



# REVISTA INTERNACIONAL DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

## INTERNATIONAL JOURNAL OF MEDICINE AND SCIENCE OF PHYSICAL ACTIVITY AND SPORT



Periodicidad: Trimestral Revista multidisciplinar de las Ciencias del Deporte ISSN: 1577-0354

#### Directorio / Editorial Staff:

##### Director / Editor:

- Dr. Vicente Martínez de Haro  
(vicente.martinez@uam.es)  
Universidad Autónoma de Madrid (España)

##### Subdirectora / Associate Editor:

- Prof. Lourdes Cid Yagüe  
(lourdes.cid@uam.es)  
Universidad Autónoma de Madrid (España)

Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte

Vol. 16, nº 62, junio / june 2016

DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62>

Language: Spanish and English / Idioma: Español e inglés

All journal articles are published in **Spanish** together with their corresponding translation into **English**

**INDICE / INDEX**

#### Evaluadores externos / external reviewers (double blind)

- Dr. Eduardo Álvarez del Palacio Universidad de León (España)  
- Dr. Antonio Antúnez Medina Universidad de Extremadura (España)  
- Dr. Roberto Barcala Furelos Universidad de Vigo (España)  
- Dr. Felipe Belinchón de Lucio Universidad Complutense de Madrid (España)  
- Dr. Nicolás Botes Calle Universidad de Valladolid (España)  
- Dr. Juan de Dios Benítez Sillero Universidad de Córdoba (España)

<p><b>Secretaría de dirección / Direction secretary:</b></p> <p>- D<sup>a</sup> Rosa Sanz de Lara Barrios (rsanzdelara@hotmail.com)</p> <p><b>Webmaster:</b></p> <p>- D<sup>a</sup> Rosa Sanz de Lara Barrios (rsanzdelara@hotmail.com)</p> <p><b>Consejo Asesor y Científico:</b></p> <p>- Dr. José Antonio Arruza Gabilondo Universidad del País Vasco (España)</p> <p>- Dr. Robert J. Brustad University of Northern Colorado (USA)</p> <p>- Dr. Francisco Carreiro da Costa Universidade Técnica de Lisboa (Portugal)</p> <p>- Dr. José Antonio Cechini Estrada Universidad de Oviedo (España)</p> <p>- Dr. Onofre Contreras Jordán Universidad de Castilla-La Mancha (España)</p> <p>- Dr. J. Gualberto Cremades Barry University (USA)</p> <p>- Dr. José Devis Devis Universidad de Valencia (España)</p> <p>- Dr. Conrado Duránte Corral Comité Olímpico Español (España)</p> <p>- Dra. E. Terry Engelberg James Cook University (Australia)</p> <p>- Dr. Antonio Fraile Aranda Universidad de Valladolid (España)</p> <p>- Dr. Pedro Guillén García Clinica CEMTRO (España)</p> <p>- Dr. Juan Luis Hernández Álvarez Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Julio Cesar Legido Arce Universidad Complutense de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Pascal Legrain Université de Bordeaux (France)</p>	<p><b>ORIGINALES / ORIGINALS</b></p> <p><b>Área 5. DIDÁCTICA Y METODOLOGÍA / DIDACTIC AND METHODOLOGY</b></p> <p>- <b>Aguado-Gómez, R.; Díaz-Cueto, M.; Hernández-Álvarez, J.L. y López-Rodríguez, A.</b> <a href="#">Apoyo a la autonomía en las clases de educación física: percepción versus realidad / Supporting Autonomy in Physical Education: Perception Versus Reality</a>. pp. 183-202</p> <p>- <b>Cenizo Benjumea, J.M.; Ravelo Afonso, J.; Morilla Pineda, S.; Ramírez Hurtado, J.M. y Fernández-Truan, J.C.</b> <a href="#">Diseño y validación de instrumento para evaluar coordinación motriz en primaria / Design and Validation of a Tool to Assess Motor Coordination in Primary</a>. pp. 203-219</p> <p><b>Área 6. FISIOLÓGÍA DEL EJERCICIO / EXERCISE PHYSIOLOGY</b></p> <p>- <b>Castro-Sepúlveda, M.; Astudillo, S.; Mackay, K. y Jorquera, C.</b> <a href="#">El consumo de leche posterior al ejercicio disminuye la excreción de electrolitos / Milk Consumption After Exercise Decreases Electrolyte Excretion</a>. pp. 221-228</p> <p>- <b>Bautista, I.J.; Chiroso, I.J.; Chiroso, L.J.; Martín, I. y Rivilla, J.</b> <a href="#">RPE y velocidad como marcadores de intensidad en el press de banca / RPE and Velocity How Intensity Markers of Bench Press Exercise</a>. pp. 229-242</p> <p>- <b>Baiget, E.; Rodríguez, F.A. e Iglesias, X.</b> <a href="#">Relación entre parámetros técnicos y fisiológicos en tenistas de competición / Relationship Between Technical and Physiological Parameters in Competition Tennis Players</a>. pp. 243-255</p> <p><b>Área 7. HISTORIA DEL DEPORTE / HISTORY OF SPORT</b></p> <p>- <b>Rodríguez-López, J.; Vicente-Pedraz, M. y Mañas-Bastida, A.</b> <a href="#">Luchas y pacificación en la historia de la kinesiología americana / Struggles and Pacification in the History of American Kinesiology</a>. pp. 257-275</p> <p><b>Área 11. MEDICINA DEL DEPORTE / SPORT MEDICINE</b></p> <p>- <b>Lema, L.; Mantilla, S.C. y Arango, C.M.</b> <a href="#">Asociación entre condición física y adiposidad en escolares de Montería, Colombia / Associations Between Physical Fitness and Adiposity Among School-Age Children from Montería, Colombia</a>. pp. 277-296</p> <p><b>Área 12. APRENDIZAJE MOTOR / MOTOR LEARNING</b></p> <p>- <b>Cecchini, J.A.; Fernández-Losa, J.L. y Pallasá, M.</b> <a href="#">La precisión del movimiento imaginado y la recepción de balón en niños / The Accuracy of the Motor Imagery and the Ball Reception in Children</a>. pp.</p>	<p>- Dra. Estrella María Brito Ojeda Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</p> <p>- Dra. M<sup>a</sup> Dolores Cabañas Armesilla Universidad Complutense de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Francisco Javier Calderón Montero Universidad Politécnica de Madrid (España)</p> <p>- Dra. Alicia Sofía Canda Moreno Consejo Superior de Deportes (España)</p> <p>- Dra. Marta Capllonch Bujosa Universidad Barcelona (España)</p> <p>- Dr. David Cárdenas Vélez Universidad de Granada (España)</p> <p>- Dr. Javier Castejón Oliva Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dra. M<sup>a</sup> Jesús del Castillo Campos Centro de Medicina Deportiva de la Comunidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Marcelo Chauvet Ferrero Consejo Superior de Deportes (España)</p> <p>- Dr. Manuel Delgado Fernández Universidad de Granada (España)</p> <p>- Dr. Mario Díaz del Cueto Universidad de Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Tomás Fernández Jaén Clínica CEMTRO (España)</p> <p>- Dr. Francisco Javier Fernández Río Universidad de Oviedo (España)</p> <p>- Dr. Tomás García Calvo Universidad de Extremadura (España)</p> <p>- Dr. Alfonso García Monge Universidad de Valladolid (España)</p> <p>- Dr. Alejo García Naveira Universidad Europea de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Ignacio Garoz Puerta Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Eduardo Generelo Lanaspá Universidad de Zaragoza (España)</p> <p>- Dr. Javier González Martín C.P. La Moraña, Arévalo (España)</p> <p>- Dr. Elías Gutiérrez Castañón CEIP San Carlos (España)</p> <p>- Dr. José Manuel Hernández López Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Ángel Herrero de Lucas Universidad San Pablo-CEU (España)</p> <p>- Dr. José Manuel Izquierdo Ramírez Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</p> <p>- Dra. Clara López Crespo Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Eduardo López López IES Siete Palmas, Canarias (España)</p> <p>- Dra. M<sup>a</sup> Ángeles López Rodríguez Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Juan Carlos Luis Pascual Universidad de Alcalá de Henares (España)</p>
--	--	--

<p>- Dr. Jorge Mota Universidade do Porto (Portugal)</p> <p>- Dr. Pierre Parlebas Université de la Sorbonne (France)</p> <p>- Dr. José Luis Pastor Pradillo Universidad de Alcalá de Henares (España)</p> <p>- Dr. Maurice Pieron Université de Liège (Belgique)</p> <p>- Dra. Cecilia Rodríguez Bueno Agencia Estatal Antidopaje (España)</p> <p>- Dr. Francisco Javier San Miguel Bruck Club Atlético de Madrid S.A.D. (España)</p> <p>- Dr. Sidonio Serpa Universidade Técnica de Lisboa (Portugal)</p> <p>- Coach Robert A. Strauss M.Ed. H2O's Foundation d/b/a SWIM GYM (USA)</p> <p><b>Consejo Editorial / Editorial Board y Comité de Redacción / Technical Editors:</b></p> <p>- Prof. Raquel Aguado Gómez Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dra. Isabel Alonso Belmonte Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Prof. M<sup>a</sup> José Álvarez Barrio Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. José Antonio Casajús Mallén Universidad de Zaragoza (España)</p> <p>- Dr. Antonio Jesús Casimiro Andújar Universidad de Almería (España)</p> <p>- Dra. Rocío Domínguez Castells Agencia Española de Protección de la Salud en el Deporte (AEPSAD) (España)</p> <p>- Dr. Juan Miguel Fernández Balboa Balaguer Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. José Luis García Soidan Universidad de Vigo (España)</p>	<p>297-315</p> <p><b>Área 14. FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN / PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION</b></p> <p>- <b>Bailón-Cerezo, J.; Torres-Lacomba, M. y Gutiérrez-Ortega, C.</b> <a href="#">Prevalencia del dolor de hombro en nadadores de competición: estudio piloto / Shoulder Pain Prevalence in Competitive Swimmers: A Pilot Study</a>. pp. 317-334</p> <p><b>Área 15. PSICOLOGÍA DEL DEPORTE / SPORT PSYCHOLOGY</b></p> <p>- <b>Ramos, P.; Jiménez-Iglesias, A.; Rivera, F. y Moreno, C.</b> <a href="#">Evolución de la práctica de la actividad física en los adolescentes españoles / Physical Activity Trends in Spanish Adolescents</a>. pp. 335-353</p> <p><b>Área 17. OTRAS (Actividad Física y Salud) / OTHERS (Physical Activity and Health)</b></p> <p>- <b>Torralba, M.A.; Vieira, M.B.; Lleixà, T. y Gorla, J.I.</b> <a href="#">Evaluación de la coordinación motora en educación primaria de Barcelona y provincia / Assessment of Motor Coordination in Primary Education of Barcelona and Province</a>. pp. 355-371</p> <p><b>REVISIONES / REVIEWS</b></p> <p><b>Área 2. BIOQUÍMICA DEL DEPORTE / BIOCHEMISTRY SPORT</b></p> <p>- <b>Cepero González, M.; Padial Ruz, R.; Rojas Ruiz, F.J.; Romero Sánchez, D. y De la Cruz Márquez, J.C.</b> <a href="#">Efectos de bebidas carbohidratadas y proteicas sobre la recuperación del esfuerzo / Effects of Carbohydrate-Protein Beverages on Recovery of the Exercise</a>. pp. 373-401</p> <p><b>Referencias totales nº 62 / Total references in 12 journal articles: 509 (100%)</b> <b>Referencias propias de la revista / Own references in 12 journal articles: 11 (2,16%)</b></p> <p style="text-align: center;"><a href="#">Volumen completo en pdf</a></p> <p><b>Número de autores en este número: 46</b> <b>Número de autores de Centros no Españoles: 8</b> <b>Número de autores del equipo de dirección y Consejo Editorial: 1</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ÍNDICADORES DE CALIDAD</b></p> <p><b>2015 Journal Citation Reports® Science Edition (Thomson Reuters, 2015)</b> <b>Índice de impacto JCR 2010: 0,380; 2011: 0,265; 2012: 0,205; 2013: 0,167; 2014: 0,146</b></p> <p><b>Índice de impacto IN-RECS Educación 2009: 0,098 (2º cuartil) puesto 36; 2010: 0,205 (1er cuartil) puesto 18; 2011:</b></p>	<p>- Dra. Teresa Lleixà Arribas Universidad de Barcelona (España)</p> <p>- Dr. Ramón Llopis Goig Universidad de Valencia (España)</p> <p>- Dr. Mario Lloret Riera INEF de Cataluña (España)</p> <p>- Dra. Ana M<sup>a</sup> Magaz González Universidad de Valladolid (España)</p> <p>- Dr. Rafael Martín Acero Universidad de A Coruña (España)</p> <p>- Dra. Pilar Martín Escudero Universidad Complutense de Madrid (España)</p> <p>- Dra. M<sup>a</sup> Eugenia Martínez Gorroño Universidad Autónoma de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Julio Andrés Martínez Morillas Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</p> <p>- Dra. M<sup>a</sup> José Martínez Patiño Universidad de Vigo (España)</p> <p>- Dr. Antonio Méndez Giménez Universidad de Oviedo (España)</p> <p>- Dr. Alberto Mínguez Miñambres IES La Dehesilla de Cercedilla (España)</p> <p>- Dr. Luis Moral Moreno CES Don Bosco (España)</p> <p>- Dr. Enrique Muñoz Herrera Universidad de Córdoba (España)</p> <p>- Dr. Vicente Navarro Adelantado Universidad de La Laguna (España)</p> <p>- Dr. Ramón Olivé Vilás Consorcio Sanitario de Terrassa. Universitat Internacional de Catalunya (España)</p> <p>- Dr. Antonio Orta Cantón PMD Almería (España)</p> <p>- Dr. José Palacios Aguilar Universidad de A Coruña (España)</p> <p>- Dr. Pere Palou Sampol Universitat de les Illes Balears (España)</p> <p>- Dr. Helios Pareja Galeano Universidad Europea de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Víctor Paredes Hernández Rayo Vallecano de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Juan Párraga Montilla Universidad de Jaén (España)</p> <p>- Dra. Carmen Peiró Velert Universidad de Valencia (España)</p> <p>- Dra. Margarita Pérez Ruiz Universidad Europea de Madrid (España)</p> <p>- Dr. Victor Manuel Pérez Samaniego Universidad de Valencia (España)</p> <p>- Dra. Margarita Pino Juste Universidad de Vigo (España)</p> <p>- Dr. Carlos Polo Portes Universidad Europea de Madrid (España)</p> <p>- Dra. M<sup>a</sup> Concepción Pozo Muncio</p>
--	---	---

- Prof. Sophia Beatriz Girona Turner Colegio San Patricio (España)
- Prof. Ioanna Gkantia Ιωάννα Γκαντιά Fitness Plus, Kozáni (Grecia) Κοζάνη (Ελλάδα)
- Dr. Manuel Guillén del Castillo Universidad de Córdoba (España)
- Dr. Alfonso Jiménez Gutiérrez Universidad Europea de Madrid (España)
- Dr. Joaquín Marín Montín Universidad de Sevilla (España)
- Dr. Ignacio Martínez González-Moro Universidad de Murcia (España)
- Dr. Gerard Mauricio Martins Fonseca Universidade de Caxias do Sul (Brasil)
- Dr. Francisco Miguel Tobal Universidad Complutense de Madrid (España)
- Dr. José María Moya Morales Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Prof. José Muñoz Blas Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Prof. Benjamín Muñoz Herrera Academia de Artillería (España)
- Dra. María Prat Grau Universidad Autónoma de Barcelona (España)
- Dra. Ángeles Quintana Yañez Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dr. José Antonio Ruiz Caballero Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
- Dra. Lourdes Sarmiento Ramos Universidad de las Palmas de Gran Canaria (España)
- Dr. Ismael Sanz Arribas Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dr. Manuel Vizuete Carrizosa Universidad de Extremadura (España)

**0,300 (1er cuartil) puesto 13**

**Evaluación RECYT 2011: Excelente 2013: Excelente**

**Categoría ANEP: A+**

**Clasificación CIRC: categoría A**

**Valoración de la difusión internacional DICE: 14,2**

**Valoración de la internacionalidad de las contribuciones DICE: 11,11**

**Índice GGN – grado general de normalización- 2004 de Revistas de Ciencias del Deporte Españolas: 0,84**  
**Índice GFN –grado fundamental de normalización-2004 de Revistas de Ciencias del Deporte Españolas: 0,97**

**MIAR 2012:**

- ICDS (Índice compuesto de difusión secundaria) 2012: **7,579**
- ICDS 2013: **7,614**
- ICDS 2014: **7,646**
- ICDS 2015: **7,676**

**Criterios RESH:**

CRITERIOS DE CALIDAD EDITORIAL	DIFUSIÓN		OPINIÓN EXPERTOS	IMPACTO	BASES DE DATOS	
	CNEAI	ANECA			LATINDEX	2009
<b>18</b>	<b>22</b>	<b>34</b>		<b>6</b>	<b>1.52</b>	<b>0.091</b>



**SCImago. (2007). SJR — SCImago Journal & Country Rank.**

**Retrieved July 17, 2015, from <http://www.scimagojr.com>**

- SJR 2009: **0,189**; 2010: **0,173**; 2011: **0,220**; 2012: **0,213**; 2013: **0,219**; 2014: **0,209**

- H index (2008-2014): **7**

**Subject Category:**

Category						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation	<b>Q3</b>	<b>Q3</b>	<b>Q3</b>	<b>Q3</b>	<b>Q3</b>	<b>Q3</b>
Sports Science	<b>Q4</b>	<b>Q4</b>	<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q4</b>	<b>Q4</b>

- Universidad Complutense de Madrid (España)
- Dr. José Ignacio Ramírez Manent Centro de Salud de Calvià, Mallorca (España)
- Dr. Juan José Ramos Álvarez Universidad Complutense de Madrid (España)
- Dra. Mercedes Ríos Hernández Universidad de Barcelona (España)
- Dr. Enrique Rivera García Universidad de Granada (España)
- Dr. Victor J. Rubio Franco Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dr. Roberto Ruiz Barquín Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dr. Daniel San Román Sánchez Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
- Dra. Mª Luisa Santos Pastor Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dr. Juan Carlos Segovia Martínez Universidad Complutense de Madrid (España)
- Dr. Álvaro Sicilia Camacho Universidad de Almería (España)
- Dr. José O. Sous Sánchez Hospital de Torre Vieja (España)
- Dr. Carlos Mª Tejero González Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dr. Nicolás Terrados Cepeda Universidad de Oviedo (España)
- Dra. Carmen Triguero Cervantes Universidad de Granada (España)
- Dr. Javier Valenciano Valcarcel Universidad de Castilla-La Mancha (España)
- Dr. Ricardo de la Vega Marcos Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dr. Roberto Velázquez Buendía Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dr. Joaquín Yáñez Gómez Universidad Autónoma de Madrid (España)
- Dra. Tereza Marta Zugno Sperandio Independiente (Brasil)



- Prof. Lu Zhixian 敬峰 Independiente 獨立 (China)(中國)



SNIP 2012	IPP 2012	SJR 2012	SNIP 2013	IPP 2013	SJR 2013	SNIP 2014	IPP 2014	SJR 2014
0.351	0.388	0.214	0.405	0.232	0.21	0.391	0.279	0.209

**Índice H de las Revistas Científicas Españolas según Google Scholar Metrics (EC3 RESEARCH GROUP)**

**Metrics Google Scholar 2007-2011:**

- h5-index: **8**
- h5-medium: **12**

**Metrics Google Scholar 2008-2012:**

- h5-index: **9**
- h5-medium: **11**

**Metrics Google Scholar 2009-2013:**

- h5-index: **10**
- h5-medium: **13**

**Metrics Google Scholar 2010-2014:**





# JOURNAL SCHOLAR METRICS

ARTS, HUMANITIES, AND SOCIAL SCIENCES



HOME ABOUT METHODOLOGY OUR TEAM OTHER PROJECTS FAQ

Search a journal

## Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte



### IMPACT INDICATORS

Period	Totals			Without journal self citations		
	H5-Index	H5-Median	H Citations	H5-Index	H Citations	%
2010-2014	13	15	222	11	205	

### SUBJECT CATEGORIES AND RANKINGS

Subject Category	Ranking	Position	Quartile
Sports Science	Only core journals	85th (of 200)	Q2
	All journals	94th (of 213)	Q2

### INDEXED IN

Source	Category / Status
Google Scholar Metrics	Spanish
SCImago Journal Rank	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation Sports Science
SPORTDiscus	
Ulrich's Periodicals Directory	Medical Sciences - Sports Medicine
Web of Science Core Collection	Sport Sciences

Journal Scholar Metrics is a product developed by EC3 Research Group: Evaluación de la Ciencia y la Comunicación Científica. Universidad de Granada. Campus de Cartuja s/n. Granada (Spain).



CAPES Brasil, Qualis A2 Área Educação Física B2 Área Engenharias IV B5 Área Ciências Biológicas II



**Co-author  
Index**



3  
Grupo de Investigación ECG  
Evaluación de la Ciencia y de la  
Comunicación Científica

INICIO / ACERCA DE / METODOLOGÍA / EQUIPO / OTROS PROYECTOS

**REVISTAS**

**AÑO**

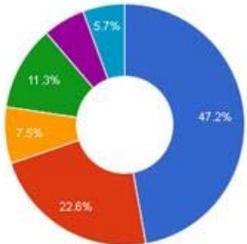
**DISCIPLINAS**

**Limpiar**

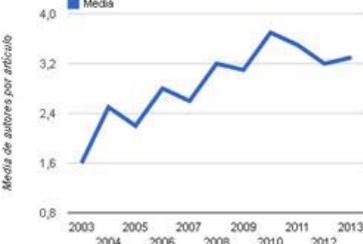
Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y Del Deporte

Año	Moda	Media	Máximo	Nº de artículos
2013	3	3.3	6	39

Distribución de número de autores por artículo



Media de autores por artículo en el periodo 1999-2013



EDITADA POR CV CIENCIAS DEL DEPORTE (RedIRIS) Y UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

NORMAS DE PUBLICACIÓN INFORMATION FOR CONTRIBUTORS	NOVEDADES EDITORIALES NEW BOOKS AND JOURNALS
CARTAS AL DIRECTOR LETTERS TOTHE EDITOR	ÍNDICE DE AUTORES AUTHORS INDEX
COMUNIDAD VIRTUAL CIENCIAS DEL DEPORTE VIRTUAL COMMUNITY SCIENCES OF THE SPORT	ÍNDICE DE MATERIAS (CLASIFICACIÓN DEL CONSEJO DE EUROPA) SUBJECT INDEX (COUNCIL OF EUROPA CLASSIFICATION)
ÍNDICE DE MATERIAS (CÓDIGO UNESCO) SUBJECT INDEX (UNESCO CODE)	INICIO HOME

**Διεθνής Έκδοση της Ιατρικής και της Επιστήμης της Φυσικής Αγωγής και του Αθλητισμού**

醫學和體力活動和運動科學國際期刊

Aguado-Gómez, R.; Díaz-Cueto, M.; Hernández-Álvarez, J.L. y López-Rodríguez, A. (2016). Apoyo a la autonomía en las clases de educación física: percepción versus realidad / Supporting Autonomy in Physical Education: Perception Versus Reality. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.183-202  
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artapoyo689.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artapoyo689.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.001>

## ORIGINAL

# APOYO A LA AUTONOMÍA EN LAS CLASES DE EDUCACIÓN FÍSICA: PERCEPCIÓN VERSUS REALIDAD

## SUPPORTING AUTONOMY IN PHYSICAL EDUCATION: PERCEPTION VERSUS REALITY

Aguado-Gómez, R.<sup>1</sup>; Díaz-Cueto, M.<sup>1</sup>; Hernández-Álvarez, J.L.<sup>1</sup> y López-Rodríguez, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana. Universidad Autónoma de Madrid. España. [raquel.aguado@uam.es](mailto:raquel.aguado@uam.es), [mario.diaz@uam.es](mailto:mario.diaz@uam.es), [juanluis.hernandez@uam.es](mailto:juanluis.hernandez@uam.es), [mangeles.lopez@uam.es](mailto:mangeles.lopez@uam.es)

### FINANCIACIÓN

El presente artículo forma parte del estudio realizado con la financiación del proyecto SEJ2007-672687/EDU del Ministerio de Ciencia e Innovación.

**Código UNESCO / UNESCO code:** 5899 Otras Especialidades Pedagógicas (Educación Física y Deporte) / Other pedagogical specialties (Physical Education and Sport)

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 5. Didáctica y metodología / Didactic and methodology

**Recibido** 26 de enero de 2013 **Received** January 26, 2013

**Aceptado** 6 de enero de 2014 **Accepted** January 6, 2014

### RESUMEN

Esta investigación se centró, por una parte en la percepción de apoyo a la autonomía en las clases de Educación física, que tienen tanto el alumnado como el profesorado, y por otra, en la coherencia entre percepción y la realidad observada en las clases. Se aplicaron dos escalas al profesorado y al alumnado con el objeto de conocer con qué frecuencia se producen comportamientos instructivos favorables al desarrollo de la autonomía, y se observaron y grabaron en video clases impartidas por el profesorado. Los resultados muestran que la

frecuencia de los comportamientos instructivos de apoyo a la autonomía durante la intervención de enseñanza es significativamente menor que la percibida por el alumnado y el profesorado. La realidad observada muestra un perfil de profesorado con gran margen de mejora en comportamientos como: calidad de la comunicación, funcionalidad de las tareas, fomento del pensamiento del alumnado, situaciones en las que el alumnado pueda expresar su opinión sobre las tareas y motivación intrínseca.

**PALABRAS CLAVE:** apoyo a la autonomía, educación física, estilo de enseñanza, iniciativa personal, motivación intrínseca.

## **ABSTRACT**

This investigation, on the one hand it focuses on students' and teachers' perception about autonomy support during Physical Education instruction, and on the other hand, in the coherence between perception and reality observed in the classes. Two scales were administered to determine the frequency of instructional behaviors favoring the development of autonomy, and teacher's classes were observed and videotaped. The results show that the observed frequency of instructional behavior favoring autonomy support during classes is significantly lower than that perceived by students and teachers. The observed reality reveals a teacher profile with room for improvement in behaviors such as: communication quality, task functionality, promotion of students' thinking, creation of situations in which students can express their opinions of the tasks, and increasing intrinsic motivation.

**KEY WORDS:** autonomy support, physical education, teaching style, personal initiative, intrinsic motivation.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La autonomía personal entendida como la experiencia de ser el autor y el origen de la propia conducta, constituye un reflejo del desarrollo personal y social y, por tanto, supone un reto para el sistema educativo y un indicador de su calidad. Además, en aquellas teorías que consideran el aprendizaje como un proceso activo, auto-construido e intencional del propio alumno (Kirk & MacPhail, 2002), la autonomía personal adquiere un relevante valor para un aprendizaje óptimo. En consecuencia, es necesario que el profesorado lleve a cabo estrategias y comportamientos instructivos que apoyen el desarrollo de la autonomía.

En la enseñanza, como señalan Black & Deci (2000), el apoyo a la autonomía hace referencia a la idea de un individuo que, en una posición de autoridad, adopta la perspectiva de otro, reconoce sus sentimientos, le proporciona información adecuada, y oportunidades de elección, minimizando el

uso de presiones y exigencias. En ese sentido, el apoyo a la autonomía plantea interrogantes sobre los estilos de enseñanza y sobre las situaciones en las que ese apoyo puede ser observado.

Para responder a esos interrogantes, los investigadores han analizado el apoyo a la autonomía del alumnado desde la perspectiva de la confrontación de estilos de enseñanza (controlling versus autonomy supportive), (Black & Deci, 2000; Reeve, Bolt, & Cai, 1999; Reeve & Jang, 2006). Como síntesis de los hallazgos sobre los beneficios del apoyo a la autonomía podemos señalar, entre otros, la influencia positiva en el incremento de la autorregulación autónoma del alumno, en su competencia percibida, en el interés/disfrute en la clase, en un mayor rendimiento académico, en una mayor comprensión conceptual y en la disminución de la ansiedad en el aprendizaje.

En Educación Física (EF), la investigación ha puesto el centro de atención en dos aspectos: las relaciones entre el apoyo a la autonomía y la motivación en las clases, y la relación entre el apoyo a la autonomía y el fomento de un estilo de vida activo. La investigación sobre la relación entre autonomía y motivación (Cox & Williams, 2008; Goudas, Biddle, & Fox, 1994; Moreno-Murcia, Zomeño, Marín de Oliveira, Ruiz, & Cervelló, 2013; Standage, Duda, & Ntoumanis, 2005), ha confirmado la importancia del apoyo a la autonomía del alumno para la motivación intrínseca en las clases de EF, aun cuando sólo se trate de la percepción positiva de ese apoyo (Cox & Williams, 2008), no siempre coincidente con la realidad de los comportamientos del profesorado.

Así mismo, la investigación sobre la relación entre el apoyo a la autonomía en EF y la adherencia a la actividad física, señala la existencia de una correlación positiva entre la percepción de apoyo a la autonomía y la práctica de actividad física en el tiempo libre (Chatzisarantis & Hagger, 2009; Hagger, Chatzisarantis, Culverhouse, & Biddle, 2003; Lim & Wang, 2009; Zhang, Solmon, & Gu, 2012). Además, en las investigaciones desarrolladas con proceso de intervención, los hallazgos indican que el alumnado que fue enseñado por profesorado que apoyaba su autonomía, muestra una disposición favorable y una participación más frecuente en actividades físicas, que el alumnado cuyos profesores no muestran estilos de enseñanza favorables de apoyo a su autonomía (Chatzisarantis & Hagger, 2009; Cheon, Reeve, & Moon, 2012; Reeve, Jang, Carrell, Jeon, & Barsh, 2004).

En consecuencia, el apoyo a la autonomía del alumnado se muestra como un hecho relevante para dos objetivos fundamentales en EF: mejorar la motivación para que el alumnado se implique más en su aprendizaje; y aumentar la adherencia a la actividad física para lograr un estilo de vida activo y disfrutar de sus beneficios para la salud física y psicosocial (Harris, Kuramoto, Schulzer, & Retallack, 2009).

Sin embargo, a pesar de los hallazgos sobre la relación positiva entre el apoyo a la autonomía y los citados objetivos, en nuestro contexto surgen

interrogantes sobre cómo es en realidad el comportamiento instructivo del profesorado, y sobre qué posibilidades existen de modificar dicho comportamiento hacia un enfoque de apoyo a la autonomía.

Respecto al primer interrogante, algunos investigadores ofrecen reflexiones y conclusiones sobre qué debemos observar en el comportamiento del profesorado que apoya la autonomía del alumnado (Deci & Ryan, 1994, Reeve et al. 1999; Reeve & Halusic, 2009; Stefanou, Perencevich, DiCintio, & Turner, 2004). Así, Reeve & Halusic (2009) recomendando para el profesorado que desee fomentar la autonomía del alumnado: tener en cuenta la perspectiva del alumnado; mostrar paciencia para dar tiempo a aprender; alimentar los recursos motivacionales internos eliminando los controles externos tales como las presiones o recompensas; proporcionar fundamentos explicativos; utilizar un lenguaje flexible y no coercitivo; y, reconocer y aceptar las expresiones de crítica.

Con respecto al segundo interrogante, los estudios de intervención han planteado la cuestión de si es posible que el profesorado mejore el apoyo a la autonomía (Chatzisarantis & Hagger, 2009; Cheon et al., 2012; Cheon & Reeve, 2013; Edmunds, Ntoumanis, & Duda, 2008; Reeve et al, 2004; Tessier, Sarrazin, & Ntoumanis, 2010). Los hallazgos señalan en la dirección de una respuesta afirmativa. Sin embargo, como indican Tessier et al. (2010), el no haber evaluado los comportamientos del profesorado previamente al desarrollo de la investigación, limita los resultados obtenidos, ya que la percepción que tiene un docente sobre lo que hace no necesariamente se manifiesta durante la instrucción en el aula y, por tanto, precisamos conocer el punto de partida de la realidad para contrastar los datos finales.

En EF existen algunos marcos teóricos que pueden ser útiles para el diseño de un plan de intervención orientado a mejorar el apoyo a la autonomía. En general, entendemos que el espectro de estilos de enseñanza en el que se plantea una progresión desde los estilos de enseñanza centrados en el profesor hacia los estilos centrados en el alumno (Mosston & Ashworth, 1990), es un claro ejemplo de las posibilidades de intervención del docente. En particular, y aunque específico de uno de los contenidos de EF, encontramos en la enseñanza de los juegos deportivos, el enfoque conocido como *Teaching Games for Understanding* (TGfU) (Bunker & Thorpe, 1982; Díaz-Cueto, Hernández-Álvarez, & Castejón, 2010; Griffin & Butler, 2005) que ha supuesto un cambio metodológico relevante respecto al papel que juega el alumno en su aprendizaje. Diversos autores coinciden al señalar que el modelo TGfU puede ser descrito como un enfoque coherente con los principios constructivistas (Kirk & MacPhail, 2002; Rovegno & Dolly, 2006), situando al alumno en un entorno de enseñanza y aprendizaje donde el pensamiento táctico, la comprensión de los principios del juego, la toma de decisiones y las situaciones de resolución de problemas son relevantes, constituyendo un proceso en el que el alumno dispone de un elevado grado de autonomía.

Aun así, en España, aunque se han llevado a cabo algunos estudios que se centran en el análisis del discurso docente durante las clases de EF (p.e.,

López, 2012; Velázquez et al., 2007; Velázquez & López, 2010), son prácticamente inexistentes las investigaciones centradas en la autonomía del alumnado, tanto desde la percepción que el alumnado y el profesorado tiene sobre los comportamientos instructivos que apoyan dicha autonomía, como desde la realidad de su observación en las clases. En ese contexto, tratando de mejorar el conocimiento sobre los comportamientos instructivos de apoyo a la autonomía del alumnado, el propósito del estudio quedó expresado en los siguientes objetivos:

- a. Conocer la percepción que tienen el alumnado sobre comportamientos instructivos de sus profesores que pueden apoyar su autonomía.
- b. Conocer la percepción que tienen el profesorado sobre sus propios comportamientos instructivos que suponen un apoyo a la autonomía del alumnado.
- c. Identificar, a través de la observación directa de las clases de educación física, la presencia de comportamientos instructivos favorables al apoyo a la autonomía del alumnado y relacionarlos con la percepción del alumnado y profesores.

## **2. MÉTODO**

### **Participantes**

En la primera parte del estudio (objetivos a y b), participaron 173 docentes de EF (111 hombres y 62 mujeres) y 2.201 estudiantes (1.056 chicos y 1.145 chicas), con edades comprendidas entre 12 y 17 años ( $14,3 \pm 1,5$ ). La investigación se desarrolló en centros públicos y privados de ocho Comunidades Autónomas. La experiencia docente del profesorado es: Menor de 5 años (20,2%), entre 5 y 10 años (28,3%); entre 11 y 15 años (22,0%) y más de 15 años (29,5%).

En la segunda parte del estudio (objetivo c). Para observar las clases, se eligieron al azar 30 docentes de entre los participantes en la primera parte del estudio (20 hombres y 10 mujeres), con una experiencia media de 11,4 años.

### **Instrumentos de medida**

#### ***Primera parte del estudio***

Considerando las aportaciones de diferentes autores (Reeve & Halusic, 2009; Cheon et al., 2012), se diseñaron y aplicaron dos escalas para conocer la valoración que hace al alumnado y el profesorado de la frecuencia con la que están presentes en el discurso del docente los comportamientos instructivos favorables a la autonomía.

La escala para el alumnado contiene 10 ítems (Tabla 2). Su contenido fue validado por un grupo de expertos en la enseñanza de EF ( $n=7$ ), y fue

reelaborada tras la prueba inicial con alumnado (n=32). Posteriormente, la escala se aplicó en una prueba piloto (n=94), mostrando un índice de fiabilidad de 0.86.

La escala para el docente también contiene 10 ítems (Tabla 3), coincidentes en contenido con la escala para el alumnado. El contenido de la escala fue validado por un grupo de expertos en la enseñanza de EF (n=7), reelaborada tras prueba piloto (n=27), mostrando un índice de fiabilidad de 0.81.

La frecuencia de los comportamientos instructivos se valoró con una escala del cero al 10 (por familiaridad con la valoración de los resultados académicos en nuestro país), siendo cero puntos la mínima valoración y 10 puntos la máxima. Las categorías de valoración se establecieron como se refleja en la Tabla 1.

**Tabla 1.** *Categorías de valoración de las escalas de percepción de comportamientos instructivos favorables a la autonomía del alumnado*

Nunca	Frecuencia Baja		Frecuencia Media-baja		Frecuencia media	Frecuencia media-alta		Frecuencia alta		Siempre
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

## **Segunda parte del estudio**

Se grabaron en video tres clases de EF (en algunos casos 4) de cada uno de los 30 docentes participantes, disponiéndose de un banco de datos correspondiente a 102 clases.

Tomando como referencia las orientaciones de Reeve & Halusic (2009), para analizar la información procedente de la observación se establecieron cuatro categorías y su correspondencia con los ítems de las escalas:

- Categoría-1. Calidad de comunicación y objetivos de las tareas. Incluye la calidad del mensaje, la comunicación de los objetivos de las tareas de enseñanza, y la atención selectiva hacia los aspectos de la tarea que el profesor considera más relevantes (ítems 1, 2 y 10).
- Categoría-2. Motivación. Incluye aquellos comportamientos instructivos presentes en el discurso del docente que hacen referencia a animar y felicitar al alumno (ítems 4 y 6).
- Categoría-3. Conocimiento de la perspectiva del alumnado. Situaciones de la clase en las que se observa que el docente muestra interés por conocer la percepción de los estudiantes sobre el desarrollo de las tareas, atendiendo a sus problemas o necesidades de apoyo para su aprendizaje (ítems 3, 5 y 9).
- Categoría-4. Comprensión del aprendizaje. Interacciones pregunta-respuesta entre el profesor y el alumnado buscando la comprensión de los aprendizajes y el conocimiento sobre lo que el alumnado sabe de la tarea (ítems 7 y 8).

## **Tratamiento de datos**

Los datos de las escalas se analizaron con el paquete estadístico SPSS-17.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Se obtuvieron descriptores básicos (media y desviación típica), así como análisis de frecuencia. Se usaron t-test (variables dicotómicas) y ANOVA (Post-Hoc Scheffé) para analizar las posibles diferencias entre variables no dicotómicas.

Se transcribieron los discursos del profesorado y se analizaron buscando evidencias de las cuatro categorías diseñadas. En la Tabla 4, se expone la correspondencia entre los ítems y los indicios del discurso del docente que orientaron la observación, así como la doble perspectiva de análisis. La perspectiva cuantitativa en la que se alude al porcentaje de docentes que presentaban un determinado comportamiento instructivo favorable a la autonomía del alumnado; y la perspectiva cualitativa relacionada con la naturaleza del contenido del discurso del docente, ejemplificada con fragmentos de los discursos docentes obtenidos de las transcripciones.

## **Aspectos éticos**

De acuerdo con las normas del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad a la que pertenece el grupo de investigación, se obtuvieron los permisos de los padres del alumnado para su participación en ambas fases del estudio (consentimiento informado). Asimismo, se obtuvieron los permisos de los equipos directivos de los centros educativos y del profesorado participante.

## **3. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

### **La percepción del alumnado**

El alumnado valora que 9 de los 10 comportamientos instructivos se producen con una frecuencia media-alta, superando los 6 puntos sobre 10 (Tabla 2). El ítem restante (nº 9) presenta una frecuencia media. Ningún comportamiento instructivo del profesorado recibe una valoración equivalente a una frecuencia alta, pero tampoco a una frecuencia baja.

**Tabla 2.** *Percepción del alumnado sobre la frecuencia de los comportamientos instructivos de apoyo a su autonomía (media, desviación típica y diferencias por género)*

Comportamientos instructivos del profesorado	X( $\pm$ SD)	p
1. Explica tan claramente que entiendo todo lo que dice	7,0 (2,2)	0,009**
2. Resalta las cosas más importantes que tengo que aprender	7,8 (2,3)	0,018*
3. Se interesa por saber si entiendo sus explicaciones	7,1 (2,6)	0,650
4. Me anima para que me esfuerce	7,2 (2,8)	0,151
5. Me presta atención cuando lo necesito	7,4 (2,5)	0,375
6. Me felicita cuando me esfuerzo	6,5 (2,9)	0,583
7. Me hace pensar sobre lo que estoy haciendo y por qué debo hacerlo así	6,3 (2,6)	0,731
8. Consigue que comprenda y corrija lo que estoy haciendo mal	7,3 (2,5)	0,114
9. Cuando terminamos, nos reúne para comentar sobre lo que hemos trabajado	5,8 (3,3)	0,530
10. Me transmite bien los objetivos que tiene la clase de Educación Física	7,4 (2,5)	0,845

Nota. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,001$

Sólo los dos primeros ítems de la escala presentan diferencias significativas en función del género. Ambos hacen referencia a aspectos claves de la comunicación: explicar con claridad, en el que las chicas valoran menos a sus profesores ( $p < 0,001$ ); y destacar los aspectos más importantes del aprendizaje, en el que las chicas valoran más a sus profesores ( $p < 0,05$ ). En estudios previos como los de Lim & Wang (2009) o los de Rutten, Boen, & Seghers (2012) no se encontraron diferencias significativas en función del género, siendo los resultados bastante similares en ambos grupos, aunque ligeramente más altos en el grupo de las chicas. El análisis de ANOVA muestra que no existen diferencias significativas por grupos de edad.

### La percepción del profesorado

El profesorado opina que la mayoría de los comportamientos estudiados se encuentran en su discurso docente con una frecuencia media-alta (4 de 10), o alta (3 de 10) (Tabla 3). El resto de los comportamientos se presentan con una frecuencia media (2 de 10) o media-baja (1 de 10).

**Tabla 3.** Percepción del profesorado sobre la frecuencia de comportamientos instructivos de apoyo a la autonomía del alumnado (media, desviación típica y diferencias por género)

Comportamientos instructivos del profesorado	X( $\pm$ SD)	p
1. Explico tan claramente que entienden todo lo que digo	5,9 (1.2)	0,680
2. Resalto las cosas más importantes que tienen que aprender	7,7 (1.7)	0,400
3. Me intereso por saber si entienden mis explicaciones	7,9 (1.8)	0,158
4. Les animo para que se esfuercen	8,5 (1.7)	0,716
5. Les presto atención cuando lo necesitan	8,0 (1.7)	0,822
6. Felicito a mis alumnos cuando se esfuerzan o les salen bien las cosas	8,4 (1.8)	0,699
7. Les hago pensar sobre lo que están haciendo y por qué deben hacerlo así	6,7 (1.8)	0,280
8. Consigo que comprendan y corrijan lo que están haciendo mal	5,6 (1.7)	0,229
9. Reúno al alumnado para comentar sobre lo que hemos trabajado	4,8 (2.2)	0,405
10. Explico los objetivos de la tarea	6,5 (1.9)	0,217

No existen diferencias significativas en función del género. La etapa educativa (Primaria versus Secundaria) marca una tendencia, con una mayor percepción de frecuencia de comportamientos favorables a la autonomía entre el profesorado de Primaria, pero sólo se producen diferencias significativas en uno de los 10 comportamientos ( $p < 0,001$ , para ítem 3).

Tampoco se aprecian diferencias significativas en función de la experiencia docente (ANOVA, Post-Hoc Scheffé, sin significación), aunque existe una tendencia a una mayor valoración de la frecuencia con la que se presentan comportamientos instructivos que apoyan la autonomía (en 5 de los 10) en el grupo con mayor experiencia (más de 20 años de docencia).

### La percepción del alumnado versus la percepción del profesorado

En 5 de los 10 ítems, el alumnado valora la frecuencia de los comportamientos instructivos más positivamente que los propios profesores, estableciéndose diferencias significativas en el 1, 8 y 9 ( $p < 0,01$ ). Los tres ítems hacen referencia a aspectos de comunicación docente. Por el contrario, en 5 de los 10 ítems el profesorado ofrece una percepción de sus comportamientos instructivos que no recibe el respaldo de la opinión del alumnado, con diferencias significativas en el 3 ( $p < 0,05$ ) y en el 4 y 6 ( $p < 0,01$ ). Dos de estos tres ítems (el 4 y el 6) hacen referencia a aspectos emocionales.

### Observación de la realidad y contraste con la percepción

La segunda parte del estudio tuvo por objeto observar la realidad de los comportamientos instructivos del profesorado en las clases de EF, y analizar la coherencia entre la percepción y la realidad. Con ese fin, se seleccionaron indicios a observar para cada uno de los ítems de las escalas de percepción (Tabla 4).

**Tabla 4.** Aspectos a observar y naturaleza de los datos

Comportamientos instructivos del profesorado	Observación
1. Explico tan claramente que entienden todo lo que digo	Estructura del mensaje. Tono de voz. Terminología comprensible
2. Resalto las cosas más importantes que tienen que aprender	Provoca atención selectiva sobre aspectos importantes de la tarea
3. Me intereso por saber si entienden mis explicaciones	Preguntas directas sobre lo explicado o bien sobre si lo han comprendido
4. Les animo para que se esfuercen	Comentarios empuje: ¡Vamos! ¡Adelante! ¡Lo vas a conseguir!
5. Les presto atención cuando lo necesitan	Interés por problemas del alumnado. Apoyo del profesor ante la demanda de apoyo del alumnado para mejorar el aprendizaje de la tarea. Apoyo del profesor cuando observa que están realizando mal la tarea y pueden desmotivarse.
6. Felicito a mis alumnos cuando se esfuerzan o les salen bien las cosas	Comentarios de valoración/aprobación: ¡Muy bien! ¡Enhorabuena! ¡Felicidades por el trabajo!
7. Les hago pensar sobre lo que están haciendo y por qué deben hacerlo así	Preguntas sobre lo que están haciendo (¿por qué tienes las piernas en extensión? ¿Crees que es lo mejor?... ¿Por qué has decidido pasar y no lanzar?)
8. Consigo que comprendan y corrijan lo que están haciendo mal	Apoyo y orientación del profesor en las posibilidades de comprensión de los estudiantes a través de sucesivos intercambios de preguntas y respuestas con la intención de profundizar en los aprendizajes.
9. Reúno al alumnado para comentar sobre lo que hemos trabajado	Reúne al alumnado para reforzar aspectos del aprendizaje y/o conocer su opinión.
10. Explico los objetivos de la tarea	Comenta el valor de la tarea para los objetivos de enseñanza-aprendizaje.

La observación de las clases permitió comprobar la frecuencia en el discurso de los comportamientos instructivos favorecedores de la autonomía en el alumnado, y el porcentaje de docentes que presentan dichos comportamientos (Tabla 5). Las intervenciones docentes favorables al apoyo a la autonomía constituyen el 30,6% del total.

**Tabla 5.** Profesores que muestran comportamientos instructivos favorables a la autonomía del alumnado y frecuencia relativa (%)

Comportamiento instructivo	Profesores que presentan el comportamiento instructivo	Frecuencia relativa sobre el total de las intervenciones
<b>Calidad comunicación y finalidad</b>		
1. Explico con un lenguaje claro y preciso	s/c	s/c
2. Destaco los aspectos más relevantes para una correcta realización de la tarea	56,7	2,8
10. Hago referencia a los objetivos de las tareas de enseñanza	46,7	5,3
<b>Motivación</b>		
4. Motivo al alumno para que se esfuercen en el aprendizaje	73,3	8,2
6. Felicito a los alumnos por su esfuerzo	43,3	4,1
<b>Conocer perspectiva alumno</b>		
3. Me intereso por saber si los alumnos han comprendido sus explicaciones	56,7	6,2
5. Les presto atención cuando lo necesitan	s/c	s/c
9. Reúno a los alumnos para dialogar sobre lo sucedido en la realización de la tarea	33,3	1,8
<b>Aprendizaje comprensivo</b>		
7. Fomento que los alumnos piensen sobre lo que están haciendo	40,0	2,2
8. Consigo que comprendan y corrijan lo que están haciendo mal	s/c	s/c
<b>Total...</b>		<b>30,6</b>

Nota. s/c:= sin cuantificar

Asimismo, el análisis del discurso del profesorado permitió identificar la naturaleza de los comportamientos instructivos potencialmente favorables al desarrollo de la autonomía. En este sentido, tomando como fuente la transcripción literal del discurso y la imagen de las clases grabadas, el análisis realizado arroja los resultados siguientes:

### **Categoría 1. Calidad de comunicación y finalidad de las tareas**

Esta categoría alude a tres centros de atención: a) calidad del discurso (claridad y precisión en la explicación de la tarea); b) información sobre los objetivos de las tareas; y c) aspectos más importantes en los que debe centrar la atención el alumno para una correcta realización de las tareas (atención selectiva).

Con respecto a la calidad del discurso, la observación muestra que un número elevado de docentes (36,7%) construye con frecuencia mensajes poco estructurados y confusos. En numerosas ocasiones, las deficiencias del mensaje se relacionan con la falta de concentración del docente originada por conductas disruptivas del alumnado. Como señalan Haerens et al. (2013), estas situaciones pueden ser diferentes en los distintos momentos de la sesión y en función del

contexto. El inicio de la clase es más fácil, al tener al alumnado reunido y dispuesto a escuchar, mientras que durante el desarrollo de las actividades la labor del docente se hace más compleja, ya que deben gestionar aspectos como el comportamiento del alumnado o la seguridad en un ambiente ruidoso.

El profesorado parece ser consciente de sus limitaciones. Su valoración sobre la propia capacidad para explicar la tarea con claridad es de 5,9 puntos (sobre 10), y el análisis de la observación de la clase muestra la coherencia entre percepción y realidad. No obstante, la existencia del mensaje no verbal (gestos, demostraciones,...) facilita la comprensión del alumnado. En ocasiones el profesorado a la vez que describe, va ejemplificando las distintas acciones que el alumno debe realizar. Tal vez este sea el motivo por el que el alumnado valora con 7,0/10 la frecuencia con la que el profesorado explica con claridad y se hacen entender, muy por encima del 5,9 de autovaloración del profesorado. Pero, esta forma de comunicación no verbal, relevante en EF, se vincula estrechamente con la imitación de los gestos y movimientos del docente, limitando la autonomía del alumnado al alejarse del discurso flexible y abierto a nuevas soluciones (Reeve & Halusic, 2009).

Respecto a la información sobre los objetivos de las tareas, los resultados muestran que el profesorado no lo hace con la frecuencia que sería deseable para favorecer la comprensión y la autonomía del alumnado. Este comportamiento instructivo es auto-valorado por el profesorado con una frecuencia media-alta (6,5/10), pero, como también sucede en otros estudios (López, 2012; Velázquez et al., 2007; Velázquez & López, 2010), en la realidad se encuentra poco presente en su discurso. De hecho, sólo un 46,7% (Tabla 5) informa de los objetivos de las tareas de enseñanza.

El tercer aspecto de esta categoría se centró en conocer si el profesorado destaca los aspectos más importantes en los que el alumnado debe centrar la atención para una correcta realización de las tareas. Un buen ejemplo es el siguiente:

Atención, debéis concentraros en el movimiento de las piernas y en la dirección de los pies... ¿cómo deben estar las piernas?... [Ante la respuesta de algunos alumnos] eso es, bien...! Deben estar flexionadas... el centro de gravedad del cuerpo bajo... ¿y los pies?... [En este caso no espera respuesta] orientados hacia donde quiero enviar el balón... ¡Vamos a la tarea!... (Profesor 14)

En otras ocasiones, el docente destaca aspectos relevantes para la correcta realización de la tarea advirtiendo de aquellos errores que, por su experiencia, suele cometer el alumnado. En todo caso, existe un 56,7% del profesorado que realiza en alguna ocasión comentarios para destacar aspectos relevantes de la tarea, aunque sólo presentan una frecuencia relativa del 2,8% del total de las intervenciones docentes, valores inferiores a los obtenidos por Velázquez & López (2010).

## Categoría 2. Discurso docente orientado a la motivación de los estudiantes

Los aspectos que se han valorado en esta categoría están relacionados con si animan y felicitan los profesores a sus alumnos. La observación muestra que se trata de expresiones que se producen en mayor porcentaje que otro tipo de mensajes docentes (Tabla 5), aunque probablemente no sean suficientes. Además, se observa que un elevado número de profesores (43,3%) trata de motivar con mensajes que reflejan presiones y/o superación de los otros, alejándose de la recomendación de proporcionar mensajes de motivación intrínseca más favorables al desarrollo de la autonomía (Cox & Williams, 2008; Deci & Ryan, 1994, 2002; Pihu, Hein, Koka, & Hagger, 2008). Así sucede cuando, por ejemplo, se presiona con un examen “Trabajar esto [ejercicio de multi-saltos cruzando el gimnasio] porque el próximo día hago examen” (Profesor 22).

Esta forma de motivar y animar a los estudiantes hacia el esfuerzo resulta, en ocasiones, rápida y efectiva a corto plazo. No obstante, el apoyo a la autonomía debe construirse sobre la motivación intrínseca del alumnado (Reeve & Halusic, 2009; Reeve & Jang, 2006; Rutten et al., 2012), siendo necesario complementar estos comportamientos propiciados desde una motivación basada en ganar al otro, o ser mejor que..., con discursos y actividades que apoyen las propias expectativas del alumnado para lograr que le aporte un sentido y significado personal.

En cualquier caso, se observa con frecuencia *feedback* de ánimo (“Bien”, “Muy bien”, “Venga, así”), que transmiten un apoyo a lo que el alumnado está haciendo en ese momento, al igual que ocurre en otros estudios (Díaz-Cueto & Aguado-Gómez, 2012; López, 2012; Velázquez et al., 2007). De hecho, el porcentaje de docentes que emite mensajes de ánimo supera el 70% (Tabla 5), siendo en ese sentido coherente con el hecho de que el profesorado piense que las expresiones de ánimo y de felicitación están muy frecuentemente en su discurso (Tabla 3), aunque el alumnado las perciba con una menor frecuencia (Tabla 2), al igual que en López (2012).

Las intervenciones docentes para felicitar al alumnado, cuando se esfuerza durante las clases, se suelen realizar tanto a modo individual como en grupo. El profesorado utiliza frases breves y, frecuentemente no señala los motivos de la felicitación “Venga chicos que tenemos que avanzar más, eh, atended todos lo habéis hecho... todos lo habéis hecho bastante bien” (Profesor 17)

Aunque existe un 73,3% de docentes que anima al alumnado, sólo en el 43,3% se ha podido observar mensajes de felicitación a sus alumnos por la realización de las tareas de enseñanza, aunque con una frecuencia relativa alta frente a otros tipos de intervención (4,1%), lo que indica que aquellos profesores o profesoras que felicitan lo hacen con bastante frecuencia durante sus clases.

### Categoría 3. Interés por conocer la percepción de los estudiantes

Tratar de conocer la perspectiva del alumnado es una de las características básicas del apoyo a la autonomía (Reeve & Jang, 2006; Reeve & Halusic, 2009). Por ese motivo, el análisis se ha centrado: a) en el interés del profesorado por saber si entienden sus explicaciones, b) en expresiones de los docentes que atienden a los estudiantes cuando éstos los necesitan; y c) en los momentos que el profesorado reúne al alumnado para analizar con ellos el desarrollo de la clase.

Tanto el alumnado como el profesorado tienen la percepción de que el interés del docente por saber si sus explicaciones han sido entendidas ocurre con una frecuencia media-alta, aunque con una diferencia significativa a favor del profesorado. No obstante, la observación y el análisis de las transcripciones de los discursos docentes revelan que esa frecuencia no es tan alta, contrastando con los resultados obtenidos por Haerens et al. (2013) que sí que muestran una relación entre lo observado durante las clases de educación física y la percepción que tenía el alumnado al respecto.

En el caso de nuestro estudio sólo un 56,7% del profesorado muestra interés por conocer si el alumnado ha comprendido su mensaje, por medio de preguntas a todo el grupo o personalizadas en algún alumno "... Bueno, ¿me habéis comprendido?... Ana, Pedro,... ¿se ha entendido la explicación?" (Profesor 29)

La frecuencia relativa de este comportamiento instructivo en el discurso del profesorado (6,2%) indica que los que muestran este comportamiento lo hacen con bastante frecuencia, al igual que ocurre en otras investigaciones (López, 2012; Velázquez et al., 2007; Velázquez & López, 2010). Entre el resto del profesorado, son numerosos los casos en los que deben parar la realización de la tarea para volver a explicar algún aspecto técnico o de organización del grupo para llevarla a cabo.

Con respecto al segundo aspecto (prestarles atención cuando la necesitan), en la observación se ha comprobado que esa atención tiene dos comportamientos: a) mostrar interés por los problemas del alumnado; b) atender sus necesidades para poder progresar en el aprendizaje, orientando y guiando el proceso personal de cada uno.

En este sentido, se observa con frecuencia entre el profesorado tanto el interés por los problemas personales del alumnado como la atención a sus necesidades para poder progresar en el aprendizaje.

En el primer caso los docentes están especialmente preocupados por aspectos relacionados con la salud.

Un ejemplo de atender las necesidades de aprendizaje, podría ser el siguiente, en el que el docente observa a un grupo que parecen enfadados y desmotivados y se dirige a ellos:

¿Qué sucede? ¿Hay algún problema? [El alumnado responden que no se sienten capaces de realizar la tarea]... Bueno, vamos a ver,... decidme con tranquilidad cuál es el problema... ¿qué es lo que creéis que tenéis que hacer y por qué pensáis que no sois capaces de hacer bien la tarea?... (Profesor 25)

Existe coherencia entre lo observado y la percepción del alumnado y del profesorado. Como se expone en las Tablas 2 y 3, el alumnado declaró que el profesorado le presta atención con una frecuencia medio-alta, frente a la opinión del profesorado que declara una frecuencia alta, coincidiendo con otros estudios (López, 2012; Velázquez et al., 2007; Velázquez & López, 2010). Pero estos datos, no pueden ocultar que algunos docentes muestran comportamientos de indiferencia durante la clase, y que parecen no darse cuenta del apoyo que necesitan algunos estudiantes para realizar la tarea.

La observación del último aspecto relacionado con si el profesor reúne a los alumnos para dialogar sobre lo sucedido en la realización de las tareas, ha permitido comprobar que la valoración del alumnado (frecuencia media) y del profesorado (frecuencia media-baja) responde a una realidad, ya que sólo uno de cada tres docentes suele reunir al alumnado al final de la clase, y sólo ocupa el 1,8% de las intervenciones docentes (Tabla 5), coincidiendo con los resultados de otros estudios (López, 2012; Velázquez et al., 2007; Velázquez & López, 2010).

#### **Categoría 4. Aprendizaje comprensivo**

El diálogo y la estrategia de preguntas y respuestas constituyen elementos centrales de un proceso orientado a que el alumnado mejore la comprensión de los aprendizajes y desarrolle su capacidad de pensar sobre la acción. En efecto, los interrogantes como forma de diálogo profesor-alumno son una estrategia inherente al proceso comprensivo y su inclusión en el discurso docente favorece la reflexión y las respuestas inteligentes a problemas motores, así como el pensamiento crítico (Gubacs-Collins, 2007; Velázquez et al., 2007).

No obstante, como señala López (2012), aunque existe un número elevado de docentes que realizan preguntas, la frecuencia con la que lo hacen es muy baja. Tal vez porque, como se observó en otros estudios, la estrategia de preguntas es difícil de llevar a la práctica y, en ocasiones, el profesor no muestra la paciencia necesaria para que se produzca la respuesta del alumno (Díaz-Cueto et al., 2010; Reeve & Halusic, 2009).

En efecto, en nuestro estudio se confirman las dudas sobre la capacidad del profesorado para elaborar buenas preguntas y esperar la respuesta del

alumnado. De hecho, sólo un 40% del profesorado realiza preguntas para hacer pensar al alumnado sobre lo que está haciendo. Además, en ocasiones, cuando el profesorado hace preguntas no mantienen la paciencia necesaria para observar su efecto en el alumno. En el siguiente ejemplo, durante una clase de Rugby, todo parece indicar que los interrogantes contribuyen a conformar un escenario de aprendizaje que favorece la implicación cognitiva de los estudiantes:

¿Cuándo utilizamos esta patada? Cuando estamos ¿en qué zona del campo? Vale, muy bien, detrás de la línea del 22 que decíamos y cerca de nuestra zona de ensayo. De acuerdo, y sobre todo ¿Cuándo... dónde están nuestros compañeros? Delante de nosotros, ¿Por qué? Porque si no hay nadie detrás no podemos pasarle a nadie que esté detrás y delante no podemos pasar... (Profesor 17)

Sin embargo, las apariencias pueden engañar. El profesor dialoga consigo mismo, ha construido un mensaje con preguntas y respuestas pero no ofrece la posibilidad de que el alumnado responda. La actitud del alumnado ha sido de escucha y, tal vez, se haya producido en ellos una disonancia cognitiva, pero como señalan Reeve & Halusic (2009), el profesor no tiene la paciencia necesaria para esperar las respuestas y, por tanto, no podrá comprobar la comprensión y el conocimiento que el alumno tiene de la tarea.

No obstante, la existencia de esos interrogantes en el discurso docente puede ser lo que lleva al alumnado y al profesorado a afirmar que este tipo de comportamiento instructivo se da con una frecuencia media-alta, en contraposición con lo observado en la realidad.

El segundo aspecto de esta categoría trata de valorar si consigue el profesor que comprendan y corrijan lo que están haciendo mal en la tarea. Este es el ítem en el que más diferencia se produce en las respuestas a las escalas de percepción. Mientras el profesorado cree que el comportamiento descrito en el ítem se produce simplemente con una frecuencia media (5,6/10), que expresa la falta de confianza en que el alumnado pueda mejorar su aprendizaje, el alumnado lo percibe como de frecuencia media-alta (7,3/10), creyendo en su capacidad de comprensión y en que han podido corregir sus errores.

En el siguiente ejemplo, la profesora a través de un breve diálogo con los estudiantes, detecta, y consigue que el alumnado sea consciente de dónde está el problema y cuáles pueden ser las posibles soluciones:

- Profesor: Decidme cosas que no han salido muy bien con el paracaídas
- Alumno: El iglú grande no nos ha salido.
- Profesor: ¿Por qué crees que no nos ha salido? (Profesor 11)

Como señalan Reeve & Halusic (2009), este inicio del diálogo, en un estilo de enseñanza de descubrimiento guiado (Mosston & Ashworth, 1990),

representa una situación de aprendizaje que favorece la búsqueda de soluciones por parte del alumnado, la reflexión sobre sus propias decisiones y la confianza en las propias competencias.

#### 4. CONCLUSIONES

El desarrollo de la autonomía del alumnado requiere que el profesorado lleve a cabo, con frecuencia, comportamientos instructivos favorables a ese desarrollo. En este sentido, es preocupante la percepción que tanto el alumnado como el profesorado tiene de la existencia de estos comportamientos, existiendo diferencias entre ellos y entre su percepción y la realidad. Las diferencias de percepción no definen una tendencia favorable o desfavorable en función de quiénes manifiestan su opinión. En cinco de los 10 ítems, el alumnado valora más la frecuencia de los comportamientos instructivos que apoyan la autonomía que los propios profesores, mientras que sucede lo contrario en los otros cinco ítems.

La observación de las clases muestra situaciones muy diversas. Como resultado negativo destacable cabe señalar que más de la mitad del profesorado ignora en su intervención la mayoría de comportamientos de apoyo a la autonomía observados. Por el contrario, como resultado positivo, tres de cada cuatro profesores mantienen un discurso motivador, animando con frecuencia a sus alumnos, aunque son menos de la mitad los que les felicitan cuando se esfuerzan para realizar bien la tarea.

La utilización de la estrategia preguntas-respuestas, para favorecer la comprensión y la autonomía (aprender a aprender), es escasa e inadecuada. Esta estrategia está muy bien conducida por algunos, pero es reducido el número de docentes (cuatro de cada 10) que ponen al alumnado en la situación de pensar y de dar una respuesta a su pregunta. En algunos casos, existen docentes que realizan buenas preguntas sobre la tarea, pero no muestran la paciencia necesaria para esperar una respuesta y ellos mismos las responden. Este tipo de comportamiento tiene dos efectos negativos. El primero es que el alumnado se habitúa a esperar que el docente facilite la respuesta y, por tanto, no necesita pensar en ella. El segundo efecto negativo es que el docente no recibe información sobre lo que el alumnado ha comprendido y sabe.

La calidad del discurso del docente es algo que no podemos cuantificar, pero la observación y la transcripción del discurso permiten afirmar que es necesario mejorar significativamente la estructura, claridad y precisión de los mensajes. El apoyo que el profesorado de EF tiene en el lenguaje no verbal (gestos, demostraciones,...) ocasiona que no sean muy cuidadosos en la calidad del lenguaje verbal. Cuatro de cada diez docentes descuidan en exceso la construcción del mensaje, y parecen ser conscientes de ello porque tienen una baja autovaloración de la frecuencia con la que se expresan con claridad.

En síntesis, cabe afirmar que la frecuencia con la que los comportamientos instructivos de apoyo a la autonomía se encuentran en la intervención de enseñanza (realidad), es significativamente menor que la percibida por el alumnado y por el propio profesorado (percepción). La realidad de las clases observadas muestra un perfil de docente con un gran margen de mejora en determinados comportamientos, especialmente en aquellos que hacen referencia a la calidad de la comunicación; a compartir con el alumnado los objetivos de las tareas; a fomentar el pensamiento del alumnado por medio de preguntas adecuadas y el tiempo para esperar respuestas; a proponer situaciones en las que el alumnado pueda expresar su opinión sobre las tareas realizadas; y a motivar felicitando por el esfuerzo y el trabajo bien realizado. Sin duda, este estudio constituye un punto de partida para conocer la percepción y la realidad, y, en ambos ámbitos, desarrollar programas formativos para que el profesorado mejore el apoyo a la autonomía de sus alumnos y alumnas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Black, A.E., & Deci, E.L. (2000). The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: a self-determination theory perspective. *Science Education*, 84, 740-756. [http://dx.doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<740::AID-SCE4>3.0.CO;2-3](http://dx.doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<740::AID-SCE4>3.0.CO;2-3)
- Bunker, D., & Thorpe, R. (1982). A model for the teaching of games. *Bulletin of Physical Education*, 18(1), 5-8.
- Chatzisarantis, N.L., & Hagger, M.S. (2009). Effects of an intervention based on self-determination theory on self-reported leisure-time physical activity participation. *Psychology & Health*, 24, 29-48. <http://dx.doi.org/10.1080/08870440701809533>
- Cheon, S.H., Reeve, J., & Moon, I.S. (2012). Experimentally Based, Longitudinally Designed, Teacher-Focused Intervention to Help Physical Education Teachers Be More Autonomy Supportive Toward Their Students. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34, 365-396.
- Cheon, S.H. & Reeve, J. (2013). Do the benefits from autonomy-supportive PE teacher training programs endure?: A one-year follow-up investigation. *Psychology of Sport and Exercise*, 14, 508-518. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psychsport.2013.02.002>
- Cox, A., & Williams, L. (2008). The roles of perceived teacher support, motivational climate, and psychological need satisfaction in students' physical education motivation. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30(2), 222-239.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1994). Promoting self-determined education. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 38(1), 3-14. <http://dx.doi.org/10.1080/0031383940380101>
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (Eds.). (2002). *Handbook of self-determination research*. Rochester: The University of Rochester Press.
- Díaz-Cueto M., & Aguado-Gómez, R. (2012). Percepción de competencia del profesorado de educación física con experiencia sobre la tarea como recurso didáctico. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 22, 16-18.
- Díaz-Cueto, M., Hernández-Álvarez, J.L., & Castejón, F. (2010). Teaching Games for Understanding to In-Service Physical Education Teachers: Rewards and Barriers Regarding the Changing Model of Teaching Sport. *Journal of Teaching in Physical Education*, 29, 378-398.

