



ORIGINAL

Control fisiológico para valorar las capacidades y características de deportistas con discapacidad visual



Miguel Angel Torralba^{a,*}, Joan Vives^b, Marcelo Braz Vieira^a y Massimo Nikic^a

^a *Departamento de Didáctica de la Expresión Musical y Corporal, Facultad de Educación, Universidad de Barcelona, Barcelona, España*

^b *Unitat d'Esport i Salut, Consell Català de l'Esport, Generalitat de Catalunya, Barcelona, España*

Recibido el 6 de noviembre de 2014; aceptado el 23 de febrero de 2015

Disponible en Internet el 14 de abril de 2015

PALABRAS CLAVE

Antropometría;
Fisiología;
Discapacidad visual

Resumen

Introducción: En el presente trabajo se analizan las diferentes baterías de pruebas fisiológicas realizadas a deportistas ciegos y con discapacidad visual de la población de prueba de Cataluña con el objeto de definir las capacidades de estas personas y relacionarlas con datos de otros deportistas. La muestra la componen 37 atletas con discapacidad visual (23 hombres y 14 mujeres), representantes de 6 modalidades deportivas y de una media de edad de $27,19 \pm 7,9$ años. La recogida de datos se realizó en la *Unitat d'Esport i Salut* de la Secretaría General de l'Esport de la Generalitat de Catalunya.

Resultados: Se destaca la diferencia significativa entre hombres y mujeres del IMC ($p < 0,05$), que se corrobora con el valor del porcentaje de masa muscular esquelética, donde se encontró diferencia altamente significativa en favor de las mujeres. Otros datos que presentan diferencia altamente significativa a favor de los hombres son el VO_{2max} , VO_{2uan} , $VO_{2max/kg}$, VE_{max} y el VE_{uan} .

Al analizar los otros datos, de acuerdo con el nivel de género, discapacidad y deporte, se encontraron solamente diferencias significativas en hombres en las variables FC_{uan} y FC_{max} .

Conclusiones: Los deportistas de este estudio presentan datos antropométricos similares a otros deportistas, normalidad en cuanto al IMC, si bien deben orientarse a un predominio mesomórfico del somatotipo. Los deportistas que padecen ceguera (B1) presentan valores más bajos que los deficientes visuales (B2), lo que se debe tener en cuenta a la hora de planificar el entrenamiento y sus objetivos.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: torralba@ub.edu (M.A. Torralba).

KEYWORDS

Anthropometry;
Physiology;
Visual impairment

Physiological measurements used to evaluate the capacities and characteristics of visually impaired athletes

Abstract

Introduction: The present study has analyzed different batteries of tests used for physiological assessment of blind and visually impaired athletes of the population from Catalonia. The main purpose was to define their capacities and associate them with information of other athletes. The sample consisted of 37 visually impaired athletes (23 men and 14 women), as representatives of six sports modes, with a mean age of 27.19 ± 7.9 years. The data collection was carried out in the Unit of Sports and Health of the General Secretary of Sports Government of Catalonia. **Results:** A significant difference was noted between men and women in relation to BMI ($P < .05$), that corroborates with the percentage value of musculoskeletal mass, with a highly significant difference in favor of women. Other scientific data that shows highly relevant differences in favor of men are VO_{2max} , VO_{2at} , $VO_{2max/kg}$, VE_{max} and the V_{Eat} .

While analyzing other information, according to the level and gender, disability and sports, the only differences found were between men in connection with heart rate and maximum heart rate (HR_{at} and HR_{max}).

Conclusion: The athletes in this study show similar anthropometric data to other athletes, normal as regards BMI, but it needs to be oriented towards a predominance of mesomorph somatotype. Athletes who are blind (B1) have lower values than the visually impaired (B2), that must be taken into account when planning training and goals.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Los beneficios de un estilo de vida activo son bien conocidos hoy en día por todos los profesionales de la medicina y del deporte. El mantenimiento de este estilo de vida probablemente es uno de los más importantes para personas con discapacidad¹. De hecho, la inactividad física ha sido asociada con importantes factores de riesgo para la salud, así como con consecuencias económicas y sociales negativas^{2,3}. En vista de estas evidencias, en las últimas décadas ha existido un esfuerzo por comprender las razones que podrían motivar a la población a desarrollar la práctica deportiva de forma regular, por lo que investigar sobre las características de la práctica deportiva y valorar esta práctica son tareas esenciales para su buen desarrollo e innovación.

La investigación que aquí se presenta pretende aumentar el conocimiento sobre el desarrollo de la actividad física y el deporte en personas ciegas y con discapacidad visual mediante la exposición y la valoración de algunos aspectos, todavía poco estudiados, del deporte en personas con discapacidad visual.

