, únicamente haciéndolo en el caso del grupo G2 ($r=0,78$; $p\leq 0,001$). Por el contrario, la prueba de reactividad durante cinco segundos (R5) correspondería a la que registra las correlaciones más elevadas, en todos los grupos a excepción del grupo G2 con la que no correlacionaría (Tabla 4.131). Finalmente, el CMJ también registra correlaciones

moderadas o elevadas en todos los grupos a excepción del grupo G1 ($p > 0,05$). No se han hallado estudios que relacionen de forma aislada la relación entre la capacidad de salto de los gimnastas y su nivel de prestación deportiva. En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, parece existir una elevada relación entre los componentes elástico y reactivo, manifestados a través de los saltos CMJ y R5 respectivamente, y el rendimiento competitivo de los gimnastas, de forma especial a partir de la adolescencia hasta la edad adulta (grupos G3/4 y G5). Atendiendo a las consideraciones efectuadas por Marina (2003) sobre la dificultad de mejorar dichos componentes del salto a través del entrenamiento gimnástico, estos resultados ratifican el hecho de contemplar los componentes elástico y reactivo de los saltos, como factores determinantes a la hora de detectar gimnastas con especiales aptitudes para rendir deportivamente en GAM.

La velocidad media alcanzada durante una carrera de 20 metros no correlaciona con el rendimiento gimnástico a excepción de en el grupo G1, aunque de forma discreta ($r = -0,49$; $p = 0,01$). Estos resultados recuerdan la necesidad de considerar que el rendimiento gimnástico en este estudio ha sido establecido como el sumatorio de la máxima puntuación conseguida en los seis aparatos de los que consta la competición gimnástica masculina (apartado 3.3.1), y no específicamente en relación a cada uno de los aparatos. Atendiendo a esta consideración, parece lógico que las correlaciones aquí obtenidas no concuerden con los de otros autores que se refieren únicamente al rendimiento competitivo en el aparato de salto (plataforma de saltos). Así, Takei (1988) observó en gimnastas masculinos adultos que los de nivel internacional registraban valores de velocidad media (7,9 m/s) superiores ($p < 0,05$) a los gimnastas de nivel nacional (7,2 m/s). Por el contrario, Arnold (1993), registró una velocidad media en el salto obligatorio denominado "Hecht" o "tigre" de 5,5 m/s en aquellos gimnastas que obtuvieron mejor puntuación en la ejecución del salto y 5,8 m/s en aquellos que obtuvieron peor puntuación. El autor, más allá de justificar sus resultados en base a la dinámica en contracción del salto, advierte sobre la importancia que desempeña la capacidad de los gimnastas para controlar la velocidad horizontal de la carrera y así optimizar la consecuente ejecución técnica del resto de elementos que intervienen en el salto. De las siete fases de las que consta este aparato (carrera, antesalto, impulsión de piernas, primer vuelo, impulsión de brazos, segundo vuelo, recepción), los resultados del presente estudio advierten sobre la escasa o nula relación entre la velocidad media alcanzada en la carrera y la puntuación máxima que un gimnasta es capaz de obtener en la clasificación general de los seis aparatos. Tal y como se argumentará en el correspondiente apartado sobre futuras líneas de investigación (apartado 7), deberá considerarse el hecho de analizar posibles relaciones entre la velocidad media alcanzada en la carrera, y el rendimiento específico en el aparato de salto a lo largo de la edad de los gimnastas.

La relación entre el nivel de prestación obtenido por los gimnastas en la prueba de olímpicos y su rendimiento competitivo, es la más fuerte de cuantas se han analizado a lo largo del presente estudio (Tabla 4.133). Independientemente del grupo de edad analizado, el nivel de correlación siempre se sitúa entre $r = 0,84$ y $r = 0,91$ ($p \leq 0,001$). De todas las habilidades gimnásticas de condición física analizadas (apartado 3.2.2.4.4), los olímpicos representan las más específicas,

ya que son las únicas habilidades que únicamente pueden ejecutar los gimnastas. Así, la sinergia de los diferentes factores que intervienen para su realización, tales como la fuerza máxima relativa aplicada, la amplitud de movimiento de cadera y hombros, y la correcta ejecución técnica de la habilidad en sí, parecen tener relación con el rendimiento gimnástico (Prassas et al., 1986; Prassas, 1988). No obstante, cabe advertir que en el presente estudio únicamente se ha analizado la capacidad de los gimnastas para realizar el máximo número de éstos, relegando para futuras líneas de investigación su posible relación con otros aspectos de origen cualitativo. La importancia entre el rendimiento competitivo de los gimnastas y su capacidad para efectuar el máximo número de olímpicos también ha sido constatada por otros autores (Grabiner & McKelvain, 1987). Las pruebas de flexiones en vertical ($r=0,45$; $p=0,05$) y flexiones en suspensión ($r=0,40$; $p=0,05$), únicamente correlacionan con el rendimiento del grupo G1, y de forma discreta. Ambas pruebas, junto a las flexiones desde el apoyo, no registran ninguna correlación significativa más (Tabla 4.133). Las elevaciones de las extremidades inferiores desde la suspensión en espalderas correlacionan con el rendimiento competitivo de los gimnastas de forma discreta en todos los grupos de estudio a partir del G2, oscilando entre $r=0,36$ y $r=0,40$ ($p=0,05$). De los resultados obtenidos en las habilidades gimnásticas de condición física se deduce que, cuanto más específica es la habilidad, más correlaciona con el rendimiento independientemente del grupo de edad analizado. Siendo la habilidad técnica, y no tanto la condición física específica, la que determina el grado de especificidad de las habilidades gimnásticas aquí analizadas, convendrá prestar especial atención al rol que juegan las variables incluidas en la valoración técnica del presente estudio para relacionar y explicar el rendimiento competitivo de los gimnastas.

5.3.4.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Los resultados del análisis de regresión múltiple se resumen en la Tabla 4.123. Tanto en el grupo G1 ($F_{1,26}=201,92$; $p=0,001$), como en el grupo G2 ($F_{2,22}=96,06$; $p=0,001$), al que se le añade el máximo número de olímpicos, el giro de hombros en anteversión es la primera variable seleccionada por la ecuación de regresión, que explica el 88% y 89% de la varianza del rendimiento en cada grupo, respectivamente. Únicamente se ha hallado un estudio realizado con gimnastas masculinos de 10 a 11 años que incluya alguna de las variables de la condición física específica aquí analizadas (Régner & Salmela, 1987). Sus resultados difieren de los aquí presentados, ya que ninguna variable relacionada con la flexibilidad es seleccionada por la ecuación predictiva (Tabla 1.25). Tanto por la elevada adaptación de la articulación del hombro a unos u otros sistemas de entrenamiento (apartado 5.3.4.3), como por las propias limitaciones del estudio canadiense (apartado 1.3), las diferencias entre ambos estudios deberían ser valoradas con cautela. En todo caso, en la muestra representativa de gimnastas españoles prepúberes (grupos G1 y G2), la movilidad del hombro en anteversión parece ser una variable fundamental a la hora de explicar su rendimiento competitivo. A medida que la edad aumenta, o en este caso el proceso de maduración biológica evoluciona, puede observarse como, a las variables de flexibilidad que no desaparecen, se les añaden otras relacionadas con la fuerza y sus manifestaciones que, progresivamente, preponderarán sobre las primeras (Tabla 4.123). Así,

mientras que en el grupo G2 ya aparecen los olímpicos, en el grupo G3/4 la primera variable seleccionada por la ecuación predictiva es el R5, seguida por la elevación de hombros en anteversión y, nuevamente, los olímpicos ($F_{3,29}=34,22$; $p=0,001$), explicando en su conjunto el 76% de la varianza del rendimiento. Finalmente, en el grupo de edad adulta (G5), son los olímpicos la primera variable seleccionada, el R5 la segunda, y la elevación lateral de la pierna derecha la tercera, explicando el 90% del rendimiento competitivo de los gimnastas ($F_{3,21}=72,03$; $p=0,001$). Anteriores estudios corroboran la importancia de ciertas variables de condición específica a la hora de explicar el rendimiento competitivo en GAM (apartado 1.3). Mientras algunos autores registran una explicación del 44% de la varianza del rendimiento competitivo en jóvenes gimnastas únicamente mediante estas variables (Grabiner & McKelvain, 1987), otros llegan al 73% en gimnastas adultos de nivel nacional (Singh et al., 1987). A pesar de todo, parece claro que la valoración de la condición física específica a la hora de intentar establecer modelos predictivos del rendimiento en GAM prepondera sobre aquellas variables de condición física general (Tabla 4.100). Esta circunstancia no se da de manera tan notable en otros deportes como el tenis (Solanelas, 1995), la natación (Saavedra, 2002) o el balonmano (Fernández, 1999; Vila, 2002).

5.3.4.6 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Los resultados del análisis discriminante se presentan en la Tabla 4.124. Dichos resultados complementan los obtenidos en el análisis de regresión múltiple y constatan la preponderancia de las variables relacionadas con la flexibilidad en los grupos de menor edad (G1 y G2), y aquellas relacionadas con la fuerza y sus distintas manifestaciones en los grupos de mayor edad (G3/4 y G5). La movilidad del hombro en flexión, ya sea manifestada mediante la prueba de giro de hombros o de elevación en anteversión, aparece en las funciones discriminantes de todos los grupos de edad analizados. A excepción de los grupos G1 y G2 en que todas las variables seleccionadas son de flexibilidad, la prueba de reactividad durante cinco segundos (R5) y el máximo número de olímpicos, son las variables que más intervienen en las funciones discriminantes de los grupos G3/4 y G5. En este sentido, el conjunto de variables seleccionadas para cada uno de los grupos de edad analizados, poseen una capacidad discriminante significativa ($p<0,001$) situada entorno a $r=0,91$ del grupo G3/4, hasta $r=0,96$ del grupo G1 (Tabla 4.124). De la misma forma, dichas funciones logran clasificar correctamente a un elevado porcentaje de gimnastas en tres niveles de prestación (elevado, medio, discreto), tanto en los grupos G1 (92,9%) y G2 (92,0%), como en los grupos G3/4 (90,9%) y G5 (100%). Pese a que la relación con otros estudios en gimnasia artística no es posible debido a la no inclusión de este tipo de análisis discriminante dentro del modelo multivariante (apartado 1.3), conviene advertir, de nuevo, sobre el elevado protagonismo de esta valoración de la condición física específica a la hora de pronosticar el rendimiento competitivo de gimnastas masculinos de cualquier edad.

5.3.5 VALORACIÓN DE LA TÉCNICA

5.3.5.1 ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

Los estadísticos descriptivos de la valoración técnica, extraídos en base a la puntuación establecida de 0 a 10 puntos según el criterio del CP-FIG (apartado 3.2.2.5), se muestran en el correspondiente apartado de resultados (apartado 4.5.1). La fiabilidad de los instrumentos de medida utilizados ha sido previamente establecida, constando unos valores tanto intraobservador como interobservador, elevados (Tabla 4.139). Al no haber hallado ningún estudio que abarque el análisis de la técnica de los balanceos (apartado 3.2.2.5.1), o de la capacidad de los gimnastas para recepcionar en equilibrio (apartado 3.2.2.5.2), tal y como se recoge en el presente estudio, se procederá a establecer un análisis descriptivo únicamente en base a los resultados de ejecución obtenidos por cada uno de los grupos que conforman la totalidad de la muestra. Así, la máxima puntuación, y con ello la mayor prestación, en los balanceos pendulares la registra el grupo G5 en paralelas ($9,2 \pm 0,5$ puntos). Este mismo grupo obtiene $9,1 \pm 0,7$ puntos en barra fija, y $8,1 \pm 0,9$ puntos en anillas. Estos resultados sugieren un menor nivel técnico en el balanceo de las anillas, característica que se repite en el resto de grupos analizados (Tabla 4.134 a Tabla 4.136). La complejidad coordinativa, junto a las elevadas exigencias de fuerza y flexibilidad que estos balanceos requieren (Prassas et al., 2006), podrían ser las principales causas de estos resultados. El grupo G3/G4 registra su mejor nivel de prestación en los balanceos de barra fija ($7,4 \pm 1,5$ puntos), circunstancia que igualmente sucede con el grupo G1 ($5,6 \pm 2,2$ puntos). Este hecho podría justificarse en base a que los balanceos en barra fija son los que menor implicación de la fuerza requieren, aspecto que sin duda favorecería a que los gimnastas de menor edad se balancearan mejor aquí que en los aparatos de anillas o paralelas. Sin embargo, el grupo G2 no obtiene su mejor puntuación en los balanceos de barra fija ($5,3 \pm 2,1$ puntos), sino en paralelas ($6,0 \pm 1,5$ puntos). Esta circunstancia nos recuerda que en GAM, incluso a estas tempranas edades, las limitaciones de condición física que requieren ciertos elementos gimnásticos, como en este caso los balanceos en paralelas, pueden ser compensadas con otros factores de origen coordinativo y/o de habilidad técnica. En relación a los balanceos circulares ejecutados en el aparato metodológico conocido como "seta" (Tabla 4.137), se observa que el nivel de prestación del grupo de gimnastas adultos (G5) está cercano al del balanceo en anillas ($8,0 \pm 0,9$ puntos), sin duda un nivel discreto si se atiende al necesario dominio de los molinos en el aparato de caballo con arcos (Baudry et al., 2008, Baudry et al., 2009). Teniendo en cuenta que los molinos fueron ejecutados, no en el caballo con arcos sino en la "seta", el reducido nivel del grupo G5 se registra y se acrecienta en el resto de grupos (G1: $3,8 \pm 1,8$ puntos; G2: $4,7 \pm 1,9$ puntos; G3/G4: $6,0 \pm 1,8$ puntos). La capacidad de recepcionar tras la realización de un giro longitudinal o transversal (hacia delante o hacia atrás) de los gimnastas, registra puntuaciones más elevadas, en todos los grupos de edad analizados, que los balanceos pendulares o circulares (Tabla 4.138). Estos resultados indican un buen nivel de preparación de los grupos G3/G4 ($8,7 \pm 1,0$ puntos) y G5 ($9,4 \pm 0,5$ puntos), y una aceptable capacidad para orientarse en el aire y recepcionar en equilibrio de los grupos G1

(6,2±3,4 puntos) y G2 (7,0±1,8 puntos). Cabe advertir, no obstante, la mayor desviación estándar, y por lo tanto la mayor heterogeneidad de los grupos de menor edad en relación a los de mayor edad (Tabla 4.138).

5.3.5.2 TIPIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (ÍNDICE Z)

Cuando se comparan los valores tipificados de las cinco variables incluidas en esta valoración técnica, se observa que siempre, los grupos G1 y G2, se disponen por debajo de los valores promedio obtenidos por la totalidad de la muestra. En este sentido, son los grupos G3/G4 y G5 los que siempre se establecen en un nivel superior al promedio, exceptuando esto en los vuelos en paralelas, donde el grupo G3/G4 se sitúa justo en los valores medios (Figura 4.199 a 4.203). Además, la elevada dispersión de los grupos G1 y G2 cuando es comparada con los grupos G3/G4 y G5 advierte sobre la heterogeneidad de la puntuación obtenida por parte de los primeros, y la homogeneidad de los segundos. En todo caso, las gráficas con los valores Z de los balanceos pendulares en suspensión (barra fija y anillas), en apoyo (paralelas), de los balanceos circulares (caballo con arcos) y de la prueba de recepción, permiten visualizar tanto el incremento lineal del rendimiento técnico como la homogeneización de éste a medida que la edad de los grupos aumenta. El ANOVA, siempre interpretado bajo las consideraciones de todo diseño transversal, deberá complementar y concretar la información aquí registrada.

5.3.5.3 ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)

Los resultados del ANOVA indican, con la excepción de la prueba de recepción, un nivel superior de ejecución técnica por parte del grupo G5 ($p < 0,001$). Teniendo en cuenta su también superior número de años (Figura 4.4) y horas semanales de entrenamiento (Figura 4.5), estos resultados deberían ser considerados como normales. Otro aspecto a destacar es la falta de diferencias significativas en las puntuaciones obtenidas por los gimnastas de los grupos G1 y G2, tal y como ocurre en la mayoría de variables incluidas en este estudio, ya sean somáticas (apartado 4.2.3), de condición física general (apartado 4.3.3) o específica (apartado 4.4.3). Esta circunstancia, invita a reflexionar sobre la pertinencia de haber separado los grupos G1 y G2, únicamente ahora considerada al haber determinado que, pese conformar dos grupos de diferente estado madurativo, el espacio temporal entre uno y otro no permitiría la generación de cambios significativos de las variables anteriormente mencionadas. En la valoración técnica se observa claramente esta circunstancia, necesitando pasar de los estadios G1 al G3/G4 para que los incrementos en la prestación técnica sean significativos ($p < 0,001$). Finalmente, de nuevo cabe advertir prudencia ante las limitaciones que supone el diseño trasversal del presente estudio. Diseños longitudinales, o como mínimo mixto-longitudinales, serán necesarios para ratificar las observaciones aquí realizadas.

5.3.5.4 CORRELACIÓN BIVARIADA

La máxima puntuación obtenida en los balanceos en barra fija correlaciona de forma significativa con el rendimiento competitivo de todos los grupos de edad analizados ($p < 0,01$). Se observa como, a medida que la edad de los grupos aumenta, la correlación disminuye, aunque siempre manteniéndose en valores ciertamente elevados (G1: $r = 0,90$; G2: $r = 0,92$; G3/G4: $r = 0,77$; G5: $r = 0,73$). La máxima puntuación obtenida en los balanceos en anillas también correlaciona de forma significativa con el rendimiento competitivo de todos los grupos de edad analizados ($p < 0,01$). Esta vez, en cambio, sucede lo contrario: a medida que la edad de los grupos aumenta, la correlación hace lo propio (G1: $r = 0,57$; G2: $r = 0,59$; G3/G4: $r = 0,85$; G5: $r = 0,93$). Las diferencias de la relación con el rendimiento competitivo entre ambos vuelos pendulares, podrían ser debidas a las diferentes demandas que éstos exigen (apartado 1.2.3). Mientras que en las primeras edades (G1 y G2) la correcta ejecución de los balanceos en anillas queda muy limitada a todos los gimnastas por igual (falta de fuerza para balancearse con amplitud), los balanceos en barra fija sí que discriminan entre los más y menos habilidosos (Tabla 4.144). Por el contrario, cuando todos los gimnastas, siendo adultos, poseen la fuerza necesaria para balancearse con máxima amplitud en las anillas, únicamente no lo consiguen aquellos menos habilidosos, diferenciándose así de los gimnastas más competentes. La máxima puntuación obtenida en los balanceos de paralelas correlaciona de forma significativa ($p < 0,01$) con el rendimiento competitivo de los grupos G1 ($r = 0,79$), G2 ($r = 0,80$), y G3/G4 ($r = 0,70$). No lo hace, sin embargo, con el grupo G5 ($p > 0,05$). De nuevo, parece existir cierta relación, de forma especial en edades prepuberales (G1 y G2), y peripuberales (G3/G4), entre el rendimiento competitivo de los gimnastas y su capacidad para balancearse correctamente en aparatos que, pese a exigir ciertos compromisos de condición física, aquellos gimnastas que logran salvarlos son los que posteriormente mejores resultados obtienen en la competición (Tabla 4.144). La máxima puntuación obtenida en los balanceos circulares en la seta correlaciona de forma significativa ($p < 0,01$) con el rendimiento competitivo de los grupos G2 ($r = 0,50$), G3/G4 ($r = 0,71$), G5 ($r = 0,82$). No lo hace, sin embargo, con el grupo G1 ($p > 0,05$). El comportamiento de la relación entre rendimiento competitivo y prestación técnica de los molinos en la seta es semejante al de los balanceos en anillas. Sin embargo, esta vez las limitaciones sucedidas en las primeras edades no deberían vincularse a determinados aspectos de condición física y sí a la enorme complejidad técnica de los molinos en sus primeras etapas de aprendizaje (Grassi et al., 2005b). La elevada correlación entre los molinos y el rendimiento competitivo de los gimnastas adolescentes (G3/G4) y adultos (G5), invita a pensar que únicamente aquellos que hayan logrado asimilar correctamente el aprendizaje de la técnica de molino en caballo con arcos, se verán beneficiados a la hora de obtener elevadas puntuaciones en la competición general. Finalmente, la prueba de recepción indica una elevada relación entre dicha habilidad y el rendimiento gimnástico ($p < 0,01$), en todos los grupos (G1: $r = 0,85$; G2: $r = 0,73$; G3/G4: $r = 0,70$), a excepción del grupo G5 ($p > 0,05$). La elevada puntuación y homogeneidad de este grupo ($9,4 \pm 0,5$ puntos) indica la escasa capacidad discriminativa del test a la hora de

diferenciar entre el nivel de unos u otros gimnastas, e invita a perfeccionarlo en su aplicación a gimnastas adultos.

5.3.5.5 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Los resultados del análisis de regresión múltiple se resumen en la Tabla 4.145. La máxima puntuación obtenida en los balanceos de barra fija es la única variable seleccionada por el modelo regresivo, explicando un 79% de la varianza del rendimiento del grupo G1 ($F_{1,26}=106,14$; $p=0,001$) y un 84% en el caso del grupo G2 ($F_{1,23}=128,24$; $p=0,001$). En el grupo G3/4, además de la puntuación registrada en los balanceos de barra fija, es la obtenida en los balanceos de anillas la primera variable seleccionada por la ecuación, explicando un 81% de la varianza del rendimiento ($F_{2,30}=70,70$; $p=0,001$). En el grupo G5 únicamente intervienen los balanceos en anillas, cuya ecuación logra explicar por sí sola el 70% de la varianza del rendimiento ($F_{1,23}=56,32$; $p=0,001$). El único estudio que incluye la valoración de ciertas variables perceptivas o de habilidad técnica y analiza su relación con el rendimiento de varios grupos de edad de gimnastas masculinos, es el desarrollado por Régnier & Salmela (1987). Sus resultados quedan resumidos en la correspondiente tabla (Tabla 1.25), y ratifican parcialmente algunos de los resultados aquí obtenidos. En el estudio canadiense, a partir de los 17 años, la varianza del rendimiento viene explicada en su totalidad básicamente a partir del área perceptiva (habilidades técnicas) y el área orgánica (condición física específica). En el presente estudio, y tal y como se desarrollará en posteriores apartados (apartado 5.3.6), queda demostrado que tanto la valoración de la condición física específica, como la valoración de la técnica, poseerán también gran parte del protagonismo en la explicación del rendimiento en GAM, pero no únicamente en las edades más avanzadas (G3/4 y G5), sino también en los grupos de edad más temprana (G1 y G2). Los resultados del análisis de regresión múltiple, en lo que se refiere a las variables incluidas en esta valoración técnica, ratifican lo argumentado en anteriores apartados (apartado 5.3.5.4), siendo los balanceos de menor implicación física (barra fija) los que mejor explican el rendimiento en los gimnastas prepúberes (G1 y G2), y los de mayor componente físico (anillas) los que hacen lo propio en gimnastas adultos (G5). El grupo de gimnastas adolescentes, clasificados en los estadios madurativos de mayor complejidad biológica (G3/4), comparten ambos balanceos (anillas y barra fija) como variables que mejor explican su rendimiento competitivo.

5.3.5.6 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Los resultados del análisis discriminante se resumen en la Tabla 4.146. Dichos resultados complementan los obtenidos en el análisis de regresión múltiple y constatan la preponderancia de los balanceos en barra fija como la variable de mayor capacidad discriminante en los gimnastas de menor edad (G1: $r=0,87$; $p<0,001$). Sin embargo, en el grupo G2 los balanceos en paralelas, junto con la prueba de recepción, son las dos variables más discriminantes (G2: $r=0,90$; $p<0,001$). Estos resultados, junto con los del análisis de regresión múltiple, constatan la importancia de ambas variables a la hora de clasificar a los gimnastas en función de su mayor o menor nivel deportivo.