- Edmunds, J., Ntoumanis, N., & Duda, J.L. (2008). Testing a self-determination theory based teaching style intervention in the exercise domain. *European Journal of Social Psychology*, 38, 375–388. <http://dx.doi.org/10.1002/ejsp.463>
- Goudas, M., Biddle, S., & Fox, K. (1994). Perceived locus of causality, goal orientations, and perceived competence in school physical education classes. *British Journal of Educational Psychology*, 64(3), 453-463. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2044-8279.1994.tb01116.x>
- Griffin, L.L., & Butler, J.I. (Eds.) (2005). *Teaching games for understanding theory, research and practice*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gubacs-Collins, K. (2007). Implementing a tactical approach through action research. *Physical Education & Sport Pedagogy*, 12(2), 105-126. <http://dx.doi.org/10.1080/17408980701281987>
- Haerens, L., Aelterman, N., Van den Berghe, L., De Meyer, J., Soenens, B., & Vansteenkiste, M. (2013). Observing physical education teachers' need-supportive interactions in classroom settings. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35, 3-17.
- Hagger, M. S., Chatzisarantis, N. L. D., Culverhouse, T., & Biddle, S. J. H. (2003). The processes by which perceived autonomy support in physical education promotes leisure-time physical activity intentions and behavior: A transcontextual model. *Journal of Educational Psychology*, 95, 784–795. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.784>
- Harris, K. C., Kuramoto, L. K., Schulzer, M., & Retallack, J. E. (2009). Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *Canadian Medical Association Journal*, 180(7), 719-726. <http://dx.doi.org/10.1503/cmaj.080966>
- Kirk, D., & MacPhail, A. (2002). Teaching Games for Understanding and situated learning: Rethinking the Bunker-Thorpe model. *Journal of Teaching in Physical Education*, 21, 177-192.
- Lim, B.S.C., & Wang, C.K.J. (2009). Perceived autonomy support, behavioural regulations in physical education and physical activity intention. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(1), 52–60. <http://dx.doi.org/10.1503/cmaj.080966>
- López, A. (2012). *La calidad de los procesos de comunicación en el aula de Educación Física: un estudio sobre calidad del discurso docente en profesorado de la Comunidad de Madrid*. Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Madrid.
- Moreno-Murcia, J. A., Zomeño, T., Marín de Oliveira, L. M., Ruiz, L. M., & Cervelló, E. (2013). Percepción de la utilidad e importancia de la Educación física según la motivación generada por el docente. *Revista de Educación*, 362, 380-40. DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2011-362-165
- Mosston M. & Ashworth S. (1990). *The spectrum of teaching styles: from command to discovery*. New York: Longman Publishers.
- Pihu, M., Hein, V., Koka, A., & Hagger, M. S. (2008). How students' perceptions of teacher's autonomy supportive behaviors affect physical activity behaviour: An application of trans-contextual model. *European Journal of Sport Science*, 8, 193-204. <http://dx.doi.org/10.1080/17461390802067679>
- Reeve, J. & Jang, H. (2006). What teachers say and do to support students' autonomy during a learning activity. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 209-218. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.209>
- Reeve, J., & Halusic, M. (2009). How K-12 teachers can put self-determination theory principles into practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 145-154. <http://dx.doi.org/10.1177/1477878509104319>

- Reeve, J., Bolt, E., & Cai, Y. (1999). Autonomy-supportive teachers: How they teach and motivate students. *Journal of Educational Psychology*, 91(3), 537-458. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.91.3.537>
- Reeve, J., Jang, H., Carrell, D., Jeon, S., & Barsh, J. (2004). Enhancing students' engagement by increasing teachers' autonomy support. *Motivation and Emotion*, 28(2), 147-169. <http://dx.doi.org/10.1023/B:MOEM.0000032312.95499.6f>
- Rovegno, I., & Dolly J.P. (2006). Constructivist perspectives on learning. In D. Kirk, D. Macdonald, & M. O'Sullivan (Eds.), *The handbook of physical education* (pp. 242-261). London: Sage Publications. <http://dx.doi.org/10.4135/9781848608009.n14>
- Rutten, C., Boen, F., & Seghers, J. (2012). How School Social and Physical Environments Relate To Autonomous Motivation in Physical Education: The Mediating Role of Need Satisfaction. *Journal of Teaching in Physical Education*, 31, 216-230.
- Standage, M., Duda, J.L., & Ntoumanis, N. (2005). A test of self-determination theory in school physical education. *The British Journal of Educational Psychology*, 75, 411-433. <http://dx.doi.org/10.1348/000709904X22359>
- Stefanou, C.R., Perencevich, K.C., DiCintio, M., & Turner, J.C. (2004). Supporting Autonomy in the Classroom: Ways Teachers Encourage Student Decision Making and Ownership. *Educational Psychologist*, 39(2), 97-110. [http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep3902\\_2](http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep3902_2)
- Tessier, D., Sarrazin, P., & Ntoumanis, N. (2010). The effect of an intervention to improve newly qualified teachers' interpersonal style, students' motivation and psychological need satisfaction in sport-based physical education. *Contemporary Educational Psychology*, 35, 242-253. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cedpsych.2010.05.005>
- Velázquez, R., Hernández, J. L., Garoz, I., López, C., López, Á., Maldonado, A., ... Castejón, F. J. (2007). Calidad de enseñanza en Educación Física y Deportiva y discurso docente: El caso de la Comunidad de Madrid. *Revista de Educación*, 344, 447-467.
- Velázquez, R. & López, A. (2010). El proceso de comunicación docente-discente en educación física. *La educación física a estudio*. Barcelona: Graó.
- Zhang, T., Solmon, M.A., & Gu, X. (2012). The role of teachers' support in predicting students' motivation and achievement outcomes in physical education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 31, 329-343.

**Referencias totales / Total references: 35 (100%)**

**Referencias propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)**

Cenizo Benjumea, J.M.; Ravelo Afonso, J.; Morilla Pineda, S.; Ramírez Hurtado, J.M. y Fernández-Truan, J.C. (2016) Diseño y validación de instrumento para evaluar coordinación motriz en primaria / Design and Validation of a Tool to Assess Motor Coordination in Primary. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.203-219 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artdiseno698.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artdiseno698.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.002>

## ORIGINAL

### DISEÑO Y VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO PARA EVALUAR COORDINACIÓN MOTRIZ EN PRIMARIA

### DESIGN AND VALIDATION OF A TOOL TO ASSESS MOTOR COORDINATION IN PRIMARY

**Cenizo Benjumea, J.M.<sup>1</sup>; Ravelo Afonso, J.<sup>2</sup>; Morilla Pineda, S.<sup>3</sup>; Ramírez Hurtado, J.M.<sup>4</sup> y Fernández-Truan, J.C.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Doctor por la Universidad de Sevilla. Licenciado en CC. Actividad Física y el Deporte. Prof. Asociado de la Universidad Pablo Olavide. Maestro en el C.E.I.P. Padre Marchena de Marchena (Sevilla), España, [jmcenben@upo.es](mailto:jmcenben@upo.es)

<sup>2</sup> Licenciado en CC. Actividad Física y el Deporte. Diplomado en Magisterio en Educación Física. Maestro en el C.E.I.P. Blas Infante de Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), España, [javier.ravelo@gmail.com](mailto:javier.ravelo@gmail.com)

<sup>3</sup> Licenciado en CC. Actividad Física y el Deporte. Diplomado en Magisterio en Educación Física. Maestro en el C.E.I.P. Fernando Feliú de Gerena (Sevilla), España, [sergiomorilla@hotmail.es](mailto:sergiomorilla@hotmail.es)

<sup>4</sup> Doctor por la Universidad Pablo de Olavide. Prof. Contratado-Doctor en la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España, [jmramhur@upo.es](mailto:jmramhur@upo.es)

<sup>5</sup> Doctor por la Universidad de Sevilla. Prof. Contratado-Doctor en la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, España, [jcfertru@upo.es](mailto:jcfertru@upo.es).

**Código UNESCO / UNESCO code:** 5801.06 Evaluación de alumnos / Pupil and Student Assessment

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification:** 5. Didáctica y Metodología / Pedagogy and Methodology

**Recibido** 3 de abril de 2013 **Received** April 3, 2013

**Aceptado** 22 de septiembre de 2013 **Accepted** September 22, 2013

## RESUMEN

La coordinación motriz es un proceso evolutivo complejo de adquisición progresiva. La edad óptima para la adquisición de esos procesos coordinativos es de 6 a 11 años (Educación Primaria). El objetivo del presente estudio es diseñar y validar un instrumento que permita evaluar el nivel de coordinación motriz del alumnado.

**Método:** Los sujetos son alumnado de Primaria en centros públicos. Muestreo por conveniencia, con una muestra total de 2512 sujetos. Instrumento: Test cualitativo de observación y evaluación objetiva de la ejecución de la habilidad desarrollada en 7 tareas.

**Resultados:** La Consistencia interna (Alfa de Cronbach 0.827), estabilidad temporal (coeficiente correlación: 0.99) y concordancia inter-observadores (coeficiente correlación: 0.95). La validez se comprobó mediante la opinión intuitiva de expertos, siendo la opinión mayoritariamente favorable.

**Conclusión:** El test 3JS es un instrumento fiable, válido y eficaz para medir el desarrollo de la coordinación motriz en el alumnado de 6 a 12 años.

**PALABRAS CLAVE:** Coordinación motriz, Evaluación, Educación Física.

## **ABSTRACT**

Motor coordination is a complex evolutionary process which is gradually acquired. The optimum age for the achievement of these coordination processes is between 6 and 11 years old (Primary Education).

The aim of this study is to design and validate a tool which will allow assessing the motor coordination level of the students.

**Method: Subjects and Sample.** Students from Primary Education public schools. 'Convenience' sampling, with a total of 2512 subjects.

**Tool:** Qualitative observation test and objective evaluation of the implementation of the abilities developed in 7 tasks.

**Results: Reliability:** Internal Consistency (Cronbach Alpha 0.827), test-retest reliability (correlation coefficient; 0.99) and inter-observer agreement (correlation coefficient; 0.95). Validity has been verified by the experts' intuitive perception, issuing a largely favourable opinion.

**Conclusion:** The 3JS test is a reliable, valid and effective tool for measuring the motor coordination development in students between 6 and 12 years old.

**KEY WORDS:** Motor coordination, Evaluation, Physical Education.

## **INTRODUCCIÓN**

La coordinación motriz es un proceso evolutivo complejo de adquisición progresiva, que, como indican Beraldo y Polleti (1991) en Conde y Viciano

(2001), provoca una gran controversia en cuanto a sus alcances, límites y contenidos. Este hecho se hace especialmente evidente en la edad óptima para la adquisición de esos procesos coordinativos (6-11 años).

Este tramo de edad corresponde a la Educación Primaria y en el ámbito motor se caracteriza por ser un periodo de gran desarrollo físico y mejora de las habilidades y destrezas básicas encaminadas al desarrollo de las deportivas. Generalmente se manifiesta un aumento de la madurez y eficacia en las habilidades motrices básicas, gracias al incremento de su coordinación motriz (Granda y Alemany, 2002).

Haciendo uso de la definición propuesta por Hernández y Velázquez (2004) y por Castañer y Camerino (1990), podemos definir la coordinación motriz como: “la capacidad de ordenar y organizar las acciones motrices orientadas hacia un objetivo determinado con precisión, eficacia, economía y armonía, lo que requiere la actividad del sistema nervioso que integra todos los factores motores, sensitivos y sensoriales necesarios para la realización adecuada de movimientos” (Muñoz Rivera, 2009).

Berruezo (2002) define la coordinación motriz como: “la posibilidad que tenemos de ejecutar acciones que implican una gama diversa de movimientos en los que intervienen la actividad de determinados segmentos, órganos o grupos musculares y la inhibición de otras partes del cuerpo. Como resultado de esta acción organizada obtenemos gestos y acciones precisas y ajustadas a los objetivos prácticos que nos proponemos. La coordinación posibilita la independencia e interdependencia de los movimientos segmentarios en la ejecución de una acción previamente representada”.

Un déficit madurativo de la coordinación, respecto a los niveles correspondientes con la edad cronológica, presenta en el alumnado con deficiencias en el desarrollo de las capacidades coordinativas, una serie de trastornos educativos que Haubesntricker (1982) y Cratty (1989), en Ruíz (2005), establecen como: inconsistencia en sus actuaciones; actuación permanente de una acción aunque la situación ya no lo requiera (persistencia); ser incapaces de separar sus actuaciones de las que realizan como ejemplo o modelo; asimetrías en las acciones corporales; problemas de equilibrio dinámico, inestabilidad y temor; inestabilidad y falta de control motor tras realizar tareas complejas; sinestesias; incapacidad para seguir ritmos; incapacidad para controlar la fuerza y dificultades en la planificación motriz de las acciones.

Las limitaciones y aspectos que pueden afectar a la coordinación motriz son muy numerosos y variados, pudiendo representar gran cantidad de factores que podrían modificar los resultados obtenidos a la hora de valorar dicha coordinación. En este sentido, Hernández y Velázquez (2004) han establecido, como los más significativos en el ámbito de la coordinación motriz, los siguientes aspectos: la herencia, su nivel de condición física general, la edad, la fatiga tanto física como psíquica, el nivel de aprendizaje (grado de automatización de los

movimientos), el segmento corporal implicado (normalmente los brazos tienen mayor capacidad coordinativa que las piernas), la simetría de movimientos (hemilateral o ambilateral), el sentido de dirección del movimiento (pues normalmente los movimientos son más fáciles de coordinar hacia delante y en el plano horizontal), etc. Tradicionalmente se suelen diferenciar dos grandes bloques de capacidades neuromotrices coordinativas: coordinación dinámica general y coordinación segmentaria (Hernández y Velázquez, 2004) (Escribá y Navarro, 2002).

Un desarrollo óptimo de la coordinación motriz resulta de vital importancia para la formación integral del alumnado durante la enseñanza Primaria y, de ahí, la importancia de encontrar un instrumento que sea válido, fiable y eficaz para la evaluación del alumnado. Al mismo tiempo, y con objeto de facilitar su utilización, dicho instrumento debe tener un montaje sencillo y ocupar el mínimo tiempo posible para su aplicación.

Para evaluar estos tipos de capacidades coordinativas se suelen emplear medios muy variados, de tipo cuantitativo y cualitativo. Han sido muy numerosos los estudios llevados a cabo, desde las primeras pruebas realizadas en 1929 por Ozeretzki hasta la actualidad: Test de Bender (1938); Carrera de obstáculos según Schnabel (1963), tomada de Fetz y Kronexl (1976); Carrera de habilidad según Thiess (1966), tomada de Fetz y Kornexl (1976); Test de coordinación viso-motora de Yela (1971); Carrera de obstáculos de Lutter y Schöeder (1972), tomada de Haag y Dassel (1995); Test de agilidad de carrera de obstáculos del INEF de Madrid (1973); Test de destreza de Crawford and col. (1975), en Anastasi y Urbina (1998); Batería diagnóstico de la habilidad motriz de Arheim y Sinclair (1976); Carrera de destreza sobre recorrido bumerang de plintos según Harre (1976), tomada de Weineck (1988); Recorrido de coordinación vienés de Warwitz (1976), tomada de Weineck (1988); Test de coordinación corporal infantil de Hamm-Marbug (1976) y desarrollado por Kiphard y Schilling (1976), en González (2001); Perfil psicomotor de Picq y Vayer (1977); Test de Coordinación Dinámica General de Porta y cols. (1988); Test de coordinación de ingreso al INEF de Barcelona, tomada de Angarón y Valbuena (1989); Test de coordinación de Beraldo y Polleti (1991); Batería de movimiento ABC de Henderson y Sugden (1992); Prueba de coordinación viso-manual y motricidad (CVM1) de Roig-Fusté (1993); Pruebas de coordinación dinámica específica de Posada (2000); Prueba de adaptación al balón de acceso a la FCCAFD de Granada (2000); Escala de ECOMI de observación de la Competencia Motriz Infantil, de Ruiz, Graupera y Gutiérrez (2001); Test de integración viso-motriz de Beery (2004); Test motor de Coordinación Motriz de Lorenzo (2009).

Son muy numerosos los campos desde donde se ha abordado esta cuestión, como la medicina (rehabilitación), la psicología (psicomotricidad), la pedagogía (niños con déficits motóricos y/o sensoriales) o el deporte. Otro aspecto a tener en cuenta es que, en su mayoría, se centran en el análisis individual (o de pocos sujetos), lo que dificulta o impide poder ser utilizados con una población mayor (por ejemplo, 25 alumnos por clase) y con poco tiempo disponible, como ocurre en el ámbito escolar. En la educación física escolar

escasean los estudios que, con rigor científico, analicen y describan el nivel de coordinación motora de la población. Estudios que evalúen, con las mismas pruebas, a todo el alumnado permitiendo un posterior análisis longitudinal, aportando unos datos que definan el nivel de coordinación de toda la población en edad escolar.

En los últimos años se ha utilizado el Test de desarrollo motor global de Ulrich (TGMD-2) (2000), diseñado para evaluar el desarrollo motor grueso en niños de 3 a 10 años. Este test se centra, como muchos otros, en identificar niños cuyo desarrollo de habilidades motrices se encuentre sensiblemente más atrasado que el resto de sus compañeros. Las 12 pruebas que componen el test hacen que sea muy complicado y lento para aplicar en la escuela.

En la literatura internacional otro de los test más utilizados en educación física y deporte, en poblaciones sin problemas motores, es el KörperkoordinationsTest für Kinder (KTK); compuesto de 4 subtest que miden coordinación motora gruesa, en sujetos de 5 a 15 años. Su principal inconveniente (Vandorpe et al., 2011) es que para cada sujeto se necesitan 15 minutos, lo que hace inviable su aplicación docente en la actualidad con clases de 25 alumnos.

La búsqueda de instrumentos para poder evaluar la coordinación motriz no llega a ser un tema totalmente controlado y aceptado: “Ha sido preocupación constante de los evaluadores físicos elaborar pruebas para medir los diferentes grados de coordinación y los intentos han sido poco satisfactorios en la práctica por la complejidad del tema” (Díaz, 1998).

Por ello, como ninguno de los tests y pruebas antes mencionados logran ser del todo satisfactorios para su aplicación, hemos decidido intentar dar respuesta a esta necesidad mediante la creación de un nuevo instrumento.

Esta nueva herramienta debe ser específica de nuestra materia y sencilla en su aplicación y valoración. Debe estar adaptada a la edad y las tareas deben resultar motivantes y significativas para posteriores aprendizajes. También es fundamental hacerlo de una forma eficaz, cómoda y rápida. Por lo tanto, nuestra intención es disponer de un instrumento fiable y con rigor científico que nos permita comprobar la eficacia en la intervención docente en el desarrollo de la coordinación motriz.

El objetivo del presente estudio es diseñar y validar un instrumento para el profesorado de Educación Física de los Centros de Primaria, que les permita evaluar el nivel de coordinación motriz entre su alumnado.

## MÉTODO

### *Sujetos y Muestra*

El informante base en esta investigación (Colas y Buendía, 1998) ha sido el alumnado de centros públicos de Primaria con edades comprendidas entre los 6 y los 11 años, distribuidos en función de su año de nacimiento para su posterior análisis en base a la edad cronológica (nacidos entre los años 2000 y 2005, ambos inclusive). Se ha utilizado un muestreo por conveniencia, con una muestra total de 2512 sujetos, de los que el porcentaje de cada año ha variado entre un 18% nacidos en 2003 y un 16% en el 2000, con lo que la representatividad en cada grupo de edad ha sido muy similar. En cuanto al sexo, el 51% fueron niños y el 49% niñas, con lo que se ajusta al porcentaje representativo de la población escolar de Andalucía.

Todo el alumnado ha realizado la prueba en sus propios centros. En una primera fase, se han seleccionado mediante un muestreo por conveniencia, 11 centros de las provincias de Sevilla y Cádiz, de los que en uno de ellos se pasó la prueba piloto a 496 alumnos; en la segunda fase se volvió a pasar el test en un centro a otros 300 sujetos en dos ocasiones por un mismo observador y, posteriormente, se volvió a pasar el test al mismo alumnado con un observador diferente. Los datos han sido recogidos por los propios maestros especialistas de Educación Física que imparten esta materia en cada centro tras recibir una jornada personal de formación. En esta jornada se explicó detalladamente la aplicación de los tests y el protocolo de observación y unificación de los criterios de valoración de cada tarea, mediante el análisis de la ejecución, previamente grabada en vídeo, de 3 niños y 3 niñas, con el fin de adquirir destreza y unificación en la forma de observación y valoración de las tareas.

A los padres de los alumnos participantes en la validación de este instrumento, al ser menores de edad, y en cumplimiento de las normas éticas exigidas en la investigación con personas, se procedió a informarles detalladamente por escrito de las características y procedimientos de realización de las pruebas que realizarían sus hijos; tras lo cual tuvieron que firmar un "consentimiento informado", en el que manifestaban expresamente su deseo y aceptación para que su hijo/a participara en la presente investigación.

## INSTRUMENTO

Se trata de un test donde se valora el desarrollo de la coordinación motriz, dinámica general y viso-motriz, por un procedimiento cualitativo de observación y evaluación objetiva de la ejecución de la habilidad desarrollada en cada tarea.

### *Selección de tareas*

Para elaborar y diseñar el test se creó un grupo de expertos, supervisado por cuatro de los cinco autores, compuesto por 8 maestros de educación física (2 de ellos también licenciados en Actividad Física y Deporte) con experiencia

como docentes entre 10 y 20 años. Se estudió la necesidad de crear herramientas de evaluación válidas con rigor científico y de fácil aplicación, principales contenidos a abordar en esta fase del currículo y análisis crítico de los test TGMD-2 y KTK. A partir de ello, se procedió a elaborar un banco de tareas específicas que evalúen la coordinación. Posteriormente se desarrollaron cuatro fases donde se combinaba trabajo de campo y análisis crítico con en el grupo de expertos: 1ª fase: Propuesta de un test con diferentes tareas para cada uno de los tres ciclos; 2ª fase: Propuesta de un test con mismas tareas para toda la Primaria; 3ª fase: Perfeccionamiento de las tareas y su organización en el espacio; 4ª fase: Prueba piloto (496 alumnos).

En el diseño definitivo el alumnado realiza un recorrido donde lleva a cabo 7 actividades de forma consecutiva y sin descanso intermedio. En cada una de ellas desarrolla una tarea motriz diferente, mediante el desarrollo de una habilidad motriz en la que se manifiesta un tipo distinto de coordinación: en tres tareas, de tipo dinámica general y en otras cuatro, de coordinación viso-motriz. Las tareas que fueron seleccionadas son las siguientes:

Tarea 1.- Salto Vertical (C. dinámica general): Partiendo de una posición bípeda y estática, desde detrás de la línea, saltar cayendo con los dos pies de forma simultánea el primer obstáculo (pica suspendida) sobre la línea de fondo. Igualmente y de manera continuada, saltar un segundo y tercer obstáculo, consistentes en otras picas igualmente colocadas.

Tarea 2.- Giro en el eje longitudinal (C. dinámica general): Pisando la cruz, y concretamente la línea paralela a la línea de fondo, realizar un salto vertical y simultáneamente un giro en el eje longitudinal. El objetivo máximo es realizar un giro completo de 360°. Cuanto más se acerque a los grados máximos, la puntuación obtenida será más alta. El alumno puede girar siguiendo la dirección que estime oportuna.

Tarea 3.- Lanzamiento de precisión (C. viso-motriz): Coger una pelota de tenis, meterse dentro de un cuadrado de 1'5 x 1'5 metros y lanzar teniendo como objetivo que toque el poste de una portería de balonmano, que está situado a cinco metros. Posteriormente, salir del cuadro, coger la segunda pelota y volver a lanzar al objetivo.

Tarea 4.- Golpeo de precisión (C. viso-motriz): Realizar la misma operación que en la prueba tercera pero golpeando con el pie un balón que debe estar parado antes de golpearlo y debe tocar el poste de la portería.

Tarea 5.- Carrera de eslalon (C. dinámica general): Desplazarse corriendo haciendo eslalon, desde que sale del cuadro de lanzamiento-golpeo hasta que llegue al punto de la siguiente tarea, mediante tres conos situados a 9 metros de la línea de fondo, el primero; a 13,5 m de la línea de fondo, el segundo; y a 18 m de la línea de fondo, el tercero.

Tarea 6.- Bote (C. viso-motriz): Se coge el balón de baloncesto, que está dentro de un aro, y se realiza el recorrido de ida y vuelta de los tres pivotes empleados para la carrera de eslalon mientras se bota el balón. Es conveniente advertir la necesidad de no mirar el balón y utilizar de forma coordinada ambas manos. El balón se deja colocado dentro del aro tras pasar el último obstáculo.

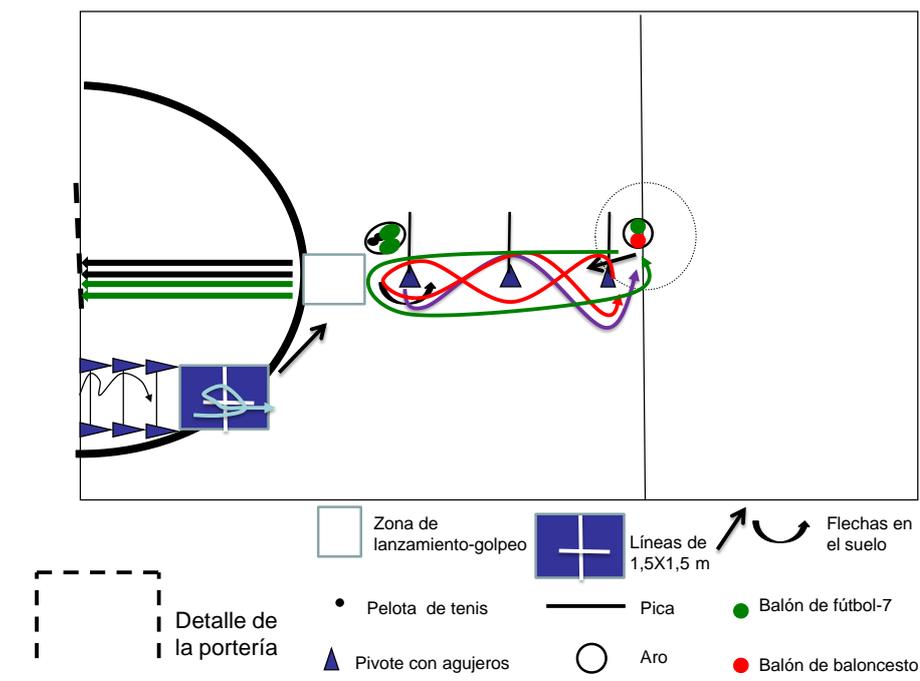
Tarea 7.- Conducción (C. viso-motriz): Se vuelve a recorrer la misma distancia de ida y vuelta de los tres pivotes, pero sin hacer eslalon, mientras se conduce un balón de fútbol-7. Llegar al último obstáculo y volver por el lado contrario de los pivotes. La prueba finaliza cuando el balón sobrepasa el último poste, debiendo a continuación colocarlo dentro del aro.

### **Montaje y ubicación**

La zona donde se realiza la prueba debe ser un espacio al aire libre o cubierto, con dimensiones de 10 x 20 m, en una superficie homogénea y lisa. Lo más recomendable sería usar la mitad de una pista de balonmano (Fig. 1):

1º) Medir 3,60 m. desde el poste de la portería y en dirección al punto de saque de esquina. Colocar la primera valla, compuesta cada una de un pivote de un color distinto al del pavimento, con un peso de 800 gr y una altura de 50 cm, con abertura en su parte superior para picas de cualquier diámetro y en los laterales para picas de 25 mm de diámetro, con 3 alturas, a 4 caras, 12 agujeros. Se colocará la pica que sirve de valla en el primer nivel, a una altura de 20 cm. Las picas serán redondas de un color distinto al del pavimento, con un diámetro de 25 mm y una longitud de 120 cm. A 0,5 m de esta primera valla, se colocará la segunda y a 0,5 m de esta, la tercera. Igualmente, a 0,5 m de la tercera se ubicará una colchoneta de 2 x 1 m de color diferente al del pavimento y de alta densidad, para realizar la tarea 2. Encima de la colchoneta y en su punto central, se marcará una cruz de 1 x 1 m con cinta aislante de 0,15 mm y color que resalte del de la colchoneta. A continuación se marcará en el suelo una flecha visible, indicadora de la dirección a seguir para la tarea 3.

2º) A 6 m de la línea de fondo se marcará un cuadrado de 1'5 x 1'5 m de lado, tomando como vértice la perpendicular del centro del poste derecho de la portería de balonmano de 3 x 2 m. En el lateral derecho (mirando a la portería), y a 1 m del punto central de la línea del cuadrado, se colocará un aro de 72 cm de diámetro, 270 gr. y un color que destaque del pavimento, en cuyo interior se colocarán 2 pelotas amarillas de tenis con un diámetro no mayor a 6,35 cm ni menor de 6,67 cm y un peso entre 58,5 y 56,7 gr.



**Figura 1.** Descripción gráfica del test de coordinación.

3º) Igualmente, para realizar la tarea 4 se dispondrá de dos balones de fútbol-7, de 340 a 390 gr de peso y una circunferencia de 62 a 66 cm, que se colocarán con las dos pelotas de tenis, en el interior del aro situado en el suelo.

4º) A un metro del punto central de la línea posterior del cuadrado (mirando hacia la portería), se colocará el primero de los tres postes, cada uno de los cuales estará formado por un pivote de 800 gr de peso y 50 cm de altura, con abertura en su parte superior para una pica que se colocará en su interior, que deberá ser redonda, de 25 mm de diámetro y 120 cm de longitud, así como de color diferente al del pavimento. Estos postes se situarán a una distancia de 9 m de la línea de fondo de partida el primero; a 13,5 m de la línea de fondo, el segundo; y a 18 m, el tercero.

5º) A 1,5 m del último poste, se situará en el suelo otro aro similar al anterior, en cuyo interior se colocará un balón de baloncesto de 500 a 540 gr, una circunferencia de 72 a 74 cm, y de color marrón para la realización de la tarea 6, así como un balón de fútbol-7 de 340 a 390 gr de peso, una circunferencia de 62 a 66 cm, y de color blanco para ejecutar la tarea 7.

6º) Además de los recursos materiales expuestos anteriormente, para que la prueba se pueda desarrollar con eficacia, es conveniente disponer de un ordenador para almacenar los datos obtenidos y de un metro para señalar el espacio y recorrido de la prueba.

### **Protocolo de aplicación del test**

1º. Descripción al alumnado del desarrollo del conjunto de tareas de las que está compuesto el test y su orden, así como de su sistema de puntuación.

2º. Práctica previa de la prueba. El alumnado tiene que realizar una vez el recorrido antes de desarrollar la prueba definitiva. Para esta primera ejecución se podrá montar un circuito en la otra mitad de la pista de forma que se agilice la toma de contacto con las diferentes tareas.

3º. Colocación en zona de salida. Después de recuperarse aproximadamente 4 minutos tras la realización de la práctica previa, se debe colocar en la línea de salida en posición estática y bípeda y, tras una señal del profesor (“Cuando quieras”), comienza la prueba cuando estime oportuno (no se valora el tiempo de reacción).

4º El profesor o evaluador se colocará a la altura del recuadro de lanzamientos y se irá desplazando lateralmente al circuito.

5º. Desarrollo de la prueba. Durante el transcurso de la prueba se podrá recordar al ejecutante el orden de las tareas, pero en ningún caso se realizarán comentarios o correcciones sobre su ejecución. En el caso de señalar nulo, el alumnado tendrá que esperar dos minutos para volver a realizar la prueba. Se señalará nulo cuando el alumnado se confunda en la dirección o no realice alguna de las tareas en el orden establecido. El evaluador observará y puntuará de forma objetiva según los criterios de valoración de cada una de las siete tareas del recorrido. Finalizada cada tarea, se anotará la puntuación en el lugar correspondiente en la hoja de control.

### **Criterios de valoración del test**

Se trata de un test de valoración de tipo cualitativo de la motricidad, por lo que la valoración del mismo se realizará mediante la observación y evaluación objetiva de la ejecución de las tareas y habilidades desarrolladas, estableciendo para ello unos criterios de valoración (tabla 1).

Tarea / Puntos	Criterios de valoración / Puntuación	
1º. Saltar con los dos pies juntos por encima de las pizas	1	No se impulsa con las dos piernas simultáneamente. No realiza flexión de tronco.
	2	Flexiona el tronco y se impulsa con ambas piernas. No cae con los dos pies simultáneamente.
	3	Se impulsa y cae con las dos piernas, pero no coordina la extensión simultánea de brazos y piernas.

situadas a una altura.	4	Se impulsa y cae con los dos pies simultáneamente coordinando brazos y piernas.
2º. Realizar un salto y girar en el eje longitudinal.	1	Realiza un giro entre 1 y 90º.
	2	Realiza un giro entre 91 y 180º.
	3	Realiza un giro entre 181 y 270º.
	4	Realiza un giro entre 271 y 360º.
3º. Lanzar dos pelotas al poste de una portería desde una distancia y sin salirse del cuadro.	1	El tronco no realiza rotación lateral y el brazo lanzador no se lleva hacia atrás.
	2	Realiza poco movimiento de codo y existe rotación externa de la articulación del hombro (ligero armado del brazo).
	3	Hay armado del brazo y el objeto se lleva hasta detrás de la cabeza.
	4	Coordina un movimiento fluido desde las piernas y el tronco hasta la muñeca del brazo contrario a la pierna retrasada.
4º. Golpear dos balones al poste de una portería desde una distancia y sin salirse del cuadro.	1	No coloca la pierna de apoyo al lado del balón. No hay una flexión y extensión de la rodilla de la pierna que golpea.
	2	No coloca la pierna de apoyo al lado del balón y golpea con un movimiento de pierna y pie.
	3	Se equilibra sobre la pierna de apoyo colocándola al lado del balón. Balancea la pierna golpeando con una secuencia de movimiento de cadera, pierna y pie.
	4	Se equilibra sobre la pierna de apoyo y balancea la pierna de golpeo, siguiendo una secuencia de movimiento desde el tronco hacia la cadera, muslo y pie.
5º. Desplazarse corriendo haciendo eslalon.	1	Las piernas se encuentran rígidas y el paso es desigual. Fase aérea muy reducida.
	2	Se distinguen las fases de amortiguación e impulsión pero con un movimiento limitado del braceo (no existe flexión del codo).
	3	Existe braceo y flexión en el codo. Los movimientos de brazos no facilitan la fluidez de los apoyos (la frecuencia del braceo no es la misma que la de los apoyos).
	4	Coordina en la carrera brazos y piernas y se adapta al recorrido establecido cambiando la dirección correctamente.

6°. Botar un balón de baloncesto ida y vuelta superando un eslabon simple y cambiando el sentido rodeando un pivote.	1	Necesita agarre del balón para darle continuidad al bote.
	2	No hay homogeneidad en la altura del bote o se golpea el balón (no se acompaña el contacto con el balón).
	3	Se utiliza la flexión y extensión de codo y muñeca para ejecutar el bote. Utiliza una sola mano/brazo.
	4	Coordina correctamente el bote utilizando la mano/brazo más adecuada para el desplazamiento en el eslabon. Utiliza adecuadamente ambas manos/brazos.
7°. Conducir ida y vuelta un balón con el pie superando un eslabon simple y cambiando el sentido rodeando un pivote.	1	Necesita agarrar el balón con la mano para darle continuidad a la conducción
	2	No hay homogeneidad en la potencia del golpeo. Se observan diferencias en la distancia que recorre el balón tras cada golpeo.
	3	Utiliza una sola pierna para dominar constantemente el balón, utilizando la superficie de contacto más oportuna y adecuando la potencia de los golpes.
	4	Domina constantemente el balón, utilizando la pierna más apropiada y la superficie más oportuna. Adecua la potencia de los golpes y mantiene la vista sobre el recorrido (no sobre el balón).

**Tabla 1.** Criterios de valoración de las tareas del Test

## RESULTADOS

Las propiedades métricas obtenidas mediante las pruebas para la validación de este test en la muestra anteriormente indicada han sido:

### Fiabilidad

Para determinar la fiabilidad del instrumento, se estudió la obtención de su consistencia interna, la estabilidad temporal y la concordancia inter-observadores. La consistencia interna se llevó a cabo mediante la medición del coeficiente Alfa de Cronbach empleando para ello el programa estadístico SPSS, obteniéndose como resultado 0.827 en las 7 tareas analizadas, mostrando valores bastante aceptables de consistencia interna, puesto que superan el 0,7 exigido para este tipo de estudios.

La estabilidad temporal es la concordancia obtenida entre los resultados del test al ser evaluada la misma muestra por el mismo evaluador en dos situaciones distintas (fiabilidad test-retest). Una correlación del 70% indica una fiabilidad aceptable y, en nuestro caso, la estabilidad temporal de este

instrumento se aplicó sobre una muestra de 178 alumnos, que realizaron el test el mismo día de la semana en dos semanas seguidas. Los datos se analizaron con el software Excel/Office 2007, dando como resultado que el coeficiente de correlación para las 7 variables y las dos tomas fue de 0.99.

La concordancia inter-observadores se ha deducido del análisis del nivel de acuerdo obtenido, al ser evaluada la misma muestra y en las mismas condiciones por tres evaluadores distintos. Los datos también se analizaron con el software Excel/Office 2007, dando como resultado que el coeficiente de correlación para las 7 variables y las dos tomas fue de 0.95.

### **Validez**

En cuanto a la validez interna del instrumento, se comprobó mediante su validez aparente a través de la opinión intuitiva de expertos. Se contó con la colaboración de 10 maestros especialistas y 3 licenciados en Educación Física, todos ellos con más de 5 años de docencia, lo que nos permitió conocer su juicio sobre si la prueba era percibida como válida por el profesorado que posteriormente lo aplicaría. Igualmente, con este grupo de expertos se procedió a verificar la validez racional o de contenido de la prueba, pidiéndoles que marcasen en un listado las habilidades y destrezas que consideraban que evaluaban cada tarea, para comprobar si las mismas eran representativas para lo que se pretendía evaluar, siendo la opinión mayoritaria muy favorable.

Posteriormente se procedió a determinar la validez de respuesta, mediante la realización de entrevistas al alumnado que realizó la prueba piloto, para averiguar su opinión sobre la comprensión, el desarrollo y los resultados obtenidos en la realización del test. Los resultados de las entrevistas muestran un alto nivel de comprensión y la ausencia de dudas sobre el test.

Para la validez externa, o de criterio, no hemos encontrado ningún test validado para la medición de la coordinación motriz en la etapa de Primaria que nos sirva como "Gold Standard Test". Existiendo algunos tests para medir la coordinación motriz en Secundaria, pero al intentar aplicarlos en Primaria, se comprobó que muchas de las tareas eran imposibles de ejecutar por su dificultad en gran parte del alumnado de Primaria, motivo por el que tuvimos que desechar su utilización. También existen algunos tests validados para la medición de la coordinación en el ámbito psicológico, pero la casi totalidad de las tareas que los componen son muy simples y nada vinculadas a las habilidades específicas propias de la Educación Física, por lo que tampoco eran útiles para su empleo en esta validación.

Se intentó triangular los resultados de nuestro test "3JS" con el test "TDMG-2" de Ulrich (2000), aplicándolo a 600 escolares que previamente habían realizado nuestro test, pero, a pesar de que los resultados obtenidos fueron similares, tampoco se ha considerado conveniente su empleo como "Gold Standard Test" por su duración y por lo poco eficaz que se ha demostrado su

uso docente en Primaria. Las causas por las que no se ha tomado el TDMG-2 como referencia para la validación de nuestro test son numerosas y variadas, pero básicamente las podemos resumir en que las tareas empleadas son demasiado simples y nada específicas, así como que está validado para unas edades de 3 a 10 años, cuando nuestro test va dirigido al alumnado de Primaria (de 6 a 12 años). Por estos motivos, a pesar de haber aplicado a gran parte de nuestra muestra este test, no lo hemos considerado como prueba valor de referencia (Gold Standard Test) para medir la coordinación en la presente validación.

Debido a esto y al tratarse de un instrumento de tipo cualitativo, hemos considerado conveniente determinar la validez de constructo de nuestro test mediante la misma técnica de la consulta a expertos empleada para la validez interna de contenido anteriormente comentada, comprobando que las tareas seleccionadas son consideradas de forma unánime, como adecuadas para medir el objetivo que se pretende evaluar.

## CONCLUSIONES

Tras la realización de las diferentes pruebas para la validación de este test, llegamos a la conclusión de que se trata de un instrumento de gran validez y utilidad práctica para evaluar el desarrollo de la coordinación en el ámbito de la Educación Física en la Educación Primaria, por los motivos siguientes:

- El test 3JS es un instrumento fiable y válido para medir el desarrollo de la coordinación motriz en el alumnado de 6 a 12 años.
- Es una herramienta que, por la poca dificultad de sus tareas, puede ser aplicado en toda la etapa de Primaria, lo que permitiría comprobar la evolución en la mejora de la coordinación durante todo el periodo educativo.
- Las tareas planteadas, aunque son de dificultad muy reducida, son de carácter muy específico para su utilización en el ámbito de la Educación Física. Esto permite una mayor motivación para su realización y proporciona al alumnado un conocimiento más exacto de sus propios resultados.
- El número de tareas es bastante reducido, lo que permite una aplicación rápida y segura. Al término de la prueba se dispone de los resultados de forma directa, sin necesidad de aplicar fórmulas o recodificar los items.
- Se puede realizar con todo el alumnado de una clase en una única sesión, lo que lo convierte en un instrumento muy útil para el profesorado.
- Los criterios de valoración de la realización de las tareas son muy claros y específicos de la Educación Física.

- La plantilla de registro es muy fácil de utilizar y no requiere de mucha preparación para su aplicación, con lo que puede ser utilizado por profesorado con poca experiencia sobre su empleo.
- Este test no requiere de mucha preparación previa a su realización, necesitando muy pocos recursos materiales y todo ellos específicos de Educación Física y habituales en todos los centros de Primaria.

Por todo ello, estamos convencidos que en las próximas décadas puede llegar a ser un referente en los instrumentos de evaluación docente por ser utilizado con mucha frecuencia en Educación Física en los centros de Primaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anastasi, A. y Urbina, S. (1998). *Tests Psicológicos*. México: Prentice Hall.
- Angarón, M. y Valbuena, L. (1989). Aplicación de la estructura de modelos en la prueba de coordinación para el acceso al INEFC. *Revista de E.F. Renovación de teoría y práctica*, 28, pp. 17-20.
- Arheim, D.A. y Sinclair, W.A. (1976). *El niño torpe*. Buenos Aires: Panamericana.
- Bender, L. (1938). A visual motor Gestalt Tests and its clinical use. *Amerorthopsychiatric. Ass. Res. Monograph.*, n° 3. <http://dx.doi.org/10.1097/00005053-194004000-00073>
- Beraldo, S. y Polletti, C. (1991). *Preparación física total*. Barcelona: Hispano Europea.
- Berruezo Adelantado, P.P. (2002). La grafomotricidad: el movimiento de la escritura. *Revista Iberoamericana de Psicomotricidad y Técnicas Corporales* Número 6.
- Beery, K. E. (2004). *VMI: prueba Beery - Buktenica del desarrollo de la integración Visomotriz y pruebas suplementarias de percepción visual y coordinación motriz*; traducido por Mendez Diaz, M. T. Madrid: M. Moderno.
- Bueno Moral, M.; Valle Díaz, S.; Vega Marcos, R. (2011). *Los contenidos perceptivo-motrices, las habilidades motrices y la coordinación*. Madrid: Virtual Sport Publicaciones.
- Castañer, M. y Camerino, O. (1990). *La Educación Física en la Enseñanza Primaria*. Barcelona: INDE.
- Castejón Oliva, F.J.; López-Pastor, V.M.; Julián Clemente, J.A. y Zaragoza Casterad, J. (2011). Evaluación formativa y rendimiento académico en la formación inicial del profesorado de Educación Física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 11 (42), pp. 328-346.
- Colas Bravo, P. y Buendía Eisman, L. (1998). *Investigación educativa*. Sevilla: Alfar.
- Conde Caveda, J.L. y Viciano Garófano, V. (1997). *Fundamentos para el desarrollo de la motricidad en edades tempranas*. Granada: Aljibe.
- Crawford, A.N.; McAllan, L.H.; Murray J.J. y Brook, A.H. (1975). Oral hygiene instruction and motivation in children using manual and electric

toothbrushes. *Community Dentistry & Oral Epidemiology*, 3 (6), pp. 257-61.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0528.1975.tb00320.x>

Díaz Lucea, J. (1998). *El Currículum de la Educación Física en la Reforma Educativa*. Barcelona: INDE.

Escribá, A., y Navarro, A. (2002). Análisis comparativo de la coordinación oculo-segmentaria en tres grupos de población: Síndrome de Down, Deficiencia mental y sin discapacidad. *RETOS. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* (1), pp. 17-20.

Fetz, F. y Kornexl, E. (1976). *Tests deportivo-motores*. Buenos Aires: Kapelusz.

González Rodríguez, C. (2001). *Educación Física en Preescolar*. Zaragoza: INDE.

Granda, J. y Alemany, I. (2002). *Manual de Aprendizaje y Desarrollo motor*. Barcelona: Paidós.

González Rodríguez, A. (2001). Hacia un enfoque comunicativo en el tratamiento de Educación para la salud en la escuela. *Investigación en la Escuela*, 44, pp. 69-76.

Haag, H. y Dassel, H. (1995). *El circuit-training en la escuela*. Buenos Aires: Kapelusz.

Henderson, S. y Sugden, D. (1992). *Movement Assessment for Children Battery*. Sidcup. Kent: The Psychological Corporation.

Hernández, J.L. y Velázquez, R. (2004). *La evaluación en educación física: investigación y práctica en el ámbito escolar*. Barcelona: Graó.

Lorenzo Caminero, F. (2009). Diseño y estudio científico de un test motor original que mida la coordinación motriz en alumnos/as de Educación Secundaria Obligatoria. Granada: Universidad de Granada.

Muñoz Rivera, D. (2009) La coordinación y el equilibrio en el área de Educación Física. Actividades para su desarrollo. *Rev. digital EFdeportes*, 130.

Picq, L. y Vayer, P. (1977). *Educación Psicomotriz*. Barcelona: Científico Médica.

Porta, J. y cols. (1988). *Programas y contenidos de la educación físico-deportiva en BUP y FP*. Barcelona: Paidotribo.

Posada, F (2000). *Ideas prácticas para la enseñanza de la educación física*. Lleida: Agonos.

Roig-Fusté, J.M. (1993). *CVUM-1: Prueba de coordinación viso-manual y motricidad*. Barcelona: Roig-Fusté.

Ruiz, L.M.; Graupera, J. y Gutiérrez, M. (2001). Observing and detecting pupils with low motor competence in physical education: ECOMI scale in the gymnasium. *International Journal of Physical Education*, vol. XXXVIII, 2, pp.73-74

Ruiz Pérez, L.M. (2005). *Moverse con dificultad en la escuela*. Sevilla: Wanceulen.

Schnabel, G. (1963). El factor técnico coordinativo. *Revista de E.F. Renovación de teoría y práctica*, 27, pp. 26-33.

Torres, J. y Ortega, M. (1993). *La evaluación de la Condición Física y las cualidades coordinativas y resultantes. Un proceso investigativo*. Granada: Imp. Calcomanía.

Ulrich, D.A. (2000). *Test of Gross Motor development* (2º ed.). Austin TX: Pro-ed.

Urbina, E.; Sainz de Baranda, P. y Rodríguez-Ferrán, O. (2010). Instrumento de evaluación sobre higiene postural: opinión del profesor de Educación Física. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 10 (40), pp. 630-651.

Ureña Ortín, N.; Alarcón López, F. y Ureña Villanueva, F. (2008). Diseño de un cuestionario para conocer la realidad de los deportes en la ESO. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 8 (32), pp. 299-320.

Vandorpe, B. et al. (2011). The KörperkoordinationsTest für Kinder: reference values and suitability for 6-12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 21: 378-388. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01067.x>

Weineck, J. (1988). *Entrenamiento óptimo*. Barcelona: Hispano Europea.

Yela, M. (1971). Introducción a la obra de Thomac, H y Feger, H. Corrientes principales de la nueva psicología. Madrid: Morata.

**Referencias totales / Total references: 38 (100%)**

**Referencias propias de la revista / Journal's own references: 3 (7,9%)**



Castro-Sepúlveda, M.; Astudillo, S.; Mackay, K. y Jorquera, C. (2016) El consumo de leche posterior al ejercicio disminuye la excreción de electrolitos / Milk Consumption After Exercise Decreases Electrolyte Excretion. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.221-228 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artefectos686.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artefectos686.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.003>

## ORIGINAL

# EL CONSUMO DE LECHE POSTERIOR AL EJERCICIO DISMINUYE LA EXCRECIÓN DE ELECTROLITOS

## MILK CONSUMPTION AFTER EXERCISE DECREASES ELECTROLYTE EXCRETION

**Castro-Sepúlveda, M.<sup>1</sup>; Astudillo, S.<sup>2</sup>; Mackay, K.<sup>3</sup> y Jorquera, C.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Magister en medicina y ciencias del deporte, Laboratorio de ciencias del ejercicio, Escuela de Kinesiología, Facultad de medicina, Universidad Finis Terrae, (Chile), m.castro.med@gmail.com.

<sup>2</sup> Magister en medicina y ciencias del deporte, Centro de salud familiar Panquehue, (Chile), sebastianastudillo15@yahoo.es.

<sup>3</sup> Magister en fisiología clínica del ejercicio, Laboratorio de ciencias del ejercicio, Escuela de Kinesiología, Facultad de medicina, Universidad Finis Terrae, (Chile), karen.mackayp@gmail.com

<sup>4</sup> Doctor en ciencias implicadas en el rendimiento humano, Laboratorio de nutrición y ejercicio, Facultad de medicina, Universidad Mayor, (Chile), cJORQUERA6@hotmail.com

**Código UNESCO / UNESCO Code:** 3206 Ciencias de la Nutrición / Nutritional Sciences

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification:** 6 Fisiología del Ejercicio / Exercise Physiology 11 Medicina del Deporte / Sport Medicine

**Recibido** 13 de enero de 2012 **Received** January 13, 2012

**Aceptado** 27 de agosto de 2015 **Accepted** August 27, 2015

### RESUMEN

La rehidratación es fundamental para la correcta recuperación posterior al ejercicio físico y el deporte. Las bebidas lácteas parecen ser una buena opción como bebidas rehidratantes después del ejercicio, pero aún los mecanismos no están completamente dilucidados. El presente estudio tiene por objetivo medir los efectos en la excreción de electrolitos en la orina al rehidratar con una bebida láctea baja en grasa o una bebida isotónica tras la realización de una sesión de ejercicio intermitente. 14 sujetos físicamente activos ( $23 \pm 4$  años), se dividieron en dos grupos: 1) rehidratación con bebida isotónica (ISO) y 2) rehidratación con bebida

láctea baja en grasa (LBG). Se evaluó la gravedad específica de la orina (GEO), electrolitos (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) en orina y retención de fluidos, después del ejercicio y 4 horas posterior a la rehidratación. Se encontraron diferencias significativas en la GEO y en la excreción de K<sup>+</sup> en el grupo LBG (p<0.005), ambos grupos muestran diferencias significativas en la excreción de Na<sup>+</sup>. Los resultados muestran que la rehidratación con bebida láctea mejora la GEO y disminuyen la excreción de K<sup>+</sup> de forma más eficiente que la bebida isotónica posterior al ejercicio.

**PALABRAS CLAVE:** bebida láctea, electrolitos, rehidratación, bebida isotónica, gravedad específica de la orina.

## **ABSTRACT**

Rehydration is essential for post-exercise and sport recovery. Milk seems to be a good option like sport drinks after exercise, yet the rehydration mechanisms are still not fully understood. The aim of this study was to measure the effect of drinking low-fat milk and an isotonic beverage after intermittent exercise on urine electrolytes. 14 physically active men ( $23 \pm 4$  y) were split into two groups: 1) rehydration with isotonic drink (ISO), and 2) rehydration with low-fat milk (LBG). Specific gravity (GEO) and electrolytes (Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>) were measured in urine before and after exercise with rehydration. Significant differences were found for the GEO and in K<sup>+</sup> excretion in the LBG group (p <0.05). Both groups showed significant differences for Na<sup>+</sup> excretion concentrations. We conclude that drinking low fat milk after exercise when compared to an isotonic drink, improves GEO and K excretion.

**KEYWORDS:** milk, electrolytes, rehydration, isotonic drink, urine specific gravity.

## **1 INTRODUCCIÓN**

Una de los principales variables en el rendimiento deportivo es el estado hídrico del deportista (Cheuvront, Carter, & Sawka, 2003; Coyle, 2004). La hidratación del atleta va a depender de las estrategias hídricas utilizadas antes, durante y después del ejercicio. Las pérdidas de fluidos durante el ejercicio y el deporte pueden llegar hasta del 5 % del peso corporal (Sawka et al. 2007). Es importante señalar que no solo se pierde agua en el sudor, sino que también sales minerales esenciales como son los electrolitos sodio (Na<sup>+</sup>) y potasio (K<sup>+</sup>) (Noakes, 1993; Barr, Costill & Fink. 1991). La disminución de electrolitos, puede inducir hiponatremia o hipokalemia (Allan, Wilson, 1971), y afectar el rendimiento del deportista, como también generar efectos negativos a su salud (Casa, Clarkson & Roberts, 2005; Hew, Chorley, Cianca & Divine, 2003; Castro-Sepulveda et al. 2014). Por lo señalado anteriormente, es de gran importancia escoger una bebida rehidratante apropiada, donde una correcta combinación de macronutrientes y una adecuada selección y

cantidad de electrolitos es fundamental (Casa, Clarkson & Roberts, 2005; Mayol & Aragon, 2009). Una correcta combinación de nutrientes permite recuperar la volemia y optimizar la rehidratación celular (Baker & Jeukendrup, 2014). Actualmente existe una gran variedad de bebidas isotónicas en el mercado, conocidas como “bebidas deportivas”. Estas, permiten optimizar el proceso de rehidratación posterior al ejercicio gracias a su contenido balanceado de carbohidratos (CHO) y electrolitos. Por otro lado, estudios han demostrado que la leche tiene propiedades rehidratantes posterior al ejercicio (Roy, 2008; Shirreffs, Watson & Maughan, 2003), e inclusive el consumo de leche una vez terminado el ejercicio ha mostrado una eficiencia mayor que las bebidas deportivas tradicionales en la retención de fluidos (Volterman, Obeid, Wilk & Timmons, 2014). Actualmente, los mecanismos por los cuales la leche es una eficiente bebida rehidratante aún no se comprenden por completo. En relación a su composición nutricional, la principal diferencia entre ambas bebidas, es la cantidad de proteínas que contiene la leche, ya que ambas contienen similares cantidades de CHO, Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> (James, 2012). Para comprender de mejor forma el mecanismo por el cual las bebidas lácteas pueden ser más eficientes que las bebidas isotónicas utilizadas comúnmente en la rehidratación posterior al ejercicio, es necesario evaluar si la retención de fluidos que provoca el consumo de bebidas lácteas induce una disminución en la excreción de electrolitos claves como el Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> en el proceso de rehidratación.

## **2 OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Evaluar los efectos rehidratantes del consumo de una bebida isotónica y otra láctea baja en grasa, a través de la retención de fluidos, la GEO, y la excreción de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> posterior a una sesión de ejercicio intermitente.

## **3 MATERIALES Y METODO**

### **3.1 MUESTRA**

Catorce sujetos voluntarios (edad de 23 ± 4 años, estatura promedio de 1,74 ± 3 cm) activos (frecuencia de entrenamiento de cuatro veces a la semana, dos horas de entrenamiento por sesión) fueron reclutados para el estudio. Mediante la aplicación de un cuestionario de palatabilidad y de preferencia por el sabor de una de las dos opciones de bebidas rehidratantes, se procedió a conformar los grupos; El primer grupo (LBG) consumió bebida láctea descremada sabor chocolate y segundo grupo (ISO) consumió bebida isotónica para rehidratarse. Aquellos sujetos que consumieran suplementos multivitamínicos y que presentaran patologías crónicas renales fueron excluidos del estudio. Todos los sujetos firmaron consentimiento informado previo a la toma de datos, y se les informó acerca de su aporte e implicancia en la investigación.

### 3.2 MATERIALES

Para medir  $\text{N}^+$  y  $\text{K}^+$ , se tomó una muestra de orina simple para ser analizadas mediante el MINI ISE, analizador automático de electrolitos. La gravedad específica en orina se midió con un refractómetro Robinar modelo Spx. La masa corporal se evaluó con una balanza Tanita modelo TBF 300 A.

### 3.3 PROCEDIMIENTO

Todos los sujetos debieron presentarse para realizar una sesión de intermitente “spinning” con una duración de 60 minutos. Se les indicó a los sujetos no haber ingerido bebidas alcohólicas durante las 72 horas previas a la sesión. Se entregó un protocolo de hidratación de 48 horas previas a la sesión de ejercicio, que tenía como finalidad poder establecer igualdad de condiciones hídricas entre los sujetos. Antes de la realización del ejercicio, se pesó a los sujetos y se les hizo entrega de bebida isotónica de libre demanda para que pudieran ingerir durante la sesión de ejercicio. Al finalizar la sesión se recolectó la primera muestra de orina para evaluar GEO,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ , y se realizó el segundo pesaje de los sujetos. De esta forma se obtuvo la pérdida de peso equivalente a la deshidratación de la sesión de ejercicio. Con este cálculo, se dio a ingerir el 100 % del peso perdido en la bebida rehidratante correspondiente al grupo asignado de cada individuo (leche o isotónica), se consideró un tiempo de tres horas para el consumo de las bebidas rehidratantes y una hora para la digestión y absorción. Se recolectó una segunda muestra de orina posterior a estas cuatro horas, para evaluar nuevamente GEO,  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ . Para calcular el porcentaje de retención de fluidos inducido por ambas bebidas se cuantificó lo consumido (100 % del peso corporal perdido durante el ejercicio) y la cantidad de orina excretada durante las cuatro horas de rehidratación.

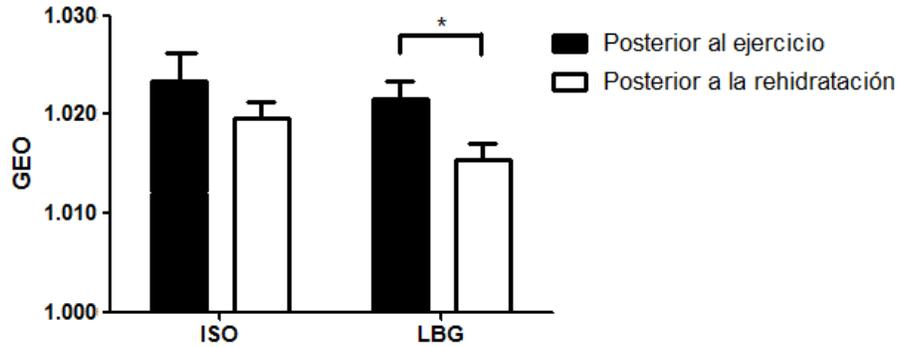
### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se aplicó el test de normalidad previa a la comparación de los datos, estos fueron considerados significativos a un  $p < 0,05$ . Para la comparación de los resultados obtenidos se empleó el test “t” pareado y se analizaron con el programa estadístico GraphPad InStat 5. Todos los datos se presentan en promedios y  $\pm$  DS.

## RESULTADOS

No hubo diferencias entre los grupos en la pérdida de peso posterior al ejercicio ( $p=0.6$ ), el grupo ISO perdió  $3.4 \pm 0.5$  kilos, mientras que el grupo LBG perdió  $3.2 \pm 0.7$  kilos. En relación con la retención de fluidos, el grupo ISO retuvo el 25 % de la bebida isotónica consumida para rehidratar y el grupo LBG el 71 %.

Se observó una disminución significativa en la gravedad específica de la orina para el grupo LBG ( $p=0.02$ ). En el caso del grupo ISO, no se observaron cambios significativos ( $p=0.08$ ) (ver figura 1).

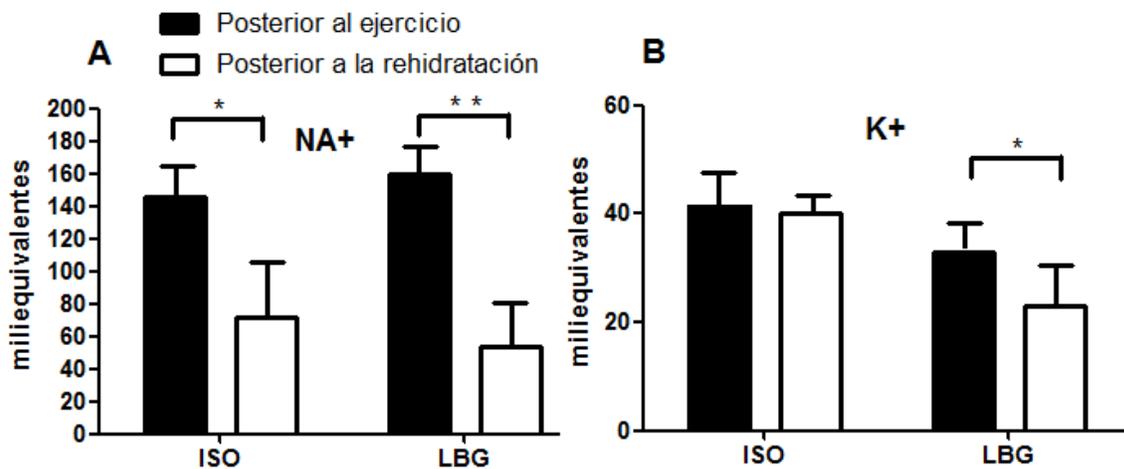


**Figura Nº 1**, muestra la comparación entre la gravedad específica de la orina posterior al ejercicio vs. 4 horas posteriores a la rehidratación.

ISO: grupo que se rehidrato con bebida isotónica

LBG grupo que se rehidrato con bebida láctea descremada sabor chocolate

La excreción de electrolitos en orina inmediatamente después de la realización del ejercicio y posterior a la rehidratación se pueden observar en la figura 2. El grupo ISO muestra una disminución significativa en la excreción de  $\text{Na}^+$  cuatro horas posterior a la rehidratación ( $p=0.03$ ), sin embargo, esta disminución no se pudo observar en la excreción de  $\text{K}^+$  ( $p=0.64$ ). Por otro lado, el grupo LBG presentó una disminución significativa en excreción tanto de  $\text{Na}^+$  como de  $\text{K}^+$  en orina ( $p=0.0004$  y  $p=0.006$ , respectivamente).



**Figura Nº 2**, muestra la comparación entre la excreción de  $\text{Na}^+$  (A) y  $\text{K}^+$  (B) en orina posterior al ejercicio vs. 4 horas posteriores a la rehidratación.

ISO: grupo que se rehidrato con bebida isotónica

LBG grupo que se rehidrato con bebida láctea descremada sabor chocolate

## DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de nuestro estudio es que la bebida láctea baja en grasa sabor chocolate mejoró la GEO, disminuyó la excreción de K<sup>+</sup> y la retención de fluidos de forma más eficiente que una bebida isotónica tradicional, tras la realización de 60 minutos de ejercicio intermitente. Estos resultados coinciden con los encontrados por Shirreffs, Watson & Maughan (2003), quienes compararon la pérdida de líquido posterior a la rehidratación con cuatro tipos de bebidas potencialmente rehidratantes (leche, leche más sodio, bebida con CHO y agua), concluyendo que la leche era el líquido más eficiente en lo que respecta a la retención de fluidos. Datos similares fueron encontrados en nuestro estudio, donde se muestra que la retención de líquido en el grupo que utilizó bebida isotónica fue de un 25%, en cambio los que rehidrataron con bebida láctea un 71%. Esto, reafirma la eficiencia en la retención de fluidos producido por las bebidas lácteas, lo cual es fundamental para una correcta reposición de líquidos y electrolitos perdidos en el ejercicio.

Las recomendaciones para una bebida rehidratante, van orientadas a la cantidad de electrolitos y carbohidratos, pero pareciera ser un factor clave la incorporación de proteínas a estas soluciones (Volterman, Obeid, Wilk & Timmons, 2014; James, 2012). En nuestro estudio la mayor diferencia desde el punto de vista nutricional, entre ambas bebidas (láctea vs. Isotónica) es la cantidad de proteínas, ya que la bebida láctea utilizada en nuestro estudio, es baja en grasa, teniendo ambas una similar cantidad de CHO y electrolitos. La mejora en la retención de fluidos parece ser fundamental en la excreción de electrolitos en la orina tal como muestran nuestros resultados. Esta menor excreción de electrolitos en la orina, se podría atribuir a una mejora en la reabsorción de éstos, lo que se traduciría en una rehidratación celular más eficiente. Sin embargo, faltan estudios para confirmar este mecanismo.

Al mismo tiempo, la utilización de bebidas lácteas post ejercicio podría generar beneficios relacionados la con composición corporal. En un estudio de Hartman et al. (2007) se reclutaron a 56 sujetos sanos los cuales entrenaron paralelamente en tres grupos distintos durante 12 semanas (5 días por semana). Se les dio a beber posterior al entrenamiento medio litro de tres diferentes bebidas: leche libre de grasa, bebida de soya libre de grasa, y una bebida control isocalórica con maltodextrina. Encontraron que la ingesta de leche post-ejercicio indujo mayor hipertrofia muscular en comparación con la ingesta de bebidas de soya o maltodextrina. Además, se observó una pérdida de masa grasa mayor en el grupo que consumió leche. Se cree que estos efectos podrían estar relacionados a la mayor cantidad de calcio y proteínas encontradas en la leche. Al mismo tiempo, el efecto hipertrófico podría deberse a que leche presenta proteínas de suero o “whey” y cuenta con la presencia de aminoácidos ramificados (leucina, la isoleucina y la

valina), fundamentales para el estimular síntesis proteica y anabolismo muscular post-ejercicio.

## CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la rehidratación con ambas bebidas disminuyen la excreción de Na<sup>+</sup> y aumentaron la retención de líquidos. Sin embargo, la rehidratación con bebida láctea disminuye la excreción de K<sup>+</sup>, mejora la GEO y la retención de líquido de forma más eficiente que la bebida isotónica posterior al ejercicio. La composición proteica de la leche podría ser un factor clave para explicar los resultados, sin embargo mayor investigación es necesaria para comprender el mecanismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Sports Medicine, Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J. & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377-90. DOI: 10.1249/mss.0b013e31802ca597
- Allan, J. R. & Wilson, C. G. (1971). Influence of acclimation on sweat sodium concentration. *Journal of Applied Physiology*, 30, 708-712.
- Baker, L. B. & Jeukendrup, A. E. (2014). Optimal composition of fluid-replacement beverages. *Comprehensive Physiology*, 4, 575-620. DOI: 10.1002/cphy.c130014
- Barr, S. I., Costill, D. L. & Fink, W. (1991). Fluid replacement during prolonged exercise: Effects of water, saline, or no fluid. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 811-817. DOI: 10.1249/00005768-199107000-00007
- Casa, D. J., Clarkson, P. M. & Roberts, W. O. (2005). American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Current Sports Medicine Reports*, 4, 115-127. DOI: 10.1007/s11932-005-0055-z
- Castro-Sepulveda, M., Cerda-Kohler, H., Pérez-Luco, C., Monsalves, M., Andrade, D. C., Zbinden-Foncea, H., Báez-San Martín, E. & Ramírez-Campillo, R. (2014). Hydration status after exercise affect resting metabolic rate and heart rate variability. *Nutricion Hospitalaria*, 31(3), 1273-7. DOI:10.3305/nh.2015.31.3.8523
- Chevront, S. N., Carter, R. & Sawka, M. N. (2003). Fluid balance and durance exercise performance. *Current Sports Medicine Reports*, 2, 202 - 208. DOI: 10.1249/00149619-200308000-00006
- Coyle, E. F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of sports Sciences*, 22, 39- 55. DOI: 10.1080/0264041031000140545
- Hartman, J. W., Tang, J. E., Wilkinson, S. B., Tarnopolsky, M. A., Lawrence, R. L., Fullerton, A. V. & Phillips, S. M. (2007). Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption

of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *American Journal of Clinical Nutrition*, 86, 373–381.

Hew, T. D., Chorley, J. N., Cianca, J. C. & Divine, J. G. (2003). The incidence, risk factors, and clinical manifestations of hyponatremia in marathon runners. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13, 41-7. DOI: 10.1097/00042752-200301000-00008

James, L. (2012). Milk protein and the restoration of fluid balance after exercise. *Medicine and Sports Sciences*, 59, 120-6. DOI: 10.1159/000341958.

Mayol, M. & Aragon, L. (2009). Estrategias de rehidratación post- ejercicio: tasa de ingesta de líquido y tipo de bebida. *Revista de ciencias del ejercicio y la salud*, 7, 1-10. DOI: 10.15517/pensarmov.v7i1.372

Noakes, T. (1993). Fluid replacement during exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 21, 297-330. DOI:10.1080/02640419108729870

Roy, D. B. (2008). Milk: the new sports drink? A Review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2, 5-15. DOI: 10.1186/1550-2783-5-15

Shirreffs, S., Watson, P. & Maughan. (2003). Milk as an effective post-exercise rehydration drink. *British Journal of Nutrition*, 98, 173-180. DOI: 10.1017/S0007114507695543

Volterman, K. A., Obeid, J., Wilk, B. & Timmons, B. W. (2014). Effect of milk consumption on rehydration in youth following exercise in the heat. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39, 1257-64. DOI: 10.1139/apnm-2014-0047

**Referencias totales / Total references: 16 (100%)**

**Referencias propias de la revista / Journal's own references: 0**

Bautista, I.J.; Chiroso, I.J.; Chiroso, L.J.; Martin, I. y Rivilla, J. (2016) RPE y velocidad como marcadores de intensidad en el press de banca / RPE and Velocity How Intensity Markers of Bench Press Exercise. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.229-242  
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artcomparacion688.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artcomparacion688.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.004>

## ORIGINAL

### RPE Y VELOCIDAD COMO MARCADORES DE INTENSIDAD EN EL PRESS DE BANCA

### RPE AND VELOCITY HOW INTENSITY MARKERS OF BENCH PRESS EXERCISE

**Bautista, I.J.<sup>1</sup>; Chiroso, I.J.<sup>2</sup>; Chiroso, L.J.<sup>3</sup>; Martin, I.<sup>4</sup> y Rivilla, J.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Doctor CCAFD por la Universidad de Granada, CTS 642. Investigación y Desarrollo de la Actividad Física y Deportiva. Universidad de Granada (España) [ikerugr@gmail.com](mailto:ikerugr@gmail.com)

<sup>2</sup> Doctor CCAFD por la Universidad de Granada, Profesor Asociado Departamento de Educación Física, Universidad de Granada (España) [ichiroso@ugr.es](mailto:ichiroso@ugr.es)

<sup>3</sup> Doctor CCAFD por la Universidad de Granada, Profesor Titular Departamento de Educación Física, Universidad de Granada (España) [ichiroso@ugr.es](mailto:ichiroso@ugr.es)

<sup>4</sup> Doctor en Psicología Social y Metodología de las Ciencias del Comportamiento por la Universidad de Granada, Profesor Titular Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Universidad de Granada (España) [imartin@ugr.es](mailto:imartin@ugr.es)

<sup>5</sup> Doctor CCAFD por la Universidad Politécnica de Madrid, Profesor Titular Interino Departamento de Deportes, Universidad Politécnica de Madrid (España) [jesus.rivilla@upm.es](mailto:jesus.rivilla@upm.es)

**Código UNESCO / UNESCO code:** 2411. Fisiología humana / Human physiology

**Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 6. Fisiología del ejercicio / Exercise physiology

**Recibido** 26 de enero de 2013 **Received** January 26, 2013

**Aceptado** 9 de julio de 2013 **Accepted** July 9, 2013

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue analizar la relación entre la evolución de la velocidad media ( $Vel_{media}$ ) y los valores de la escala OMNI-RES, en 3 intensidades (carga Inicial [CI], máxima potencia [MP] y repetición máxima [RM]). 38 sujetos divididos en dos grupos: Entrenados ( $G_1$ ,  $n = 19$ ) y No Entrenados ( $G_2$ ,  $n = 19$ ) realizaron un test incremental de cargas en el ejercicio del press de banca. En la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos. El análisis de la  $Vel_{media}$  mostró diferencias significativas tanto en la MP como en la RM. La OMNI-

RES es un buen método para cuantificar la intensidad en el ejercicio del press de banca, aunque sería aconsejable acompañar este valor con otra medida de intensidad como la  $Vel_{media}$ . De esta forma, se podría ajustar mejor la intensidad real realizada en las diferentes series de entrenamiento.

**PALABRAS CLAVE:** velocidad de ejecución, percepción subjetiva, protocolo incremental, entrenamiento de fuerza, tren superior

## ABSTRACT

The propose of this study was to (a) analyse the rating of perceived exertion (RPE) in trained and untrained subjects in a bench press incremental protocol in three different intensities (Initial load [IL], maximum power [MP] and one repetition maximum [RM]) and (b) to analyse corresponding mean velocity ( $Vel_{mean}$ ) and OMNI-RES values. A total of 38 subjects were differentiated in two groups: Trained Group ( $G_1$ ,  $n = 19$ ) and Untrained Group ( $G_2$ ,  $n = 19$ ). No significant differences were found between groups in RPE variable. The analysis of  $Vel_{mean}$  showed significant differences in the MP and RM intensities. These findings suggest that the OMNI-RES scale is a valid measure of exercise intensity for the bench press. It is advised that this is accompanied with another measure of intensity such as  $Vel_{mean}$  to allow for optimal adjustment of intensity during different training sets.

**KEY WORDS:** execution velocity, perceived exertion, incremental protocol, resistance training, upper body

## INTRODUCCIÓN

En el entrenamiento de cualquier deporte, el desarrollo de la fuerza mediante resistencias externas resulta imprescindible para mejorar capacidades tales como la potencia y/o la velocidad (Kawamori y Haff, 2004). De hecho, el entrenamiento de potencia de alta velocidad es un método muy frecuente en el contexto del rendimiento deportivo (Ferrer, 2007). El número total de series y repeticiones, el porcentaje de la una repetición máxima (RM), los descansos entre series, el orden de los ejercicios y la velocidad de ejecución son los parámetros habituales que se utilizan para cuantificar la intensidad de los ejercicios en el entrenamiento de fuerza (Cormie, McGuigan, y Newton, 2011; Fleck, 1999; Pereira y Gomes, 2003). Igualmente se han utilizado diferentes dispositivos electrónicos para cuantificar variables como la fuerza, potencia y velocidad (Harris, Cronin, Taylor, Boris, y Sheppard, 2010). Los dispositivos de desplazamiento lineales (DDL), los acelerómetros, las plataformas de contactos y las plataformas de fuerzas son los más utilizados. Sin embargo, el gran coste económico y de recursos que estos dispositivos suponen hace que las escalas subjetivas del esfuerzo sean herramientas muy utilizadas para controlar la intensidad (Lagally y Amorose, 2007; Marquez García y Fernandez Gacía, 2012; Ozkan y Kin-Isler, 2007; Tiggemann y col. , 2010). De este modo, además de

poder cuantificar y monitorizar el entrenamiento, se obtiene una información muy valiosa sobre las sensaciones del deportista que podrá ayudar al entrenador a cuantificar la intensidad en las diferentes sesiones de entrenamiento.

El control y la monitorización del entrenamiento basado en resistencias externas han sido uno de los objetivos principales de las escalas subjetivas del esfuerzo como la OMNI-RES, escala CR-10 de Borg o la Escala de 15 categorías de Borg (Bellezza, Hall, Miller, y Bixby, 2009; Day, McGuigan, Brice, y Foster, 2003; Gearhart, Lagally, Riechman, Andrews, y Robertson, 2009; Naclerio y col., 2011; Robertson y col., 2008; Tiggemann y col., 2010). La validez de la escala OMNI-RES para el control de la intensidad, tanto en ejercicios que implican el tren superior como el tren inferior, quedó demostrada en el estudio de Robertson y col. (2003). En dicho estudio, la carga total levantada y la RPE de los ejercicios del curl de bíceps y extensión de rodillas fueron correlacionadas obteniendo coeficientes de correlación significativos, con valores de  $r$  superiores a 0,79. Igualmente, Day y col. (2003) concluyeron que la RPE es un método fiable para cuantificar la intensidad entre las sesiones de entrenamiento. Para ello, utilizaron 5 ejercicios (Sentadilla, Press de Banca, Curl de Bíceps, Pres trasnuca y Tríceps) y un total de 3 intensidades (alta, media y baja intensidad), obteniendo un elevado coeficiente de correlación intraclase de la RPE entre las sesiones de 0,88.

Recientemente, Tiggemann y col. (2010) analizaron el comportamiento de la RPE en diferentes cargas realizadas en el entrenamiento de fuerza en tres tipos de poblaciones (adultos sedentarios, activos y entrenados), usándose para ello la escala de Borg de 15 categorías (6 – 20). Los resultados mostraron una alta correlación (rango de  $r = 0,826 - 0,922$ ) entre la RPE y el porcentaje de la RM en los tres grupos, en los ejercicios del press de banca y el press de piernas. Los autores concluyeron que el uso de la escala de Borg en los gimnasios ofrece a los profesionales un método barato y fiable para medir la intensidad. Hasta el momento, cuando se ha investigado sobre la RPE y ejercicios con resistencias externas, estos estudios se basan en comprobar la validez de la RPE para cuantificar la intensidad de los ejercicios, utilizando la carga total levantada, el lactato u otras escalas como variables criterio (Lagally y Robertson, 2006; Robertson y col. 2003; Robertson y col. 2005). La velocidad de ejecución ha sido propuesta como un criterio muy eficaz para cuantificar la intensidad en el entrenamiento de fuerza (González-Badillo y Sánchez-Medina, 2010; Kawamori y Newton, 2006; Pereira y Gomes, 2003). Sin embargo, es reseñable que en todos los estudios anteriormente mencionados sobre la RPE y el entrenamiento de la fuerza no se ha tenido en cuenta esta variable fundamental. Concretamente, González-Badillo y Sánchez-Medina (2010) analizaron la velocidad media de la fase propulsiva en el ejercicio press de banca y su correlación con la máxima carga levantada, constatando una altísima correlación ( $R^2 = 0,98$ ) entre ambas variables. Los autores llegaron a la conclusión de que es posible prescribir y monitorizar el entrenamiento de fuerza con base en esta variable (la velocidad de ejecución), en vez de con un determinado porcentaje de la 1RM.

Teniendo en cuenta la escasez de estudios hallados sobre la relación entre RPE y la velocidad media de ejecución, así como a la importancia de ambas variables, parece oportuno analizar la RPE y la velocidad media de ejecución, utilizando esta última como variable criterio para cuantificar la intensidad en los ejercicios con resistencias externas. Consecuentemente, la presente investigación posee dos objetivos fundamentales: (a) analizar la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) medido mediante la escala OMNI-RES en sujetos entrenados y no entrenados en un protocolo incremental de cargas en press de banca; (b) analizar la evolución de la velocidad media ( $Vel_{media}$ ) y los valores de la escala OMNI-RES en sujetos entrenados y no entrenados, en 3 intensidades (carga inicia [CI], máxima potencia [MP] y una repetición máxima [RM]) en un protocolo incremental de cargas de press de banca.

## MÉTODO

### Sujetos

La muestra consistió en 38 sujetos, todos ellos estudiantes de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Granada. En la Tabla 1 se resumen las características para la edad, peso, talla, RM y ratio RM/Peso corporal (RM/PC) para los dos grupos y el total. La distinción entre los grupos se llevó a cabo mediante el criterio del ratio RM/PC (Cormie., McGuigan., y Newton, 2010). Los sujetos que su ratio RM/PC era mayor que 1, se incluyeron en el G<sub>1</sub> (Entrenados), mientras que los sujetos que su ratio era menor que 1, formaron parte del G<sub>2</sub> (No Entrenados). Previamente a la realización de la investigación, todos los participantes firmaron un consentimiento informado en donde se les informó sobre los riesgos y beneficios de la investigación. Este estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Granada.

**Tabla 1.** Descripción de la muestra expresada como media (desviación típica).

	<b>Grupo 1 (n = 19) Entrenados</b>	<b>Grupo 2 (n = 19) No Entrenados</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Edad (años)</b>	22,61 (1,66)	22,82 (1,69)	22,71 (1,65)
<b>Peso (kg)</b>	70,28 (5,64)	74,01 (7,67)	72,09 (6,88)
<b>Talla (cm)</b>	174,2 (2,37)	178,42 (6,95)	176,26 (6,08)
<b>RM (kg)</b>	77 (12)	59 (9)	68 (10,5)
<b>RM/PC</b>	1,1 (2,12)	0,67 (1,17)	0,89 (1,65)

### Protocolo Incremental de cargas

La experimentación fue llevada a cabo en el laboratorio de Control del Rendimiento de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de

Granada. En una primera sesión, los participantes acudieron al laboratorio para la evaluación del peso, talla y la estandarización de la ejecución del ejercicio del press de banca. Para la estandarización del agarre: (a) se tomó como referencia una angulación de 90° entre el brazo y el antebrazo, cuando codos y hombros se encontraban en la línea horizontal con el participante en posición decúbito supino. (b) La proyección de la barra sobre el pecho fue estandarizada a 5 cm de la escotadura yugular.

En la segunda sesión un protocolo incremental de cargas fue realizado para la evaluación del ejercicio del press de banca en máquina Smith. La carga inicial del protocolo fue de 20 kg. Se produjeron aumentos de 10 kg (para velocidades de la barra superiores a  $0,5 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ ) y aumentos de 5 kg (para velocidades de la barra inferiores a  $0,5 \text{ m} \times \text{s}^{-1}$ ). Para evitar el efecto de la fatiga neural, se dejaron periodos de recuperación de 3 – 5 minutos. Los periodos de descanso más cortos (3 minutos) se dejaron cuando los aumentos de carga fueron de 10 kg, mientras que los periodos de descanso más largos (5 minutos), para los aumentos de cargas de 5 kg. Todos los sujetos realizaron un total de 4 – 2 repeticiones, exceptuando en la máxima carga, que sólo pudieron realizar una repetición. El descenso de la barra fue controlado mediante instrucciones verbales por parte de los investigadores para evitar el efecto de rebote de la barra en el pecho. Posteriormente, se procedió a emitir un estímulo sonoro aleatorio para la realización de las repeticiones. Teniendo en cuenta la importancia de centrarse en la velocidad de movimiento, se alentó a los sujetos para ejecutar el movimiento a velocidad máxima antes de cada elevación (García, Moreno, Reina, & Menayo, 2011).

## **Instrumental**

El ejercicio del press de banca fue realizado en una máquina Smith (Gervasport, Madrid, España) debidamente calibrado para la evaluación. El peso total de la barra sin discos fue de 20 kg. La barra fue milimetrada para poder anotar el agarre individual realizado por los participantes. Para la evaluación de la  $Vel_{media}$  de ejecución de cada repetición del protocolo incremental un dispositivo de desplazamiento lineal (DDL) fue utilizado (T-Force System, Ergotech, Murcia, España). El sistema consta de un cable que se engancha a la barra y la información del desplazamiento queda registrada, después de pasar por una tarjeta de adquisición de datos, en un ordenador personal. El DDL registró con una frecuencia de muestreo de 1.000 Hz.

## **Escala OMNI-RES**

Para la evaluación de la intensidad ejercida durante la realización de cada carga del protocolo incremental, la escala ONMI-RES fue utilizada. Justo después de que cada sujeto terminara la realización de la serie, se le preguntó lo intenso que le había parecido, además de instarle a que señalara con el dedo un número de la escala de percepción, siguiendo el procedimiento explicado en Robertson y col. (2003).

## Análisis estadístico

Todos los datos están expresados como media (desviación). Todos los modelos cumplieron con el test de normalidad (Kolmogorov – Smirnov) y de homogeneidad (Test de Levene), ambos con un  $p > 0,05$ . Un ANOVA de medidas repetidas (MR) fue realizado para cada una de las variables analizadas (RPE,  $Vel_{media}$  y carga levantada). Cuando el supuesto de esfericidad no fue asumido, la corrección Greenhouse-Geisser fue aplicada. El Post Hoc de Bonferroni fue utilizado para evaluar las diferencias significativas en las comparaciones. Todos los análisis fueron realizados usando un software de análisis estadístico (SPSS v.20, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Las diferencias significativas se establecieron al nivel de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

En la Tabla 2 se resumen los datos descriptivos, expresados como media (SD), para las variables de la RPE,  $Vel_{media}$  y carga levantada (kg) en las tres intensidades analizadas.

**Tabla 2.** Análisis descriptivo, media (desviación típica) de la velocidad media ( $Vel_{media}$ ), la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE) y carga levantada (kg) en las tres intensidades analizadas.

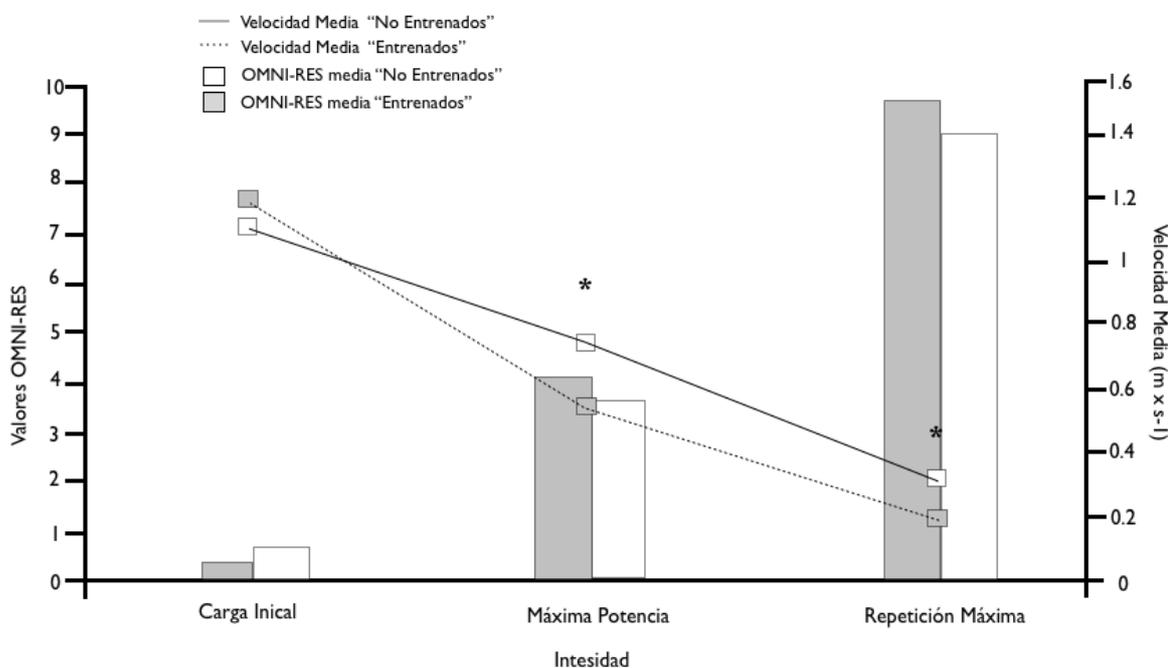
Intensidad	Carga Inicial			Máxima Potencia			Repetición Máxima		
	$Vel_{media}$ (m x s <sup>-1</sup> )	RPE	Carga (kg)	$Vel_{media}$ (m x s <sup>-1</sup> )	RPE	Carga (kg)	$Vel_{media}$ (m x s <sup>-1</sup> )	RPE	Carga (kg)
<b>Grupo 1</b>	1,20 (0,14)	0,42 (0,61)	20 (0)	0,67 (0,11)	4,53 (2,01)	45 (5)	0,20 (0,05)	9,58 (0,69)	77 (12)
<b>Grupo 2</b>	1,15 (0,14)	0,58 (1,12)	20 (0)	0,74 (0,07)	3,89 (1,48)	36,84 (4,7)	0,29 (0,09)	8,82 (1,07)	59 (9)

### Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE)

El ANOVA MR no mostró diferencias significativas en el efecto de la variable *grupo* ( $F [2, 72] = 2,363$ ;  $p = 0,133$ ;  $\eta^2 = 0,062$ ;  $1-\beta = 0,322$ ) ni en la interacción *grupo x intensidad* ( $F [2, 72] = 2,037$ ;  $p = 0,138$ ;  $\eta^2 = 0,054$ ;  $1-\beta = 0,407$ ). Diferencias significativas ( $F [2, 72]; = 503,26$ ;  $p = 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,93$ ;  $1-\beta = 0,999$ ) fueron encontradas en el factor *Intensidad*. El post Hoc de Bonferroni mostró diferencias significativas ( $p = 0,0001$ ,  $p = 0,0001$  y  $p = 0,0001$ ) para las comparaciones por pares entre las tres intensidades (ver Figura 1).

## Velocidad media de desplazamiento

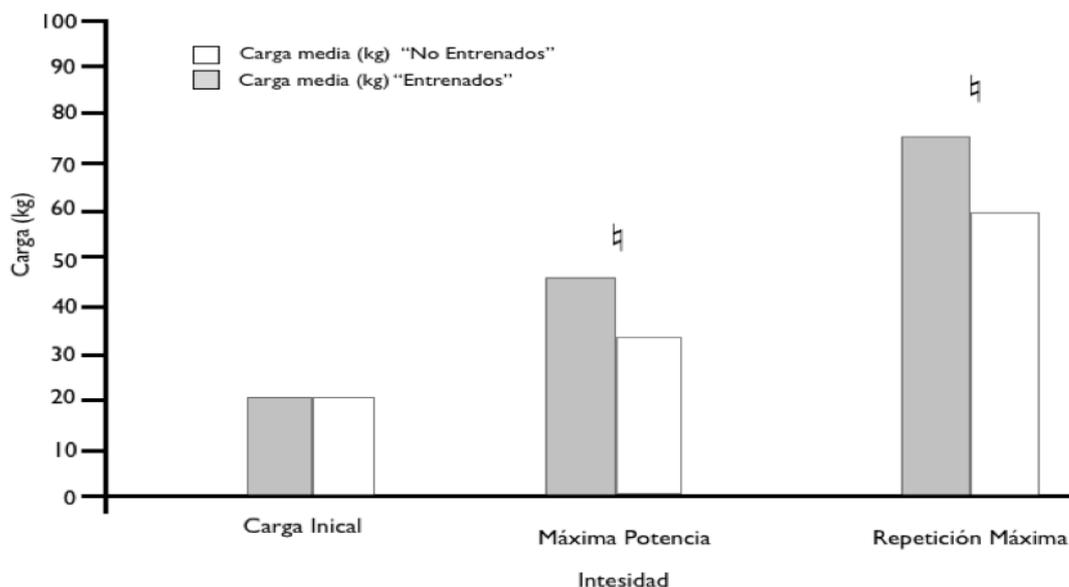
El ANOVA MR no mostró diferencias significativas en el efecto de la variable *grupo* ( $F[2, 72] = 2,751$ ;  $p = 0,106$ ;  $\eta^2 = 0,071$ ;  $1-\beta = 0,365$ ). Diferencias significativas fueron encontradas en el factor de *Intensidad* ( $F[2, 72] = 784,15$ ;  $p = 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,956$ ;  $1-\beta = 0,999$ ) y en la interacción *Grupo x Intensidad* ( $F[2, 72] = 4,869$ ;  $p = 0,015$ ;  $\eta^2 = 0,119$ ;  $1-\beta = 0,73$ ). Para el factor *Intensidad* el post Hoc de Bonferroni mostró diferencias significativas ( $p = 0,0001$ ;  $p = 0,0001$  y  $p = 0,0001$ ) para la comparación por pares en las tres intensidades (CI, MP y RM, respectivamente). En la interacción *Grupo x Intensidad* el post Hoc de Bonferroni mostró diferencias significativas ( $p = 0,036$  y  $p = 0,002$ ) para la comparación en las intensidades de la MP y RM, respectivamente no encontrándose diferencias significativas ( $p = 0,282$ ) para la CI (ver Figura 1).



**Figura 1.** Evolución de la Velocidad Media y la Percepción Subjetiva del Esfuerzo en las tres intensidades analizadas (carga inicial, máxima potencia y repetición máxima). \*  $p < 0,05$  en la variable de Velocidad Media.

## Carga Desplazada

El ANOVA MR mostró diferencias significativas ( $F[1, 36] = 7,223$ ;  $p = 0,011$ ;  $\eta^2 = 0,167$ ;  $1-\beta = 0,774$ ) en la interacción *Grupo x Intensidad* en la variable de la carga desplazada. El post Hoc de Bonferroni mostró diferencias significativas ( $p = 0,0001$  y  $p = 0,0001$ ) para las comparaciones de las intensidades de la MP y RM respectivamente (ver Figura 2). La media de la máxima carga desplazada fue mayor en el grupo Entrenados, tanto en la intensidad de la MP ( $45 \pm 5$  kg vs  $37 \pm 4,7$  kg), como en la RM ( $77 \pm 12$  kg vs  $59 \pm 9$  kg). Debido a que no existía variabilidad en los datos de la CI, esta variable no fue incluida en el análisis estadístico.



**Figura 2.** Carga (kg) en las diferentes intensidades analizadas (Carga inicial, Máxima Potencia y Repetición Máxima).  $\dagger$   $p < 0,05$  en la variable de la carga desplazada.

## DISCUSIÓN

En la presente investigación, la evolución de la  $Vel_{media}$  y la RPE (medida con la escala OMNI-RES) fue analizada en un protocolo incremental de cargas en el ejercicio del press de banca. Por un lado, se analizó la  $Vel_{media}$  en dos grupos de sujetos (Entrenados y No Entrenados) utilizando esta variable como factor de control de la intensidad. Por otro lado, la RPE de ambos grupos fue comparada en cada una de las intensidades seleccionadas. Además se analizó la carga levantada en las intensidades de la MP y la RM (no se analizó la intensidad de la CI puesto que fue la misma en ambos grupos).

En la variable de la RPE no existieron diferencias significativas cuando se compararon los datos entre ambos grupos, aunque los valores medios de la RPE en la intensidad de la MP fue mayor en el grupo Entrenados. Este hecho probablemente se deba a que, a nivel general, el grupo Entrenados desplazó de media una carga de  $45 \pm 5$  kg, encontrándose diferencias significativas en la carga levantada, mientras que en el grupo No Entrenados la carga media desplazada en la MP fue de  $37 \pm 4,7$  kg, es decir, un 20% menos. Pero teniendo en cuenta los datos a nivel relativo de carga, ambos grupos alcanzaron la máxima potencia media en el  $62 \pm 7,16$  y  $62 \pm 9,16$  % de la 1RM, para el grupo Entrenados y No Entrenados respectivamente. Lagally, McCaw, Young, Medema, y Thomas (2004) compararon la RPE y la actividad muscular en dos grupos de sujetos (levantadores recreacionales vs novatos) en dos intensidades (60 y 80% RM) en el ejercicio del press de banca. Los resultados de este estudio no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos en las variables medidas. Aunque sí que se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en la RM entre

ambos grupos ( $31 \pm 5.7$  kg y  $44 \pm 11.2$  kg, levantadores novatos y recreacionales, respectivamente). Desafortunadamente, los autores no mostraron si se produjeron diferencias significativas en la carga levantada en las intensidades del 60 y 80% de la 1 RM.

En la variable de la RPE, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en ninguna intensidad analizada (ver Figura 1) aunque la media de la RPE fue mayor en el grupo Entrenados en comparación del grupo No Entrenados. Desde nuestro conocimiento, este hecho se debe probablemente a dos factores interrelacionados. Por un lado, la media de la máxima carga levantada para ambos grupos fue de  $77 \pm 12$  y  $59 \pm 9$  kg, en el grupo Entrenados y No Entrenados respectivamente. En términos porcentuales, el grupo Entrenados levantó un 13% más de carga hallándose diferencias significativas (ver Figura 2). Por lo tanto, la percepción del esfuerzo para el grupo Entrenado fue mayor. Por otro lado, los sujetos pertenecientes al grupo No Entrenados percibieron la máxima carga desplazada como una carga submáxima. Sólo el 32% ( $n = 6$ ) de los sujetos indicaron un valor de 10 de la escala OMNI-RES. En el grupo Entrenados el porcentaje de sujetos que expresaron un valor de 10 en la máxima carga fue del 68% ( $n = 10$ ) del total. Este hecho muestra que la percepción del esfuerzo en personas que no están habituadas al entrenamiento con resistencias externas, tienden a subestimar la realidad de sus posibilidades. En el estudio de Sweet, Foster, McGuigan, y Brice (2004), concluyeron que la RPE parece ser un método viable para cuantificar la intensidad de las sesiones de fuerza, aunque la RPE de toda la sesión tiende a subestimar la RPE que se obtiene justo después de la realización de las diferentes series de trabajo.

Tiggemann y col. (2010) analizaron la evolución de la RPE en los ejercicios del press de banca y press de piernas, en tres grupos de sujetos diferentes (adultos sedentarios, activos y entrenados). El principal hallazgo de este estudio fue que para un mismo valor de RPE existieron diferencias significativas en el porcentaje de carga levantado. El grupo de adultos entrenados, poseía mayor porcentaje de carga en comparación con los otros dos grupos, para un mismo valor de la RPE. Analizando los datos presentados en la Figura 1 de la presente investigación, se observa que para una misma intensidad, no existieron diferencias significativas en la RPE entre ambos grupos. En cambio, en la variable de la  $Vel_{media}$  de desplazamiento de la barra y la carga levantada, tanto en las intensidades de la MP y la RM, sí que se encontraron diferencias significativas. Este hecho, nos indica que la RPE en la intensidad de la MP y la RM se ve influenciada por la  $Vel_{media}$  de desplazamiento de la barra, así como por la carga levantada.

En esta misma línea, Shimano y col. (2006) midieron la RPE en dos grupos (Entrenados vs No Entrenados) en tres intensidades diferentes (60, 80 y 90% de la 1RM). Los resultados de este estudio no mostraron diferencias significativas en la RPE entre ambos grupos. Los datos presentados en nuestro estudio corroboran los resultados obtenidos por Shimano y col. (2006). De las tres intensidades analizadas no se produjeron diferencias significativas en ningún caso. Aunque si tenemos en cuenta el análisis de la  $Vel_{media}$  como

variable para cuantificar la intensidad del ejercicio, diferencias significativas fueron encontradas tanto en la intensidad de la MP como en la RM. Estos resultados nos muestran que, por un lado, medir la percepción del esfuerzo para identificar la intensidad del ejercicio nos puede llevar a cometer un error, puesto que el comportamiento de la  $Vel_{media}$  mostró diferencias significativas en las intensidades de la MP y de la RM entre el grupo de Entrenados y No Entrenados. Por otro lado, en la variable de la RPE no se encontraron diferencias significativas, no ocurriendo lo mismo con la variable de la  $Vel_{media}$  de ejecución, puesto que ésta fue diferente entre ambos grupos en dos de las tres intensidades analizadas (ver Figura 2).

Hasta ahora, ninguno de los estudios analizados ha tenido en cuenta la variable de la  $Vel_{media}$  como factor para cuantificar la intensidad del ejercicio. La velocidad de ejecución de los diferentes ejercicios ha sido propuesta por numerosos autores como una medida más para controlar la intensidad y adaptaciones que se producen a nivel muscular (González-Badillo y Sánchez-Medina, 2010; Kawamori y Newton, 2006; Pereira y Gomes, 2003). La importancia de la velocidad de ejecución está en relación con el entrenamiento de la potencia. Para realizar un trabajo de potencia, se debe buscar la mejor relación entre la fuerza y la velocidad. Es bien sabido, que a mayor carga externa mayor fuerza se realiza. Pero esta relación va en detrimento de la velocidad de ejecución. Las escalas de percepción del esfuerzo, como la OMNI-RES o la CR-10 de Borg, no tienen en cuenta este factor clave en el entrenamiento de la potencia. Como se muestra en diferentes estudios (Naclerio y col. 2011; Robertson y col. 2008), la relación carga vs RPE es lineal positiva. A mayor porcentaje de carga, mayor valor de la RPE. La variable  $Vel_{media}$  mostró diferencias significativas (ver Figura 1) entre ambos grupos en las intensidades de la MP y la RM. Estos resultados muestran que la escala OMNI-RES es muy útil para discriminar la intensidad del ejercicio en cargas submáximas, tanto para sujetos entrenados como no entrenados, en cambio, los sujetos que no están habituados a realizar levantamientos máximos tienden a subestimar los valores percibidos de la máxima carga. Por lo tanto, sería recomendable la utilización complementaria de otro valor como la  $Vel_{media}$  para cuantificar y ajustar la intensidad real percibida.

Consecuentemente, a modo de conclusión de este estudio podemos señalar que la RPE es un buen método para monitorizar la intensidad de los ejercicios de fuerza, aunque se debe resaltar que para un mayor control de la monitorización y adaptaciones que se producen por el entrenamiento de fuerza sería conveniente la utilización de otra medida complementaria como la  $Vel_{media}$  de ejecución. El control de esta variable nos podrá ayudar a ajustar y a diferenciar, de forma más precisa, la intensidad real del entrenamiento de fuerza.

## **APLICACIONES PRÁCTICAS**

La escala ONMI-RES es un buen indicador de la intensidad de los ejercicios de fuerza, sobre todo en cargas submáximas, pero es necesario el entrenamiento de la misma para poder ajustar al máximo la sensación de

intensidad realizada por parte de los sujetos no entrenados. A la luz de los resultados, además de utilizar la escala OMNI-RES para evaluar la intensidad de los ejercicios basados en resistencias externas, se debería poseer otra media como los valores de  $Vel_{media}$  para ajustar de forma precisa las diferentes intensidades del entrenamiento. De esta forma, se estaría incidiendo sobre un entrenamiento basado en la calidad del estímulo y la búsqueda de la máxima potencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bellezza, P. A., Hall, E. E., Miller, P. C., and Bixby, W. R. (2009). The influence of exercise order on blood lactate, perceptual, and affective responses. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 203–208. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181889156>
2. Cormie, P., McGuigan, M. R., and Newton, R. U. (2010). Changes in the eccentric phase contribute to improved stretch-shorten cycle performance after training. *Medicine & Science & Sport Exercise*, 42(9), 1730–1740. <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e3181d392e8>
3. Cormie, P., McGuigan, M. R., and Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 1 biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38. <http://dx.doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>
4. Day, M. L., McGuigan, M. R., Brice, G., & Foster, C. (2004). Monitoring work intensities during resistance training using a session RPE scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 353–358. <http://dx.doi.org/10.1519/R-13113.1>
5. Ferrer, M.C. (2007). Effects of two strength training methods in Bosco Index on elite handball female player. *Retos*, 11, 33-36.
6. Fleck, S. J. (1999). Periodized strength training: a critical review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 13(1), 82–89. [http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287\(1999\)013<0082:PSTACR>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287(1999)013<0082:PSTACR>2.0.CO;2)
7. García, J. A., Moreno, F. J., Reina, R., Menayo, R. (2011). The speed and accuracy in the shot in young handball players according to the concentration of practice. *Retos*, 19, 43-46.
8. Gearhart, J., Lagally, K. M., Riechman, S. E., Andrews, R. R., and Robertson, R. J. (2009). strength tracking using the omni resistance exercise scale in older men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 1011–1015. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a2ec41>
9. González-Badillo, J. J., and Sánchez-Medina, L. (2010). Movement Velocity as a Measure of Loading Intensity in Resistance Training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347–352. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
10. Harris, N. K., Cronin, J., Taylor, K. L., Boris, J., and Sheppard, J.

- (2010). Understanding Position Transducer Technology for Strength and Conditioning Practitioners. *Strength & Conditioning Journal*, 32(4), 66–79. <http://dx.doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181eb341b>
11. Kawamori, N., and Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 675. [http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18<675:TOTLFT>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<675:TOTLFT>2.0.CO;2)
  12. Kawamori, N., and Newton, R. U. (2006). Velocity specificity of resistance training: Actual movement velocity versus intention to move explosively. *Strength & Conditioning Journal*, 28(2), 86. <http://dx.doi.org/10.1519/00126548-200604000-00015>
  13. Lagally, K. M., McCaw, S. T., Young, G. T., Medema, H. C., and Thomas, D. Q. (2004). Ratings of perceived exertion and muscle activity during the bench press exercise in recreational and novice lifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 359–364. <http://dx.doi.org/10.1519/R-12782.1>
  14. Lagally, K. M., and Amorose, A. J. (2007). The validity of using prior ratings of perceived exertion to regulate resistance exercise intensity. *Perceptual & motor skills*, 104(2), 534–542. <http://dx.doi.org/10.2466/pms.104.2.534-542>
  15. Lagally, K. M., Kristen M., and Robertson, R. J. (2006). Construct validity of the omni resistance exercise scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 252–256. <http://dx.doi.org/10.1519/R-17224.1>
  16. Márquez-García, F.J., and Fernández-García, J.C. (2012). Evaluación de la fuerza del tren superior con plataforma de contacto. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 12 (45) pp. 35–51.
  17. Naclerio, F., Rodríguez-Romo, G., Barriopedro-Moro, M. I., Jiménez, A., Alvar, B. A., and Triplett, N. T. (2011). Control of resistance training intensity by the Omni perceived exertion Scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 1879–1888. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e501e9>
  18. Ozkan, A., and Kin-Isler, A. (2007). The reliability and validity of regulating exercise intensity by ratings of perceived exertion in step dance sessions. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 296–300. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200702000-00052>
  19. Pereira, M. I. R., and Gomes, P. S. C. (2003). Movement velocity in resistance training. *Sports Medicine*, 33(6), 427–438. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200333060-00004>
  20. Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J. and Andreacci, J. (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(2), 333–341.

<http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A>

21. Robertson, R. J., Goss, F. L., Aaron, D. J., Gairola, A., Kowallis, R. A., Ying Liu, Randall, C. R., Tessmer, K. A., Schnorr, T. L., Schroeder, A. E., and White, B. (2008). One repetition maximum prediction models for children using the omni rpe scale. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 196–201. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815f6283>
22. Robertson, R. J., Goss, F. L., Andreacci, J. L., Dube, J. J., Rutkowski, J. J., Frazee, K., Aaron, D. J., Metz, K. F., Kowallis, R. A., and Snee, M.B. (2005). Validation of the Children's OMNI-RES Exercise Scale of Perceived Exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(5), 819–826. <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000162619.33236.F1>
23. Shimano, T., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Hatfield, D. L., Silvestre, R., Vingren, J. L., Fragala, M. S., Maresh, C. M., Fleck, J. S., Newton, R. U., Spreuwenberg, L. P. B., and Häkkinen, K. (2006). Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 819–823. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200611000-00015>
24. Sweet, T. W., Foster, C., McGuigan, M. R., and Brice, G. (2004). Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 796–802. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200411000-00020>
25. Tiggemann, C. L., Korzenowski, A. L., Brentano, M. A., Tartaruga, M. P., Alberton, C. L., and Krueel, L. F. M. (2010). Perceived exertion in different strength exercise loads in sedentary, active, and trained adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2032–2041. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d32e29>

**Referencias totales / Total references: 22 (100%)**

**Referencias propias de la revista / Journal's own references: 1 (4,54%)**



Baiget, E.; Rodríguez, F.A. e Iglesias, X. (2016) Relación entre parámetros técnicos y fisiológicos en tenistas de competición / Relationship Between Technical and Physiological Parameters in Competition Tennis Players. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.243-255  
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artrelacion704.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artrelacion704.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.005>

## ORIGINAL

# RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS TÉCNICOS Y FISIOLÓGICOS EN TENISTAS DE COMPETICIÓN

## RELATIONSHIP BETWEEN TECHNICAL AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS IN COMPETITION TENNIS PLAYERS

**Baiget, E.<sup>1,2</sup>; Rodríguez, F.A.<sup>3,5</sup> e Iglesias, X.<sup>4,5</sup>**

<sup>1</sup> Profesor Titular. Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Vic, España. E-mail: [ernest.baiget@uvic.cat](mailto:ernest.baiget@uvic.cat)

<sup>2</sup> Sport Performance Analysis Research Group (SPARG), Universidad de Vic-Universidad Central de Cataluña, España.

<sup>3</sup> Profesor Catedrático. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Barcelona, España. E-mail: [farodriguez@gencat.cat](mailto:farodriguez@gencat.cat)

<sup>4</sup> Profesor Catedrático. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Universitat de Barcelona, España. E-mail: [xiglesias@gencat.net](mailto:xiglesias@gencat.net)

<sup>5</sup> INEFC-Barcelona Sports Sciences Research Group, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Barcelona, España.

**Código UNESCO / UNESCO Code:** 2411.06 Fisiología del ejercicio / Exercise physiology.

**Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe Classification:** 6 Fisiología del ejercicio / Exercise physiology.

**Recibido** 18 de abril de 2013 **Received** April 18, 2013

**Aceptado** 9 de julio de 2013 **Accepted** July 9, 2013

### RESUMEN

Durante los últimos años ha aumentado el interés para evaluar parámetros fisiológicos y técnicos en jugadores de tenis, actualmente existen pruebas que permiten registrar paralelamente estos parámetros en la misma pista de tenis. El objetivo de este estudio es determinar las relaciones entre parámetros técnicos y fisiológicos derivados de la aplicación de una prueba de resistencia específica en tenis. 38 jugadores de competición realizaron una prueba continua e incremental y se registraron parámetros técnicos (efectividad

técnica (ET), punto de disminución de efectividad técnica (PDET)) y parámetros fisiológicos (consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ), primer y segundo umbrales ventilatorios ( $UV_1$  y  $UV_2$ )). Se encontró una relación significativa entre PDET y  $UV_2$  ( $r=0,65$ ;  $p<0,05$ ) y entre ET y  $VO_{2max}$  ( $r=0,459$ ;  $p<0,01$ ). En conclusión, los jugadores con mejor perfil aeróbico tendieron a obtener mejores resultados de ET y se observó una tendencia a disminuir la ET a partir de la aparición del  $UV_2$ .

**PALABRAS CLAVE:** tenis, resistencia específica, efectividad técnica, consumo máximo de oxígeno, umbrales ventilatorios.

## ABSTRACT

In recent years there has been an increased interest to assess physiological and technical parameters in tennis players; currently there are tests that allow registering these parameters in parallel on the tennis court. The aim of this study is to determine the relationships between technical and physiological parameters resulting from the application of a specific endurance test procedure for tennis players. 38 competitive male tennis players performed a continuous and incremental field test and technical (technical effectiveness [TE], point of decreasing TE [PDTE]) and physiological parameters (maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ), first and second ventilatory thresholds ( $VT_1$  and  $VT_2$ )) were recorded. We found a significant relationship between PDTE and  $VT_2$  ( $r = 0.365$ ,  $P < 0.05$ ) and between TE and  $VO_{2max}$  ( $r = 0.459$ ,  $P < 0.01$ ). In conclusion, players with a better aerobic profile tended to get better results in terms of TE and showed a tendency to decrease TE from the appearance of  $VT_2$ .

**KEY WORDS:** tennis, specific endurance, technical effectiveness, maximum oxygen uptake, ventilatory thresholds.

## INTRODUCCIÓN

Durante un partido de tenis se ejecutan una gran diversidad y volumen de acciones técnicas. En torneos de Grand Slam se han registrado entre 806 y 1445 golpes por partido (Weber, 2003) y en un partido de tres sets se realizan entre 300 y 500 esfuerzos de alta intensidad (Fernández, Méndez-Villanueva y Pluim, 2006). Las acciones técnicas, en muchos casos, se realizan mediante elevadas velocidades de ejecución. En el servicio los jugadores son capaces de imprimir velocidades a la raqueta de entre 100 a 116  $km \cdot h^{-1}$  lo que corresponde a velocidades de pelota entre 134 y 201  $km \cdot h^{-1}$  (Kovacs, 2007). A modo de ejemplo, en el año 2012, el jugador Samuel Groth en Corea del Sur, realizó el servicio más rápido registrado en competición oficial ATP (Asociación de tenistas profesionales), a una velocidad de 263  $km \cdot h^{-1}$ . La mayoría de estas acciones técnicas se realizan en un entorno de juego abierto y con un elevado componente de precisión. Aunque es muy difícil evaluar objetivamente el rendimiento técnico en situaciones abiertas de juego, la efectividad técnica (ET) de golpeo en situaciones cerradas se ha identificado como un buen parámetro pronosticador del rendimiento competitivo en jugadores de tenis (Birrner, Levine, Gallippi y

Tischler, 1986; Vergauwen, Spaepen, Lefevre, y Hespel, 1998; Smekal, Pokan, von Duvillard, Baron, Tschan y Bachl, 2000; Vergauwen, Madou y Behets, 2004; Baiget, Fernández, Iglesias, Vallejo y Rodríguez, 2014).

La habilidad del jugador de tenis para golpear la pelota, correr y recuperarse para el siguiente punto está en gran parte determinada por la capacidad fisiológica de adquirir, convertir y utilizar energía (Renström, 2002). La intensidad fisiológica media registrada en partidos de competición simulada se sitúa alrededor del 50% del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) (Fernández, Fernández, Méndez y Terrados, 2005; Ferrauti, Bergeron, Pluim y Weber, 2001; Murias, Lanatta, Arcuri y Laino, 2007; Smekal et al., 2003) y las concentraciones medias de lactato en el juego son inferiores a  $2.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  (Bergeron, Maresh, Kraemer, Abraham, Conroy y Gabaree, 1991; Ferrauti et al., 2001; Murias et al., 2007; Smekal et al., 2003), existiendo momentos en el juego en que la intensidad del mismo eleva estos valores hasta los  $8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  (Fernández et al., 2006).

Durante el juego se alternan puntos de un solo golpeo, como en el caso de un servicio ganador, y puntos jugados desde el fondo de la pista mediante largos e intensos intercambios. La imprevisibilidad en la duración de los puntos, la elección de los golpes, la estrategia, el tiempo total de juego, el oponente o las condiciones climáticas influyen en la sollicitación fisiológica del tenis (Kovacs, 2006).

Durante los últimos años ha aumentado considerablemente el interés para evaluar parámetros fisiológicos y técnicos mediante protocolos específicos llevados a cabo en la misma pista de tenis (Vergauwen, Spaepen, Lefevre y Hespel, 1998; Smekal et al., 2000; Vergauwen et al., 2004; Landlinger, Stöggli, Lindinger, Wagner y Müller, 2012; Baiget et al., 2014). Se han propuesto pruebas de rendimiento de golpeo en las cuales se evalúa la capacidad de los jugadores de dirigir la pelota hacia una zona determinada de la pista (Vergauwen et al., 1998; Vergauwen et al., 2004; Moya, Bonete, y Santos-Rosa, 2010) o la velocidad y precisión de golpeo (Landlinger et al., 2012). Para la evaluación de la resistencia específica la mayoría de pruebas utilizan tests incrementales (Smekal et al., 2000; Baiget, Iglesias y Rodríguez, 2008; Girard, Chevalier, Leveque, Micalef y Millet, 2006; Ferrauti, Kinner y Fernandez, 2011; Baiget et al., 2014). Existen protocolos que evalúan parámetros de carga y fisiológicos mediante simulación de golpeo (Girard et al., 2006) o golpeando una pelota fija en un péndulo (Ferrauti et al., 2011). También se han propuesto pruebas de resistencia específicas que permiten evaluar paralelamente parámetros fisiológicos y técnicos mediante el registro de la precisión de golpeo (Smekal et al., 2000; Baiget et al., 2008; Baiget et al., 2014). Aunque se han descrito diferentes variables derivadas de estas pruebas como son los parámetros fisiológicos de consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) (Smekal et al., 2000; Baiget et al., 2014), concentración de lactato en sangre (Smekal et al., 2000) o umbrales ventilatorios (UV) (Baiget et al., 2014), y parámetros técnicos como el porcentaje de aciertos (ET) (Smekal et al., 2000; Baiget et al., 2008; Baiget, Iglesias, Vallejo y Rodríguez, 2011; Baiget et al., 2014) o el punto de disminución de efectividad

técnica (PDET) (Baiget et al., 2008; Baiget et al., 2011), no se conocen las relaciones entre estas variables derivadas de su evaluación conjunta.

## OBJETIVOS

Dada la importancia relativa que tienen los parámetros técnicos y fisiológicos en el tenis de competición, y considerando la posibilidad que nos ofrecen los nuevos protocolos para evaluar dichos parámetros a la vez, parece conveniente observar las relaciones que se establecen entre las diferentes variables susceptibles de ser evaluadas mediante una prueba específica. Así pues, el objetivo de este estudio es determinar las relaciones existentes entre parámetros técnicos y parámetros fisiológicos máximos y submáximos derivados de la aplicación de una prueba de resistencia específica en tenis en jugadores de competición.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio tiene un diseño descriptivo correlacional y expone los resultados que se registraron en la misma muestra y circunstancias que en el estudio publicado por Baiget et al. (2014).

### *Muestra*

Un total de 38 tenistas masculinos de competición ( $18.2 \pm 1.3$  años;  $180 \pm 0.08$  cm de altura;  $72.7 \pm 8.6$  kg de peso; media  $\pm$  SD), participaron voluntariamente en el estudio. Los sujetos fueron seleccionados en función de su nivel de competición. Su nivel competitivo, valorado mediante el International Tennis Number (ITN), se encontraba entre 1 (élite) y 4 (avanzado) (ITN 1= 8 jugadores; ITN 2 = 10 jugadores; ITN 3 = 9 jugadores; ITN 4 = 11 jugadores). Un 89.5% de los jugadores tenían una dominancia lateral derecha. Los sujetos tenían una experiencia media de entrenamiento competitivo de  $6.6 \pm 2.0$  años y mantenían un promedio de  $3.7 \pm 0.5$  y  $1.5 \pm 0.4$  horas diarias de entrenamiento técnico – táctico y físico respectivamente. Todos los sujetos pertenecían a centros de entrenamiento en alto rendimiento en tenis.

### *Procedimiento*

Se registraron los parámetros técnicos y fisiológicos máximos y submáximos mediante una prueba específica de resistencia realizada en la pista de tenis (Baiget et al., 2014) modificada de Smekal et al. (2000). Se trata de un protocolo maximal, continuo, escalonado conducido por un máquina lanzapelotas (Pop-Lob Airmatic 104, Francia). Los jugadores debían realizar golpes de derecha y revés alternativamente al ritmo impuesto por la máquina lanzapelotas. La figura 1 es un esquema ilustrativo de la disposición de la pista y de la dinámica espacial del protocolo utilizado. Se dieron instrucciones a los jugadores para que ajustaran su velocidad de desplazamiento, de manera que llegasen a la zona de golpeo coincidiendo con el bote de la pelota. Para asegurar

un coste energético homogéneo de los golpes en relación a la técnica utilizada, únicamente se permitió realizar los golpes de derecha y revés liftados. La prueba empezó con una frecuencia de lanzamiento de pelotas (FL<sub>P</sub>) de 9 tiros·min<sup>-1</sup> y se incrementó la carga por periodos de 2 minutos a razón de 2 tiros·min<sup>-1</sup> hasta que los jugadores eran incapaces de seguir el ritmo impuesto por la máquina, no consiguiendo golpear dos pelotas seguidas. La velocidad de lanzamiento de pelotas por parte de la máquina ( $68,6 \pm 1,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , CV de 2.7%) y la velocidad del viento ( $V_{\text{viento}} < 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) se mantuvieron constantes y fueron evaluadas mediante un radar (Stalker ATS 4.02, EUA) y un anemómetro digital (Plastimo, Francia). El ángulo y altura de salida de la pelota por el tubo de lanzamiento de la máquina respecto la horizontal del suelo fue de 13° y de 41 cm, respectivamente. Los test se administraron entre los meses de Febrero a Abril, en periodos no competitivos y en una pista de tenis reglamentaria al aire libre, de superficie dura y velocidad mediana (Green set®), previamente marcada con cinta adhesiva blanca. Se utilizaron 40 pelotas de tenis nuevas (BabolatTeam®, Japón) homologadas y aprobadas por la International Tennis Federation (ITF). Los jugadores no participaron en ninguna competición, prueba o entrenamiento de alta exigencia en las 24 horas previas a la prueba. Las mediciones se iniciaron después de un calentamiento estandarizado de 18 min consistente en un calentamiento genérico de 10 min de carrera continua, flexibilidad dinámica, diferentes tipos de desplazamientos y carreras de aceleración, 5 min de calentamiento específico mediante un peloteo de intensidad baja o moderada en el centro de la pista y 3 min de familiarización con la prueba, consistente en realizar el protocolo con una FL<sub>P</sub> de 9 tiros·min<sup>-1</sup>.

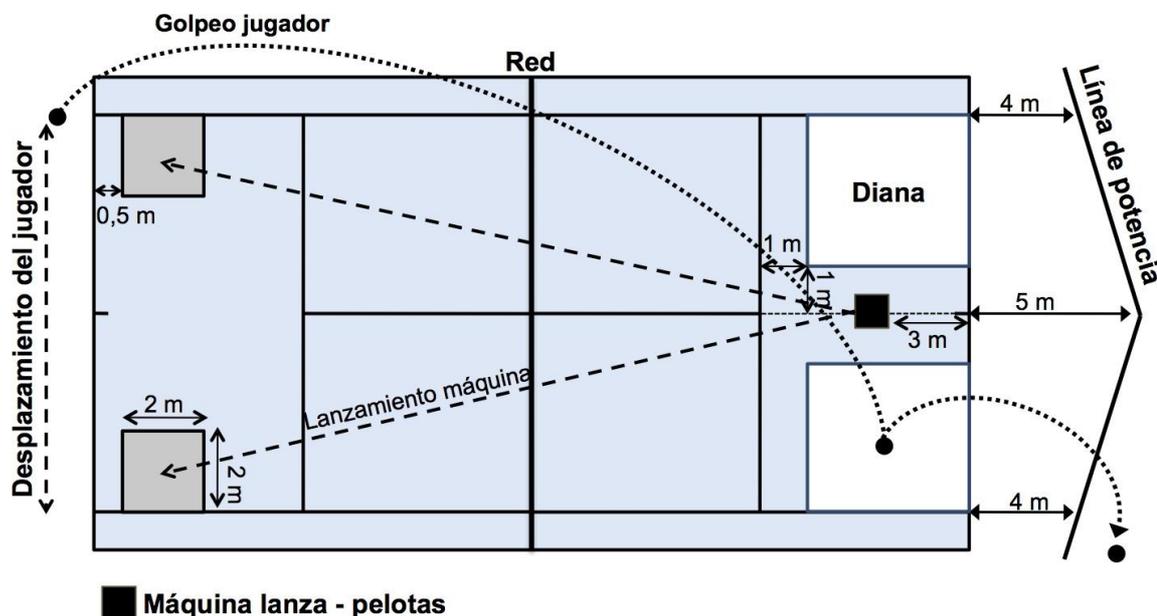


Figura 1. Esquema ilustrativo de la prueba (Baiget et al., 2014).

### Parámetros fisiológicos

El intercambio de gases y la ventilación pulmonar fueron registrados

continuamente mediante un analizador de gases portátil (K4 b<sup>2</sup>, Cosmed, Italia). Los datos fueron registrados respiración a respiración y posteriormente tratados a valores medios cada 15 segundos. El registro empezaba dos minutos antes de la fase de familiarización y acababa cinco minutos después del final de la prueba. La calibración general del sistema de medición se realizó al inicio de cada sesión (mañana o tarde), existiendo una calibración de aire ambiente antes de cada prueba.

Se determinó como parámetro fisiológico máximo el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) y los valores submáximos se detectaron mediante los umbrales ventilatorios (UV) calculados por los cambios en los parámetros ventilatorios identificando los puntos de cambio de pendiente o de ruptura de la linealidad (Beaver, Wasserman y Whipp, 1986). Se determinaron los dos UV de acuerdo con el modelo propuesto por Skinner y MacLellan (1980).

*Primer umbral ventilatorio ( $UV_1$ ):* Se determinó usando los criterios de un aumento en el equivalente ventilatorio para el oxígeno ( $V_E/VO_2$ ) sin aumento en el equivalente ventilatorio de dióxido de carbono ( $V_E/VCO_2$ ) y el incremento no lineal de la ventilación pulmonar ( $V_E$ ).

*Segundo umbral ventilatorio ( $UV_2$ ):* Se determinó mediante el incremento en el equivalente ventilatorio para el oxígeno ( $V_E/VO_2$ ) y en el equivalente ventilatorio de dióxido de carbono ( $V_E/VCO_2$ ).

*Consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ):* Se determinó mediante la observación de una meseta o estabilización en el  $VO_2$  o cuando el aumento en dos periodos sucesivos fue inferior a  $150 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ .

### *Parámetros técnicos*

De forma simultánea al registro fisiológico se realizó una valoración objetiva de parámetros técnicos registrados en tiempo real mediante el cálculo de las frecuencias relativas (porcentajes) de aciertos-errores, evaluando tanto la precisión como la potencia de los golpes mediante zonas marcadas en la pista (figura 1). Los jugadores realizaron los golpes de izquierda a derecha de la pista (derecha-revés) desplazándose en sentido lateral e intentando enviar la pelota dentro de la zona marcada (diana). Los golpes se evaluaron como aciertos o errores en función de los criterios de precisión (la pelota enviada por el jugador debía botar en la diana) y de potencia (una vez la pelota había botado dentro de la diana, debía sobrepasar la línea de potencia antes de realizar el segundo bote). Para que un golpe se considerara como acierto debía cumplir los dos requisitos (precisión y potencia).

*Efectividad técnica (ET) (% aciertos):* Cálculo objetivo del porcentaje de aciertos durante la prueba en función de los criterios de precisión y potencia. Es el porcentaje de aciertos por periodo y a intervalos de 30 segundos.

*Punto de deflexión de efectividad técnica (PDET)* (núm. periodo): Punto de inflexión determinado mediante el último valor de ET por periodo a partir del cual el sujeto está por debajo de su media de ET (media aritmética de los valores durante toda la prueba) y ya no vuelve a superar este valor medio (Baiget et al., 2008; Baiget et al., 2011).

*Análisis estadístico*

La normalidad de la distribución de las variables se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. La relación entre las variables cuantitativas se estableció con un análisis de correlación lineal, mediante el cálculo de coeficiente de correlación lineal de Pearson (r). El nivel de significación se estableció en un valor de  $p < 0,05$ . Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SPSS para Windows 15.0 (SPSS Inc., EE.UU.).

**RESULTADOS**

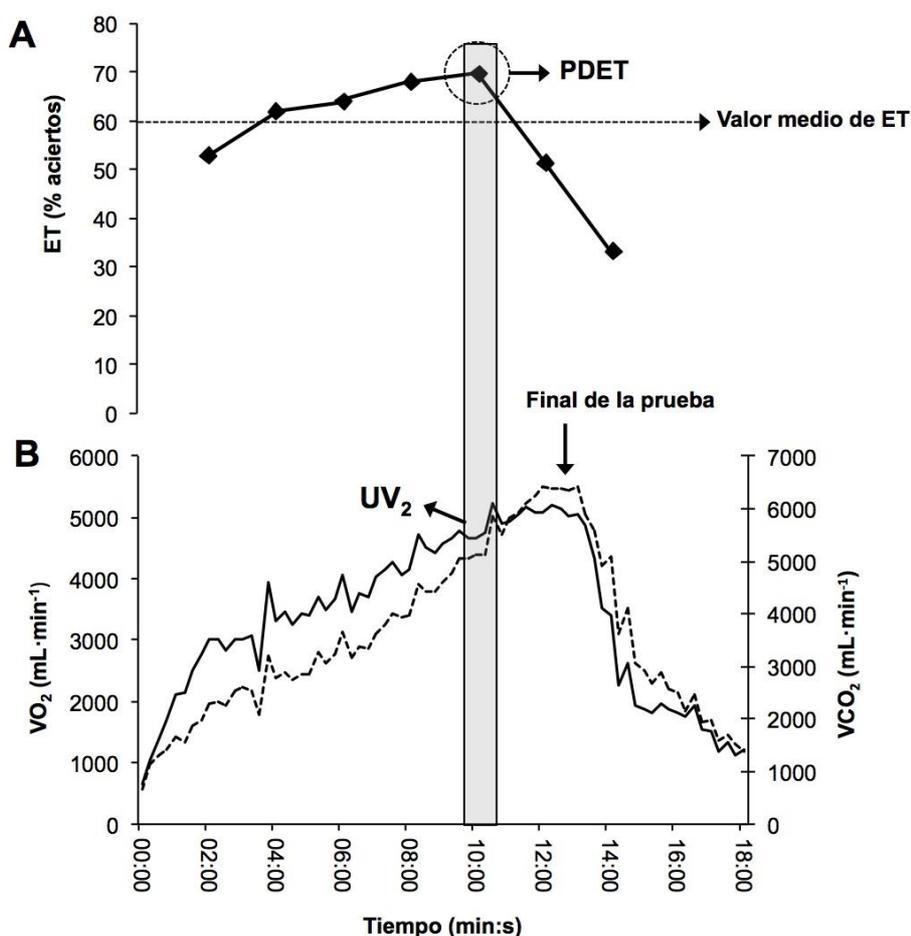
La prueba tuvo una duración media máxima de 13:36 min:s correspondiente a  $6.6 \pm 0.83$  periodos. La tabla 1 muestra la relación entre los parámetros técnicos representados por el PDET y la ET y los parámetros fisiológicos representados por el UV<sub>1</sub>, UV<sub>2</sub> y VO<sub>2max</sub>. Se observa una relación débil, pero estadísticamente significativa, entre el PDET y el UV<sub>2</sub>. Este hecho sugiere que los sujetos mostraron una tendencia a disminuir su ET a partir del UV<sub>2</sub>. Por otro lado, la relación significativa moderada entre la ET y el VO<sub>2max</sub>, indica que los jugadores con un mejor perfil aeróbico tienden a obtener una mejor ET, y por lo tanto, a cometer un menor número de errores durante la prueba.

**Tabla I.** Coeficientes de correlación (r) entre los parámetros técnicos (PDET y ET) y parámetros fisiológicos (UV<sub>1</sub>, UV<sub>2</sub> y VO<sub>2max</sub>) registrados durante la prueba de resistencia específica.

Parámetros técnicos	Parámetros fisiológicos		
	UV <sub>1</sub> (mL·Kg·min <sup>-1</sup> )	UV <sub>2</sub> (mL·Kg·min <sup>-1</sup> )	VO <sub>2max</sub> (mL·Kg·min <sup>-1</sup> )
PDET (periodo)	0.306	0.365*	0.332
ET (% aciertos)	0.296	0.324	0.459**

\*Correlación significativa  $p < 0.05$ ; \*\*Correlación significativa  $p < 0.01$ ; PDET: punto de disminución de efectividad técnica; ET: efectividad técnica; UV<sub>1</sub>: primer umbral ventilatorio UV<sub>2</sub>: segundo umbral ventilatorio; VO<sub>2max</sub>: consumo máximo de oxígeno.

El PDET se detectó en el periodo  $5.2 \pm 1.1$  correspondiente a un  $80.6 \pm 14.5\%$  de periodo máximo conseguido. Este punto coincide con el periodo en que se observa el  $UV_2$  en 10 sujetos, representando el 27.7 % de los casos. Se encontró una relación estadísticamente significativa entre el PDET y el periodo en que se observa el  $UV_2$  ( $r=0.408$ ;  $p<0.05$ ). La figura 2 muestra un ejemplo de la evolución de los parámetros técnicos (ET) y fisiológicos ( $VO_2$  y  $VCO_2$ ) a lo largo de la prueba en un sujeto. Se observa como en los primeros periodos hay una ligera evolución positiva de la ET hasta que coinciden en el tiempo (10:00 min:s; periodo 5) el parámetro técnico PDET y el parámetro fisiológico submáximo  $UV_2$ , a partir de este momento se produce un descenso pronunciado de la ET.