Se consideran personas con ceguera aquellas que tienen ausencia total de visión o que solo perciben luz. Su agudeza visual máxima es inferior a 0,05 o su campo visual tiene una restricción inferior a 10°. Las personas de baja visión son las que, con la mejor corrección óptica posible, se sitúan, en términos de agudeza visual, entre un mínimo de 0,05 y un máximo de agudeza 0,3⁴. En el campo de la actividad físico-deportiva, la *International Blind Sports Association* (IBSA) tiene reglado el procedimiento y los requisitos para la cla-

sificación de las personas con minusvalías de tipo visual, estableciendo 3 categorías⁵:

- B1. Inexistencia de percepción de la luz en ambos ojos, o percepción de la luz pero con incapacidad para reconocer la forma de una mano a cualquier distancia o en cualquier dirección.
- B2. Desde la capacidad para reconocer la forma de una mano hasta una agudeza visual de 2/60 y/o un campo visual de menos de 5 grados.
- B3. Desde una agudeza visual superior a 2/60 hasta una agudeza visual de 6/60 y/o un campo visual de más de 5 grados y menos de 20 grados.

En España los estudios sobre la temática de discapacidad visual y el deporte de competición alcanzan solo el 16% de los realizados sobre poblaciones especiales⁶, si bien en los últimos años, en Cataluña, ha aumentado el número de personas con discapacidad visual que practican deporte de competición, por lo que creemos el momento de publicar datos que favorezcan la difusión de las características de estos deportistas y su valoración social.

El objetivo del trabajo es reconocer las capacidades fisiológicas y morfológicas de los deportistas con discapacidad visual con la finalidad de poder contrastarlas con las capacidades fisiológicas y morfológicas publicadas en la literatura referente a deportistas no discapacitados.

Material y método

Muestra

Participaron en el estudio 37 atletas ciegos y con discapacidad visual de una media de edad de $27,2 \pm 7,9$ años, 23 hombres (7B1 y 16B2) y 14 mujeres (6B1 y 8B2), inscritos en la *Federació Catalana d'Esports per a Cecs* y representantes de 6 modalidades deportivas: atletismo (16), alpinismo (2), ciclismo (12), goalball (2), judo (1) y natación (4). La edad media de la muestra que presentaron los deportistas B1 es de $25,2 \pm 6,6$ años, mientras que los B2 son de $28,3 \pm 8,4$ años. Considerando la edad a partir del género, la media de los hombres fue de $27,4 \pm 6,4$ años, mientras que la de las mujeres fue de $26,8 \pm 10,1$ años.

Instrumentos y procedimientos

Para la realización de cada una de las valoraciones se siguieron las normas y técnicas de medida recomendadas por la *Internacional Working Group on Kinanthropometry*, descritas por Ross y Marfell-Jones⁷. Los instrumentos utilizados fueron: balanza, precisión 0,1 kg, y tallímetro, precisión 1 mm (Seca, Hamburg, Alemania); cinta métrica, precisión 1 mm; compás de pliegues cutáneos, precisión 0,2 mm (Holtein Ltd, Reino Unido); compás de pequeño diámetro, precisión 1 mm; cicloergómetro electromagnético Ergoselect de Ergoline (Ergoline GmbH, Bitz, Alemania); cinta rodante Powerjog (Sport Engineering, Birmingham, Reino Unido); analizador de gases CPX de MedGraphics (CHG GmbH, Heidelberg, Alemania).

Tabla 1 Datos y contraste de medias entre género, grado discapacidad y tipo de actividad deportiva

	Hombres (23)		Mujeres (14)		
	Media \pm DT	Media \pm DT	t	gl	p
Peso (kg)	70,7 \pm 10	55,7 \pm 9,7			
Altura (m)	1,75 \pm 0,09	1,64 \pm 0,06			
IMC (kg/m ²)	23,1 \pm 2,3	20,8 \pm 3,0	2,623	35	0,013 ^a
%GC	12,3 \pm 2,9	12,3 \pm 3,0	0,023	35	0,982
%MME	46,6 \pm 1,8	49,7 \pm 2,7	-4,105	35	0,000 ^a
TAS (mmHg)	118 \pm 7	116 \pm 12	0,529	32	0,600
TAD (mmHg)	68 \pm 5	71 \pm 8	-1,122	32	0,270
FC _r (lpm)	58 \pm 11	60 \pm 9	-0,402	32	0,691
FC _{uan} (lpm)	159 \pm 41	164 \pm 14	0,594	27	0,558
FC _{max} (lpm)	173 \pm 41	176 \pm 12	1,302	32	0,202
FC1 (lpm)	152 \pm 16	143 \pm 14	1,71	30	0,098
FC3 (lpm)	110 \pm 14	101 \pm 22	1,382	28	0,178
VO _{2uan}	3368,47 \pm 1022,47	2106,63 \pm 588,71	3,248	25	0,003 ^a
VO _{2max}	3931 \pm 1056,08	2521,5 \pm 711,53	3,812	29	0,001 ^a
VO _{2max} /kg	55,93 \pm 13,66	45,02 \pm 7,21	2,359	29	0,025 ^a
VE _{uan}	90,1 \pm 30,46	62,74 \pm 14,72	2,405	25	0,024 ^a
VE _{max}	126,05 \pm 31,23	93,45 \pm 20,95	2,983	29	0,006 ^a

^a Diferencia significativa con índice $p \leq 0,05$.