En el grupo G3/4, tal y como ha sucedido en el análisis de regresión múltiple, vuelve a aparecer la puntuación obtenida en los balanceos de anillas como la primera variable seleccionada y los balanceos en barra fija como la última, aunque esta vez se les añade la máxima puntuación obtenida en los molinos de la "seta", como segunda variable seleccionada por la función discriminante ($r=84$; $p<0,001$). La misma capacidad discriminativa la registra la ecuación del grupo G5 únicamente seleccionando la máxima puntuación obtenida en los balanceos de anillas ($r=0,84$; $p<0,001$). Estos resultados ratifican las consideraciones efectuadas en anteriores apartados (apartado 5.3.5.5). En todos los casos, y de forma independientemente al estadio de maduración en que se encuentren, las ecuaciones resultantes clasifican correctamente entre un 76,0% y un 85,7% de los 111 gimnastas que conforman la muestra objeto de estudio (Tabla 4.147 a Tabla 4.150). De todas las valoraciones efectuadas hasta ahora, este nivel de sensibilidad únicamente lo superan las ecuaciones discriminantes formadas por aquellas variables vinculadas a la condición física específica de los gimnastas (apartado 4.4.6).

5.3.6 VALORACIÓN MULTIDIMENSIONAL

5.3.6.1 ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

De las 136 variables analizadas en el presente estudio, únicamente 9 variables conforman los modelos de mayor potencia predictiva del rendimiento en gimnasia (Tabla 4.152). Aunque todas las valoraciones analizadas están representadas por al menos una variable, son aquellas vinculadas al nivel de condición física específica las que se confirman como determinantes a la hora de pronosticar el rendimiento competitivo en GAM. En el grupo G2, el 89% de dicho rendimiento viene explicado únicamente mediante la prueba de giro de hombros en anteversión, y los olímpicos ($F_{2,22}=96,06$; $p=0,001$). De la misma forma, en el grupo G5 el 89% del rendimiento viene explicado mediante los olímpicos, la prueba de reactividad durante 5 segundos (R5), y el espagat frontal ($F_{3,21}=67,88$; $p=0,001$). La capacidad de los gimnastas para realizar el máximo número de olímpicos parece ser una de las variables clave en estos dos grupos de edad. La flexibilidad de los gimnastas también queda representada, en la articulación del hombro en los grupos de menor edad (G1 y G2), y en la articulación coxofemoral en el grupo de gimnastas adultos (G5). La única variable somática incluida en la selección multidimensional corresponde al índice de longitud relativa de las extremidades superiores, es decir a la proporción corporal que se establece entre dichos segmentos y la talla de los gimnastas, en este caso únicamente del grupo G1. La primera variable seleccionada en este grupo es el giro de hombros en anteversión, y la segunda, las horas semanales de entrenamiento. Estas tres variables logran explicar el 93% del rendimiento en este grupo G1 ($F_{3,24}=133,26$; $p=0,001$). Aquellos gimnastas de edades próximas a los $9,5\pm 1,3$ años del grupo G1, que proporcionalmente posean unas extremidades superiores cortas, que sean flexibles de hombros y que realicen las suficientes horas semanales de entrenamiento, tendrán más posibilidades para rendir competitivamente que el resto de compañeros de su misma edad. Por otra parte, la complejidad biológica de los procesos de

crecimiento y maduración que caracteriza a los gimnastas del grupo G3/4 (13,8±1,4 años), parece manifestarse en la igualmente compleja ecuación de regresión resultante, la única que necesita de cuatro variables, cada una de una valoración distinta, para explicar en un elevado porcentaje (90%) la varianza del rendimiento en este grupo ($F_{4,28}=69,40$; $p=0,001$). Así, en primer lugar, será importante la capacidad para balancearse con la máxima amplitud en las anillas, en segundo lugar será importante el volumen de años entrenamiento acumulados, y en tercer y cuarto lugar respectivamente, que desarrollen elevados niveles de prestación tanto en los saltos reactivos (R5) como en la capacidad de repetir el máximo número de abdominales en 30 segundos. Las limitaciones anteriormente señaladas sobre los estudios que han contemplado el análisis del rendimiento gimnástico desde una perspectiva multidimensional (apartado 1.3) impiden llevar a cabo cualquier análisis comparativo suficientemente válido. No obstante, parece confirmarse que los modelos explicativos de dicho rendimiento basados en el análisis de regresión múltiple varían a lo largo de la edad (Jancarik & Salmela, 1987; Régnier & Salmela, 1987; Salmela et al., 1987). Del mismo modo, parece confirmarse que los modelos predictivos basados en el análisis unidimensional de un conjunto de variables no contemplan el amplio espectro de factores que condicionan el rendimiento en este deporte (Dotan et al., 1980; Grabiner & McKelvin, 1987; Singh et al., 1987). De las 9 variables seleccionadas por los diferentes modelos de regresión del presente estudio, alguna ya ha sido previamente seleccionada en anteriores estudios. Tal es el caso del índice de longitud relativa de las extremidades superiores (Dotan et al., 1980), los olímpicos y los abdominales (Grabiner & McKelvin, 1987), así como la prueba de saltos reactivos durante cinco segundos o R5 (Régnier & Salmela, 1987). Esta circunstancia, independientemente de posibles variaciones en la forma de proceder y distribuir estas pruebas entre unos y otros estudios, constatan de alguna manera su importancia en la explicación del rendimiento en GAM.

5.3.6.2 ANÁLISIS DISCRIMINANTE

Los resultados del análisis discriminante se resumen en la Tabla 4.153 y complementan los obtenidos en el análisis de regresión múltiple, constatando la preponderancia de la condición física específica sobre cualquier otra valoración. En este sentido, dos únicas variables relacionadas con el máximo rango de movilidad en flexión del hombro (elevación y giro de hombros en anteversión), logran una capacidad discriminante en el grupo G1 significativamente elevada ($r=0,96$; $p<0,001$). En el grupo G3/4, de nuevo, tres variables relacionadas con el nivel de condición física específica, pero esta vez dos vinculadas a la fuerza y a sus distintas manifestaciones (R5 y olímpicos) y únicamente una relacionada con la flexibilidad (flexión de hombros en anteversión), logran discriminar significativamente el nivel de rendimiento deportivo de sus integrantes ($r=0,91$; $p<0,001$). Tanto el número máximo de olímpicos, como la prueba de saltos reactivos durante cinco segundos (R5) vuelven a ser las primeras variables seleccionadas por la ecuación discriminante del grupo G5, que necesita incluir una variable de flexibilidad (espagat frontal con la pierna derecha) junto a la edad cronológica de los gimnastas, para lograr una muy elevada y significativa capacidad discriminante ($r=0,96$; $p<0,001$). Respecto a la aparición de la edad cronológica como una variable importante a la hora de discriminar entre los diferentes niveles de rendimiento de los gimnastas más

adultos, cabe señalarlo como una circunstancia comprensible, ya que es el grupo G5 el que posee un mayor espectro de edades cronológicas, lo que daría ventaja a aquellos gimnastas veteranos que, con toda lógica, hace más años que se mantienen entre los mejores de su categoría entre otras razones porque los más jóvenes todavía no han logrado desbancarlos. Esta circunstancia no se da en los grupos de gimnastas en edad evolutiva. Al incluir como factor de agrupación un criterio de edad biológica, la afectación de la edad cronológica en la explicación del rendimiento deportivo, si no eliminada, sí parece quedar controlada (Beunen, 1981; Baxter-Jones et al., 1995). La no aparición de la edad cronológica como variable protagonista en la explicación del rendimiento de los grupos G1, G2, G3/4, ratifica la idoneidad del criterio metodológico utilizado. Exceptuando la afectación de dicha variable en el grupo G5, se resume que la totalidad de variables seleccionadas por las funciones discriminantes de los grupos G1, G3/4 y G5 pertenecen a la valoración de la condición física específica. Dentro de ésta, se observa un mayor protagonismo de la flexibilidad en las primeras edades que se revierte en los grupos más adultos a favor de variables vinculadas a la fuerza y sus distintas manifestaciones. Así, sorprende que la elevada capacidad discriminante obtenida por la ecuación resultante en el grupo G2 se logre únicamente a través de tres variables, todas ellas incluidas en la valoración de la técnica ($r=0,92$; $p<0,001$): máxima puntuación obtenida en los balanceos de barra fija, anillas y prueba de recepción. Esta circunstancia obliga nuevamente a contemplar el nivel de ejecución técnica de los elementos básicos fundamentales en GAM (capacidad de balancearse y recibir en equilibrio), como variables de importancia significativa en su relación con el rendimiento deportivo en esta modalidad, de forma especial en edades pre-puberales (balanceos en barra fija, anillas y test de recepción) y peripuberales (balanceos en anillas). Las ecuaciones discriminantes del modelo de análisis multidimensional logran porcentajes de clasificación intragrupos muy elevados (nivel elevado, medio, discreto), certificando así la eficacia de su planteamiento (G1: 92,9%; G2: 96,0%; G3/4: 90,9%; G5:100%).

6 CONCLUSIONES

La presente investigación aporta información relevante sobre la estructura sociodeportiva, somática, condicional, técnica y multidimensional de una muestra representativa de gimnastas masculinos españoles. Los modelos de análisis multivariante utilizados han permitido identificar diversos tipos de variables predictoras del rendimiento en gimnasia artística masculina, constatando así su carácter complejo. Esta complejidad multifactorial es además dinámica, variando en función de la edad de los gimnastas. Se aportan, por primera vez en el ámbito nacional, valores normativos de referencia que deberían ayudar a los entrenadores en los procesos transversales y longitudinales de detección, captación, selección y promoción de aquellos sujetos con especiales aptitudes, habilidades y/o capacidades para ser competitivos en esta especialidad deportiva.

Las conclusiones principales de la presente investigación son las siguientes:

1. El análisis multivariante ha permitido desarrollar modelos multidimensionales y determinar el grado de predictabilidad del rendimiento en GAM de las distintas valoraciones.
2. Las variables relacionadas con la condición física específica son las que presentan mayor relevancia en las distintas edades. La flexibilidad, especialmente la que implica el recorrido articular activo en flexión del hombro, es la variable condicional que mayor información aporta sobre el nivel de rendimiento en edades prepuberales. La fuerza, especialmente la que implica el desarrollo de elevados valores de potencia abdominal (abdominales en 30 segundos) y de las extremidades inferiores (saltos reactivos durante 5 segundos), es la capacidad más relevante desde las edades peripuberales hasta la edad adulta.
3. La valoración técnica aparece como el segundo tipo de valoración con mayor capacidad predictiva del rendimiento. La capacidad de realizar el máximo número de olímpicos ha sido identificada como una de las más predictivas. El olímpico, pese haber sido incluido en la presente investigación como una habilidad gimnástica de condición física, es un elemento técnico que aúna todo lo que se solicita a un buen gimnasta: la sinergia entre flexibilidad y fuerza en múltiples regiones articulares, siempre manifestada ésta en base a cánones de calidad técnica, justificados tanto por criterios artísticos como por aquellos de eficiencia y eficacia energética.
4. En los gimnastas de edades más tempranas, cuanto menor es el componente de condición física necesario para la correcta ejecución de los balanceos (barra fija), mayor importancia tiene esa habilidad en relación con su rendimiento gimnástico. Por el contrario, en edades adultas, cuanto mayor implicación posee la condición física para el desempeño del balanceo (anillas), mayor capacidad predictiva y discriminante del rendimiento se verifica.
5. La tercera valoración en orden de importancia en relación con el rendimiento corresponde a la valoración de antecedentes sociales y deportivos. El volumen acumulado de entrenamiento parece ser la variable que más lo condiciona en todos los grupos de edad analizados, obtenido éste a partir de los años de práctica y las horas semanales de entrenamiento. En algunos

casos parece relevante el hecho de haberlo acumulado con la providencia de haber minimizado el tiempo de convalecencia por lesiones.

6. Tanto los aspectos somáticos como el nivel de condición física general de los gimnastas, independientemente del grupo de edad al que pertenezcan, parecen tener muy poca influencia en la explicación del rendimiento. Si bien es cierto que algunos aspectos, como el hecho de poseer un elevado índice perimetral de extremidades o una baja capacidad aeróbica, parecen caracterizar el perfil de los campeones en la élite gimnástica nacional, ni por el número, ni por la fuerza de asociación del resto de variables, podemos considerar ambas valoraciones como relevantes.
7. Si se considera el número de variables seleccionadas, tanto por los modelos de regresión múltiple como por las funciones discriminantes a lo largo de la investigación, se concluye que de las 136 variables analizadas, 25 son las que juegan un rol de mayor o menor protagonismo en la explicación del rendimiento deportivo en gimnasia artística masculina: a) tres variables de valoración de antecedentes sociales y deportivos (años de entrenamiento, horas semanales de entrenamiento y semanas de convalecencia por lesión); b) cuatro variables de valoración somática (masa muscular, índice de longitud relativa de las extremidades superiores, índice perimetral de extremidades, edad cronológica); c) cinco variables de condición física general (dinamometría manual, abdominales en 30 segundos, flexión del tronco adelante, suspensión con flexión de brazos y consumo máximo de oxígeno estimado en carrera de ida y vuelta); d) ocho variables de condición física específica (elevación de hombros en anteversión, giro de hombros en anteversión, flexión de tronco, elevación lateral de la pierna, espagat frontal, test de saltos reactivos durante 5 segundos, elevaciones de las extremidades inferiores en espalderas y olímpicos); y e) cinco variables de valoración técnica (balanceos en barra fija, anillas, paralelas, seta y test de recepción en equilibrio).
8. De las 25 variables citadas, los modelos de análisis multidimensional incluyen finalmente las 13 variables de mayor relevancia por su relación con el rendimiento: a) dos variables de valoración de antecedentes sociales y deportivos (años de entrenamiento y horas semanales de entrenamiento); b) dos variables de valoración somática (índice de longitud relativa de las extremidades superiores y edad cronológica); c) una variable de condición física general (abdominales en 30 segundos); d) cinco variables de condición física específica (elevación de hombros en anteversión, giro de hombros en anteversión, espagat frontal, test de saltos reactivos durante 5 segundos y olímpicos); y e) tres variables de valoración técnica (balanceos en barra fija, anillas y test de recepción en equilibrio).
9. Considerando que las variables seleccionadas por el modelo multidimensional para cada grupo de edad son las que presentan mayor capacidad predictiva y discriminante, se propone un conjunto de ítems y pruebas de valoración que, de forma genérica, permitirán llevar a cabo la valoración condicional para el rendimiento en gimnastas de distintas categorías de edad, con sus respectivos baremos de aplicación (Anexo 9.6).

7 LIMITACIONES Y PROSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación representa la aproximación más ambiciosa de cuantas se han encontrado en la literatura nacional o internacional sobre el establecimiento de un modelo de análisis multidimensional que intente, no sólo caracterizar, sino además predecir y discriminar el rendimiento deportivo en GAM. Se han analizado 136 variables en diferentes ámbitos funcionales de cada uno de los 111 gimnastas que han conformado la muestra de estudio. En el tránsito de los siete años que ha durado la investigación, muchas han sido las barreras superadas, pero todavía más aquellas que no lo han sido, apareciendo más en el camino a medida que la inconsciencia del presente investigador creía llegar ya a meta. Tal es el caso del ya caducado concepto de rendimiento gimnástico utilizado en la presente investigación. No tanto por el abandonado sistema de puntuación basado en la nota de 10 puntos, sino porque muchos de los criterios técnicos instaurados anteriormente han evolucionado. Valga un ejemplo para entender mejor el significado de estas palabras: en el año 2005, fecha en la que se realizó la recogida de datos de la presente investigación, los gimnastas de edades más tempranas no necesitaban ejecutar correctamente los molinos en la seta para mejorar su clasificación general, ya que la normativa de la RFEG (CP-RFEG) no contemplaba los molinos como exigencia técnica. Actualmente ya no es así, con lo que con toda probabilidad, la importancia de este elemento técnico en la explicación del rendimiento deportivo en GAM, sea mayor que la que aquí se sugiere. Queda así por delante, una vez fijadas las variables menos volubles al paso del tiempo, incluir aquellas que vayan surgiendo fruto de la continua actualización de esta especialidad deportiva. La continua comunicación entre gimnastas, entrenadores e investigadores será clave para detectar con la mayor anticipación posible la normal variabilidad que todo proceso evolutivo supone. Por otra parte, el rendimiento gimnástico ha sido abordado en la presente investigación a partir de un modelo de gimnasta excelente en el conjunto de los 6 aparatos, es decir, un gimnasta de los que actualmente es difícil poder ver. La cada vez mayor aparición de especialistas por aparatos invita así a analizar la relación entre determinadas variables y el rendimiento específico en cada aparato. Relación que, en todo caso, debería abordarse bajo un diseño longitudinal que permitiese, esta vez sí, caracterizar la evolución de todas las variables susceptibles de ser analizadas.

A lo largo del texto han quedado planteadas nuevas preguntas cuya resolución debieran generar nuevas investigaciones. Por ejemplo, debería analizarse el grado de influencia entre la velocidad media alcanzada en la carrera, y el rendimiento específico en el aparato de salto a lo largo de la edad. La relación entre la máxima velocidad alcanzada sin obstáculo, y la máxima velocidad controlada previa a la ejecución de un salto, tampoco ha sido analizada. Se desconoce si pudieran ser los aspectos cualitativos vinculados a la carrera del salto, como por ejemplo la óptima aceleración previa a la ejecución del antesalto, los que mayor información pudieran aportar al rendimiento en este aparato. De otras fases como como la batida o la impulsión de brazos, actualmente se desconoce su nivel de aportación. Otra prueba utilizada en esta investigación y que debería ser motivo de un análisis más profundo, correspondería a los olímpicos. En el presente estudio únicamente se ha analizado la capacidad de los gimnastas para realizar el máximo número de éstos, no se ha cuestionado el porqué, unos u otros, acaban ejecutando un

mayor o menor número de éstos. Se hace necesaria así una aproximación biomecánica que permita valorar, entre otros aspectos, qué variables favorecen su ejecución a lo largo de la edad.

Finalmente, cabe no obviar otros factores que condicionan el rendimiento como por ejemplo los aspectos psicológicos, que debido a su elevado condicionamiento, deberán ser analizados longitudinalmente y bajo una perspectiva, de nuevo, multivariante. Se abre también la puerta a explorar otras modalidades gimnásticas competitivas como la gimnasia artística femenina, la gimnasia rítmica, el trampolín, la gimnasia acrobática, o la gimnasia aeróbica.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abaurrea, L. (2000). Iniciación a la Gimnasia Artística. Barcelona: Paidotribo.
- Aherne, W., Ayyar, D.R., Clarke, P.A., & Walton, J.N. (1971). Muscle fibre size in normal infants, children and adolescents. An autopsy study. J Neurol Sci, 14(2), 171-82.
- Álvarez-Cáceres, R. (2007). Estadística Aplicada a las Ciencias de la Salud. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Alvero, J.R., Cabañas, M.D., Herrero, A., Martínez, L., Moreno, C., Porta, J., Sillero, M., & Sirvent, J.E. (2009). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría de la Federación Española de Medicina del Deporte. Archivos de Medicina del Deporte, 26(131), 166-179.
- Anguera, M.T. (1985). Metodología de la Observación en las Ciencias Humanas. Madrid: Cátedra.
- Aragónés, M., Casajús, J., Rodríguez, F.A., & Cabañas, M. (1993). Protocolo de Medidas Antropométricas. Manual de Medidas Antropométricas. (pp. 35-66). Pamplona: Federación Española de Medicina del Deporte.
- Arampatzis, A., & Bruggemann, G.P. (1998). A mathematical high bar-human body model for analysing and interpreting mechanical-energetic processes on the high bar. J Biomech, 31(12), 1083-92.
- Arampatzis, A., & Bruggemann, G.P. (1999). Mechanical energetic processes during the giant swing exercise before dismounts and flight elements on the high bar and the uneven parallel bars. J Biomech, 32(8), 811-20.
- Arampatzis, A., & Bruggemann, G.P. (2001). Mechanical energetic processes during the giant swing before the Tkatchev exercise. J Biomech, 34(4), 505-12.
- Arampatzis, A., Bruggemann, G.P., & Klapsing, G.M. (2002). A three-dimensional shank-foot model to determine the foot motion during landings. Medicine and Science in Sports and Exercise, 34(1), 130-138.
- Araujo, C.G., & Moutinho, M.F. (1978). Somatotype and body composition of adolescent Olympic gymnasts. Caderno Artus de Medicina Desportiva, 1, 39-42.
- Ariza, J.C. (1987). Gimnastika. CCCP. Madrid: Universidad Europea de Madrid.
- Ariza, J.C. (2004). La fuerza relativa como variable de pronóstico del rendimiento deportivo en gimnasia artística. Kronos, 3(6), 64-77.
- Ariza, J.C., Sísar, F., & Gómez-Fernández, F. (2007). Optimización del aprendizaje en gimnasia artística: el análisis estructural y la metodología de adaptación. Kronos, 4(12), 62-74.
- Arkaev, L., & Suchilin, N.G. (2004). Gymnastics. How to Create Champions. United Kingdom: Meyer & Meyer Sport.
- Armitage, P., & Berry, G. (1997). Estadística para la Investigación Biomédica. Madrid: Harcourt Brace.
- Arnold, A.S. (1993). A biomechanical analysis of the compulsory hecht vault. Technique, 13(7), 26-30.
- Asmussen, E. (1973). Growth in muscular strength and power. En G.L. Rarick (Ed.), Physical Activity, Human Growth and Development. (pp. 60-79). New York: Academic Press.
- Asseman, F., Caron, O., & Cremieux, J. (2002). Etude du contrôle postural chez des gymnastes experts lors de l'exécution de différentes tâches. En J.F. Robin (Ed). 3èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA. Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique de l'Université de Lille 2. Lille, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.
- Astrand, P.O., & Rodahl, K. (1977). Textbook of work physiology. New York: McGraw-Hill.
- Austin, J.M. (1971). Cinematographical analysis of the double backward somersault. Gymnast, 13(3), 22-23.
- Axler, C.T., & McGill, S.M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. Med. Sci. Sports Exerc, 29, 804-810.