**Figura 2.** Evolución de la efectividad técnica (ET) (A), consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) y producción de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) (B), a lo largo de la prueba en un sujeto. Se indica el punto de disminución de efectividad técnica (PDET) (A) y el segundo umbral ventilatorio ( $UV_2$ ) (B). Mediante la franja oscura se señala la coincidencia en el tiempo entre PDET y el  $UV_2$ .

## DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio indican que en el desarrollo de una prueba de resistencia específica que evalúa paralelamente parámetros técnicos y fisiológicos (Baiget et al., 2014), los jugadores con mejor perfil aeróbico tienden

a obtener mejores resultados de ET y que existe una tendencia a disminuir la ET a partir de la aparición del UV<sub>2</sub>.

El tenis de competición es un deporte de elevadas exigencias tanto a nivel técnico como a nivel fisiológico (Kovacs, 2007). Se han observado relaciones entre el rendimiento competitivo en jugadores de competición y parámetros tanto técnicos como fisiológicos (Birrer et al., 1986; Vergauwen et al., 1998; Smekal et al., 2000; Vergauwen et al., 2004; Banzer, Thiel, Rosenhagen y Vogt, 2008; Baiget et al., 2014). Aunque se ha descrito el perfil fisiológico (Smekal et al., 2000; Baiget et al., 2008) y técnico (Vergauwen et al., 1998; Vergauwen et al., 2004; Moya et al., 2010; Landlinger et al., 2012; Baiget et al., 2014) de tenistas de competición en relación a pruebas de resistencia o de rendimiento de golpeo, existe poca información sobre la relación entre estos parámetros determinantes del rendimiento.

La relación significativa encontrada entre el PDET y el UV<sub>2</sub> ( $r=0,365$ ;  $p<0.05$ ) y entre el PDET y el periodo en que se observa el UV<sub>2</sub> ( $r=0.408$ ;  $p<0.05$ ), a pesar de no ser muy estrecha, indica que los jugadores muestran una clara tendencia a disminuir la ET a partir del UV<sub>2</sub>. Esta relación podría suponer que los sujetos que alcanzan este umbral en una carga más elevada experimentarán el PDET más tarde. En esta misma línea, se han descrito relaciones entre el PDET y el punto de deflexión de frecuencia cardíaca (PDFC) en jugadores de competición (Baiget et al., 2008). La evolución de la ET expuesta de un sujeto (figura 1), está en la misma línea que los resultados encontrados por Baiget et al. (2014), los cuales identifican 3 fases diferenciadas. Se observa una primera fase de adaptación (del 1<sup>er</sup> al 3<sup>er</sup> periodo) en la que, aunque la intensidad es reducida, el nivel de ET es menor. Posteriormente se observa una fase de intensidad moderada en la que se observa la máxima eficacia (4<sup>o</sup> y 5<sup>o</sup> periodos) para finalmente, a partir del UV<sub>2</sub>, se produce una disminución progresiva de la ET (6<sup>o</sup> y 7<sup>o</sup> periodos).

A partir de una intensidad superior al UV<sub>2</sub> el jugador entraría en un estado de acidosis metabólica como consecuencia del aumento de la concentración de lactato. Este hecho ocasionaría la disminución del pH, factor que está asociado a la inhibición de la enzima fosfofructoquinasa (PFK) y a una reducción en la glucólisis pudiendo contribuir con el proceso de fatiga precoz (Shephard y Astrand, 1996; Gómez, Cossio, Brousett y Hochmuller, 2010). Esta situación metabólica esta relacionada con un descenso de la fuerza muscular (Sahlin, 1992) y afectaría negativamente al rendimiento técnico del jugador provocando un descenso de la ET, posiblemente debido a una interacción de diferentes factores como la disminución de la sincronización de los golpes, afectación de la coordinación dinámica general o una inadecuada posición de golpeo. La acumulación de ácido láctico en el músculo ejerce una influencia negativa en el rendimiento de golpeo en tenis. Concentraciones de lactato superiores a 7-8 mmol·L<sup>-1</sup> se asocian a una disminución del rendimiento, tanto técnico como táctico en tenis (Lees, 2003; Davey, Thorpe y Williams, 2002). En esta misma línea, Davey et al. (2002) observan una elevada disminución de la exactitud de los golpes (69%) entre el comienzo de una prueba intermitente específica

(Loughborough Intermittent Tennis Test) y la exactitud observada al final de la prueba ( $35,4 \pm 4,6$  minutos) y lo atribuyen a la elevada concentración de lactato sanguíneo ( $9,6 \pm 0,9$  mmol·L<sup>-1</sup>).

Por otro lado, atendiendo a que el tenis es un deporte con marcadas características aeróbicas y anaeróbicas alácticas (König, Huonker, Schmid, Halle, Berg y Keul, 2001; Smekal et al., 2001; Elliott, Dawson y Pyke, 1985; Chandler, 1995; Renström, 2002) y que durante la actividad competitiva raramente se participa a intensidades superiores al UV<sub>2</sub> o cercanas al VO<sub>2max</sub> (Ferrauti et al., 2001; Christmas, Richmond, Cable, Arthur y Hartmann, 1998; Smekal et al., 2003; Fernández et al., 2005), cabe suponer que el jugador de tenis no está preparado específicamente para realizar los golpes en estado de acidosis metabólica.

Considerando el probable efecto negativo de la acumulación de lactato en el rendimiento de golpeo, es lógico pensar que tener un UV<sub>2</sub> más elevado hará retrasar la aparición de fatiga en una prueba progresiva y la consecuente disminución de la ET. Como futura línea de investigación, sería interesante observar cómo afecta el nivel de UV<sub>2</sub> en determinadas situaciones de juego, como por ejemplo durante la disputa de puntos, de elevada intensidad y duración.

La calidad de los patrones de movimiento y la coordinación de acciones específicas en el tenis depende del esfuerzo fisiológico producido durante el ejercicio intermitente a corto plazo (Kovacs, 2006). La relación observada entre la ET y el VO<sub>2max</sub> ( $r=0.459$ ;  $p<0.01$ ) indica que los jugadores con un mejor perfil aeróbico tienden a obtener una mejor ET, y por lo tanto, cometen un menor número de errores durante la prueba. Aunque la relación entre estas variables no es muy estrecha, seguramente debido a que el tenis es un deporte multifactorial y existen diferentes factores que pueden afectar a la ET, parece que el nivel de resistencia puede afectar a componentes de carácter técnico, posiblemente debido a los efectos negativos de la fatiga sobre el rendimiento técnico del jugador. La fatiga se va instaurando de forma progresiva desde prácticamente el inicio de un esfuerzo (López Calbet y Dorado García, 2006). Posiblemente, los jugadores con un VO<sub>2max</sub> superior, ante una misma carga o periodo, soportan una intensidad fisiológica relativa inferior, y por lo tanto, participan con menores niveles de fatiga. La fatiga afecta el rendimiento de las habilidades de raqueta y se manifiesta con un pobre juego de posición y con una disminución de la precisión de los golpes (Lees, 2003; Fernández, 2007). Se han observado disminuciones significativas de velocidad de servicio (3.2%) y precisión del golpe de derecha (21.1%) después de un ejercicio que inducía fatiga en jugadores de competición (Rota y Hautier, 2012). Es lógico pensar que un VO<sub>2max</sub> superior puede colaborar a obtener mejores resultados de ET en una prueba de resistencia progresiva. Se ha constatado que la fatiga inducida por un entrenamiento específico de tenis de 2 horas de juego se traduce en un aumento significativo del porcentaje de errores y en una disminución también significativa de la velocidad de golpeo (Vergauwen et al., 1998).

Aunque el rendimiento en tenis es de carácter multifactorial, parece que son necesarios unos adecuados niveles de resistencia para hacer frente a las demandas competitivas. Una buena capacidad aeróbica permite una adecuada recuperación entre puntos y mantener la intensidad de juego a lo largo de la duración total del partido (Konig et al., 2001; Smekal et al., 2001). En esta línea, se ha sugerido que para un adecuado rendimiento competitivo los jugadores de tenis de competición deben tener un  $VO_{2max}$  superior a  $50 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ , no obstante, niveles extremadamente altos (por ejemplo,  $> 65 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ ) no aseguran una mejora en el rendimiento en este deporte (Kovacs, 2007). Se han encontrado relaciones entre el rendimiento competitivo y parámetros fisiológicos máximos como el  $VO_{2max}$  (Banzer et al., 2008; Baiget et al., 2014) o fisiológicos submáximos como el  $UV_2$  (Baiget et al., 2014) o el PDFC (Baiget et al., 2008).

## CONCLUSIONES

Los jugadores con mejor perfil aeróbico tienden a obtener mejores resultados de ET en una prueba de resistencia específica que evalúa paralelamente parámetros técnicos y fisiológicos, posiblemente debido a que participan con niveles inferiores de fatiga durante la mayor parte de la prueba. Existe una tendencia a disminuir la ET a partir de la aparición del  $UV_2$ , probablemente como consecuencia del impacto que ejerce la acumulación de ácido láctico sobre el rendimiento técnico de los golpes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baiget, E., Fernández, J., Iglesias, X., Vallejo, L. y Rodríguez, F.A. (2014). On-court endurance and performance testing in competitive male tennis players. *J Strength Cond Res*, 28(1), 256-264. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182955dad>
- Baiget, E., Iglesias, X. y Rodríguez, F.A. (2008). Prueba de campo específica de valoración de la resistencia en tenis: respuesta cardíaca y efectividad técnica en jugadores de competición. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 3(93), 19-28.
- Baiget, E., Iglesias, X., Vallejo, L. y Rodríguez, F.A. (2011). Efectividad técnica y frecuencia de golpeo en el tenis femenino de élite. estudio de caso. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 27, 1-21.
- Banzer, W., Thiel, C., Rosenhagen, A. y Vogt, L. (2008). Tennis ranking related to exercise capacity. *Br J Sports Med*, 42, 152-154. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2007.036798>
- Beaver, W.L., Wasserman, K. y Whipp, B.J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *Journal of applied physiology* 60, 2020-2027.
- Bergeron, M. F, Maresh, C. M, Kraemer, W. J, Abraham, A., Conroy, B. y Gabaree, C. (1991). Tennis: a physiological profile during match play. *Int J Sports Med*, 12, 474-479. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-1024716>
- Birrer, R. B., Levine, R., Gallippi, L. y Tischler, H. (1986). The correlation of performance variables in preadolescent tennis players. *J Sports Med Phys*

- Fitness*, 26(2), 137-9.
- Chandler, T. J. (1995). Exercise training for tennis. *Clin Sports Med*, 14(1), 33-46.
- Christmass, M. A., Richmond, S. E., Cable, N. T., Arthur, P.G. y Hartmann P.E. (1998). Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J Sports Sci*, 16(8), 739-47. <http://dx.doi.org/10.1080/026404198366371>
- Davey, P. R., Thorpe, R. D. y Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *J Sports Sci*, 20(4), 311-8. <http://dx.doi.org/10.1080/026404102753576080>
- Elliot, B., Dawson, B. y Pyke, F. (1985). The energetics of singles tennis. *Journal of Human Movement Studies*, 11, 11-20.
- Fernández, J. La fatiga y el rendimiento en el tenis. (2007). *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 21(2), 27-33.
- Fernández, J., Fernández, B., Méndez, A. y Terrados N. (2005). Exercise intensity in tennis: simulated match play versus training drills. *Medicine and Science in Tennis*, 10, 6-7.
- Fernández, J., Méndez-Villanueva, A. y Pluim, B.M. (2006). Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med*, 40(5), 387-91. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2005.023168>
- Ferrauti, A., Bergeron, M. F., Pluim, B. M. y Weber, K. (2001). Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *European journal of applied physiology*, 85, 27-33. <http://dx.doi.org/10.1007/s004210100425>
- Ferrauti, A., Kinner, V. y Fernandez-Fernandez, J. (2011). The Hit & Turn Tennis Test: an acoustically controlled endurance test for tennis players. *J Sports Sci*, 29, 485-494. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2010.539247>
- Girard, O., Chevalier, R., Leveque, F., Micallef, J.P. y Millet, G.P. (2006). Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. *British journal of sports medicine*, 40, 791-796. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.027680>
- Gómez, R., Cossio, M.A., Brousett, M. Y Hochmuller. (2010). Mecanismos implicados en la fatiga aguda. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte*, 10 (40), 537-555.
- Konig, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A. y Keul, J. (2001). Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, 33(4), 654-8. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200104000-00022>
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med*, 40, 381-385. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2005.023309>
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Med*, 37(3), 189-98. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Landlinger, J., Stöggel, T., Lindinger, S., Wagner, H. y Müller, E. (2012). Differences in ball speed and accuracy of tennis groundstrokes between elite and high-performance players. *Eur J Sport Sci*, 12(4), 301-308. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2011.566363>
- Lees, A. Science and the major racket sports: a review. (2003). *J Sports Sci*, 21(9), 707-32. <http://dx.doi.org/10.1080/0264041031000140275>
- López Calbet, J.A. y Dorado Garcia, C. (2006). *Fatiga, dolor muscular tardío y*

- sobreentrenamiento. López Chicharro, J. y Fernández Vaquero, A. Fisiología del ejercicio. 3ª edición. Madrid: Edtiorial Médica Panamericana.
- Moya, M., Bonete, E., y Santos-Rosa, F.J. (2010). Efectos de un periodo de sobrecarga de entrenamiento de dos semanas sobre la precisión en el golpeo en tenistas jóvenes. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 24, 77-93.
- Murias, J. M., Lanatta, D., Arcuri, C. R. y Laino, F.A. (2007). Metabolic and functional responses playing tennis on different surfaces. *J Strength Cond Res*, 21, 112-117. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200702000-00021>
- Renström, P. (2002). *Handbook of Sports Medicine and Science. Tennis*. Oxford: Blackwell Science. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470698778>
- Rota, S. Y Hautier, C. (2012). Influence of fatigue on the muscular activity and performance of the upper limb. *ITF Coaching & sport science review*, 58, 5-7.
- Sahlin, K. (1992), Metabolic factors in fatigue. *Sports Med*, 13(2), 99-107. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-199213020-00005>
- Shephard, R. J. y Astrand, P.O. (1986). *La resistencia en el deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Skinner, J. S. y McLellan, T. H. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res Q Exerc Sport*, 51, 234-248. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1980.10609285>
- Smekal, G., Pokan, R., von Duvillard, S.P., Baron, R., Tschan, H. y Bachl, N. (2000). Comparison of laboratory and "on-court" endurance testing in tennis. *Int J Sports Med*, 21(4), 242-9. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2000-310>
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Pokan, R., Tschan, H., Baron, R., Hofmann, P., Wonish, M. Y Bachl, N. (2003). Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *Eur J Appl Physiol*, 89, 489-495. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-003-0824-4>
- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofman, P., Baron, R., Tschan, H. Y Bachl, N. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Med Sci Sports Exerc*, 33(6), 999-1005. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200106000-00020>
- Vergauwen, L., Madou, B. y Behets, D. (2004). Authentic evaluation of forehand groundstrokes in young low - to intermediate-level tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, 36(12), 2099-106. <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000147583.13209.61>
- Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J. y Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. *Med Sci Sports Exerc*, 30(8), 1281-8. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199808000-00016>
- Weber, K. (2003). *Demand profile and training of running - speed in elite tennis*. In Crespo, M., Reid, M., Miley, D. Applied sport science for high performance tennis (pp. 41-48). Spain: International Tennis Federation.

**Número de citas totales / Total references:** 35 (100%)

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references:** 1 (2,9 %)



Rodríguez-López, J.; Vicente-Pedraz, M. y Mañas-Bastida, A (2016). Luchas y pacificación en la historia de la kinesiología americana / Struggles and Pacification in the History of American Kinesiology. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.257-275 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artlucha714.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artlucha714.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.006>

## ORIGINAL

# LUCHAS Y PACIFICACIÓN EN LA HISTORIA DE LA KINESIOLOGIA AMERICANA

## STRUGGLES AND PACIFICATION IN THE HISTORY OF AMERICAN KINESIOLOGY

Rodríguez-López, J.<sup>1</sup>; Vicente-Pedraz, M.<sup>2</sup> y Mañas-Bastida, A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Profesor Titular, Doctor en Medicina, Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, España. [juanrl@ugr.es](mailto:juanrl@ugr.es)

<sup>2</sup> Profesor Titular, Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de León, España. [mvicep@unileon.es](mailto:mvicep@unileon.es)

<sup>3</sup> Investigador, Doctor en Historia Antigua, Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada. [alfonsomanas1@hotmail.com](mailto:alfonsomanas1@hotmail.com)

**Código UNESCO / UNESCO code:** 5801.99. Teoría y Métodos educativos. Otras: Educación universitaria en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte / Educational theory and methods. Other: Higher education on Kinesiology-Physical Education

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 17. Otras: Educación universitaria / Other: Higher education.

**Recibido** 17 de junio de 2013 **Received** June 17, 2013

**Aceptado** 20 de abril de 2014 **Accepted** April 20, 2014

### RESUMEN

En este artículo estudiamos la disputa epistemológica y pedagógica sobre la kinesiología/educación física que ha tenido lugar en las universidades de Estados Unidos desde 1990 hasta la actualidad. Hemos recogido el pensamiento de una muestra amplia de autores involucrados, con el propósito de obtener una visión de conjunto de un proceso que, de acuerdo con Morrow (2006), trata de esclarecer ¿de dónde venimos?, ¿qué somos?, ¿a dónde vamos? Tras el cotejo y análisis de la documentación más relevante concluimos que el periodo 1990-2013, caracterizado por una enconada pugna de paradigmas –en la que han estado implicados humanistas, positivistas, crossdisciplinistas y subdisciplinistas–, ha dado como resultado el dominio del paradigma integrador de Kretchmar (2007, 2008).

**PALABRAS CLAVE:** Educación Física, Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Kinesiología, Educación universitaria, Epistemología, Departamentos universitarios, Pedagogía

## **ABSTRACT**

In this article we review the epistemological and pedagogical debate on Kinesiology and Physical Education that has been going on in the universities of the US from 1990 to the present. We have compiled the opinions of a wide sample of authors, with the intention of getting the most complete picture of a process that, according to Morrow (2006), seeks to answer the questions "where we come from, who we are, and where we are going". After comparing and analysing the most relevant documents, we conclude that the period 1990-2013, characterized by a bitter struggle between paradigms fought by humanists, positivists, cross-disciplinarians, and sub-disciplinarians, has revealed the eventual predominance of the integrative paradigm of Kretchmar (2007, 2008).

**KEY WORDS:** Physical Education, Physical Activity and Sport Sciences, Kinesiology, Higher Education, Epistemology, University Departments, Pedagogy

## **1 INTRODUCCIÓN**

En este artículo ofrecemos una interpretación de la historia y actualidad de la kinesiología norteamericana –disciplina equivalente a las denominadas ciencias de la actividad física y el deporte en el contexto europeo–, centrándonos en los debates epistemológico y pedagógico que han tenido lugar en Estados Unidos desde la década de 1990. Para ello partimos del cotejo y análisis de una muestra amplia de autores implicados cuyas aportaciones permiten ofrecer una visión de conjunto de la epistemología de la actividad física americana de las últimas décadas.

Se puede decir que, para la historia de la kinesiología/educación física en Estados Unidos, 1964 fue un año decisivo como consecuencia del llamamiento que hiciera Henry al desarrollo científico-académico de las disciplinas relacionadas con el ejercicio físico y la educación física (Henry 1964).

Sin embargo, la historia de la kinesiología no comenzaba en ese momento. Ya la creación del 'Boston Normal School of Gymnastics' a finales del XIX, cuyo objetivo inmediato era resolver los problemas de salud de las mujeres, estuvo inspirada en una búsqueda de excelencia científica y pedagógica (McMaccullick y Lomax 2000). También para John A. Lucas (2006), aunque la 'American Academy of Kinesiology and Physical Education' nació en 1930, 'la kinesiología tiene miles de años de historia', e incluso en Estados Unidos hubo 'vigorosos esfuerzos en cultura física en el periodo de 1830 a 1860, con anterioridad a la Guerra Civil' (Lucas, 2006, p 4); así, observaba el autor, uno de los académicos de la década de 1930, Arthur H. Stenhaus, brillante científico del

George Williams College de Chicago, afirmaba: 'necesitamos profesores y profesionales que tengan su cabeza en la ciencia y su corazón y manos en la educación física'. Era una breve consideración, pero ya contenía toda una teoría de la preparación de los profesionales de los años 30: estos debían ser a la vez científicos y técnicos.

Según Benoit G. Bardy (2008) la kinesiología como disciplina académica está desarrollada en los cinco continentes, no solo en Estados Unidos. Sin embargo, el debate epistemológico sobre la kinesiología y su organización en los departamentos universitarios se ha presentado históricamente particularmente polémico en Estados Unidos, con muchos autores implicados que han expresado ideas diversas y, a menudo, contrapuestas. En Europa, también las subdisciplinas aparecieron en los años sesenta (Bailey 1996; Schmitz, J.N. (1965), pero su creación y desarrollo fue financiado por organismos internacionales (ICSSPE de UNESCO, COI y las administraciones estatales de Alemania, Francia, Inglaterra y Finlandia). En este sentido, frente al modelo subvencionado de crecimiento de las subdisciplinas en Europa, el modelo estadounidense permite explicar la existencia de un amplio y polémico debate cuyos pormenores y consecuencias tratamos de esclarecer.

El académico Morrow inauguraba en 2006 la reunión de la 'Academia de Kinesiología Americana' invitando a los ponentes a preparar sus comentarios referentes a '¿de dónde venimos?, ¿qué somos?, ¿a dónde vamos? tanto como Academia, como profesión y como individuos'. Y ello, desde cualquier perspectiva desde la que cada uno creyera ser más perspicaz y revelador, 'eligiendo mirar al pasado, al presente o al futuro... con una perspectiva biográfica, histórica, temática, de análisis de investigación, etc.' (Morrow, 2006, p 1).

A grandes rasgos, Jable (2006) expone la historia de la disciplina (kinesiología educación física) en Estados Unidos señalando que 'la década de 1970-1980 vio la aparición de las subdisciplinas, y la década de 1980 estuvo caracterizada por intentos infructuosos de unificación'. En realidad esos intentos infructuosos de unificación, la lucha entre visiones muy diferentes sobre la disciplina, han sobrepasado el año 2000, y solo muy recientemente se ha ofrecido un paradigma integrador capaz de satisfacer, e incluso ilusionar, mayoritariamente a los implicados en el debate.

Los objetivos que nos proponemos para nuestro artículo son los siguientes: revisar y analizar el debate existente desde 1990, mostrando las fuertes luchas de paradigmas que han permanecido hasta aproximadamente el año 2005, mostrar la existencia de un paradigma integrador surgido en 2007-2008, más poderoso y atractivo que los paradigmas y teorías anteriores que trataron de conseguir la unidad y, finalmente, mostrar en la actualidad la preponderancia de dos poderosos paradigmas alternativos: el mencionado paradigma integrador idealista de Kretchmar (2007, 2008), frente al paradigma subdisciplinar, realista y pragmático, defendido entre otros por Reeve (2007).

## 2 DESAFÍO Y VICTORIA DEL PARADIGMA SUBDISCIPLINAR

### 2.1 Desarrollo de las subdisciplinas

De acuerdo con Jable (2006), la década de 1970-1980 asistió a la aparición de las subdisciplinas que, en general, se desarrollaron de forma paralela. Un caso típico fue el de la psicología del deporte la cual, según dice Vealey (2006), se estableció como subdisciplina independiente, construyendo un cuerpo suficiente de investigación entre 1965 a 1979. Sería posible, no obstante, establecer considerables diferencias entre unas y otras subdisciplinas en cuanto a su modelo de desarrollo y *tempo* de consolidación científica. Así, la fisiología del ejercicio ya había alcanzado cierto prestigio como ciencia en el siglo XIX, aunque no tuviera tantas subáreas de investigación como en la actualidad (Ivy 2007). En el extremo opuesto podríamos situar a la sociología del ejercicio, de la cual señalaba Heinemann (1987) que todavía no había alcanzado solidez científica a mediados de la década de 1980-1990, ni en las universidades americanas y europeas ni como fundamento de la gestión deportiva profesional. Para este autor, la sociología del deporte debería consolidarse científicamente y pasar de ser una subdisciplina aislada a una subdisciplina que fuera abierta, innovadora y planificadora, orientada a la resolución de problemas reales de la sociedad (Heinemann 1987, p 8).

Ciertamente, el desarrollo de las subdisciplinas continuó, de manera extraordinaria a veces, en las siguientes décadas. En este sentido, según afirma Rovegno (2008), ya no es posible estar al tanto de lo que se escribe en la propia subdisciplina, en referencia a la pedagogía deportiva. También son buenos índices de la consolidación de la disciplina el considerable número de tesis doctorales en kinesiología presentadas en Estados Unidos (Thomas y Reeve, 2006), así como la inclusión de la kinesiología en la taxonomía de las ciencias de la vida por el 'National Research Council'.

Algunos autores piensan que en este desarrollo subdisciplinar iniciado en la década 1960-1970, ha existido un desequilibrio hacia las subdisciplinas científicas en perjuicio de las subdisciplinas humanísticas. Y, no cabe duda; en el estudio que Woods y otros (2003) realizaron sobre la oferta de plazas de profesores universitarios en kinesiología/educación física, entre los años 1998-2002, se observa un predominio casi absoluto de subdisciplinas científicas; solo el 15.5% pueden considerarse de humanidades (de un total de 1483 plazas ofertadas, el 10.3% fueron para pedagogía, el 3.4% para sociología y el 1.8% para historia).

Este dominio del nuevo paradigma subdisciplinar-científico se manifestaba, por ejemplo, en la visión desafiante de Kelley y Lindsay (1976) que consideraban obsoleto el conocimiento de los profesores de educación física formados con anterioridad.

El cambio de paradigma que tuvo lugar en los años sesenta en el campo de la kinesiología/educación física, tendría como consecuencia la aparición y desarrollo de especialidades en diferentes disciplinas académicas relacionadas

con la educación física. Dicho desarrollo, supuso un acicate a la investigación que se tradujo en un incremento de publicaciones científicas en revistas especializadas cuyo mayor reto era resistir la comparación en cuanto a nivel científico con otros campos. Y de hecho lo consiguió. Durante más de dos décadas el desarrollo subdisciplinar de las ciencias de la actividad física, ejerció su dominio sobre otros paradigmas alternativos sin que se levantaran contra él críticas importantes.

## **2.2 Crisis del paradigma subdisciplinar-científico y aparición de paradigmas alternativos**

No obstante, el germen de la polémica estaba latente y, a principios de la década de los noventa, el debate acabó encendiéndose como muestran varias críticas a las publicaciones de Newell (1990a, 1990b). Contra el paradigma subdisciplinar, aparecieron críticas centradas en la escasa utilidad para la preparación de profesionales; asimismo, recibió duras reprobaciones por su fuerte sesgo positivista entendiéndose que la fragmentación del campo en diversas subdisciplinas separaban entre sí y aislaban al profesorado universitario además de no conseguir una comprensión adecuada de la realidad de la actividad física.

Tales críticas se realizaron desde diversos frentes: en primer lugar, desde el frente de los profesionales, dedicados fundamentalmente a la educación y al entrenamiento deportivo; en segundo lugar, desde los profesores universitarios más relacionados con las humanidades; por último, desde los partidarios de la metodología de interdisciplinar. Unos y otros acabarían configurándose como paradigmas alternativos que desafiarían y lucharían durante dos largas décadas –como veremos– contra el paradigma científico subdisciplinar y, fundamentalmente, positivista.

El resultado final de los enfrentamientos de paradigmas, ya en los primeros años del siglo XXI, no ha sido la victoria de alguno de ellos sobre los otros, sino la de un encuentro de todos ellos –se podría decir ‘la victoria’ del equilibrio o de la síntesis de lo mejor de cada uno. Y ello, debido fundamentalmente a la obra de Kretchmar (2005, 2007, 2008), el autor que ha ofrecido el mejor ‘diseño’ de un paradigma integrador, entre los muchos autores que desde la década de 1980 lo intentaron sin gran éxito.

A continuación analizaremos la lucha de paradigmas desde 1990 hasta 2005, cuando comienzan a tomar fuerza en el debate académico las teorías de Kretchmar.

## **3. CRÍTICAS Y AMENAZAS CONTRA EL PARADIGMA SUBDISCIPLINAR**

### **3.1 La propuesta de reforma crosdisciplinar y reacciones en contra**

Los ataques que sufrió el paradigma subdisciplinar desde comienzo de los años noventa, y particularmente los protagonizados por Nevell (1990a, 1990b), no sólo mostraban su disconformidad con la fragmentación y el aislamiento profesional que provocaba la subdivisión del conocimiento científico. También

hicieron causa en torno al carácter y utilidad del conocimiento resultante, entendiendo que la investigación de las subdisciplinas no llegaba a resolver problemas de interés ni para la actividad física ni para la sociedad, sino que trataba de resolver los problemas teóricos planteados por la 'disciplina madre' a la que pertenecía cada subdisciplina y con la que el profesor-investigador se sentía más identificado que con la misma kinesiología. A este respecto, y como alternativa, Nevell propuso una reforma radical de la organización de los departamentos universitarios de kinesiología. Tal reforma consistía en que los departamentos llevaran a cabo su investigación y enseñanza solo desde una visión interdisciplinar –o crosdisciplinar, términos a los que se les otorgaba el mismo significado– centrada en el estudio de problemas reales de la actividad física, abordados mediante diversas metodologías científicas a la vez.

Comentaba el autor que unos pocos profesores habían promovido la idea de crear subdominios académicos con este enfoque crosdisciplinar, organizados en torno a importantes fenómenos; por ejemplo, el programa de ciencia del ejercicio de la Universidad de Massachusset tenía un proyecto de integración que podía ser visto como un intento de relacionar la fisiología, la psicología, biomecánica y control motor. Concluía afirmando que la orientación crosdisciplinar ofrecía el mayor potencial para nuestro campo (Newell 1990a).

Este tipo de conocimiento e investigación sería útil para la actividad física y para la sociedad y, por otra parte, evitaría las distinciones entre teoría y práctica así como la separación entre las subdisciplinas.

La fuerte crítica de Newell a las especialidades –incluida la organización de la ciencia kinesiológica en las universidades–, unido a su condición de especialista en una disciplina científica –control motor–, provocó enconadas reacciones en dos frentes. Así, Daryl Siedentop (1990), que podemos considerar representante de profesores educadores, manifestó su disconformidad con las tesis de Newell, por considerar que las tesis de un especialista en una disciplina científica ajena a la educación y a las humanidades, no podían ser adecuadas para todo el campo de la educación física. Por otra parte, Nancy Struna (1991) - profesora de historia del deporte-, también reaccionó fuertemente, mostrándose partidaria del desarrollo de las diferentes subdisciplinas con la más absoluta libertad de investigación, sin condicionantes de interdisciplinaridad o de otro tipo.

En general, este 'periodo crítico', que se prolongaría hasta la mitad de la década 2000-2010, puede ser estudiado dividiendo a los autores entre los partidarios del paradigma disciplinar y los críticos, entre quienes, no obstante, según vemos, existían diversas corrientes.

### **3.2 Posiciones favorables a la división subdisciplinar histórica**

Entre los partidarios de la división subdisciplinar se encontraban los que valoraban positivamente la interdependencia subdisciplinas-profesiones, los que valoraban el buen desarrollo de la investigación gracias a las subdisciplinas, y los que consideraban que la investigación subdisciplinar mostraba la importancia de la actividad física –y, por tanto, de las profesiones.

Dentro de la minoría que veía necesaria la interdependencia entre disciplina y profesión, Bouchard (1992) ofrecía una visión muy positiva de la evolución real del campo de las ciencias de la actividad física desde la década de 1960. Según él existía una unidad e interdependencia eficaz entre las ciencias dedicadas a la comprensión de todos los aspectos de la actividad física humana (biológicos, físicos, conductuales y sociales) y la aplicación de estas ciencias para satisfacer las necesidades de toda la población (hombres, mujeres, poblaciones con necesidades especiales, niños, adultos y mayores). Subrayaba el vínculo de todas las profesiones con el conocimiento teórico y de las diferentes profesiones entre sí las cuales, cada vez, advertía, estaban menos relacionadas con la enseñanza en centros escolares.

Por su parte, Freeman (1992) aparecía como un defensor entusiasta del desarrollo de las subdisciplinas, incluso al margen de la eficacia de éstas en la preparación profesional. Su perspectiva recuerda a la que ha formulado recientemente Reeve (2007) al calificar como muy valiosa la explosión de investigación y publicaciones científicas en los veinte años precedentes subrayando que el desarrollo de la disciplina no tenía por qué ser paralelo al de la profesión, sino colateral a ella.

Roberta Park (1998) fue la autora que con más vehemencia llamó a la unidad entre los académicos del campo, de modo semejante a como lo haría también, aunque proponiendo reformas, Susan Kovar (2004) y, más recientemente, Kretchmar (2005, 2007, 2008). Park recogía la frase bíblica 'una casa dividida contra sí no persistirá' para hacer un llamamiento a la superación de los enfrentamientos y a la mutua valoración entre las diferentes subdisciplinas y profesiones. Centraba los objetivos, tanto del campo científico como del campo profesional, en la educación y la salud, a la vez que insistía en que la aportación de las ciencias de la actividad física había sido el mostrar la importancia práctica del ejercicio.

Por último, entre los partidarios de la evolución histórica de la disciplina cabe incluir a Struna (1991) y Thomas (1998). La primera defendió expresamente el paradigma subdisciplinar mientras que el segundo lo hizo de forma tácita al hacer apología de la consecución del máximo nivel científico en la universidad.

Para Struna (1991), el desarrollo científico disciplinar había resuelto un problema real que tenía planteado la educación física declarando que después de dos décadas de desarrollo de las subdisciplinas, la situación de la investigación no era un 'caos' como había criticado Newell (1990a), sino la mejor de las situaciones posibles. Manifestaba que se llamaría a sí misma kinesióloga públicamente, y que explicaría a la gente cada vez que tuviera la posibilidad, que este término significaba movimiento humano, justo para lo que su Universidad de Wisconsin le había preparado. Defendía que este término abarcaba un suficientemente amplio rango de nuestros intereses como profesionales, desde su propia investigación sobre el trabajo y el ocio en la historia temprana de América hasta el de un colega que investiga sobre el tránsito intestinal. También, continuaba su exposición, estaría dispuesta a

explicar a la gente que preguntara sobre la kinesiología, que el pasado y la historia eran tan importantes como la fisiología o la pedagogía para el campo.

Thomas (1998), por su parte, centró sus esfuerzos en la consecución del máximo nivel de investigación científica del departamento de kinesiología de la Universidad de Arizona y en el reconocimiento de ese nivel científico en el ranking nacional de universidades.

### **3.3 Posiciones críticas a la división subdisciplinar: educadores, humanistas, crosdisciplinaristas y críticos contra la Universidad**

Por lo que se refiere a los críticos al paradigma subdisciplinar cabe distinguir entre los educadores, los humanistas, los crosdisciplinaristas y los críticos al sistema universitario.

Entre los educadores, el autor citado Siedentop (1990) manifestó expresamente que la disciplina para la práctica profesional de la educación física no era la kinesiología. Si fuese necesaria la existencia de un programa de preparación anterior a la práctica profesional, debería ser apropiado al trabajo que la gente hace dentro de la profesión, proceder de la naturaleza misma de la práctica profesional.

Por su parte, Corbin (2002), tras analizar sistemáticamente las necesidades de la educación física escolar y comprobar la desorientación en la que estaban sumidos los departamentos universitarios de kinesiología-educación física, en cuanto a objetivos, propuso una preparación más sólida y científica para aquellos alumnos de la universidad que desearan ser profesores, distinguiéndola de la formación de los que sólo quisieran ser científicos.

Entre los humanistas puede señalarse a Anderson, Pringle y Lawson. Para Lawson (1990), el curriculum de la kinesiología universitaria de aquellos momentos estaba basado en los intereses de los investigadores y en los parámetros de su actividad investigadora, sin embargo el curriculum futuro debería estar dirigido por las demandas de la práctica, en consonancia con las aspiraciones de los estudiantes y de acuerdo con su necesidad de estar al corriente de la producción de conocimiento. Para la formación de los profesionales propuso un nuevo curriculum que abandonara el positivismo y el paradigma subdisciplinar. En el fondo se trataba de una crítica a la universidad: con tal estrategia y metodología su conocimiento era poco útil, no existía calidad de enseñanza.

Consideraba Lawson, cuestionando el positivismo científico, que en el corazón del positivismo y de sus dogmas estaban la creencia en la uniformidad de las leyes sociales y de la naturaleza, el determinismo en cuanto a la causalidad; de ahí, los requerimientos positivistas de observación directa, mensurabilidad, cuantificación y separación de hechos y valores.

Argumentaba que los investigadores de la educación física habían abrazado consciente o tácitamente, esa fe en la ciencia –y su auxiliar la

tecnología- para dirigir las prácticas del trabajo. Sin embargo, los profesionales no resuelven problemas meramente por medios científicos o tecnológicos, también se plantean problemas y objetivos, en los que proceden sobre la base de valores personales y profesionales. Según el autor, los profesionales confrontan complejas cuestiones de problemas y contextos que son inestables y variables, que supuestamente harían más inadecuada una preparación basada en criterios positivistas.

Su conclusión era que investigadores y profesionales trabajaban en diferentes comunidades epistémicas.

También Pringle (2000) cuestionó la validez y alcance del positivismo cuyo conocimiento, según él, era excesivamente generalizable a través del tiempo y el espacio y ofrecía una visión simplista de la conducta humana y social. Por su parte, Anderson (2002) creía que la recuperación del prestigio de la kinesiología/educación física en las universidades debía venir a través de dos vías: por un lado, el conocimiento práctico y, por otro, el estudio de las humanidades. Se hacía necesaria, por tanto, una organización de práctica rigurosa de la actividad física y la vivencia personal del deporte. Dicha organización de la práctica se presentaba como una tarea difícil ya que en ningún departamento universitario de kinesiología se había conseguido hasta entonces, según testimoniaba el autor (Anderson, 2002, p 94).

Entre los crosdisciplinaristas estaban Newell (1990a, 1990b) y Lawson (1990); el primero más proclive a la ciencia y el segundo a las humanidades, tal como ya hemos visto.

Entre quienes centraron sus críticas en la universidad se encontraban Metzler y Christina. Metzler (1994) criticó el sistema universitario y la labor del profesorado de las universidades cuya finalidad era casi exclusivamente la producción de artículos –con escasos lectores y de dudoso valor– en lugar de dedicarse a la mejora de sus alumnos y a resolver problemas reales de la sociedad. En la misma línea, Robert Christina (2000) criticaba la universidad –y los departamentos de kinesiología incluidos en ella– por su falta de compromiso social –gasto inútil, actividad ineficiente– proponiendo una reforma dirigida a aumentar la calidad de la enseñanza, la responsabilidad económica y el servicio a la sociedad.

También Susan Kovar (2004) se mostró crítica con la orientación de los departamentos de kinesiología/educación física. Esta autora echaba en falta unidad en los programas y una idea de misión o compromiso social. Consideraba que ambas cosas eran esenciales en la mentalidad de los pioneros, en sus escuelas y sus programas y, sin embargo, según afirmaba, se han perdido por el camino (Susan Kovar 2004, p 270). Unidad de programas y compromiso social fueron fundamentales en las mujeres pioneras de la educación física, las profesoras Amy Morris, fundadora, a finales del siglo XIX, del 'Boston Normal School of Gymnastics' para la formación de profesoras, y Mabel Lee, primera mujer que accedió a la presidencia de la 'American Academy of Physical Education', en 1942.

## 4. EVOLUCIÓN RECIENTE Y PARADIGMA ACTUAL

### 4.1 Evolución reciente: diversidad de planteamientos, menor agresividad en el debate

En la última década, la pugna de paradigmas parece haberse mitigado siendo cada vez más esporádicos los episodios en que las diversas líneas ideológicas en la kinesiología entran en conflicto abiertamente. No obstante, no se puede decir que el debate haya desaparecido; de un modo menos agresivo mantiene una extraordinaria actividad, donde perviven en discrepancia las posiciones aperturistas con las dogmáticas, las humanistas con las positivistas, las educadoras en general con las educadoras biólogas, las interdisciplinarias con las subdisciplinarias, las integradoras no kretchmarianas con las integradoras kretchmarianas y, todas ellas, en discrepancia con las posiciones críticas con la universidad por supuesta o real irresponsabilidad didáctica y social.

Entre los integradores no kretchmarianos encontramos a Rikli (2006), para quien existe una fragmentación entre las diferentes subdisciplinas, siendo necesario reconectarlas y promover la investigación interdisciplinar a través de una nueva asociación académico-profesional (algo que sería una realidad muy poco después). Por su parte, Lucas (2006) muestra que entre los pioneros ya existía ese ideal de integración entre ciencia y práctica en la educación física. Lawson (2007) cree conveniente la existencia de un núcleo común de conocimientos, valores y actitudes que identifique los departamentos de kinesiología. Gill (2007), a su vez, también manifiesta sus deseos de integración y para ello mira hacia los orígenes como fuente de inspiración y modelo.

Entre los humanistas, Johns y Tinning (2006) han criticado el modelo biomédico de educación física y proponen acudir a las ciencias sociales y escuchar a los alumnos como bases para una educación física eficaz. Hughson y Tapsell (2006), sobre la base del modelo de las 'dos culturas' de Snow (1959), piensa que es necesario hacer un frente común que integre humanidades y ciencias en la kinesiología.

Entre los aperturistas, Charles (2005) invita a ser creativos, a aceptar la diversidad en la disciplina y en la preparación universitaria de los profesionales, porque 'nuestro futuro son muchos futuros' y nuestra profesión son muchas profesiones. Morrow (2006) alienta igualmente la diversidad y creatividad en la reunión de la AAKPE ('American Academy of Kinesiology and Physical Education') del año 2005; y Metzler (2007) hace apología de la apertura a nuevas ideas en la kinesiología/educación física.

Entre los interdisciplinarios radicales se encuentran Overdorf (2005), ya citada, partidaria de una interdisciplinariedad centrada en la salud; y Newell (2007) que desaconseja las 'múltiples agendas', es decir la actividad de las subdisciplinas por separado (contra Kretchmar 2005 o Reeve 2007).

Entre los partidarios de la subdisciplinaridades preciso destacar al ya citado Reeve (2007) que reconoce que, gracias a la subdisciplinaridad, la kinesiología ha adquirido un alto nivel de investigación.

Sintetizando, podemos decir que, la evolución del debate en la última década se puede caracterizar por los siguientes rasgos:

- a) menor agresividad,
- b) diversidad y creatividad de las teorías sobre la organización de las ciencias en la kinesiología, y
- c) aparición del paradigma integrador de Kretchmar.

En realidad, el análisis comparado nos permite colegir que hay un antes y un después de las teorías formuladas por Kretchmar en los años en 2007 y 2008.

#### **4.2 Aparición del paradigma deslumbrante e integrador de Kretchmar: necesaria interdependencia y crossdisciplinariedad**

Ya en 2005, Kretchmar ofreció una visión integradora de la kinesiología con la imagen del 'río que fluye y cambia y muchos trabajadores de distintos oficios en sus orillas'. Se trataba de una visión integradora más, semejante por ejemplo a la imagen de la 'casa con muchas estancias' que ya había ofrecido Roberta Park (1998). Los distintos oficios representaban a las distintas subdisciplinas y profesiones que tenían relación con la kinesiología.

Más adelante, en sus publicaciones de 2007 y 2008, Kretchmar elabora una teoría integradora eficaz a partir de una gran modificación de las teorías integradoras anteriores.

Para él, el significado de cada subdisciplina se encontraba, en buena parte, en las otras subdisciplinas y en las profesiones. Por eso consideraba necesario mirar desde nuestro puesto en el río hacia 'aguas arriba' (es decir, mirar hacia las disciplinas científicas analíticas) y mirar, también, 'aguas abajo' (es decir, hacia las humanidades y las ciencias sociales, profesiones y formas reales de actividad física en la sociedad):

“no importa donde tengamos nuestro puesto de trabajo en el río, necesitamos mirar aguas arriba y aguas abajo para saber lo que ocurre en esos lugares, para saber cómo podemos utilizar mejor nuestras propias herramientas de investigación y enmarcar mejor nuestro trabajo que tiene una dirección fisiológica, biomecánica, filosófica, médica o pedagógica” (Kretchmar2007, p 381).

Cada investigador, señalaba, necesita la comprensión del conjunto para dar significado a su parcela de conocimiento e investigación. Así, por ejemplo, dice el autor, la naturaleza genética del movimiento no puede ser completamente

comprendida sin el conocimiento de qué ocurre y qué ocurrió en la historia humana y en la cultura (Kretchmar 2007, p 381).

Se integran así, en un conjunto, las humanidades, las ciencias sociales, las subdisciplinas científicas y las profesiones de acuerdo con una perspectiva claramente interdisciplinar del conocimiento e investigación (Kretchmar 2007).

Kretchmar (2008) comprendió la necesidad y el valor de la etapa dominada por la investigación subdisciplinar –desde la década de 1960-1970–, haciendo una espléndida interpretación de la contribución de las subdisciplinas a elevar el nivel de investigación y prestigio en el mundo académico durante las décadas anteriores: una etapa productiva y beneficiosa caracterizada por lo que el autor llama ‘silos’ y ‘bunkers’. Los silos representan cada una de las subdisciplinas separadas entre sí. Los bunkers son refugios para defenderse de ciertos ataques del mundo académico. Creímos que nuestro tradicional foco –ejercicio, deporte, danza y recreación–limitaba nuestra influencia, señalaba Kretchmar (2008), de tal modo que la acusación por parte del mundo científico de una supuesta trivialidad del juego tuvo como consecuencia la creación de un bunker defensivo consistente en centrar la investigación en temas de salud a través de la actividad física y que, además, se ampliara el objeto de investigación no solo a la actividad física recreativa sino también a la utilitaria:

“Los bunkers también han sido criticados. Hace que parezcamos estar a la defensiva, apoloéticos, incluso paranoides. El bunker de la utilidad, alguno ha dicho, ha promovido un exceso de énfasis en el deber del movimiento a expensas de la alegría y el descubrimiento. El bunker de la redefinición nos ha dado amplitud a costa de especificidad –esto es, ha estimulado una cara redirección de la atención desde actividades que realmente importan a la gente al movimiento en abstracto.” (Kretchmar 2008, p. 4).

En todo caso, para Kretchmar (2008) la época de los silos en la investigación ya había pasado –el paradigma de la investigación analítica estaba siendo muy atacado en general y no solo en kinesiología–:

“Pero los silos han presentado problemas de fraccionamiento, empobrecimiento de la comunicación mutua, y falta de respeto mutuo. Además los silos están sustentados en un paradigma caracterizado por la independencia subdisciplinar, un paradigma que está siendo cada vez más atacado. La utilidad del bunker puede confundir una parte del valor del movimiento por su conjunto y así, producir un perfil indebidamente fijado a la salud...Nuestra tendencia a abstraer el movimiento de las formas culturales de actividad, tendencia en la que nos encontramos, merma vida y vitalidad. Concluyo que silos y bunkers continuarán siendo útiles en los años futuros, aunque menos que ahora. Recomiendo una clase de kinesiología en donde las paredes de los silos sean más bajas y más permeables, cuyo espíritu sea más de juego, y cuyos investigadores y trabajadores interactúen más democráticamente, con crecientes niveles de interdependencia y humildad y alto grado de respeto mutuo”(Kretchmar2008, p 4).

A lo cual añadía que la investigación del presente y del futuro debe ser fundamentalmente interdisciplinar porque este tipo de investigación permite un mayor acercamiento a cuestiones complejas reales. La investigación subdisciplinar seguirá siendo necesaria, señalaba, pero con una importancia secundaria. Por ello los departamentos desequilibrados a favor de las subdisciplinas tendrán que reorganizarse, ya que “Los expertos en investigación en unos pocos puntos a lo largo del espectro de investigación, tendrán limitada severamente su capacidad para responder a cuestiones complejas” (Kretchmar 2007, p 380).

### 4.3 La influencia de Kretchmar

Antes de que Kretchmar publicara sus trabajos en 2007 y 2008, creemos que pervivieron teorías parecidas a las de la etapa crítica (aunque con menor agresividad que en el periodo que hemos denominado ‘crítico’). Entre los positivistas cabe destacar a Overdorf (2005) y McKenzi (2007), partidarios de centrarse en la salud como único objetivo de la kinesiología; entre los subdisciplinistas, a Reeve (2007) que acoge la imagen del río kretchmariano de unidad de las subdisciplinas; entre los educadores, a Tannehill (2005), autora contraria a las subdisciplinas y partidaria de centrarse en la búsqueda de una educación física atractiva y eficaz para niños y jóvenes; asimismo, se pueden señalar a Johns y Tinning (2006) quienes, desde una posición humanista, tratan de dar más importancia a las ciencias sociales, y a McKenzie (2007) que, sin embargo, prefiere centrarse en una educación con objetivos de salud.

Tras las publicaciones de Kretchmar de 2007 y 2008 observamos un cierto cambio general en las ideas de los académicos, en el sentido de un subrayado de la integración, interdependencia y respeto. A parte del ya mencionado Reeve (2007), Clark (2008) subraya la interdependencia mutua de especialidades y profesiones de la kinesiología; Hatfield (2008), se muestra como un gran adepto de las ideas de Kretchmar empleando la expresión ‘siendo muchos somos uno solo’; pues la comprensión de la actividad física exige una perspectiva integrada de especialidades y profesiones: ‘desde el DNA a los sistemas sociales’.

Después de Kretchmar, los humanistas parecen atreverse a exponer más vivamente sus reivindicaciones. Es como si el triunfo –o esperanzas de triunfo– del paradigma de Kretchmar les hubiera abierto el camino. Así, por ejemplo, Tinning (2008) muestra la importancia de la pedagogía en la kinesiología por su capacidad de integrar diferentes materias básicas (como biología humana y antropología social); Hopper y otros (2008) reivindican la llegada de métodos cualitativos no positivistas a las ciencias sociales de la kinesiología, del mismo modo que comienza a tener fuerza en las ciencias sociales en general. Con mayor radicalidad se manifiesta Andrews (2008) al afirmar que en el corazón de la crisis de la kinesiología estaba el excesivo dominio de la metodología positivista, cuantitativa y predictiva, apostando por las soluciones del post-positivismo, cualitativo e interpretativo. En la misma línea Chunlei Lu y otros (2009) proponen la unión de la epistemología occidental positivista con la epistemología cualitativa oriental. Wilde y otros (2010), en un excelente artículo, dan la importancia que merece a la historia y sus métodos (la narración, el

estudio de casos) en la formación de los gestores de la kinesiología, ya que los primeros gestores del deporte americano fueron formados en la 'Business School' de Boston con estos métodos por profesores de historia. Larsson y Quennerstedt (2012) se muestran partidarios de incluir las perspectivas sociocultural y fenomenológica, junto a las biomédica, biomecánica y psicológica. Lund (2010) asumiendo básicamente los objetivos de la pionera Miss Homans, habla de 'tocar la mente, el cuerpo y el espíritu' a través de la educación y meter pasión por el movimiento. Para Twietmeyer (2012), en una teoría muy semejante a la que ya expusiera Anderson (2002), los kinesiólogos deberían involucrarse en humanidades; habla este autor de una 'vibrante presencia humanística' porque las humanidades harán al departamento de kinesiología más holístico, más unitario, con sentido de conjunto e identidad, y aportarán las herramientas para una comprensión del ser humano. Además, afirma, los kinesiólogos deberán reconocer la importancia de la experiencia apasionada de la actividad física.

Incluso para el entrenamiento deportivo se reivindica, tras Kretchmar, el estudio desde las ciencias sociales, junto a psicología cognitiva y pedagogía (Abrahams y Collins 2011).

Kühn (1962, p. 158) sostenía que un paradigma vence por su capacidad de convencer a la comunidad científica no porque haya demostrado realmente su eficacia y para Cunningham (2002) el origen del cambio en las organizaciones depende del grado de satisfacción-insatisfacción de los diversos grupos o tendencias existentes dentro de ellas. Habrá cambio si es mayoritaria la insatisfacción y la dirección del cambio la ofrecerá un paradigma capaz de ilusionar a la comunidad académica.

La insatisfacción histórica ha sido notoria como demuestra el debate de que hemos tratado. La capacidad de convencer del paradigma Kretchmar y su influencia parecen inicialmente considerables.

## **5. CONCLUSIÓN**

En la evolución reciente de la kinesiología/educación física americana distinguimos tres etapas: Etapa de desarrollo de las subdisciplinas (1964-1990), etapa crítica (1990-2005) y etapa de pacificación (desde 2005 a la actualidad).

En general, en la primera etapa hubo un desarrollo paralelo de las subdisciplinas -con excepciones como la fisiología del ejercicio que se adelantó o la sociología del deporte que se retrasó y diferencias en cuanto al modelo de desarrollo-. También hubo una percepción, por parte de muchos, de desequilibrio hacia las subdisciplinas científicas en perjuicio de las humanísticas. El desarrollo científico ha continuado, de manera extraordinaria a veces, en las siguientes décadas.

El debate se encendió hacia 1990, al hacerse notorias para muchos las deficiencias del paradigma sudisciplinar-científico: inadecuación para la preparación de los profesionales y para la misma comprensión de la actividad

física. Las posiciones de este periodo crítico podemos dividir las en favorables al movimiento subdisciplinar científico y contrarias a él. Las favorables lo son, bien porque crean en la interdependencia entre subdisciplinas y profesión, bien porque sean partidarias del desarrollo académico al margen de su eficacia para la preparación profesional. Las contrarias al movimiento subdisciplinar incluyen a las posiciones de educadores, humanistas, crosdisciplinaristas y críticos con el funcionamiento de la universidad.

El debate continuó en parecidos términos hasta entrado el siglo XXI. Inmediatamente antes de los trabajos de Kretchmar de 2007 y 2008 pervivían teorías semejantes a las de la etapa crítica aunque expresadas con menor agresividad. El debate mostraba las discrepancias entre transigentes y dogmáticos, positivistas y humanistas, educadores generales y educadores biólogos, crosdisciplinaristas y subdisciplinaristas, integradores kretchmarios e integradores no kretchmarios, críticos con la universidad y no críticos.

Kretchmar, autor muy referenciado, ha ofrecido la teoría integradora más explicativa y convincente entre las muchas formuladas desde los años 80, descubriendo y valorando la aportación (y necesidad) de cada uno de los paradigmas enfrentados históricamente y de sus metodologías. En su teoría: A) Los humanistas son imprescindibles por la necesidad de comprensión holística y de significado de la actividad física del ser humano y de la sociedad. B) Los educadores y profesionales, porque el conocimiento de las profesiones y de la actividad física real de la sociedad permite a cualquier investigador del campo orientar acertadamente su investigación. C) Los subdisciplinares-positivistas, por el reconocimiento de que su especialización y rigor académico (sus 'silos' y 'bunkers') han permitido alcanzar prestigio a la investigación del campo. D) Los crosdisciplinares o interdisciplinares porque la estrategia de investigación crosdisciplinar o interdisciplinar ha comenzado a ser, y será más en el futuro, el modelo de investigación dominante, adecuado para la resolución de problemas reales complejos.

Después de Kretchmar hay, entre los autores, un subrayado de la integración, interdependencia y respeto y existe una mayor presencia de teorías con componente humanístico.

Frente a la integración de Kretchmar, el otro gran paradigma alternativo actual es el subdisciplinar no positivista, tal como queda formulado por ejemplo por Reeve (2007). Reeve no arriesga hablando de un cambio de paradigma, se limita a constatar el dominio del paradigma subdisciplinar desde 1964; se muestra satisfecho por el alto nivel de investigación conseguido por las subdisciplinas, sin excluir a las humanidades y separa drásticamente las subdisciplinas de las profesiones: 'somos una disciplina con reconocimiento académico, que tiene aplicaciones profesionales.

Kretchmar recoge la realidad pero también la interpreta, orienta, integra e ilusiona, Reeve se caracteriza por la ausencia de interpretaciones, pero no tiene la capacidad de integrar las distintas subdisciplinas, métodos de investigación y

profesiones. Son dos modelos opuestos, uno interpretativo e idealista, otro realista y pragmático.

La victoria del paradigma de Kretchmar supondría un cambio hacia la anhelada unidad. La permanencia del paradigma subdisciplinar no positivista implicaría una conformidad con la situación presente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, A. y Collins, D. (2011). Taking the Next Step: Ways Forward for Coaching Science. *Quest* 63:4, 366-385. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2011.10483687>
- Anderson, D.R. (2002). The Humanity of Movement or “It’s Not Just a Gym Class”. *Quest* 54: 87-96. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2002.10491768>
- Andrews D. L. (2008). Kinesiology’s Inconvenient Truth and the Physical Cultural Studies Imperative. *Quest* 60: 45-62. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2008.10483568>
- Bailey, S. (1996) *Science in the Service of Physical Education and Sport: the story of the International Council of Sport Science and Physical Education, 1956-1996*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Bardy B. G. (2008). A European Perspective on Kinesiology in the 21st Century. *Quest* 60: 139-153. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2008.10483574>
- Bouchard, C. (1992) The Field of the Physical Activity Sciences, in C. Bouchard, B.D. McPherson, A.W. Taylor (eds.) *Physical Activity Sciences*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Charles, J.M. (2005). Changes and Challenges: A 20/20 Vision of 2020. *Quest* 57: 267-286. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2005.10491857>
- Christina, R.W. (2000). Advancing Engagement in Kinesiology and Physical Education. *Quest* 52: 315-329. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2000.10491718>
- Clark, J.E. (2008). Kinesiology in the 21st Century: A Preface. *Quest* 60: 1-2. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2008.10483563>
- Corbin, Ch. B. (2002) Physical Education As an Agent of Change. *Quest* 54: 182-195. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2002.10491773>
- Cunningham, G.B. (2002). Removing the Blinders: Toward an Integrative Model of Organizational Change in Sport and Physical Activity. *Quest* 54: 276-291. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2002.10491779>
- Freeman, W.H. (1992). *Physical Education and Sport in a Changing Society*. 4<sup>th</sup>ed. New York: Macmillan Publishing Company.
- Gill, D.L. (2007). Integration: The Key to Sustaining Kinesiology in Higher Education. *Quest* 59: 270-286. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2007.10483552>
- Hatfield, B.D. (2008). E Pluribus Unum—From DNA to Social Systems: Understanding Physical Activity Through an Integrated Perspective. *Quest* 60: 154-177. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2008.10483575>
- Heinemann, K. (1987). The Future of Sport: A Challenge for Sport Science. *International Journal of Physical Education* 24: 8-17.

- Henry, F.M. (1964). Physical Education –An Academic discipline. *Journal of Health Physical Education & Recreation* 35: 32-33.
- Hopper, T. F. Madill, L.E. Bratseth, Ch. D., Cameron, K.A., Coble, J. D. and Nimmon, L. E. (2008). Multiple Voices in Health, Sport, Recreation, and Physical Education Research: Revealing Unfamiliar Spaces in a Polyvocal Review of Qualitative Research Genres. *Quest* 60: 214-235. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2008.10483578>
- Hughson, J. y Tapsell, Ch. (2006). Physical Education and the “Two Cultures” Debate: Lessons from Dr. Leavis. *Quest* 58: 410-423. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2006.10491891>
- Ivy, J.L. (2007). Exercise Physiology: A Brief History and Recommendations Regarding Content Requirements for the Kinesiology Major. *Quest* 59: 34-41. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2007.10483534>
- Jable, J.Th. The American Academy of Kinesiology and Physical Education, 1940-1984: Innovation, Introspection, Identity, and Involvement. *Quest* 2006: 58: 20-31. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2006.10491869>
- Johns, D. P. y Tinning, R. (2006). Risk Reduction: Recontextualizing Health As a Physical Education Curriculum. *Quest*, 58: 395-409. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2006.10491890>
- Kelley, E.J. y Lindsay, C.A. (1976). Knowledge Obsolescence in Physical Educators. *The Research Quarterly* 48: 463-474.
- Kovar, S. K. (2004). A Sense of Connection and Direction. *Quest* 56: 267-284. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2004.10491826>
- Kretchmar, R.S. (2005). Jigsaw puzzles and river banks: Two ways of picturing our future. *Quest* 57: 171-177. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2005.10491851>
- Kretchmar, R.S. (2007). What to Do With Meaning? A Research Conundrum for the 21st Century. *Quest* 59: 373- 383. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2007.10483559>
- Kretchmar, R.S. (2008). The Utility of Silos and Bunkers in the Evolution of Kinesiology. *Quest* 60: 3-12. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2008.10483564>
- Kühn, T.S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Larsson, H. y Quennerstedt, M. (2012). Understanding Movement: A Sociocultural Approach to Exploring Moving Humans. *Quest* 64: 283-299. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2012.706884>
- Lawson, H.A. (1990). Beyond Positivism: Research, Practice, and Undergraduate Professional Education. *Quest* 42: 161-183.
- Lawson, H.A. (2007). Renewing the Core Curriculum. *Quest* 59: 219-243. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2007.10483550>
- Lu, Ch., Tito J.M., y Kentel J.A. (2009). Eastern Movement Disciplines (EMDs) and Mindfulness: A New Path to Subjective Knowledge in Western Physical Education. *Quest* 63: 353-370. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2009.10483621>
- Lucas J.A. (2006). The Formative Years of the American Academy of Kinesiology and Physical Education 1930-1938. *Quest* 58: 2-5. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2006.10491867>

- Lund, J. (2010). Getting on the Right Bus. *Quest* 62: 311-322. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2010.10483651>
- McMacullick, B.A. y Lomax, M. (2000). The Boston Normal School of Gymnastics: An Unheralded Legacy. *Quest* 52: 49-59. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2000.10491700>
- McKenzie, Th. L. (2007). The Preparation of Physical Educators: A Public Health Perspective. *Quest* 59: 346-357. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2007.10483557>
- Metzler, M. (1994). Scholarship Reconsidered for the Professoriate of 2010. *Quest* 46: 440-455. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.1994.10484138>
- Metzler, M. (2007). Looking for (and Finding) Modern Day Pioneers in Kinesiology and Physical Education in Higher Education. *Quest* 59: 288-297. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2007.10483553>
- Morrow, J.R. Jr. (2006). "Pass It On"—75 Years of Leadership in Kinesiology and Physical Education: Introduction. *Quest* 58: 1. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2006.10491866>
- Newell, K.M. (1990a). Physical Education in Higher Education: Chaos Out of Order. *Quest* 42: 227-242.
- Newell, K.M. (1990b). Physical Activity, Knowledge Types, and Degree Programs. *Quest* 42: 243-268.
- Newell K. M. (2007). Kinesiology: Challenges of Multiple Agendas. *Quest* 59: 5-24. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2007.10483532>
- Overdorf (2005). Images and influences in the promotion of physical activity. *Quest* 57: 243–254.
- Park, R. (1998). Critical Issues for the Future: A House Divided. *Quest* 50: 213-224. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.1998.10484281>
- Pringle, R. (2000). Physical Education, Positivism, and Optimistic Claims From Achievements Goal Theorists. *Quest* 52: 18-31. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2000.10491698>
- Reeve, T.G. (2007). Kinesiology: Defining the Academic Core of Our Discipline. *Quest*, 59, 1-4. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2007.10483531>
- Rikli, R.E. (2006), Kinesiology—A “Homeless” Field: Addressing Organization and Leadership Needs. *Quest*. 58: 287-309. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2006.10491884>
- Rovegno, I. (2008). ‘Learning and Instruction in Social, ‘Cultural Environments: Promising Research Agendas. *Quest* 60: 84-104. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2008.10483570>
- Schmitz, J.N. (1965). El problema de la ciencia del ejercicio físico y el deporte. *Citius, Altius, Fortius* 439-470.
- Siedentop, D. (1990). Commentary: The World According to Newell. *Quest* 42: 315-322.
- Snow, C. (1959). *The two cultures*. New York: Cambridge University Press.
- Struna, N.L. (1991). Further Reactions to Newell: Chaos is Wonderful. *Quest* 43: 230-235. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.1991.10484026>
- Tannehill, D. (2005), Back to the Future: We Listened and We Learned. *Quest*. 57: 288-299. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2005.10491858>
- Thomas, J.R. (1998). Arizona State University: prominence within the university is essential; prominence within the academic field is nice. *Quest* 50: 159-165. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.1998.10484273>

- Thomas, J.R. y Reeve, G.T. (2006). A Review and Evaluation of Doctoral Programs 2000-2004 by the American Academy of Kinesiology and Physical Education. *Quest* 58, 176-196. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2006.10491878>
- Tinning R. (2008). Pedagogy, Sport Pedagogy, and the Field of Kinesiology. *Quest* 60: 405-424. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2008.10483589>
- Twietmeyer, G. (2012). 'What is Kinesiology? Historical and Philosophical Insights. *Quest* 64:4-24. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2012.653268>
- Vealey, R.S. (2006). Smocks and Jocks Outside the Box: The Paradigmatic Evolution of Sport and Exercise Psychology. *Quest* (003362958) 58: 128-160. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2006.10491876>
- Wilde, A., Seifried, Ch. Adelman, M.L. (2010). The Culture of History in Sport Management's Foundation: The Intellectual Influence of Harvard Business School on Four Founding Sport Management Scholars. *Quest* 62: 406-422. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2010.10483657>
- Woods, M.L., Karp, G.G., Feltz, D.L. (2003). Positions in Kinesiology and Physical Education at the College or University Level. *Quest* 55: 30-50. <http://dx.doi.org/10.1080/00336297.2003.10491787>

**Número de citas totales / Total references:** 59 (100%)

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references:** 0 (0%)



Lema, L.; Mantilla, S.C. y Arango, C.M. (2016) Asociación entre condición física y adiposidad en escolares de Montería, Colombia / Associations Between Physical Fitness and Adiposity Among School-Age Children from Monteria, Colombia. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.277-296  
Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artasociacion685.htm  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.007>

## ORIGINAL

# ASOCIACIÓN ENTRE CONDICIÓN FÍSICA Y ADIPOSIDAD EN ESCOLARES DE MONTERÍA, COLOMBIA

## ASSOCIATIONS BETWEEN PHYSICAL FITNESS AND ADIPOSITY AMONG SCHOOL-AGE CHILDREN FROM MONTERIA, COLOMBIA

Lema, L.<sup>1</sup>; Mantilla, S.C.<sup>2</sup> y Arango, C.M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> MSc. Departamento de Cultura Física, Facultad de Educación y Ciencias Humanas, Universidad de Córdoba, Colombia. [lulema2001@gmail.com](mailto:lulema2001@gmail.com)

<sup>2</sup> MSc, PhD. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Pamplona, Colombia. [socamato@lycos.com](mailto:socamato@lycos.com)

<sup>3</sup> MSc, MPH, EdD. Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. [carlos.arangop@udea.edu.co](mailto:carlos.arangop@udea.edu.co)

**Código UNESCO / UNESCO Code:** 5899 Educación Física y Deportes / Physical Education and Sport

**Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 11 Medicina del Deporte / Sport Medicine

**Recibido** 11 de enero de 2013 **Received** January 11, 2013

**Aceptado** 28 de Junio de 2013 **Accepted** June 28, 2013

### RESUMEN

Los niveles bajos de condición física se han asociado con adiposidad elevada. Ambas condiciones pueden predecir alteraciones cardiovasculares y metabólicas. El objetivo fue analizar la relación entre la condición física y los indicadores antropométricos de adiposidad. Estudio transversal, en 534 escolares de 6 a 12 años de edad del municipio de Montería. Se midió la condición cardiorrespiratoria (CCR), flexibilidad, fuerza explosiva de miembros inferiores (FEMI), fuerza resistencia abdominal (FRA), Índice de Masa Corporal (IMC), masa adiposa (PMA),

y perímetro abdominal (PA). Las asociaciones entre adiposidad y la condición física se analizaron con modelos de regresión logística. Se encontró que el sobrepeso está asociado a baja CCR (ORa = 2,7,  $p < 0,0001$ ); el PA elevado está asociado a baja FRA (ORa = 2,2,  $p < 0,02$ ), y a baja CCR (ORa = 3,3,  $p < 0,001$ ); el PMA elevado está asociado a baja CCR (ORa = 2,7,  $p < 0,0001$ ). Conclusión, la condición física está asociada a la adiposidad.