Tabla 2 Variables antropométricas y cardiovasculares masculinas

	B1, Dep. Anaerób.	B2, Dep. Anaerób.	B1, Dep. Aero.	B2, Dep. Aero.	Total	gl	F	p
Peso (kg)	66,5 \pm 14,4	76,4 \pm 10,4	64,5 \pm 7,2	70,9 \pm 7,8	70,7 \pm 10	3	1,336	0,292
Altura (m)	1,68 \pm 0,09	1,78 \pm 0,05	1,75 \pm 0,07	1,76 \pm 0,1	1,75 \pm 0,09	3	1,105	0,371
IMC (kg/m ²)	23,3 \pm 3,2	24,1 \pm 2,8	21,1 \pm 1,5	23 \pm 1,7	23,1 \pm 2,3	3	1,102	0,373
%GC	11,9 \pm 3,0	12,9 \pm 3,6	10,9 \pm 2,3	12,6 \pm 2,8	12,3 \pm 2,9	3	0,337	0,799
%MME	46,7 \pm 1,9	46,5 \pm 1,7	47,7 \pm 2,1	46,4 \pm 1,9	46,7 \pm 1,8	3	0,384	0,765
PAS (mm/Hg)	123 \pm 9	117 \pm 5	118 \pm 4	117 \pm 7	118 \pm 7	3	0,919	0,453
PAD (mmHg)	68 \pm 5	69 \pm 5	68 \pm 4	68 \pm 6	68 \pm 5	3	0,084	0,968
FC _r (lpm)	68 \pm 7	52 \pm 9	56 \pm 18	60 \pm 9	58 \pm 11	3	1,667	0,212
FC _{uan} (lpm)	175 \pm 2 ^A	165 \pm 17	142 \pm 15 ^{A,B}	172 \pm 12 ^B	159 \pm 41	3	3,488	0,045 ^a
FC _{max} (lpm)	190 \pm 7 ^A	178 \pm 7	163 \pm 2 ^{A,B}	184 \pm 9 ^B	173 \pm 41	3	4,530	0,016 ^a
FC1 (lpm)	151 \pm 21	147 \pm 8	141 \pm 0	156 \pm 13	152 \pm 16	3	0,488	0,696
FC3 (lpm)	123 \pm 11	99 \pm 13	100 \pm 0	110 \pm 13	110 \pm 14	3	2,956	0,066

A,B Diferencia significativa ($p \leq 0,05$) - Post-hoc Bonferroni.

^a Diferencia significativa con índice $p \leq 0,05$.

Los datos del estudio han sido recogidos individualmente a través del método clínico, realizado en la *Unitat d'Esport i Salut* de la Secretaría General de l'Esport de la Generalitat de Catalunya. Los participantes recibieron información respecto al protocolo prospectivo de forma verbal y escrita aceptando la participación y consintiendo la utilización de sus datos, preservando el anonimato y siendo desarrollado según las pautas éticas dictadas en la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial.

En este trabajo se ha utilizado la antropometría estática, con lo cual se han podido medir las diferencias estructurales del cuerpo humano en diferentes posiciones en un periodo bastante corto de tiempo. Estas fueron: altura, peso, índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa corporal (%GC) y porcentaje de masa muscular esquelética (MME).

Las medidas antropométricas y el IMC son métodos estándar internacionales que se utilizan en todo el mundo para poder describir la morfología del cuerpo humano. El criterio para la evaluación del IMC se ha podido realizar gracias a las tablas propuestas por el Comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud⁸, donde la obesidad es de un valor de $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$, limitando el rango para la normalidad a valores de IMC entre 18,5 y $24,9 \text{ kg/m}^2$. Según los datos físicos antes mencionados se puede saber qué tendencia tiene cada grupo a partir del grado de discapacidad, y si la práctica del deporte de competición afecta de modo significativo.

Para determinar la composición corporal y el somatotipo, se midieron los 4 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, suprailíaco y abdominal). El porcentaje de grasa fue calculado por la fórmula de Faulkner⁹, el peso muscular a través de la fórmula de Matiegka⁹, el peso residual a través de la ecuación de Wurch⁹ y el peso óseo por el método de Von Döblen⁹. Para determinar el somatotipo se utilizó el método de representación gráfica de Carter y Heath¹⁰ y para nombrar la representación gráfica del somatotipo se tuvo en consideración el componente predominante¹¹. Se han representado las diferentes categorías que se encontraron en las áreas de la somatocarta de Sheldon citado por Carter y Heath¹⁰ según sexo, grado de discapacidad y deportes aeróbicos o anaeróbicos.

La prueba de valoración de la vía energética aeróbica y anaeróbica fue realizada en tapiz rodante o cicloergómetro de freno electromagnético y analizador de gases, según protocolo del centro:

Protocolos de ergometría

Cicloergómetro. Test triangular, progresivo, maximal, calentamiento de 3 min a 25 w. Inicio a 25 w con aumentos de 25 w cada minuto.

Cinta rodante. Test triangular, progresivo, maximal. Calentamiento de 3 min a 6 km/h. Inicio a 6 km/h, con incrementos de 1 km/h cada minuto. Pendiente fija del 1%.

Umbral anaeróbico ventilatorio

Según metodología descrita por Wasserman et al.^{12,13}, expresa la pérdida de la relación lineal entre la ventilación pulmonar y la carga de trabajo y/o consumo de oxígeno, un hecho que coincide con la acumulación de ácido láctico en sangre y la aparición de una acidosis metabólica.