- Bajin, B. (1976). Description Physical Ability Tests. Ottawa, CA: Canadian Gymnastics Federation.
- Bajin, B. (1979). Gonionmetric analysis of the pushoff phase during 1-1/2 somersault in men's gymnastic vaulting. En J. Terauds & D.B. Daniels (Eds.), Science in gymnastics. (pp. 1-8). Del Mar, CA: Academic Publishers.
- Bajin, B. (1987). Talent identification programs for Canadian female gymnasts. En B. Petiot, J.H. Salmela, & T.B. Hoshizaki (Eds.), World Identification Systems for Gymnastic Talent. (pp. 34-44). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.
- Bale, P., & Goodway, J. (1990). Performance variables associated with the competitive gymnast. Sports Medicine, 10(3), 139-145.
- Ballreich, R. (1981). Analyse und Ansteuerung Sportmotorischer Techniken aus Trainingsmethodischer und Biomechanischer Sicht. Leistungssport, 6, 513-526.
- Baquet, G., Twisk, J.W., Kemper, H.C., Van Praagh, E., & Berthoin, S. (2006). Longitudinal follow-up of fitness during childhood: interaction with physical activity. Am J Hum Biol, 18(1), 51-8.
- Barantsev, S.A. (1985). Do gymnasts need to develop aerobic capacity? Gymnastika, 2, 14-17.
- Barbosa, A.R., Santarem, J.M., Filho, W.J., & Marucci Mde, F. (2002). Effects of resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. J Strength Cond Res, 16(1), 14-8.
- Barnett, V., & Lewis, T. (1994). Outliers in Statistical Data. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Bar-Or, O. (1975). Predicting Athletic Performance. The Physician and Sports Medicine, 81-85.
- Barton, L., & Bird, H.A. (1995). The effect of different joint interventions on the range of movement at a joint. Journal of Orthopaedic Rheumatology, 8, 87-92.
- Bass, S., Bradney, M., Pearce, G., Hendrich, E., Inge, K., Stuckey, S., Lo, S.K., & Seeman, E. (2000). Short stature and delayed puberty in gymnasts: influence of selection bias on leg length and the duration of training on trunk length. J Pediatr, 136(2), 149-55.
- Baudry, L. (2002). Le système Vicon 512tm. Un outil d'analyse tridimensionnelle. Application per l'étude du cercle au cheval d'arçons. GYM' Technic, 40, 27-31.
- Baudry, L., Leroy, D., & Chollet, D. (2004). Influence d'un modèle video sur l'optimisation du cercle au cheval d'arçons. En J.F. Robin (Ed.), 4èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA. Université de Picardie Jules Verne. Amiens, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.
- Baudry, L., Leroy, D., & Chollet, D. (2006). The effect of combined self- and expert-modelling on the performance of the double leg circle on the pommel horse. J Sports Sci, 24(10), 1055-63.
- Baudry, L., Leroy, D., Thouvarecq, R., & Choller, D. (2006). Auditory concurrent feedback benefits on the circle performed in gymnastics. J Sports Sci, 24(2), 149-56.
- Baudry, L., Seifert, L., & Leroy, D. (2008). Spatial consistency of circle on the pedagogic pommel horse: Influence of expertise. J Strength Cond Res, 22(2), 608-13.
- Baudry, L., Sforza, C., Leroy, D., Lovecchio, N., Gautier, G., & Thouvarecq, R. (2009). Amplitude variables of circles on the pedagogic pommel horse in gymnastics. Journal Strength Cond. Res., 23(3), 705-711.
- Bauersfeld, K. H., & Schröter, G. (1979). Grundlagen der Leichtathletik. Berlin: Sportverlag.
- Baxter-Jones, A.D., & Helms, P. (1996). Effects of training at a young age: A review of the Training of Young Athletes (TOYA) study. Pediatric Exercise Science, 8, 310-327.
- Baxter-Jones, A.D., Helms, P., Maffulli, N., Baines-Preece, J.C., & Preece, M. (1995). Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: a longitudinal study. Ann Hum Biol, 22(5), 381-94.
- Baxter-Jones, A.D., Maffulli, N., & Mirwald, R.L. (2003). Does Elite Competition Inhibit Growth and delay maturation in some gymnasts? Probably not. Pediatric Exercise Science, 15, 373-382.
- Beaulieu, J.E. (1986). Stretching for all sports. Pasadena, California: Athletic Press.
- Begon, M., Wieber, P.B., & Yeadon, M.R. (2008). Kinematics estimation of straddled movements

on high bar from a limited number of skin markers using a chain model. *J Biomech*, 41(3), 581-6.

Belanger, A.Y., & McComas, A.J. (1981). Extent of motor unit activation during effort. *J Appl Physiol*, 51(5), 1131-5.

Belanger, A.Y., & McComas, A.J. (1989). Contractile properties of human skeletal muscle in childhood and adolescence. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 58(6), 563-7.

Bencke, J., Damsgaard, R., Saekmose, A., Jorgensen, P., Jorgensen, K., & Klausen, K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scand J Med Sci Sports*, 12(3), 171-8.

Bergh, U. (2003). Average of maximal oxygen uptake in various sports. En O.P. Astrand, K. Rodahl., H.A. Dahl, & S.B. Stromme (Eds.), *Textbook of Work Physiology: Physiological Bases of Exercise*. (pp. 314). Champaign, IL: Human Kinetics.

Bernasconi, S., & Nicolas, T. (2001). La croix de fer aux anneaux et aux herdos. *GYM' Technic*, 37, 8-12.

Bernasconi, S., Tordi, N., Parratte, B., Rouillon, J.D., & Monnier, G. (2006). Effects of two devices on the surface electromyography responses of eleven shoulder muscles during Azarian in gymnastics. *J Strength Cond Res*, 20(1), 53-7.

Bernasconi, S., Tordi, N., Parratte, B., Rouillon, J.D., & Monnier, G. (2002). Electromyographie de surface de neuf muscles de l'épaule lors de la croix de fer aux anneaux et aux herdos. En J.F. Robin (Ed.), *3èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA*. Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique de l'Université de Lille 2. Lille, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

Bernasconi, S., Tordi, N., Parratte, B., Rouillon, J.D., & Monnier, G. (2004). Surface electromyography of nine shoulder muscles in two iron cross conditions in gymnastics. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(3), 240-5.

Beunen, G., & Thomis, M. (2000). Muscular strength development in children and adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 12, 174-197.

Beunen, G., Claessens, A., Ostyn, M., Renson, R., Simons, J., & van Gerven, D. (1985). Motor performance as related to somatotype in adolescent boys. En R.A. Binkhorst, C.G. Kemper, & W.C.G. Saris (Eds.), *Children and exercise XI*. (pp. 279-284). Champaign, IL: Human Kinetics.

Beunen, G., Lefevre, J., Claessens, A.L., Lysens, R., Maes, H., Renson, R., Simons, J., Vanden Eynde, B., Vanreusel, B., & Vanden Bossche, C. (1990). Tracking and prediction of adult fitness in males between the ages of 13 and 30 years. In 6th European Research Seminar Report (Ed.), *The Eurofit Test of Physical Fitness*. (pp. 265-288). Izmir (Turkey)

Beunen, G., Ostyn, M., Simons, J., Renson, R., & Van Gerven, D. (1981). Chronological and biological age is related to physical fitness boys 12 to 19 years. *Annual Human Biology*, 8(4), 321-331.

Beunen, G., Thomis, M., Maes, H., Loos, R., Peeters, M., & Vlietinck, R. (2001). Genetics of isometric strength and power. *Conference Proceedings of 21st Symposium of the European Group of Pediatric Work Physiology*. Ghent, Belgium: Faculty of Medicine University Ghent.

Beunen, G., Thomis, M., Maes, H.H., Loos, R., Malina, R.M., Claessens, A.L., & Vlietinck, R. (2000). Genetic variance of adolescent growth in stature. *Ann Hum Biol*, 27(2), 173-86.

Beunen, G., Thomis, M., Peeters, M., Maes, H.H., Claessens, A.L., & Vlietinck, R. (2003). Genetics of strength and power characteristics in children and adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 15, 128-138.

Bigland-Ritchie, B., & Woods, J.J. (1984). Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle Nerve*, 7(9), 691-9.

Bird, H.A., Walker, A., & Newton, J. (1988). A controlled study of joint laxity in gymnasts. *Journal of Orthopaedic Rheumatology*, 1, 139-145.

Black, R., & Johnson, D. (1975). Cardiovascular conditioning for gymnasts. *International Gymnast*, 17, 58-59.

- Bland, J.M., & Altman, D.G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet, 1(8476), 307-10.
- Blimkie, C.J.R. (1989). Age – and sex – associated variation in strength during childhood: anthropometric, morphologic, neurologic, biomechanical, endocrinologic, genetic, and physical activity correlates. En C. V. Gisolfi & D. R. Lamb (Eds.), Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. (pp. 99-163). Indianapolis: Benchmark.
- Blimkie, C.J.R., & Bar-Or, O. (1996). Trainability of muscle strength, power and endurance during childhood. En O Bar-Or (Ed.), The Child and Adolescent Athlete. (pp. 113-129). Oxford: Blackwell Science.
- Blimkie, C.J.R., Ramsay, J., Sale, D., MacDougall, D., Smith, K., & Garner, S. (1989). Effects of 10 weeks of resistance training on strength development in prepuberal boys. En S. Oseid & K.H. Carlsen. (Eds.), Children and Exercise XIII. (pp. 183-197). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bobbert, M.F., Huijing, P.A., & Van Ingen Schenau, G.J. (1987). Drop jumping I: the influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. Med Sci Sports Exerc, 19(4), 332-8.
- Bohne, M., Mecham, C., Kasey, M., & Abendroth-Smith, J. (2000). A biomechanical analysis of the Yurchenko layout vault. Research Quarterly for Exercise and Sport, Suppl. 1(71), A-19.
- Boone, T. (1977). A cinematographical analysis of the peach basket from handstand to handstand on the parallel bars. J Sports Med Phys Fitness, 17(1), 25-32.
- Boone, T. (1977). Understanding the biomechanics of the over-and reverse grip giant swings. International Gymnast, 19, 58-59.
- Boreham, C.A., Mahoney, C.A., Gamble, R.P., & Murphy, N.M. (1990). Application of Eurofit tests to various populations. In 6th European Research Seminar Report (Ed.), The Eurofit Test of Physical Fitness. (pp. 117-124). Izmir (Turkey)
- Bortoleto, M.A. (2004). La lógica interna de la gimnasia artística masculina (GAM) y estudio etnográfico de un gimnasio de alto rendimiento. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Bosco, C. (1985). Elasticità muscolare e forza esplosiva nelle attività fisico-esplosive. Roma: Società Stampa Sportiva.
- Bosco, C., & Komi, P.V. (1979). Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. Acta Physiol Scand, 106(4), 467-72.
- Bosco, C., Komi, P.V., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. Acta Physiol Scand, 111(2), 135-40.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. European Journal Applied Physiology, 50, 273-282.
- Bosco, C., Tihanyi, J., Komi, P.V., Fekete, G., & Apor, P. (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. Acta Physiol Scand, 116(4), 343-9.
- Bosco, J.S. (1962). The physical and personality characteristics of champion male gymnasts. Tesis Doctoral. University of Illinois.
- Bosco, J.S. (1973). The effects of gymnastics on various physical fitness components: A review. International Gymnast, 15, 26-27.
- Bouchard, C., & Malina, R.M. (1983). Genetics for the sport scientist: selected methodological considerations. Exerc Sport Sci Rev, 11, 275-305.
- Bouchard, C., & Malina, R.M. (1983). Genetics of physiological fitness and motor performance. Exerc Sport Sci Rev, 11, 306-39.
- Bouchard, C., Brunell, G., & Godbout, P. (1973). La Préparation d'un Champion. Québec, CA: Editions du Pélican.
- Bouchard, C., Simoneau, J.A., Lortie, G., Boulay, M.R., Marcotte, M., & Thibault, M.C. (1986). Genetic effects in human skeletal muscle fiber type distribution and enzyme activities. Can J Physiol Pharmacol, 64(9), 1245-51.
- Braden, D.S., & Strong, W.B. (1989). Cardiovascular responses and adaptations to exercise in

childhood. En C.V. Gisolfi, & D.R. Lamb. (Eds.), Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine: Youth, Exercise, and Sport (Vol. 2). Indianapolis: Benchmark Press.

Breunen, G.P., Claessens, A., Lefevre, J., Maes, H., Stijnen, V., & Veer, F.M. (1991). Somatic characteristics of elite female gymnasts. Book of Abstracts of the 2nd IOC World Congress on Sport Sciences, (pp. 159). Barcelona, Spain: Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya.

Brewin, M.A. & Kerwin, D.G. (1999). Elastic elements in gymnastics apparatus and their relation to mechanical loading and performance. En M. Leglise (Ed.), Symposium Medico-Technique. (pp. 39-46). Lyss, Switzerland: International Gymnastics Federation.

Brewin, M.A., & Kerwin, D.G. (2003). Indirect estimation of cable tension during gymnastic movements on rings. Sports Engineering, *6*, 177-185.

Brewin, M.A., Yeadon, M.R., & Kerwin, D.G. (2000). Minimising peak forces at the shoulders during backward longswings on rings. Hum Mov Science, *19*(5), 717-736.

Brodie, D.A., Bird, H.A., & Wright, V. (1982). Joint laxity in selected athletic populations. Med Sci Sports Exerc, *14*(3), 190-3.

Broekhoff, J. (1993). Monkey business: evolution, culture and youth sport. En W. Duquet & J.A. Day (Eds.), Kinanthropometry IV. (pp. 1-16). London: E & FN Spon.

Broekhoff, J., Nadgir, A.K., & Pieter, W. (1986). Morphological differences between young gymnasts and non-athletes matched for age and gender. En T. Reilly, J. Watkins, & J. Borms (Eds.), Kinanthropometry III. (pp. 204-10). London: E & FN Spon.

Bruggemann, G.P. (1983). Kinematics and kinetics of the backward somersault takeoff from the floor. En H. Matsui & K. Kobayashi (Eds.), Biomechanics VIII-B. (pp. 793-800). Champaign, IL: Human Kinetics.

Bruggemann, G.P. (1984). Biomechanical analysis of selected vaults on the longhorse. En J. Terauds (Ed.), Science in Gymnastics. (pp. 9-24). Del Mar, CA: Academic Publishers.

Bruggemann, G.P. (1987). Biomechanics in gymnastics. En B. Van Gheluwe & J. Atha. (Eds.), Current Research in Sport Biomechanics. (pp. 142-176). Basel, Switzerland: Karger.

Bruggemann, G.P. (1994). Biomechanics of gymnastic techniques. En R. Nelson & V. Zatsiorsky (Eds.), Sport Science Review. (pp. 79-120). Champaign, IL: Human Kinetics.

Bruggemann, G.P. (2000). Mechanical load and stress on the muscular skeletal system in gymnastics. En B.G. Bardy, T. Pozzo, P. Nouillot, N. Tordi, P. Delemarche, C. Ferrand, Y. Leziart, D. Hauw, J. Aubert, M. Loquet, A. Durny, & J. F. Robin (Eds.), Actes des 2èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA (pp. 42-43). Univeriste de Rennes, Rennes, France: L'Association Francaise de Recherche en Activites Gymniques et Acrobatiques

Bruggemann, G.P., Cheetham, P.J., Alp, Y., & Arampatzis, D. (1994). Approach to a biomechanical profile of dismounts and release-regrasp skills of the high bar. Biomechanics, 515-537.

Bunc, V., & Petrizilkova, Z. (1994). Energy cost of selected exercise in elite female gymnasts. Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica, *30*(2), 11-18.

Busquets, A. (2010). Changes in swing high bar performance and coordination: skill acquisition and fine tuning skill. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona

Busquets, A., Marina, M., Iruñia, A., Ranz, D., & Angulo-Barroso, R.M. Swing high bar performance in novice adults: effects of practice and talent. Research Quarterly for Exercise & Sport (in press).

Caine, D., Bass, S.L., & Daly, R. (2003). Does elite competition inhibit growth and delay maturation in some gymnasts? Quite possibly. Pediatric Exercise Science, *15*, 360-372.

Calbet, J.A., Gonzalez-Alonso, J., Helge, J.W., Sondergaard, H., Munch-Andersen, T., Boushel, R., & Saltin, B. (2007). Cardiac output and leg and arm blood flow during incremental exercise to exhaustion on the cycle ergometer. J Appl Physiol, *103*(3), 969-78.

Calbet, J.A., Holmberg, H.C., Rosdahl, H., Van Hall, G., Jensen-Urstad, M., & Saltin B. (2005). Why do arms extract less oxygen than legs during exercise? Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol, *289*(5), 1448-58.

- Caldarone, G., Leglise, M., Giampietro, M., & Berlutti, G. (1986). Anthropometric study in young male gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26, 406-415.
- Campos, J. (1995). Determinantes sociales de los procesos de detección de talentos en el deporte. El caso del atletismo español. *Tesis Doctoral*. Universitat de Barcelona.
- Caraffa, A., Cerulli, G., Rizzo, A., Buompadre, V., Appoggetti, S., & Fortuna, M. (1996). An arthroscopic and electromyographic study of painful shoulders in elite gymnasts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 4(1), 39-42.
- Carnus, M. F. (2004). Construire de nouveaux repères visuels et proprioceptifs. De l'apprentissage à l'enseignement: Intérêt, difficultés et limites. En J.F. Robin (Ed.), *4èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA*. Université de Picardie Jules Verne. Amiens, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.
- Carrasco, R. (1976). *Essai de Systematique d'Enseignement de la Gymnastique aux Agres*. Paris: Editions Vigot.
- Carrasco, R. (2004a). La flexibilité curviligne et la résilience. La clef de voute de la charpente gymnique (2e partie). *GYM' Technic*, 47, 3-10.
- Carrasco, R. (2004b). La flexibilité curviligne et la résilience. Le clef de voute de la charpente gymnique. *GYM' Technic*, 46, 18-28.
- Carrascosa, A., Fernández-García, J.M., Fernández-Ramos, C., Fernández-Longás, A., López-Siguero, J.P., Sánchez, E., Sobradillo, B., Yeste, D., et al. (2008). Estudio transversal español de crecimiento 2008. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr (Barc)*, 68(6), 552-69.
- Carron, A.V., & Bailey, D.A. (1974). Strength development in boys from 10 through 16 years. *Child Development*, 39(4), 157.
- Carter, C., & Wilkinson, J. (1964). Persistent joint laxity and congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br*, 46, 40-5.
- Carter, J. (1975). *The Heath-Carter Somatotype Method*. San Diego: San Diego State University.
- Carter, J. (1982). *Physical Structure of Olympic Athletes*. Basel: Karger.
- Carter, J., Sleet, D.A., & Martin, G.N. (1971). Somatotypes of male gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 11(3), 162-71.
- Cartoni, A.C., Massaro, A., Minganti, C., & Zelli, A. (2003). La paura dell'infortunio in ginnasti di alto livello. *SdS/Rivista di Cultura Sportiva*, XXI(56), 19-26.
- Chapman, A.E., & Borchardt, W. (1977). Biomechanical factors underlying the dislocate on still rings. *Journal of Human Movement Studies*, 3, 221-231.
- Chapman, E.A., deVries, H.A., & Swezey, R. (1972). Joint stiffness: effects of exercise on young and old men. *J Gerontol*, 27(2), 218-21.
- Cheetham, P.J. (1984). Horizontal bar giant swing center of gravity motion comparisons. En J. Terauds. (Ed.), *Proceedings of ISBS, Sports Biomechanics*. (pp. 99-108). Colorado Springs: ISBS.
- Cheetham, P.J., & Mizoguchi, H. (1987). The gymnast on rings – a study of forces. *SOMA: Engineering for the Human Body*, 2, 30-35.
- Cheetham, P.J., Sreden, H.I., & Mizoguchi, H. (1987). Preliminary investigations of forces produced by junior male gymnasts on the rings. En T. B. Hoshizaki, J. H. Salmela, & B. Petiot (Eds.), *Diagnostics, Treatment and Analysis of Gymnastic Talent*. (pp. 99-106). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.
- Christensen, C. (1979). The gymnast's body. *FIG Technical Supplement*, 1, 10-12.
- Chu, D.A. (1994). Strength exercises specific to gymnastics: a case study. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 8(2), 95-102.
- Claessens, A.L., Delbroek, W., & Lefevre, J. (2001). The use of different prediction equations for the assessment of body composition in young female gymnasts. Is there a best equations? En T. Jürimäe (Ed.), *Body Composition Assessment in Children and Adolescents*. (pp. 139-154). Basel,

Switzerland: Karger.

Claessens, A.L., Veer, F.M., Stijnen, V., Lefevre, J., Maes, H., Steens, G., & Beunen, G. (1991). Anthropometric characteristics of outstanding male and female gymnasts. *J Sports Sci*, *9*(1), 53-74.

Clarke, H.H. (1971). *Physical and Motor Tests in the Medford Boy's Growth Study*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Clarys, J.P., Borms, J. (1971). Typologische studie van waterpolospelers en gymnasten. *Geneeskunde en sport*, *4*, 2-8.

Cohen, J.A. (1960). Coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, *20*, 37-46.

Colman, A.L. (1965). The Valsalva maneuver: a versatile clinical tool. *Am Acad Gen Practice*, *31*, 92-8.

Colombo, C. (1996). Évaluation de la composante physique de la performance. En D. Hauw & J.F. Robin (Eds.), *Activités gymniques et acrobatiques. Recherches et applications*. (pp. 85-96). Paris, France: Editions Revue EPS.

Comas, J. (1957). *Manual de Antropología Física*. México: Fondo de Cultura Económica.

Comín-Beltrán, E. (1990). Validación de encuestas. *Atención primaria*, *7*, 386-390.

Corbin, C.B., & Noble, L. (1980). Flexibility: a major component of physical fitness. *Journal of Physical Education and Recreation*, *51*(6), 23-24.

Council of Europe. (1988). *EUROFIT. European Test of Physical Fitness*. Rome: CONI. Committee for the Development of Sport.

Coventry, E., Sands, W.A., & Smith, S.L. (2006). Hitting the vault board: implications for vaulting take-off: a preliminary investigation. *Sports Biomech*, *5*(1), 63-75.

Cuadrado, G., Morante, J.C., Redondo, J.C., Zarzuela, R. (2005). *Valoración de la Condición Física de la Población Escolar mediante la Batería Eurofit. Castilla y León*. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva, S.L.

Cuk, I. (1995). Thomas flair with 1/1 spindle versus double leg circle with 1/1 spindle. En T. Bauer (Ed.), *Proceedings-XIII International Symposium on Biomechanics in Sports*. (pp. 123-127.). Ontario, CA.: Lakehead University.

Cuk, I., & Karacsony, I. (2002). *Rings. Methods, Ideas, Curiosities, History*. EEUU: Paul Ziert & Associates, Inc.

Cuk, I., Korencic, T., Tomazo-Ravnik, T., Pecek, M., Bucar, M., & Hraski, Z. (2007). Differences in morphologic characteristics between top level gymnasts of year 1933 and 2000. *Coll Antropol.*, *31*(2), 613-9.

Cureton, T.K. (1951). *Physical fitness of champion athletes*. Urbana, IL: The University of Illinois Press.

Dainis, A. (1979). Cinematographic analysis of the handspring vault. *Res Q*, *50*(3), 341-9.

Dainis, A. (1981). A model for gymnastics vaulting. *Med Sci Sports Exerc*, *13*(1), 34-43.

Daly, R.M., Rich, P.A., Klein, R., & Bass, S.L. (2000). Short stature in competitive prepubertal and early pubertal male gymnasts: the result of selection bias or intense training? *J Pediatr*, *137*(4), 510-6.

Damsgaard, R., Bencke, J., Matthiesen, G., Petersen, J.H., & Muller, J. (2001). Body proportions, body composition and pubertal development of children in competitive sports. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *11*(1), 54-60.

Damsgaard, R., Bencke, J., Matthiesen, G., Petersen, J.H., & Muller, J. (2000). Is prepubertal growth adversely affected by sport? *Med Sci Sports Exerc*, *32*(10), 1698-703.

Davidson, P.L., Mahar, B., Chalmers, D.J., & Wilson, B.D. (2005). Impact modeling of gymnastic back-handsprings and dive-rolls in children. *Journal of Applied Biomechanics*, *21*, 115-128.

Davies, C.T., White, M.J., & Young, K. (1983). Muscle function in children. *Eur J Appl Physiol*

Occup Physiol, 52(1), 111-4.

Davlin, C.D., Sands, W.A., & Shultz, B.B. (2001a). Peripheral vision and back tuck somersaults. Perceptual Motor Skills, 93, 465-71.

Davlin, C.D., Sands, W.A., & Shultz, B.B. (2001b). The role of vision in control of orientation in a back tuck somersault. Motor Control, 5(4), 337-46.

De Garay, A.L., Levine, L., & Carter, J.E. (1974). Genetic and anthropological studies of Olympic Athletes. New York: Academic Press.

Delas, S., Zagorac, N., & Katic, R. (2008). Effects of biomotor structures on performance of competitive gymnastics elements in elementary school male sixth-graders. Coll. Antropol., 32(2), 443-449.

Di Giovanna, V. (1942). The Relation of Selected Structural and Functional Measures to Success in College Athletics. New York: New York University.

Di Prampero, P.E., Cortili, G., Mongoni, P., & Saibene, F. (1971). Energy cost of speed skating and efficiency of work against air resistance. J. Appl. Physiol, 40, 584-591.