**PALABRAS CLAVE:** capacidad funcional, adiposidad, infancia, salud

## **ABSTRACT**

Low physical fitness levels have been associated with elevated adiposity. Both conditions may predict cardiovascular and metabolic alterations. The objective was to analyze the associations between health-related physical fitness and adipose. A cross-sectional study in 534 school-age children aged 6-12 in Monteria, Colombia. Measurements included cardiorespiratory fitness (CCR), flexibility, explosive strength of lower limbs (FEMI), abdominal strength endurance (ASE), body mass index (BMI), percentage of adipose mass (PAM), and waist circumference (WC). The associations between adiposity and physical fitness were calculated by logistic regression models. Results indicate that overweight is associated with low CCR (aOR = 2.7,  $p < 0.0001$ ). Elevated PA was associated with low ASE (aOR = 2.2,  $p < 0.02$ ), and with low CCR (aOR = 3.3,  $p < 0.001$ ). Elevated PMA was associated with low CCR (aOR=2.7,  $p < 0.0001$ ). In conclusion, physical fitness is associated with adiposity.

**KEYWORDS:** physical fitness, adiposity, childhood, health

## **INTRODUCCIÓN**

La condición física (CF) es un indicador del nivel de funcionamiento orgánico del cuerpo. A través de ella se puede estimar el nivel de adaptación estructural (anatómica) y funcional (fisiológica) de los sistemas orgánicos del cuerpo. La CF y la adiposidad son consideradas importantes marcadores del estado de salud y del bienestar a cualquier edad (1). Entre ellos se presenta una relación interdependiente entre estructura-función, entendiéndose que en ambos la actividad física juega un papel mediador, mientras se aumenta el nivel de actividad física se disminuye la adiposidad y se incrementa la CF (2, 3). Existe evidencia que la CF de los adolescentes ha ido disminuyendo en las últimas décadas (4-6) y que en Colombia la obesidad en niños y adolescentes se ha incrementado cerca del 25% en el periodo comprendido entre 2.005 y 2.010 (7).

Cada componente de la CF ha sido relacionada con diferentes aspectos de la salud. Por ejemplo, la CCR ha sido asociada con menor adiposidad (8) y con mejor perfil cardiovascular (9) en niños y adolescentes. Se han relacionado bajos niveles de flexibilidad con dolor de espalda baja en adolescentes (10) y con mayor riesgo de dolor de espalda baja en la adultez (11). En un reciente estudio se examinó la fuerza muscular con la mortalidad por cáncer y se encontró que aquellos sujetos ubicados en el primer tercil de fuerza presentaron mayores tasas de mortalidad por cáncer comparados con los terciles superiores (12). De manera similar, bajos niveles de fuerza muscular en la adolescencia están asociados con pobre perfil metabólico (1) y con enfermedad y todas las causas de muerte en la adultez (13). Por su parte, la adiposidad excesiva se ha asociado a riesgo cardiovascular y metabólico. Por ejemplo, valores elevados de IMC en la adolescencia han sido asociados a mayor riesgo de diabetes y enfermedad coronaria en la adultez (14). Igualmente, niveles críticos de porcentaje de masa adiposa (PMA) de 25% en niños y 35% en niñas, han sido asociados con niveles elevados de lipoproteínas, colesterol y tensión arterial en niños y adolescentes (15). Y el perímetro abdominal (PA) elevado es considerado un fuerte predictor de alteraciones cardiovasculares y metabólicas (16, 17).

La relación entre la CF y la adiposidad en niños y adolescentes ha sido reportada en la literatura científica sobre el tema. Por ejemplo, el IMC ha mostrado una asociación negativa con la CCR (18, 19), con la fuerza explosiva (18, 20) y resistencia abdominal (19). El perímetro abdominal ha sido asociado negativamente a valores de CCR (21, 22) y la fuerza explosiva (22). La adiposidad periférica asociada negativamente a la CCR (23, 24) y la fuerza explosiva (22). En dos de ellos (18, 19) se valoró la flexibilidad pero las asociaciones con la adiposidad no fueron significativas.

A pesar de estos hallazgos, la relación entre condición física y adiposidad no es totalmente clara y requiere de más estudios. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue analizar la relación entre las capacidades funcionales relacionadas con la salud y los indicadores antropométricos de adiposidad en escolares entre seis y doce años del municipio de Montería.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Este es un estudio cuantitativo de tipo correlacional con diseño transversal, ya que la recolección de información se llevó a cabo utilizando instrumentos que fueron aplicados en una sola ocasión para cuantificar las variables de estudio. Posteriormente se procedió a establecer asociaciones mediante procedimientos estadísticos. El presente estudio es un análisis secundario que se realizó en el marco del proyecto titulado “Condición física y hábitos de actividad física en escolares monterianos” implementado por el grupo de investigación GRECIA’S de la Universidad de Córdoba, Colombia.

## **Población y muestra**

Para el año 2.007, la población de la ciudad de Montería de acuerdo a datos de la gobernación de Córdoba, asciende a 286.575 personas en la zona urbana y 92.395 en la zona rural, para un total de 378.970 habitantes, lo que representa un poco más del 20% de la población total del departamento (25). La población del estudio está conformada por niños escolarizados del municipio de Montería debidamente matriculados en las instituciones educativas y de las cuales se tiene registro en la secretaría de educación para el año 2.007. De acuerdo con estos registros, la población escolar se estimó en aproximadamente 103.629 estudiantes (74,2% en la zona urbana), en 136 Instituciones Educativas (77,2% localizadas en la zona urbana). El muestreo se realizó en tres etapas. Primero se realizó el muestreo de los conglomerados de las Instituciones Educativas, teniendo en cuenta el carácter y la localización arrojó como resultado 14 escuelas. Seguidamente se procedió a calcular el muestreo de la población de estudiantes y se determinó el número de sujetos que conforman la muestra en 385. Finalmente, se realizó el muestreo aleatorio simple de los escolares en las edades requeridas, con base en los registros de matrículas por institución, con fracciones de muestreo que permitieron completar la muestra requerida para cada grupo de edad y sexo, proporcionalmente al número total de matrículas. El muestreo fue ampliado con el fin de garantizar el número mínimo de sujetos para el estudio. En total, la muestra quedó conformada por 534 escolares de 6 a 12 años de edad (270 niñas, 50,6%).

Fueron incluidos aquellos escolares aparentemente sanos entre 6 y 12 años de edad, formalmente matriculados en las Instituciones Educativas seleccionadas, quienes sus padres aprobaran su participación mediante la firma del consentimiento informado. Los estudiantes con discapacidad física o mental que imposibilitara su participación en el estudio y aquellos escolares que voluntariamente decidieron no participar en el proyecto fueron excluidos.

## **Mediciones**

La recolección de información se llevó a cabo mediante la aplicación de los protocolos específicos para cada tipo de medición. Estos incluyen las mediciones antropométricas para determinar la adiposidad (IMC, PMA y PA) y las pruebas de campo para la valoración de la CCR, flexibilidad, fuerza resistencia abdominal y fuerza explosiva de miembros inferiores. Todas las mediciones fueron realizadas por profesores de educación física previamente capacitados. Los evaluadores fueron asignados a específicas estaciones, por lo tanto, cada evaluador midió las mismas variables en el desarrollo de la recolección de información. Las valoraciones se realizaron en estaciones secuenciales en el siguiente orden: peso, talla, perímetro abdominal, pliegues cutáneos, flexibilidad, fuerza explosiva de miembros inferiores, fuerza resistencia abdominal y capacidad cardiorrespiratoria.

## Adiposidad

*Índice de Masa Corporal:* Se utilizó una báscula Health o Meter con precisión de 200 gramos, para medir el peso. Se pesó a los niños sin calzado y en posición de pie, erguidos y en buena ubicación sobre la báscula, con mirada al frente y totalmente quieto, luego de tomar la medida se registró en kilogramos.

Para la talla se utilizó un tallímetro marca Seca, con medida en milímetros, ubicado a una altura de 2 metros sobre una pared lisa, con el niño sin calzado y erguido, con los brazos en posición anatómica, se procedió a colocar la base del tallímetro sobre la cabeza del sujeto, luego de pedirle que realizara una inspiración y sostuviera el aire por algunos segundos, se registró la medida en metros y centímetros.

El IMC se calculó con la fórmula:  $IMC = \text{peso (kg)} / \text{talla (m)}^2$ . Para la identificación de sobrepeso se utilizó el criterio propuesto por los Centros para el Control y Prevención de las Enfermedades (CDC) en los que se utilizan los percentiles de IMC específicos para el sexo y la edad para identificar sobrepeso ( $\geq P 85$ ) (26).

*Pliegues cutáneos:* Para este indicador se midió los pliegues subcutáneos utilizando el plicómetro SlimGuide. Los pliegues medidos fueron pliegues tricipital y pierna medial, ambos del lado derecho, previamente señalizados con lápiz dermográfico y siguiendo la secuencia de agarre, separación y medición. El PMA se determinó de acuerdo a ecuaciones específicas para cada sexo propuestas por Slaughter et al. (27):

$$PMA = 0,735 * \sum \text{pliegue tricipital y pierna medial} + 1,0 \text{ (para hombres)}$$

$$PMA = 0,610 * \sum \text{pliegue tricipital y pierna medial} + 5,0 \text{ (para mujeres)}$$

Los valores de PMA fueron categorizados de acuerdo a los criterios propuestos por Welk y Blair, específicos para edad y sexo (28).

*Perímetro abdominal:* El PA se midió con una cinta métrica inextensible sobre el tronco desnudo y en la línea media localizada entre la cresta iliaca y la última costilla, se solicitó al sujeto que realizara una espiración, se tomó y registró la medida en centímetros. La validez y reproducibilidad de esta medición ha sido documentada (29, 30). Los valores de PA fueron clasificados después de calcular los z-scores específicos para cada edad y sexo. Aquellos valores iguales o superiores a +1,28 se categorizaron como PA elevado. Los demás valores se categorizaron como PA normal ( $z\text{-score} < +1,28$ ).

Todas las mediciones antropométricas se realizaron en tres ocasiones. Si dos mediciones eran iguales se registraba el valor, de lo contrario, se procedía a calcular y registrar el promedio de los tres datos.

### **Condición física relacionada con la salud**

*Capacidad cardiorrespiratoria:* Para valorar la CCR se utilizó el test de Course-Navette (20 meter Shuttle run test, 20MST), el cual fue diseñado para determinar la capacidad aeróbica máxima en niños, adolescentes y adultos saludables (31). La prueba consiste en ir y volver entre dos líneas separadas por 20 metros, siguiendo el ritmo de una señal auditiva que indica el momento en que se debe tocar cada línea. La señal auditiva cambia cada minuto, de manera que el tiempo entre las señales se reduce y por tanto el sujeto debe incrementar su velocidad. La frecuencia de la señal inicial indica una velocidad de desplazamiento de  $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , y se incrementa cada minuto en  $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . El test finaliza en el momento en que el sujeto no es capaz de seguir el ritmo de la señal para estar en cada línea, momento en el cual se registra la máxima etapa alcanzada por el sujeto. Esta información es útil para predecir el consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ), mediante la ecuación (31):

$$\text{VO}_{2\text{max}} = 31,025 + 3,238*(V) - 3,248*(E) + 0,1536*(V*E),$$

donde E es la edad en años y V es la velocidad final ( $V = 8 + 0,5 \times$  última etapa completa). Este test tiene amplia validez y reproducibilidad documentada (32, 33). El test de Course-Navette ha sido validado en estudios previos, para la valoración de la capacidad cardiorrespiratoria (34).

*Flexibilidad:* El test de sit-and-reach (TSR), también conocido como el test de Wells debido a que originalmente fue propuesto por Wells y Dillon (35), fue diseñado para medir la extensibilidad de los músculos posteriores del muslo y las articulaciones de la espalda baja. Para realizar el test, el sujeto se sienta sobre el piso, apoyando las escápulas, la cabeza, los hombros y las caderas a una pared, con una angulación de  $90^\circ$  en la articulación de la cadera, manteniendo las rodillas extendidas y los pies en  $90^\circ$ , de manera que la planta permanezca en contacto con un cajón. El sujeto realiza una abducción escapular con las manos juntas y los dedos extendidos sin que la cabeza, la espalda y las caderas pierdan contacto con la pared. En esta posición el evaluador establece el punto de referencia, localizado en el máximo alcance de los dedos. A partir de este punto, el sujeto realiza una flexión ventral, tratando de alcanzar la mayor distancia hacia adelante con los dedos, y mantiene esta posición por al menos tres segundos, mientras que el evaluador mide la distancia recorrida desde el punto de referencia, registrando el mejor de dos intentos (36).

Sin embargo, algunos autores han afirmado que esta técnica ofrece algunos sesgos para aquellos individuos con desproporción entre brazos y piernas (36, 37). Para resolver esta limitación, Hoeger et al. (36) propusieron una modificación del TSR, la cual desplaza el punto de referencia de la regla hasta el punto en que los dedos de la mano tienen contacto con la regla, al tiempo que las escápulas mantienen contacto con la pared sobre la cual se apoya la espalda en posición de sentado. Esta modificación de la prueba se aplicó en el presente estudio y hace que los resultados siempre sean positivos, a diferencia del protocolo original, en el cual se podrían obtener puntajes negativos cuando el sujeto no alcanzaba a sobrepasar el punto de referencia.

Para validar este test, Cornbleet y Woolsey (38) compararon los resultados del TSR con la medición del ángulo de la articulación de la cadera en 410 niños y encontraron una fuerte correlación entre las dos mediciones ( $r=0,76$ ). De igual manera, Castro-Piñero et al. (39) midieron la flexibilidad de la cadera utilizando goniómetros y el TSR en 87 niños de 6 a 12 años de edad y encontraron asociación entre los resultados del TSR y la flexibilidad de los músculos isquiotibiales.

*Valoración de la Fuerza:* Los test frecuentemente utilizados para valorar la fuerza explosiva y fuerza resistencia en niños son el salto largo sin impulso y el test de repeticiones, respectivamente. El test de salto largo (TSL) mide la fuerza explosiva de los miembros inferiores. La prueba consiste en realizar un salto hacia adelante, desde posición de pie e impulsándose solo con la flexión de las rodillas y movimiento de los brazos, tratando de alcanzar la mayor distancia. Se ejecutan tres intentos y el evaluador registra la mejor distancia alcanzada (40). Esta prueba posee adecuada viabilidad, fiabilidad y seguridad en entornos escolares (40).

Para el caso del test de repeticiones, se les pidió a los estudiantes realizar ejercicios abdominales durante 30 segundos, tiempo en el que se evalúa la fuerza y resistencia de los músculos abdominales y flexores de la cadera. Para la prueba, el sujeto se coloca en posición decúbito dorsal, con las rodillas flexionadas y los brazos cruzados en el pecho. El sujeto realiza elevaciones del tronco (flexión ventral), el mayor número de veces posibles durante 30 segundos manteniendo erguidos la cabeza y el cuello durante el movimiento y realizando una espiración al subir y una inspiración al bajar. Se registra el número de repeticiones completas realizadas. Para esta prueba se ha documentado activación de los músculos abdominales mediante electromiografía (41) y reproducibilidad con valores de coeficiente de correlación interclase de 0,59 ( $p<0,05$ ) (42).

*Variables sociodemográficas:* Estas variables incluyeron el sexo, grupo de edad, localización geográfica (rural o urbano) y carácter de la institución (público o privado).

## Análisis de la información

La información fue analizada utilizando el programa STATA v10 para aplicar los procedimientos estadísticos con un nivel de significancia de 0,05.

En las variables continuas se calcularon la media y la desviación estándar, las comparaciones entre subgrupos se realizaron mediante la prueba t-student.

Para las variables categóricas se calcularon las proporciones y las comparaciones entre subgrupos fueron hechas mediante la prueba ji cuadrado. Se aplicaron los procedimientos del programa destinados al análisis de muestreos complejos que contienen conglomerados (instituciones educativas) y estratos (sexo, grupo de edad, localización, carácter de la institución), que son útiles para la estimación de los odds ratio en los modelos de regresión logística.

Las asociaciones entre capacidades funcionales relacionadas con la salud y los indicadores antropométricos de adiposidad se realizaron bajo modelos de regresión logística. Se construyeron tres modelos, uno para cada indicador de adiposidad. En cada modelo, las variables sociodemográficas y las de condición física se ingresaron como dicotómicas. Para las variables de condición física, el grupo de alta condición física fue el grupo de referencia.

## RESULTADOS

Los resultados fueron agrupados en dos secciones. En la primera se describen las características de los sujetos, y en la segunda se describe los modelos de regresión logística a partir de la asociación entre capacidades funcionales e indicadores antropométricos de adiposidad.

La Tabla 1 describe las características de los sujetos estratificados por sexo. En los datos antropométricos se encontró una diferencia significativa en el PMA siendo mayor en las niñas en comparación con los niños ( $t= 5,2$ , IC 95%: 1,7 – 3,7,  $p < 0,001$ ).

Por su parte los niños tuvieron mejor rendimiento en las pruebas físicas, excepto en flexibilidad (sin diferencias estadísticamente significativas entre niños y niñas). Los niños tuvieron mejores resultados en las pruebas de FEMI ( $t= -9,3$ , IC 95%: -23,5 – -15,3,  $p < 0,001$ ), de FRA ( $t= -4,8$ , IC 95%: -3,1 – -1,3,  $p < 0,001$ ), y de CRF ( $t= -6,6$ , IC 95%: -3,2 – -1,7,  $p < 0,001$ ), que las niñas.

En cuanto a sobrepeso, se halló una prevalencia general de 13,5%, (CDC 2000) siendo marginalmente superior en los niños, 16,3%. La prevalencia de PA

elevado ( z-score  $\geq$  de +1,28) y de PMA elevado (FITNESSGRAM), fue 11,6% y 10,3%, respectivamente, y no se hallaron diferencias entre niños y niñas. De manera similar son los resultados de bajo nivel de condición física, no se hallaron diferencias significativas marcadas por el sexo.

**Tabla 1.** Características de los sujetos del estudio de acuerdo al sexo

Características	Todos	Niñas	Niños	p – valor
	(n=534)	(n=270)	(n=264)	
	Media y DE	Media y DE	Media y DE	
Edad (años)	9,7 $\pm$ 2,0	9,6 $\pm$ 2,0	9,8 $\pm$ 2,0	0,43
Peso (kg)	30,8 $\pm$ 9,7	30,4 $\pm$ 9,8	31,1 $\pm$ 9,6	0,40
Talla (cm)	132,6 $\pm$ 13,4	132,4 $\pm$ 13,6	132,7 $\pm$ 13,2	0,86
IMC (kg/talla <sup>2</sup> )	17,1 $\pm$ 2,9	16,9 $\pm$ 2,7	17,4 $\pm$ 3,1	0,08
Perímetro abdominal (cm)	60,0 $\pm$ 8,7	59,1 $\pm$ 8,9	60,4 $\pm$ 8,3	0,07
Porcentaje de masa adiposa	15,2 $\pm$ 6,1	16,6 $\pm$ 5,9	13,9 $\pm$ 6,0	0,001
Flexibilidad (cm)	29,2 $\pm$ 5,8	29,4 $\pm$ 5,8	28,7 $\pm$ 5,8	0,17
FEMI (cm)	130,4 $\pm$ 25,9	120,9 $\pm$ 22,8	140,4 $\pm$ 25,2	0,001
FRA (repeticiones)	16,2 $\pm$ 5,4	15,1 $\pm$ 5,3	17,3 $\pm$ 5,3	0,001
CCR (VO <sub>2máx</sub> )	44,2 $\pm$ 4,4	43,0 $\pm$ 4,0	45,5 $\pm$ 4,5	0,001
Prevalencia de sobrepeso (%)	13,5	10,7	16,3	0,06
Prevalencia de PA elevado (%)	11,6	11,5	11,7	0,92
Prevalencia de PMA elevado (%)	10,3	9,6	11,0	0,60
Prevalencia de baja FLX (%)	38,4	38,5	38,3	0,51
Prevalencia de baja FEMI (%)	37,6	36,7	38,6	0,35
Prevalencia de baja FRA (%)	33,5	34,8	32,2	0,30
Prevalencia de baja CCR (%)	40,4	41,1	39,8	0,41

DE: desviación estándar; PA: perímetro abdominal; PMA: porcentaje de masa adiposa; FLX: flexibilidad; FEMI: fuerza explosiva de miembros inferiores; FRA: fuerza resistencia abdominal; CCR: capacidad cardiorrespiratoria.

### Asociación entre capacidades funcionales e indicadores antropométricos de adiposidad

Las asociaciones entre los indicadores antropométricos de adiposidad y las capacidades funcionales relacionadas con la salud se calcularon mediante la construcción de modelos de regresión logística, ajustados por sexo, grupos de edad, localización y carácter de la institución, y las capacidades funcionales. Se construyeron tres modelos, uno para cada indicador antropométrico de adiposidad.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la regresión logística para sobrepeso. Los valores de OR ajustado para este modelo, revelan una significativa asociación del sobrepeso con baja CCR. El riesgo de sufrir de sobrepeso se incrementa en los sujetos con baja CCR (ORa = 2,72, IC 95%: 1,6 – 4,6,  $p < 0,0001$ ), independientemente de las demás variables incluidas en el modelo.

**Tabla 2.** Regresión logística de sobrepeso y capacidad funcional en 534 niños de 6 a 12 años.

		<b>ORa</b>	<b>IC 95%</b>	<b>Error Standard</b>	<b>p-valor</b>
<b>Sexo</b>					
	Mujeres	1,0	1,0		
	Hombres	1,63	0,97 – 2,73	0,43	0,065
<b>Grupos de edad</b>					
	6 - 9	1,0	1,0		
	10 - 12	1,06	0,89 – 1,26	0,09	0,510
<b>Localización</b>					
	Rural	1,0	1,0		
	Urbano	1,32	0,63 – 2,77	0,50	0,464
<b>Carácter de la Institución</b>					
	Público	1,0	1,0		
	Privado	1,64	0,78 – 3,43	0,62	0,192
<b>Flexibilidad</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	0,63	0,36 – 1,10	0,18	0,107
<b>Fuerza explosiva miembros inferiores</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	1,31	0,76 – 2,26	0,36	0,330
<b>Fuerza resistencia abdominal</b>					
	Alto	1,0	1,0		
	Baja	1,30	0,74 – 2,20	0,35	0,378
<b>Condición física cardiorrespiratoria</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	2,72	1,60 – 4,64	0,74	0,0001

ORa: Odds ratio ajustados por todas las variables incluidas en el modelo

El modelo de regresión construido para la adiposidad central (Tabla 3) muestra que los sujetos con mayor riesgo de tener adiposidad central elevada son los niños de 10 a 12 años (ORa = 1,33, IC 95%: 1,08 – 1,64,  $p < 0,008$ ), aquellos quienes estudian en instituciones de carácter privado (ORa = 4,94, IC 95%: 2,3 – 10,5,  $p < 0,001$ ), aquellos con baja fuerza resistencia abdominal (ORa = 2,18, IC95%: 1,15 – 4,14,  $p < 0,02$ ), y aquellos con baja CCR (ORa = 3,32, IC 95%: 1,74 – 6,32,  $p < 0,001$ ).

**Tabla 3.** Regresión logística de adiposidad central elevada y capacidad funcional en 534 niños de 6 a 12 años.

		<b>ORa</b>	<b>IC 95%</b>	<b>Error Standard</b>	<b>p-valor</b>
<b>Sexo</b>					
	Mujeres	1,0	1,0		
	Hombres	1,09	0,59 – 1,99	0,33	0,785
<b>Grupos de edad</b>					
	6 - 9	1,0	1,0		
	10 - 12	1,33	1,08 – 1,64	0,14	0,008
<b>Localización</b>					
	Rural	1,0	1,0		
	Urbano	1,98	0,66 – 5,92	1,1	0,222
<b>Carácter de la Institución</b>					
	Público	1,0	1,0		
	Privado	4,94	2,33 – 10,49	1,9	0,001
<b>Flexibilidad</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	0,60	0,31 – 1,16	0,20	0,126
<b>Fuerza explosiva miembros inferiores</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	1,64	0,88 – 3,09	0,53	0,121
<b>Fuerza resistencia abdominal</b>					
	Alto	1,0	1,0		
	Baja	2,18	1,15 – 4,14	0,71	0,017
<b>Condición física cardiorrespiratoria</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	3,32	1,74 – 6,32	1,09	0,001

ORa: Odds ratio ajustados por todas las variables incluidas en el modelo

Por último, el modelo de regresión logística construido para el PMA elevado, mostrado en la Tabla 4, indica que los niños con baja CCR tienen 2,7 veces más de riesgo de tener PMA elevada comparados con aquellos que tienen PMA normal (IC 95%: 1,6 – 4,6,  $p < 0,0001$ ).

**Tabla 4.** Regresión logística de porcentaje de masa adiposa elevada y capacidad funcional en 534 niños de 6 a 12 años.

		<b>ORa</b>	<b>IC 95%</b>	<b>Error Standard</b>	<b>p-valor</b>
<b>Sexo</b>					
	Mujeres	1,0	1,0		
	Hombres	1,63	0,97 – 2,73	0,43	0,065
<b>Grupos de edad</b>					
	6 - 9	1,0	1,0		
	10 - 12	1,06	0,89 – 1,26	0,09	0,510
<b>Localización</b>					
	Rural	1,0	1,0		
	Urbano	1,32	0,63 – 2,77	0,50	0,464
<b>Carácter de la Institución</b>					
	Público	1,0	1,0		
	Privado	1,64	0,78 – 3,43	0,62	0,192
<b>Flexibilidad</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	0,63	0,36 – 1,10	0,18	0,107
<b>Fuerza explosiva miembros inferiores</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	1,31	0,76 – 2,26	0,36	0,330
<b>Fuerza resistencia abdominal</b>					
	Alto	1,0	1,0		
	Baja	1,30	0,74 – 2,20	0,35	0,378
<b>Condición física cardiorrespiratoria</b>					
	Alta	1,0	1,0		
	Baja	2,72	1,60 – 4,64	0,74	0,0001

ORa: Odds ratio ajustados por todas las variables incluidas en el modelo

## DISCUSIÓN

Este estudio analizó la relación entre componentes de la condición física relacionada con la salud (el estructural y el funcional) y la adiposidad en una muestra de 534 estudiantes con promedio de edad de 9,7 años del municipio de Montería.

Se encontró una prevalencia de sobrepeso de 13,5%, cifra por encima de la prevalencia a nivel nacional de 10,3% reportada en la Encuesta Nacional de Situación Nutricional llevada a cabo en Colombia en el año 2005 en sujetos entre 10 y 17 años (ENSIN 2005) (43). Sin embargo, en la más reciente ENSIN (2010) (7) se encontró una prevalencia nacional de sobrepeso en niños entre 5 y 17 años es

de 17,5%, indicando un incremento nacional de la prevalencia de sobrepeso en estas edades.

El promedio del perímetro abdominal fue de 60,4 cm. en niños y de 59,1 cm. en niñas, valores inferiores a los encontrados en niños estadounidenses de la misma edad, 64,5 cm. en niños y 64,7 cm. en niñas (44), aunque esta comparación es algo limitada teniendo en cuenta que los niños colombianos tienen menos talla que los estadounidenses, al igual que tienen diferentes patrones de comportamiento en actividad física y alimentación.

En cuanto al PMA, se encontraron mayores valores en niñas, resultados que tienen consistencia con estudios documentados previamente (24, 45), y en los que se ha medido la adiposidad mediante la antropometría.

Debido a la heterogeneidad metodológica entre estudios que han medido la CF y el uso de diferentes puntos de corte para clasificar la CF, se hace necesario interpretar y comparar los resultados de forma orientativa y aproximada. Los resultados de éste estudio muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas en la prueba de flexibilidad entre niños y niñas, lo cual es contradictorio con otros estudios (18, 46). Probablemente, la declinación en los niveles de participación en actividad física de las niñas pueda estar afectando su condición física. En las demás variables de CF medidas, los niños tuvieron mejor desempeño que las niñas, resultados que son consistentes con la literatura (18, 24, 47, 48). No se encontraron diferencias entre niños y niñas en las prevalencias de baja flexibilidad (38,4%), bajo nivel de FEMI (37,6%), baja FRA (33,5%), y baja CCR (40,4%).

A nivel global, se tiene conocimiento que los niveles de CF en niños y adolescentes han venido disminuyendo. Así se encontró en una amplia revisión de estudios llevados a cabo en 27 países, Tomkinson y Olds (4) documentaron declinación secular en CCR entre 1958 y 2003, los resultados muestran un incremento hasta la década de los 70s, luego de lo cual la declinación es consistente. Hasta aproximadamente 1990, se reportaron incrementos en fuerza muscular y esto fue atribuido a mejoras en estatura, masa corporal y maduración temprana (49). Sin embargo, recientes estudios han encontrado una disminución de la fuerza muscular en niños ingleses en un periodo de diez años (6).

Estos cambios se han dado en un breve periodo de tiempo y por lo tanto no deben atribuirse a cambios en la composición genética, sino a factores ambientales y comportamentales que han conducido a una disminución de los niveles de actividad física (50), provocando con ello la reducción de la CF y el incremento de la adiposidad.

Al realizar los análisis de acuerdo a la clasificación del IMC, la adiposidad central y el PMA, se halló que los sujetos clasificados con exceso de adiposidad, en los tres indicadores, tuvieron significativo menor desempeño en las pruebas de fuerza explosiva de miembros inferiores y capacidad cardiorrespiratoria. Similares resultados han sido reportados por otros estudios que muestran menor rendimiento físico en niños con sobrepeso (8, 46), con adiposidad central elevada (8), y con mayor PMA (51). Este menor desempeño en niños y niñas con elevada adiposidad corporal puede deberse al hecho de que el exceso de adiposidad representa una sobrecarga para su cuerpo, exigiendo mayor esfuerzo al momento de desplazarse, característica de ambas pruebas, de hecho, en las otras dos pruebas de CF, en las que no se requiere desplazamiento, no se encontraron diferencias significativas.

Los modelos de regresión logística indican que el sobrepeso está asociado a baja CCR. Similares hallazgos han sido documentados (20, 45). Así mismo, se encontró que la adiposidad central elevada se asocia a baja FRA y a baja CCR, mostrando consistencia con estudios previos (21, 24); por último, el PMA elevado está asociado a baja CCR, esto es consistente con previos resultados (23, 52). De acuerdo con los resultados de los modelos de regresión, la CCR juega un papel importante en la acumulación de tejido adiposo, de allí que sea considerado como un fuerte predictor de enfermedad cardiovascular y metabólica (53, 54). Aun no existe un consenso generalizado para la detección de obesidad central en niños, lo que dificulta la comparación de estas prevalencias a nivel internacional.

En la literatura se han postulado mecanismos por medio de los cuales la adiposidad en exceso se asocia a una baja CCR. La CCR está determinada por el máximo consumo de oxígeno,  $VO_{2m\acute{a}x}$ , es decir, la capacidad del cuerpo para tomar, distribuir y utilizar el oxígeno en la transformación de energía en la vía metabólica aeróbica al interior de la mitocondria, fundamentalmente de células musculares (55), de allí que en los sujetos con alta adiposidad el consumo de oxígeno en valores relativos al peso sea menor que en sujetos con menos adiposidad. Otro mecanismo sugiere que el comportamiento sedentario puede estar mediando la asociación. Es sabido que el sedentarismo está asociado a una mayor ingesta calórica (56), al tiempo que desplaza el tiempo para la realización de actividad física (57), conduciendo a una reducción de la CCR (8, 58), y a un incremento de la adiposidad (59). La composición genética es otro mecanismo propuesto, sugiere que la composición genética explica en parte la asociación entre adiposidad excesiva y baja CCR, y se basa en la presencia de un polimorfismo genético para adiposidad y capacidad física, de hecho, ya se han encontrado genes relacionados con la CCR (60) y con la adiposidad en exceso (61).

De particular importancia es el hecho que estos factores de riesgo desarrollados durante la infancia y la adolescencia tienden a persistir durante la adultez. Por ejemplo, adolescentes con obesidad son más propensos a continuar como adultos obesos que los adolescentes con peso normal (62). Algunos estudios

han encontrado que la CCR en la infancia es un buen predictor de actividad física (63), condición física (64) y de perfil de riesgo cardiovascular en la adultez (65).

Adicionalmente, los resultados muestran que los niños que estudian en colegios privados tienen 4,9 veces más de riesgo de presentar adiposidad central elevada, y esto podría deberse a que la capacidad de adquisición y compra de los estudiantes de estas instituciones es mayor y al mismo tiempo los productos vendidos en las cafeterías de un colegio privado son diferentes a los ofrecidos en los colegios públicos, siendo además de alto contenido calórico.

Por todo lo anterior, se hace necesaria la implementación de políticas públicas, desde el sector de la educación y de la salud, con miras a mejorar los entornos, incrementar la calidad y programas de promoción de la salud, y tener especial interés en la población desfavorecida. Desde la Educación Física, es necesario replantear contenidos y metodologías, trascendiendo más allá de la clase. Obviamente, con la intensidad horaria que caracteriza a la educación física, es irrisorio esperar cambios sustanciales en condición física a partir de las clases, pero los aprendizajes que se forman en los espacios pedagógicos pueden reflejarse en la actividad física que se realice en el tiempo libre de los escolares, y por tanto, impactar positivamente en el peso corporal y la condición física. Sin embargo se podría sugerir un proyecto transdisciplinario que incluya áreas como las ciencias sociales y las biológicas para desarrollar proyectos de escuelas saludables y poder modificar no solo hábitos de actividad física sino alimentarios y de otros comportamientos que pueden incidir sobre la salud; además de estipular metas que se puedan cumplir teniendo en cuenta las estrategias planteadas por la OMS en el documento de Estrategia Mundial Sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud.

El presente estudio presenta algunas limitaciones que merecen ser mencionadas. El diseño de investigación es transversal, con lo que es imposible establecer relaciones de causalidad entre adiposidad y capacidad funcional. El estudio no incluyó el análisis de variables de comportamiento en actividad física y sedentarismo, tampoco incluyó la medición de factores sociodemográficos como nivel educativo y nivel socioeconómico de los padres con lo que se hubiese podido enriquecer los modelos de regresión. Las pruebas físicas para medir la condición física requieren un alto grado de motivación por parte de los participantes, en el estudio no se aplicó ninguna técnica para monitorear la motivación y se partió del supuesto que los sujetos realizaron su máximo esfuerzo en la ejecución de los test.

Dentro de las fortalezas del estudio cabe mencionar el diseño muestral con lo que se garantizó la representatividad de la muestra; los modelos fueron ajustados por variables consideradas importantes predictores de adiposidad; las mediciones fueron realizadas por personal debidamente capacitado siguiendo los protocolos

específicos y aunque las variables fueron medidas utilizando técnicas indirectas, las estimaciones son consistentes.

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio indican que el sobrepeso está asociado a baja capacidad cardiorrespiratoria, la adiposidad central elevada fue asociada a baja fuerza resistencia abdominal y a baja capacidad cardiorrespiratoria y el porcentaje de masa adiposa elevada está asociado a baja capacidad cardiorrespiratoria. En términos generales, es urgente iniciar programas de vigilancia y control de la actividad física en los niños para formular estrategias de intervención desde la escuela, para generar conciencia y hábitos sobre la importancia de la actividad física como un elemento importante en el desarrollo y mantenimiento de la salud de todos los individuos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(1):1-11. Epub 2007/11/29. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
2. LaMonte MJ, Blair SN. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and adiposity: contributions to disease risk. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006;9(5):540-6. Epub 2006/08/17. <http://dx.doi.org/10.1097/01.mco.0000241662.92642.08>
3. Ekelund U, Sardinha LB, Anderssen SA, Harro M, Franks PW, Brage S, et al. Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9- to 10-year-old European children: a population-based study from 4 distinct regions in Europe (the European Youth Heart Study). *Am J Clin Nutr*. 2004;80(3):584-90. Epub 2004/08/24.
4. Tomkinson GR, Olds TS. Secular changes in pediatric aerobic fitness test performance: the global picture. *Med Sport Sci*. 2007;50:46-66. Epub 2007/03/28. <http://dx.doi.org/10.1159/000101075>
5. Corbin CB, Pangrazi RP. Are American children and youth fit? *Res Q Exerc Sport*. 1992;63(2):96-106. Epub 1992/06/01. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1992.10607566>
6. Cohen D, Voss C, Taylor M, Delextrat A, Ogunleye A, Sandercock G. Ten-year secular changes in muscular fitness in English children. *Acta Paediatr*. 2011. Epub 2011/04/13. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02318.x>
7. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar y Profamilia. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010 - ENSIN. Bogotá 2011. Available from: <http://www.bogotamasactiva.gov.co/files/Resumen%20Ejecutivo%20ENSIN%202010.pdf>.
8. Ortega FB, Tresaco B, Ruiz JR, Moreno LA, Martin-Matillas M, Mesa JL, et al. Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity in adolescents. *Obesity (Silver Spring)*. 2007;15(6):1589-99. Epub 2007/06/15. <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2007.188>
9. Ruiz JR, Ortega FB, Rizzo NS, Villa I, Hurtig-Wennlof A, Oja L, et al. High cardiovascular fitness is associated with low metabolic risk score in children: the European Youth Heart Study. *Pediatr Res*. 2007;61(3):350-5. Epub 2007/02/23. <http://dx.doi.org/10.1203/pdr.0b013e318030d1bd>

10. Sjolie AN. Low-back pain in adolescents is associated with poor hip mobility and high body mass index. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14(3):168-75. Epub 2004/05/18. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2003.00334.x>
11. Kujala UM, Salminen JJ, Taimela S, Oksanen A, Jaakkola L. Subject characteristics and low back pain in young athletes and nonathletes. *Med Sci Sports Exerc*. 1992;24(6):627-32. Epub 1992/06/01. <http://dx.doi.org/10.1249/00005768-199206000-00003>
12. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Lee DC, Morrow JR, Jr., Jackson AW, et al. Muscular strength and adiposity as predictors of adulthood cancer mortality in men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2009;18(5):1468-76. Epub 2009/04/16. <http://dx.doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-08-1075>
13. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow JR, Jr., Jackson AW, Sjostrom M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *BMJ*. 2008;337:a439. Epub 2008/07/04. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.a439>
14. Tirosh A, Shai I, Afek A, Dubnov-Raz G, Ayalon N, Gordon B, et al. Adolescent BMI trajectory and risk of diabetes versus coronary disease. *N Engl J Med*. 2011;364(14):1315-25. Epub 2011/04/08. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1006992>
15. Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health*. 1992;82(3):358-63. Epub 1992/03/01. <http://dx.doi.org/10.2105/AJPH.82.3.358>
16. Wang W, Zhao D, Sun JY, Liu J, Qin LP, Wu ZS. [Predictive value of combined measurements of body mass index and waist circumference for the risk of cardiovascular disease]. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*. 2008;36(7):655-8. Epub 2008/12/23.
17. Bonnet F, Marre M, Halimi JM, Stengel B, Lange C, Laville M, et al. [Larger waist circumference is a predictive factor for the occurrence of microalbuminuria in a non-diabetic population]. *Arch Mal Coeur Vaiss*. 2006 Jul-Aug;99(7-8):660-2. Epub 2006/10/26.
18. Dumith S, Ramirez V, Souza M, Moraes D, Petry F, Oliveira E, et al. Overweight/obesity and physical fitness among children and adolescents. *J Phys Act Health*. 2010;7(5):641-8.
19. Tovar G, Gutierrez J, Ibañez M, Lobelo F. Sobrepeso, inactividad física y baja condición física en un colegio de Bogotá, Colombia. *Arch Latinoam Nutr*. 2008;58(3):265-73.
20. Halme T, Parkkisenniemi S, Kujala UM, Nupponen H. Relationships between standing broad jump, shuttle run and Body Mass Index in children aged three to eight. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009;49(4):395-400. Epub 2010/01/21.
21. Brunet M, Chaput JP, Tremblay A. The association between low physical fitness and high body mass index or waist circumference is increasing with age in children: the 'Quebec en Forme' Project. *Int J Obes (Lond)*. 2007;31(4):637-43. Epub 2006/09/29.
22. Moliner-Urdiales D, Ruiz JR, Vicente-Rodriguez G, Ortega FB, Rey-Lopez JP, Espana-Romero V, et al. Associations of muscular and cardiorespiratory fitness with total and central body fat in adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med*. 2011;45(2):101-8. Epub 2009/08/22. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2009.062430>
23. Ruiz JR, Rizzo NS, Hurtig-Wennlof A, Ortega FB, Warnberg J, Sjostrom M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: the European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr*. 2006;84(2):299-303. Epub 2006/08/10.
24. Ostojic SM, Stojanovic MD, Stojanovic V, Maric J, Njaradi N. Correlation between fitness and fatness in 6-14-year old Serbian school children. *J Health Popul Nutr*. 2011;29(1):53-60. Epub 2011/05/03. <http://dx.doi.org/10.3329/jhpn.v29i1.7566>

25. Departamento Nacional de Estadística (DANE). Censo general 2005. Nivel nacional 2008.
26. Kuczmarski R, Ogden C, Guo S, Grummer-Strawn L, Flegal K, Mei Z, et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat.* 2002;11(246):1-190.
27. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60(5):709-23. Epub 1988/10/01.
28. Welk GJ, Blair SN. *Fitnessgram / Activitygram Reference Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute; 2008.
29. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(2):490-5. Epub 2000/08/02.
30. Harris TB, Visser M, Everhart J, Cauley J, Tylavsky F, Fuerst T, et al. Waist circumference and sagittal diameter reflect total body fat better than visceral fat in older men and women. The Health, Aging and Body Composition Study. *Ann N Y Acad Sci.* 2000;904:462-73. Epub 2000/06/24. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06501.x>
31. Leger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci.* 1988;6(2):93-101. Epub 1988/01/01. <http://dx.doi.org/10.1080/02640418808729800>
32. Castro-Pinero J, Artero EG, Espana-Romero V, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, et al. Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2010;44(13):934-43. Epub 2009/04/15. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2009.058321>
33. Liu NY, Plowman SA, Looney MA. The reliability and validity of the 20-meter shuttle test in American students 12 to 15 years old. *Res Q Exerc Sport.* 1992;63(4):360-5. Epub 1992/12/01. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1992.10608757>
34. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1986;55(5):503-6. Epub 1986/01/01. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00421645>
35. Wells K, Dillon E. The sit-and-reach. A test of back and leg flexibility. *Res Q* 1952;23:115-8. <http://dx.doi.org/10.1080/10671188.1952.10761965>
36. Hoeger WW, Hopkins DR. A comparison of the sit and reach and the modified sit and reach in the measurement of flexibility in women. *Res Q Exerc Sport.* 1992;63(2):191-5. Epub 1992/06/01. <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1992.10607580>
37. Mosher RE, Carre FA, Schutz RW. Physical fitness of students in British Columbia: a criterion-referenced evaluation. *Can J Appl Sport Sci.* 1982;7(4):249-57. Epub 1982/12/01.
38. Cornbleet SL, Woolsey NB. Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Phys Ther.* 1996;76(8):850-5. Epub 1996/08/01.
39. Castro-Pinero J, Chillón P, Ortega FB, Montesinos JL, Sjostrom M, Ruiz JR. Criterion-related validity of sit-and-reach and modified sit-and-reach test for estimating hamstring flexibility in children and adolescents aged 6-17 years. *Int J Sports Med.* 2009;30(9):658-62. Epub 2009/07/09. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1224175>
40. Castro-Pinero J, Ortega FB, Artero EG, Girela-Rejon MJ, Mora J, Sjostrom M, et al. Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index

- of muscular fitness. *J Strength Cond Res.* 2010;24(7):1810-7. Epub 2010/06/18. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddb03d>
41. Parfrey KC, Docherty D, Workman RC, Behm DG. The effects of different sit- and curl-up positions on activation of abdominal and hip flexor musculature. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2008;33(5):888-95. Epub 2008/10/17. <http://dx.doi.org/10.1139/H08-061>
42. Hannibal N, SPlowman S, Looney M, Brandenburg J. Reliability and validity of low back strength/muscular endurance field tests in adolescents. *J Phy Act Health.* 2006;3(2):S78-S89.
43. Delmas C, Platat C, Schweitzer B, Wagner A, Oujaa M, Simon C. Association between television in bedroom and adiposity throughout adolescence. *Obesity (Silver Spring).* 2007;15(10):2495-503. Epub 2007/10/11. <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2007.296>
44. Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatrics.* 2006;118(5):e1390-8. Epub 2006/11/03. <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2006-1062>
45. Monyeki MA, Koppes LL, Kemper HC, Monyeki KD, Toriola AL, Pienaar AE, et al. Body composition and physical fitness of undernourished South African rural primary school children. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59(7):877-83. Epub 2005/05/26. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602153>
46. Casajus JA, Leiva MT, Villarroya A, Legaz A, Moreno LA. Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. *Ann Nutr Metab.* 2007;51(3):288-96. Epub 2007/07/14. <http://dx.doi.org/10.1159/000105459>
47. Casajús JA, Ortega FB, Vicente-Rodríguez G, Leiva MT, Moreno LA, Ara I. Condición física, distribución grasa y salud en escolares aragoneses (7 a 12 a-os) / Physical fitness, fat distribution and health in school-age children (7 to 12 years). *Revintmedciencactfisdeporte.* 2012;12(47):523-37.
48. García-Soidán JL, Alonso Fernández D. Valoración de la condición física saludable en universitarios gallegos. *Revintmedciencactfisdeporte.* 2011;11(44):781-90.
49. Malina RM, Katzmarzyk PT. Physical activity and fitness in an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull.* 2006;27(4 Suppl Growth Standard):S295-313. Epub 2007/03/17.
50. Tremblay MS, Shields M, Laviolette M, Craig CL, Janssen I, Gorber SC. Fitness of Canadian children and youth: results from the 2007-2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Rep.* 2010;21(1):7-20. Epub 2010/04/30.
51. Nassis GP, Psarra G, Sidossis LS. Central and total adiposity are lower in overweight and obese children with high cardiorespiratory fitness. *Eur J Clin Nutr.* 2005;59(1):137-41. Epub 2004/09/30. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602061>
52. Klasson-Heggebo L, Andersen LB, Wennlof AH, Sardinha LB, Harro M, Froberg K, et al. Graded associations between cardiorespiratory fitness, fatness, and blood pressure in children and adolescents. *Br J Sports Med.* 2006;40(1):25-9; discussion -9. Epub 2005/12/24.
53. Sobolski J, Kornitzer M, De Backer G, Dramaix M, Abramowicz M, Degre S, et al. Protection against ischemic heart disease in the Belgian Physical Fitness Study: physical fitness rather than physical activity? *Am J Epidemiol.* 1987;125(4):601-10. Epub 1987/04/01.
54. Ekelund LG, Haskell WL, Johnson JL, Whaley FS, Criqui MH, Sheps DS. Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men. The Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study. *N Engl J Med.* 1988;319(21):1379-84. Epub 1988/11/24. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM198811243192104>

55. Eisenmann JC. Aerobic fitness, fatness and the metabolic syndrome in children and adolescents. *Acta Paediatr.* 2007;96(12):1723-9. Epub 2007/11/01. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1651-2227.2007.00534.x>
56. Gore SA, Foster JA, DiLillo VG, Kirk K, Smith West D. Television viewing and snacking. *Eat Behav.* 2003;4(4):399-405. Epub 2004/03/06. [http://dx.doi.org/10.1016/S1471-0153\(03\)00053-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1471-0153(03)00053-9)
57. Robinson TN. Reducing children's television viewing to prevent obesity: a randomized controlled trial. *JAMA.* 1999;282(16):1561-7. Epub 1999/11/05. <http://dx.doi.org/10.1001/jama.282.16.1561>
58. Lobelo F, Dowda M, Pfeiffer KA, Pate RR. Electronic media exposure and its association with activity-related outcomes in female adolescents: cross-sectional and longitudinal analyses. *J Phys Act Health.* 2009;6(2):137-43. Epub 2009/05/08.
59. Mark AE, Janssen I. Relationship between screen time and metabolic syndrome in adolescents. *J Public Health (Oxf).* 2008;30(2):153-60. Epub 2008/04/01. <http://dx.doi.org/10.1093/pubmed/fdn022>
60. Bray MS, Hagberg JM, PÅ%Russe L, Rankinen T, Roth SM, Wolfarth B, et al. The Human Gene Map for Performance and Health-Related Fitness Phenotypes: The 2006-2007 Update. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2009;41(1):35-73. [10.1249/MSS.0b013e3181844179](http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181844179). <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181844179>
61. Rankinen T, Zuberi A, Chagnon YC, Weisnagel SJ, Argyropoulos G, Walts B, et al. The human obesity gene map: the 2005 update. *Obesity (Silver Spring).* 2006;14(4):529-644. Epub 2006/06/03. <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2006.71>
62. Deshmukh-Taskar P, Nicklas TA, Morales M, Yang SJ, Zakeri I, Berenson GS. Tracking of overweight status from childhood to young adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Eur J Clin Nutr.* 2006;60(1):48-57. Epub 2005/09/01. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602266>
63. Dennison BA, Straus JH, Mellits ED, Charney E. Childhood physical fitness tests: predictor of adult physical activity levels? *Pediatrics.* 1988;82(3):324-30. Epub 1988/09/01.
64. Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the muscatine study. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(7):1250-7. Epub 2000/07/27. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200007000-00011>
65. Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W. The relationship between physical fitness and physical activity during adolescence and cardiovascular disease risk factors at adult age. The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Int J Sports Med.* 2002;23 Suppl 1:S8-14. Epub 2002/05/16. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2002-28455>

**Número de citas totales / Total references:** 65 (100%)

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references:** 2 (3,1%)

Cecchini, J.A.; Fernández-Losa, J.L. y Pallasá, M. (2016) La precisión del movimiento imaginado y la recepción de balón en niños / The Accuracy of the Motor Imagery and the Ball Reception in Children. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.297-315 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artrelacion700.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artrelacion700.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.008>

## ORIGINAL

### LA PRECISIÓN DEL MOVIMIENTO IMAGINADO Y LA RECEPCIÓN DE BALÓN EN NIÑOS

### THE ACCURACY OF THE MOTOR IMAGERY AND THE BALL RECEPTION IN CHILDREN

Cecchini, J.A.<sup>1</sup>; Fernández-Losa, J.L.<sup>2</sup> y Pallasá, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Catedrático de Universidad. [cecchini@uniovi.es](mailto:cecchini@uniovi.es) Facultad del Profesorado y Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. España.

<sup>2</sup>Profesor Titular de Universidad. E-mail: [jlfosa@uniovi.es](mailto:jlfosa@uniovi.es) Facultad del Profesorado y Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. España.

<sup>3</sup>Doctorando de Ciencias de la Educación. [jmiguelpm@educastur.princast.es](mailto:jmiguelpm@educastur.princast.es) Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. España.

**Código UNESCO / UNESCO code:** 6102.02 Problemas de aprendizaje / Learning Disabilities

**Clasificación del Consejo de Europa / Council of Europe Classification:** 12 Aprendizaje motor / Motor Learning

**Recibido** 12 de abril de 2013 **Received** April 12, 2013

**Aceptado** 1 de julio de 2014 **Accepted** July 1, 2014

## RESUMEN

Estudios recientes observaron que las imágenes motrices se desarrollan de forma entrelazada con el desarrollo de las habilidades motrices en niños. La finalidad de este estudio es analizar en qué medida la imagen motriz de los elementos necesarios para resolver un problema motor (la recepción de un balón), se relaciona con los niveles de habilidad en niños (3 - 9 años). La muestra estuvo formada por 215 participantes (87 chicos y 118 chicas), ( $M = 5,94$ ,  $DT = 1,47$ ). Se ha utilizado una metodología mixta: dibujos, indicaciones gestuales, verbalización del pensamiento y una prueba práctica de recepción de balón. El MANOVA reveló diferencias significativas en las capacidades meta-cognitivas y motrices en función de las etapas de desarrollo. Un análisis de ecuaciones estructurales reveló que las capacidades meta-cognitivas median la relación entre las etapas de desarrollo y la habilidad de recepción de móviles. Se discuten sus repercusiones en el aprendizaje motor.

**PALABRAS CLAVE:** Desarrollo motor, habilidades motrices, recepción de móviles

## **ABSTRACT**

Recent studies have found that motor imagery is developed linked to the development of motor skills in children. The purpose of this study is to analyze how the motor imagery of the principal elements to solve a motor problem (ball reception) relates to the motor skill levels in children (3-9 years). The sample consisted of 215 participants (87 boys and 118 girls), ( $M = 5.94$ ,  $SD = 1.47$ ). We used a mixed methodology: drawings, gestural prompts, verbalization of thought and a practical test of ball reception. The MANOVA revealed significant differences in the meta-cognitive abilities and motor function of the developmental stages. A structural equation analysis revealed that meta-cognitive abilities mediate the relationship between the stages of development and the ability in the reception of moving objects. Their implications in motor learning are discussed.

**KEY WORDS:** Motor development, motor skills, moving objects reception.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La finalidad de este estudio es analizar en qué medida la anticipación consciente de los medios necesarios para resolver mentalmente una situación-problema motriz se relaciona con los niveles de habilidad en niños con edades comprendidas entre los 3 y los 9 años. La representación mental de un movimiento o imagen motriz es un estado dinámico en el que un individuo mentalmente reproduce una acción motriz específica (Wilson, Maruff, Ives y Currie, 2001). Los estudios de imágenes y praxis motoras indican que el rendimiento motor imaginado está sujeto a las mismas limitaciones ambientales y fisiológicas (Decety y Jeannerod, 1996; Jeannerod, 2001). Por ejemplo, el tiempo para completar los movimientos motrices en la imaginación está altamente correlacionado con el tiempo necesario para realizar realmente los mismos movimientos (Courtine, Papaxanthis, Gentili y Pozzo, 2004). En el contexto deportivo esta evidencia se ha observado específicamente en el dominio de deportes como el golf (Orliaguet y Coello, 1998), o el bádminton (Munzert, 2008). Además, la relación logarítmica establecida entre la velocidad y la precisión de los movimientos reales (la ley de Fitts) se extiende también a los movimientos imaginados en sujetos normales (Decety, 1996). Todos estos resultados indican una estrecha relación entre el tiempo empleado en situaciones reales o imaginadas. Según Munzert, Lorey y Zentgraf (2009), esta relación se puede explicar de una manera elegante y sencilla al postular que las imágenes motrices y la ejecución motriz se basan en la superposición de representaciones.

Otro paradigma que se ha utilizado para analizar este problema es el de la rotación mental, que sirve como una extensión fundamental para la comprensión de las duraciones de los movimientos mentales. Cuando se han de comparar objetos similares con diferentes orientaciones, el tiempo de ejecución depende de la disparidad angular entre los objetos. Mayor disparidad conduce a tiempos de reacción más largos (Shepard y Metzler, 1971). Aceptando que las tareas de rotación mental requieren una simulación mental, el tiempo de reacción puede ser tomado como un indicador válido para procesos análogos de imágenes motrices y de ejecución motriz. En este contexto, los resultados sobre la rotación mental de las partes del cuerpo o de todo el cuerpo son compatibles con la premisa de que la ejecución motriz y las imágenes motrices tiene una base de representación común (véase el meta-análisis de Zacks, 2008).

Otras investigaciones se han centrado en: la activación de las áreas corticales y subcorticales durante la representación motriz (Fourkas Bonavolontà, Avenanti y Aglioti, 2008; Kasess et al., 2008; Ramnani, 2006); las imágenes motrices en pacientes con lesiones cerebrovasculares (Cicinelli et al., 2006; Sabaté, González y Rodríguez, 2007; Stinear Fleming, Barber y Byblow, 2007); o en paciente con enfermedad de Parkinson (Amick, Schendan, Ganis y Cronin-Golomb, 2006; Helmich, Lange, Bloem y Toni, 2007). En resumen, estos estudios neuronales sobre la representación mental han observado consistentemente que los patrones de activación son comunes tanto a la simulación mental del movimiento como a la generación real del mismo. La hipótesis de que las redes neuro-cognitivas son las mismas tanto para los movimientos reales como imaginados también es apoyada por estudios de pacientes con lesiones unilaterales de la corteza motora. Estas relaciones entre los movimientos reales e imaginados pueden ayudar a determinar la naturaleza del deterioro cognitivo y motor en niños con trastornos de aprendizaje. En este contexto, Maruff, Wilson, Trebilcock, y Currie (1999) encontraron evidencias que sugieren que la preparación y la representación interna de los movimientos volitivos se vio afectada en los niños con DCD (Developmental coordination disorder). Es importante destacar que, como sólo se produjo disminución de los movimientos realizados en la imaginación, no podía ser atribuida a los sistemas de salida del control motor.

En el contexto deportivo se ha venido aplicando el entrenamiento mental para el aprendizaje de habilidades motrices. La práctica mental de la conducta motora, como el uso sistemático y repetitivo de las imágenes es considerada como una herramienta poderosa para mejorar la capacidad de aprendizaje en los deportes. Varios meta-análisis han revelado un efecto sistemático, pero moderado de entrenamiento mental en el aprendizaje motor (Hinshaw, 1991-1992; Richardson, 1967). Diferentes mediadores han sido identificados en la relación entre el entrenamiento mental y el rendimiento motor: el nivel de capacitación, las características de la tarea, las imágenes y la distinción entre una perspectiva interna y externa, entre otros.

Aunque las imágenes motrices son un fenómeno bien documentado en adultos, sólo unos pocos estudios han informado de la adquisición de imágenes

motrices durante la infancia (Bouwien, Smits-Engelsman y Wilson, en imprenta; Cecchini, Fernández-Losa y Pallasá, 2012; Choudhury, Charman, Bird y Blakemore, 2007;). En general estos estudios muestran que la precisión del movimiento imaginado mejora de forma constante durante la infancia, llegando a una asíntota durante la adolescencia y la edad adulta temprana. En dos estudios que utilizaron una metodología de verbalización del pensamiento, para observar y comparar las habilidades meta-cognitivas que subyacen al rendimiento motor en niños con y sin trastornos en el desarrollo de la coordinación, observaron que los primeros realizaban verbalizaciones significativamente más frecuentes de declaraciones inapropiadas relacionadas con las actividades de planificación y evaluación (Martini, Wall y Shore, 2004; Lloyd, Reid y Bouffard, 2006). Caeyenberghs, Tsoupas, Wilson y Smits-Engelsman (2009), observaron que las imágenes motrices se desarrollan de forma entrelaza con el desarrollo de las habilidades motrices en niños, y esto es así porque las imágenes motrices reflejan el despliegue de procesos de modelado internos que proporcionan la base para la adaptación de los movimientos dirigidos a un objetivo.

En base a estos antecedentes, la finalidad de este estudio es analizar en qué medida la toma de conciencia o imagen motriz de los elementos necesarios para resolver un problema motor, en este caso la recepción estática de un balón con brazos, influye en los niveles de habilidad en niños con edades comprendidas entre los 3 y los 9 años. Es decir, se quiere saber en qué medida la anticipación consciente de la trayectoria del móvil, de su estructura temporal y de la zona de impacto, así como del programa motor que incluya los ajustes necesarios para resolver mentalmente la situación problema planteada inciden sobre los niveles de habilidad motriz en estas edades.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. PARTICIPANTES

En este estudio participaron 215 estudiantes (87 chicos y 118 chicas) de un Colegio de Educación Infantil y Primaria, con edades comprendidas entre los 3 y los 9 años ( $M = 5,91$ ,  $DT = 1,48$ ). Los estudiantes pertenecían a los tres cursos de Educación Infantil y a los tres primeros cursos de Educación Primaria.

Edad	Niños		Niñas	
	n	M(DT)	n	M(DT)
3-4 años	13	3,54 (0,21)	22	3,51 (0,20)
4-5 años	15	4,57 (0,27)	18	4,36 (0,25)
5-6 años	15	5,49 (0,24)	19	5,53 (0,26)
6-7 años	14	6,34 (0,24)	21	6,35 (0,29)
7-8 años	16	7,48 (0,28)	20	7,45 (0,28)
8-9 años	14	8,42 (0,29)	18	8,46 (0,29)
Total	88	5,94 (1,48)	118	5,89 (1,45)

**Tabla 1.** Distribución de la muestra por género y edad

## 2.2. PROCEDIMIENTO

Se ha elegido la habilidad de recepción de móviles por tres razones: a) por que la captura de móviles es una tarea interesante que permite a los investigadores aumentar sus conocimientos sobre el funcionamiento perceptivo-motor (e.j. Mazyn, Lenoir, Montagne y Sabelsbergh, 2007); b) porque hay estudios que han analizado la evolución de esta competencia en niños con edades comprendidas entre los 3 y los 12 años (ej. Cecchini et al, 2012; Fernández Losa et al. (en prensa); c) porque las acciones de interceptación, se regulan mediante una estrategia prospectiva (Peper, Bootsma, Mestre y Bakker, 1994). En este tipo de estrategia, el momento y el lugar de la interceptación no están específicamente programados antes de que el movimiento se ejecute, sino que surgen de un proceso continuo de ajuste basado en la información que especifica las relaciones entre el receptor y el objeto en movimiento. Este proceso puede ser analizado y verbalizado por el niño y, por tanto, el investigador puede también establecer una conexión entre la representación mental del movimiento y la ejecución material del mismo.

Se ha elegido el tramo de edad comprendido entre los 3 y los 9 años ya que estudios previos observaron que, en este periodo de desarrollo, el niño alcanza a dominar esta habilidad (Cecchini et al., 2012; Fernández Losa et al., en prensa). Es cierto que entre los 3 y los 5 años de edad los niños/as tienen serias dificultades para anticipar el vuelo del balón. Hasta los 4 años, cuando se les lanza un objeto, o no se mueven o los movimientos son claramente reactivos. Diferentes estudios creen que esto es debido a la dificultad para entender la situación-problema, que conlleva anticipar una representación mental de su cuerpo en el espacio, en una etapa evolutiva donde aún no son capaces de asociar la información visual y topográfica con los elementos motores y kinestésicos (Vayer, 1977; Cecchini, Fernández-Losa, 1993, Fernández Losa et al., en prensa). Además no tiene un conocimiento suficiente del comportamiento de los móviles en el espacio lo que dificulta considerablemente anticipar la trayectoria de los mismos (Feigelman, 2007). Todo ello dificulta la posibilidad de elegir un programa motor adecuado y de ajustarlo momento a momento (Bernstein, 1967). En definitiva, presentan un nivel bajo de conocimiento metacognitivo: declarativo, procedimental y afectivo (Dominguez y Espeso, 2002, Ruiz, 1994)

Para abordar el análisis de la imagen motriz se tuvo en cuenta: a) los elementos que se querían medir, b) la metodología que se consideraba más adecuada para ello. Como la imagen motriz es un estado dinámico en el que un individuo mentalmente reproduce una acción motriz, se diferenciaron dos aspectos en la resolución de la situación-problema planteada. Por un lado la anticipación de un programa motor y, por otro, la anticipación de la trayectoria del balón. Los datos experimentales sugieren que los movimientos imaginados no son completos o representaciones pre-ensamblados. En cambio, parece que los componentes independientes de los movimientos imaginados deben ser montados con respecto a la meta del movimiento previsto de la misma manera

a como son ensamblados los movimientos reales (Wolpert, 1997). La anticipación del programa motor incluye, en base a las aportaciones de Cecchini et al. (2012), los siguientes componentes: a) control visual; b) movimientos de ajuste al vuelo del balón; c) zona óptima de contacto con el balón; d) amortiguación necesaria para detener el balón. La anticipación de la trayectoria del móvil recoge las dimensiones siguientes: a) vuelo del balón (dibujo); b) secuencia temporal (ordenar fotografías); c) lugar de impacto (predecir la zona de impacto mediante fotografías). Para abordar esta cuestión, se utilizaron medios indirectos, siguiendo las indicaciones de Piaget (1985). Más concretamente se ha utilizado el dibujo, las indicaciones gestuales (imágenes reproductoras) y complementarias verbales mediante una entrevista semi-abierta (imágenes anticipadoras) que ha sido elaborada por este equipo de investigación. En la entrevista el objetivo es pedir a los participantes que describan la naturaleza de las imágenes para entender mejor su tipología y componentes (Guillot y Collet, 2005), es decir, se ha utilizado una metodología de verbalización del pensamiento (Martini et al., 2004; Lloyd et al., 2006).

El proceso fue el siguiente. En la primera parte el evaluador y el/la niño/a se sientan frente a frente, alrededor de una mesa. El evaluador le plantea la siguiente situación-problema. “Me voy a situar en el interior de ese aro (lo señala con el dedo) y tú en el interior de ese otro que está situado a 3 metros de distancia (lo señala con el dedo) ¿Ves esta pelota? (se la muestra), bien pues la voy a coger con dos manos así (se lo muestra al/la niño/a) y te la voy a lanzar de abajo a arriba para que tú la recibas atrapándola con los brazos contra el pecho (y se lo muestra)”. A continuación le pregunta si lo ha entendido y que le explique lo que van a hacer. Se quiere saber si recuerda el lugar donde se tienen que situar ambos (espacio topológico), cómo va a ser lanzado el balón (imagen reproductora del movimiento del lanzador, que predice una trayectoria) y cómo debe ser recepcionado (imagen reproductora del movimiento de recepción, objetivo último). A continuación le formula una serie de preguntas que tienen que ver con la anticipación consciente de un programa motriz que incluya los ajustes necesarios al vuelo del balón: dónde tiene que mirar una vez que el balón sale de las manos del lanzador, si cree que es necesario mirar también sus brazos (control visual), qué tendría que hacer si el lanzador le envía el balón un poco corto o un poco largo (movimientos de ajuste al vuelo), cuál cree que es la zona de contacto más adecuada para recibir con éxito el balón (zona óptima de contacto con el balón) y qué movimientos de amortiguación son necesarios (amortiguación óptima). En definitiva, se trata de determinar si anticipa o no conscientemente un programa motor.