Tabla 3 Variables respiratorias masculinas

	B1, Dep.Anaerób.	B2, Dep.Anaerób.	B1, Dep. Aero.	B2, Dep. Aero.	Total	gl	F	p
VO ₂ uan (ml/min)	2.486,33 ± 1008,45	3.420,25 ± 393,16	3.059,33 ± 1.211,67	3.742,56 ± 1.089,31	3.368,47 ± 1.022,47	3	1,303	0,310
VO ₂ max (ml/min)	3.141,75 ± 909,91	3.930,6 ± 347,29	3.370,33 ± 1.212,02	4.468,89 ± 1.138,15	3.931 ± 1.056,08	3	2,104	0,138
VO ₂ max/kg (ml/kg/min)	46,81 ± 6,86	53,17 ± 8,05	51,75 ± 15,14	62,9 ± 15,86	55,93 ± 13,66	3	1,699	0,205
VE ₂ uan (l/min)	67,67 ± 31,09	84 ± 11,92	94,67 ± 44,77	98,77 ± 31,5	90,1 ± 30,46	3	0,838	0,494
VE ₂ max (l/min)	106 ± 33,02	116,2 ± 15,74	118,67 ± 37,11	142,89 ± 30,99	126,05 ± 31,23	3	1,854	0,176

Tabla 4 Variables antropométricas y cardiovasculares femeninas

	B1, Dep.Anaerób.	B2, Dep.Anaerób.	B1, Dep. Aero.	B2, Dep. Aero.	Total	gl	F	p
Peso (kg)	61,5 ± 19,1	53,5 ± 4,9	52,8 ± 13	57,9 ± 6,5	55,7 ± 9,7	3	0,438	0,731
Altura (m)	1,66 ± 0,01	1,64 ± 0,06	1,62 ± 0,09	1,65 ± 0,08	1,64 ± 0,06	3	0,162	0,920
IMC (kg/m ²)	22,5 ± 7,2	20 ± 1,5	20 ± 3,6	21,4 ± 1,9	20,8 ± 3,0	3	0,360	0,784
%GC	14,9 ± 7,4	11,6 ± 1,4	12 ± 2,2	12 ± 3,0	12,3 ± 3,0	3	0,512	0,683
%MME	48,7 ± 4,0	50,8 ± 1,0	49,2 ± 1,1	49,6 ± 4,7	49,7 ± 2,7	3	0,298	0,826
TAS (mmHg)	103 ± 17	116 ± 6	125 ± 13	114 ± 9	116 ± 12	3	1,884	0,213
TAD (mmHg)	73 ± 4	65 ± 5	76 ± 8	69 ± 9	71 ± 8	3	1,615	0,253
FC _r (lpm)	59 ± 6	60 ± 12	65 ± 6	55 ± 10	60 ± 9	3	0,665	0,594
FC _{uan} (lpm)	149 ± 11	177 ± 15	164 ± 12	160 ± 4	164 ± 14	3	2,266	0,168
FC _{max} (lpm)	162 ± 4	185 ± 13	176 ± 11	175 ± 11	176 ± 12	3	2,006	0,177
FC1 (lpm)	129 ± 10	153 ± 12	145 ± 15	136 ± 6	143 ± 14	3	2,106	0,170
FC3 (lpm)	88 ± 26	116 ± 32	107 ± 8	87 ± 11	101 ± 22	3	1,261	0,359

Los parámetros estudiados fueron la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), la frecuencia cardiaca de reposo (FC_r), en umbral anaeróbica (FC_{uan}), máxima (FC_{max}) y de recuperación (FC1, FC3), la ventilación pulmonar en umbral anaeróbica (VE_{uan}) y máxima (VE_{max}), el consumo de oxígeno anaeróbico (VO_{2uan}), máximo (VO_{2max}) y por peso (VO_{2max/kg}), y así como la carga realizada (km/h y vatios).

Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó desde el programa estadístico SPSS 21 para Windows, con el intervalo de confianza del 95% ($p < 0,05$). Primeramente se verificó la normalidad de los datos con el test de Kolmogorov-Smirnov. Una vez comprobada la normalidad, se realizó el análisis descriptivo de la muestra y de las variables del estudio, así como el contraste de media a través del test t de Student en relación con el género. También se realizó el análisis de varianza (ANOVA) de 2 factores contrastando 4 grupos con la prueba Post-hoc de Bonferroni, separados por género: grado de discapacidad (B1 y B2) y tipo actividad (aeróbica —atletismo fondo, alpinismo, ciclismo carretera y natación— o anaeróbica —atletismo concursos y velocidad, ciclismo pista, goalball y judo).

Las variables contrastadas fueron: altura, peso, IMC, porcentaje de grasa corporal (%GC), porcentaje de masa muscular esquelética (%MME), presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD), frecuencia cardiaca de reposo (FC_r), anaeróbica (FC_{ana}), máxima (FC_{max}) y de recuperación al minuto 1 y 3 (FC1, FC3), cantidad de oxígeno anaeróbico (VO_{2ana}), máximo (VO_{2max}) y por peso (VO_{2max/kg}), y ventilación pulmonar anaeróbica (VE_{ana}) y máxima (VE_{max}).