DiFiori, J.P., Puffer, J.C., Aish, B., & Dorey, F. (2002). Wrist pain, distal radial physeal injury, and ulnar variance in young gymnasts: does a relationship exist? American J of Sports Medicine, 30(6), 879-85.

DiFiori, J.P., Puffer, J.C., Aish, B., & Dorey, F. (2002). Wrist pain in young gymnasts: frequency and effects upon training over 1 year. Clin J Sport Med, 12(6), 348-53.

Dillman, C.J., Cheatham, P.J., & Smith, S.L. (1994). A kinematic analysis of men's Olympic long horse vault. Journal Biomechanics, 27(1), 668-675.

Dotan, R., Goldbourt, U., & Bar-Or, O. (1980). Kinanthropometric parameters as predictors for the success of young female and male gymnasts. En M. Ostyn, G. Beunen, & J. Simons (Eds.), Kinanthropometry II. (pp. 212-213). Baltimore: University Park Press.

Douda, H., & Tokmakidis, S. (1997). Muscle strength and flexibility of the lower limbs between rhythmic sports and artistic female gymnasts. En J. Bangsbo, B. Saltin, H. Bonde, Y. Hellsten, B. Ibsen, M. Kjaer, & G. Sjogaard (Eds.), Book of Abstracts I. (pp. 520-521). Copenhagen, Denmark: European College of Sport Science.

Dowthwaite, J. N., DiStefano, J. G., Ploutz-Snyder, R. J., Kanaley, J. A., & Scerpella, T. A. (2006). Maturity and activity-related differences in bone mineral density: Tanner I vs. II and gymnasts vs. non-gymnasts. Bone, 39(4), 895-900.

Dowthwaite, J.N., Flowers, P.P.E., Spadaro, J.A., & Scerpella, T.A. (2007). Bone geometry, density, and strength indices of the distal radius reflect loading via childhood gymnastic activity. Journal of Clinical Densitometry, 10(1), 65-75.

Dufau, C., Leroy, D., Baguelin, X., & Chollet, D. (2002). Analyse cinétique et cinématique de l'impulsion des bras lors du saut de mains. En J.F. Robin (Ed), 3èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA. Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique de l'Université de Lille 2. Lille, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

Dunlavy, J.K., Sands, W.A., McNeal, J.R., Stone, M.H., Smith, S.L., Jerni, M., & Haff, G.G. (2007). Strength performance assessment in a simulated men's gymnastics still rings cross. J Sports Sci Med, 6, 93-97.

Dybowska, J., & Dybowski, W. (1929). Anthropologische untersuchungen an teilnehmern der wettkämpfe der IX. Olympiade in Amsterdam 1928. En F. J. Buytendijk (Ed.), Ergebnisse der sportärztlichen untersuchungen bei den IX Olympischen Spielen in Amsterdam 1928. (pp. 1-29.). Berlin: Verlag von Julius Springer.

Edwards, R.H., Chapman, S.J., Newham, D.J., & Jones, D.A. (1987). Practical analysis of variability of muscle function measurements in Duchenne muscular dystrophy. Muscle Nerve, 10(1), 6-14.

Einkauf, D.K., Gohdes, M.L., Jensen, G.M., & Jewell, M.J. (1987). Changes in spinal mobility with increasing age in women. Phys Ther, 67(3), 370-5.

- Elbaek, L., & Froberg, K. (1992). Specific physical training parameters in relation to Danish team gymnastics. Bruggemann, G.P. & Ruhl, J.K. Biomechanics in Gymnastics, 431-441. Koln, Germany: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- Eloranta, V. (1997). Programming leg muscle activity in vertical jumps. Coaching and Sport Science Journal, 2(3), 17-28.
- Eysenck, H.J., & Eysenck, S.B.G. (1964). The Manual of Eysenck Personality Inventory. London: University Press.
- Falgairrette, G., Bedu, M., Fellmann, N., Van-Praagh, E., & Coudert, J. (1991). Bio-energetic profile in 144 boys aged from 6 to 15 years with special reference to sexual maturation. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 62(3), 151-6.
- Faria, I.E., & Faria, E.W. (1989). Relationship of the anthropometric and physical characteristics of male junior gymnasts to performance. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 29(4), 369-78.
- Faria, I.E., & Phillips, A. (1970). A study of telemetered cardiac response of young boys and girls during gymnastics participation. Journal of Sports Medicine, 10, 145-150.
- Faust, M.S. (1977). Somatic development of adolescent girls. Monogr. Soc. Res. Child. Dev. 42(1), 1-90.
- Federation Française de Gymnastique. (2006). Memento. Paris, France: FFG.
- Federation Internationale de Gymnastique. (2006). Code of Points (Gymnastique Artistique Masculine). Lausanne, Swiss: FIG.
- Federation Internationale de Gymnastique. (2008). Artistic gymnastics events. Participation statistics in the Olympic Games & World Championships. Lausanne, Switzerland: FIG.
- Federation Internationale de Gymnastique. (2010). Code of Points (Gymnastique Artistique Masculine). Lausanne, Switzerland: FIG.
- Fernández, J. J. (1999). Estructura condicional de los preseleccionados gallegos de diferentes categorías de formación en balonmano. Tesis Doctoral. Universidad de La Coruña.
- Fernández Romero, J., Rodríguez, F.A., Vázquez Vaamonde, R., Vila Suárez, H., & López Graña, P. (2001). Multidimensional evaluation of young handball players: discriminant analysis applied to talent selection. In: Mester, J., King, G., Strüder, H., Tsolakidis, E., & Osterburg, A. (Eds.). Book of Abstracts, 6th Annual Congress of the European College of Sport Science & 15th Congress of the German Society of Sport Science (p. 1290). Cologne: ECSS, Sport und Buch Strauss.
- Fleishman, E.A. (1964). The Structure and Measurement of Physical Fitness. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Fliss, J.L. (1986). Reliability of Measurement in The Design and Analysis of Clinical Experiments. New York: John Wiley & Sons.
- Frederick, A. B. (1977). Swing: The essence of gymnastics (Part VII); Balance - the delicate quality. International Gymnast, 19, 50-51.
- Freitas, D., Maia, J., Beunen, G., Claessens, A., Thomis, M., Marques, A., Crespo, M., & Lefevre, J. (2007). Socio-economic status, growth, physical activity and fitness: the Madeira Growth Study. Ann Hum Biol, 34(1), 107-22.
- Froberg, K., & Lammert, O. (1996). Development of muscle strength during childhood. En O. Bar-Or (Ed.), The Child and Adolescent Athlete. (pp. 25-41). Oxford, England: Blackwell Science, Ltd.
- Fuenmayor, A.J., Fuenmayor, A.M., Winterdaal, D.M., & Londono, G. (1992). Cardiovascular responses to Valsalva maneuver in physically trained and untrained normal subjects. J Sports Med Phys Fitness, 32(3), 293-8.
- Fujihara, T., & Fuchimoto, T. (2006). Mechanical analysis in mechanism and technique of double leg circles on the pommel horse. Jpn J Biomechanics Sports Exercise. 10(1), 27-41.
- Fujihara, T., & Gervais, P. (2008). Kinematic comparison of circles in cross support and circles in side support. En J. A. Ashton-Miller, R. E. Hughes, & D. Andrews (Eds.), Conference Proceedings

of North American Congress on Biomechanics. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan.

Fukushima, S., & Russell, W. (1980). Men's gymnastics. London: Faber & Faber.

Gajdos, A. (1983). Préparation et Entraînement a la Gymnastique Sportive. Paris: Éditions Amphora.

Gajdos, A. (1984). Alter, körpergrösse und gewicht bei kunstturnern und kunstturnerinnen der W.M. 1983 in Budapest. Leistungssport, 14, 17-18.

Gajdos, A. (1998). The age of gymnasts at the Olympic Games and World Championships. International Scientific Meeting at the Centenary of the Olympic Champion Leon Stujelk. (pp. 213-219). Slovenia: Bled Conferences.

Gajdos, A., & Gohler, J. (1987). The development of high bar gymnastics. World Gymnastics, 20

Gannon, L.M., & Bird, H.A. (1999). The quantification of joint laxity in dancers and gymnasts. Journal of Sports Sciences, 17, 743-750.

García Ferrando, M. (1990). Aspectos Sociales del Deporte. Una Reflexión Sociológica. Madrid: Alianza.

García Ferrando, M. (2006). Posmodernidad y deporte: entre la individualización y la masificación. Encuesta sobre hábitos deportivos de los españoles 2005. Madrid: Consejo Superior de Deportes y Centro de Investigaciones Sociológicas.

García Ferrando, M., Ibáñez, J., & Alvira, F. (1986). El Análisis de la Realidad Social: Métodos y Técnicas de Investigación. Madrid: Alianza.

García Ferrando, M., Lagardera, F., & Puig, N. (2002). Cultura deportiva y socialización. En M. García Ferrando, F. Lagardera, & N. Puig (Eds.), Sociología del Deporte. (pp. 69-96). Madrid: Alianza Editorial.

García-Fojeda, A., Marina, M., Galán, P., & Munar, B. (1999). La biomecánica como herramienta de análisis de la técnica en barra fija. Apunts. Educació Física i Esports, 55, 47-54.

García-Manso, J.M., Campos, J., Lizaur, P., & Pablos, C. (2003). El Talento Deportivo. Formación de Élités Deportivas. Madrid: Gymnos.

Geiblinger, H., Morrison, W., & McLaughlin, P. (1995). Take-off characteristics of double back somersaults on the floor. En T. Bauer (Ed.), Proceedings-XIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 142-146). Ontario, CA: Lakehead University.

Geiblinger, H., Morrison, W., & McLaughlin, P. (1995). Biomechanical analysis of the "O' Neil". En T. Bauer (Ed.), Proceedings-XIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 128-131). Ontario, CA: Lakehead University.

Geiblinger, H., Morrison, W., & McLaughlin, P. (1995). Landing characteristics of double back somersaults on the floor. En T. Bauer (Ed.), Proceedings-XIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 137-141). Ontario, CA: Lakehead University.

Georgopoulos, N.A., Theodoropoulou, A., Leglise, M., Vagenakis, A.G., & Markou, K.B. (2004). Growth and skeletal maturation in male and female artistic gymnasts. J Clin Endocrinol Metab, 89(9), 4377-82.

Gervais, P. (1994). A prediction of an optimal performance of the handspring 1 1/2 front salto longhorse vault. J Biomech, 27(1), 67-75.

Gervais, P., & Dunn, J. (2003). The double back salto dismount from the parallel bars. Sports Biomech, 2(1), 85-101.

Gervais, P., & Tally, F. (1993). The beat swing and mechanical descriptors of three horizontal bar release-regrasp skills. Journal of Applied Biomechanics, 9(1), 66-83.

Gervais, P., Baudin, P., Fujihara, T., & Wu, T. (2008). A comparison between three downswings for the moy to support and giants on parallel bars in men's gymnastics. En J.A. Ashton-Miller, R.E. Hughes, & D. Andrews (Eds.), Conference Proceedings of North American Congress on Biomechanics. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan.

Giuffrida-Ruggeri, V. (1907). Le proporzioni del busto nei due sessi e il canone di Fritsch. Atti Soc.

Rom. Anthropol., 13, 45-54.

Gomez, T., Beach, G., Cooke, C., Hruddy, W., & Goyert, P. (1991). Normative database for trunk range of motion, strength, velocity, and endurance with the Isostation B-200 Lumbar Dynamometer. Spine, 16(1), 15-21.

González-Badillo, J.J. (2000). Control de la intensidad del entrenamiento de la fuerza. Book of abstracts of the 1st Symposium on New Trends in Strength Training and Bodybuilding. (pp.2-6). Barcelona, Spain: Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya.

González-Badillo, J.J., & Gorostiaga, E. (1997). Fundamentos del Entrenamiento de la Fuerza. Aplicación al Alto Rendimiento Deportivo. Barcelona: INDE.

González-Badillo, J.J., & Ribas, J. (2002). Bases de la Programación del Entrenamiento de Fuerza. Barcelona: INDE.

Gorostiaga, E.M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., & Ibanez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 80(5), 485-93.

Goswami, A., & Gupta, S. (1998). Cardiovascular stress and lactate formation during gymnastic routine. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 38, 317-322.

Grabiner, M.D., & McKelvain, R. (1987). Implementation of a profiling/prediction test battery in the screening of elite men gymnasts. En B. Petiot, J. H. Salmela, & T. B. Hoshizaki (Eds.), World Identification Systems for Gymnastic Talent. (pp. 121-125). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.

Grassi, G., Turci, M., Shirai, Y.F., Lovecchio, N., Sforza, C., & Ferrario, V.F. (2005). Body movements on the men's competition mushroom: a three dimensional analysis of circular swings. Br J Sports Med, 39(8), 489-92.

Grassi, G.P., Santini, T., Lovecchio, N., Turci, M., Ferrario, V.F., & Sforza, C. (2005). Spatiotemporal consistency of trajectories in gymnastics: a three-dimensional analysis of flic-flac. Int J Sports Med, 26(2), 134-8.

Green, R. (2006). Maximizing height, distance or rotation from real-time analysis visualisation of take-off angles and speed. Journal of Sports Science & Medicine, 5(4), 590-96.

Grosser, M., & Neumeier, A. (1982). Techniktraining, Theorie und Praxis aller Sportarten. München, Deutschland.

Groussard, C., & Delamarche, P. (2000). Profil physiologique de jeunes gymnastes masculin de niveau national et international. En B.G. Bardy, T. Pozzo, P. Nouillot, N. Tordi, P. Delamarche, C. Ferrand, Y. Leziart, D. Hauw, J. Aubert, M. Loquet, A. Durny, & J. F. Robin (Eds.), Actes des 2èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA (pp. 48-51). Univeriste de Rennes, Rennes, France: L'Association Francaise de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

Gualdi-Russo, E., Gruppioni, G., Guerresi, P., Belcastro, M.G., & Marchesini, V. (1992). Skinfolds and body composition of sports participants. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 32(3), 303-13.

Gualdi-Russo, E., & Graziani, I. (1993). Anthropometric somatotype of Italian sport participants. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 33(3), 282-91.

Guimaraes, A.C., Vaz, M.A., De Campos, M.I.A., & Marantes, R. (1991). The contribution of the rectus abdominis and rectus femoris in twelve selected abdominal exercises: An electromyographic study. J.Sports Med Phys Fitness, 31, 222-230.

Gurd, B., & Klentrou, P. (2003). Physical and pubertal development in young male gymnasts. J Appl Physiol, 95(3), 1011-5.

Gurney, J.M., & Jelife, D.B. (1973). Arm anthropometry in nutritional assessment: Normogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. Am J Clin Nutr 26, 912-915.

Gutewort, W., & Sust, M. (1989). Sporttechnische Leitbilder und Individualspezifische Technikvarianten. Theorie und Praxis des Leistungssports, 27(8), 19-35.

- Hadjiev, N. (1981). Préparation physique. En N. Hadjiev (Ed.), Gymnastique Artistique. (pp. 102-178). Fédération Internationale de Gymnastique.
- Hahn, T., Foldspang, A., Vestergaard, E., & Ingemann-Hansen, T. (1999). Active knee joint flexibility and sports activity. Scand J Med Sci Sports, 9(2), 74-80.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., & Black, W.C. (2001). Análisis Multivariante. Madrid: Prentice-Hall.
- Hakkinen, K., Mero, A., & Kauhanen, H. (1989). Specificity of endurance, sprint and strength training on physical performance capacity in young athletes. J Sports Med Phys Fitness, 29(1), 27-35.
- Hall, G.L., Hetzler, R.K., Perrin, D., & Weltman, A. (1992). Relationship of timed sit-up tests to isokinetic abdominal strength. Res. Q. Exerc. Sport, 63(1), 80-84.
- Hatze, H. (1998). Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance. Journal of Applied Biomechanics, 14(2), 127-140.
- Hay, J.G. (1978). The biomechanics of sport techniques. London: Prentice-Hall.
- Haywood, K.M. (1980). Strength and flexibility in gymnasts before and after menarche. Br J Sports Med, 14(4), 189-92.
- Healy, H.J. (1986). Statistics of growth standards. En F. Falkner, & J.M. Tanner (Eds.), Human Growth. A comprehensive Treatise: Methodology, Ecological, Genetic and Nutritional Effects on Growth. (pp. 47). New York: Plenum Press.
- Hesson, J. (1985). How to learn an Iron Cross (shoulder joint adduction). International Gymnast, 27, 40-41.
- Hiley, M. J., Kerwin, D. G., & Yeadon, M. R. (1999). Estimation of reaction forces during giant circles on the high bar using displacements of the bar. Conference Proceedings of the Annual Conference of the British Association of Sport and Exercise Sciences. (Vol. 17): Henwick Grove, UK: University College Worcester.
- Hiley, M., Wangler, R., & Predescu, G. (2009). Optimization of the felge on parallel bars. Sports Biomechanics, 8(1), 39-51.
- Hiley, M.J., & Yeadon, M.R. (2003). The margin for error when releasing the high bar for dismounts. J Biomech, 36(3), 313-9.
- Hiley, M.J., & Yeadon, M.R. (2005). Maximal dismounts from high bar. J Biomech, 38(11), 2221-7.
- Hiley, M.J., & Yeadon, M.R. (2008). Optimisation of high bar circling technique for consistent performance of a triple piked somersault dismount. J Biomech, 41(8), 1730-5.
- Hiley, M.J., Yeadon, M.R., & Buxton, E. (2007). Consistency of performances in the Tkatchev release and re-grasp on high bar. Sports Biomech, 6(2), 121-30.
- Hill, D.W., & Butler, S.D. (1991). Haemodynamic responses to weightlifting exercise. Sports Med, 12(1), 1-7.
- Hirata, K. (1966). Physique and age of Tokyo Olympic champions. Journal of Sports Med and physical fitness, 6, 207-22.
- Hirata, K. (1979a). Age and physique of Montreal Olympic World champions. Journal of Research in Sport, Physical Education & Recreation, 2, 111-21.
- Hirata, K. (1979b). Selection of Olympic Champions. Tokyo: Chukyo University.
- Ho, R. (1987). Talent identification in China. En B. Petiot, J.H. Salmela, & T.B. Hoshizaki (Eds.), World Identification Systems for Gymnastic Talent. (pp. 14-20). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.
- Hohmann, A. (2001). La diagnosi del talento sportivo. SdS/Rivista di Cultura Sportiva, 20(52), 12-21.
- Hohmann, A., & Seidel, I. (2003). Scientific aspects of talent development. International Journal of Physical Education, 40(1), 9-20.

- Holt, J., Holt, L.E., & Pelham, T.W. (1995). What research tells us about flexibility – Vol 1. En T. Bauer (Ed.), Proceedings XIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 175-179). Dalhousie University, Nova Scotia: International Society of Biomechanics in Sports.
- Holt, J., Holt, L.E., & Pelham, T.W. (1995). What research tells us about flexibility – Vol 2. En T. Bauer (Ed.), Proceedings XIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 180-183). Dalhousie University, Nova Scotia: International Society of Biomechanics in Sports.
- Holt, J., Holt, L.E., & Pelham, T.W. (1995). Flexibility redefined. En T. Bauer (Ed.), Proceedings XIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 170-174). Dalhousie University, Nova Scotia: International Society of Biomechanics in Sports.
- Holt, L.E., Pelham, T.W., & Holt, J. (2008). Flexibility: A Concise Guide to Conditioning, Performance Enhancement, Injury Prevention, and Rehabilitation. New Jersey: Humana Press Inc.
- Holvoet, P. (2002). Practical use of airborne simulation in a release-regrasp skill on the high bar. Journal of Applied Biomechanics, 18, 332-344.
- Holvoet, P., Lacouture, P., & Duboy, J. (1999). Energetic requirements of three gymnastic takeoff techniques from the floor. Journal of Human Movement Studies, 36, 237-251.
- Holvoet, P., Lacouture, P., Duboy, J., Junqua, A., & Bessonnet, G. (2002). Détermination des efforts articulaires exercés au cours de trois types d'élan en barre fixe. Science & Sports, 17, 26-30.
- Horak, J. (1969). The performance of top sportsmen. Teor. Praxe. Teel. Vych., 16, 18-20.
- Hwang, I., Seo, G., & Liu, Z.G. (1990). Take-off mechanics of the double backward somersault. International Journal of Sport Biomechanics, 6, 177-186.
- Ikai, M., & Fukunaga, T. (1968). Calculation of muscle strength per unit cross-sectional area of human muscle by means of ultrasonic measurement. Int Z Angew Physiol, 26(1), 26-32.
- Irurtia, A., Busquets, A., Carrasco, M., Ferrer, B., & Marina, M. (2010). Control de la flexibilidad en jóvenes gimnastas de competición mediante el método trigonométrico: un año de seguimiento. Apunts. Medicina de l'Esport. *In press*..
- Irurtia, A., Busquets, A., Marina, M., Galilea, P.A., & Carrasco, M. (2009a). Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas de élite españolas desde la infancia hasta la edad adulta. Apunts. Medicina de l'Esport, 44(161), 18-28.
- Irurtia, A., Busquets, A., Marina, M., Pons, V., & Carrasco, M. (2008). Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas femeninas de élite a lo largo de la edad. Archivos de Medicina del Deporte, 25(126), 189-197.
- Irurtia, A., Marina, M., Galilea, P.A., & Busquets, A. (2007). Valoración de la frecuencia cardiaca durante el entrenamiento en jóvenes gimnastas. Apunts. Educació Física i Esports, 89, 64-74.
- Irurtia, A., Pons, V., Busquets, A., Marina, M., Carrasco, M., & Rodríguez, L. (2009b). Talla, peso, somatotipo y composición corporal en gimnastas de élite españolas (gimnasia rítmica) desde la infancia hasta la edad adulta. Apunts. Educación Física y Deportes, 95, 64-74.
- Irwin, G., & Kerwin, D.G. (2005). Biomechanical similarities of progressions for the longswing on high bar. Sports Biomech, 4(2), 163-78.
- Irwin, G., & Kerwin, D.G. (2007a). Musculoskeletal demands of progressions for the longswing on high bar. Sports Biomech, 6(3), 361-74.
- Irwin, G., & Kerwin, D.G. (2007b). Inter-segmental coordination in progressions for the longswing on high bar. Sports Biomech, 6(2), 131-44.
- Jancarik, A., & Salmela, J.H. (1987). Longitudinal changes in physical, organic and perceptual factors in canadian male gymnasts. En B. Petiot, J. H. Salmela, & T. B. Hoshizaki (Eds.), World Identification Systems for Gymnastic Talent. (pp. 151-159). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.
- Janshen, L. (2000). Neuromuscular control during gymnastic landings. En Y. Hong & D. P. Johns (Eds.), Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 155-157). Hong Kong: International Society of Biomechanics in Sports.

Jemni, M. (2000). Planification de l'entraînement de haut niveau avant la compétition. GYM' Technic, 31, 17-20.

Jemni, M., & Friemel, F. (2000). Etude de la lactatémie entre les agres lors de quatre séances d'entraînement de gymnastique masculine. En B. G. Bardy, T. Pozzo, P. Nouillot, N. Tordi, P. Delemarche, C. Ferrand, Y. Leziart, D. Hauw, J. Aubert, M. Loquet, A. Durny, & J. F. Robin (Eds.), Actes des 2èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA (pp. 56-59). Université de Rennes, Rennes, France: L'Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

Jemni, M., & Sands, W. (2003). Heart rate and blood lactate concentration as training indices for high level men's gymnasts. Elite Gymnastics Journal, 26(4), 18-23.