También se quería conocer si anticipa la trayectoria del móvil, su estructura temporal y la zona de impacto. Para ello se le pidió que dibujara en una fotografía, en el que aparece el lanzador y el receptor, la posible trayectoria de un móvil, esto implica la necesidad de conocer la física de los móviles y de representar mentalmente imágenes en movimiento. A continuación se presentaron cinco fotografías que recogen cinco trayectorias diferentes de un balón; una muy corta, otra corta, otra adecuada a la distancia del receptor, otra larga y, por último, otra muy larga. Primero se le pidió que las ordenaran, de

menos a más, y luego que señalara la que consideraba adecuada a la distancia (percepción de trayectorias, anticipación del punto de destino). Para profundizar en esta capacidad se volvió a presentar otra fotografía que muestra una trayectoria de un balón y cinco posibles puntos de impacto (A, B, C, D, E), situados a distancias homogéneas y se pidió que señalara el punto en el que cree impactará el balón. En todas ellas se muestra el 50% del vuelo del balón. Por último, se presentaron cinco fotografías que muestran cinco momentos sucesivos del vuelo del balón y se pidió que las ordenara siguiendo una sucesión temporal, desde que el balón sale del lanzador hasta que llega al receptor (estructura temporal).

A continuación pasa a realizar una recepción estática con brazos de un balón de voleibol (65 cm. de circunferencia, 265 gr. de peso y presión interior de 0,3 kg/cm<sup>2</sup>), lanzado desde una distancia de 3 metros por un adulto previamente formado para ello. El lanzamiento se realizaba a dos manos, con una trayectoria parabólica de abajo arriba y dirigido suavemente al centro del aro que ocupa el chico/a. Se concedieron tres oportunidades. Todo el proceso ha sido grabado en vídeo para su posterior análisis. Se contó en todo momento con la autorización del director del colegio y de los padres de los alumnos/as.

### **2.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

En cada una de las variables señaladas se ha clasificado a los participantes en tres niveles en función de su capacidad para imaginar movimientos (Piaget, 1985). Para las variables que miden la anticipación de un programa motor, en el nivel uno se situaron aquellos que muestran el nivel más bajo, no contestan, no saben o no recuerdan lo que se les pregunta; en el nivel dos se incluyeron aquellos otros que tienen una conciencia difusa, limitada o son parcialmente conscientes de los que se les plantea, responden adecuadamente algunas cosas pero se equivocan en otras; y en el nivel tres aquellos que son plenamente conscientes de la situación planteada, entienden lo que se les pregunta y contestan correctamente, mostrando fehacientemente que son capaces de imaginar la situación-problema planteada y de resolverla.

En los dibujos que representan el vuelo del balón también se clasificó a los participantes en tres niveles. En el más bajo se incluyó a aquellos que no son capaces de dibujar ninguna trayectoria o sólo la inician tímidamente, en el segundo nivel se situaron aquellos dibujos que conectan el lanzador con el receptor pero no son de tipo balístico y en el nivel más alto dibujos que muestra una parábola adecuada y posible del vuelo del balón. Para agrupar en tres niveles la capacidad de interpretar secuencia temporales y de anticipar el lugar de impacto óptimo, como en ambos casos se realizaron dos pruebas, se clasificaron también a los participantes en tres niveles: 1, realizan las dos pruebas incorrectamente; 2, realizan bien una prueba; 3, realizan bien las dos pruebas.

Para extraer la información de la recepción del balón se utilizó el modelo teórico elaborado por Fernández-Losa et al. (en prensa). El modelo se divide en cuatro fases que ocurren de manera sucesiva: a) *Fase de ajuste al vuelo*. Es la que se desarrolla en el tiempo en el que el móvil está en el aire una vez ha salido de las manos del lanzador, Incluye los movimientos globales o segmentarios del cuerpo del receptor para acomodarse a la velocidad, trayectoria y distancia del móvil; b) *Fase de contacto*. Es la que acontece justo en el momento en el que el móvil se reúne con el receptor; c) *Fase de amortiguación*. Es la que se desarrolla en el momento posterior al contacto. Se entiende por amortiguación la disminución de la fuerza de inercia del móvil; d) *Fase de parada*. Es la que acontece al final de la amortiguación con la detención controlada del móvil.

Para medir el nivel de habilidad se puntuó a cada uno de los participantes entre 0 y 5. Si no se produce ningún movimiento de ajuste al vuelo predecimos que ahí termina el proceso y otorgamos 0 puntos. Si hay movimientos de ajuste al vuelo pero no termina en contacto del participante con el móvil le concedemos 1 punto. Si hay contacto pero no amortiguación, se otorgan 2 puntos. Si hay amortiguación pero no parada, 3 puntos. Si se produce la parada completa pero se apoya en otras partes del cuerpo además de las señaladas, 4 puntos; y si se realiza conforme al objetivo previsto, 5 puntos. Todas las observaciones se han realizado por dos investigadores de manera simultánea. El video se pasaba, en cada caso, primero a velocidad normal y luego a cámara lenta. Cuando había alguna duda se volvía a pasar hasta que los dos observadores lo daban por válido. Para determinar el grado de acuerdo entre observadores se utilizó el coeficiente kappa = 96,4%.

En el contexto del aprendizaje motor Wellman (1937), describió hace más de sesenta años la evolución de esta habilidad en el niño, que, posteriormente, fueron abordadas por otros autores (Caljouw, van der Kamp y Savelsbergh, 2006; Cecchini et al., 2012, Cratty, 1982; Fernández-Losa et al., en prensa; Mazyn, Lenoir, Montagne y Sabelsbergh, 2007; Meinel Schanabel, 1987; Ruiz, 1987). En función de estos antecedentes, Fernández-Losa et al. (en prensa) analizaron las etapas en la estructuración de esta habilidad llegando a la conclusión de que se deberían agrupar en tres periodos que son consistentes con las etapas de desarrollo descritas por Piaget (1985), Vayer (1977): 3-5 años, 5-7 años, 7-12 años (como en este estudio se analiza la recepción estática se consideró pertinente reducir esta etapa a 7-9 años). Siguiendo estas aportaciones se clasificaron a los participantes en tres tramos de edad (Tabla 2).

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO**

En la tabla 2 se detallan la media y desviación típica de las variables que se relacionan con la anticipación consciente de un programa motor y de la trayectoria del móvil, así como los niveles de habilidad motriz..

Edad	IMAGEN MOTRIZ														ACCIÓN MOTRIZ Habilidad	
	Anticipación de un programa motor							Anticipación de una trayectoria								
	Control visual		Ajuste al vuelo		Zona de contacto		Tipo de amortiguación		Vuelo del balón		Secuencia temporal		Lugar de impacto		M	DT
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT		
3-5	1,7 4	0,7 4	1,3 7	0,6 8	1,3 2	0,9 0	1,96	0,57	1,4 8	0,6 9	1,4 6	0,7 6	1,2 9	0,5 2	1,7 8	1,6 9
5-7	2,3 2	0,6 9	2,0 1	0,8 6	2,4 6	0,9 2	1,97	0,52	2,2 2	0,8 1	2,5 9	0,6 3	1,5 9	0,7 0	3,7 9	1,4 6
7-9	2,6 8	0,6 7	2,6 4	0,7 1	2,6 5	0,7 1	2,19	0,40	2,9 0	0,4 1	2,9 0	0,3 6	2,2 5	0,7 1	4,5 5	1,0 7
TOTAL	2,2 3	0,7 8	1,9 7	0,9 1	2,1 5	1,0 3	2,03	0,52	2,1 7	0,8 7	2,3 2	0,8 5	1,6 7	0,7 5	3,3 5	1,8 2

**Tabla 2.** Media y desviación típica de las variables analizadas en función de la edad.

La mayoría de los/as niños/as, con edades comprendidas entre los 3 y los 5 años, no son conscientes de dónde deben fijar la vista, el 61,3% cree que debe mirar sus brazos. Tampoco anticipan conscientemente la trayectoria del balón ni un ajuste a sus posibles variaciones, ni una zona óptima de contacto. El 29,0% no realiza ningún dibujo de la posible trayectoria del balón y un 59,7% dibuja una línea recta a distintas alturas que une al lanzador con el receptor, características en la construcción de un espacio topológico. El 76,8% no es capaz de ordenar una estructura temporal y el 85,5% de predecir correctamente un lugar de impacto.

Cuando realizan la prueba de recepción de balón se observa que el 69,2% de los/as niños/as de 4 años no realizan ningún ajuste al vuelo del balón (trayectoria y velocidad), únicamente son capaces de atrapar el balón si les llega perfectamente al punto óptimo de contacto. Es decir que no planifican los movimientos de atrape basándose en la velocidad de la pelota y la información de su posición. En esta edades el flujo de la información sobre la posición, velocidad e información temporal no se combinan para dar forma al movimiento de atrapada. A partir de los cinco años comienza el aprendizaje de este sistema de regulación continua de carácter prospectivo, los primeros intentos se limitan a estirar los brazos con intención para ajustarse al vuelo del balón. Entre los 5 y los 7 años se desarrolla esta capacidad. Tan solo un 57% anticipa una imagen reproductora del lanzamiento, un 29,8% anticipa una trayectoria parabólica del balón, y un 27,6% aun cree que es necesario mirar sus brazos. También son mayoría los que no anticipan ningún ajuste consciente a los movimientos del balón cuando en la práctica cerca el 70% desplaza el dentro de gravedad para acomodar su posición a la velocidad y trayectoria del móvil. En esta etapa la habilidad mejora significativamente.

A partir de los 7 años los/as niños/as toman conciencia de la situación problema y del mejor modo de resolverlo. Anticipan una imagen reproductora del lanzamiento del móvil, una trayectoria parabólica y resuelven también el problema con el pensamiento (imágenes anticipadoras). Todo esto incide en el sistema de regulación que mejora de manera significativa.

### 3.2. ANÁLISIS MULTIVARIANTE

En base a estos resultados se realizó un MANOVA 2 (género) × 3 (etapas de desarrollo), tomando como variables dependientes aquellas relacionadas con la anticipación de un programa motor y la anticipación de una trayectoria, más la media de la puntuación total obtenida en la prueba de habilidad. Antes se agruparon las edades en tres tramos consistentes con las propuestas por Piaget (2-7 años, etapa preoperacional) para explicar el desarrollo de la inteligencia y que son coincidentes con las etapas en la estructuración del esquema corporal: 3-5 años, 5-7 años, 7-9 años (Vayer, 1977; Fernández-Losa et al., en prensa). A continuación se examinó la idea de homogeneidad de covarianza usando el test de Box M. El resultado reveló que la idea no fue resuelta (Box  $M = 262,36$   $F = 1,36$ ,  $p < 0,001$ ). Debido a esto, se siguieron las sugerencias de Olson (1979) y de Tabachnick y Fidell (1996) de usar el Pillai's Trace en vez de la Lambda de Wilks para evaluar la significación multivariada de efectos principales y de las interacciones. El MANOVA rindió un efecto principal significativo para las etapas de desarrollo, Pillai's Trace = 0,84,  $F_{(20, 362)} = 13,17$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,42$ , pero no para el género Pillai's Trace = 0,04,  $F_{(10, 180)} = 0,87$ ,  $p > 0,1$ ,  $\eta^2 = 0,04$ . Los posteriores ANOVAs univariados revelaron que existían diferencias estadísticamente significativas para las etapa de desarrollo en todas las variables. Los resultados fueron los siguientes: *control visual* [ $F_{(1, 189)} = 29,24$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,23$ ], *movimientos de ajuste al vuelo del balón* [ $F_{(1, 189)} = 40,47$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,30$ ], *zona óptima de contacto con el balón* [ $F_{(1, 189)} = 40,57$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,30$ ], *amortiguación necesaria para detener el balón* [ $F_{(1, 189)} = 4,74$ ,  $p < 0,05$ ,  $\eta^2 = 0,05$ ], *vuelo del balón* [ $F_{(1, 189)} = 59,64$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,39$ ], *secuencia temporal* [ $F_{(1, 189)} = 85,01$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,16$ ], *lugar de impacto* [ $F_{(1, 189)} = 27,37$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,22$ ], *habilidad motriz* [ $F_{(1, 189)} = 55,97$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,37$ ].

Se realizaron test post hoc empleando el HSD de Tukey para comparaciones por pares entre cada tramo de edad. En todas las variables se observaron diferencias significativas entre cada etapa de desarrollo a nivel  $p < 0,001$ , salvo en *amortiguación para detener el balón* que no se encontraron diferencias entre la primera etapa de desarrollo y la segunda pero sí entre éstas y la tercera, y la *zona óptima de contacto* en la que no se observaron diferencias entre la segunda etapa y la tercera pero sí entre éstas y la primera.

### 3.3. ANÁLISIS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES

Para analizar en qué medida la toma de conciencia o imagen motriz de los elementos necesarios para resolver un problema motor, en este caso la recepción estática de un balón con brazos, influye en los niveles de habilidad en niños con edades comprendidas entre los 3 y los 9 años se realizó un análisis de ecuaciones estructurales. En el modelo se propone un único factor que mide la representación mental del movimiento o imagen motriz y que recoge las variables incluidas en la anticipación del vuelo del balón y del programa motor. De hecho se cree que son dos aspectos de un único proceso, la regulación consciente de la acción. Los niveles de habilidad motriz recogen en un único

factor los resultados obtenidos en cada una de las pruebas. Por último se incluye la variable etapas de desarrollo anteriormente descrita.

En base a las aportaciones de Caeyenberghs et al. (2009), en este estudio se plantea la hipótesis de que el/la niño/a a través de su desarrollo introduce progresivamente relaciones cada vez más complejas entre los elementos que es capaz de representar que, a su vez, repercuten en los niveles de habilidad motriz en la medida en que la toma de conciencia asume el control. Es decir, que las etapas desarrollo infantil predicen la toma de conciencia que, sucesivamente, se relacionan con los niveles de habilidad.

Siguiendo el procedimiento en dos pasos recomendado por Anderson y Gerbing (1988), se analizó, en primer lugar, la validez del constructo de medida a través de un análisis factorial confirmatorio, y, en segundo lugar, se estimó el modelo estructural, teórico o causal que permite obtener información sobre las relaciones predictivas entre las variables analizadas. Luego se examinó el papel mediador de la imagen motriz en la relación entre las etapas de desarrollo y la ejecución motriz. Por último, se comprobó un modelo alternativo en el que las etapas de desarrollo predicen la habilidad motriz que sucesivamente predice la imagen motriz. De comprobarse, las imágenes motrices serían una consecuencia de la habilidad previamente elaborada a nivel práctico (inconsciente).

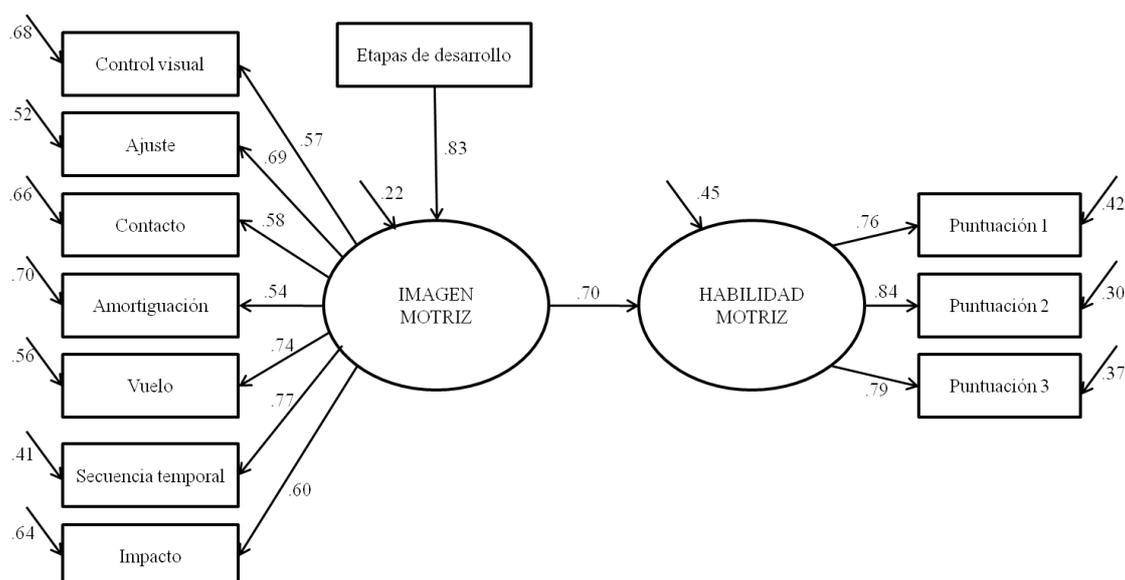
Este método asume la normalidad multivariada. Los análisis preliminares mostraron que algunas variables observadas no estaban distribuidas normalmente. Los resultados además mostraron que la estimación normalizada del coeficiente Mardia era relativamente grande (curtosis multivariante = 12,33). Por este motivo se realizó un análisis que se basa en la utilización del estadístico Satorra-Bentler chi-cuadrado ( $S-B\chi^2$ ; Satorra y Bentler, 1988) y de los estimadores estándar robustos implementados en el programa estadístico EQS 6.2, en lugar de la habitual estadística  $ML\chi^2$ , ya que sirve como una corrección para  $\chi^2$  cuando las suposiciones de distribución son violadas.

En cada uno los modelos descritos anteriormente, la evaluación de la bondad del ajuste de los datos se determinó sobre la base de criterios múltiples (Byrne, 2008): como índices de ajuste incremental se manejó el \*CFI (*Comparative Fit Index*), como medida de los índices de ajuste absoluto que determinan el grado en que el modelo predice la matriz de covarianza se utilizó también el \*RMSEA (*Root Mean Square Error Aproximation*) y el SRMR (*Root Mean Square Residual*). El \*CFI representa la versión robusta del CFI que se calcula en base al estadístico  $S-B\chi^2$ , Hu y Bentler (1999) sugieren un valor de 0,95 como indicativo de buen ajuste. El \*RMSEA es una versión robusta del usual RMSEA y tiene en cuenta el error de aproximación en la población. Esta discrepancia, se expresa por cada grado de libertad, por lo que es sensible a la complejidad del modelo, los valores inferiores a 0,05 indican un buen ajuste, y valores tan altos como 0,08 representan errores razonables de aproximación. Para completar el análisis también se incluyó el intervalo de confianza al 90%

proporcionado por \*RMSEA (Steiger, 1990). Por último, la SRMR con un valor inferior a 0,08 es indicativa de un buen ajuste (Hu y Bentler, 1999).

A continuación, se procedió a comprobar la validez de constructo al modelo de medida utilizado (Anderson y Gerbing, 1988). Los índices de ajuste mostraron que la hipótesis del modelo se ajustaba bien a los datos,  $S-B\chi^2(42) = 47,72$ ,  $p = 0,252$ , \*CFI = 0,99, SRMR = 0,04, \*RMSEA (90% CI = 0,26 (0,000-0,057)). En segundo lugar se estimó el modelo estructural, y la estructura de la hipótesis tuvo una excelente forma:  $S-B\chi^2(43) = 48,01$ ,  $p = ,272$ ; \*CFI = 0,99, SRMR = 0,04, \*RMSEA (90% CI) = 0,24 (0,000-0,056). Todos los parámetros calculados fueron significativos y se muestran en la Figura 1. La etapas de desarrollo predijeron positivamente la imagen motriz ( $B = 0,83$ ), que sucesivamente predijo la habilidad motriz ( $B = 0,75$ ),

Para examinar si la imagen motriz mediatiza la influencia de las etapas de desarrollo sobre la habilidad motriz, se siguieron los cuatro pasos propuestos por Baron y Kenny (1986). El primer paso establece si la variable inicial predice el mediador. Como muestra la Figura 1, las etapas de desarrollo predicen significativamente la toma de conciencia. El segundo paso establece si la variable inicial predice el resultado de la variable final. Para examinar esto, se probó un modelo en el cual las etapas de desarrollo tuvieran un camino directo conducente a la habilidad motriz. Los pasos desde las etapas de desarrollo a la toma de conciencia y desde ésta a la habilidad motriz fueron reducidos a cero. El paso directo fue  $B = 0,63$  y significativo. El tercer paso prueba si el mediador predice el resultado de la variable final después del control para la variable inicial. Como muestra la Figura 1, la toma de conciencia fue un predictor significativo de la habilidad motriz después del control ejercido por las etapas de desarrollo.



**Figura 1.** El modelo de hipótesis formulado entre las etapas de desarrollo, la toma de conciencia y la habilidad motriz. Los rectángulos representan las variables observadas y los círculos factores latentes.

El último paso, realizado en el mismo modelo del Paso 3, examina si en la presencia del mediador, el camino directo desde la variable inicial a la variable final es reducido a cero (p.ej., mediación completa), o si es reducido en tamaño pero es todavía diferente de cero (p.ej., mediación parcial). En la Figura 1 se añadió un camino directo desde las etapas de desarrollo a la habilidad motriz; este camino fue  $B = 0,05$ , no significativo, y mucho más pequeño que el camino original de  $B = 0,63$ . El índice de modificación de Wald sugirió que la eliminación de este camino no deteriora la forma del modelo. Por ello se concluyó que la toma de conciencia mediatiza casi en su totalidad el efecto de las etapas de desarrollo sobre la habilidad motriz.

Por último, se comprobó un modelo alternativo en el que las etapas de desarrollo predicen la habilidad motriz que sucesivamente predicen la imagen motriz. Los índices de ajuste mostraron que la hipótesis del modelo no se ajustaba a los datos,  $S-B\chi^2(43) = 98,86$ ,  $p < 0,001$ ,  $*CFI = 0,91$ ,  $SRMR = 0,09$ ,  $*RMSEA(90\% CI) = 0,92(0,072-0,113)$ .

En la figura 2 se recoge la evolución de la imagen y la habilidad motriz en función de las etapas de desarrollo una vez reconvertidos los factores en puntuación z.

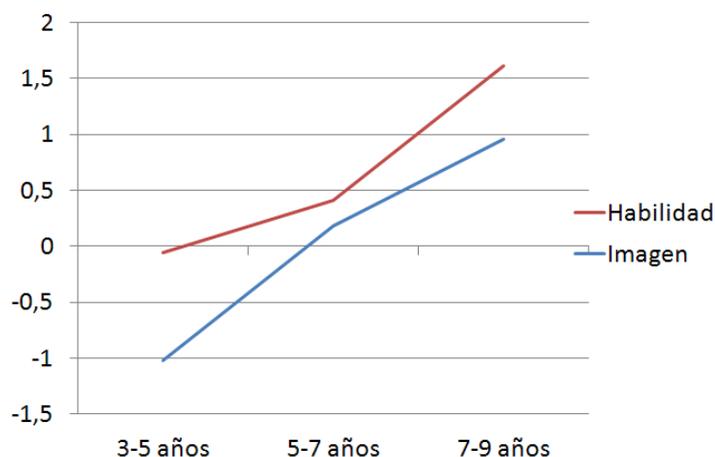


Figura 2. Evolución de la imagen y de la habilidad motriz.

#### 4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

La finalidad de este estudio es analizar en qué medida la toma de conciencia o imagen motriz de los elementos necesarios para resolver un problema motor, en este caso la recepción estática de un balón con brazos, influye en los niveles de habilidad en niños con edades comprendidas entre los 3 y los 9 años.

Los resultados de este estudio muestran como las etapas en la estructuración del esquema corporal descritas por Vayer (1997) y validadas para explicar la evolución del aprendizaje de esta habilidad (recepción de móviles) por Fernández et al. (en prensa), también sirven para explicar los cambios en la toma de conciencia de los elementos implicados en la resolución de esta situación-problema. Los análisis univariados revelaron diferencias estadísticamente significativas en todas las variables.

Estos resultados son consistentes con los observados en otros estudios que muestran que la precisión del movimiento imaginado mejora de forma constante durante la infancia, y que esta capacidad está relacionada con las actividades de planificación y control (Bouwien et al. (en imprenta); Lloyd et al., 2006; Martini et al., 2004;). También son consistentes con los estudios que indican que las imágenes y praxis motoras están sujetas a las mismas limitaciones ambientales y fisiológicas (Decety y Jeannerod, 1996; Jeannerod, 2001; Maruff et al, 1999), y con los hallazgos de Courtine et al., (2004).

En definitiva, estos resultados sugieren que se producen cambios, en el desarrollo infantil, en la capacidad para resolver mentalmente los problemas derivados de la recepción de móviles, que discurren en paralelo a los cambios en la capacidad para resolver en la práctica real el mismo problema ¿Pero cuál es la naturaleza de estos cambios? En este estudio se plantea la hipótesis de que el/la niño/a a través de su desarrollo introduce progresivamente relaciones cada vez más complejas entre los elementos que es capaz de representar que, a su vez, repercuten en los niveles de habilidad motriz en la medida en que la toma de conciencia asume el control. Es decir, que las etapas desarrollo infantil predicen la imagen motriz o capacidad para anticipar mentalmente una solución al problema planteado que, sucesivamente, se relaciona con los niveles de habilidad. El análisis de ecuaciones estructurales permite aceptar esta hipótesis. De hecho, el efecto directo de las etapas de desarrollo se redujo sustancialmente cuando la toma de conciencia o imagen motriz fue introducida en el modelo, confirmando el papel mediador del último constructo en la relación entre las dos primeras variables. Estos resultados son consistentes con los observados por Caeyenberghs et al. (2009), y explican cómo las mejoras en los niveles de habilidad, originadas en el/la niño/a como consecuencia de la maduración y del aprendizaje, están condicionadas por la toma de conciencia, no sólo del objetivo y de los resultados del problema planteado, sino también de los medios necesarios para resolverlo. También se comprobó un modelo alternativo en el que las etapas de desarrollo predicen la habilidad motriz que sucesivamente predice la imagen motriz. Los índices de ajuste mostraron que esta hipótesis del modelo no se ajusta a los datos por lo que debe ser rechazada.

Estos resultados también son consistentes con estudios neuronales sobre la representación mental, que han observado consistentemente que los patrones de activación son comunes tanto a la simulación mental de movimiento como a la generación real del mismo. La hipótesis de que las redes neuro-cognitivas son las mismas tanto para los movimientos reales como imaginados podría explicar

estos resultados (Fourkas et al., 2008; Kasess et al., 2008; Ramnani, 2006; Stinear et al, (2007).

Por lo tanto, para intervenir en el entorno es necesario además de comprender la situación-problema, elaborar un programa motor que incluya los sistemas de regulación y control y que tengan en cuenta los elementos a los que se tiene que acomodar, en este caso particular anticipar una trayectoria y un lugar de impacto, o de contacto. Una vez se despliega la acción inspecciona su ejecución y regula sus conducta para que esté de acuerdo a este programa; por último, verifica su actividad consiente comparando los efectos de sus acciones con las intenciones originales, corrigiendo cualquier error que haya cometido (Luria, 1984). Normalmente un niño que ejecuta mal la tarea no tiene meta-conocimiento porque no ponen en marcha el conocimiento y las estrategias (Dominguez y Espeso, 2002).

Cecchini et al., (2012), analizaron el proceso de transferencia en el aprendizaje de habilidades motrices, llegando a la conclusión que lo que se transfiere no son los movimientos seriados sino el sistema regulador, fundamentalmente viso-kinestésico. En base a ello plantean que el profesor debe presentar a sus alumnos propuestas variadas y abiertas, en situaciones cambiantes, para que entre en juego la comparación entre los parámetros reales e ideales del movimiento. Estos autores también observaron un aprendizaje en paralelo más que un aprendizaje en serie, por tanto, además de variar las tareas éstas deben ser presentadas de una forma global.

En base a los resultados de ésta investigación, el/la niño/a debe tomar conciencia de la situación-problema planteada y, progresivamente, del programa motor y de los elementos implicados en la actividad, pues predicen el éxito. Para ello se deberían plantear situaciones-problema y, utilizar como estrategia de enseñanza el descubrimiento guiado, induciendo a la reflexión sobre las causas de los errores y el mejor modo de eliminarlos. Las complicadas relaciones entre lo genético y ambiental, entre la cultura y la crianza siguen jugando un papel muy relevante en el desarrollo motor infantil (Ruiz y Graupera, 2003)

Este trabajo tiene algunas limitaciones relacionadas con la dificultad para medir las imágenes motrices en niños de estas edades y para extrapolar estas observaciones a otros contextos o habilidades. Una limitación importante tiene que ver con el diseño de investigación transversal utilizado, por ello se deberían realizar estudios longitudinales que permitieran mostrar la secuencia temporal de los fenómenos analizados. También se deberían realizar nuevos trabajos que abordaran la relación de la toma de conciencia, con el aprendizaje de otras habilidades. Por último, también se deberían realizar investigaciones que midieran la incidencia de una enseñanza basada en la representación mental de una habilidad motriz para determinar sus resultados en estas edades.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amick, M.M., Schendan, H.E., Ganis, G. y Cronin-Golomb, A. (2006). Frontostriatal circuits are necessary for visuomotor transformation: mental rotation in Parkinson's disease, *Neuropsychologia*, 44, 339-349. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.06.002>
- Anderson, J. C., y Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103 (3), 411-423. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.103.3.411>
- Baron, R.M. y Kenny, D.A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, 1173-1182. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173>
- Bernstein, N.A. (1967). *La coordinación y regulación de los movimientos*. Oxford: Pergamon Press.
- Bouwien, C.M., Smits-Engelsman, P. y Wilson, P.H. (en imprenta). Age-related changes in motor imagery from early childhood to adulthood: Probing the internal representation of speed-accuracy trade-offs. *Human Movement Science*.
- Byrne, B. M. (2008). Testing for multigroup equivalence of a measuring instrument: A walk through the process. *Psicothema*, 20, 872-882.
- Caeyenberghs, K., Tsoupas, J., Wilson, P.H., y Smits-Engelsman, B. (2009). Motor Imagery Development in Primary School Children. *Developmental Neuropsychology*, 34(1), 103–121. <http://dx.doi.org/10.1080/87565640802499183>
- Caljouw, S. R., van der Kamp, J., y Savelsbergh, G. J. P. (2006). The impact of task-constraints on the planning and control of interceptive hitting movements. *Neuroscience Letters*, 392, 84–89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2005.08.067>
- Cecchini, J.A., Fernández-Losa, J. (1993). *Educación Física de base*. Oviedo: Ferrería.
- Cecchini, J.A., Fernández-Losa, J. y Pallasá, M. (2012). El proceso de transferencia en el aprendizaje y desarrollo motor. *Psicothema*, 24(2), 205-210.
- Choudhury, S., Charman, T., Bird, V. y Blakemore, S. J. (2007). Adolescent development of motor imagery in a visually guided pointing task. *Consciousness and Cognition*, 16, 886–896.
- Cicinelli, P., Marconi, B., Zaccagnini, M., Pasqualetti, P., Filippi, M. M. y Rossini, P.M. (2006). Imagery-induced cortical excitability changes in stroke: a transcranial magnetic stimulation study. *Cerebral Cortex*, 16, 247–253. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2006.11.001>
- Courtine, G., Papaxanthis, C., Gentili, R. y Pozzo, T. (2004). Gait-dependent motor memory facilitation in covert movement execution. *Cognitive Brain Research* 22, 67–75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.07.008>
- Cratty, B (1982). *El desarrollo perceptivo y motor en los niños*. Barcelona: Paidós.
- Decety, J. (1996). Do imagined and executed actions share the same neural substrate? *Cognitive Brain Research*. 3, 87–93.

- Decety, J. y Jeannerod, M. (1996). Mentally simulated movements in virtual reality: does Fitts' law hold in motor imagery? *Behavioural Brain Research*, 72, 127–134. [http://dx.doi.org/10.1016/0926-6410\(95\)00033-X](http://dx.doi.org/10.1016/0926-6410(95)00033-X)
- Dominguez La Rosa, P. y Espeso Gaité, E. (2002). El conocimiento metacognitivo y su influencia en el aprendizaje motor. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 2(4), 59-68. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista4/artmeta.htm>
- Feigelman S. (2007). The preschool years. In: Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF, eds. *Nelson Textbook of Pediatrics*. 18th ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier.
- Fernández-Losa, J., Cecchini, J.A. y Pallasá, M. (2013). La recepción de balón en niños con edades comprendidas entre los 3 y los 12 años. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista50/artrepcion378.pdf>
- Fourkas, A.D., Bonavolontà, V., Avenanti, A. y Aglioti, S.M. (2008). Kinesthetic imagery and tool-specific modulation of corticospinal representations in expert tennis players. *Cerebral Cortex*, 18, 2382–2390. <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhn005>
- Guillot, A. y Collet, C. (2005). Contribution from neurophysiological and psychological methods to the study of motor imagery. *Brain Research Review*, 50, 387–397. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainresrev.2005.09.004>
- Helmich, R.C., Lange, F.P., de Bloem, B.R. y Toni, I. (2007). Cerebral compensation during motor imagery in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 45, 2201–2215. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.02.024>
- Hinshaw, K.E. (1991–1992). The effects of mental practice on motor skill performance: critical evaluation and meta-analysis. *Imagination, Cognition and Personality*, 11, 3–35. <http://dx.doi.org/10.2190/X9BA-KJ68-07AN-QMJ8>
- Hu, L. y Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1-55. <http://dx.doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Jeannerod, M. (2001). Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *NeuroImage*, 14, 103–109. <http://dx.doi.org/10.1006/nimg.2001.0832>
- Kasess, C.H., Windischberger, C., Cunnington, R., Lanzenberger, R., Pezawas, L. y Moser, E. (2008). The suppressive influence of SMA on M1 in motor imagery revealed by fMRI and dynamic causal modeling. *NeuroImage*, 40, 828–837.
- Lloyd, M., Reid, G. y Bouffard, M. (2006). Self-regulation of sport specific and educational problemsolving tasks by boys with and without DCD. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 23, 370–389. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.11.040>
- Luria, A. (1984). *El Cerebro en Acción*. Barcelona: Martínez Roca.
- Martini, R., Wall, A. E. y Shore, B. M. (2004). Metacognitive processes underlying psychomotor performance in children with differing psychomotor abilities. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 21, 248–268.

- Maruff, P., Wilson, P., Trebilcock, M. y Currie, J. (1999). Abnormalities of imagined motor sequences in children with developmental coordination disorder. *Neuropsychologia*, 37, 1317–1324. [http://dx.doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00016-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00016-0)
- Mazyn, L. I. N., Lenoir, M., Montagne, G., y Savelsbergh, G. J. P. (2007). Spatial and Temporal Adaptations That Accompany Increasing Catching Performance During Learning. *Journal of Motor Behavior*, 39, 6, 491–502. <http://dx.doi.org/10.3200/JMBR.39.6.491-502>
- Meinel, K. y Schnabel, G. (1987): *Teoría del movimiento. Síntesis de una teoría de la motricidad deportiva bajo el aspecto pedagógico*, Buenos Aires: Stadium.
- Munzert, J., Lorey, B. y Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews*, 60, 306–326. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.12.024>
- Olson, C.L. (1979). Practical considerations in choosing a MANOVA Test Statistic: A rejoinder to Stevens. *Psychological Bulletin*, 86, 1350-1352. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.86.6.1350>
- Orliaguet, J.P. y Coello, Y. (1998). Differences between actual and imagined putting movements in golf: a chronometric analysis. *International Journal of Sport Psychology*, 29, 157–169.
- Peper, C.E., Bootsma, R.J., Mestre, D.R., y Bakker, F.C. (1994). Catching balls: How to get the hand to the right place at the right time. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 591-612. <http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.20.3.591>
- Piaget, J. (1985). *La toma de conciencia*. Madrid: Morata.
- Ramnani, N. (2006). The primate cortico-cerebellar system: anatomy and function. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 511–522. <http://dx.doi.org/10.1038/nrn1953>
- Richardson, A. (1967). Mental practice: review and discussion 1. *Research Quarterly*, 38, 95–107.
- Ruiz, L.M. (1987). *Desarrollo motor y actividades físicas*. Madrid: Gymnos.
- Ruiz, L.M. (1994). *Deporte y Aprendizaje, procesos de adquisición y desarrollo de habilidades*. Aprendizaje Visor.
- Ruiz, L.M. y Graupera Sanz, J.L. (2003). Competencia motriz y género entre escolares españoles. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3 (10), 101-111. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista10/artcompetencia.htm>
- Sabaté, M., González, B., Rodríguez, M., (2007). Adapting movement planning to motor impairments: the motor-scanning system. *Neuropsychologia*, 45, 378–386. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.06.025>
- Satorra, A. y Bentler, P.M. (1988). *Scaling corrections for statistics in covariance structure analysis*. Los Angeles: UCLA statistics series 2.
- Shepard, R.N. y Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701–703. <http://dx.doi.org/10.1126/science.171.3972.701>

- Steiger, J. H. (1990). Structural model evaluation and modification: an interval estimation approach. *Multivariate Behavioral Research*, 25, 173-180. [http://dx.doi.org/10.1207/s15327906mbr2502\\_4](http://dx.doi.org/10.1207/s15327906mbr2502_4)
- Stinear, C.M., Fleming, M., Barber, P.A. y Byblow, W.D. (2007). Lateralization of motor imagery following stroke. *Clinical Neurophysiology*, 118, 1794–1801. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2007.05.008>
- Tabachnick, B. G., y Fidell, L. S. (1996). *Using multivariate statistics* (3rd ed.). New York: HarperCollins.
- Vayer, P. (1977). *El diálogo corporal*. Barcelona. Ed. Científico-Médica.
- Wellman, B.L. (1937). Motor Achievements of Preschool Children. *Child Educ.*, 13, 311-316. <http://dx.doi.org/10.1080/00094056.1937.10725446>
- Wilson, P.H., Maruff, P., Ives, S. y Currie, J. (2001). Abnormalities of motor and praxis imagery in children with DCD. *Human Movement Science*, 20, 135–159. [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9457\(01\)00032-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9457(01)00032-X)
- Wolpert, D.M. (1997). Computational approaches to motor control. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(6), 209–216. [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613\(97\)01070-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613(97)01070-X)
- Zacks, J. M. (2008). Neuroimaging studies of mental rotation: A meta-analysis and review. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 1, 1-19. <http://dx.doi.org/10.1162/jocn.2008.20013>

**Referencias totales / Total references: 52 (100%)**

**Referencias propias de la revista / Journal's own references: 3 (5,77%)**



Bailón-Cerezo, J.; Torres-Lacomba, M. y Gutiérrez-Ortega, C. (2016). Prevalencia del dolor de hombro en nadadores de competición: estudio piloto / Shoulder Pain Prevalence in Competitive Swimmers: A Pilot Study. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.317-334  
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artprevalencia717.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artprevalencia717.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.009>

## ORIGINAL

# PREVALENCIA DEL DOLOR DE HOMBRO EN NADADORES DE COMPETICIÓN: ESTUDIO PILOTO

## SHOULDER PAIN PREVALENCE IN COMPETITIVE SWIMMERS: A PILOT STUDY

Bailón-Cerezo, J.<sup>1</sup>; Torres-Lacomba, M.<sup>2</sup> y Gutiérrez-Ortega, C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduado en Fisioterapia por la Universidad de Alcalá, Madrid (España). [bailonfisioterapia@gmail.com](mailto:bailonfisioterapia@gmail.com)

<sup>2</sup> Doctora en Biomedicina. Departamento de Fisioterapia. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Alcalá, Madrid (España). [maria.torres@uah.es](mailto:maria.torres@uah.es)

<sup>3</sup> Doctor en Biología. Departamento de Epidemiología. Medicina Preventiva. Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla, Madrid (España). [kargut13@gmail.com](mailto:kargut13@gmail.com)

**AGRADECIMIENTOS:** a los nadadores y entrenadores de los Clubes participantes, porque sin ellos no hubiera sido posible realizar este estudio.

**Código UNESCO / UNESCO code:** 3213.11 Fisioterapia / Physiotherapy.

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 14. Fisioterapia y rehabilitación / Physiotherapy and rehabilitation.

**Recibido** 24 de junio de 2013 **Received** June 24, 2013

**Aceptado** 7 de noviembre de 2013 **Accepted** November 7, 2013

### RESUMEN

**Objetivos:** conocer la prevalencia de dolor de hombro en nadadores de competición, sus características y su relación con factores antropométricos y deportivos. **Métodos:** estudio de prevalencia. Ciento cuarenta nadadores/as entre 12 y 24 años cumplimentaron un cuestionario durante una fase de entrenamiento específico. **Resultados:** el 25,7% revelaron padecer dolor de hombro. Se hallaron relaciones estadísticamente significativas entre el dolor de hombro y episodios previos de dolor ( $p < 0,001$ ), experiencia superior a tres años ( $p = 0,014$ ), Índice de Masa Corporal ( $p = 0,015$ ) y la especialidad estilo ( $p = 0,008$ ) y distancia ( $p = 0,011$ ). El dolor fue significativamente más intenso durante la actividad que en reposo ( $p < 0,001$ ). **Conclusiones:** el dolor de hombro en nadadores de competición entre 12 y 24 años parece ser un problema frecuente

y repetitivo, que aumenta con la experiencia y que se asocia a la actividad, a un mayor Índice de Masa Corporal y a la especialidad del nadador.

**PALABRAS CLAVE:** natación, prevalencia, dolor de hombro, dolor, síndrome subacromial.

## ABSTRACT

**Objectives:** to investigate the prevalence of shoulder pain in competitive swimmers and find out the characteristics of pain as well as its relation to anthropometric and sports factors. **Methods:** prevalence study. A hundred and forty competitive swimmers between 12 and 24 years old completed a questionnaire in a high intensity training phase. **Results:** 25.7% swimmers reported shoulder pain. There were significant statistical correlations between shoulder pain and previous episodes of pain ( $p < 0.001$ ), more than three years of experience ( $p = 0.014$ ), Body Mass Index ( $p = 0.015$ ) and stroke ( $p = 0.008$ ) and distance ( $p = 0.011$ ) specialty. Pain was statistically correlated with activity ( $p < 0.001$ ). **Conclusions:** shoulder pain seems to be a frequent and repetitive problem in competitive swimmers between 12 and 24 years old, which increases with years of practice. Furthermore, it seems to be associated with the activity, a higher Body Mass Index and the swimmers' specialty.

**KEY WORDS:** swimming, prevalence, shoulder pain, pain, shoulder impingement syndrome.

## 1. INTRODUCCIÓN

Entre los nadadores de competición, las lesiones graves son poco frecuentes en comparación con otros deportes<sup>1</sup>. Sin embargo, las lesiones de hombro son bastante comunes y pueden llegar a ser invalidantes para la práctica de la natación de competición<sup>2</sup>. Los nadadores de élite entrenan durante 10-12 meses al año, diariamente, entre 7.315 y 18.288 metros al día; lo que supone más de 16.000 movimientos semanales sobre la articulación del hombro<sup>3,4</sup>. Además, la mayor parte de la fuerza propulsiva proviene del miembro superior<sup>4,5</sup>, mediante movimientos concéntricos de aducción y rotación interna de la articulación glenohumeral<sup>6</sup>. Estas condiciones de entrenamiento conllevan una importante fatiga muscular, debido al poco tiempo de recuperación del que se dispone<sup>3,5,7</sup>. Por otro lado, durante el estilo crol, que es el que más tiempo se practica durante un entrenamiento<sup>1,8,9</sup>, el estilo mariposa y el estilo espalda se han descrito posiciones de la articulación glenohumeral compatibles con un *impingement* subacromial<sup>10,11</sup>.

El término "hombro de nadador" fue empleado originalmente por Kennedy & Hawkins para dar nombre a un síndrome doloroso común en nadadores causado por un *impingement* subacromial repetitivo, consecuencia de los continuos movimientos del brazo por encima de la cabeza<sup>4</sup>. Desde entonces,

este término ha sido utilizado de manera generalizada como sinónimo de síndrome subacromial<sup>4,10,12-15</sup>; aunque en realidad, el término engloba un conjunto de afecciones articulares y periarticulares que llegan a provocar dolor en el hombro de un nadador y cuya etiología todavía no está clara<sup>1,7,10,16</sup>.

La incidencia anual del dolor de hombro en nadadores de competición ha sido cifrada en el 38%<sup>17</sup>. La prevalencia oscila entre el 10%<sup>18</sup> y el 35%<sup>19</sup> y el porcentaje de nadadores que lo ha padecido durante su carrera deportiva varía entre el 29,6%<sup>2</sup> y el 91%<sup>1</sup>. La variabilidad de estas cifras, de las que no se conoce su validez externa, se debe por un lado a las diferencias existentes a la hora de considerar un caso de dolor como positivo<sup>1,9,13,17-19</sup>, a la ausencia de criterios de exclusión<sup>9,13,18,19</sup>, o a la inclusión de solo mujeres en el estudio<sup>9</sup>.

Por otro lado, no se ha encontrado ningún estudio en la bibliografía consultada que haga referencia al momento de la temporada en que se encuentran los participantes. Durante la temporada deportiva de los nadadores, el contenido de sus entrenamientos varía en función del calendario competitivo, lo que podría influir en la epidemiología del dolor de hombro<sup>20</sup>. Estas circunstancias dificultan la comparación entre los mismos, así como conocer la prevalencia real de dolor de hombro en nadadores de competición.

Por otra parte, la relación del dolor de hombro con factores deportivos como el volumen de entrenamiento, la especialidad del nadador o el uso de palas muestra resultados variables en función del estudio, mientras que en otros casos no se ha podido establecer al carecer de análisis estadístico de los resultados<sup>13,18</sup>.

En este sentido, el propósito de este estudio es conocer la prevalencia del dolor de hombro en una fase de entrenamiento específico (alta intensidad) en nadadores de competición, así como identificar las características del mismo, y constatar si existe relación entre el citado dolor y factores antropométricos y deportivos.

## **2. PARTICIPANTES Y MÉTODOS**

### **2.1 Diseño**

Se realizó un estudio piloto de prevalencia entre enero y abril de 2013.

### **2.2 Participantes**

Dentro de la población accesible, formada por 12 grupos de entrenamiento de Clubes adscritos a la Federación Madrileña de Natación, con nadadores de nivel territorial, nacional e internacional, se realizó un muestreo consecutivo no probabilístico. Todos los grupos de entrenamiento, pertenecientes a las categorías Infantil, Junior y Absoluto (Tabla 1), tenían el mismo calendario de competiciones, se encontraban en una fase de

entrenamiento específico (alta intensidad) dentro de su ciclo de preparación y llevaban 5 meses de entrenamiento desde el inicio de la temporada. Se incluyó a todos aquellos nadadores de competición que cumplieran las citadas características.

Se excluyó a todos aquellos participantes que hubiesen presentado radiculopatía cervical; luxación de hombro, fractura o intervención quirúrgica en miembro superior o columna cervical en el último año; o con traumatismo reciente en la región del hombro.

**Tabla 1. Edad por categoría (Años cumplidos durante 2013).**

	Masculino	Femenino
Infantil	14, 15,16 años.	13-14 años.
Junior	17-18 años.	15-16 años.
Absoluto	19 años y mayores.	17 años y mayores.

Todos aquellos nadadores que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión y dieron su consentimiento escrito para participar en el estudio tras ser informados, fueron incluidos.

### 2.3 Recogida de datos

La recogida de datos se realizó después de una sesión de entrenamiento, en las instalaciones donde cada grupo desarrollaba su actividad y en presencia del investigador principal, con el fin de evitar la pérdida de datos. Para ello, se elaboró un cuestionario autocumplimentable, agrupando las variables analizadas por estudios previos<sup>1,2,9,13</sup> e incluyendo otras no recogidas por éstos, como las relativas a la práctica de otros deportes que involucren al miembro superior, el tratamiento de Fisioterapia, la localización del dolor, la sensación de dolor extendido desde espalda o cuello, o hacia el brazo y las consecuencias sobre el entrenamiento. El cuestionario fue entregado previamente a 15 nadadores (5 de cada categoría) para valorar su comprensión. Tras analizar sus aportaciones, se modificó la formulación de 5 preguntas para sustituir términos técnicos por otros comprensibles por la población diana.

Todos los grupos participaron en un margen de tiempo de una semana, para evitar posibles diferencias en cuanto a la fase de entrenamiento.

### 2.4 Variables

El cuestionario recogió las siguientes variables:

1. Datos personales y antropométricos: fecha de nacimiento, sexo, peso y altura.

2. Datos deportivos: edad de comienzo en natación de competición, especialidad, práctica de otros deportes que involucren el miembro superior y tratamiento de Fisioterapia.
3. Entrenamientos: realización de estiramientos y ejercicios con pesas.
4. Dolor y molestias: previas y actuales; intensidad del dolor durante la actividad y en reposo empleando la Escala Visual Analógica; localización del dolor en el mapa corporal; sensación de dolor extendido desde espalda o cuello, o hacia el brazo; momento de aparición en la sesión; momento de aparición en el ciclo de brazada; estilo al que se asocia; factores agravantes y consecuencias sobre el entrenamiento.

Las 13 primeras preguntas, correspondientes a los tres primeros apartados del cuestionario, iban dirigidas a todos los nadadores, mientras que las preguntas acerca del dolor de hombro solo fueron contestadas por los nadadores que padecían en ese momento la sintomatología.

Asimismo, se solicitó a los entrenadores los siguientes datos acerca del entrenamiento de cada nadador: número de sesiones de entrenamiento en piscina y kilómetros semanales en el momento del estudio; número de sesiones de entrenamiento en seco y su contenido.

## 2.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa *Statistical Package for the Social Sciences software* (SPSS®) versión 17.

Como índices de tendencia central y de dispersión de las variables cuantitativas de las distribuciones muestrales se empleó la media aritmética y la desviación estándar o la mediana y el rango intercuartílico, dependiendo de la asunción o no, respectivamente, del supuesto de la normalidad de las mismas determinado con el test de Kolmogorof-Smirnov (K-S). Para las variables categóricas se emplearon las frecuencias absolutas y relativas porcentuales.

La medida de asociación entre dos variables categóricas se efectuó mediante la  $\chi^2$  de Pearson, o la prueba exacta de Fisher cuando ambas eran dicotómicas, en cuyo caso la valoración del efecto se realizó mediante la estimación del riesgo con la razón de prevalencia (RP), y su precisión con su intervalo de confianza del 95%.

Para determinar la asociación entre una variable independiente dicotómica y dependiente cuantitativa de distribución paramétrica se empleó el test t de Student para muestras independientes. Se valoró el efecto mediante la diferencia de medias, y la precisión mediante el intervalo de confianza del 95%. Cuando la variable dependiente vulneraba el supuesto de la normalidad se empleó el test U de Mann Whitney, para muestras independientes, o el test de Wilcoxon para muestras apareadas. La medida del efecto se valoró mediante la diferencia de las medianas.

En todos los casos, como grado de significación estadística se empleó un valor de  $p < 0,05$ .

### 3. RESULTADOS

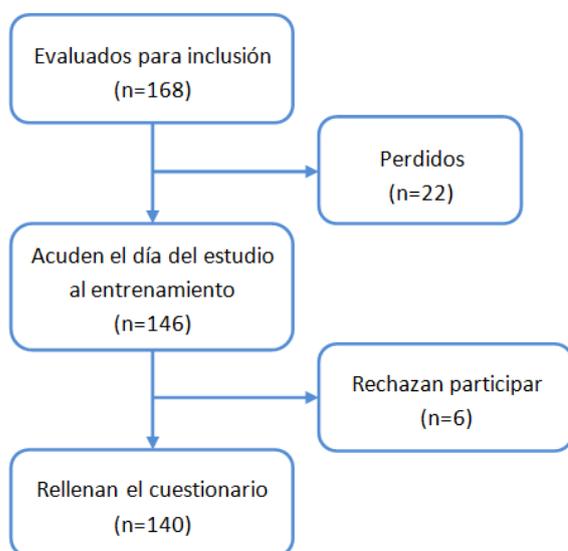


Figura 1. Flujo de participantes

140 nadadores federados de las categorías Infantil, Junior y Absoluto fueron incluidos. La Figura 1 muestra el paso de los participantes por las fases del estudio. Ninguno de los nadadores que no acudieron a la sesión de entrenamiento en la que se cumplimentó el cuestionario, y que se consideraron pérdidas, fue como consecuencia del dolor de hombro.

El tiempo invertido para cumplimentarlo fue de 10 minutos de media para los nadadores sin dolor y 20 minutos

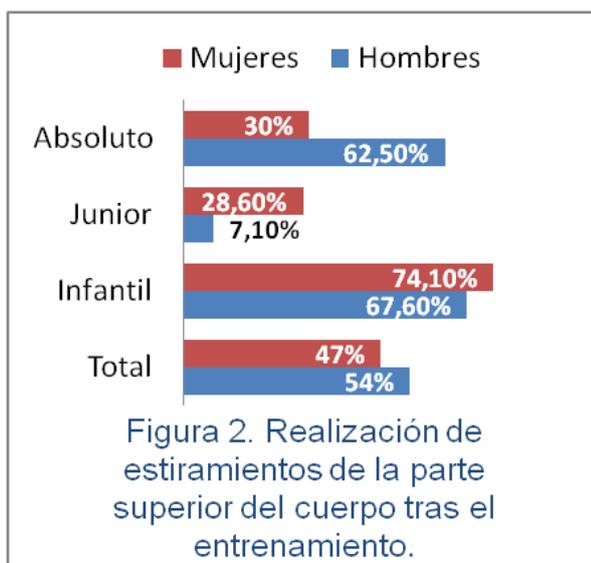
de media para los nadadores con dolor. No hubo datos perdidos para ninguna de las variables.

#### 3.1 Descripción de la muestra

La muestra estuvo compuesta por 72 hombres (51,4%) y 68 mujeres (48,6%). La media de edad y su desviación estándar fue de 15,8 (3,2) años. El rango de edad de los hombres fue desde los 13 a los 24 años, mientras que en las mujeres fue de los 12 a los 24 años.

Los datos antropométricos, por categorías y sexo se exponen en la Tabla 2, mientras que la exposición al entrenamiento se muestra en la Tabla 3.

De los 71 nadadores que indicaron realizar estiramientos de la parte superior del cuerpo después del entrenamiento (Figura 2), el 61% aseguró realizarlos menos de 10 minutos, frente al 39% que reveló invertir entre 10 y 20 minutos. El 78% afirmó realizar los estiramientos 3 o más veces por semana.



**Tabla 2.** Características de la muestra. Media (DE).

	Muestra completa			Infantil			Junior			Absoluto		
	Varón (n=72)	Mujer (n=68)	Total (n=140)	Varón (n=34)	Mujer (n=27)	Total (n=61)	Varón (n=14)	Mujer (n=21)	Total (n=35)	Varón (n=24)	Mujer (n=20)	Total (n=44)
Edad, años	16,8 (3,3)	14,8 (2,7)	15,8 (3,2)	14,1 (1)	12,56 (0,6)	13,41 (1,13)	16,6 (0,5)	14,57 (0,6)	15,4 (1,1)	20,8 (2,1)	18 (2,5)	19,5 (2,7)
Peso, kg.	66,2 (10,4)	53,4 (7,1)	60 (11)	59,6 (9,6)	49,4 (7,2)	55 (10)	67,9 (6,4)	54,5 (5,4)	59,9 (8,8)	74,5 (6,5)	57,8 (5,4)	66,9 (10,3)
Altura, cm.	175,4 (8,4)	163,4 (6,9)	169,6 (9,7)	171,4 (8,6)	160,2 (7,4)	166,5 (9,8)	175,4 (4,6)	164 (6,2)	168,5 (7,9)	181,1 (6,4)	167,2 (4,7)	174,8 (9)
IMC, kg/m <sup>2</sup>	21,4 (2,2)	19,9 (1,7)	20,7 (2,1)	20,2 (2,3)	19,2 (1,6)	19,7 (2,1)	22,1 (1,7)	20,3 (1,7)	21 (1,9)	22,7 (1,4)	20,6 (1,4)	21,8 (1,7)

**Tabla 3.** Exposición al entrenamiento.

	Media (DE)	Mediana (IQR)					
	Sesiones agua/semana.	Volumen semanal (m)	Volumen/sesión (m)	Sesiones fuerza hipertrofia en seco	Sesiones fuerza general en seco	Edad de comienzo	Años de práctica
Muestra completa (n=140)	6,42 (1,41)	30.000 (17.000)	5.000 (921)	0 (2,75)	2 (2)	8 (2)	7 (4,75)
Infantil (n=61)	6,08 (0,99)	27.000 (14.000)	5.400 (1.964)	0 (0)	3 (1)	8 (3)	5 (3)
Junior (n=35)	6,09 (1,24)	30.000 (17.000)	5.000 (1.229)	2 (3)	1 (2)	8 (3)	7 (3)
Absoluto (n=44)	7,16 (1,73)	40.000 (32.250)	5.414 (1.667)	2 (3)	1 (2)	8 (2)	10 (5,75)

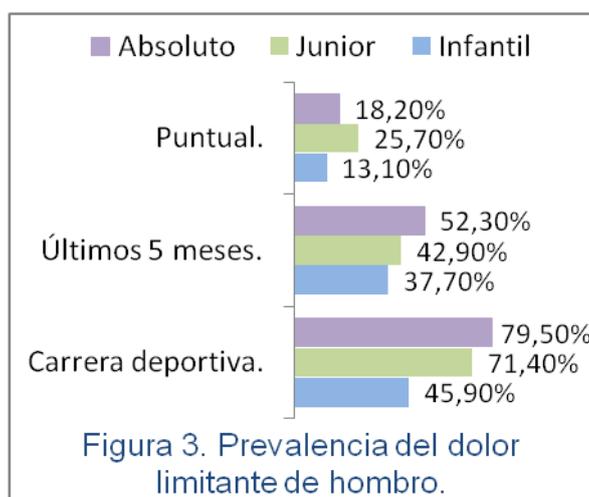
### 3.2 Prevalencia del dolor de hombro

Treinta y seis nadadores (25,7%) indicaron padecer dolor o molestias de hombro en el momento del estudio. Por categorías, la mayor prevalencia se encontró en nadadores absolutos (34,1%), seguidos de junior (28,6%) e infantiles (18%).

Los datos de prevalencia por sexo y categoría se exponen en la Tabla 4, mientras que la prevalencia de dolor limitante de hombro, para la que solo se ha considerado a los nadadores a los que su dolor les limitaba sus entrenamientos, se muestra en la Figura 3.

**Tabla 4. Prevalencia del dolor de hombro por categoría y sexo.**

	Muestra completa	Infantil	Junior	Absoluto
<b>Hombres</b>	18/72 (25%)	8/34 (23,5%)	4/14 (28,6%)	7/24 (29,2%)
<b>Mujeres</b>	18/68 (26,5%)	4/27 (14,8%)	6/21 (28,6%)	8/20 (40%)



Para la estadística inferencial y la descripción de las características del dolor de hombro, se tomaron como casos positivos todos los sujetos con dolor, implicase o no limitaciones, debido al reducido tamaño muestral de nadadores con dolor.

### 3.3 Dolor con relación a variables antropométricas y deportivas (Tabla 5)

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el sexo y el dolor de hombro en ninguno de los grupos. Sin embargo, el Índice de Masa Corporal (IMC) y el dolor de hombro sí mostraron relación estadísticamente significativa ( $p=0,015$ ). La media del IMC de los nadadores con dolor se situó en 21,43 mientras que la de los nadadores sin dolor fue de 20,43.

Los nadadores que habían indicado padecer algún episodio de dolor limitante de hombro entre septiembre y enero mostraron 4,5 veces más riesgo de presentar dolor en el momento del estudio (IC95%: 2,2-9,2) que los que no lo habían padecido, mientras que los que lo habían sufrido en algún momento de su carrera deportiva mostraron 4,7 veces más riesgo de presentar dolor en el momento del estudio (IC95%: 1,8-12,6).

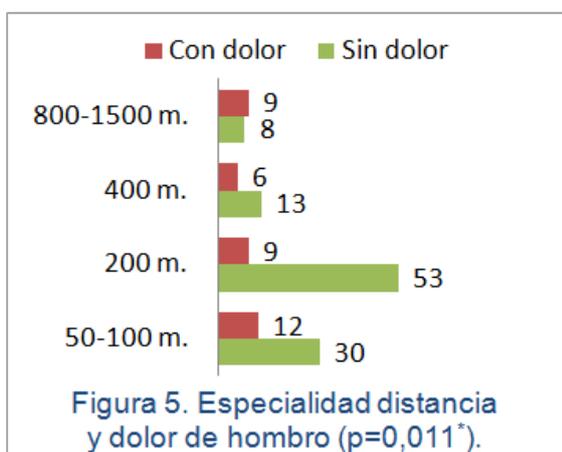
**Tabla 5. Dolor en relación con variables antropométricas y deportivas.**

Variables	Sin dolor (n=104)	Con dolor (n=36)	p
<b>Datos antropométricos. Media(DE)</b>			
Edad.	15,63 (3,19)	16,39 (3,12)	,215 <sup>a</sup>
Altura, cm.	169,13 (9,76)	170,89 (9,73)	,354 <sup>a</sup>
Peso, kg.	58,98 (11,07)	62,89 (10,21)	,065 <sup>a</sup>
Índice masa corporal, kg/m <sup>2</sup> .	20,43 (2,06)	21,43 (2,11)	.015 <sup>a</sup>
<b>Exposición al entrenamiento. Mediana (IQR)</b>			
Sesiones agua/semana.	6,42 (1,34)	6,42 (1,59)	,981 <sup>a</sup>
Volumen semanal, m.	30.000 (17.750)	30.000 (18.750)	,547 <sup>b</sup>
Volumen medio por sesión.	5.000 (1.279)	5.200 (1.806)	,199 <sup>b</sup>
Sesiones seco hipertrofia.	0 (2)	0 (3)	,589 <sup>b</sup>
Sesiones seco fuerza general.	2 (2)	2 (2,75)	,436 <sup>b</sup>
Edad de comienzo.	9 (2,15)	8,56 (1,54)	,208 <sup>a</sup>
<b>Exposición al entrenamiento por rangos. Frecuencias absolutas.</b>			
Volumen semanal, m. (≤20.000m/>20.000)	20/84	5/31	,616 <sup>c</sup>
Volumen semanal, m. (≤30.000m/>30.000)	81/23	27/9	,818 <sup>c</sup>
Volumen semanal, m. (≤40.000m/>40.000)	58/46	21/15	,847 <sup>c</sup>
Años de práctica (0 a 3/>3)	25/79	2/34	0,014 <sup>c</sup>
<b>Datos deportivos. Frecuencias absolutas.</b>			
Sexo (hombre/mujer)	54/50	18/18	,849 <sup>c</sup>
Respiración durante el crol (unilateral/bilateral)	67/37	20/16	,426 <sup>c</sup>
Práctica previa de otros deportes con MS* (sí/no)	37/67	11/25	0,685 <sup>c</sup>
Práctica semanal de otros deportes con MS* (sí/no)	18/86	9/27	,220 <sup>c</sup>
Tratamiento mensual Fisioterapia (sí/no)	15/89	12/24	0,025 <sup>c</sup>
Ejercicios con pesas (sí/no)	75/29	29/7	0,381 <sup>c</sup>
Dolor limitante durante carrera deportiva (sí/no)	56/48	32/4	<0,001 <sup>c</sup>
Dolor limitante durante esta temporada (sí/no)	33/71	28/8	<0,001 <sup>c</sup>
Estiramientos después del entrenamiento (sí/no)	54/50	17/19	0,700 <sup>c</sup>
Tiempo estiramientos (<10 min./10-20 min.) (n=54)	32/22	11/6	0,458 <sup>c</sup>
Frecuencia estiramientos (1-2 veces/>2 veces) (n=17)	12/42	4/13	1 <sup>c</sup>
*Miembro superior.			
<sup>a</sup> Test t de Student.			
<sup>b</sup> Test U de Mann-Whitney.			
<sup>c</sup> Estadístico exacto de Fisher.			

La presencia del dolor de hombro y llevar más de 3 años de práctica en la natación de competición mostraron una relación estadísticamente significativa ( $p=0,014$ ). Los nadadores con 3 o menos años de práctica revelaron un 75% menos de probabilidades de padecer dolor de hombro (IC95%: 0,63-0,962).

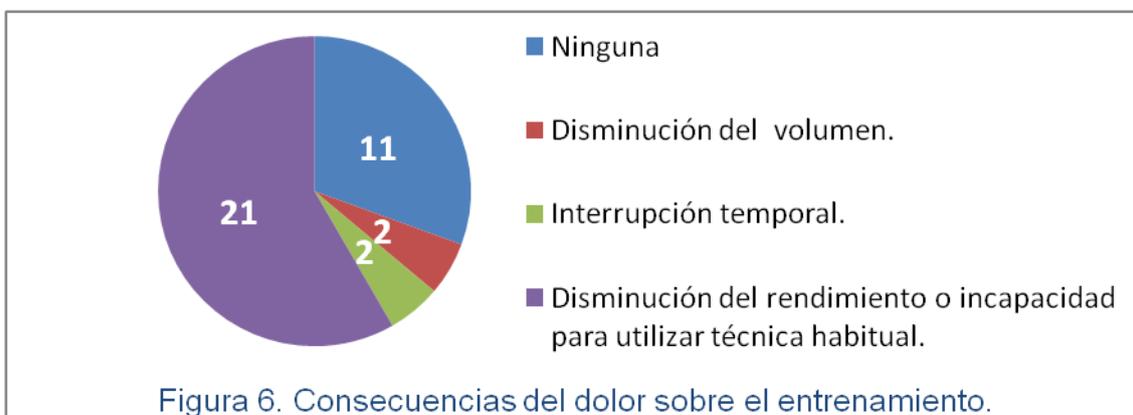
La presencia de dolor de hombro y el acudir a tratamiento de Fisioterapia de manera habitual (2 o más veces al mes) mostró una relación estadísticamente significativa ( $p=0,025$ ).

La presencia de dolor de hombro y el estilo (Figura 4) y distancia (Figura 5) especialidad del nadador mostraron relaciones estadísticamente significativas.



\* $\chi^2$  de Pearson

Las consecuencias del dolor sobre el entrenamiento pueden observarse en la Figura 6.



### 3.4 Características del dolor

De los 36 nadadores con dolor de hombro, 24 tenían dolor unilateral, más frecuentemente en el derecho (15) que en el izquierdo (9). El dolor bilateral estaba presente en 12 de los nadadores. Las zonas lateral y anterior fueron indicadas como dolorosas por 23 de los nadadores, mientras que la zona posterior fue reconocida como dolorosa por 20 de los nadadores. Veintiún nadadores afirmaron que el dolor se extendía desde la espalda o cuello, o hacia el brazo.