Resultados

En la [tabla 1](#) se muestran los datos descriptivos (media y desviación típica) y el contraste de medias llevando en consideración el género. Destaca la diferencia significativa entre hombres y mujeres del IMC, donde los hombres presentan valor mayor que las mujeres y que se corrobora con el valor del porcentaje de MME, donde se encontró diferencia

significativa en favor de las mujeres ($p < 0,001$). Otros datos que presentan diferencia significativa a favor de los hombres son el VO_{2uan} ($p < 0,003$), el VO_{2max} ($p < 0,001$), el VO_{2max/kg} ($p < 0,025$), el VE_{uan} ($p < 0,024$) y el VE_{max} ($p < 0,006$).

En la [tabla 2](#) se muestran los datos antropométricos y cardiovasculares masculinos por grado de discapacidad y deporte. Como destacado, indicamos las diferencias significativas en la FC_{uan} ($p < 0,045$) y FC_{max} ($p < 0,016$). Respecto a la FC_{uan}, la diferencia se muestra entre los grupos B1deporte-anaeróbico (B1_{depanaero}) y B1 deporte-aeróbico (B1_{depaero}), con $p < 0,048$, y entre B1_{depaero} y B2 deporte-aeróbico (B2_{depaero}), con $p < 0,016$. En relación a la FC_{max}, la diferencia se refleja en los grupos B1_{depanaero} y B1_{depaero}, con $p < 0,048$, y entre B1_{depaero} y B2_{depaero}, con $p < 0,020$.

En la [tabla 3](#) se muestran los resultados de las variables pulmonares masculinas. En relación con estos resultados no se encontró ninguna diferencia significativa.

La [tabla 4](#) indica los resultados de las variables antropométricas y cardiovasculares femeninas. No se encontraron diferencias significativas.

En la [tabla 5](#) se muestran los resultados de las variables pulmonares femeninas. En la variable VE_{max} se encontró diferencia significativa ($p < 0,048$) entre grupos. En el contraste Post-hoc se verificó que la diferencia existente es entre los grupos B2_{depanaero} y B1_{depaero}, con $p < 0,044$.

En relación con el somatotipo observamos que existe un predominio del componente endo-mesomorfo en la mayoría de los grupos analizados, y que queda reflejado en el promedio de todos ellos. Este varía en función del género, la discapacidad y según la actividad del deporte (aeróbico o anaeróbico), como se puede observar en la [figura 1](#).

Los grupos Hombres todos, Hombres B1_{depanaero}, B2_{depanaero}, B2_{depaero}, y Mujeres B1_{depaero}, B2_{depaero}, tienen la clasificación indicada endo-mesomorfo.

El grupo Mujeres todas tiene el somatotipo mesomorfomorfo.

El grupo Mujeres B2_{depanaero} tiene la clasificación mesomorfo-endomorfo.

El grupo Hombres B1_{depaero} tiene la clasificación mesomorfo-balanceado.

El grupo Mujeres B2_{depaero} está clasificado como endomorfo-balanceado.