Jemni, M., Friemel, F., & Delamarche, P. (2002). Les aptitudes physiques nécessaires pour la gymnastique. En J.F. Robin (Ed), 3èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA. Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique de l'Université de Lille 2. Lille, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

Jemni, M., Friemel, F., Chevalier, J.M., Origas, M., Barbieri, L., Thoule, B., & Mermel, P. (1998a). Gymnastique artistique masculine: fréquence cardiaque et lactatémie. GYM' Technic, 22, 27-32.

Jemni, M., Friemel, F., Lechevalier, J. M., & Origas, M. (1998b). Bioénergétique de la gymnastique de haut niveau. Education Physique et Sportive, 39, 29-34.

Jemni, M., Friemel, F., Lechevalier, J.-M., & Origas, M. (2000a). Heart rate and blood lactate concentration analysis during a high-level men's gymnastics competition. Journal of Strength and Conditioning Research, 14(4), 389-394.

Jemni, M., Friemel, F., Sands, W., & Mikesky, A. (2000b). La Bioenergetique de la gymnastique. En B. G. Bardy, T. Pozzo, P. Nouillot, N. Tordi, P. Delemarche, C. Ferrand, Y. Léziart, D. Hauw, J. Aubert, M. Loquet, A. Durny, & J. F. Robin (Eds.), Actes des 2èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA (pp. 60-62). Université de Rennes, Rennes, France: L'Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

Jemni, M., Friemel, F., Sands, W., & Mikesky, A. (2001). Evolution du profil physiologique des gymnastes durant les 40 dernières années (revue de littérature). Canadian Journal of Applied Physiology, 26(4), 442-456.

Jemni, M., Sands, W. A., Friemel, F., & Delamarche, P. (2003). Effect of active and passive recovery on blood lactate and performance during simulated competition in high level gymnasts. Can J Appl Physiol, 28(2), 240-56.

Jemni, M., Sands, W. A., Friemel, F., Stone, M. H., & Cooke, C. B. (2006). Any effect of gymnastics training on upper-body and lower-body aerobic and power components in national and international male gymnasts? J Strength Cond. Res, 20(4), 899-907.

Jensen, C., & Hirst, C. (1980). Measurement in physical education and athletics. New York: Macmillan.

Jiménez, A. (2007). Assessing physical ability and its relationship with health. J. Hum. Sport Exerc, 2(2), 53-71.

Johnson, B.L. (1978). Practical flexibility measurement with flexomeasure. Portland: Brown & Littleman Company.

Johnson, B.L., & Nelson, J.K. (1979a). The Measurement of Flexibility. En B. L. Johnson & J. K. Nelson (Eds.), Practical Measurements for Evaluation in Physical Education. (pp. 76-93). Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Company.

Johnson, B.L., & Nelson, J.K. (1979b). The Measurement of Strength. En B. L. Johnson & J. K. Nelson (Eds.), Practical Measurements for Evaluation in Physical Education. (pp. 94-118). Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Company.

Jones, B., & Klissouras, V. (1986). Genetic variation in the force-velocity relation of human muscle. En R. Malina & C. Bouchard (Eds.), Sport and human genetics. (pp. 155-163). Champaign, IL: Human Kinetics.

Jones, H.E. (1949). Motor Performance and Growth: A Developmental Study of Static Dynamometric Strength. Berkeley: University of California Press.

- Juker, D., McGill, S.M., Kropf, T., & Steffen, T. (1998). Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portions of psoas and the abdominal wall during a wide variety of tasks. Med. Sci. Sports Exerc., *30*, 301-310.
- Jurimae, T., Volbekiene, V., Jurimae, J., & Tomkinson, G.R. (2007). Changes in Eurofit test performance of Estonian and Lithuanian children and adolescents (1992-2002). Med Sport Sci., *50*, 129-42.
- Kamon, E. (1966). Electromyography analysis of the 'scissors' exercise performed on the pommel horse. J Sports Med Phys Fitness, *6*(4), 223-34.
- Kamon, E., & Gormley, J. (1968). Muscular activity pattern for skilled performance and during learning of a horizontal bar exercise. Ergonomics, *11*(4), 345-357.
- Kemper, H. C., & Verschuur, R. (1987). Longitudinal study of maximal aerobic power in teenagers. Ann Hum Biol, *14*(5), 435-44.
- Kerr, D. (1988). An anthropometric method for the fractionation of the skin, muscle, adipose bone and residual tissue masses, in males and females age 6-77 years. Tesis Doctoral. Simon Fraser University.
- Kerwin, D.G., & Trewartha, G. (2001). Strategies for maintaining a handstand in the anterior-posterior direction. Medicine and Science in Sports and Exercise, *33*(7), 1182-1188.
- Kerwin, D.G., Harwood, M.J., & Yeadon, M.R. (1993). Hand placement techniques in long horse vaulting. Journal of Sports Sciences, *11*(4), 329-35.
- Kerwin, D.G., Webb, J., & Yeadon, M.R. (1998). Production of angular momentum in double backward somersaults. En H.J. Riehle & M.M. Vieten (Eds.), Proceedings of XVI International Symposium on Biomech in Sports. (pp. 141-144). Konstanz, Germany: UVK-Universitätsverlag.
- Kerwin, D.G., Yeadon, M.R., & Lee, S.C. (1990). Body configuration in multiple somersault high bar dismounts. International Journal of Sport Biomechanics, *6*, 147-156.
- King, M.A., & Yeadon, M.R. (2004). Maximising somersault rotation in tumbling. Journal of Biomechanics, *(37)*, 471-477.
- King, M.A., & Yeadon, M.R. (2005). Factors influencing performance in the Hecht vault and implications for modelling. J Biomech, *38*(1), 145-51.
- Kinser, A.M., Ramsey, M.W., O'Bryant, H.S., Ayres, C.A., Sands, W.A., & Stone, M.H. (2008). Vibration and stretching effects on flexibility and explosive strength in young gymnasts. Med Sci Sports Exerc., *40*(1), 133-40.
- Kirby, B.J., & Kirby, R.M. (1997). Heart rate variability in 11- to 16-year-olds. En B. Armstrong, B. Kirby, & J. Welsman (Eds.), Children and Exercise XIX. (pp. 434-439). London: E & FN Spon.
- Kirby, R.F. (1991). Speed. En R.F Kirby (Ed.), Kirby's guide to fitness and motor performance tests (pp. 358-359). Southeast Missouri State University: BenOak Publishing Company.
- Kirby, R.F. (1991). Strength. En R. F. Kirby (Ed.), Kirby's guide to fitness and motor performance tests (pp. 407-424). Southeast Missouri State University: BenOak Publishing Company.
- Kirby, R.L., Simms, F.C., Symington, V.J., & Garner, J.B. (1981). Flexibility and musculoskeletal symptomatology in female gymnasts and age-matched controls. American Journal of Sports Medicine, *9*(3), 160-164.
- Kirkby, R.J., Kolt, G.S., & Liu, J. (1999). Participation motives of young Australian and Chinese gymnasts. Perceptual and Motor Skills, *88*(2), 363-73.
- Klausen, K., Schibye, B., & Rasmussen, B. (1989). A longitudinal study of changes in physical performance of 10- to 15-year-old girls and boys. En S. Oseid & K.H. Carlsen (Eds.), Children and exercise XIII. (pp. 113-122). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kling, T., & Cometti, G. (2002). Effet d'un entraînement de haut niveau en gymnastique masculine sur les qualités physiques. En J.F. Robin (Ed). 3èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA. Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique de l'Université de Lille 2. Lille, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

- Klissouras, V. (1997). Heritability of adaptive variation: an old problem revisited. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 37(1), 1-6.
- Kniffin, M., Whitaker, D.C., & Harry, D. (1976). Intensity of exercise during selected gymnastics skills. International Gymnast, 18, 51.
- Knight, S.A., & Wilson, B.D.H.J.G. (1978). Biomechanical determinants of success in performing a front somersault. International Gymnast, 20, 54-56.
- Knoll, K. (1993). The biomechanical chain of effect in flight elements out of preparatory movements and implications for round-off and flic-flac technique. En G. P. Brüeggmann & J. K. Ruhl (Eds.), Biomechanics in gymnastics: conference proceedings. (pp. 115-126). Köln, Germany: Strauss.
- Knudson, D., & Johnston, D. (1995). Validity and reliability of a bench trunk-curl test of abdominal endurance. J. Strength Cond. Res. 9(3), 165-169.
- Koh, M., & Jennings, L. (2003). Dynamic optimization: inverse analysis for the Yurchenko layout vault in women's artistic gymnastics. J Biomech. 36(8), 1177-83.
- Koh, M., & Jennings, L. (2007). Strategies in preflight for an optimal Yurchenko layout vault. J Biomech. 40(6), 1256-61.
- Koh, M., Jennings, L., & Elliott, B. (2003). Role of joint torques generated in an optimised Yurchenko layout vault. Sports Biomech. 2(2), 177-90.
- Koh, M., Jennings, L., Elliott, B., & Lloyd, D. (2003). A predicted optimal performance of the Yurchenko layout vault in women's artistic gymnastics. Journal of Applied Biomechanics, (19), 187-204.
- Kolar, E., Kolar, K.A., & Stuhec, S. (2002). Comparative analysis of selected biomechanical characteristics between a support backward swing and support swing for the 1/4 straddle-piked forward salto on the parallel bars. Sports Biomech. 1(1), 69-78.
- Kolt, G.S., & Kirkby, R.J. (1994). Injury, anxiety, and mood in competitive gymnasts. Perceptual and Motor Skills, 78(3), 955-962.
- Komi, P.V. (1979). Neuromuscular performance: factors influencing force and speed production. Scandinavian Journal of Sports Sciences, 1, 2-15.
- Komi, P.V. (1983). Elastic potentiation of muscle and its influence on sport performance. En W. Baumann (Ed.), Biomechanik und Sportliche Leistung. (pp. 59-70). Schorndorf, Germany.
- Komi, P.V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. Exerc Sport Sci Rev, 12, 81-121.
- Komi, P.V. (1992). Strength and Power in Sport (Encyclopaedia of Sports Medicine and IOC Medical Commission Publication No. III). Oxford: Blackwell Science.
- Komi, P.V., & Karlsson, J. (1979). Physical performance, skeletal muscle enzyme activities, and fibre types in monozygous and dizygous twins of both sexes. Acta Physiol Scand Suppl, 462, 1-28.
- Kopp, P.M., & Reid, J.G. (1980). A force torque analysis of giant swings on the horizontal bar. Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 5(2), 98-102.
- Kovar, R. (1975). Letter: Motor performances in twins. Acta Genet Med Gemellol, 24(1-2), 174.
- Kovar, R. (1976). Genetic analysis of motor performance. J Sports Med Phys Fitness, 16(3), 205-8.
- Kozar, A.J. (1962). Telemetered heart rates recorded during gymnastic routines. The Research Quarterly, 34(1), 102-106.
- Kraemer, W.J., Fry, A.C., Frykman, P.N., Conroy, B., & Hoffman, J. (1989). Resistance training and youth. Pediatric Exercise Science, 1, 336-350.
- Kraemer, W.J., & Newton, R.U. (1994). Training for improved vertical jump. Sports Science Exchange, 7(6), 1-12.
- Krug, J., Knoll, K., Koethe, T., & Zoecher, H.D. (1998). Running approach velocity and energy transformation in difficult vaults in gymnastics. En H. Riehle & M. Vieten (Eds.), Proceedings of XVI

International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 160-163). Konstanz, Germany: UVK Universitätsverlag.

Kuhlman, K.A. (1993). Cervical range of motion in the elderly. Arch Physiol Med Rehabil, 74, 1071-1079.

Lange, B., Halkin, A.S., & Bury, T. (2005). Physiologic requirements of high level gymnastics. Rev Med Liege, 60(12), 939-45.

Lebedev, N.I., & Rozin, E.Y. (1981). Características físicas y de desarrollo de jóvenes gimnastas promesas de 13 a 18 años. Gimnastika I. Moscú: Fiskultura i Sport.

Le Chevalier, J.M., Origas, M., Stein, J.F., Fraisse, F., Friemel, F., Jemni, M., Barbieri, L., Mermet, P., Thoule, B., & Colombo, C. (2000). Contribution a l'etude de la charge de l'entraînement en gymnastique chez des gymnastes espoirs. En B. G. Bardy, T. Pozzo, P. Nouillot, N. Tordi, P. Delemarche, C. Ferrand, Y. Lziart, D. Hauw, J. Aubert, M. Loquet, A. Durmy, & J. F. Robin (Eds.), Actes des 2mes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA (pp. 64-66). Université, de Rennes, Rennes, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

Le Chevalier, J.-M., Origas, M., Stein, J.-F., Fraisse, F., Barbiéri, L., Mermet, P., Thoulé, B., Colombo, C., Friemel, F., & Jemni, M. (1999). Comparaison de 3 séances d'entraînement-type chez des gymnastes espoirs. GYM' Technic, 27, 24-31.

Le Chevalier, J.-M., Origas, M., Szczesny, S., Fraisse, F., Stein, J.F., Barbiéri, L., Mermet, P., Thoulé, B., Colombo, C., & Friemel, F.J.M. (1998). Profil physiologique des gymnastes espoirs masculins. GYM' Technic, 25, 23-27.

Lee, D.N., Young, D.S., & Rewt, D. (1992). How do somersaulters land on their feet? Journal of Experimental Psychology, 18(4), 1195-1202.

Lee, R.C., Wang, Z.M., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., & Heymsfield, S.B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. Am J Clin Nutr, 72(3), 796-803.

Lee, S. (1998). Main technical analyses of the motion trajectory influencing the horse-vaulting movement. En H. Riehle & M. Vieten (Eds.), Proceedings of XVI International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 171-174). Konstanz, Germany: UVK Universitätsverlag.

Leger, L., Lambert, J., Goulet, A., Rowan, C., & Dinelle, Y. (1984). Aerobic capacity of 6 to 17-year-old Quebecois 20 meter shuttle run test with 1 minute stages. Can J Appl Sport Sci, 9(2), 64-69.

Leger, L., Meecier, D., & Gadoury, C. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. J Sports Sci, 6, 93-101.

Leger, L., Montpetit, R.R., Lambert, J., & Chartrand, D. (1982). Retroextrapolation of submaximal VO₂ values from O₂ curve. Scand. J. Sports Sci, 4, 71-73.

Leger, L., Seliger, V., & Brassard, L. (1980). Backward extrapolation of VO₂max values from the O₂ recovery curve. Med Sci Sports Exerc, 12(1), 24-7.

Leglise, M. (1988). When to start gymnastics? How? and Why?. World Gymnastics, 6(39), 20-21.

Leglise, M. (1992). Age and competitive gymnastics. FIG World of Gymnastics, 3, 23.

Leguet, J. (1985). Actions Motrices en Gymnastique Sportive. Paris: Vigot.

Lentini, N.A., Gris, G.M., Cardey, M.L., Aquilino, G., & Dolce, P.A. (2004). Estudio somatotipico en deportistas de alto rendimiento de argentina. Archivos de medicina del deporte, 21(104), 497-509.

LeVeau, B., Ward, T., & Nelson, R.C. (1974). Body dimensions of Japanese and American gymnasts. Medicine and Science in Sports, 6(2), 146-150.

Lexell, J., Sjostrom, M., Nordlund, A.S., & Taylor, C.C. (1992). Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age. Muscle Nerve, 15(3), 404-9.

Liassatovitch, V. (1975). Morphological study in young soviet gymnasts. Yessis review of soviet physical education and sports, 10(1), 15-17.

- Linge, S., Hallingstad, O., & Solberg, F. (2006). Modelling the parallel bars in men's artistic gymnastics. *Hum Mov Sci*, *25*(2), 221-37.
- Liu, Z., & Liu, T. (1989). Biomechanical analysis of backward giant full twisting to handstand on parallel bars of two world champions. En R. J. Gregor, R. F. Zernicke, & W. C. Whiting (Eds.), *Congress Proceedings of The XII International Congress of Biomechanics*. Los Angeles: UCLA, Dept. of Kinesiology.
- Lohman, G., Roche, A.F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization references manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Loken, C.N., & Willoughby, J.R. (1977). *Complete Book of Gymnastics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Lompizano, H. (2003). Gimnasia artística en la escuela. *Revista Stadium*, *32*(183), 19-25.
- Lopez, A., Rojas, J., & Garcia, E. (1979). Somatotype et composition du corps chez les gymnastes de haut niveau. *Cnésiologie*, *72*, 5-18.
- López-Bedoya, J., & Vernetta, M. (1997). Aplicación de una prueba gimnástica básica para la detección de talentos en gimnasia artística en la fase genérica de adaptación e iniciación a la actividad físico deportiva. *Revista Motricidad*, *3*(67-87)
- López-Bedoya, J., Vernetta, M., & Morenilla, L. (1996). Detección y selección de talentos en gimnasia. En Consejo Superior de Deportes. (Ed.), *Indicadores para la Detección de Talentos Deportivos*. (pp. 105-144). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España.
- Luis, M., & Tremblay, L. (2008). Visual feedback use during a back tuck somersault: evidence for optimal visual feedback utilization. *Motor Control*, *12*(3), 210-8.
- Maestre, M.I., Ordaz, E. (2009). Proporcionalidad corporal. En M.D. Cabañas & F. Esparza (Ed.), *Compendio de Cineantropometría*. (pp. 197-236). Madrid: CTO Editorial.
- Maffulli, N., King, J.B., & Helms, P. (1994). Training in elite young athletes (the Training of Young Athletes (TOYA) Study): injuries, flexibility and isometric strength. *Br J Sports Med*, *28*(2), 123-36.
- Magakian, A. (1966). *Gymnastique maculline aux agres*. Paris: Editions Amphora.
- Mahoney, C., Boreham, C., & Nichols, A. (1991). Eurofit in Belfast primary schools. *Scot. J. Phys. Educ.* *19*, 1-4.
- Mahoney, M.J., & Avenier, M. (1977). Psychology of elite athlete: an exploratory study. *Cognitive Therapy and Research*, *1*(2), 135-141.
- Major, J.J. (1996). Strength training fundamentals in gymnastics conditioning. *Technique*, *16*(8), 36-42.
- Malina, R.M. (1975). Anthropometric correlates of performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *3*, 249-274.
- Malina, R.M. (1986). Genetic of motor development and performance. En R. Malina & C. Bouchard (Eds.), *Sport and human genetics*. (pp. 23-58). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R.M. (1989). Growth and maturation: normal variation and effect of training. En C.V. Gisolfi & D.R. Lamb (Eds.), *Perspectives in exercise science and sports medicine*. (pp. 223-272). Indianapolis: Benchmark.
- Malina, R.M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004a). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R.M., & Bouchard, C., & Bar-Or, O (2004b). Body Composition. En R.M. Malina, C. Bouchard, & O. Bar-Or, (Eds.), *Growth, Maturation, and Physical Activity*. (pp. 101-120). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R.M., & Bouchard, C., & Bar-Or, O (2004c). Development of physique. En R.M. Malina, C. Bouchard, & O. Bar-Or, (Eds.), *Growth, Maturation, and Physical Activity*. (pp. 83-100). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R.M., Holman, J.D., & Harper, A.B. (1970). Parent size and growth status of offspring. *Social biology*, *17*, 120-123.

- Mandelbaum, B.R., Bartolozzi, A.R., Davis, C.A., Teurlings, L., & Bragonier, B. (1989). Wrist pain syndrome in the gymnast. pathogenetic, diagnostic, and therapeutic considerations. Am J Sports Med. 17(3), 305-17.
- Manoni, A., & De Leva, P. (1993). Comparative biomechanical analysis of three different forward saltos at the parallel bars. En G.P. Brüggemann & J.K. Ruhl (Eds.), Biomechanics in gymnastics: conference proceedings. (pp. 487-498). Koln, Germany: Strauss.
- Manoni, A., & De Leva, P. (1993). Biomechanical analysis of a double backward somersault at the parallel bars. En G.P. Brüggemann & J.K. Ruhl. Biomechanics in gymnastics: conference proceedings. (pp. 475-486). Koln, Germany: Strauss.
- Marina, M. (1990). Valoración de la frecuencia cardíaca en gimnasia artística. Revista de Entrenamiento Deportivo, IV(5), 7-13.
- Marina, M. (2003). Valoración, entrenamiento y evolución de la capacidad de salto en gimnasia artística de competición. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Marina, M., & Rodríguez, F.A. (1993). Valoración de las distintas expresiones de la fuerza de salto en gimnasia artística. Apunts. Medicina de l'Esport, 30, 233-44.
- Marina, M., & Rodríguez, F.A. (1999). Effect of specific training on muscular strength and power of elite female competitive gymnasts: A two years longitudinal study. Conference Proceedings 4th Annual Congress of the European College of Sports Science. Rome: ECSS.
- Markolf, K.L., Shapiro, M.S., Mandelbaum, B.R., & Teurlings, L. (1990). Wrist loading patterns during pommel horse exercises. J Biomech. 23(10), 1001-11.
- Marrodan Serrano, M.D., Callejo Gea, M.L., Moreno-Heras, E., Gonzalez-Montero de Espinosa, M., Mesa Santurino, M.S., Gordon Ramos, P.M., & Fernandez Garcia, F. (1999). Nutritional anthropometry and physical performance in urban adolescents of Madrid. An. Esp. Pediatr. 51(1), 9-15.
- Martín Acero, R. (1999) Capacidad de salto y de carrera rápida en escolares. Tesis doctoral. Departamento de Medicina, Universidade da Coruña.
- Martin Acero, R., Fernández, M., Veiga, J.V., Otero, X.L., & Rodríguez, F.A. (2001). Fiabilidad de las pruebas de salto vertical y velocidad de carrera en escolares de 6 a 8 años. Apunts. Educació Física i Esport, 63, 40-45.
- Martin, D. (1980). Grundlagen der Trainingslehre. Teil 2: die plannung, gestaltung, steuer des trainings und das kind und jugendtraining. En K. Hoffmann (Ed.): Schorndorf, Deutschland.
- Martínez-González, M.A., & Yanguas-Barea, N. (2001). Comparación de más de dos medias: análisis de la varianza (ANOVA). En M.A. Martínez-González, J. de Irala, & J. Faulin (Eds.), Bioestadística Amigable. Madrid: Díaz de Santos Ediciones.
- Martos, E. (1991). Performance measurement of female gymnasts. Hungarian Review of Sports Medicine, 32(2), 99-106..
- Massimo, J. (1977). Motivation in gymnastics, A key to success (Part II). International Gymnast, 19, 50-51.
- Massimo, J. (1978). Psychology and the gymnast: mental training drills. International Gymnast, 20, 52-53.
- Mateo, J. (1990). La batería Eurofit como medio de detección de talentos. Apunts: Educació Física i Esports, 22, 59-68
- Mathiyakom, W., McNitt-Gray, J.L., & Wilcox, R. (2006). Lower extremity control and dynamics during backward angular impulse generation in backward translating tasks. Exp Brain Res, 169(3), 377-88.
- Maughan, R.J. (1984). Relationship between muscle strength and muscle cross-sectional area. Implications for training. Sports Med. 1(4), 263-9.
- Mazorlla, G. (1978). Movimiento Tkatchev. II Gimnasta, 7-11.
- McNeal, J.R., & Sands, W.A. (2003). Acute static stretching reduces lower extremity power in

trained children. Pediatric Exercise Science, 15, 139-145.

McNitt-Gray, J.L. (1993). Kinetics of the lower extremities during drop landings from three heights. J Biomech, 26(9), 1037-46.

McNitt-Gray, J.L., Hester, D.M.E., Mathiyakom, W., & Munkasy, B.A. (2001). Mechanical demand and multijoint control during landing depend on orientation of the body segments relative to the reaction force. J Biomech, 34, 1471-1482.

McNitt-Gray, J.L., Yokoi, T., & Millward, C. (1993). Landing strategy adjustments made by female gymnasts in response to drop height and mat composition. Journal Applied of Biomechanics, 9(2), 173-190.