En cuanto al momento de aparición, 21 nadadores indicaron que el dolor se producía o agudizaba solo durante el entrenamiento, más frecuentemente en la segunda mitad (14), que en la primera (7); 12 afirmaron que se producía o agudizaba antes, durante y después del entrenamiento; mientras que 3 manifestaron que solo ocurría antes o después del entrenamiento. En cuanto a la fase de brazada, el dolor se producía o se agudizaba en la fase aérea en 13 nadadores, en la subacuática en 13 nadadores, y continuamente en 9 nadadores. Tan solo 1 nadador afirmó que no se producía o agudizaba en ninguna de las fases.

El estilo crol fue identificado como agravante del dolor de hombro por 32 de los 36 nadadores, el estilo mariposa por 17, el estilo espalda por 15 y el estilo braza por 11.

El uso de palas fue identificado como agravante del dolor de hombro por 24 de los sujetos, las pesas por 9, el uso de tabla por 5, y los estiramientos en un solo caso.

La mediana y rango intercuartílico de la intensidad del dolor en la Escala Visual Analógica durante la actividad fue de 5 (2,88) cm., significativamente mayor ( $p < 0,001$ ) que la intensidad en reposo, cuya mediana y rango intercuartílico fue de 2,25 (2,68) cm.

### 3.5 Tamaño muestral para un futuro estudio de prevalencia

Aceptando un riesgo alfa de 0,95 para una precisión de +/- 0,05 unidades en un contraste bilateral para una proporción estimada de 0,179 sujetos con un dolor limitante de hombro, se precisa una muestra aleatoria poblacional de 226 sujetos, asumiendo que la población es infinita. Se ha estimado una tasa de reposición del 0%. Bajo las mismas circunstancias, para una proporción estimada de 0,257 sujetos con dolor de hombro, sin implicar limitaciones sobre el entrenamiento, se precisa una muestra aleatoria poblacional de 294 sujetos.

## 4. DISCUSIÓN

Según el conocimiento de los autores del presente manuscrito, este es el primer estudio de prevalencia de dolor de hombro realizado en nadadores

españoles y que hace referencia al momento de la temporada en que se encuentran los participantes, una fase de entrenamiento específico, de alta intensidad.

Con un intervalo de confianza del 95% y una precisión de +/- 0,064 unidades, la prevalencia del dolor hombro limitante para la actividad deportiva de los nadadores se sitúa en el 17,9%, mientras que la prevalencia de este dolor, sin implicar limitación de los entrenamientos en el momento del estudio, se sitúa en el 25,7% +/- 0,072. Este dolor, que está asociado a la actividad y no muestra una localización más frecuente, ha mostrado relación estadísticamente significativa con los episodios previos de dolor, el IMC y la especialidad del nadador. Además, se ha identificado como factor de riesgo el tener más de 3 años de experiencia.

#### **4.1 Prevalencia**

La división de la muestra por grupos de edad varía en función de la distribución de las categorías de competición y es diferente según el país en el que se realiza el estudio. A pesar de ello, los datos de prevalencia de dolor limitante de hombro por grupos de edad obtenidos en este estudio se asemejan a los publicados por McMaster & Troup<sup>18</sup> en 1993, con una muestra de 1262 nadadores norteamericanos. Los grupos de edad de este estudio fueron de 13-14 años, 15-16 años, 19,5 años y mostraron una prevalencia del 10%, 23% y 26% respectivamente frente al 13%, 26% y 18% obtenidos en el presente estudio. Tate *et al.*<sup>9</sup> publicaron en 2012 un estudio sobre nadadoras en el que los grupos de edad, similares a los de este estudio (12-14 y 15-19 años) mostraban también datos de prevalencia afines: 18,6% en el primer grupo y 22,6% en el segundo.

El porcentaje de nadadores que indica haber padecido dolor de hombro limitante durante su carrera deportiva en este estudio es también muy similar en todos los grupos al observado por McMaster & Troup<sup>18</sup> (46%, 65%, 73%) frente al 45,9%, 71,4%, 79,5% obtenidos en este estudio; mientras que tomando la muestra completa, el 62,9% hallado es inferior al 91% reportado por Sein *et al.*<sup>1</sup> en 2010. Esto puede deberse a que consideraron cualquier episodio de dolor como positivo, implicara o no limitación.

#### **4.2 Dolor con relación a factores antropométricos y deportivos**

La prevalencia del dolor de hombro y el sexo no muestran relación, acorde con los resultados de otros estudios previos<sup>13,18,21</sup>. Sin embargo en la muestra de este estudio existe relación estadísticamente significativa ( $p=0,015$ ) entre el IMC y la prevalencia del dolor de hombro, siendo más elevada entre los nadadores con mayor IMC. Un estudio previo en nadadores de competición<sup>9</sup> no ha mostrado relaciones en este sentido, aunque sí lo ha hecho una muestra de deportistas que utilizan el miembro superior<sup>2</sup>. Esto podría ser debido al mayor

esfuerzo realizado por los miembros superiores de estos nadadores para propulsar su cuerpo.

Por otro lado, los nadadores que han padecido episodios previos de dolor muestran 4,7 veces más riesgo de padecerlo, acorde con los resultados obtenidos por Walker *et al.*<sup>17</sup> en un estudio prospectivo, en el que identificaron que los nadadores con dolor tenían 4,1 veces más posibilidades de padecer un nuevo episodio. Además, se ha encontrado relación estadísticamente significativa entre el dolor de hombro y los años de práctica de natación de competición, mostrándose como factor protector el llevar menos de 3 años de práctica. Estudios previos han obtenido resultados en la misma dirección<sup>1,9,13,18</sup>. Las variables de exposición al entrenamiento, relacionadas en algunos estudios transversales con el dolor de hombro<sup>1,9,18</sup> no muestran relación estadísticamente significativa en esta muestra, en la misma línea que otros estudios longitudinales (retrospectivos<sup>21</sup> y prospectivos<sup>17</sup>), y transversales<sup>12,13</sup>. Se requieren estudios de mayor tamaño muestral en cada grupo de edad para poder analizar esta relación.

La presencia de dolor de hombro en el momento del estudio y el estilo especialidad del nadador mostró una relación estadísticamente significativa ( $p=0,008$ ) así como con la distancia especialidad ( $p=0,011$ ), revelando una mayor prevalencia en nadadores cuya especialidad son los estilos o el crol y aquellos que compiten en pruebas de más de 400 metros. Durante una fase de entrenamiento específico, en la que se encontraban los participantes en este estudio, se entrenan en mayor medida las pruebas y estilos específicos de cada nadador, lo que podría explicar la diferencia respecto a estudios previos que no han encontrado relaciones en este sentido<sup>1,9,20,21</sup>.

El estilo crol es el estilo más practicado por todos los nadadores durante un entrenamiento<sup>1,8,9</sup>. De acuerdo con esta circunstancia, 32 de los 36 nadadores con dolor de hombro en este estudio indicaron que el estilo crol producía o exacerba su sintomatología, mientras que McMaster & Troup<sup>18</sup> identificaron el estilo mariposa como el más doloroso. Sin embargo, Wymore *et al.*<sup>20</sup> no encontraron diferencias significativas en cuanto a la intensidad del dolor y el estilo. Esta variabilidad de resultados alude al hecho de que no haya un estilo más doloroso de practicar por los nadadores con dolor.

El uso de palas ha sido identificado como agravante del dolor de hombro por 24 de los 36 nadadores con dolor, acorde con lo que se había publicado previamente<sup>18,13</sup>. Tate *et al.*<sup>9</sup>, en un reciente estudio transversal, no encontraron relación entre el uso de palas y el dolor de hombro, lo que sugiere que el uso de palas podría no ser una causa, sino un agravante.

La consecuencia más frecuente del dolor de hombro sobre el entrenamiento es el descenso del rendimiento y la incapacidad de usar la técnica de nado habitual. En este sentido, en nadadores con dolor de hombro y signos clínicos de síndrome subacromial, se han documentado variaciones del

reclutamiento muscular y de la técnica de nado<sup>22,23</sup>, lo que podría implicar posiciones potencialmente lesivas<sup>10,11</sup>.

### 4.3 Características del dolor

Los nadadores sufren más frecuentemente dolor unilateral, según se desprende de los resultados de este estudio y otros anteriores<sup>1,12,13</sup>. Además, existe una tendencia hacia una mayor frecuencia del lado derecho, aunque no se ha encontrado relación estadísticamente significativa con el lado de respiración durante el crol.

Estudios previos<sup>12,13</sup> habían sugerido que el dolor de hombro en nadadores de competición sería más frecuentemente anterolateral. Richardson *et al.*<sup>13</sup>, extrajeron la información acerca de las características del dolor de manera retrospectiva en parte de la muestra, con el posible sesgo de información que conlleva. La muestra estudiada por Bak & Fauno<sup>12</sup> estaba compuesta por nadadores con dolor y signos clínicos de síndrome subacromial, por lo que es de esperar un mayor dolor de la zona antero lateral. Por el contrario, los resultados obtenidos en este estudio, donde no se ha identificado predominio de ninguna zona de dolor, están más acorde con la causa multifactorial del dolor de hombro así como con un estudio reciente que revela una elevada prevalencia de pequeñas contracturas musculares denominadas puntos gatillo miofasciales<sup>24</sup> en músculos de nadadores de competición, pudiendo estos provocar dolor en diferentes localizaciones del hombro<sup>25</sup>.

En este sentido, 21 de los 36 nadadores con dolor de este estudio, indicaron que el dolor se extendía desde la espalda o cuello, o hacia el brazo, lo que podría ser una manifestación de la presencia de puntos gatillo miofasciales en músculos como pectoral mayor, dorsal ancho o redondo mayor, principales músculos propulsores en natación<sup>13,26,27</sup>, y subescapular, serrato anterior, trapecio superior y redondo menor, activos durante todo el ciclo de brazada<sup>26,27</sup>. Además, el dolor ha sido significativamente mayor durante la actividad que durante el reposo ( $p < 0,001$ ). Ambas características están presentes en personas con puntos gatillo miofasciales activos<sup>24</sup>. No se ha encontrado ningún estudio en la bibliografía consultada que haya evaluado previamente tanto el dolor en actividad y en reposo, como la distribución del mismo en nadadores de competición.

Dado el carácter repetitivo del dolor de hombro así como las condiciones de fatiga muscular que implica este deporte, los resultados obtenidos sugieren la necesidad de mejorar algunos métodos de prevención de lesiones músculo-esqueléticas en deportistas, como la práctica de estiramientos, llevada a cabo sólo por el 50% de los nadadores, y la actuación fisioterapéutica, mayoritariamente demandada una vez establecido el episodio de dolor.

#### 4.4 Limitaciones del estudio

El diseño transversal del estudio impide establecer una relación causal entre los factores estudiados y el dolor de hombro. Además, implica que los casos más graves, en los que se haya tenido que abandonar los entrenamientos de manera definitiva, no hayan participado en el mismo. Esto hace necesarios más estudios con un mayor tamaño muestral así como un diseño longitudinal prospectivo que permitan corroborar los resultados de este estudio así como extrapolar resultados a toda la población de nadadores de competición con los márgenes de error adecuados.

#### 5. CONCLUSIONES

El dolor de hombro en nadadores de competición entre 12 y 24 años parece ser un problema frecuente (durante una fase de entrenamiento específico) y repetitivo. Su prevalencia parece aumentar con más de tres años de experiencia, afectar al rendimiento de estos deportistas y asociarse a aquellos nadadores con un mayor índice de masa corporal, a nadadores cuya especialidad es el crol o los estilos, y a pruebas de más de 400 metros. Además, el dolor parece ser más frecuentemente unilateral, estar asociado a la actividad y localizarse tanto en la zona anterior como en la lateral y posterior del hombro.

#### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Sein M, Walton J, Linklater J, Appleyard R, Kirkbride B, Kuah D, et al. Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy. *Br J Sports Med.* 2010;44(2):105-13.
- (2) Mohseni-Bandpei M, Keshavarz R, Minoonejhad H, Mohsenifar H, Shakeri H. Shoulder Pain in Iranian Elite Athletes: The Prevalence and Risk Factors. *J Manipulative Physiol Ther.* 2012;35(7):541-8.
- (3) Borsa P, Scibek J, Jacobson J, Meister K. Sonographic Stress Measurement of Glenohumeral Joint Laxity in Collegiate Swimmers and Age-Matched Controls. *Am J Sports Med.* 2005;33(7):1077-84.
- (4) Pink MM, Tibone JE. The painful shoulder in the swimming athlete. *Orthop Clin North Am.* 2000;31(2):247-61.
- (5) Weldon EJ, Richardson AB. Upper extremity overuse injuries in swimming. A discussion of swimmer's shoulder. *Clin Sports Med.* 2001;20(3):423-38.
- (6) Bak K, Magnusson SP. Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *Am J Sports Med.* 1997;25(4):454-9.
- (7) Bak K. The Practical Management of Swimmer's Painful Shoulder: Etiology, Diagnosis, and Treatment. *Clin J Sport Med.* 2010;20(5):386-90.
- (8) Heinlein S, Cosgarea A. Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Health.* 2010;2(6):519-25.
- (9) Tate A, Turner G, Knab S, Jorgensen C, Strittmatter A, Michener L. Risk Factors Associated With Shoulder Pain and Disability Across the Lifespan of Competitive Swimmers. *J Athl Train.* 2012;47(2):149-58.

- (10) Yanai T, Hay JG, Miller GF. Shoulder impingement in front-crawl swimming: I. A method to identify impingement. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):21-9.
- (11) Yanai T, Hay JG. Shoulder impingement in front-crawl swimming: II. Analysis of stroking technique. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(1):30-40.
- (12) Bak K, Faunø P. Clinical findings in competitive swimmers with shoulder pain. *Am J Sports Med.* 1997;25(2):254-60.
- (13) Richardson AB, Jobe FW, Collins HR. The shoulder in competitive swimming. *Am J Sports Med.* 1980; 8(3):159-63.
- (14) McMaster WC, Long SC, Caiozzo VJ. Shoulder torque changes in the swimming athlete. *Am J Sports Med.* 1992;20(3):323-7.
- (15) Ludewig PM, Reynolds JF. The Association of Scapular Kinematics and Glenohumeral Joint Pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(2):90-104.
- (16) Allegrucci M, Whitney SL, Irrgang JJ. Clinical implications of secondary impingement of the shoulder in freestyle swimmers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(6):307-18.
- (17) Walker H, Gabbe B, Wajswelner H, Blanch P, Bennell K. Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors. *Phys Ther Sport.* 2012;13(4):243-9.
- (18) McMaster WC, Troup J. A survey of interfering shoulder pain in United States competitive swimmers. *Am J Sports Med.* 1993;21(1):67-70.
- (19) McMaster WC, Roberts A, Stoddard T. A Correlation Between Shoulder Laxity and Interfering Pain in Competitive Swimmers. *Am J Sports Med.* 1998;26(1):83-6.
- (20) Wymore L, Reeve RE, Chaput CD. No correlation between stroke specialty and rate of shoulder pain in NCAA men swimmers. *Int J Shoulder Surg.* 2012;6(3):71-5.
- (21) Wolf BR, Ebinger AE, Lawler MP, Britton CL. Injury Patterns in Division I Collegiate Swimming. *Am J Sports Med.* 2009; 37(10):2037-42.
- (22) Scovazzo ML, Browne A, Pink M, Jobe FW, Kerrigan J. The painful shoulder during freestyle swimming. An electromyographic cinematographic analysis of twelve muscles. *Am J Sports Med.* 1991;19(6):577-82.
- (23) Pink M, Jobe FW, Perry J, Browne A, Scovazzo ML, Kerrigan J. The painful shoulder during the butterfly stroke. An electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. *Clin Orthop.* 1993;(288):60-72.
- (24) Simons DG, Travell JG, Simons LS. Dolor y Disfunción Miofascial: El manual de los puntos gatillo. Volumen 1. Mitad superior del cuerpo. 2ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2002.
- (25) Hidalgo Lozano A, Fernández-de-las-Peñas C, Calderón-Soto C, Domingo-Cámara A, Madeleine P, Arroyo-Morales M. Elite swimmers with and without unilateral shoulder pain: mechanical hyperalgesia and active/latent muscle trigger points in neck-shoulder muscles. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;23(1):66-73.
- (26) Pink M, Jobe FW, Perry J, Kerrigan J, Browne A, Scovazzo ML. The normal shoulder during the butterfly swim stroke. An electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. *Clin Orthop.* 1993;(288):48-59.

- (27) Pink M, Perry J, Browne A, Scovazzo ML, Kerrigan J. The normal shoulder during freestyle swimming. An electromyographic and cinematographic analysis of twelve muscles. Am J Sports Med. 1991;19(6):569-76.

**Número de citas totales / Total references: 27 (100%)**

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)**

Ramos, P.; Jiménez-Iglesias, A.; Rivera, F. y Moreno, C. (2016) Evolución de la práctica de la actividad física en los adolescentes españoles / Physical Activity Trends in Spanish Adolescents. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.335-353 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artevolucion692.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artevolucion692.htm)  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.010>

## ORIGINAL

# EVOLUCIÓN DE LA PRÁCTICA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LOS ADOLESCENTES ESPAÑOLES

## PHYSICAL ACTIVITY TRENDS IN SPANISH ADOLESCENTS

Ramos, P.<sup>1</sup>; Jiménez-Iglesias, A.<sup>2</sup>; Rivera, F.<sup>3</sup> y Moreno, C.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Profesora Contratada Doctora. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Sevilla. España. pilarramos@us.es

<sup>2</sup> Personal Docente e Investigador. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Sevilla. España. amjimigl@us.es

<sup>3</sup> Profesor Asociado. Departamento de Psicología, Universidad de Huelva. España. francisco.rivera@dpsi.uhu.es

<sup>4</sup> Catedrática de Universidad. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Sevilla. España. mcmoreno@us.es

**AGRADECIMIENTOS:** Esta investigación ha sido realizada gracias a los sucesivos convenios de colaboración firmados entre el Ministerio de Sanidad y Consumo y la Universidad de Sevilla para la ejecución del estudio HBSC (*Health Behaviour in School-aged Children*) en España.

**Código UNESCO / UNESCO code:** 6102 Psicología del niño y del adolescente / Adolescent and child psychology

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification** 15 Psicología del deporte / Sport Psychology

**Recibido** 20 de febrero de 2013 **Received** February 20, 2013

**Aceptado** 14 de junio de 2013 **Accepted** June 14, 2013

### RESUMEN

Este estudio se propone conocer la evolución de la práctica de actividad física moderada-vigorosa y examinar si la tendencia se mantiene en función de factores sociodemográficos, como el sexo y la edad, así como de factores socioeconómicos y su influencia según la comunidad autónoma. La muestra está compuesta de adolescentes españoles de 11 a 18 años de las ediciones 2002 y 2006 del estudio *Health Behaviour in School-aged Children* (HBSC). Los principales resultados muestran que, a pesar de un cierto aumento en el nivel de actividad física en los cuatro años que distan entre ambas ediciones

(especialmente en los adolescentes más pequeños), estos niveles se encuentran todavía lejos de las recomendaciones. Asimismo, los datos señalan como necesidades más urgentes promover un estilo de vida activo en los adolescentes de 13 años en adelante (especialmente en las chicas) y en los adolescentes de niveles socioeconómicos más bajos de determinadas comunidades autónomas.

**PALABRAS CLAVE:** actividad física moderada-vigorosa, adolescencia, sexo, edad, capacidad adquisitiva familiar, comunidad autónoma.

## **ABSTRACT**

This study tries to find out the tendency of moderate-to-vigorous physical activity and to assess whether the trends are maintained with regard to socio-demographic factors such as sex and age, and also socio-economic factors and how they vary depending on the region. The sample comprises Spanish adolescents aged between 11 and 18 years, from the 2002 and 2006 surveys of the Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study. The main results reveal that, despite a certain increase in physical activity level in the four years span between both surveys (particularly in younger adolescents), these levels are still a long way from the recommendations. Likewise, data highlight, as immediate needs, the promotion of an active lifestyle among adolescents from 13 years onwards (particularly among the girls) and also among adolescents of lower socio-economic status in some regions.

**KEY WORDS:** moderate-to-vigorous physical activity, adolescence, sex, age, Family Affluence Scale, region.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad está generalmente aceptado el papel central que tiene la actividad física en la prevención de muchas enfermedades, generando beneficios físicos, psicológicos y sociales, por lo que se trata de un elemento clave en un estilo de vida saludable. La adolescencia es una etapa importante en la formación del estilo de vida saludable y, en concreto, del hábito de hacer ejercicio físico, ya que en este periodo evolutivo se aprenden comportamientos que tienen grandes repercusiones para la salud de las personas, tanto a corto como a largo plazo, y que serán difíciles de modificar en la vida adulta (Crockett y Petersen, 1993; Elliot, 1993; Heaven, 1996).

Como es bien sabido, la infancia es un periodo donde se realiza abundante ejercicio físico, ya que siguiendo una tendencia biológica natural, los juegos durante esta etapa implican más movimiento y actividad, mientras que durante la adolescencia las opciones recreativas se tornan cada vez más sedentarias. A la preocupación por la inactividad física durante la adolescencia se suma el vertiginoso aumento de las nuevas tecnologías de ocio (ordenadores, televisión, videoconsolas...), que podrían limitar el tiempo que los jóvenes

dedican a otro tipo de actividades (como es el ejercicio físico). En este sentido, son muchas las investigaciones que demuestran la relación de estos hábitos de vida con el aumento del sobrepeso y de la obesidad de la población, especialmente infanto-juvenil (Hickman, Roberts y Gaspar de Matos, 2000; Roberts, Tynjälä y Komkov, 2004; Vicente-Rodríguez et al., 2008). De hecho, aunque las enfermedades crónicas asociadas con la inactividad física raramente se manifiestan antes de la adultez media, en la etapa adolescente ya se encuentran algunas relaciones de dicha inactividad con el sobrepeso y la obesidad, la salud músculo-esquelética y la salud mental (e.g., Strong et al., 2005).

Además, está constatado que bajos niveles de actividad en las primeras décadas de la vida están asociados con más factores de riesgo fisiológico en la adultez (U.S. Department of Health and Human Services, 1996). Asimismo, la importancia de evitar la inactividad física durante la adolescencia aún toma más sentido cuando se demuestra que dicha inactividad se prorroga en la adultez, ya que un nivel de actividad física limitado en la juventud predispone a desarrollar estilos de vida sedentarios a lo largo de la vida (Tammelin, Näyhä, Laitinen, Rintamäki y Järvelin, 2003; Larouche, Laurencelle, Shephard y Trudeau, 2012).

Cuando se analizan los resultados a lo largo del tiempo, algunos estudios han puesto de manifiesto un progresivo y alarmante deterioro en la capacidad aeróbica de los adolescentes respecto a lo que ocurría en décadas anteriores (Suris, Michaud, Chossis y Jeannin, 2006; Tomkinson, Olds y Gulbin, 2003; Westerstahl, Barnekow-Bergkvist, Hedberg y Jansson, 2003). Existen varias hipótesis para explicar estos resultados, siendo las más citadas el incremento del sedentarismo en las sociedades industrializadas (Garland et al., 2011; Tomkinson et al., 2003) y, por otra parte, la falta de tiempo para dedicar a la práctica deportiva, ya sea por la presión del éxito en la actividad escolar y futuro profesional o bien por la gran cantidad de actividades sociales o individuales que hoy día compiten con el tiempo y la energía que los jóvenes pueden dedicar a la práctica deportiva (Suris et al., 2006). Ahora bien, no todas las investigaciones coinciden en esta evolución, concretamente un estudio realizado con adolescentes entre 11 y 15 años de siete países europeos demuestra, en general, una estabilidad o pequeño incremento de la actividad física vigorosa desde mitad de la década de los 80 del siglo XX hasta comienzo del siglo XXI (Samdal et al., 2006).

Por otro lado, multitud de estudios confirman el mayor nivel de actividad física en los chicos adolescentes en comparación con las chicas (e.g., Borraccino et al., 2009). Concretamente, en el caso de los adolescentes españoles, Ortega et al. (2005) demuestran con una muestra de jóvenes entre 13 y 18 años que, a excepción del test de flexibilidad, los chicos varones tienen una mejor forma física que las chicas. Cuando las diferencias entre chicos y chicas en el nivel de actividad física se evalúan utilizando otras medidas objetivas, como el *Computer Science and Applications Inc. (CSA) 7164 activity monitor*, las diferencias se corroboran, de manera que siguen siendo los chicos los que presentan mayor nivel de actividad física (Troost et al., 2002). Así mismo, en relación con la

evolución del nivel de actividad física con la edad, también se encuentra una alta coincidencia en los resultados de diferentes investigaciones, que apuntan a una clara disminución de dicha actividad a medida que los adolescentes se van haciendo mayores (Olds et al., 2009), especialmente en el caso de las chicas (Ramos, Rivera, Moreno y Jiménez-Iglesias, 2012).

Sin embargo, a diferencia de las anteriores variables sociodemográficas, las variaciones en el nivel de actividad física de los adolescentes en función de su nivel socioeconómico no han sido estudiadas con tanta profundidad. En este sentido, algunos estudios muestran una correlación positiva entre ambas variables en esta etapa evolutiva (Borraccino et al., 2009; Sallis, Zakarian, Hovell y Hofstetter, 1996; Walters, Barr-Anderson, Wall y Neumark-Sztainer, 2009). Ahora bien, es importante corroborar dicha relación con muestras realmente representativas de la población adolescente en España. Aún más, teniendo en cuenta la transferencia de políticas que existe en España sobre las comunidades autónomas, sería relevante conocer si dicha relación entre nivel socioeconómico y actividad física se mantiene en todas las comunidades autónomas de España.

Por tanto, la alarma social que anuncia la tendencia decreciente de los niveles de actividad física en la última década necesita ser contrastada con datos válidos de la población a tratar. En este sentido, este estudio tiene el objetivo de mostrar con datos realmente representativos de la población adolescente española la evolución de la práctica de actividad física entre las ediciones 2002 y 2006 del estudio. Además, este estudio plantea un segundo objetivo, con el que se tratará de conocer cómo han evolucionado las diferencias sociodemográficas (teniendo en cuenta el sexo y la edad de los adolescentes) y socioeconómicas en la práctica de actividad física, así como comprobar si existen desigualdades entre comunidades autónomas en este hábito de salud tan importante en la adolescencia. Asimismo, teniendo en cuenta la importancia de las políticas autonómicas en el desarrollo de desigualdades socioeconómicas en salud, este artículo se plantea conocer la influencia que ejerce la comunidad autónoma en la relación entre actividad física y capacidad adquisitiva familiar. En definitiva, con esta información se podrá conocer con más detalle la dimensión del problema y estimar adecuadamente los recursos para elaborar las intervenciones que fueran necesarias.

## **MÉTODO**

### **Muestra**

Los adolescentes analizados en este trabajo pertenecen a la muestra española del estudio *Health Behavior in School-aged Children* (HBSC), tanto de las ediciones 2002 como 2006. Se trata de chicos y chicas de 11 a 18 años que formaban parte de la población escolarizada (se pueden consultar más detalles de la metodología de este estudio en Moreno, Muñoz-Tinoco, Pérez Moreno y Sánchez-Queija, 2005 y en Moreno et al., 2008).

La muestra española del HBSC 2002 estuvo compuesta por 13.552 adolescentes, mientras que la del HBSC 2006 tuvo un número mayor de efectivos, concretamente 21.811 adolescentes, como consecuencia de añadirse un muestreo independiente para cada comunidad autónoma. Por tanto, en la edición 2006 se cuenta con muestras de adolescentes representativas para cada una de las comunidades autónomas de España.

## Instrumentos

El cuestionario HBSC recopila información acerca de diversos temas relacionados con el estilo de vida de los adolescentes, su salud positiva y sus contextos de desarrollo. Este estudio ha demostrado a lo largo de sus casi 30 años de historia la calidad de su banco de instrumentos que cumplen los criterios de fiabilidad y validez. Dado que esta información es muy detallada, en los párrafos siguientes se citan referencias únicamente de los artículos que validan los instrumentos que se han utilizado en este artículo.

- Variables demográficas.
  - Sexo: chico y chica.
  - Grupo de edad, con cuatro valores: 11-12, 13-14, 15-16 y 17-18 años.
  - Capacidad adquisitiva familiar, variable estimada mediante el índice *Family Affluence Scale* (FAS, *Escala de Bienestar Económico Familiar*), con tres valores: baja, media y alta. Esta escala ha sido validada por varios expertos de la University College London a través de una investigación con más de 1800 adolescentes (Wardle, Robb y Johnson, 2002).
  - Comunidad autónoma, con 18 valores: Andalucía, Aragón, Principado de Asturias, Islas Baleares, Canarias, Cantabria, Castilla y León, Castilla la Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana, Extremadura, Galicia, Comunidad de Madrid, Región de Murcia, Comunidad Foral de Navarra, País Vasco, La Rioja, Ceuta y Melilla.
- Actividad física moderada-vigorosa.

En la línea de las recomendaciones realizadas en el encuentro internacional *Young and Active?*, celebrado en 1997 (Biddle, Cavill y Sallis, 1998), la pregunta que utiliza el estudio HBSC para evaluar esta actividad física es la siguiente (Roberts et al., 2007): “*En los últimos 7 días, ¿en cuántos días te sentiste físicamente activo/a durante un total de al menos 60 minutos al día?*”, con valores de 0 días a 7 días.

Justo antes de esta pregunta se les facilita una aclaración que textualmente dice lo siguiente: “La actividad física es cualquier actividad que hace que tu corazón se acelere y que en ocasiones te cueste trabajo respirar. Se puede hacer actividad física en los deportes, en las actividades escolares, jugando con los amigos o andando hacia el colegio o instituto. Algunos ejemplos de actividad física son correr, patinar, montar en bici, en monopatín, nadar, jugar

al fútbol, al futbito, al baloncesto, hacer surf, bailar, andar rápido, etc. Para la siguiente pregunta, calcula el tiempo que dedicas cada día a la actividad física”. Además, se le indica que deben responder teniendo en cuenta el tiempo total, es decir, no es necesario que hayan realizado 60 minutos seguidos, sino que pueden sumar los distintos momentos del día en que realizan algún tipo de actividad física.

## Procedimiento

En el procedimiento de recogida de información, la coordinación internacional del estudio HBSC, señala que se han de cumplir tres condiciones básicas: en primer lugar, los propios escolares han de ser los que respondan al cuestionario, en segundo lugar, la administración de los cuestionarios debe realizarse dentro del contexto escolar y por encuestadores entrenados específicamente para este instrumento y, por último, se debe asegurar y respetar el anonimato de las respuestas, así como la comprensión del texto (en este sentido, en las zonas bilingües, los cuestionarios se presentaron impresos en su totalidad en las dos lenguas).

Los análisis de datos utilizados en este artículo se centran en primer lugar en las pruebas de significación más adecuadas a las características de las variables tratadas, en este caso *t* de Student y ANOVA. Posteriormente, se corroboran aquellos datos estadísticamente significativos con pruebas de tamaño de efecto, concretamente con la eta cuadrado ( $\eta^2$ ) y la *d* de Cohen.

## RESULTADOS

### Nivel de actividad física moderada a vigorosa en las ediciones 2002 y 2006 en función del sexo, edad y capacidad adquisitiva familiar

En primer lugar, se analizan las variaciones entre las ediciones HBSC 2002 y 2006 en el nivel de actividad física de moderada a vigorosa, es decir, en el número de días a la semana que los adolescentes dicen haberse sentido físicamente activos/as al menos durante 60 minutos al día. En este sentido, en la Tabla 1 se presenta la distribución muestral para los siete días de la semana y se observa una frecuencia algo mayor en 2006 en comparación con 2002.

**Tabla 1.** Número de días que los adolescentes se sienten físicamente activos al menos durante 60 minutos al día, en las ediciones HBSC 2002 y 2006

	2002		2006	
	<i>N</i>	%	<i>n</i>	%
<b>0 DÍAS</b>	684	5,1%	1.256	6,0%
		340		

<b>1 DÍA</b>	1.226	9,2%	1.846	8,8%
<b>2 DÍAS</b>	2.492	18,8%	3.412	16,3%
<b>3 DÍAS</b>	2.493	18,8%	3.698	17,6%
<b>4 DÍAS</b>	1.866	14,0%	2.993	14,3%
<b>5 DÍAS</b>	1.566	11,8%	2.481	11,8%
<b>6 DIAS</b>	864	6,5%	1.281	6,1%
<b>7 DÍAS</b>	2.098	15,8%	4.005	19,1%

Tras analizar el número medio de días a la semana en cada una de las ediciones (ver Tabla 2), se encontró una diferencia de medias estadísticamente significativa,  $t(29.057) = 5,66$ ,  $p < 0,001$ , 3,68 en 2002 y 3,81 en 2006, sin embargo el tamaño de efecto fue despreciable ( $d = 0,06$ ).

**Tabla 2.** Número medio de días que los adolescentes se sienten físicamente activos al menos durante 60 minutos al día, en las ediciones HBSC 2002 y 2006

	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo
<b>2002</b>	13.289	3,68	2,07	0	7
<b>2006</b>	20.973	3,81	2,15	0	7

A continuación, se analizan las diferencias entre ambas ediciones en función del sexo de los adolescentes, su edad y su nivel de capacidad adquisitiva familiar, con la intención de conocer en qué grupos concretos el aumento de la actividad física de moderada a vigorosa muestra diferencias realmente evidentes.

En relación con las diferencias entre chicos y chicas dentro de cada edición (ver Tabla 3), se halló que fueron prácticamente las mismas en ambas ediciones: 2002,  $t(13.146) = 18,32$ ,  $p < 0,001$ ,  $d = 0,32$ , y 2006,  $t(20.418) = 25,71$ ,  $p < 0,001$ ,  $d = 0,35$ . Así, tanto en 2002 como en 2006, los chicos dedicaron más tiempo a realizar actividad física que las chicas, estas diferencias fueron significativas y con tamaños de efecto pequeños. De la edición de 2002 a la de 2006 se produjo un aumento en el número medio de días que los adolescentes se sintieron físicamente activos, aunque se encontró que el tamaño del efecto fue despreciable en chicos ( $d = 0,10$ ) y chicas ( $d = 0,05$ ). Por lo demás, es destacable que el aumento fuera mayor en el caso de los chicos con un incremento de 0,21 días de media, en comparación con las chicas cuya subida fue tan solo de 0,11 días.

**Tabla 3.** Número medio de días a la semana que los adolescentes se sienten físicamente activos al menos durante 60 minutos al día en las ediciones HBSC 2002 y 2006, en función del sexo

	CHICO			CHICA		
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>
<b>2002</b>	6.721	4,00	2,13	6.831	3,35	1,96
<b>2006</b>	10.234	4,21	2,15	11.577	3,46	2,09

Con respecto a la edad, la tabla 4 muestra que las diferencias evolutivas en la edición 2006 fueron más intensas que en 2002. Concretamente, en 2002 el número medio de días a la semana que los adolescentes dijeron sentirse físicamente activos disminuyó con la edad, desde 3,76 días a la semana a los 11-12 años a 3,51 días a los 17-18 años,  $F(1, 13.286) = 336,04, p < 0,001$ , mientras que en la edición 2006 las medias disminuyeron de 4,22 días a los 11-12 años hasta 3,41 días a los 17-18 años,  $F(1, 20.969) = 663,10, p < 0,001$ . Esta disminución con la edad sucedió de forma más temprana en la edición 2006, ya que la disminución se produjo a partir de los 11-12 años, mientras que en la edición 2002 la disminución sucedió a partir de los 13-14 años.

**Tabla 4.** Número medio de días a la semana que los adolescentes se sienten físicamente activos al menos durante 60 minutos al día en las ediciones HBSC 2002 y 2006, en función del grupo de edad

	11-12 AÑOS			13-14 AÑOS			15-16 AÑOS			17-18 AÑOS		
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>									
<b>2002</b>	3.273	3,76	2,19	3.176	3,85	2,06	3.732	3,61	1,96	3.371	3,51	2,06
<b>2006</b>	5.869	4,22	2,23	5.499	3,84	2,14	5.733	3,70	1,99	4.710	3,41	2,16

Además, las pruebas de tamaño de efecto (*d* de Cohen), expuestas en la Tabla 5, muestran que las diferencias entre los grupos de edad en la edición 2002 tuvieron un efecto despreciable ( $d < 0,20$ ). En cambio, en 2006 se dieron efectos pequeños entre los adolescentes de 11-12 años con los de 15-16 y 17-18 años, así como entre los adolescentes de 13-14 y 17-18 años, en el sentido de que los adolescentes más pequeños dedicaron un número medio de días más alto que los adolescentes de mayor edad.

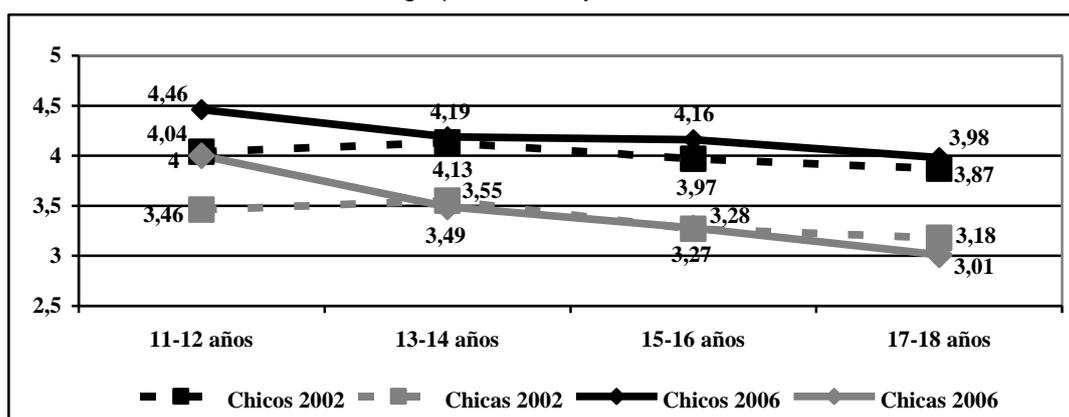
**Tabla 5.** Valores del tamaño de efecto (*d* de Cohen) de los cruces entre todos los valores de la edad, en ambas ediciones HBSC 2002 y 2006

	2002				2006			
	11-12 años	13-14 años	15-16 años	17-18 años	11-12 años	13-14 años	15-16 años	17-18 años
<b>11-12 años</b>		0,04	0,07	0,12		0,17	0,25	0,37
<b>13-14 años</b>			0,12	0,17			0,07	0,20
<b>15-16 años</b>				0,05				0,14
<b>17-18 años</b>								

En la comparación de la edición 2002 con la de 2006 para cada uno de los grupos de edad, solo se encontraron diferencias en los adolescentes más pequeños. Así, el aumento en los días a la semana que los adolescentes se sintieron físicamente activos en esos cuatro años tan solo se registró en los adolescentes de 11-12 años, con tamaño de efecto pequeño ( $d = 0,21$ ).

A continuación, se analizan estas diferencias de edad de manera independiente para chicos y chicas. En el gráfico 1 se aprecia cómo el aumento de actividad física en los adolescentes de 11-12 años se produjo tanto en el caso de los chicos, que aumentaron de 4,04 días a la semana en el 2002 a 4,46 días en 2006 ( $d = 0,19$ ), como en el caso de las chicas, que pasaron de 3,46 días en 2002 a 4 días en 2006 ( $d = 0,25$ ). Además, se mantuvieron de una edición a otra, en los distintos grupos de edad, las diferencias según el sexo de los adolescentes, ya que continuaron siendo los chicos los que se sintieron activos con más frecuencia que las chicas.

**Gráfico 1.** Número medio de días a la semana que los adolescentes se sienten físicamente activos al menos durante 60 minutos al día en las ediciones HBSC 2002 y 2006, en función del grupo de edad y el sexo



Con respecto a las diferencias en función de la capacidad adquisitiva familiar, en la tabla 6 se observa que los adolescentes con capacidad adquisitiva más alta informaron de un mayor nivel de actividad física. Las diferencias entre los adolescentes de nivel adquisitivo bajo y los de nivel alto fueron significativas y con tamaño de efecto pequeño, tanto en la edición 2002,  $F(2, 13.167) = 43,83$ ,  $p < 0,001$ ,  $d = 0,23$ , como en la edición 2006,  $F(2, 20.772) = 58,75$ ,  $p < 0,001$ ,  $d = 0,21$ . Así, por ejemplo, en la edición 2006 los adolescentes con capacidad adquisitiva baja afirmaron sentirse físicamente activos 3,54 días a la semana, mientras que los de capacidad alta informaron de 3,99 días a la semana.

Por otra parte, el aumento de actividad física en los adolescentes españoles en 2006 respecto a 2002 se produjo en los tres niveles de la capacidad adquisitiva familiar de una manera muy similar. No obstante, las diferencias entre 2002 y 2006 tuvieron un tamaño de efecto despreciable ( $d = 0,05$  para el nivel bajo,  $d = 0,03$  para el nivel medio y  $d = 0,04$  para el nivel alto).

**Tabla 6.** Número medio de días a la semana que los adolescentes se sienten físicamente activos al menos durante 60 minutos al día en las ediciones HBSC 2002 y 2006, en función de la capacidad adquisitiva familiar

	BAJA			MEDIA			ALTA		
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>
<b>2002</b>	3.314	3,43	2,10	6.283	3,67	2,06	3.573	3,90	2,03
<b>2006</b>	3.236	3,54	2,18	9.658	3,74	2,15	7.882	3,99	2,12

## Comparaciones por comunidad autónoma del nivel de actividad física moderada-vigorosa

En la Tabla 7 se presenta el número medio de días a la semana que los adolescentes realizaron actividad física de moderada a vigorosa en cada una de las comunidades autónomas. Los datos que se muestran en este apartado corresponden a la edición 2006, por ser la edición cuyo muestreo permite hacer comparaciones por comunidades autónomas.

**Tabla 7.** Número medio de días a la semana que los adolescentes se sienten físicamente activos al menos durante 60 minutos al día en la edición HBSC 2006 en función de la comunidad autónoma

	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>
Media nacional	20.973	3,81	2,15
Andalucía	1.648	3,93	2,16
Aragón	1.306	3,83	2,15
Asturias (Principado de)	1.249	3,86	2,18
Baleares (Islas)	1.053	3,95	2,13
Canarias	1.273	3,84	2,17
Cantabria	1.041	3,88	2,15
Castilla y León	1.184	3,93	2,11
Castilla la Mancha	1.265	4,03	2,09
Cataluña	880	3,70	2,11
Comunidad Valenciana	985	3,65	2,21
Extremadura	1.171	3,89	2,18
Galicia	1.488	3,74	2,21
Madrid (Comunidad de)	996	3,85	2,16
Murcia (Región de)	1.110	3,73	2,10
Navarra (C. Foral de)	1.262	3,84	2,12
País Vasco	1.078	3,77	2,24
Rioja (La)	1.047	3,89	2,16
Ceuta y Melilla	998	3,91	2,20

Las diferencias entre las comunidades en relación con el número medio de días que los adolescentes se sienten físicamente activos fueron significativas,  $F(17, 21.016) = 2,24$ ,  $p = 0,002$ , pero con tamaño de efecto despreciable ( $\eta^2 = 0,002$ ). Por tanto, no se detectaron diferencias claras entre las comunidades autónomas en la frecuencia de actividad física moderada-vigorosa entre los adolescentes.

## Influencia de la comunidad autónoma en la relación actividad física moderada-vigorosa y capacidad adquisitiva familiar

Para terminar, a continuación se analiza si la relación existente entre la capacidad adquisitiva de los adolescentes españoles y su relación con el número de días a la semana que se sienten físicamente activos varía en función de la comunidad autónoma.

**Tabla 8.** Número medio de días a la semana que los adolescentes se sienten físicamente activos al menos durante 60 minutos al día en función de la capacidad adquisitiva familiar y la comunidad autónoma en la edición HBSC 2006

		<i>N</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Prueba de significación	TE
Media nacional	Baja	3236	3,54	2,18	$F(2, 20.773) = 58,76,$ $p < 0,001$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,21$
	Media	9658	3,74	2,15		
	Alta	7882	3,99	2,12		
Andalucía	Baja	258	3,83	2,19	$F(2, 1.625) = 0,62,$ $p = 0,537$	$\eta^2 = 0,001$ baja-alta: $d = 0,08$
	Media	749	3,91	2,15		
	Alta	621	4,00	2,15		
Aragón	Baja	171	3,17	2,13	$F(2, 1.287) = 16,57,$ $p < 0,001$	$\eta^2 = 0,03$ baja-alta: $d = 0,47$
	Media	581	3,69	2,13		
	Alta	538	4,17	2,11		
Asturias (Principado de)	Baja	213	3,52	2,23	$F(2, 1.239) = 5,75,$ $p = 0,003$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,28$
	Media	638	3,81	2,16		
	Alta	391	4,13	2,18		
Balears (Islas)	Baja	193	3,52	2,20	$F(2, 1.035) = 8,95,$ $p < 0,001$	$\eta^2 = 0,02$ baja-alta: $d = 0,37$
	Media	476	3,88	2,13		
	Alta	369	4,28	2,02		
Canarias	Baja	222	3,61	2,15	$F(2, 1.254) = 3,99,$ $p = 0,019$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,20$
	Media	542	3,73	2,18		
	Alta	493	4,04	2,15		
Cantabria	Baja	165	3,44	2,10	$F(2, 1.029) = 4,38,$ $p = 0,013$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,28$
	Media	513	3,93	2,22		
	Alta	354	4,02	2,05		
Castilla y León	Baja	149	3,59	2,21	$F(2, 1.169) = 5,78,$ $p = 0,003$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,28$
	Media	545	3,81	2,13		
	Alta	478	4,16	2,03		
Castilla la Mancha	Baja	160	3,59	1,99	$F(2, 1.251) = 6,12,$ $p = 0,002$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,31$
	Media	598	3,97	2,09		
	Alta	496	4,23	2,09		
Cataluña	Baja	104	3,21	2,13	$F(2, 868) = 3,21,$ $p = 0,041$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,26$
	Media	389	3,79	2,17		
	Alta	378	3,75	2,05		
Comunidad Valenciana	Baja	151	3,20	2,29	$F(2, 975) = 9,44,$ $p < 0,001$	$\eta^2 = 0,02$ baja-alta: $d = 0,37$
	Media	472	3,53	2,14		
	Alta	355	4,03	2,20		
Extremadura	Baja	211	3,68	2,17	$F(2, 1.161) = 6,51,$ $p = 0,002$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,25$
	Media	539	3,74	2,23		
	Alta	414	4,20	2,09		
Galicia	Baja	291	3,45	2,22	$F(2, 1.475) = 5,52,$ $p = 0,004$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,24$
	Media	731	3,69	2,18		
	Alta	456	3,98	2,22		
Madrid (Comunidad de)	Baja	80	3,74	2,44	$F(2, 985) = 2,60,$ $p = 0,075$	$\eta^2 = 0,005$ baja-alta: $d = 0,12$
	Media	394	3,69	2,12		
	Alta	514	4,01	2,13		
Murcia (Región de)	Baja	153	3,22	1,99	$F(2, 1.098) = 5,91,$ $p = 0,003$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,32$
	Media	516	3,73	2,07		
	Alta	432	3,90	2,13		
	Baja	156	3,27	2,14	$F(2, 1.236) = 7,07,$	$\eta^2 = 0,01$

Navarra (C, Foral de)	Media	622	3,83	2,08	$p = 0,001$	baja-alta: $d = 0,34$
	Alta	461	4,00	2,15		
	Baja	165	3,57	2,27		
País Vasco	Media	517	3,80	2,25	$F(2, 1.065) = 0,83,$ $p = 0,435$	$\eta^2 = 0,002$ baja-alta: $d = 0,12$
	Alta	386	3,83	2,23		
	Baja	136	3,30	2,26		
Rioja (La)	Media	521	3,88	2,14	$F(2, 1.039) = 7,22,$ $p = 0,001$	$\eta^2 = 0,01$ baja-alta: $d = 0,38$
	Alta	385	4,11	2,10		
	Baja	219	3,70	2,22		
Ceuta y Melilla	Media	402	3,95	2,15	$F(2, 980) = 1,59,$ $p = 0,205$	$\eta^2 = 0,003$ baja-alta: $d = 0,15$
	Alta	362	4,03	2,23		
	Baja	219	3,70	2,22		

En la tabla 8 se observan importantes diferencias entre algunas comunidades autónomas. Andalucía, la Comunidad de Madrid, País Vasco, Ceuta y Melilla destacaron por no mostrar ninguna diferencia entre los adolescentes de diferentes niveles socioeconómicos en el número de días a la semana que se sintieron físicamente activos.

El resto de comunidades autónomas mostraron diferencias significativas y con tamaño de efecto pequeño entre los adolescentes de nivel adquisitivo bajo y alto, siendo los adolescentes de capacidad adquisitiva alta los que se sintieron físicamente activos mayor número de días frente a los adolescentes de nivel bajo.

Estas diferencias en la relación entre actividad física y capacidad adquisitiva familiar fueron más importantes en Aragón, donde la diferencia entre nivel adquisitivo alto y bajo tuvo tamaño de efecto bajo-medio ( $d = 0,47$ ). En concreto, los adolescentes de capacidad adquisitiva alta se sintieron físicamente activos 4,17 días a la semana, mientras que esto solo sucedió 3,17 días en los adolescentes de capacidad adquisitiva baja. Además, destacan La Rioja, las Islas Baleares y la Comunidad Valenciana, donde las diferencias entre adolescentes de capacidad adquisitiva alta y baja en el número de días a la semana que se sintieron físicamente activos fueron significativas y con tamaños de efecto que superaron el 0,35 (capacidad adquisitiva alta: 4,11 días y capacidad adquisitiva baja: 3,3 días en La Rioja; capacidad adquisitiva alta: 3,52 días y capacidad adquisitiva baja: 4,28 días en las Islas Baleares; capacidad adquisitiva alta: 4,03 días y capacidad adquisitiva baja: 3,2 días en la Comunidad Valenciana).

## DISCUSIÓN

Como se explica en la introducción de este trabajo, actualmente existe una preocupación generalizada por el bajo nivel de actividad física y la alta frecuencia de un tipo de ocio cada vez más sedentario entre la población adolescente. Tal y como señalan algunos especialistas, esta puede ser una de las causas principales de los altos índices de sobrepeso y obesidad que se registran entre la población adolescente española con la llegada del nuevo siglo.

Sin embargo, se torna importante analizar, con una muestra representativa de la población adolescente española, la tendencia en su nivel de actividad física ocurrida en la última década.

En este sentido, este artículo tiene el objetivo de comparar el nivel de actividad física de los adolescentes españoles entre las ediciones 2002 y 2006 del estudio HBSC. Lo que demuestran los resultados de este trabajo es un cierto aumento en el 2006, con respecto al 2002, en el nivel de actividad física moderada-vigorosa de los adolescentes españoles, que se hace más claro y evidente en el caso de los adolescentes varones de 11-12 años. A pesar de que ese aumento de actividad física podría llevar a una lectura en positivo de la realidad, se hace necesario reflexionar sobre la lejanía que existe entre el nivel actual de este tipo de actividad física detectado en la población adolescente española y las recomendaciones realizadas por los especialistas. Concretamente, este artículo muestra cómo los adolescentes españoles afirman haberse sentido físicamente activos al menos durante 60 minutos al día tan solo 3,68 días a la semana de media, mientras que los especialistas recomiendan que dicha actividad física debe ser practicada por los adolescentes al menos diariamente (Biddle et al., 1998).

Por lo tanto, uno de los datos más interesantes de este estudio es que, a pesar de la existencia de cierto aumento de actividad física en el transcurso de los cuatro años que existen entre ambas ediciones del estudio, especialistas y personas encargadas de las políticas en promoción de la salud tienen un reto claro, como es conseguir aumentar aún más la frecuencia de dicha actividad y, sobre todo, que ese incremento se haga efectivo en las chicas, cuyo aumento del nivel de actividad física en los cuatro años estudiados (de 3,35 días a la semana en 2002 a 3,46 días en 2006) es prácticamente la mitad que en el caso de los chicos (de 4 días a la semana a 4,21 días). Por lo tanto, los datos de este estudio apoyan los encontrados por otras investigaciones (Consejo Superior de Deportes, 2011; García-Moya, Moreno, Rivera, Ramos y Jiménez-Iglesias, 2012; Lasheras, Aznar, Merino y López, 2001; Motl et al., 2005), ya que muestran cómo las chicas adolescentes, en este aspecto, siguen siendo la población más desventajada al tener estilos de vida menos activos.

En segundo lugar, tal y como se ha explicado en la introducción, a medida que va pasando la infancia y se entra en la adolescencia, niños y niñas se hacen cada vez más inactivos, por lo que es esperable que esa tendencia al decremento de la actividad física con la edad siga ocurriendo durante la adolescencia, como corroboran los datos encontrados por numerosas investigaciones (Consejo Superior de Deportes, 2011; Lasheras et al., 2001; Perula de Torres et al., 1998; Roberts et al., 2004; Sallis, 2000). En relación con esa disminución de actividad física con la edad, se encuentran bastantes diferencias entre ambas ediciones del estudio, concretamente aunque en las dos ediciones existe una disminución con la edad de los días que dicen sentirse físicamente activos, dicha disminución es tres veces mayor en los adolescentes de 2006 (al disminuir de 4,22 días a la semana -con 11-12 años- a 3,41 días -con 17-18 años-) en comparación con los adolescentes de 2002 (cuyos niveles

disminuyen de 3,76 días a la semana a 3,51 días). Aun más, el aumento de actividad física que se ha encontrado de 2002 a 2006 tan solo se registra en los adolescentes de 11-12 años, ya que a partir de los 13 años los jóvenes disminuyen su actividad física de forma muy vertiginosa. Por lo tanto, aunque sea esperable una cierta disminución de la frecuencia de actividad física según avanza la adolescencia, es recomendable que esa disminución no se dispare de una forma tan apresurada como ha sucedido en los últimos años.

Los resultados expuestos hasta el momento hacen pensar que los programas que se han venido realizando en la última década en España para promover el estilo de vida activo entre los jóvenes han tenido cierto efecto en los adolescentes más pequeños, pero surge la duda de la eficacia de dichos programas en la adolescencia media y tardía. A pesar de que las políticas educativas promotoras de la actividad física se han realizado tanto en educación primaria como secundaria, parece necesario analizar qué diferencias han existido entre ambos tipos de intervenciones en su implementación, eficacia y capacidad para mantener los cambios a medio y largo plazo.

Por otro lado, el nivel socioeconómico de los adolescentes también se ha demostrado que influye en su nivel de actividad física. Concretamente, en este trabajo se muestra cómo son los adolescentes de capacidad adquisitiva familiar alta los que se sienten físicamente activos más días a la semana (casi 4 días a la semana de media) en comparación con los de capacidad adquisitiva baja (3,54 días a la semana). Efectivamente, otros investigadores ya avisan de cómo las oportunidades para llevar a cabo alguna actividad física están determinadas por factores principalmente socioeconómicos que influyen en el acceso, disponibilidad y respuesta a los recursos necesarios para hacerlo (Boyce y Dallago, 2004; WHO/HBSC Forum, 2006). A pesar de que los datos encontrados apoyan la existencia de desigualdades socioeconómicas en el estilo de vida activo de los adolescentes españoles, es importante resaltar un dato positivo y es que el aumento de actividad física registrado en el 2006 con respecto al 2002 se reparte de forma homogénea en los tres niveles socioeconómicos analizados, aunque sería deseable un aumento más equitativo que potencie el estilo de vida activo en aquellos adolescentes con niveles adquisitivos más bajos.

Analizando las diferencias en la actividad física moderada-vigorosa de los adolescentes en función de la comunidad autónoma no se detectan diferencias relamente llamativas, al igual que se concluye en el estudio realizado por el Consejo Superior de Deportes (2011) sobre los hábitos deportivos de la población escolar. Sin embargo, cuando se analizan las diferencias de la actividad física moderada-vigorosa en función del nivel adquisitivo familiar en cada una de las comunidades autónomas estudiadas en la edición 2006 del estudio HBSC, los resultados muestran una clara situación de desigualdad al encontrar diferencias más claras entre unas comunidades y otras. Concretamente, en las comunidades autónomas de Aragón, La Rioja, Islas Baleares y Comunidad Valenciana, los adolescentes pertenecientes a familias menos pudientes tienen un nivel de actividad física más bajo que los adolescentes pertenecientes a familias con nivel adquisitivo mayor. Sin embargo,

en Andalucía, Comunidad de Madrid, País Vasco, Ceuta y Melilla, no se registran estas diferencias sociales, ya que los adolescentes de capacidad adquisitiva familiar baja se sienten físicamente activos prácticamente los mismos días a la semana que los adolescentes de familias más pudientes. Estas diferencias autonómicas parecen indicar que existen otras diferencias en los programas de promoción de la actividad física juvenil que deben ser tenidos en cuenta para eliminar las desigualdades socioeconómicas que sufren los adolescentes en función de la comunidad autónoma en la que habitan.

## **CONCLUSIONES**

En resumen, se advierte que a pesar del aumento del nivel de actividad física moderada-vigorosa en los adolescentes de la edición 2006 del estudio en comparación con los de la edición 2002, los niveles aún se encuentran muy lejos de cumplir las recomendaciones realizadas por los especialistas. Además, este estudio apunta hacia la necesidad de mejorar el nivel de actividad física de la población juvenil femenina y aminorar el apresurado decremento de esta actividad observado a lo largo de la adolescencia. Asimismo, se señala la necesidad de potenciar un estilo de vida activo entre los adolescentes de niveles socioeconómicos más bajos, especialmente en las comunidades autónomas de Aragón, La Rioja, Islas Baleares y Comunidad Valenciana.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Biddle, S., Cavill, N. y Sallis, J. (1998). Policy framework for young people and health-enhancing physical activity. En S. Biddle, J. Sallis y N. Cavill (Eds.), *Young and Active? Young people and health-enhancing physical activity-evidence and implications* (pp. 3-16). Londres: Health Education Authority.
- Borraccino, A., Lemma, P., Iannotti, R., Zambon, A., Dalmasso, P., Lazzeri, G.,... Cavallo, F. (2009). Socioeconomic effects on meeting physical activity guidelines: Comparisons among 32 countries. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41, 749-756. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181917722
- Boyce, W. y Dallago, L. (2004). Socioeconomic inequality. En C. Currie, C. Roberts, A. Morgan, R. Smith, W. Settertobulte, O. Samdal y V. Barnekow (Eds.), *Young people's health in context. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: International report from the 2001/2002 survey. Health policy for children and adolescents* (Informe núm. 4). (pp. 13-25). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Consejo Superior de Deportes (2011). *Hábitos deportivos de la población escolar en España*. Recuperado de [www.csd.gob.es/csd/estaticos/dep-escolar/encuesta-de-habitos-deportivos-poblacion-escolar-en-espana.pdf](http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/dep-escolar/encuesta-de-habitos-deportivos-poblacion-escolar-en-espana.pdf)
- Crockett, L. J. y Petersen, A. C. (1993). Adolescent development: Health risks and opportunities for health promotion. En S. G. Millstein, A. C. Petersen y E. O. Nightingale (Eds.), *Promoting the health of adolescents. New directions for the twenty-first century* (pp. 3-37). Oxford: Oxford University Press.
- Elliot, D. S. (1993). Health-enhancing and health-compromising lifestyles. En S. G. Millstein, A. C. Petersen y E. O. Nightingale (Eds.), *Promoting the health of adolescents. New directions for the twenty-first century* (pp. 119-150). Oxford: Oxford University Press.
- García-Moya, I., Moreno, C., Rivera, F., Ramos, P. y Jiménez-Iglesias, A. (2012). Iguales, familia y participación en actividades deportivas organizadas durante la adolescencia. *Revista de Psicología del Deporte*, 21, 153-158.
- Garland, T., Schutz, H., Chappell, M. A., Keeney, B. K., Meek, T. H., Copes, L. E.,... Eisenmann, J. C. (2011). The biological control of voluntary exercise, spontaneous physical activity and daily energy expenditure in relation to obesity: human and rodent perspectives. *Journal of Experimental Biology*, 214(2), 206-229. doi:10.1242/jeb.048397
- Heaven, P. C. L. (1996). *Adolescent health: The role of individual differences*. Londres: Routledge.
- Hickman, M., Roberts, C. y Gaspar de Matos, M. (2000). Exercise and leisure time activities. En C. Currie, K. Hurrelmann, W. Settertobulte, R. Smith y J. Todd (Eds.), *Health and health behaviour among young people. WHO Policy Series: Health policy for children and adolescents Issue 1. International report* (pp. 73-82). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Larouche, R., Laurencelle, L., Shephard, R. J. y Trudeau, F. (2012). Life transitions in the waning of physical activity from childhood to adult life in the Trois-Rivières Study. *Journal of Physical Activity & Health*, 9, 516-524.

- Lasheras, L., Aznar, S., Merino, B. y López, E. G. (2001). Factors associated with physical activity among Spanish youth through the National Health Survey. *Preventive Medicine*, 32, 455-464. doi: 10.1006/pmed.2001.0843
- Moreno, C., Muñoz-Tinoco, V., Pérez Moreno, P. J. y Sánchez-Queija, I. (2005). *Los adolescentes españoles y su salud. Un análisis en chicos y chicas de 11 a 17 años*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Moreno, C., Muñoz-Tinoco, V., Pérez Moreno, P. J., Sánchez-Queija, I., Granado M. C., Ramos, P. y Rivera, F. (2008). *Desarrollo adolescente y salud. Resultados del Estudio HBSC-2006 con chicos y chicas españoles de 11 a 17 años*. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Motl, R. W., Dishman, R. K., Ward, D. S., Saunders, R. P., Dowda, M., Felton, G. y Pate, R. R. (2005). Perceived physical environment and physical activity across one year among adolescent girls: Self-efficacy as a possible mediator? *Journal of Adolescent Health*, 37, 403-408. doi: 10.1016/j.jadohealth.2004.10.004
- Olds, T., Wake, M., Patton, G., Ridley, K., Waters, E., Williams, J. y Hesketh, K. (2009). How do school-day activity patterns differ with age and gender across adolescence? *Journal of Adolescent Health*, 44, 64-72. doi: 10.1016/j.jadohealth.2008.05.003
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., Moreno, L. A., González-Gross, M., Wärnberg, J. y Gutiérrez, A. (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Revista Española de Cardiología*, 58, 898-909. doi: 10.1157/13078126
- Perula de Torres, L. A., Lluch, C., Ruiz Moral, R., Espejo Espejo, J., Tapia, G. y Mengual Luque, P. (1998). Prevalencia de actividad física y su relación con variables sociodemográficas y ciertos estilos de vida en escolares cordobeses. *Revista Española de Salud Pública*, 72, 233-244.
- Ramos, P., Rivera, F., Moreno, C. y Jiménez-Iglesias, A. (2012). Análisis de clúster de la actividad física y las conductas sedentarias de los adolescentes españoles, correlación con la salud biopsicosocial. *Revista de Psicología del Deporte*, 21, 99-106.
- Roberts, C., Currie, C., Samdal, O., Currie, D., Smith, R. y Maes, L. (2007) Measuring the health and health behaviours of adolescents through cross-national survey research: Recent developments in the Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study. *Journal of Public Health*, 15, 179-186. doi: 10.1007/s10389-007-0100-x
- Roberts, C., Tynjälä, J. y Komkov, A. (2004). Physical activity. En C. Currie, C. Roberts, A. Morgan, R. Smith, W. Settertobulte, O. Samdal y V. Barnekow (Eds.), *Young people's health in context. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: International report from the 2001/2002 survey. Health policy for children and adolescents* (Informe núm. 4). (pp. 90-97). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Sallis, J. (2000). Age-related decline in physical activity: A synthesis of human and animal studies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 1598-1600.