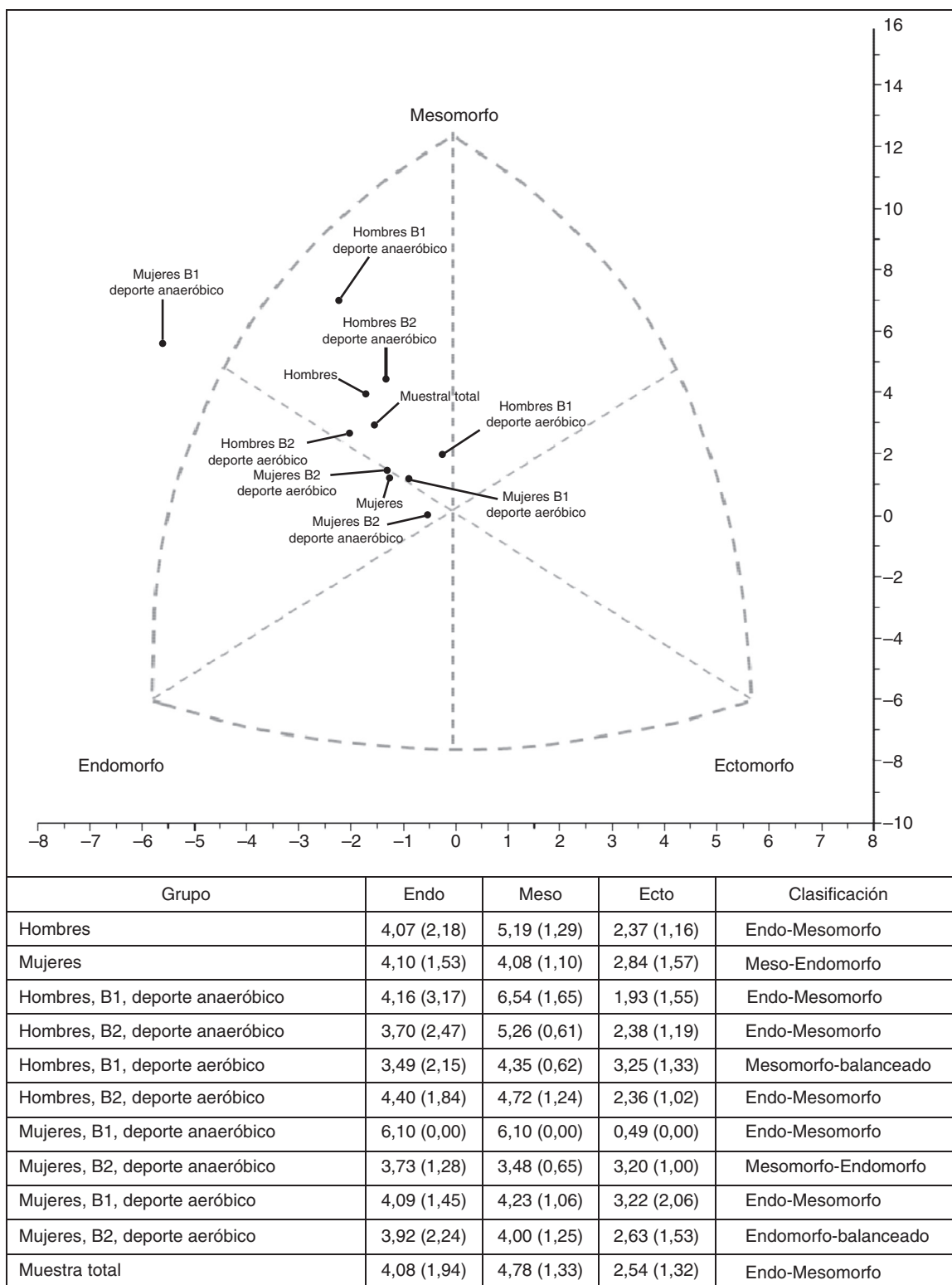


Figura 1 Somatocarta.

Discusión

En primer lugar cabe destacar que los deportistas, además de tener discapacidad visual, algunos de ellos presentaron una o más patologías a nivel del aparato locomotor,

sistema cardiocirculatorio y sistema endocrino. Estas patologías asociadas son reconocidas en la discapacidad visual, tal como demuestra Rabadan¹⁴ en otro estudio realizado con 17 atletas (5 mujeres y 12 hombres) de alto rendimiento discapacitados visuales de la ONCE.

Tabla 5 Variables respiratorias femeninas

	B1, Dep.Anaerób.	B2, Dep.Anaerób.	B1, Dep.Aaer.	B2, Dep.Aaer.	Total	gl	F	p
VO _{2uan} (ml/min)	—	2.290,67 ± 262,69	1.718 ± 801,57	2.412,5 ± 512,65	2.106,63 ± 588,71	2	1,098	0,403
VO _{2max} (ml/min)	—	2.744,33 ± 270	2.106 ± 751,61	2.852,67 ± 879,58	2.521,5 ± 711,53	2	1,207	0,354
VO _{2max} /kg (ml/kg/min)	—	49,88 ± 1,73	39,13 ± 5,56	48,02 ± 8,11	45,02 ± 7,21	2	3,597	0,084
VE _{uan} (l/min)	—	73,33 ± 11,93	50,67 ± 14,15	64,95 ± 7,00	62,74 ± 14,72	2	2,668	0,163
VE _{max} (l/min)	—	111,67 ± 9,71 ^a	76 ± 18,81 ^a	98,5 ± 14,31	93,45 ± 20,95	2	4,828	0,048 ^a

^a Diferencia significativa entre género, $p \leq 0,05$.

Los datos antropométricos de los atletas en general presentaron una normalidad⁸ en cuanto al IMC, y lo mismo fue encontrado en deportistas paralímpicos brasileños¹⁵. Con referencia a los deportistas de alto rendimiento sin discapacidad, hemos encontrado estudios^{16,17} con resultados similares, con orden de IMC de 23,02 kg/m² para hombres y de 21,72 kg/m² para mujeres, por lo que podemos deducir que el IMC de estos deportistas con discapacidad visual es adecuado para la práctica del deporte de alto rendimiento.

En relación con el porcentaje de grasa corporal, hemos verificado que los atletas estudiados se encuentran dentro de los valores de referencia de deportistas de elite¹⁸ y por debajo de los valores de referencia para población adulta general¹⁹. Nuestro estudio difiere del realizado sobre la valoración funcional en atletismo de la ONCE¹⁴, donde las mujeres presentaron valores de grasa corporal más elevados en todas las disciplinas (medio fondo, saltos-velocidad y lanzamiento), llegando a porcentajes del 19,74% en medio fondo, al 34,89% en lanzamientos y superiores a los hombres.