McPherson, M.N. (1996). Qualitative and quantitative analysis in sports. American Journal of Sports Medicine, 24(6), S-85-S-88

Medved, R. (1966). Body height and predisposition for certain sports. J.Sp.Med, 6, 89-91.

Meszáros, J., & Mohácsi, J. (1982). An anthropometric study of top level athletes in view of the changes that took place in the style of some ball games. Humanbiologia Budapestinensis, 13, 15-20.

Meszáros, J., & Mohácsi, J. (1982). The somatotype of Hungarian male and female class I paddlers and rowers. Anthropologiai Közlemenyek, 26,175-179.

Mitchell, W. (1988). The upper extremity in gymnastics. Forum, 5(12), 1-2.

Miller, D.I., & Nissinen, M.A. (1987). Critical examination of ground reaction force in the running forward somersault. International Journal of Sport Biomechanics, 3, 189-206.

Mills, C., Pain, M.T., & Yeadon, M.R. (2006). Modeling a viscoelastic gymnastics landing mat during impact. Journal Applied of Biomechanics, 22(2), 103-11.

Minganti, C., De Pero, R., & Cartoni, A.C. (2000). Capacità di forza muscolare e battuta nei salti-voleggi. SdS/Rivista di Cultura Sportiva, 19(47-48), 85-90,

Mirwald, R.L., Baxter-Jones, A.D., Bailey, D.A., & Beunen, G.P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. Med Sci Sports Exerc, 34(4), 689-94.

Misra, M., Cord, J., Prabhakaran, R., Miller, K.K., & Klibanski, A. (2007). Growth hormone suppression following an oral glucose load in children. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 92(12), 4623-4629.

Mohamed, H., Vaeyens, R., Matthys, S., Multaël, M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2009). Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. J Sports Sci, 27(3), 257-66.

Montgomery, D.L., & Beaudin, P.A. (1982). Blood lactate and heart rate response of young females during gymnastic routines. J Sports Med Phys Fitness, 22(3), 358-65.

Montpetit, R.R. (1976). Physiology of gymnastics. En J.H. Salmela (Ed.), The Advanced Study of Gymnastics. (pp. 183-214). Springfield, IL: Charles C. Thomas.

Moras, G. (2002). Amplitud de moviment articular i la seva valoració: el test flexometric. Tesis Doctoral. Barcelona: Universitat de Barcelona.

Morenilla, L., López-Bedoya, J., & Cudeiro, J. (2005). Effect of the amount of allowed visual information on acrobatic skill learning. Motricidad. European Journal of Human Movement, 14, 109-117.

Morenilla, L., López-Bedoya, J., & Vernetta, M. (1996). Utilización de procedimientos de detección y selección deportiva en la etapa de iniciación a la gimnasia artística. In Consejo Superior de Deportes. (Ed.), Indicadores para la Detección de Talentos Deportivos. (pp. 69-104). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España.

Moritani, T., & De Vries, H.A. (1979). Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. Am J Phys Med, 58(3), 115-30.

Morris, C.B. (1948). The measurement of the strength of muscle relative to the cross section. Res Q, 19(4), 295-303.

- Morrow, J.R., Allen, J.R., Jackson, W., & Disch, J.G. (2000). Measurement and Evaluation in Human Performance. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Muñoz, J.A., Huici, M.J., & Marcos, E. (1986). Estudio de la composición corporal y el somatotipo de deportistas sevillanos de alto rendimiento y comparación con la élite mundial. Archivos de Medicina del Deporte, 3(11), 253-62.
- Nadgir, A. (1988). A Morphological Study of Young Male and Female Competitive Gymnasts. Eugene: Microform Publications.
- Natta, F. (1996). Variation in segmental kinetic energy during execution of giant swings on the horizontal bar at different speeds. En H.J. Riehle & M.M. Vieten. (Eds.), Proceedings of XVI International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 196-199). Konstanz, Germany: UVK Universitätsverlag Konstanz.
- Natta, F., & Nouillot, P. (1999). Énergie cinétique à la barre fixe. GYM' Technic, 26, 3-7.
- Naundorf, F., & Krug, J. (2000). The training load on the vestibular apparatus after rapid rotational movements. En Y. Hong & D.P. Johns (Eds.), Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 464-467). Hong Kong: International Society of Biomechanics in Sports.
- Neal, R.J., Kippers, V., Plooy, D., & Forwood, M.R. (1995). The influence of hand guards on forces and muscle activity during giant swings on the high bar. Med Sci Sports Exerc, 27(11), 1550-6.
- Nelson, J.K., Johnson, B.L., & Con Smith, G. (1983). Physical characteristics, hip flexibility and arm strength of female gymnasts classified by intensity of training across age. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 23, 95-101.
- Nelson, R.C. (1974). Comparison of the body dimensions Japanese, Hungarian and American gymnasts. Gymnast, 16(10), 44-46.
- Neumaier, A., De Marées, H., & Seiler, R. (2002). Situación y problemas del entrenamiento de la técnica. Encuesta a los entrenadores y análisis de la literatura. En J.R. Nitsch, A. Neumaier, H. De Marées, & J. Mester (Eds.), Entrenamiento de la Técnica. Contribuciones para un Enfoque Interdisciplinario. (pp. 33-56). Barcelona: Paidotribo.
- Nissinen, M.A. (1995). Analysis of reaction forces in gymnastics on the rings. En K. Hakkinen, K.L. Keskinen, P.V. Komi, & A. Mero (Eds.), Abstracts of the International Society of Biomechanics 25th Congress. (pp. 680-681). Jyväskylä: Societé de Bioméchanique.
- Norman, G.R., & Streiner, D.L. (2007). Biostatistics: The Bare Essentials. Toronto, CA: B.C. Decker.
- Norton, K., & Olds, T. (1996). Antropométrica. Sidney: Southwood Press.
- Novak, L.P., Hyatt, R.E., & Alexander, J.F. (1968). Body composition and physiologic function of athletes. JAMA, 205(11), 764-70.
- Oka, H., Ichitani, K., & Kumamoto, M. (2003). Robotics and electromyographic kinesiology analyses of in front handsprings in tumbling. Jpn J Biomechanics Sports Exercise, 7(3), 170-178.
- Okamoto, A., Sakurai, S., Ikegami, Y., & Yabe, K. (1989). The changes in mechanical energy during the giant swing backward on the horizontal bar. En L. Tsarouchas, J. Terauds, B.A. Gowitzke, & L.E. Holt (Eds.), Biomechanics in sports V. (pp. 338-345). Athens: Hellenic Sports Research Institute.
- Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Moreno, L.A., González-Gross, M., Wärnberg, J., Gutiérrez, A., & Grupo AVENA. (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). Rev Esp Cardiol, 58(8), 898-909.
- Ozmun, J.C., Mikesky, A.E., & Surburg, P.R. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. Med Sci Sports Exerc, 26(4), 510-4.
- Pääsuke, M., Erelaine, J., Gapeyeva, H. (2000). Twitch contraction properties of plantar flexor muscles in pre- and post-pubertal boys and men. Eur J Appl Physiol, 82(5-6), 459-64.
- Pacheco, J. (1993). La proporcionalidad corporal. En F. Esparza (Ed.), Manual de cineantropometría. (pp. 95-112). Pamplona: FEMEDE.

Pain, M.T., Mills, C.L., & Yeadon, M.R. (2005). Video analysis of the deformation and effective mass of gymnastics landing mats. *Med Sci Sports Exerc*, 37(10), 1754-60.

Papin, B. (2002). Gymnastes de haut niveau, conversion symbolique et conditions de choix. En J.F. Robin (Ed), *3èmes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA*, Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique de l'Université de Lille 2, Lille, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.

Parizkova, J. (1977). *Body Fat and Physical Fitness*. (pp. 83-85). The Hague, Holland: Martinus Nijhoff Medical Division.

Park, S., & Prassas, S. (1995). A comparative analysis of the triple backward and the double backward somersault on the high bar. En A. Barabas & G. Fabian (Eds.), *Biomechanics in Sports XII*. (pp. 252-254). Budapest, Hungary: International Society of Biomechanics in Sports & Hungarian University of Physical Education.

Parker, D.F., Round, J.M., Sacco, P., & Jones, D.A. (1990). A cross-sectional survey of upper and lower limb strength in boys and girls during childhood and adolescence. *Ann Hum Biol*, 17(3), 199-211.

Payne, A.H., & Barker, P. (1976). Comparison of the take-off forces in the flic flac and the back somersault in gymnastics. En P.V. Komi (Ed.), *Biomechanics*. (pp. 314-321). Baltimore: University Park Press.

Peccolo, H.P. (1997). L'apprentissage du balancer avant en barre fixe. *GYM' Technic*, 18, 7-10.

Peltenburg, A.L., Erich, W.B.M., Bernink, M.J.E., Zonderland, M.L., & Huisveld, I.A. (1984). Biological maturation, body composition, and growth of female gymnasts and control groups of schoolgirls and girl swimmers, aged 8 to 14 years: A cross-sectional survey of 1064 girls. *International Journal of Sports Medicine*, 5(1), 36-42.

Pendergast, D.R. (1989). Cardiovascular, respiratory, and metabolic responses to upper body exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 21(5), S121-5.

Pérez, B. (1981). Los atletas venezolanos, su tipo físico. *Tesis Doctoral*. Universidad Central de Venezuela.

Petiot, B. (1987). Différences anthropométriques entre les gymnastes masculins de spécialités différentes. En B. Petiot, J.H. Salmela, & T.B. Hoshizaki (Eds.), *World Identification Systems for Gymnastic Talent*. (pp. 77-93). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.

Petiot, B., Salmela, J.H., & Hoshizaki, T.B. (1987). *World Identification Systems for Gymnastic Talent*. Montreal, CA: Sport Psyche Publications.

Petit, P. (1996). L'épaule du gymnaste. *GYM' Technic*, 17, 4-7.

Pidcoe, P.E. (2005). The biomechanics principles behind training giant swings. *Technique*, 25(8), 6-8.

Plotkin, A.B., Rubin, V.S., & Arkaev, L.Y. (1983). Exercises with weights in specific conditioning of elite gymnasts. *Gymnastika*, 1, 21-23.

Plotkin, A.B., Rubin, V.S., & Arkaev, L.Y. (1989). Exercises with weights in specialized physical preparation of high level gymnasts. *Soviet Sports Review*, 24(2), 66-70.

Poortmans, J.R., Boisseau, N., Moraine, J.J., Moreno-Reyes, R., & Goldman, S. (2005). Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 37, 316-322.

Prassas, S. (1988). Biomechanical model of the press handstand in gymnastics. *International Journal of Sport Biomechanics*, 4(4), 326-341.

Prassas, S. (1990). Reverse hecht (Tkatchovs) on the horizontal bar: a case study. En M. Nosek, D. Sojka, W. Morrison, & P. Susanka. (Eds.), *Biomechanics in Sports VIII*. (pp. 141-144). Prague, Czechoslovakia: International Society of Biomechanics in Sports.

Prassas, S. (1991). Mechanics of the straight arms/straight body press handstand. *Journal of Human Movement Studies*, 20(1), 1-13.

- Prassas, S. (1996). Technique analysis of the back toss on the parallel bars performed by elite gymnasts. En A. Barabas & G.Y. Fabian (Eds.), Proceedings XII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 249-254). Budapest, Hungary: Hungarian University of Physical Education.
- Prassas, S. (2002). Vaulting Mechanics. XX International Symposium on Biomechanics in Sports. Applied Proceedings: Gymnastics. Cáceres, Spain: International Society on Biomechanics in Sports, University of Extremadura.
- Prassas, S., & Kelley, D. (1985). Mechanical analysis of the inverted giant swing. En J. Terauds & J. Barham (Eds.), Biomechanics in Sports II. (pp. 218-226). Del Mar, CA: Academic Publishers.
- Prassas, S., & Papadopoulos, C. (1998). Dynamics of forward swinging skills on the parallel bars. En H. Riehle & M. Vieten (Eds.), Proceedings of XVI International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 216-218). Konstanz, Germany: UVK Universitätsverlag .
- Prassas, S., & Terauds J. (1986). Gaylord II: A qualitative assessment. En J. Terauds, B. Gowitzke, & L. Holt. (Eds.), Biomechanics in Sports III. (pp. 103-105). Del Mar, CA: Academic Publishers.
- Prassas, S., Kelley, D.L., & Pike, N.L. (1986). Shoulder joint torques and the straight arm flexed hip press handstand on the parallel bars. En J. Terauds, B. Gowitzke, & L. Holt (Eds.), Biomechanics in sports III. (pp. 83-95). Del Mar, CA: Academic Publishers.
- Prassas, S., Kwon, Y.H., & Sands, W.A. (2006). Biomechanical research in artistic gymnastics: a review. Sports Biomech, 5(2), 261-91.
- Prat, J.A. (1986). La Bateria Eurofit en la Población Catalana. Direcció General de l'Esport. Barcelona, Generalitat de Catalunya.
- Pratt, M. (1989). Strength, flexibility, and maturity in adolescent athletes. Am J Dis Child, 143 (5), 560-3.
- Preece, M.A. (1986). Prepuberal and puberal endocrinology. En F. Faulkner & J.M. Tanner (Eds.), Human Growth. (pp. 211-224). New York: Plenum Press.
- Prevost, P. (2001). La Souplesse. Techniques d'amélioration de la souplesse: fondements physiologiques et implications pratiques (1re partie). GYM' Technic 39, 20-26.
- Prevost, P. (2002). La Souplesse. Techniques d'amélioration de la souplesse: fondements physiologiques et implications pratiques (2e partie). GYM' Technic, 40, 02-09.
- Queary, J.L., & Laubach, L.L. (1992). The effects of muscular strength/endurance training. Technique, 12(1), 9-11.
- Quêtelet, A. (1835). Sur l'homme et le développement de ses facultés, ou essai de physique sociale (Vol. 2). Paris: Bachelier.
- Ramsay, J.A., Blimkie, C.J., Smith, K., Garner, S., MacDougall, J.D., & Sale, D.G. (1990). Strength training effects in prepubescent boys. Med Sci Sports Exerc, 22(5), 605-14.
- Real Federación Española de Gimnasia. (2005). Normativa Técnica Nacional (Gimnasia Artística Masculina). Madrid, España: RFEG.
- Regnier, G., & Salmela, J.H. (1987). Predictors of succes in Canadian male gymnasts. En B. Petiot, J.H. Salmela, & T.B. Hoshizaki (Eds.), World identification systems for gymnastic talent. Montreal, CA: Sports Psyche Editions.
- Reid, J.G., & Kopp, P.M. (1983). A force-torque analysis of the kip on the horizontal bar. Canadian Journal of Applied Sport Sciences, 8(4), 271-274.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. Journal of Sports Sciences, 18(9), 669-683.
- Renson R. (1988). Ontstaan, verantwoording en selectie van de Eurofit – motorische testbatterij. Hermes, 19,5-39.
- Requejo, P.S., McNitt-Gray, J.L., & Flashner, H. (2002). Flight phase joint control required for successful gymnastics landings. Medicine and Science in Sports and Exercise, 34(5), 99

- Riera, J. (2005). Habilidades en el Deporte. Barcelona: INDE Publicaciones
- Rocha, M. (1975). Peso óseo do brasileiro de ambos sexos de 17 a 25 anos. Arquivos de Anatomia e Antropologia, 1, 445-51.
- Rodríguez, C., Sanchez, G., Garcia, E., Martinez, M., & Cabrera, T. (1986). Contribution to the study of the morphological profile of highly competitive male Cuban athletes. Boletín Científico-técnico, 1/2, 6-24.
- Rodríguez, E., & Berral, F.J. (2006). Estudio morfológico en gimnastas argentinos de alto rendimiento. Rev Brasíl Cineantrop & Desemp Hum 8(4), 16-24.
- Rodríguez, F.A. (1989). Fisiología, valoración funcional y deporte de alto rendimiento. Apuntes Educación Física y Deportes, 15, 48-56.
- Rodríguez, F.A. (1999). Bases metodológicas de la valoración funcional. Ergometría. En J.J. González Iturri, J.A. Villegas (Coord.), Valoración del deportista. Aspectos biomédicos y funcionales (pp. 229-271), Monografías FEMEDE nº6. Pamplona: Federación Española de Medicina del Deporte
- Rodríguez, F.A., & Aragonés, M.T. (1992). Valoración funcional de la capacidad de rendimiento físico. En J. González (Ed.), Fisiología de la Actividad Física y del Deporte. (pp. 237-278). Madrid: Interamericana-McGraw/Hill.
- Rolland-Cachera, M.F., Brambilla, P., Manzoni, P., Akrouf, M., Sironi, S., Del Maschio, A., & Chiumello, G. (1997). Body composition assessed on the basis of arm circumference and triceps skinfold thickness: a new index validated in children by magnetic resonance imaging. Am J Clin Nutr, 65(6), 1709-13.
- Ross, W.D., & Marfell-Jones, M.J. (1982). Kinanthropometry. Ithaca, NY: Movement Publications.
- Ross, W.D., & Wilson, N.C. (1974). A Stratagem for Proportional Growth Assessment. En J. Borns & M. Hebbelink (Eds.), Children in Exercise. Acta Paed. Bel. (pp. 169-182).
- Rowland, T.W. (1996). Developmental Exercise Physiology. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Rozin, E. Y. (1974). The influence of anthropometric parameters on successful learning in gymnastics. Yessis review of soviet physical education and sports, 9(1), 16-21.
- Rozin, E.Y. (1979). Metodología para la selección y pronosticación de las aptitudes para la práctica de la Gimnasia Artística. Moscú: Gtsolifk.
- Rozin, E.Y., & Ceburaev, V.S. (1981). Indicadores de edad y perfil somático de los participantes en la XXII Olimpiada. Gimnastika I. Moscú: Fiskultura i Sport.
- Rozin, E.Y., & Rogacev, O. (1994). Systeme d'évaluation de la preparation physique spécifique des jeunes gymnastes (femmes). En Mireille Ganzin (Ed.), Gymnastique artistique et GRS. Communication scientifiques et techniques d'experts étrangers. (pp. 227-230). Paris: INSEP Publications.
- Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Gutiérrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., & Castillo, M.J. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: a European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. J Public Health, 14, 269-277.
- Russell, K. (1987). Gymnastic talent from detection to perfection. En B. Petiot, J.H. Salmela, & T.B. Hoshizaki (Eds.), World Identification Systems for Gymnastic Talent. (pp. 4-13). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.
- Saavedra, J.M. (2002). Valoración multidimensional y rendimiento en nadadores jóvenes de nivel nacional. Tesis Doctoral. Universidad de La Coruña.
- Saavedra, J.M., Escalante, Y., & Rodríguez, F.A. (2010). A multivariate analysis of performance in young swimmers. Pediatric Exercise Science, 22(1), 135-151.
- Sáez, F. (2003). Gimnasia Artística. Los Fundamentos de la Técnica. Madrid: Biblioteca Nueva, S.L.
- Sáez, F., & Gutiérrez-Sánchez, A. (2007). La génesis de las rotaciones gimnásticas (I). Kronos, 6(12), 4-11.

- Sáez, F., & Gutiérrez-Sánchez, A. (2007). La génesis de las rotaciones gimnásticas (II), Kronos, 7(13), 52-62.
- Sale, D.G. (1976). "Strength"; Mechanical properties of muscular contractions, neuromuscular mechanisms, and applications to gymnastics performance and training. En J. H. Salmela (Ed.), The Advanced Study of Gymnastics. (pp. 218-232). Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Sale, D.G. (1989). Strength training in children. En G. Gisolfi & D. Lamb (Eds.), Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine. (pp. 165-216). Indianapolis: Benchmark.
- Sale, D.G., & Judd, R.L. (1974). Dynamometric instrumentation of the rings for analysis of gymnastic movements. Med Sci Sports, 6(3), 209-16.
- Sale, D.G., MacDougall, J.D., Alway, S.E., & Sutton, J.R. (1987). Voluntary strength and muscle characteristics in untrained men and women and male bodybuilders. J Appl Physiol, 62(5), 1786-93.
- Sale, D.G., McComas, A.J., MacDougall, J.D., & Upton, A.R. (1982). Neuromuscular adaptation in human thenar muscles following strength training and immobilization. J Appl Physiol, 53(2), 419-24.
- Salmela, J.H., Régnier, G., & Proteau, L. (1987). Analyse biobehaviorale des déterminants de la performance en gymnastique. En B. Petiot, J.H. Salmela, & T.B. Hoshizaki (Eds.), World Identification Systems for Gymnastic Talent. (pp. 126-142). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.
- Saltin, B., & Astrand, P.O. (1967). Maximal oxygen uptake in athletes. J Appl Physiol, 23(3), 353-8.
- Sands, W.A. (1984). The selection process: coaching women's gymnastics. (pp. 63-91). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Sands, W.A. (1994). Physical abilities profiles - 1993 national TOP's testing. En S. Whitlock (Ed.), Conference Proceedings of 1994 Congress USA Gymnastics. (pp. 29-34). Indianapolis: USA Gymnastics.
- Sands, W.A. (2000). Physiological aspects of gymnastics. En B. G. Bardy, T. Pozzo, P. Nouillot, N. Tordi, P. Delemarche, C. Ferrand, Y. Lziart, D. Hauw, J. Aubert, M. Loquet, A. Durny, & J. F. Robin (Eds.), Actes des 2mes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA (pp. 68-71). Univeristé, de Rennes, Rennes, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.
- Sands, W.A. (2002). Monitoring Gymnastics Training. En J.F. Robin (Ed.), Actes des 3es Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA. Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique de l'Université de Lille 2, France: Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.
- Sands, W.A. (2003). Physiology. En W.A. Sands, D.J. Caine, & J. Borms (Eds.), Scientific Aspects of Women's Gymnastics. (pp. 128-161). Bassel: Karger.
- Sands, W.A., Dunlavy, J.K., Smith, S.L., Stone, M.H. & McNeal, J.R. (2006a). Understanding and training the Maltese. Technique, 26(5), 6-9.
- Sands, W.A., & McNeal, J.R. (1995). The relationship of vault run speeds and flight duration to score. Technique, 8-10.
- Sands, W.A., & McNeal, J.R. (1999). Judging gymnastics with biomechanics. Sport Science, 3(1), 1-3.
- Sands, W.A., & McNeal, J.R. (2000). Enhancing flexibility in gymnastics. Technique, 20(5), 6-9.
- Sands, W.A., & McNeal, J.R. (2006). The inverted cross: a case study with training implications. Technique, 26(2), 22-23.
- Sands, W.A., McNeal, J.R., & Jemni, M. (2001). Anaerobic Power Profile. Technique, 21(5), 5-9.
- Sands, W.A., McNeal, J.R., Stone, M.H., Haff, G.G., & Kinser, A.M. (2008). Effect of vibration on forward split flexibility and pain perception in young male gymnasts. Int J Sports Physiol Perform, 3(4), 469-81.