En el análisis del somatotipo, propuesto por Carter y Heath¹⁰ (fig. 1), se puede verificar que las mujeres se caracterizan por un perfil meso-endomorfo, donde la endomorfia es dominante y la mesomorfia es mayor que la ectomorfia. Y los hombres se caracterizan por un perfil endo-mesomorfo, donde la mesomorfia es dominante y la endomorfia es mayor que la ectomorfia. Analizando investigaciones con atletas con discapacidad visual hemos encontrado el estudio de deportistas de goalball chilenos²⁰ en que obtienen resultados de somatotipo de los atletas evaluados, presentando un promedio de 4,7/5,1/1,7, es decir, con tendencia mesomorfo-endomorfo²¹, donde la endomorfia y la mesomorfia son iguales, o no se diferencian en más de 0,5, y la ectomorfia es menor, valores que difieren a los registrados por Scherer et al. (citado por Badilla et al.²⁰), quienes evaluaron a un grupo de atletas de la selección brasileña de goalball y que obtuvieron 1,5/5,5/2,8, que tienen un perfil más ecto-mesomorfo, donde la mesomorfia es dominante y la ectomorfia es mayor que la mesomorfia. También en el estudio de 11 ciclistas del equipo paralímpico español²² hemos encontrado valores medios de 2,5/6,1/3,2 con el mismo perfil. En nuestro estudio encontramos que en los deportistas masculinos B1 y B2 la mesomorfia es la dominante. La misma predominancia hemos encontrado en las mujeres que practican deportes aeróbicos, si bien las deportistas que practican los deportes anaeróbicos se encuentran desplazadas hacia la endomorfia, lo que nos hace decantar que la tendencia de los deportistas de alto rendimiento se orienta hacia la predominancia mesomórfica.

En relación a los datos cardiovasculares, no encontramos diferencia significativa entre hombres y mujeres en cuanto a la FC_r y la FC_{max}. Comparándolo con el estudio de Boraita²³, observamos que tienen unos valores similares en la FC_r y solamente es inferior la FC_{max} en mujeres. Queda más resaltado en la tabla 4, donde observamos que las mujeres B1_{depanaero} tienen una frecuencia de 162 ± 4 lpm, menor que los otros grupos, y los datos antropométricos (IMC 22,5 ± 7,2 kg/m², %GC 14,9 ± 7,4 y %MME 48,7 ± 4) son superiores a los otros grupos. Por otro lado, sí encontramos diferencias significativas a favor de los hombres en las variables respiratorias VO_{2uan} ($p < 0,403$), VO_{2max} ($p < 0,354$), VO_{2max}/kg ($p < 0,003$), VE_{uan} y VE_{max}, como se puede observar en la tabla 1. Sin embargo, no encontramos diferencias

significativas entre grupos, excepto en el caso de las mujeres, donde se muestran diferencias entre los grupos B2_{depanaero} y B1_{depanaero}. Al contrastar con otros estudios²³ hemos observado que los atletas hombres discapacitados estudiados están por debajo de los atletas españoles de alto rendimiento sin discapacidad en las variables VO_{2max} (4,2 ± 0,6 l/min), en VO_{2max/kg} (58,6 ± 9,4 l/kg/min) y en VE_{max} (154,2 ± 22,3 l/min), si bien están por encima de los 50 ml/kg/min indicados para la población sedentaria²⁴ de 20 a 24 años y de la población sedentaria ciega de Portugal²⁵ (45,85 ± 8 ml/kg/min).

Respecto a las mujeres discapacitadas, en el mismo estudio de deportistas de alto rendimiento sin discapacidad²³ hemos observado valores algo inferiores en las variables VO_{2max} (2,9 ± 0,4 l/min), VO_{2max/kg} (50,2 ± 7,3 ml/kg/min) y VE_{max} (108,2 ± 17,6 l/min), si bien están dentro de los valores del rango de personas sedentarias sin discapacidad²⁴, y también con resultado semejante a las atletas discapacitadas, de la especialidad de lanzamientos, estudiadas por Rabadan¹⁴, y por encima de la población sedentaria ciega de Portugal²⁵ (34,46 ± 3,8 ml/kg/min).

Conclusiones

Los datos antropométricos se encuentran dentro de los niveles de deporte de alto rendimiento de atletas discapacitados, si bien deben orientarse a un predominio mesomórfico del somatotipo, de acuerdo con la tendencia de los deportes de competición.

El nivel cardíaco y el pulmonar se encuentran en niveles sedentarios de personas sin discapacidad en mujeres y por encima de estos en hombres, pero por debajo de deportistas de elite sin discapacidad.

Sobre los grupos específicos a nivel de discapacidad se muestra que los B1 obtienen resultados inferiores a los B2. Este dato puede ser debido a los condicionantes de estos atletas —ceguera total y la necesidad de guía para realizar el entrenamiento, motivación extrínseca, etc.—, lo que se deben tener en cuenta a la hora de realizar la programación y la preparación de estos atletas.

Serían necesarios nuevos estudios que amplíen el número de deportistas e incluyan diferentes niveles competitivos y no competitivos.

Financiación

Para la realización del estudio se ha recibido soporte del Ajut de Recerca de l'Agrupació de Recerca, Facultat d'Educació (UB).

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo prestado por el personal de la *Unitat d'Esport i Salut* de la Secretaria General de l'Esport de la Generalitat de Catalunya y a los alumnos del Máster

AME (Eduardo Gómez, Andreu Miracle, Aldric Miró) que han colaborado en la recogida de datos.

Bibliografía

- Pérez Tejero J, García Hernández JJ, Coterón Lopez FJ, Benito Peinado PJ, Sampetro Molinuevo J. Medición de los niveles de actividad física en personas con discapacidad física mediante acelerometría y cuestionario. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2012;25:517–26.
- Rios M. Actividad física y deporte en personas con discapacidad. En: Consejo Superior de Deportes, editor. *Plan Integral para la Actividad Física y el Deporte Plan A + D*. Madrid: Consejo Superior de Deportes; 2010. p. 83–91.
- Sánchez JS, Román PÁL, Hermoso VMS. Composició corporal i força de l'atleta veterà: efecte de l'envelliment. *Apunts Med Esport*. 2013;48:137–42.
- Ruiz MR. Introducción. En: Federación Española de Deportes para Ciegos, editor. *Deportes para personas ciegas y deficientes visuales*. Madrid: Federación Española de Deportes para Ciegos; 2002. p. 15–8.
- International Paralympic Committee. *IPC Classification Code and International Standards*. Bonn, Alemania: International Paralympic Committee; 2007.
- Zubiaur M. La psicología del Deporte en Poblaciones Especiales. En: *Actas VIII Congreso Nacional de Psicología del Deporte*. Pontevedra: Asociación Gallega de Psicología del Deporte y FEPD; 2001.
- Marfell-Jones MJ, Whetton J, Green HJ, editors. *Cineantropometría*. En: MacDougall JD, Whetton HA, Green HJ, editores. *Evaluación fisiológica del deportista*. 2.ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2000. p. 75–115.
- OMS. *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud; 1998.
- Cruz JRA, Armesilla MDC, Lucas AH, Riaza LM, Moreno-Pascual C, Manzanedo JP, et al. 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*. 2009;27:166–79 [consultado 3 Jun 2014]. Disponible en: <http://www.femede.es/documentos/ConsensoCine131.pdf>.
- Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping — Development and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press; 1990.
- Callaway C, Chumlea W, Bouchard C, Himes J, Lohman T, Martin A. *Circumferences*. En: Lohman T, Roche A, Martorell R, editores. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, Ill.: Human Kinetics Books; 1988. p. 39–54.
- Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol*. 1964;14:844–52, [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9149\(64\)90012-8](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9149(64)90012-8).
- Wasserman K, van Kessel AL, Burton GG. Interaction of physiological mechanisms during exercise. *J Appl Physiol*. 1967;22:71–85.
- Rabadan M. Valoración funcional en atletismo. En: Fundación ONCE. *Libro de ponencias. Primer Congreso Paralímpico Barcelona'92*. Barcelona: Fundación ONCE; 1993. p. 213–44.
- Stella SG, Bertolino SV. A avaliação antropométrica e da composição corporal. En: Mello MT, editor. *Avaliação clínica e da aptidão física dos atletas paraolímpicos brasileiros: conceitos, métodos e resultados*. São Paulo: Atheneu; 2004. p. 161–73.
- Garrido Chamorro RP, González Lorenzo M. Índice de masa corporal y composición corporal. Un estudio antropométrico de 2500 deportistas de alto nivel. *EFdeportes*

- [Internet]. 2004 [consultado 3 Jun 2014];10. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd76/antrop.htm>.
17. Martín-Fernández C, Melero-Romero C, Alvero-Cruz JR. Diagnóstico clínico de hiperreactividad bronquial en deportistas de alto rendimiento. *Rev Esp Patol Torac*. 2012;24:264–9.
 18. Pollock ML, Wilmore JH. Exercício na saúde e na doença: prescrição para a prevenção e a reabilitação. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
 19. Barbany JR. Alimentación para el deporte y la salud. Barcelona: Paidotribo; 2012.
 20. Badilla PAV, Cumillaf AERG, Valenzuela TNH. Somatotipo, composición corporal, estado nutricional y condición física en personas con discapacidad visual que practican goalball. *International Journal of Morphology*. 2014;32:183–9, <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000100031>.
 21. Martínez-Sanz JM, Urdampilleta A, Guerrero J, Barrios V. El somatotipo — morfología en los deportistas. ¿Cómo se calcula? ¿Cuáles son las referencias internacionales para comparar con nuestros deportistas? *EFdeportes* [Internet]. 2011 [consultado 3 Jun 2014];16. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd159/el-somatotipo-morfologia-en-los-deportistas.htm>.
 22. Villa JG, Suárez-Iglesias D, Rodríguez-Marroyo JA, Rodríguez-Fernández A, López-Rodríguez C, García-Casas F, et al. Anthropometric assessment of tandem teams of Spanish para-cycling squad 2014. In: Book of abstracts and contributions from keynotes and invited speakers to the European Congress of Adapted Physical Activity—EUCAPA 2014 [Internet]. Madrid: CEDI Publications series 5.
 23. Boraita A, de la Rosa A, Herasas ME, de la Torre AI, Canda A, Rabadán M, et al. Adaptación cardiovascular, capacidad funcional y polimorfismo inserción/delección de la enzima de conversión de angiotensina en deportistas de élite. *Rev Esp Cardiol*. 2010;63:810–9, [http://dx.doi.org/10.1016/S0300-8932\(10\)70184-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0300-8932(10)70184-6).
 24. Zaragoza Casterad J, Serrano Ostariz E, Generelo Lanaspá E. Dimensiones de la condición física saludable: evolución según edad y género. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte* [Internet]. 2004;4:204–21, <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista15/artdimensiones.htm>.
 25. Moura e Castro J, Costa O, de Freitas F. Evaluation of the aerobic capacity of blind people, by direct VO₂ maximal measurement. *Port J Cardiol*. 1992;11:525–9.