- Sands, W.A., McNeal, J.R., Stone, M.H., Russell, E.M., & Jemni, M. (2006b). Flexibility enhancement with vibration; acute and long-term. Med Sci Sports Exerc, *38*(4), 720-5.
- Sands, W.A., Mikesky, A.E., & Edwards, J.E. (1991). Physical abilities field tests USA Gymnastics Federation Women's National Teams. USGF Sport Science Congress Proceedings, *1*(1), 39-47.
- Sano, S., Ikegami, Y., Nunome, H., Apriantono, T., & Sakurai, S. (2007). The continuous measurement of the springboard reaction force in gymnastic vaulting. J Sports Sci, *25*(4), 381-91.
- Saris, W.H. (1986). Habitual physical activity in children: methodology and findings in health and disease. Med Sci Sports Exerc, *18*(3), 253-63.
- Schack, T. (2003). The relationship between motor representation and biomechanical parameters in complex movements: towards an integrative perspective of movement science. European Journal of Sport Science, *3*(2), 1-13.
- Schnabel, G., & Thiess, G. (1994). Trainingswissenschaft: Leistung, Training, Wettkampf. Auflage. Berlin. Deutschland.
- Secher, N.H., & Vollenitis, S. (2006). Are the arms and legs in competition for cardiac output? Med Sci Sports Exerc, *38*(10), 1797-803.
- Seeley, M.K., & Bressel, E. (2005). A comparison of upper-extremity reaction forces between the yurchenko vault and floor exercise. Journal of Sports Science & Medicine, *4*(2), 85-94.
- Seliger, V., Budka, I., Buchberger, J., Dosoudil, F., Krupova, J., Libra, M., & Yabe, K. (1970). Métabolisme énergétique au cours des exercices de gymnastique. Klinanthropologie, *2*, 159-169.
- Serafin, R., Golema, M., & Siemiński, A. (2008). Mechanical loading of the gymnast's motor system during swing on rings. Biology of Sport, *25*(4), 351-60.
- Sermeev, B.V. (1966). Development of mobility in the hip joint in sportsmen. Yessis review of soviet physical education and sports, *2*, 16-17.
- Sheldon, W.H., Stevens, S.S., & Tucker, W.B. (1940). The Varieties of Human Physique. New York: Harper & Brothers.
- Shiraishi, Y. (1999). Psychological considerations on safety equipment and learning/teaching apparatus. En M. Leglise (Ed.), Symposium Medico-Technique. (pp. 93-104). Lyss, Switzerland: International Gymnastics Federation.
- Shirley, F.R., O'Connor, P., Robinson, M.E., & MacMillan, M. (1994). Comparison of lumbar range of motion using three measurement devices in patients with chronic low back pain. Spine, *19*(7), 779-83.
- Shlemin. (1979). El Joven Gimnasta. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Siatras, T., Papadopoulos, G., Mameletzi, D., Gerodimos, V., & Kellis, S. (2003). Static and dynamic acute stretching effect on gymnasts' speed in vaulting. Pediatric Exercise Science, *15*, 383-391.
- Sica, R.E., & McComas, A.J. (1971). Fast and slow twitch units in a human muscle. J Neuro Neurosurg Psychiatry, *34*(2), 113-20.
- Silla, D. (1999). Capacidad Física y Valoración Funcional del Jugador de Hockey Hierba. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.
- Silla, D., & Rodríguez, F.A. (2005). Valoración de la condición física en jugadores de hockey hierba de alto nivel. Apunts d'Educació Física i Esports, *80*, 37-44.
- Singh, H., Rana, R.S., & Walia, S.S. (1987). Effect of strength and flexibility on performance in men's gymnastics. En B. Petiot, J.H. Salmela, & T.B. Hoshizaki (Eds.), World Identification Systems for Gymnastic Talent. (pp. 118-121). Montreal, CA: Sport Psyche Editions.
- Sjostrom, M., Lexell, J., & Downham, D.Y. (1992). Differences in fiber number and fiber type proportion within fascicles. A quantitative morphological study of whole vastus lateralis muscle from childhood to old age. Anat Rec, *234*(2), 183-9.
- Skubic, V., & Hodgkins, J. (1967). Relative strenuousness of selected sports as performed by women. Research Quarterly, *38*(2), 305-313.

Slaughter, M.H., Lohman, T.G., Boileau, R.A., Horswill, C.A., Stillman, R.J., Van Loan, M., & Bembien, D.A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Hum Biol, 60(5), 709-723.

Smolevsky, V., & Gaverdovsky, I. (1996). Tratado General de la Gimnasia Artística Deportiva. Barcelona: Paidotribo.

Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández Ramos C, Lizárraga A, Lorenzo H, Madariaga L, Rica I, Ruiz I, Sánchez E, Santamaría C, Serrano JM, Zabala A, Zurimendi B, Hernández M. (2004). Curvas y tablas de crecimiento: estudios longitudinal y transversal. Bilbao: Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo. Fundación Faustino Orbeagozo Eizaguirre.

Sol, J.B.M. (1987). The Bisdorn/Sol aptitude test for female gymnasts. En B. Petiot, J.H. Salmela, & T.B. Hoshizaki (Eds.), World Identification Systems for Gymnastic Talent. (pp. 113-117). Montreal, CA: Sport Psyche Publications.

Solanellas, F. (1995). Valoración funcional de tenistas de diferentes categorías. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

Solanellas, F., & Rodríguez, F.A. (1996). Multidisciplinary evaluation and performance prediction of tennis players of different age and sex categories. In Marconnet, P., Gaulard, J., Margaritis, I., & Tessier, F. (Eds.), Proceedings 1st Annual Congress of the European College of Sport Science (pp. 345-349). Nice: ECSS.

Spielberger, C.D., Gorsuch, R.L., & Lushene, R.L. (1970). Stai Manual. Palo Alto: Consulting Psychologists Press.

Springs, E.J., Lanovaz, J.L., & Russell, K.W. (2000). The role of shoulder and hip torques generated during a backward giant swing on rings. Journal of Applied Biomechanics, 16, 289-300.

Springs, E.J., Lanovaz, J.L., Watson, L.G., & Russell, K.W. (1998). Removing swing from a handstand on rings using a properly timed backward giant circle: a simulation solution. J Biomech, 31(1), 27-35.

Steele, V.A., & White, J.A. (1986). Injury prediction in female gymnasts. Br J Sports Med, 20(1), 31-3.

Stenberg, J., Astrand, P.O., Ekblom, B., Royce, J., & Saltin, B. (1967). Hemodynamic response to work with different muscle groups, sitting and supine. J Appl Physiol, 22(1), 61-70.

Stepnicka, J. (1974). Typology of sportsmen. Acta Universitatis Carolinae, Gymnica, 1(67-90)

Stepnicka, J. (1977). Somatotypes of Czechoslovak Athletes. En O.G. Eiben (Ed.), Growth and Development: Physique. (pp. 357-64). Budapest: Academiai Kiado.

Szogy, A., & Cherebetiu, G. (1971). Capacité aérobie maximum chez les sportifs de performance. Médecine du sport, 45, 224-234.

Szopa, J. (1982). Familial studies on genetic determination of some manifestations of muscular strength in man. Gen. Polonica, 223, 65-79.

Takei, Y. (1988). Techniques used in performing the handspring and salto forward tucked in gymnastics vaulting. International Journal of Sport Biomechanics, 4(3), 260-81.

Takei, Y. (1989). Techniques used by elite male gymnasts performing a handspring vault at the 1987 Pan American Games. International Journal of Sport Biomechanics, 5(1), 1-25.

Takei, Y. (1991). A comparison of techniques used in performing the men's compulsory vault at the 1988 Olympics. International Journal of Sport Biomechanics, 7, 54-75.

Takei, Y. (1991). Comparison of blocking and postflight

techniques of male gymnasts performing the 1988 Olympic compulsory vault. International Journal of Sport Biomechanics, 7, 371-91.

Takei, Y. (1992). Blocking and postflight techniques of male gymnasts performing the compulsory vault at the 1988 Olympics. International Journal of Sport Biomechanics, 8, 87-110.

Takei, Y. (1998). Three-dimensional analysis of handspring with full turn vault: deterministic model.

coaches beliefs, and judges Scores. International Journal of Sport Biomechanics, 14, 190-210.

Takei, Y. (2005). The Roche vault: Elite performance, on-horse and postflight mechanical model, and judges' scores. Res Q Exerc Sport, S26

Takei, Y. (2007). The Roche vault performed by elite gymnasts: somersaulting technique, deterministic model, and judges' scores. J Appl Biomech, 23(1), 1-11.

Takei, Y., Blucker, E., Dunn, J., Myers, S., & Fortney, V. (1996). A three-dimensional analysis of the men's compulsory vault performed at the 1992 Olympic Games. International Journal of Sport Biomechanics, 12, 237-257.

Takei, Y., & Dunn, J.H. (1996). A comparison of techniques used by elite gymnasts in performing the basket-to-handstand mount. Journal of Sports Sciences, 14(3), 269-279.

Takei, Y., & Dunn, J.H. (1997). A 'kickout' double salto backward tucked dismount from the horizontal bar performed by elite gymnasts. Journal of Sports Sciences, 15(4), 411-25.

Takei, Y., Dunn, J.H., & Blucker, E. (2003). Techniques used in high-scoring and low-scoring "Roche" vaults performed by elite male gymnasts. Sports Biomech, 2(2), 141-62.

Takei, Y., Dunn, J.H., & Blucker, E.P. (2007). Somersaulting techniques used in high-scoring and low-scoring Roche vaults performed by male Olympic gymnasts. J Sports Sci, 25(6), 673-85.

Takei, Y., Dunn, J.H., Nohara, H., & Kamimura, M. (1995). New outer grip technique used by elite gymnasts in performing the feldge to handstand mount. Journal of Applied Biomechanics, 11, 188-204.

Takei, Y., & Kim, E.J. (1990). Techniques used in performing the handspring and salto forward tucked vault at the 1988 Olympic Games. International Journal of Sport Biomechanics, 6, 111-138.

Takei, Y., Nohara, H., & Kamimura, M. (1992). Technique used by elite gymnasts in the 1992 Olympic compulsory dismount from the horizontal bar. International Journal of Sport Biomechanics, 8, 207-32.

Tanner, J.M. (1962). Growth and Adolescence. Oxford: Blackwell.

Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., & Takaishi, M. (1966). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. Part I. Archives of Disease in Childhood, 41, 454-471.

Theintz, G.E., Howald, H., Allemann, Y., & Sizonenko, P.C. (1989). Growth and pubertal development of young female gymnasts and swimmers: a correlation with parental data. International Journal of Sports Medicine, 10(2), 87-91.

Thomas, L., Fiard, J., Soulard, C., & Chautemps, G. (1997). Gimnasia Deportiva. Lleida: Editorial Deportiva Agonos.

Thorhauer, H.A., & Kempe, M. (1993). Sporttechnische Leitbilder im Trainingsprozess. Sportwissenschaft, 23(2), 158-174.

Thorland, W.G., Johnson, G.O., Fagot, T.G., Tharp, G.D., & Hammer, R.W. (1981). Body composition and somatotype characteristics of junior Olympic athletes. Med Sci Sports Exerc, 13(5), 332-8.

Tichonov, V.N. (1978). Improvement of vaulting technique in gymnastics. En F. Landry & W. A. Orban (Eds.), Biomechanics of Sports and Kinanthropometry. (pp. 237-243). Miami: Symposia Specialists.

Tihanyi, J., Apor, P., & Fekete, G. (1982). Force-velocity-power characteristics and fiber composition in human knee extensor muscles. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 48(3), 331-43.

Tomkinson, G.R., Olds, T.S., & Borms, J. (2007). Who are the Eurofittest? Med Sport Sci, 50, 104-28

Topinard, P. (1870). Rapport sur la population indigène de l'oasis de Biskra. Bull. et Mém. Soc. Anthropol, 2(5), 548-555.

Tous, J. (2000). Entrenamiento de la musculatura abdominal. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

- Tremayne, P., & Barry, R.J. (1988). An application of psychophysiology in sports psychology: heart rate responses to relevant and irrelevant stimuli as a function of anxiety and defensiveness in elite gymnasts. *Int J Psychophysiol*, *6*(1), 1-8.
- Trifonov, A.G., & Yessis, M. (1986). Gymnasts also need slow strength. *NCSA Journal*, *8*(4), 43-45.
- Tsigilis, N., Douda, H., & Tokmakidis, S.P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Percept Mot Skills*, *95*(3), 1295-300.
- Ukran, M.L. (1978). Preparación Física. En M.L. Ukran (Ed.), *Metodología del Entrenamiento de los Gimnastas*. (pp. 139-159). Zaragoza (España): Editorial Acribia.
- Ukran, M.L., Cheburaev, V.S., & Antonov, L.K. (1970). Scientific work in the USSR. gymnastics team. *Yessis review of soviet physical education and sports*, *5*(1), 1-6.
- Vaeyens, R., Güllich, A., Warr, C. R., & Philippaerts, R. (2009). Talent identification and promotion programmes of Olympic athletes. *Journal of Sports Sciences*, *1*, 1-14.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, M.A., & Philippaerts, M. (2008). Talent identification and development programmes in sport. Current models and future directions. *Sports Medicine*, *38*(9), 703-14.
- Vaeyens, R., Malina, R.M., Janssens, M., Van Renterghem, B., Bourgois, J., Vrijens, J., & Philippaerts, R.M. (2006). A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent youth soccer project. *Br J Sports Med*, *40*(11), 928-34.
- Vallois, H.V. (1965). Anthropometric techniques. *Current Anthropology*, *6*(2), 127-143.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H.C. (1986). Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, *55*(5), 503-6.
- Vander, A.J., Sherman, J.H., & Luciano, D.S. (1970). *Human Physiology. The Mechanisms of Body Functions*. New York: McGraw-Hill.
- Vandervoort, A.A., Chesworth, B.M., Cunningham, D.A., Paterson, D.H., Rechnitzer, P.A., & Koval, J.J. (1992). Age and sex effects on mobility of the human ankle. *J Gerontol*, *47*(1), 17-21.
- Vélez, M. (1992). El entrenamiento de la fuerza para mejorar el salto. *Apunts. Medicina de l'Esport*, *112*, 139-156.
- Viana, J., & Lebre, E. (2005). Heart rate analysis during men and women artistic gymnastics routines. En J. F. Robin (Ed.), *Actes des 5mes Journées Internationales d'Etude de l'AFRAGA*. (pp. 81-83). Créteil, France: L'Association Française de Recherche en Activités Gymniques et Acrobatiques.
- Viltasalo, J.T. (1988). Evaluation of explosive strength for young and adult athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *59*(1), 9-13.
- Vila, M. H. (2002). Estructura condicional en las preseleccionadas gallegas de diferentes categorías de formación en balonmano. *Tesis Doctoral*. Universidad de La Coruña.
- Vila Suárez, H., Fernández Romero, J.J., & Rodríguez, F.A. (2002) Multidimensional evaluation of female handball players: talent selection by discriminant analysis. *Proceedings of the 7th Annual Congress of the European College of Sport Science* (Vol. I; p. 621). Athens: ECSS, University of Athens.
- Vila, M.H., Fernández, J.J., & Rodríguez, F.A. (2007). Evolución de la condición física en jugadoras de balonmano en las categorías infantil, cadete y juvenil. *Apunts. Educación Física y Deportes*, *87*, 99-106.
- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, *IV*(3), 2-8.
- Volkov, V.M., & Filin, V.P. (1989). *Selección Deportiva*. URSS: Vipo.
- Von Döbeln, W. (1964). Determination of body constituents. En G. Blix (Ed.), *Occurrences, causes and prevention of overnutrition*. Upsala: Almqvist & Wiksell .
- Voorrips, L.E., Lemmink, K.A., Van Heuvelen, M.J., Bult, P., & Van Staveren, W.A. (1993). The physical condition of elderly women differing in habitual physical activity. *Med Sci Sports Exerc*,

25(10), 1152-7.

Weimann, E. (2002). Gender-related differences in elite gymnasts: the female athlete triad. Journal of Applied Physiology, 92(5), 2146-2152.

Weimann, E., Witzel, C., Schwidrigall, S., & Bohles, H.J. (2000). Peripubertal perturbations in elite gymnasts caused by sport specific training regimes and inadequate nutritional intake. International Journal of Sports Medicine, 21, 210-215.

Weltman, A., Janney, C., Rians, C.B., Strand, K., Berg, B., Tippitt, S., Wise, J., Cahill, B.R., & Katch, F.I. (1986). The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. Med Sci Sports Exerc, 18(6), 629-38.

Wettstone, E. (1938). Test for predicting potential ability in gymnastics and tumbling. Research Quarterly, 9, 115-127.

Willmore, J.H., & Costill, D.L. (2004). Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Barcelona: Paidotribo.

Wolanski, N., & Kasprzak, E. (1979). Similarity in some physiological, biomechanical and psychomotor traits between parents and 2-45 years old offspring. Human Biology, 3, 85-131.

World Medical Association. (1964). World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Helsinki, Finland: 18th WMA General Assembly.

Würch, A. (1974). La femme et le sport. Médecine Sportive Française, 4, 441-445.

Yamashita, N., Kumamoto, M., & Okamoto, T. (1979). Electromyographic study of forward and backward giant swing on the horizontal bar. En J. Terauds & D.B. Daniels. (Eds.), Science in Gymnastics. (pp. 67-72). Del Mar, CA: Academic Publishers.

Yeadon, M.R. (1990). The simulation of aerial movement-I. The determination of orientation angles from film data. J Biomech, 23(1), 59-66.

Yeadon, M.R. (1990). The simulation of aerial movement-II. A mathematical inertia model of the human body. J Biomech, 23(1), 67-74.

Yeadon, M.R. (1990). The simulation of aerial movement-III. The determination of the angular momentum of the human body. J Biomech, 23(1), 75-83.

Yeadon, M.R. (1993). The biomechanics of twisting somersaults. Part I: Rigid body motions. J Sports Sci, 11(3), 187-98.

Yeadon, M.R. (1993). The biomechanics of twisting somersaults. Part II: Contact twist. J Sports Sci, 11(3), 199-208.

Yeadon, M.R. (1993). The biomechanics of twisting somersaults. Part III: Aerial twist. J Sports Sci, 11(3), 209-218.

Yeadon, M.R. (1993). The biomechanics of twisting somersaults. Part IV: Partitioning performances using the tilt angle. J Sports Sci, 11(3), 219-25.

Yeadon, M.R. (1994). Twisting techniques used in dismounts from the rings. Journal of Applied Biomechanics, 10, 178-188.

Yeadon, M.R. (1997). The biomechanics of the human in flight. American Journal of Sports Medicine, 25(4), 575-80.

Yeadon, M.R. (1997). Twisting double somersault high bar dismounts. Journal of Applied Biomechanics, 13, 76-87.

Yeadon, M.R. (1999). Techniques used in full twisting somersaults in gymnastics floor exercises. Conference Proceedings of the Annual Conference of the British Association of Sport and Exercise Sciences. (Vol. 17): Henwick Grove, UK: University College Worcester.

Yeadon, M.R., & Brewin, M.A. (2003). Optimised performance of the backward longswing on rings. J Biomech, 36(4), 545-52.

Yeadon, M.R., & Hiley, M. (2000). The mechanics of backward giant circle on the high bar. Human Movement Science, 19, 153-173.

-
- Yeadon, M.R., & Hiley, M.J. (2002). The margin for error in timing the release for double layout somersault dismounts from high bar. Medicine and Science in Sports and Exercise, 34(5), 107
- Yeadon, M.R., & Mikulcik, E.C. (1996). The control of non-twisting somersaults using configuration changes. Journal Biomech, 29(10), 1341-1348.
- Yeadon, M.R., Atha, J., & Hales, F.D. (1990). The simulation of aerial movement-IV. A computer simulation model. J Biomech, 23(1), 85-9.
- Yeadon, M.R., King, M.A., & Sprigings, E.J. (1998). Pre-flight characteristics of Hecht vaults. J Sports Sci, 16(4), 349-56.
- Yeadon, M.R., Lee, S., & Kerwin, D.G. (1990). Twisting techniques used in high bar dismounts. International Journal of Sport Biomechanics, 6, 139-146.
- Young, W.B., Wilson, G.J., & Byrne, C. (1999). A comparison of drop jump training methods: effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. Int J Sports Med, 20(5), 295-303.
- Zaharieva, E., Georgiev, N., & Tchechmedgiev, R. (1979). Recherches anthropométriques sur les gymnastes masculins et féminins des XVIII Championats du Monde de Varna (Bulgarie) de 1974. Cinésiologie, 18, 19-24.
- Zeng, L. (1985). The morphological characteristics of elite Chinese athletes who participated in gymnastics, swimming, weightlifting and track and field events. Tesis Doctoral. University of New York.
- Zetaruk, M.N. (2000). The young gymnast. Clinics in Sports Medicine, 19(4), 757-780.
- Zhu, C. (2000). Computer simulation for designing the giant swing on the horizontal bar. En Y. Hong & D. P. Johns (Eds.), Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports. (pp. 590-594). Hong Kong: International Society of Biomechanics in Sports.
- Zinkovsky, A.V., Vain, A.A., & Torm, R.J. (1976). Biomechanical analysis of the formation of gymnastic skill. En P.V. Komi (Ed.). Biomechanics. (pp. 322-325). Baltimore, MD: University Park Press.

9 ANEXOS

9.1 ANEXO: CUESTIONARIO VASD

NORMAS PARA CUBRIR EL CUESTIONARIO

A continuación se presentan una serie de cuestiones que valoran aspectos sociales relacionados con la práctica deportiva, el entrenamiento y las competiciones. No existen respuestas verdaderas o falsas, ni están formuladas para ser posteriormente evaluadas mediante una nota. Únicamente se pretende conocer la opinión del gimnasta. A continuación se plantean una serie de recomendaciones:

- Leer atentamente todas las preguntas.
- El gimnasta debe cubrir el cuestionario de forma totalmente individual y sólo si posee alguna duda, podrá solicitar ayuda.
- La respuesta elegida se marcará con un círculo alrededor del número correspondiente.

DATOS GENERALES

Nombre y Apellidos: _____

Lugar de nacimiento: _____

Fecha de nacimiento (día/mes/año): _____

Dirección: _____

Localidad: _____

Provincia: _____

Código postal: _____

Teléfono / e-mail: _____

Club: _____

Categoría: _____

Nombre y Apellidos del Entrenador: _____

ANTECEDENTES SOCIALES

1.- Indica el número de hermanos que tienes (sin contarte tú mismo).

Cero	1
Uno	2
Dos	3
Tres o más	4

2.- Indica si tu padre/madre han practicado algún deporte de competición.

Madre	1
Padre	2
Madre y padre	3
Ninguno de los dos	4

3.- En caso de haber practicado algún deporte de competición...

¿Qué deporte practicó o practica tu madre? _____
¿Qué deporte practicó o practica tu padre? _____

4.- Tu padre tiene como profesión...

Funcionario	1
Profesional	2
Comercial	3
Empresario	4
Ama de casa	5
Jubilado	6
Desempleado	7
Otro	8

5.- Y tu madre tiene como profesión...

Funcionaria	1
Profesional	2
Comercial	3
Empresaria	4
Ama de casa	5
Jubilada	6
Desempleada	7
Otro	8

6.- ¿Cómo te desplazas al entrenamiento?

Caminando	1
En autobús	2
En coche	3
Combinando diferentes formas de desplazamiento	4
Otros	5

7.- ¿Tu hermano/a practica alguna especialidad gimnástica de forma federada?

Gimnasia artística	1
Gimnasia rítmica	2
Gimnasia aeróbica	3
Trampolín	4
Gimnasia acrobática	5
Ninguna	6

PRÁCTICA DEPORTIVA

- 8.- Indica cual fue el primer deporte que practicaste de forma federada:
- | | |
|--|---|
| Gimnasia Artística | 1 |
| Deportes individuales (atletismo, tenis, etc.) | 2 |
| Deportes colectivos (fútbol, baloncesto, etc.)..... | 3 |
- 9.- ¿Combinas la práctica federada de la gimnasia artística con otro deporte federado?
- | | |
|----------|---|
| No | 1 |
| Sí | 2 |
- 10.- ¿A que edad empezaste a practicar gimnasia por primera vez?
- | | |
|-----------------------------|---|
| Antes de los 3 años | 1 |
| Entre 4 y 5 años | 2 |
| Entre 6 y 8 años | 3 |
| Después de los 9 años | 4 |
- Indica la edad exacta!!!! _____
- 11.- ¿A que edad competiste por primera vez?
- | | |
|------------------------------|---|
| Con 6 años | 1 |
| Entre 7 y 8 años | 2 |
| Entre 9 y 10 años | 3 |
| Después de los 11 años | 4 |
- Indica la edad exacta!!!! _____
- 12.- ¿Porqué practicas la gimnasia artística?
- | | |
|---|---|
| Porque es un deporte completo | 1 |
| Porque tengo muchos amigos en el gimnasio | 2 |
| Porque me traen mis padres | 3 |
| Porque deseo ser un gran gimnasta | 4 |
| No lo se..... | 5 |
| Otras respuestas | 6 |
- 13.- ¿Cuál es tu mejor aparato?
- | | |
|-----------------------|---|
| Suelo..... | 1 |
| Potro con arcos | 2 |
| Anillas | 3 |
| Salto..... | 4 |
| Paralelas | 5 |
| Barra Fija | 6 |

ENTRENAMIENTO Y COMPETICIONES

14.- Indica el número de sesiones de entrenamiento que realizas a la semana:

Tres o menos de tres	1
Cuatro	2
Cinco	3
Seis	4
Siete	5
Más de siete	6
Indica cuantas exactamente !!!! _____	

15.- ¿Cuántas horas de entrenamiento realizas a la semana habitualmente?

Menos de 5 horas	1
Entre 5 y 7,5 horas	2
Entre 7,75 y 10 horas	3
Entre 10,25 y 14 horas	4
Más de 14 horas	5
Indica cuantas exactamente !!!! _____	

16.- ¿Cuántos aparatos entrenas al día de forma habitual?

Uno o dos	1
Dos o tres	2
Tres o cuatro	3
Cuatro o cinco	4
Cinco o seis	5
Seis	6
Más de seis	7

17.- A la hora de iniciar una competición, ¿En que aparato prefieres empezar?

Suelo	1
Potro con arcos	2
Anillas.....	3
Salto	4
Paralelas	5
Barra Fija.....	6
Indiferente	7

18.- ¿Has realizado alguna vez entrenamiento con pesas?

No.....	1
Sí, normalmente	2
Sí, alguna vez	3

- 19.- ¿Has realizado alguna vez un entrenamiento de carrera fuera del gimnasio?
- No 1
- Sí, normalmente 2
- Sí, alguna vez 3
- 20.- ¿Cuántas competiciones realizas al año normalmente?
- Entre una y dos 1
- Entre tres y cuatro 2
- Entre cinco y seis 3
- Más de seis 4
- 21.- Justo antes de competir; ¿piensas en ganar o en realizar una buena competición?
- Ganar 1
- Hacer una buena competición 2
- Indiferente 3
- 22.- Al inicio de la temporada; ¿hablas de los objetivos a conseguir con tu entrenador?
- Sí 1
- No 2
- 23.- De los siguientes términos, relaciona con flechas aquellos que te sean conocidos:
- | | |
|---------------------|---|
| Fuerza Máxima | Espagat |
| Fuerza Resistencia | Ejercicio en caballo con arcos |
| Fuerza Explosiva | Un salto carpa en suelo desde parado |
| Flexibilidad Activa | Un cristo en anillas (2 segundos) |
| Flexibilidad Pasiva | Tres rápidos lanzamientos frontales de una pierna |
| Elasticidad | Tijera en caballo con arcos |
- 24.- ¿Conoces las exigencias especiales del Código (FIG – RFEG) en tu categoría?:
- Sí 1
- No 2
- 25.- ¿A donde querías llegar como gimnasta?
- Campeón Olímpico 1
- Ir a unos Juegos Olímpicos 2
- Campeón del Mundo 3
- Ir a unos Campeonatos del Mundo 4
- Campeón de Europa 5
- Ir a unos Campeonatos de Europa 6
- Campeón de España 7
- Ir a unos Campeonatos de España 8
- Campeón de mi Comunidad 9
- Ir a unos Campeonatos Autonómicos 10
- Otros 11

HISTORIAL DE LESIONES

Tipo de lesión	Causas	Mes/Año (producida)	Localización	Operación	Índice de Gravedad	Actualmente
0	Externas al Entrenamiento		0 Cabeza	0 No		OK
1	Durante la Preparación Física		1 Cuello			
2	Durante el Calentamiento		2 Hombro			
3	Indefinida (Sobrecarga, etc.)		3 Codo	Si	1 Insignificante	2 SIENTO MOLESTIAS
	Debido a un incidente en: Suelo Arcos Anillas Salto Paralelas Barra Fija Otras	Duración sin entrenar normalmente	4 Muñeca	1 1	2 Molestia muy esporádica	
4			5 Mano	3	3 Molestia esporádica	
5			6 Dedo	2 2	4 Molestia sistemática	
6			7 Cadera	2	5 Entreno con dolor	
7			8 Zona Lumbar	3 1	6 El dolor impide entrenar	
8			9 Rodilla	3	7 Algo grave	
9			10 Tobillo	4	8 Grave	
10	Otras	4 4 o más...	9 Muy grave	3 NO ME HE RECUPERADO		
			11 Otras	10	Muy muy grave	

Observaciones:

Tipo de lesión	Causas	Mes/Año (producida)	Localización	Operación	Índice de Gravedad	Actualmente
0	Externas al Entrenamiento		0 Cabeza	0 No		OK
1	Durante la Preparación Física		1 Cuello			
2	Durante el Calentamiento		2 Hombro			
3	Indefinida (Sobrecarga, etc.)		3 Codo	Si	1 Insignificante	2 SIENTO MOLESTIAS
	Debido a un incidente en: Suelo Arcos Anillas Salto Paralelas Barra Fija Otras	Duración sin entrenar normalmente	4 Muñeca	1 1	2 Molestia muy esporádica	
4			5 Mano	3	3 Molestia sistemática	
5			6 Dedo	2 2	4 Molestia sistemática	
6			7 Cadera	2	5 Entreno con dolor	
7			8 Zona Lumbar	3 1	6 El dolor impide entrenar	
8			9 Rodilla	3	7 Algo grave	
9			10 Tobillo	4	8 Grave	
10	Otras	4 4 o más...	9 Muy grave	3 NO ME HE RECUPERADO		
			11 Otras	10	Muy muy grave	

Observaciones:

Tipo de lesión	Causas	Mes/Año (producida)	Localización	Operación	Índice de Gravedad	Actualmente
0	Externas al Entrenamiento		0 Cabeza	0 No		OK
1	Durante la Preparación Física		1 Cuello			
2	Durante el Calentamiento		2 Hombro			
3	Indefinida (Sobrecarga, etc.)		3 Codo	Si	1 Insignificante	2 SIENTO MOLESTIAS
	Debido a un incidente en: Suelo Arcos Anillas Salto Paralelas Barra Fija Otras	Duración sin entrenar normalmente	4 Muñeca	1 1	2 Molestia muy esporádica	
4			5 Mano	3	3 Molestia sistemática	
5			6 Dedo	2 2	4 Molestia sistemática	
6			7 Cadera	2	5 Entreno con dolor	
7			8 Zona Lumbar	3 1	6 El dolor impide entrenar	
8			9 Rodilla	3	7 Algo grave	
9			10 Tobillo	4	8 Grave	
10	Otras	4 4 o más...	9 Muy grave	3 NO ME HE RECUPERADO		
			11 Otras	10	Muy muy grave	

Observaciones:

Tipo de lesión	Causas	Mes/Año (producida)	Localización	Operación	Índice de Gravedad	Actualmente
0	Externas al Entrenamiento		0 Cabeza	0 No		OK
1	Durante la Preparación Física		1 Cuello			
2	Durante el Calentamiento		2 Hombro			
3	Indefinida (Sobrecarga, etc.)		3 Codo	Si	1 Insignificante	2 SIENTO MOLESTIAS
	Debido a un incidente en: Suelo Arcos Anillas Salto Paralelas Barra Fija Otras	Duración sin entrenar normalmente	4 Muñeca	1 1	2 Molestia muy esporádica	
4			5 Mano	3	3 Molestia sistemática	
5			6 Dedo	2 2	4 Molestia sistemática	
6			7 Cadera	2	5 Entreno con dolor	
7			8 Zona Lumbar	3 1	6 El dolor impide entrenar	
8			9 Rodilla	3	7 Algo grave	
9			10 Tobillo	4	8 Grave	
10	Otras	4 4 o más...	9 Muy grave	3 NO ME HE RECUPERADO		
			11 Otras	10	Muy muy grave	

Observaciones:

9.2 ANEXO: PLANTILLAS DE OBSERVACIÓN DE LOS BALANCEOS

Temas de Valoración	Balances 1		Balances 2		Balances 3		Balances 4		Balances 5		Balances 6		Balances 7		Balances 8		Balances 9		Balances 10		Puntuación	Nota Final																				
	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo	Actuación	Artículo																						
Deducciones por falta de estética y ejecución	Graves desviaciones, errores y saltadas por alfileres	-0,1	+	-0,3	+	-0,5	+															0,0	10,0																			
	Mala colocación o cambio del campo o dirección de la barra en el final de la proyección		+		+		+																																			
	Otros errores técnicos		+		+		+																																			
Deducciones por faltas técnicas	Desplazamiento de la barra por 0 a 15° del apoyo invertido o sustit.		15° - 30°		31° - 45°		> 45°																																			
	Cada desde el inicio al fin del apoyo						-0,8																																			
Deducciones en barra fija	Otros (Mala ejecución)		+		+		+																																			
	Falta de limpieza o puesta en apoyo invertido o en otro elemento		+		+		+																																			
Deducciones específicas en barra fija	Desplazamiento en el punto de apoyo		≤ 15°		> 15°																																					
	Control de trazo en los movimientos de barra				+																																					
DEDUCCIONES																						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nombre del gimnasta																						Deducción total aplicada				0,00				Nota final (sobre 10 puntos)				10,00				BARRA FIJA				

Descripción	-0,1		-0,3		-0,5		Ejercicio 1		Ejercicio 2		Ejercicio 3		Ejercicio 4		Ejercicio 5		Parcialización		Nota Final				
	Acertada	Alta	Acertada	Alta	Acertada	Alta	Acertada	Alta	Acertada	Alta	Acertada	Alta	Acertada	Alta	Acertada	Alta	Acertada	Alta	Acertada	Alta			
Deducciones por falta de estética y ejecución	Manejo de la técnica, ejecución de saltos y/o de elementos en el aparato	+	+	+	+	+													0,0	10,0			
	Manejo de la técnica y/o de elementos en el aparato	+	+	+	+	+																	
	Manejo de la técnica y/o de elementos en el aparato	+	+	+	+	+																	
Deducciones por faltas técnicas	Distorsiones en la ejecución de saltos y/o de elementos en el aparato																						
	Caída de la técnica y/o de elementos en el aparato																		0,0	10,0			
Deducciones por faltas artísticas	Otros Saltos (Múltiple)	+	+	+	+																		
	Caída de vuelo																						
Deducciones específicas en anillas	Trayectoria de vuelo																						
	Trayectoria de vuelo																						
Deducciones específicas en barras	Apoyos en las barras																						
	Apoyos en las barras																						
Deducciones específicas en cables	Apoyos en los cables																						
	Apoyos en los cables																						
DEDUCCIONES																							
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0			
Deducción total aplicada												0,00		Nota final (sobre 10 puntos)								10,00	
ANILLAS																							

Temas de Valor	Balsas 1		Balsas 2		Balsas 3		Balsas 4		Balsas 5		Balsas 6		Balsas 7		Balsas 8		Balsas 9		Balsas 10		Balsas 11		Puntuación	Nota Fragmentada	
	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta	Adaptar	Acta			
Breves, abstracción, poemas, diálogos y/o adivinanzas	+	-0,1	+	-0,3	+	-0,5																		0,0	10,0
Texto asociado o poemas, diálogos o adivinanzas en el final de las puntuaciones	+		+		+																				
Otros errores estilísticos	+		+		+																				
Deducciones por falta de estética y rítmica																									
Direcciones en el espacio por > 45°	15° - 30°		31° - 45°		> 45°																				
Deducciones por fallos técnicos																									
Cada dirección o sobre el espacio			-0,8																						
Otros fallos técnicos	+		+		+																				
Falta de actitud comprometida en las acciones técnicas (involuntaria)	+																								
Falta o pérdida de actitud en el apoyo invertido	+																								
Deducciones específicas en paralelas																									
Cada vez que se le impusiera falta			+																						
Deducciones por fallos técnicos																									
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DEDUCCIONES																									
Nombre del gimnasta																									
	Deducción total aplicada										0,00										Nota final (sobre 10 puntos)		10,00		
PARALELAS																									

Temas de Valoración	Balmes 1		Balmes 2		Balmes 3		Balmes 4		Balmes 5		Balmes 6		Balmes 7		Balmes 8		Balmes 9		Balmes 10		Penalización	Nota Fragmentada																						
	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista	Asista																								
Deducciones por falta de estética y ejecución	-0,1	-0,2	-0,5																			0,0	10,0																					
	+	+	+																																									
Deducciones por falta de técnica	15° - 30°	31° - 45°	>45°																																									
Deducciones por faltas técnicas	-0,8																																											
	+	+	+																																									
Deducciones específicas en arcos	>15-30°	>30-45°	>45 (sin recon.)																																									
DEDUCCIONES																						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nombre del gimnasta																						Deducción total aplicada										Nota final (sobre 10 puntos)										ARCOS		
																						0,00										10,00												

9.3 ANEXO: REGISTRO DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS

Gimnasta:	Fecha:			
DATOS GENERALES				
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Media
Peso (kg)				
Talla (cm)				
Talla sentado (cm)				
Abaste (cm)				
Envergadura (cm)				
PLIEGUES (mm)				
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Mediana
Triceps				
Subescapular				
Biceps				
Pectoral				
Axilar medio				
Ileocrestal				
Supraespinal				
Abdominal				
Muslo anterior				
Pierna Medial (gemelos)				
ALTURAS (cm)				
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Media
Acromial				
Radial				
Estiloideas				
Dactilion				
Espina iliaca				
Trocanter				
Tibial				
PERIMETROS (cm)				
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Media
Brazo Relajado				
Brazo Contraído				
Antebrazo				
Muñeca				
Mesoesternal				
Cintura				
Glúteo				
Muslo				
Pierna				
Tobillo				
Cefálico				
Cuello				
DIAMETROS (cm)				
	Toma 1	Toma 2	Toma 3	Media
Biacromial				
Biiliaco				
Bitrocantéreo				
Transverso del Tórax				
Antero-Post. del Tórax				
Biepicondíleo del húmero				
Biestiloideo de la muñeca				
Bicondíleo del Fémur				
Bimaleolar				
Longitud Pie				

9.4 ANEXO: PERMISO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Apreciadas/os madres y padres,

El objetivo general de la presente investigación es determinar qué aspectos son los más característicos de los mejores gimnastas. Para ello se está cubriendo toda España, intentando analizar las características de todos los gimnastas que hayan competido nacional o internacionalmente durante el año 2005. Las valoraciones a realizar se circunscriben dentro de lo que supone la normalidad del proceso de entrenamiento gimnástico. Éstas se estructuran en: a) pruebas de preparación física (fuerza, flexibilidad, velocidad, resistencia); b) pruebas de preparación técnica (elementos técnicos de base sencillos); c) mediciones antropométricas (talla, peso, alturas, perímetros, diámetros, etc.); d) cuestionario de antecedentes sociales y deportivos.

Uno de los aspectos más ambiciosos de la investigación es cubrir la totalidad de la población de gimnastas españoles. Es por ello que gran parte de dichos gimnastas serán menores de edad. Por cuestiones de código ético, todo proyecto de investigación realizado con menores de edad debe ser supervisado por los propios padres o en su caso por los tutores legales del niño. En el supuesto de no ser así, es necesario el consecuente permiso por parte de éstos. La entrega firmada del presente documento no supone otra cuestión más que la autorización de los padres o tutores legales, para que su hijo participe en el presente estudio de ámbito nacional. Todos los datos registrados serán tratados con la máxima confidencialidad y rigor científico (Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre sobre la protección de datos de carácter personal), reservándose su uso exclusivamente para el desarrollo de trabajos de investigación en gimnasia artística masculina. Todos los procedimientos empleados respetarán los criterios éticos del Comité de Ética de Investigaciones Clínicas de la Administración Deportiva de Cataluña, ajustándose éstos a los principios sobre experimentación humana promulgados en la Declaración de Helsinki de 1964.

Yo,, con DNI, autorizo a mi hijo,, con DNI (en caso de poseer), a participar en el estudio científico realizado por *Alfredo Iruña Amigó*. De la misma forma acepto que, bajo las normas descritas, los posteriores datos puedan ser utilizados en estudios científicos vinculados con la gimnasia artística masculina.

Firma de la madre, padre o tutor legal

..... de de 200....

9.5 ANEXO: APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA



**Consell Català
de l'Esport**

Av. Princes Catalanes, 12
08960 Esplugues de Llobregat
Tel. 93 460 49 00
Fax. 93 460 49 10

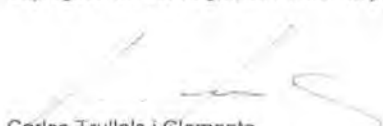
Carles Trullols i Clemente, actuant com a secretari del Comitè d'Ètica d'Investigacions Clíniques de l'Administració esportiva de Catalunya

CERTIFICICO

Que en la reunió de l'esmentat Comitè, duta a terme el 22 de juliol de 2008, es va decidir avaluar favorablement la realització del protocol presentat pel Dr. Michel Marina Evrard amb el títol "Valoración del rendimiento deportivo en gimnasia artística masculina a través de la edad" d'acord amb els criteris establerts a l'Ordre PRE/100/2005, de 24 de febrer, tot i eliminant de les principals àrees d'actuació de l'esmentat protocol la relativa al control mèdic.

La qual cosa faig constar amb el vist-i-plau del President.

Esplugues de Llobregat, vint-i-dos de juliol de dos mil vuit


Carles Trullols i Clemente
Secretari


Vist-i-plau
Manel Camarasa i Albesa
President.

9.6 ANEXO: BATERÍAS DE PRUEBAS GAM

De los resultados obtenidos mediante los análisis de correlación bivariada y multivariada (regresión múltiple y análisis discriminante), se resumen esquemáticamente las variables significativas para cada grupo de edad, aportando los valores de prestación correspondientes a los percentiles 0, 25, 50, 75 y 100 para cada variable y para cada grupo de edad, según se proceda a aplicar cada batería de pruebas a gimnastas prepúberales (G1 y G2: Tabla 9.1), peripúberales (G3/4: Tabla 9.2) o adultos (G5: Tabla 9.3). Vienen indicados los años (edad cronológica) y las categorías RFEG y FIG en las que los gimnastas deberían ser clasificados para una mejor aproximación.

Tabla 9.1. Batería de pruebas para su distribución en gimnastas masculinos prepúberes.

EIDADES PREPUBERALES:		Estadios de Tanner I y II						
CATEGORÍA RFEG:		Benjamín y Alevín (aprox.)						
EDAD:		8 - 12 años (aprox.)						
ECUACIONES DE REGRESIÓN ($p < 0,001$):								
Tanner I ($r=0,93$):		$18,932 - (0,102 \cdot \text{Giro de hombros antev.}) + (0,516 \cdot \text{Horas/semana entren.}) + (0,588 \cdot \text{LRES})$						
Tanner II ($r=0,89$):		$48,541 - (0,132 \cdot \text{Giro de hombros antev.}) + (0,318 \cdot \text{Olímpicos})$						
ÍTEMS RELACIONADOS CON EL RENDIMIENTO						PERCENTILES		
						0 25 50 75 100		
Antecedentes sociodeportivos		Años de entrenamiento (n)		2	3	4	5	8
		Horas semanales de entrenamiento (n)		9	14	16	18	24
		Semanas convalecencia por lesión (n)		12	5	4	2	1
Antropometría		Longitud relativa de extrem. sup. (LRES)		42	43	44	45	46
		Masa muscular (%)		37	41	42	43	46
Condición física	Fuerza	Dinamometría manual (kg)		8	11	12	15	21
		Abdominales en 30 segundos (n)		22	27	31	33	40
		Suspensión con flexión de brazos (s)		25	61	72	97	160
		Elevaciones extremidades inferiores (n)		1	10	13	20	30
		Olímpicos (n)		2	12	16	21	39
	Flexibilidad	Elevación de brazos en anteversión (°)		-9	6	19	39	61
		Giro de hombros en anteversión (°)		104	76	53	37	14
		Giro de hombros en retroversión (°)		117	90	65	41	18
		Flexión de tronco (°)		39	32	28	25	17
Técnica		Balanceos en barra fija (puntuación)		1	4	5	7	10
		Balanceos en anillas (puntuación)		0	2	3	5	9
		Balanceos en paralelas (puntuación)		1	5	6	7	9
		Test de recepción (puntuación)		0	5	8	9	10

Tabla 9.2. Batería de pruebas para su distribución en gimnastas masculinos peripúberes.

EIDADES PERIPUBERALES:		Estadios de Tanner III y IV						
CATEGORÍA RFEG:		Infantil y Juvenil (aprox.)						
EDAD:		13 - 16 años (aprox.)						
ECUACIÓN DE REGRESIÓN ($p < 0,001$):								
Tanner III-IV ($r=0,90$):		$5,911 + (2,499 \cdot \text{Bal. anillas}) + (0,923 \cdot \text{Años entren.}) + (3,359 \cdot R5) + (0,702 \cdot \text{Abdominales en 30 s})$						
ÍTEMS RELACIONADOS CON EL RENDIMIENTO		PERCENTILES						
		0	25	50	75	100		
Antecedentes sociodeportivos	Edad cronológica (años)		13	13	14	15	16	
	Años de entrenamiento (n)		4	6	8	9	12	
	Horas semanales de entrenamiento (n)		15	16	18	24	30	
Antropometría		Masa muscular (%)		38	41	43	44	46
Condición física	Fuerza	Abdominales en 30 segundos (n)		22	30	34	36	40
		R5 (Coeficiente VC)		2,1	2,8	3,2	3,8	4,1
		Olimpicos (n)		6	10	14	30	37
	Flexibilidad	Elevación de brazos en anteversión (°)		10	21	26	34	49
		Course navette ($\text{mL} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)		44	48	52	54	58
Técnica	Balanceos en barra fija (puntuación)		4	6	7	9	10	
	Balanceos en anillas (puntuación)		3	5	6	7	8	
	Molinos en la seta (puntuación)		2	5	6	7	9	

Tabla 9.3. Batería de pruebas para su distribución en gimnastas masculinos adultos.

EDAD ADULTA:		Estadio de Tanner V						
CATEGORÍA RFEG:		Junior y Senior (aprox.)						
EDAD:		≥ 17 años (aprox.)						
ECUACIÓN DE REGRESIÓN ($p < 0,001$):								
Tanner V ($r=0,89$):		$15,687 + (0,145 \cdot \text{Olimpicos}) + (3,005 \cdot R5) + (0,086 \cdot \text{Espagat frontal})$						
ÍTEMS RELACIONADOS CON EL RENDIMIENTO		PERCENTILES						
		0	25	50	75	100		
Antecedentes sociodeportivos	Edad cronológica (años)		17	18	19	21	23	
	Años de entrenamiento (n)		10	11	12	15	18	
	Horas semanales de entrenamiento (n)		20	26	28	30	33	
Antropometría		Índice perimetral de extremidades (IPE)		71	80	87	90	96
Condición física	Fuerza	Abdominales en 30 segundos (n)		31	35	35	38	41
		R5 (Coeficiente VC)		3,1	3,6	3,9	4,2	4,8
		Olimpicos (n)		16	34	43	48	57
	Flexibilidad	Elevación de brazos en anteversión (°)		7	20	33	45	60
		Flexión de tronco (°)		20	22	24	26	29
		Espagat frontal (°)		163	171	179	180	190
	Elevación lateral pierna (°)		59	77	86	91	102	
Resistencia	Course navette ($\text{mL} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$)		39	43	48	53	60	
	Técnica		Balanceos en anillas (puntuación)		6	7	8	8,5

Alfredo Iurria Amigó

INEFC Barcelona

Av. de l'Estadi, 12-22 | 08038 Barcelona | 93. 425 54 45 (ext. 229)

airuria@gencat.cat