- Sallis, J., Zakarian, J., Hovell, M. y Hofstetter, R. (1996). Ethnic, socioeconomic, and sex differences in physical activity among adolescents. *Journal of Clinical Epidemiology*, 49, 125-134. doi: 10.1016/0895-4356(95)00514-5
- Samdal, O., Tynjälä, J., Roberts, C., Sallis, J., Villberg, J. y Wold, B. (2006). Trends in vigorous physical activity and TV watching of adolescents from 1986 to 2002 in seven European Countries. *European Journal of Public Health*, 17, 242-248. doi: 10.1093/eurpub/ckl245
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J. R., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B.,... Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-aged youth. *The Journal of Pediatrics*, 146, 732-737. doi: 10.1016/j.jpeds.2005.01.055
- Suris, J.-C., Michaud, P.-A., Chossis, I. y Jeannin, A. (2006). Towards a sedentary society: Trends in adolescent sport practice in Switzerland (1993-2002). *Journal of Adolescent Health*, 39, 132-134. doi: 10.1016/j.jadohealth.2005.09.001
- Tammelin, T., Näyhä, S., Laitinen, J., Rintamäki, H. y Järvelin, M.-R. (2003). Physical activity and social status in adolescence as predictors of physical inactivity in adulthood. *Preventive Medicine*, 37, 375-381. doi: 10.1016/S0091-7435(03)00162-2
- Tomkinson, G. R., Olds, T. S. y Gulbin, J. (2003). Secular trends in physical performance of Australian children. Evidence from the Talent Search program. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 90-98.
- Trost, S., Pate, R. R., Sallis, J., Freedson, P., Taylor, W., Dowda, M. y Sirard, J. (2002). Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 350-355.
- U.S. Department of Health and Human Services (1996). *Physical activity and health: A report of the Surgeon General*. Atlanta: Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion.
- Vicente-Rodríguez, G., Rey-López, J. P., Martín-Matillas, M., Moreno, L. A., Wärnberg, J., Redondo, C.,... AVENA Study Group (2008). Television watching, videogames, and excess of body fat in Spanish adolescents: The AVENA study. *Nutrition*, 24, 654-662. doi: 10.1016/j.nut.2008.03.011
- Walters, S., Barr-Anderson, D. J., Wall, M. y Neumark-Sztainer, D. (2009). Does participation in organized sports predict future physical activity for adolescents from diverse economic backgrounds? *Journal of Adolescent Health*, 44, 268-274. doi: 10.1016/j.jadohealth.2008.08.011
- Wardle, J., Robb, K. y Johnson, F. (2002). Assessing socioeconomic status in adolescents: The validity of a home affluence scale. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 56, 595-599. doi: 10.1136/jech.56.8.595
- Westerstahl, M., Barnekow-Bergkvist, M., Hedberg, G. y Jansson, E. (2003). Secular trends in body dimensions and physical fitness among adolescents in Sweden from 1974 to 1995. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13, 128-137. doi: 10.1034/j.1600-0838.2003.10274.x

WHO/HBSC Forum (2006). *Addressing the socioeconomic determinants of healthy eating habits and physical activity levels among adolescents*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

**Número de citas totales / Total references: 25 (100%)**

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 0 (0%)**



Torralba, M.A.; Vieira, M.B.; Lleixà, T. y Gorla, J.I. (2016). Evaluación de la coordinación motora en educación primaria de Barcelona y provincia / Assessment of Motor Coordination in Primary Education of Barcelona and Province. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.355-371  
<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artevaluacion696.htm>  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2016.62.011>

## ORIGINAL

# EVALUACIÓN DE LA COORDINACIÓN MOTORA EN EDUCACIÓN PRIMARIA DE BARCELONA Y PROVINCIA

## ASSESSMENT OF MOTOR COORDINATION IN PRIMARY EDUCATION OF BARCELONA AND PROVINCE

Torralba, M.A.<sup>1</sup>; Vieira, M.B.<sup>2</sup>; Lleixà, T.<sup>3</sup> y Gorla, J.I.<sup>4</sup>

<sup>1, 3</sup> Profesores titulares doctores de la Universidad de Barcelona. Facultad de Formación del Profesorado. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical y Corporal. Barcelona, España. [torralba@ub.edu](mailto:torralba@ub.edu) y [teresa.lleixa@ub.edu](mailto:teresa.lleixa@ub.edu)

<sup>2</sup> Doctorando de la Universidad de Barcelona. Facultad de Formación del Profesorado. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical y Corporal. Barcelona, España. [marcelodego@gmail.com](mailto:marcelodego@gmail.com)

<sup>4</sup> Profesor doctor de la Universidade de Campinas. Faculdade de Educação Física. Departamento de Estudos da Atividade Adaptada. Campinas, Brasil. [jjgorla@uol.com.br](mailto:jjgorla@uol.com.br)

**FINANCIACIÓN** – Agrupació de Recerca en Ciències de l'Educació. UB

**Código UNESCO / UNESCO code:** 5801.06 Evaluación de alumnos / *Pupil and student assessment*

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe classification:** 17.  
Otras: Actividad Física y Salud / *Others: Physical Activity and Health*

**Recibido** 22 de marzo de 2013 **Received** March 22, 2013

**Aceptado** 20 de febrero de 2014 **Accepted** February 20, 2014

### RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo valorar la coordinación motora de estudiantes de primaria de Barcelona y provincia. Para la evaluación se ha utilizado el test KTK en el que participaron 1254 personas, 670 niños y 584 niñas, de edades entre 7 y 10 años. Se realizó el análisis descriptivo y la comparación entre género y edad. Los resultados indican que más del 40% de la población estudiada presenta una coordinación por debajo de la normalidad, cerca de un 57% de la muestra fue clasificado con coordinación normal y solamente el 4,6%

lo ha sido por encima de esta clasificación. Los chicos han presentado resultados significativamente mejores que las chicas. Los datos del estudio no permiten generalizar los resultados, sin embargo como es una muestra representativa, nos lleva a creer que la población de alumnos en educación primaria de Barcelona y su provincia tiene un nivel coordinativo por debajo del esperado para su edad.

**PALABRAS CLAVE:** Evaluación; Coordinación motora; Test KTK; Educación primaria; Barcelona.

## **ABSTRACT**

The present study aims to assess motor coordination of primary-school students of Barcelona and its province. For evaluation we used the KTK test. 1254 people, 670 boys and 584 girls with ages between 7 and 10 years participated in the study. Descriptive analysis and the comparison between gender and age were performed. The results indicate that about 40% of the population studied presents results below normal, around 57% were classified with normal coordination and only 4.6% has been above this rating. The boys have presented significantly better results than girls. The study data do not permit to generalize the results, however as a representative sample, it leads us to believe that the student population in elementary education from Barcelona and its province has a coordinative level below expected for their age.

**KEY WORDS:** Assessment; Motor coordination; KTK Test; Primary education; Barcelona.

## **INTRODUCCIÓN**

El control del propio cuerpo y su movimiento constituye uno de los ejes del currículum de Educación Física para la enseñanza primaria. Los bloques de contenidos “El cuerpo: imagen y percepción” y “Habilidades motrices”, (RD 1513/2006), así lo reflejan cuando seleccionan entre sus contenidos de aprendizaje aquellos que hacen referencia al equilibrio estático y dinámico, o bien al control y dominio corporal. Focalizando nuestra atención sobre los criterios de evaluación destacamos algunos que hacen referencia directa a estos contenidos: “Desplazarse y saltar de forma diversa, variando puntos de apoyo, amplitudes y frecuencias, con coordinación y buena orientación en el espacio” (Primer ciclo); “Equilibrar el cuerpo adoptando diferentes posturas, con control de la tensión, la relajación y la respiración” (Primer ciclo); “Desplazarse y saltar, combinando ambas habilidades de forma coordinada y equilibrada, ajustando los movimientos corporales a diferentes cambios de las condiciones de la actividad” (Segundo ciclo).

Dichos criterios de evaluación constituyen dimensiones de lo que en nuestro ámbito de estudio denominamos coordinación motora. El término

coordinación motora ha sido utilizado con distintas connotaciones en función de las áreas de conocimiento, los posicionamientos epistemológicos y los modelos según los cuales se han realizado investigaciones sobre este tema (Gomes, 1996), que tuvieron en la segunda mitad del pasado siglo su época de mayor auge. De esta manera, puede ser confundido con otros términos como agilidad, destreza, control motor o habilidad motriz (Newel, 1985).

Para Meinel y Schnabel (1988) la coordinación motora está relacionada con las siguientes perspectivas: a) pedagógica, se refiere a la ordenación de las fases del movimiento o acciones parciales y aprendizaje de nuevas habilidades; b) fisiológica, relacionada con la regulación de los procesos de contracción muscular; c) biomecánica, relacionada con la ordenación de los impulsos de fuerzas en las acciones motoras y con la ordenación de acontecimientos en relación a dos o tres ejes perpendiculares.

Bernstein (1967) entiende la coordinación como una ordenación y organización de varias acciones motrices en función de un objetivo o tarea motora. Considera los grados de libertad del aparato locomotor condicionados por el contexto, así como la modelación o "sintonización" de las estructuras coordinativas por la información percibida. Otra definición a tener en cuenta es la de Kiphard (1976, p.9) quien describe la coordinación como "la interacción armoniosa, de acuerdo con la edad y en lo posible económica, de músculos, nervios y sentidos con el fin de producir acciones cinéticas precisas y equilibradas (motricidad voluntaria) y reacciones rápidas y adaptadas a la situación (motricidad refleja)".

Según Kiphard (1976), para una óptima interacción (coordinación) es necesario satisfacer las siguientes condiciones: una adecuada medida de fuerza que determina la amplitud y velocidad del movimiento; una adecuada elección de los músculos que influyen en la conducción y orientación del movimiento; una capacidad de alternar rápidamente la tensión y la relajación muscular. Por otro lado, diversos autores (Gorla, Araújo y Rodrigues, 2010; Kiphard y Schilling, 1974; Meinel y Schnabel, 1988) han relacionado las capacidades físicas y condicionales, tales como la fuerza, velocidad y flexibilidad con los aspectos perceptivo-coordinativos. El conjunto de estas capacidades posibilitaría la creciente mejora de ejecuciones de los movimientos coordinados, base para una vida más saludable, y de los aprendizajes básicos del currículo escolar.

De acuerdo con Kiphard (1976), la insuficiencia de coordinación constituye un síndrome de la inestabilidad motriz general, atribuible a una interacción imperfecta de las estructuras funcionales, sensoriales, nerviosas y musculares. El número de métodos diferentes (escalas, tests, exámenes, baterías, pruebas, etc.) para identificar dificultades de movimiento y desordenes de la coordinación en la infancia es muy amplio. Podemos citar la escala Gesell, la Escala de Bayley, el Test de Eficiencia Motriz de Bruininks-Oseretsk, el Test de Motricidad Global de Ulrich, el Test de Desarrollo Motor Global, Batería *Moviment - abc*, el Test de Coordinación Corporal Infantil, entre otros (Rigal, 2003; Ruiz Perez, 1987).

Un test que evalúe las competencias perceptivo-motrices debe tener validez y fiabilidad. Por ello, en el presente estudio se ha recurrido a la batería de Kiphard y Schilling (1974) que aun no siendo un instrumento novedoso, ha sido internacionalmente utilizado. A partir de estudios empíricos, empleando un análisis factorial exploratorio, estos autores, de referencia en la coordinación motora, identificaron un factor de coordinación motriz a partir de cuatro pruebas que constituyen la actual batería de Test KTK (*Körperkoordinationstest für Kinder*).

El Test KTK ha evolucionado del Test de Oseretsky y tiene un nivel de confiabilidad del 90% ( $r=0,90$ ) a partir de la correlación test/re-test con la participación de 1.228 niños en edad escolar alemanes sin discapacidad (Gorla, Araújo y Rodrigues, 2010; Kiphard y Schilling, 1974). El objetivo final de la batería es evaluar la coordinación motora gruesa, así como constatar la insuficiencia de coordinación conforme la edad avanza.

A pesar de que el test del KTK fue diseñado en 1974, mantiene una gran actualidad y está siendo utilizado para la valoración de la coordinación de grandes poblaciones. Permite realizar estudios correlacionales y establecer baremos de referencia para la población infantil.

Desde su diseño se han publicado estudios que han utilizado dicha batería con diferentes perspectivas. Por su desarrollo más reciente y diversidad de poblaciones, destacaríamos los estudios en Portugal (Andrade, 1996; Gomes, 1996; Lopes, Maia, Silva, Seabra y Morais, 2003), en Alemania (Graf y Dordel, 2011; Kahl y Emmel, 2002), en Noruega (Mjaavatn, Gundersen y Segberg, 2003), en Perú (Bustamante et al., 2008), en Holanda (Casert y Gavere, 2010), en Brasil (Carminato, 2010; Gorla, Araújo y Rodrigues, 2010) y en Bélgica (Vandorpe et al., 2011). No obstante, hemos utilizado como fuentes para la discusión solamente los estudios metodológicamente similares a éste.

Los estudios utilizando el test KTK como herramienta de evaluación están normalmente relacionados con dos objetivos: caracterizar una determinada población o muestra según el nivel coordinativo; y analizar los efectos de la enseñanza en la coordinación.

Nuestro estudio tiene como objetivo valorar la coordinación motora del alumnado de Barcelona y provincia, diferenciándolo de acuerdo con la edad y género. A continuación, utilizaremos otros estudios para establecer la comparativa de los valores alcanzados.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

El presente estudio consiste en una investigación cuantitativa y descriptiva, según la clasificación de Thomas y Nelson (2007). Responde a un diseño transversal puesto que estudia un aspecto del desarrollo, la coordinación,

comparando diferentes grupos de edad observados en un único momento y sin seguimiento posterior.

Han participado en el estudio alumnos y alumnas de las escuelas de educación primaria. Dado que la Universidad tiene convenio con la mayoría de las escuelas, se envió una carta de invitación a éstas para participar en el estudio, con las informaciones pertinentes del protocolo. A partir de la aceptación de las escuelas y de los padres se escogieron aquellas que tenían una representación territorial equitativa.

Participaron del estudio 1254 alumnos, siendo 670 (53.4%) niños y 584 (46.6%) niñas. La franja de edad de los participantes comprendió desde los 7 a los 10 años, lo que corresponde al alumnado de primero a cuarto curso de primaria de Barcelona y su provincia.

Según el Instituto Nacional de Estadística la población total matriculada en los centros de enseñanza primaria de toda la provincia de Barcelona es 326.696 alumnos de ambos sexo. Así, la muestra de nuestro estudio es representativa con un nivel de confianza de 95% y con error de estimación de 3% (García, 2005).

La edad cronológica centesimal, basada en la fecha de la recogida de datos y la fecha de nacimiento, de acuerdo con Ross y Marfell-Jones (2000), determinó la organización de los grupos. Por lo tanto, los alumnos con 6,50 años hasta 7,49 pertenecen al grupo de los 7 años, los de 7,50 años hasta los 8,49 pertenecen al grupo de 8 años, etc. El Test KTK organiza sus tablas normativas de acuerdo con lo expuesto.

La tabla I muestra los participantes en el estudio, clasificados por grupos de edad y separados por género.

**TABLA I.** Muestreo del estudio según género y edades agrupadas.

	Edades agrupadas				Total
	7	8	9	10	
Promedio	7,0	7,9	8,9	9,9	
Min.- Máx.	6,5 - 7,4	7,5 - 8,4	8,5 - 9,4	9,5 - 10,4	
Masculino	187	168	183	132	670
Femenino	171	162	141	110	584
Total	358	330	324	242	1254

Fuente: elaboración propia.

## Instrumento

Para la evaluación de la coordinación motora utilizamos la batería de test KTK, que está diseñada para niños y niñas de 5 a 14 años de edad, utilizando las mismas tareas en todas las edades. La batería presenta una valoración de

dificultad progresiva relacionada con el éxito del participante y se divide en cuatro pruebas: desplazamientos en equilibrio de espaldas; saltos mono pedales; saltos laterales; y transposición sobre plataforma (Kiphard y Schiling, 1974).

El desplazamiento en equilibrio de espaldas consiste en caminar hacia atrás sobre tres barras de madera de 3 metros de largo, 3 cm de altura y una anchura variada de 6 cm, 4,5 cm y 3 cm, contando el número de apoyos realizados en tres tentativas por barra. Se cuentan los pasos realizados sin caer y hasta un máximo de 8 pasos en cada intento. Se pretende valorar el equilibrio dinámico.

Los saltos monopedales consisten en saltar bloques de espuma, de 50 cm de largo por 20 cm de ancho y 5 cm de alto, colocados progresivamente unos sobre los otros, con cada una de las piernas (pata coja). Sin embargo, es posible que un participante se inicie sin espumas, saltando la amplitud referida a un bloque (20 cm). El número máximo es de 12 bloques y la distancia para el desplazamiento previo al salto es de 1,50 m recorridos con una pierna. Se evalúa la coordinación de los miembros inferiores y la energía dinámica/fuerza.

Los saltos laterales consisten en saltar de un lado a otro, en una plataforma de 1m por 0,60 m y por encima de un listón de 2 cm de alto, con los dos pies juntos y lo más rápido posible, durante 15 segundos, sumando el número total de dos intentos. Se valora la velocidad en saltos alternados.

La transposición sobre plataforma consiste en desplazarse lateralmente sobre dos plataformas dispuestas en el suelo. Las plataformas tienen una anchura de 25x25 cm y 5 cm de alto. La tarea reside en desplazarse de pie sobre las plataformas dispuestas lateralmente. Al realizar un desplazamiento, se recoge con las dos manos la que se liberó y se sitúa en el otro lado, desplazándose hacia ella y así sucesivamente. En un tiempo de 20 segundos se contabilizan el número de transposiciones realizadas, tanto las de las plataformas como la del cuerpo. Se realizan dos intentos y se suma el total de las acciones. En esta prueba se valora la lateralidad y la estructuración espacio-temporal.

En cada tarea los participantes alcanzan una puntuación. Las puntuaciones alcanzadas son confrontadas con los valores tabulados, aportados por el manual de Kiphard y Schiling (1974) (de acuerdo con el grupo etario), atribuyendo un cociente motor para cada tarea (cm1, cm2, cm3, cm4). La suma de los cuatro cocientes representará el coeficiente motor. Con base al coeficiente motor, se confronta con otra tabulación donde se encuentra el score de los participantes. A partir de este score los participantes son clasificados según el nivel coordinativo. Además de atribuir una clasificación cualitativa del participante, el valor del score también atribuye un valor cuantitativo, es decir, el porcentaje coordinativo, referente al valor mínimo y máximo posible a alcanzar con el test. Así, aunque un participante esté cualificado como "coordinación

motora normal”, podrá conocer el margen a mejorar (Gorla, Araújo y Rodrigues, 2010). En el Cuadro I se pueden observar los valores referidos.

**CUADRO I.** Clasificación del Test de Coordinación KTK

( $score \leq 70$ )	Insuficiencia de la coordinación	(0 – 2%)
( $71 \leq score \leq 85$ )	Perturbación en la coordinación	(3 – 16%)
( $86 \leq score \leq 115$ )	Coordinación normal	(17 – 84%)
( $116 \leq score \leq 130$ )	Buena coordinación	(85 – 98%)
( $131 \leq score \leq 145$ )	Muy buena coordinación	(99 – 100%)

Fuente: adaptado de Gorla, Araújo y Rodrigues, 2010, p.159.

## Procedimiento

Antes de empezar la recogida de datos, los evaluadores se familiarizaron con el instrumento a través de un seminario explicativo y acceso al manual, y además se realizaron pruebas con grupos experimentales. En el momento de la aplicación del test a cada evaluador se le asignó una tarea específica, evitando una diversificada manera de valorar a los participantes. En las tareas, había un observador que ratificaba la medición efectuada. El test fue aplicado de acuerdo con el manual de Kiphard y Schiling (1974) teniendo los participantes dos ensayos de práctica para habituarse al test. Fue realizado en pistas polideportivas de las escuelas, respetando el área necesaria para el desarrollo de las tareas.

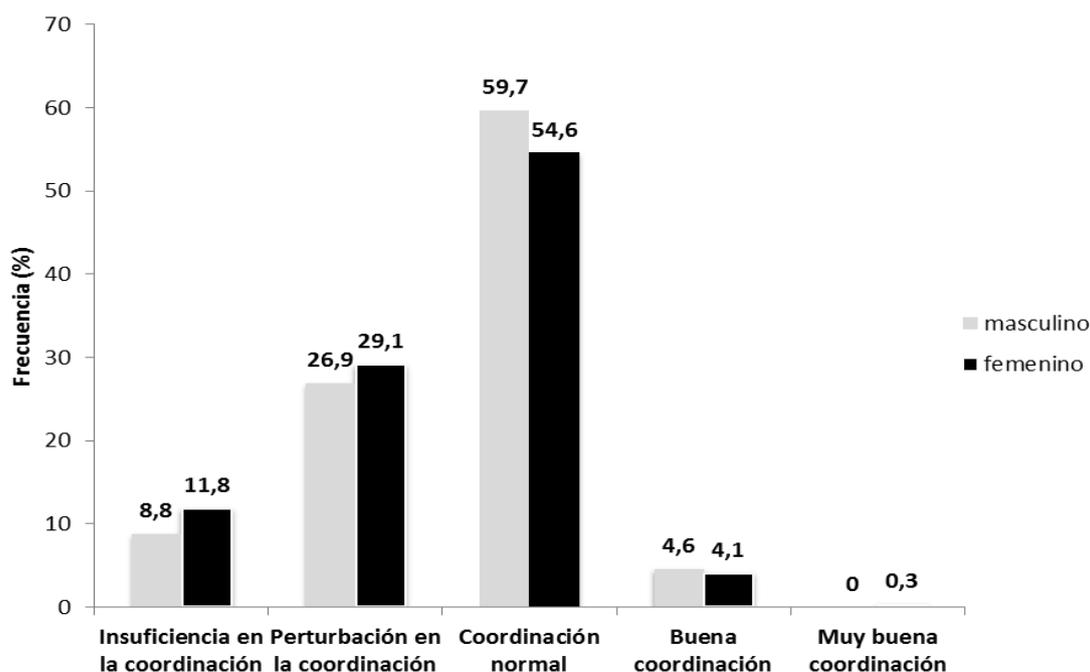
## Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS, versión 18.0. Primero se realizaron los análisis descriptivos. La normalidad y la homogeneidad de los resultados del desempeño motor fueron analizadas por las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y las pruebas de Levene, respectivamente. Los datos se presentaron normales y homogéneos. Siendo así, se utilizaron las pruebas estadísticas paramétricas “*t*” de *student*, para verificar diferencia entre género, y análisis de varianza (ANOVA), con el objeto de verificar la diferencia entre los grupos de edad. El nivel significativo asumido fue de 95% ( $p = 0,05$ ).

## RESULTADOS

En el gráfico I, se muestra la frecuencia (en %) de clasificación de la coordinación motora (CM) alcanzada por los participantes en el test según el género. A pesar de que visualmente se verifica una similitud de los resultados (gráfico I), el análisis estadístico demostró diferencia significativa entre género (ver tabla III).

**GRAFICO I.** Clasificación del Test KTK según género.



Fuente: elaboración propia.

En la tabla II, se expresa la frecuencia (%) de la clasificación de los participantes separados por género y grupo de edad. Llama la atención la casi inexistencia de alumnos clasificados con “muy buena coordinación”. De hecho, ningún chico alcanzó esta clasificación y sólo dos chicas lo hicieron, una de 7 y otra de 8 años. La frecuencia de estos resultados no sigue una secuencia, sino que son bastante variables, mostrando que quizás estos alumnos están mucho más cerca del límite inferior que del límite superior de la clasificación.

**TABLA II.** Descriptivo de la clasificación de los participantes: cantidad y porcentaje según grupo de edad y género.

			Insuficiencia en la coordinación	Perturbación en la coordinación	Coordinación normal	Buena coordinación	Muy buena coordinación	Total	
Masculino	Edades Agrupadas	7	Recuento	14	61	104	8	187	
		% por edad	7,5%	32,6%	55,6%	4,3%	100,0%		
	8	Recuento	13	40	109	6	168		
		% por edad	7,7%	23,8%	64,9%	3,6%	100,0%		
	9	Recuento	19	42	112	10	183		
		% por edad	10,4%	23,0%	61,2%	5,5%	100,0%		
	10	Recuento	13	37	75	7	132		
		% por edad	9,8%	28,0%	56,8%	5,3%	100,0%		
	Total	Recuento	59	180	400	31	670		
		% por edad	8,8%	26,9%	59,7%	4,6%	100,0%		
Femenino	Edades Agrupadas	7	Recuento	23	53	85	9	1	171
		% por edad	13,5%	31,0%	49,7%	5,3%	0,6%	100,0%	
	8	Recuento	14	41	96	10	1	162	
		% por edad	8,6%	25,3%	59,3%	6,2%	0,6%	100,0%	
	9	Recuento	16	37	85	3	0	141	
		% por edad	11,3%	26,2%	60,3%	2,1%	0,0%	100,0%	
	10	Recuento	16	39	53	2	0	110	
		% por edad	14,5%	35,5%	48,2%	1,8%	0,0%	100,0%	
	Total	Recuento	69	170	319	24	2	584	
		% por edad	11,8%	29,1%	54,6%	4,1%	0,3%	100,0%	
Total	Recuento	128	350	719	55	2	1254		
	% total	10,2%	27,9%	57,3%	4,4%	0,2%	100,0%		

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla III se presentan los resultado descriptivos básicos (puntuación mínima y máxima, media y desviación típica) general y en función de la edad de chicos y chicas. También, se presentan los resultados de la comparación entre género para los valores generales y en función de la edad.

La desviación típica (DT) que indica la variación de los valores individuales alrededor de la media es bastante amplia, lo que significa diferencia inter-individual en los grupos. No obstante, la DT se mantuvo similar en todos los grupos y edades, caracterizando un grupo homogéneo.

Como hemos dicho anteriormente, se encontraron diferencias significativas entre chicos y chicas para la CM en los valores generales. Posteriormente, al comparar los resultados de acuerdo con los grupos de edad,

se percibió que la diferencia real está en los grupos de 9 y 10 años de edad. La media del grupo masculino aumenta gradualmente de los 7 a los 8 y 9 años, y a los 10 años el valor disminuye a la menor media. En el grupo femenino, tiene lugar un aumento de los 7 a los 8 años, disminuyendo en los 9 años y aún más en los 10 años de edad.

**TABLA III.** Resúmenes de casos por edad y género. Comparación entre géneros y edad para el desempeño motor y comparación general entre género y desempeño motor.

Edad	Género	N	Min-Max.	Media (DT)	"t"	gl	p – valor
Total	Masc.	670	40-130	91,06 (14,86)	3,614	1252	<0,001*
	Fem.	584	42-141	88,01 (15,00)			
7	Masc.	187	60-130	90,06 (14,22)	1,616	356	0,107
	Fem.	171	50-132	87,57 (15,01)			
8	Masc.	168	55-123	91,79 (14,44)	0,549	328	0,583
	Fem.	162	55-141	90,88 (15,64)			
9	Masc.	183	54-125	92,19 (15,17)	2,783	322	0,006*
	Fem.	141	50-119	87,64 (13,77)			
10	Masc.	132	40-127	89,99 (15,81)	2,535	240	0,012*
	Fem.	110	42-119	84,94 (14,99)			

(\*) Las diferencias son significativas al nivel 95% ( $p \leq 0,05$ ).

Fuente: elaboración propia.

## DISCUSIÓN

El análisis de otros estudios en diferentes países nos permitirá interpretar y comparar nuestros datos.

En Alemania, en un estudio con 1283 alumnos con edades comprendidas entre 4,5 y 14,5 años, se encontró un 14% de la muestra con perturbación, un 2% con insuficiencia en la coordinación, un 68% de normalidad, un 14 % de buena coordinación y un 2 % de muy buena coordinación (Kiphard y Schiling, 1974). En otro estudio, con una muestra de 558 niños de 6 y 7 años de edad, se encontró que el 4,7% mostraba insuficiencia de la coordinación, el 26% perturbación, el 60% coordinación normal, el 7,9% buena y únicamente el 0,4% muy buena coordinación (Graf et al., 2004).

En el estudio realizado en Portugal con 3742 niños de 6 a 10 años de edad, Lopes, Maia, Silva, Seabra y Morais (2003) encontraron diferencia significativa a favor de los chicos en comparación con las chicas. No obstante, observaron una disminución de los valores medios con la edad. Los chicos se mantuvieron en los valores de insuficiencia coordinativa desde los 6 hasta los 10 años, mientras que las chicas mostraban insuficiencia coordinativa en los 6, 7 y 8 años y perturbación coordinativa en los 9 y 10 años de edad.

En Brasil, analizando la CM de 931 niños con edad entre 7 y 10 años, se constató que el 70% de los evaluados tenían un nivel de coordinación por debajo del normal. Sin embargo, estos alumnos no recibían clases de educación física

en su escuela, lo que fue sugerido como probable causa del resultado (Carminato, 2010).

En Bélgica, al evaluar 2470 niños de 6 a 12 años, se consideró el 4,3% con insuficiencia en la coordinación, el 16,8% con perturbación, el 70,2% con normalidad, el 8,3% fueron clasificados con buena coordinación y únicamente 0,4% con muy buena coordinación (Vandorpe et al., 2010).

Recogiendo otros estudios, observamos la poca presencia de participantes con clasificación de “buena coordinación” o “muy buena coordinación”. En el realizado en Noruega (Mjaavatn, Gundersen y Segberg, 2003), observamos que no se presenta ningún evaluado con dicha clasificación. En Portugal (Lopes, Maia, Silva, Seabra y Morais, 2003), de un total de 3742 participantes solamente se encontró un alumno clasificado con “buena coordinación”.

En las tablas siguientes se describen los resultados de estudios que han utilizado el Test KTK y que son especialmente relevantes por el número de participantes. En el estudio realizado en Alemania (Kiphard y Schiling, 1974) participaron 1283 alumnos. En Portugal se realizaron tres grandes estudios, dos con 412 alumnos (Andrade, 1996; Gomes, 1996) y otro con 3742 alumnos (Lopes, Maia, Silva, Seabra y Morais, 2003). En Perú participaron 4007 alumnos (Bustamante et al., 2008). Vandorpe et al. (2011) estudiaron 2470 alumnos en Bélgica. Por último, se describen los resultados de nuestro estudio de Barcelona, con el objeto de plasmar la comparativa de los valores alcanzados. Todos los resultados están separados por prueba, por edad y por sexo.

En la tabla IV, que se refiere a los participantes masculinos y que demuestra los valores medios y desviación típica de las tareas, es posible verificar que en el desplazamiento en equilibrio de espaldas (ER), los alumnos evaluados en Barcelona alcanzaron resultados peores que en los demás estudios, en todas las edades.

En los saltos monopedales (SM) el grupo de 7 años obtuvo peores resultados que todos los demás estudios, mientras que los grupos de 8, 9 y 10 años alcanzaron resultados similares al estudio de Lopes, Maia, Silva, Seabra y Morais (1996) y del estudio realizado en Perú. Los alumnos alemanes y belgas, presentaron resultados superiores a los demás.

En los saltos laterales (SL), en todas las edades, los alumnos de Barcelona alcanzaron buenas marcas, siendo superiores a todos los demás, a excepción de los belgas, que alcanzaron resultados un poco mejor.

En la transposición sobre plataforma (TL), los alumnos de Barcelona fueron, en todas las edades, muy superiores a todos los portugueses y a los peruanos, que obtuvieron resultados muy bajos. Los chicos de Barcelona

alcanzaron resultados similares a los belgas, sin embargo, los alemanes fueron superiores a todos los demás en todas las edades.

**TABLA IV.** Resultados masculinos (media y desviación típica) del test KTK por pruebas y edades en algunos estudios y su comparación con los obtenidos en Barcelona.

Pruebas	Estudios	Edades			
		7	8	9	10
ER	Kiphard y Schilling	39,90±13,90	46,90±13,60	51,10±15,30	54,30±13,00
	Andrade	47,81±9,59	48,68±12,77	54,26± 9,90	
	Gomes		45,10±12,00	50,01± 9,70	51,20±12,60
	Lopes et al.	35,40±13,03	40,64±13,47	45,13±13,36	49,64±13,50
	Bustamante et al.	34,83±13,56	38,87±13,19	43,02±12,95	45,30±13,97
	Vandorpe et al.	31,13±13,17	36,55±13,88	41,04±12,87	44,07±12,64
	BARCELONA	26,86±12,29	35,61±13,01	41,14±14,26	43,91±15,42
SM	Kiphard y Schilling	34,40±13,60	45,20±14,20	52,60±15,20	58,70±14,00
	Andrade	38,73±12,21	49,42±11,54	56,80±10,56	
	Gomes		37,90±13,10	47,00±10,20	48,90±12,60
	Lopes et al.	26,69±12,78	34,20±14,28	41,09±13,77	46,92±15,18
	Bustamante et al.	28,94±10,66	35,61±11,34	40,70±11,02	45,64±12,02
	Vandorpe et al.	42,30±11,33	50,09±11,96	58,18±11,69	63,15±11,34
	BARCELONA	24,71±13,09	34,90±13,26	41,18±14,62	47,42±14,58
SL	Kiphard y Schilling	36,50±10,00	45,80±11,70	50,40±13,20	59,40±11,60
	Andrade	40,52±8,83	44,52± 7,93	49,49±12,36	
	Gomes		48,30±12,50	52,50±10,30	54,50±11,00
	Lopes et al.	35,44± 9,44	41,70±11,93	46,98±12,37	51,33±12,59
	Bustamante et al.	29,51± 7,18	33,43± 8,76	40,07±10,05	42,71±11,18
	Vandorpe et al.	44,45±10,02	50,16±11,15	57,95±10,45	62,16± 9,91
	BARCELONA	40,90±12,08	49,16±13,63	56,01±14,62	59,47±13,68
TL	Kiphard y Schilling	35,50±6,60	40,60±6,20	43,00±7,70	46,40±6,00
	Andrade	18,73±2,64	20,24±2,90	22,02±3,06	
	Gomes		17,80±2,70	19,30±3,60	20,10±3,50
	Lopes et al.	15,83±3,17	17,55±3,36	19,07±3,58	20,64±3,48
	Bustamante et al.	15,34±3,06	17,22±2,91	18,62±2,96	19,63±3,62
	Vandorpe et al.	33,84±5,39	36,73±5,83	40,07±6,61	42,25±5,36
	BARCELONA	31,82±5,82	37,40±5,88	39,83±6,85	43,32±7,45

Fuente: adaptado de Lopes, Maia, Silva, Seabra y Morais, 2003.

En la tabla V, referente a las chicas, en la que se observan los valores medios y desviación típica de las tareas, se observa que en la tarea ER las niñas de 7, 8 y 9 años presentan peores resultados que las de los otros países y que las de 10 años se asemejan a las evaluadas en los demás estudios.

En el SM, en todas las edades, las alumnas de Barcelona presentan valores mejores que los de Lopes, Maia, Silva, Seabra y Morais (1996) y los peruanos, pero siguen lejos de los demás. En esta tarea, las chicas alemanas, las chicas belgas y las portuguesas, del estudio de Andrade (1996), obtienen mejores resultados, si bien presentan gran oscilación en relación a la edad.

En el SL, las chicas de Barcelona presentan mejor resultado que todas las chicas portuguesas y peruanas. Además, se acercan a los valores encontrados en las chicas alemanas y belgas, que son las que presentan mejores resultados.

En la TL, así como en la tarea anterior, las chicas de Barcelona presentan mejor resultado que todas las chicas portuguesas y peruanas. Por otro lado, los resultados son prácticamente los mismos que las chicas belgas. Las chicas alemanas presentan valores superiores en todas las edades.

**TABLA V.** Resultados femeninos (media y desviación típica) del test KTK por pruebas y edades en algunos estudios y su comparación con los obtenidos en Barcelona.

Pruebas	Estudios	Edades			
		7	8	9	10
ER	Kiphard y Schilling	42,70±13,10	48,20±13,90	52,10±13,20	58,50±20,10
	Andrade	45,68±11,02	54,20±11,31	58,50± 9,20	
	Gomes		44,00± 9,90	47,10± 9,90	47,30±12,00
	Lopes et al.	32,69±13,28	40,08±12,99	42,31±12,97	44,13±13,68
	Bustamante et al.	36,98±13,47	39,36±12,93	43,87±13,43	47,01±12,90
	Vandorpe et al.	34,99±11,62	39,82±12,54	43,81±13,73	46,15±12,46
	BARCELONA	30,18±12,80	36,30±13,94	43,82±11,99	45,13±13,37
	SM	Kiphard y Schilling	37,30±11,80	42,60±13,10	54,80±14,30
Andrade		35,92±13,98	46,82±11,31	53,43±10,30	
Gomes			34,50±10,30	41,10±13,10	39,80±12,80
Lopes et al.		23,44±11,69	31,11±11,24	35,41±13,75	40,83±14,33
Bustamante et al.		22,44± 8,94	28,77± 8,94	34,26±10,22	38,89±10,98
Vandorpe et al.		39,69±11,15	47,65±12,30	52,92±12,61	56,84±11,65
BARCELONA		24,74±11,30	32,22±13,52	39,50±12,06	44,52±13,49
SL		Kiphard y Schilling	43,20±10,20	48,00±11,70	60,80±19,50
	Andrade	37,71±10,79	48,34± 9,40	55,02±10,00	
	Gomes		47,30± 9,80	54,00±11,80	55,50±12,50
	Lopes et al.	35,33±10,98	43,20±11,75	48,74±11,59	51,70±12,00
	Bustamante et al.	27,51± 6,70	33,46± 8,87	39,73±10,02	44,54±10,98
	Vandorpe et al.	44,49±10,81	52,19±10,07	57,17±11,04	61,13±10,86
	BARCELONA	42,82±13,56	50,38±13,66	56,59±14,18	60,45±12,59
	TL	Kiphard y Schilling	36,20±5,90	38,80±5,80	44,30±6,20
Andrade		17,44±3,28	19,57±3,12	21,97±3,82	
Gomes			16,30±2,70	17,40±3,06	18,00±2,80
Lopes et al.		14,95±3,08	16,81±2,94	18,05±3,22	18,79±3,22
Bustamante et al.		14,09±2,92	15,88±2,81	17,05±2,71	19,00±3,40
Vandorpe et al.		32,75±5,16	37,11±5,34	40,03±6,23	42,24±5,86
BARCELONA		32,10±6,02	36,93±5,76	40,09±6,39	42,81±6,38

Fuente: adaptado de Lopes, Maia, Silva, Seabra y Morais, 2003.

En líneas generales y comparando los estudios, se puede verificar que en la tarea ER, tanto los chicos y chicas de todas las edades del estudio de Andrade (1996), de Portugal, presentaron mejores resultados. Además, se puede decir

que los resultados de Barcelona y Bélgica son muy similares en los chicos y chicas, sin embargo, presentan peores resultados que el estudio de Alemania.

En la tarea SM el resultado está muy por debajo de los estudios que presentan los mejores datos, es decir, Bélgica, Portugal (Andrade, 1996) y Alemania, en todas las edades y ambos géneros.

En la tarea SL, el estudio belga muestra muy buenos resultados, siendo los mejores en todas las edades en el caso de los chicos y en los 7 y 8 años en el caso de las chicas. El estudio de Barcelona, en esta tarea, presenta tan buenos resultados como los belgas, dándose puntualmente resultados superiores que los alemanes.

En la tarea TL, los alemanes son unánimes, presentando mejores resultados en todas las edades y en ambos géneros. Los resultados de Barcelona y Bélgica son muy similares. Resultan extraños los resultados logrados por los estudios portugueses y por el peruano, que presentan prácticamente la mitad de la puntuación que los demás.

Los resultados encontrados en el presente estudio nos sitúan por debajo del nivel de coordinación esperado, dado que se observó que el 40% de la población estudiada está por debajo de la normalidad, a diferencia de Alemania con un 16% (Kiphard y Schilling, 1974) y 20,7% (Graf et al., 2004) y de Bélgica con un 21,1% (Vandorpe et al., 2011).

Otros autores (Wright y Sugden, 1996), expresan que han encontrado el 16% de la población con desorden de la coordinación durante el crecimiento, siendo el 12% con perjuicio moderado y el 4% seriamente perjudicada y necesitando cuidado inmediato.

A partir de estudios realizados sobre la coordinación motora, sea utilizando el Test KTK u otras baterías de test, observamos que los resultados obtenidos en esta investigación están por debajo de la media. Investigaciones anteriores (Rose, Larkin y Berger, 1997) indican que los niños y adolescentes con problemas evolutivos de coordinación motriz manifiestan percepciones de competencia motriz significativamente más bajas que los escolares que no presentan estas dificultades. Una deficiencia en la coordinación motora suele ir acompañada de aspectos como menor capacidad física, poder anaeróbico bajo, reducción de la eficiencia de movimientos, menor control motor, reducción de la forma física, desarrollo perceptivo motor deficiente, control temporal lento, entre otros (Drobnic et al., 2013). Con todo ello el riesgo de rechazo a los juegos y deportes debido a las dificultades de coordinación puede resultar un factor que incremente el sedentarismo, entrando con ello en una especie de círculo vicioso

Como indican Piek y Edward (1997) si el diagnóstico se realiza de forma temprana, el profesorado de educación física puede ser muy útil en el proceso de intervención para la mejora.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran que más de un 40% de la población evaluada se encuentra con un nivel de coordinación motora global insuficiente o con perturbación. Además, se encontró que cerca del 57% de la población se halla en el nivel definido como coordinación normal. Solamente un 4,6% se sitúa en la franja de buena o muy buena coordinación.

Nuestro estudio ha consistido en un estudio local, sin embargo, como es una muestra representativa, nos lleva a pensar que la población de alumnos en educación primaria de Barcelona y provincia tiene un nivel coordinativo por debajo del esperado para su edad. Este hecho resulta preocupante, pues muestra que la coordinación motora es evaluada por debajo de la normalidad en un porcentaje muy alto. Además, si lo comparamos con otros estudios, observamos que nos encontramos en una posición muy inferior, sobre todo en las pruebas de valoración de equilibrio dinámico, lateralidad y estructuración espacio-temporal. Estos resultados negativos se incrementan en las edades de 7 y 8 años y en el colectivo femenino.

Todo ello nos hace pensar en la necesidad de que en la educación física escolar se realicen pruebas de coordinación y de control de los aprendizajes motores que permitan realizar un seguimiento del desarrollo motor en una etapa tan importante para la formación del alumnado. La utilización de estas pruebas no debería ser considerada únicamente como una recogida de datos cuantitativos, sino que debería ayudar al profesorado a conocer mejor las características de los evaluados, con el fin de optimizar su intervención docente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, M. J. L. A. (1996). *Coordenação motora. Estudo em crianças do ensino básico na Região Autónoma da Madeira*. No publicada Dissertação de mestrado, Universidade do Porto, Porto.
- Bernstein, N. A. (1967). *The Co-ordination and regulation of movements*. Londres: Pergamon Press.
- Bustamante V., A., Cartagena, L.C., Sarria, N. E., Távora, I.S., Seabra, A. F. T., Silva, R. M. G., y Maia, J. A. R. (2008) Coordinación Motora: Influencia de la edad, sexo, estatus socio-económico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Revista Brasileira Cineantropometria e Desempenho Humano*. 10(1):25-34. <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2008v10n1p25>
- Carminato, R. A. (2010). Desempenho motor de escolares através da bateria de teste KTK. No publicada Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba - Brasil.
- Casert, S., y Gavere, S. V. (2010). De motorische kip of het motorische ei? "Is motorische coördinatie een voorspeller van sportparticipatie in het lager onderwijs". (Tesina Master), Universiteit Gent, Holanda.
- Drobnic, F. (Coord.); García, À.; Roig, M.; Gabaldón, S.; et al. (2013). La

actividad física mejora el aprendizaje y el rendimiento escolar. Los beneficios del ejercicio en la salud integral del niño a nivel físico, mental y en la generación de valores. Esplugues de Llobregat (Barcelona): Hospital Sant Joan de Déu.

- García, T. (2005). Etapas del Proceso Investigador: Población y Muestra. Consulta en febrero de 2011. [https://www.univsantana.com%2Fsociologia%2Fpoblacionmuestra.doc&ei=GmLqUoCRNKvA7AaYwoG4DQ&usg=AFQjCNFWTF013kLfritVU90\\_DuZwPsmdNw](https://www.univsantana.com%2Fsociologia%2Fpoblacionmuestra.doc&ei=GmLqUoCRNKvA7AaYwoG4DQ&usg=AFQjCNFWTF013kLfritVU90_DuZwPsmdNw)
- Gomes, M. P. B. B. (1996). Coordenação Motora, Aptidão Física e Variáveis do Envolvimento: Estudo em crianças do 1º Ciclo de Ensino de duas Freguesias do Concelho de Matosinhos. No publicada Dissertação de Doutoramento, Universidade do Porto, Porto.
- Gorla, J. I., Araújo, P. F. d., y Rodrigues, J. L. (2010). Evaluación Motoras en Educación Física Adaptada: Test KTK (2ª ed.). São Paulo: Phorte.
- Graf, C. y Dordel, S. (2011). The CHILT I project (Children's Health Interventional Trial). A multicomponent intervention to prevent physical inactivity and overweight in primary schools. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 54(3), 313-321. <http://dx.doi.org/10.1007/s00103-010-1230-9>
- Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S. y ...Dordel, S. (2004). Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-Project). *International Journal of Obesity*, 28, 22-26. <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0802428>
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (2010). Instituto Nacional de estadística [sitio web]. Madrid: INE. [Consulta: 10 noviembre 2010]. Disponible en: <http://www.ine.es/>
- Kahl, H., y Emmel, J. (2002). Der Untersuchungsteil Motorik im Pretest des Kinderund Jugendgesundheits surveys. *Gesundheitswesen*, 64(1), S114-S118. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2002-39011>
- Kiphard, B. J. y Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder*. Beltz Test GmbH: Weinheim.
- Kiphard, E. J. (1976). Insuficiencia de movimiento y de coordinación en la edad de la escuela primaria. Buenos Aires: Kapelusz.
- Lopes, V. P., Maia, J. A. R., Silva, R. G., Seabra, A., y Morais, F. P. (2003). Estudo do nível de desenvolvimento da coordenação motora da população escolar (6 a 10 anos de idade) da Região Autónoma dos Açores. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(1), 47-60.
- Meinel, K. y Schnabel, G. (1988). Teoría del movimiento: síntesis de una teoría de la motricidad deportiva bajo el aspecto pedagógico. Buenos Aires: Editorial Stadium.
- Mjaavatn, P. E., Gundersen, K. A., y Segberg, V. (2003). Physical activity and health related variables in 6-9 year-old Norwegian children. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 35(5), S 63. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200305001-00336>
- Newell, K. (1985) Motor Skill Acquisition and Mental Retardation: Overview of traditional and Current Orentatio. En: Clarck, J.; Humpherey, J. (Eds.)

- Motor development: Current Selected Research (v.1., p.183-192) New Jearsey: Princeton.
- Piek, J. P. y Edwards, K. (1997). The identification of children with developmental coordination disorder by class and physical education teachers. *British Journal of Educational Psychology*, 67(1), 55-67. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2044-8279.1997.tb01227.x>
- REAL DECRETO 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación primaria (BOE 293, 8-12-2006).
- Rigal, R. (2003) Educación motriz y educación psicomotriz en Preescolar y Primaria. Barcelona: INDE.
- Rose, B.; Larkin, D. y Berger, B. (1997). Coordination and gender influences on the perceived competence of children. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 14, 210-221.
- Ross, W. D. y Marfell-Jones, M. J. (2000). Cineantropometria. En J. D. MacDougall, H. A. Wengery H. J. Green (Eds.), *Evaluación fisiológica del deportista* (2ª ed., pp. 75-115). Barcelona: Paidotribo.
- Ruiz Pérez, L. M. (1987) *Desarrollo motor y actividades físicas*. Madrid: Editorial Deportiva Gymnos.
- Thomas, J. R., y Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física* (1ª ed.). Barcelona: Paidotribo.
- Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, et al (2011). The KörperkoordinationsTest fur Kinder: reference values and suitability for 6–12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21, 378-388. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01067.x>
- Wright, H. C. y Sugden, D. A. (1996). The Nature of Developmental Coordination Disorder: Inter- and Intragroup Differences. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13(4), 357-371.

**Número de citas totales / Total references:** 28 (100%)

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references:** 0 (00%)



Cepero González, M.; Padial Ruz, R.; Rojas Ruiz, F.J.; Romero Sánchez, D. y De la Cruz Márquez, J.C. (2016). Efectos de bebidas carbohidratadas y proteicas sobre la recuperación del esfuerzo / Effects of Carbohydrate–Protein Beverages on Recovery of the Exercise. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 16 (62) pp.373-401 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artefectos701.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista62/artefectos701.htm)

## REVISIÓN / REVIEW

# EFFECTS OF BEBIDAS CARBOHIDRATADAS Y PROTEICAS SOBRE LA RECUPERACIÓN DEL ESFUERZO

## EFFECTS OF CARBOHYDRATE–PROTEIN BEVERAGES ON RECOVERY FROM EXERCISE

Cepero González, M.<sup>1</sup>; Padial Ruz, R.<sup>2</sup>; Rojas Ruiz, F.J.<sup>3</sup>; Romero Sánchez, D.<sup>4</sup> y De la Cruz Márquez, J.C.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Doctora en Ciencias de la actividad física y el deporte. Profesora Titular del Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal de la FCCE de la Universidad de Granada. España. [mcepero@ugr.es](mailto:mcepero@ugr.es)

<sup>2</sup> Doctora en Ciencias de la actividad física y el deporte. Profesora Ayudante Doctora del Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal de la FCCE de la Universidad de Granada. España. [rpadial@ugr.es](mailto:rpadial@ugr.es)

<sup>3</sup> Doctor en Ciencias de la actividad física y el deporte. Catedrático del Departamento de Educación Física y deportiva de la Universidad de Granada. España. [frojas@ugr.es](mailto:frojas@ugr.es)

<sup>4</sup> Doctor en Ciencias de la actividad física y el deporte. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada. [danielromero74@hotmail.com](mailto:danielromero74@hotmail.com)

<sup>5</sup> Doctor en Medicina. Profesor titular del Departamento de Educación Física de la Universidad de Granada. España. [dlcruz@ugr.es](mailto:dlcruz@ugr.es)

**Código UNESCO / UNESCO Code:** 2411.06 Fisiología del Ejercicio / Exercise Physiology, 3206.02 Metabolismo Energético / Energy Metabolism.

**Clasificación Consejo de Europa / Council of Europe Classification:** 2: Bioquímica del deporte / Biochemistry Sport, 6: Fisiología del ejercicio / Exercise Physiology, y 11: Medicina del Deporte / Sports Medicine.

**Recibido** 14 de abril de 2013 **Received** April 14, 2013

**Aceptado** 5 de enero de 2014 **Accepted** January 5, 2014

### RESUMEN

Este artículo aporta una revisión del efecto de la coingesta de la proteína de suero de leche y proteína caseína administradas en bebidas carbohidratadas, sobre la recuperación y los parámetros del daño muscular en ejercicios de larga duración. La búsqueda se ha realizado en abril de 2013 en las bases de datos del ISI Web of Knowledge, SCOPUS, Sport Discuss, PubMed, Medline,

Sportdiscus, y en las bases de datos CINDOC en las redes CTI-CSIC, RESH, DICE y DIALNET cruzando los descriptores "Exercise", "Resistance training" y "Recovery" con los términos "Ergogenic beverage", "Casein Protein" y "Whey Protein". La estrategia nutricional más respaldada es la ingesta de un preparado líquido carbohidratado en donde se combinan proteínas de diferentes fuentes sobre pruebas de esfuerzos prolongados similares a la competición tanto en deportes individuales como en colectivos, con resultados discrepantes.

**PALABRAS CLAVES:** Bebida ergogénica, recuperación, proteína caseína, proteína de suero de leche.

## **ABSTRACT**

This manuscript shows a review about the effects of the whey and casein protein on recovery and parameters of muscle damage in long-term exercise. The search was conducted in April 2013 in the databases of ISI Web of Knowledge, SCOPUS, PubMed, Medline, SportDiscus, and databases on Spanish networks CINDOC CTI-CSIC, RESH, DICE, and DIALNET crossing the descriptors "Exercise", "Resistance training" and "Recovery" with the terms "Ergogenic Beverage", "Casein Protein" and "Whey Protein". The most used nutritional strategies are based in a carbohydrate beverage which combines different protein sources on prolonged exercise tests similar to sports competition, in both individual and collective sports, with discrepant results.

**KEY WORDS:** Ergogenic Beverage, Recovery, Casein Protein, Whey Protein.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Durante el ejercicio prolongado y en todas aquellas situaciones en que los depósitos de glucógeno están muy disminuidos, existe un aumento de los niveles plasmáticos de ácidos grasos libres, puesto que en estas situaciones son las grasas las que deben proporcionar la mayor parte de energía, así como un aumento en la utilización de los aminoácidos de cadena ramificada como fuentes de energía por los músculos, de tal forma que su concentración en el torrente sanguíneo disminuye.

La administración de nutrientes tras una sesión de ejercicio intenso afecta a los procesos anabólicos, con independencia del modo de ejercicio. De particular importancia son las proteínas y los hidratos de carbono, ya que estos dos macronutrientes representan distintas funciones como agentes anabólicos. Se ha confirmado que la proteína y la captación de aminoácidos provenientes de la ingestión son necesarias para alcanzar un balance positivo de proteína/nitrógeno, mientras que la ingesta de carbohidratos durante la recuperación es la consideración más importante para reponer las reservas de glucógeno tras un ejercicio exhaustivo (Jeukendrup y Jentjens, 2000; Saunders, Kane y Todd, 2004; Van Loon, y cols. 2000ab).

Son varios los factores que juegan un papel importante en la eficacia de la proteína y de los carbohidratos sobre la síntesis de glucógeno después del ejercicio, por lo que la ingestión inadecuada de estos factores puede limitar la capacidad para alcanzar un estado anabólico. Las pruebas aportadas de ingesta durante y post ejercicio denotan claramente la importancia que estos dos macronutrientes tienen en lo que respecta a la nutrición y el anabolismo después del ejercicio (Betts, y cols. 2007; Poole, y cols. 2010).

Aunque la mayoría de los deportistas pueden satisfacer sus necesidades nutricionales antes y/o después del ejercicio, las actividades de prolongada duración requieren un aporte nutricional durante el ejercicio. Los ejercicios de resistencia requieren la utilización de mayor cantidad de energía, lo que conlleva significativos incrementos en el consumo de carbohidratos y la oxidación de grasas. También pueden producirse pérdidas considerables de líquidos y electrolitos a causa de la sudoración, sobre todo durante el ejercicio prolongado en situación de calor. Como consecuencia, la ingesta de líquidos y nutrientes inadecuados durante la práctica del ejercicio de resistencia puede conducir a la deshidratación, hiperhidratación hiponatrémica, depleción glucogénica, hipoglucemia y fatiga central. Además, las deficiencias nutricionales durante una actividad prolongada pueden limitar la capacidad para una recuperación rápida tras el ejercicio, lo que puede afectar al rendimiento posterior (Betts y cols. 2007; Jentjens y Jeukendrup, 2003; Saunders, 2007).

Son numerosos los estudios que han investigado las necesidades nutricionales para aclarar estas cuestiones anteriores, dando como resultado dos estrategias nutricionales que proporcionan efectos positivos para los deportistas de resistencia:

1) Consumo de carbohidratos. Existe un claro consenso en la bibliografía sobre la utilidad de la ingesta de carbohidratos durante el ejercicio prolongado (duración de 2 horas o más) que casi siempre retrasa el inicio de la fatiga y mejora el rendimiento, así como en actividades de menor duración pero de mayor intensidad (por ejemplo, ejercicio continuo que dure cerca de 1 hora y ejercicio intermitente de alta intensidad) (Jeukendrup, 2007). Los efectos del consumo post-ejercicio de soluciones de carbohidratos de alto peso molecular versus bajo peso molecular sobre la recuperación tras interval training de alta intensidad parecen ser insignificantes (McGlory y Morton, 2010).

2) Ingestión de bebidas con proteínas combinadas con carbohidratos (CHO + P): Esta estrategia nutricional es el genuino objeto de esta revisión porque cada vez es más utilizada por deportistas para mejorar el rendimiento en ejercicios de resistencia ya que reduce los indicadores del daño muscular y mejora la recuperación después del ejercicio, pero

existen importantes diferencias metodológicas entre las distintas referencias consultadas.

Algunos estudios han determinado el efecto de la adición de proteínas y/o aminoácidos en bebidas deportivas carbohidratadas sobre el rendimiento físico (tabla 1). La mayoría han demostrado una mejora en el rendimiento con esta adición (Betts y cols., 2007; Burke, 1999; Fogt e Ivy, 2000; Ivy, y cols. 2003; Moore y cols., 2007; Niles y cols., 2001; Ready, Seifert y Burke, 1999; Saunders y cols., 2009, 2006; Saunders, Luden y Herrick, 2007; Saunders, Kane, y Todd, 2004; Schedl, Muaghan, y Gisolfi 1994; Williams, Ivy y Raven, 1999; Williams, y cols., 2003; Zawadzki, Yaspelkis e Ivy, 1992) mientras que otros no muestran diferencia entre las suplementaciones de proteína y/o aminoácidos más hidratos de carbono respecto a los que solo utilizan hidratos de carbono (Anderson, 2001; Breen, y cols. 2010; Cepero y cols., 2009, 2010; Davis, Welsh y Alerson, 2000; Gasier y Olson, 2010; Osterberg, Zachwieja y Smith, 2008; Romano-Ely, y cols. 2006; Skillen y cols., 2008; Tonne y Betts, 2010; Van Essen y Gibala, 2006; Valentine y cols., 2008; Van Hall, y cols. 1995).

Tampoco se han apreciado mejoras en las lesiones musculares inducidas por el ejercicio mediante la ingestión de bebidas carbohidratadas con adición de proteínas (Green, y cols. 2008), aunque sí limitan la percepción de dolor después del ejercicio aeróbico exhaustivo (McBrier y cols. 2010) y si se ingieren durante la recuperación del ejercicio de resistencia estimulan la síntesis de proteína muscular esquelética (Howarth, y cols. 2009).

**Tabla 1.** Comparación de las características de las bebidas en estudios representativos sobre el rendimiento en resistencia.

Estudio	Líquido (ml/h)	Bebida	CHO (g/h)	Proteínas (gr/l)	Tipo de proteína	Significación
Cepero y cols. (2010)	1000	CHO CHO+Pc CHO+Ps	9% 7% 7%	0 2% 2%	Proteína caseína Proteína de suero de leche.	No
Gasier y Olson (2010)	600 ml en 5 dosis 3000 ml en total	CHO CHO+Ps	8.9% 1.81%	0 7,22%	Proteína de suero de leche.	No
Tonne y Betts (2010)	1053 ml + 75 ml	CHO CHO+P	95 72+ 5	0 22+-2	Proteína de suero	No
Cepero y cols. (2009)	1000	CHO CHO+P	9% 7%	0 2%	Proteína Caseína	No
Saunders y cols. (2009)	200 ml cada 5 Km+150 ml después del ejercicio	CHO CHO+P	60 60	0 14,4	Hidrolizado de proteína caseína.	Si en los últimos 5km. No
Osterberg y cols. (2008)	250 ml cada 15 minutos.	CHO CHO+P				No
Skillen y cols. (2008)	1500 (500 ml antes, durante y después)	CHO CHO+AA	23 (4,6%) 18 (3,6%)	0 5 (1%)	Leucina, valina, isoleucina y arginina	No
Valentine y cols. (2008)	250 ml cada 15 minutos.	CHO CHO+CHO O CHO+P	7,75% 9,69% 7,75%	0 0 1,94%	Suero concentrado	No
Betts, Williams, Duffy y Gunner, (2007)	0.8 a 1.1 gramos de CHO/Kg de masa	CHO CHO+CHO O CHO+P	8% 8% 8%	0.3 gr/kg	Proteína de suero de leche	No.
Moore y cols. (2007)	577	CHO CHO+P CHO+P	35 35 35	0 7 14	Caseína hidrolizada	Si
Saunders y cols. (2007)	560	CHO CHO+P	41 41	0 10	Suero concentrado	Si
Saunders y cols. (2007)	1000	CHO CHO+P	60 60	0 18	Caseína hidrolizada	Si
Romano-Ely y cols. (2006)	600	CHO CHO+P	56 45	0 11	Suero concentrado	No
Van Essen y Gibala. (2006)	1000	CHO CHO+P	60 60	0 20	Suero aislado	No
Saunders y cols. (2004)	508	CHO CHO+P	37 37	0 9	Suero concentrado	Si
Ivy y cols. (2003)	600	CHO CHO+P	47 47	0 12	Suero concentrado	Si

Nota: CHO= Bebida carbohidratada; CHO+P; Bebida carbohidratada más proteína;  
CHO+AA= Bebida carbohidratada más aminoácido

Muchas mujeres deportistas restringen el consumo de energía, el consumo de grasa en concreto, con el fin de modificar la composición corporal, pero esta práctica nutricional es a menudo contraproducente. En comparación con los hombres, las mujeres parecen ser menos dependientes del glucógeno durante el ejercicio y menos sensibles a los carbohidratos, por la síntesis de glucógeno, durante la recuperación. Las mujeres atletas de

resistencia pueden requerir más proteínas que los varones para lograr un equilibrio de nitrógeno positivo y promover la síntesis de proteínas. Por lo tanto, las mujeres atletas de resistencia deben poner menos énfasis en el consumo de carbohidratos y más énfasis en la calidad de las proteínas y el consumo de grasa en el contexto del balance de energía para mejorar las adaptaciones al entrenamiento y mejorar la salud general (Volek, Forsythe y Kraemer, 2006). La atención al momento de la ingestión de nutrientes, la calidad de macronutrientes, y suplementos dietéticos (por ejemplo, la creatina) todavía está en discusión en las mujeres.

Debido a esas divergencias puestas de manifiesto en diferentes estudios, el objetivo de este estudio ha sido valorar el efecto de la ingesta de distintas bebidas carbonohidratadas y suplementadas con proteínas sobre la recuperación del esfuerzo físico, concretamente en este artículo se hace una revisión de las investigaciones más recientes que han estudiado los efectos de la Proteína de suero (Ps) y la Proteína caseína (Pc) sobre el rendimiento y la recuperación en ejercicios prolongados. Además, pretendemos determinar si existe consenso en la bibliografía consultada sobre si la administración de carbohidratos con proteínas mejora su absorción y el rendimiento deportivo

## 2. MÉTODO

### 2.1. Estrategia de búsqueda bibliográfica

El planteamiento de búsqueda bibliográfica ha partido de la consulta de las fuentes secundarias basadas en enciclopedias, libros y revisiones de investigación desarrolladas de forma genérica sobre la alimentación del deportista relacionada con el rendimiento deportivo, para a partir de ahí consultar las fuentes primarias citadas y extender la búsqueda en las bases de datos especializadas utilizando los descriptores y palabras claves comunes en el objetivo de esta investigación (Thomas, Nelson, y Silverman, 2011), de modo secuencial las fases que han permitido el desarrollo de esta revisión han sido:

1. Estudio de bibliografía genérica sobre la alimentación del deportista, consultando las fuentes secundarias (Antonio y cols., 2008; González-Gallego, 2006; Kern, 2005; Lowery, 2012; MacLaren, 2007; Maughan y Murray, 2009; McDonalds, 2009; Westerterp, 2013).
2. Determinación de las palabras claves, tópicos y descriptores de búsqueda: "Exercise", "Resistance training" y "Recovery" y cruzándolos con los con los términos "Ergogenic beverage", "Casein Protein" y "Whey Protein", tanto en inglés como en castellano.
3. Búsqueda de las fuentes primarias on-line a través de la biblioteca electrónica de la Universidad de Granada que permite descargas directas

de los artículos contenidos en las revistas a las que la Universidad está suscrita. Se obtuvieron todas las integradas en el ISI Web of Knowledge, SCOPUS, PubMed, Medline y Sportdiscus. Entre las bases de datos nacionales, se utilizaron las bases de datos del Centro de Información y Documentación Científica CINDOC adscrito al Instituto de Estudios Documentales sobre Ciencia y Tecnología (IEDCYT) perteneciente al Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en las redes CTI-CSIC, RESH, DICE, y la plataforma de recursos y servicios documentales. DIALNET de la Universidad de La Rioja. Con los mismos cruces terminológicos. La localización de referencias bibliográficas se efectuó hasta el mes de abril de 2013 en las bases de datos mencionadas. Todos los artículos se clasificaron en revisión o experimentales.

4. Lectura, análisis y valoración de las referencias encontradas en las búsquedas bibliográficas.
5. Redacción de la revisión bibliográfica en función de la clasificación realizada en el apartado anterior.

### *2.2. Criterios de inclusión y de exclusión*

Para la selección final de los artículos objeto de esta revisión se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- a) Que el artículo apareciera localizado en, al menos, una base de datos atendiendo al cruce de descriptores indicados, preferiblemente en los últimos diez años, aunque si el artículo ha sido ampliamente citado y es anterior también se seleccionó.
- b) Que sus resultados tuvieran relación con la actividad física o el deporte y que los participantes fueran deportistas, independientemente de la edad, el sexo o su nivel competitivo, se descartaron los estudios en animales.
- c) Que la publicación cumpliera con las características propias de un artículo de carácter científico. Los contenidos publicados en revistas indexadas en Web of Knowledge y Scopus es garantía de que los artículos cumplen con los requisitos mínimos de calidad.
- d) Que la vía de administración de los suplementos hubiera sido la oral, como forma ideal de procesar las proteínas, descartando aquellos que lo hicieran exclusivamente vía parenteral (Manninen, 2004).

### *2.3. Metodología de análisis*

Se hallaron un total de 2485 artículos de carácter científico a partir del cual se identificaron las principales líneas de investigación, relacionadas con la recuperación tras el esfuerzo deportivo mediante la ingestión de bebidas con proteínas caseína o proteína de suero de leche limitando a 107 referencias de carácter significativo, ya que han sido citadas por otros autores al menos una vez, según la base de datos Web of Knowledge.

La clasificación de los artículos se ha realizado tras valorar las estrategias de administración de las bebidas para hacer llegar los aminoácidos al torrente sanguíneo:

- (1) Aportando alimentos con proteínas totales;
- (2) Suplementos con proteínas intactas;
- (3) Ingeriendo aminoácidos libres; e
- (4) Ingeriendo hidrolizados de proteínas, en los que se producen pequeñas cadenas de aminoácidos denominadas péptidos.

### **3. RESULTADOS DE LA REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS E INVESTIGACIONES RELEVANTES**

En función de la clasificación comentada en el apartado anterior de los procedimientos utilizados en la ingesta de las bebidas sin y con proteínas se han establecido los siguientes criterios de revisión:

#### **3.1. Beneficios de la coingesta de proteínas y/o aminoácidos en suplementos deportivos carbohidratados sobre la recuperación tras esfuerzos deportivos**

La adición de carbohidratos a un suplemento proteico se basa en el estímulo de la secreción de insulina que es crítica para regular la absorción de glucosa por los tejidos. El ejercicio sirve para mejorar la respuesta de los músculos esqueléticos a la glucosa provocando una mayor sensibilidad de los mismos a los efectos de la insulina (Richter, y cols., 1989). La importancia de esto, respecto a la remodelación muscular y de la síntesis de proteínas, es que la insulina también estimula la absorción de aminoácidos (Biolo, y cols. 1997). Por tanto, la combinación de carbohidratos y proteínas o aminoácidos en un suplemento puede contribuir a una absorción más efectiva de proteínas y a una mejora de la tasa de síntesis de proteínas musculares (Koopman y cols., 2005).

En ayunas una persona sedentaria, de entre 70- 90 Kg de peso, puede perder unos 40/60 g de proteínas/día, por lo que la recomendación más actual para permitir la reparación, remodelación, adaptación y la ganancia de masa magra en atletas, ya esté entrenado aeróbicamente o con ejercicios de fuerza, es que se siga la siguiente pauta (Philips, 2013):

- La ingesta diaria de proteínas debe ser mayor que la RDA (1,2 hasta 1,6 g de proteína/ kg de masa del atleta/ día).

- Las proteínas de origen lácteo deben enriquecerse con leucina.
- Consumir proteína en dosis de 20-25 g / ración para maximizar las respuestas de adaptación.
- Distribuir de forma equilibrada durante todo el día la ingestión de harinas de proteínas.
- Consumir las proteínas inmediatamente después del ejercicio.

La captación de aminoácidos a partir de fuentes de proteínas ingeridas es variable (Tipton y cols., 2007), y depende del tipo de proteína (Tipton y cols., 1999ab, Tipton y cols., 2004; Wilkinson y cols., 2007) o aminoácidos (Borsheim, Aarsland y Wolfe, 2004), de los nutrientes ingeridos (Borsheim y cols., 2004; Elliot y cols., 2006; Miller y cols., 2003), y el momento de ingesta en relación al ejercicio (Tipton y cols., 2001; 2007).

Numerosos estudios han comparado el efecto sobre el rendimiento físico de la adición de proteínas y/o aminoácidos a bebidas deportivas carbohidratadas (tabla 1) así como sobre la recuperación (Millard-Stafford y cols., 2005). Muchos han demostrado una mejora en el rendimiento con esta adición (Burke, 1999; Fogt e Ivy, 2000; Ivy y cols., 2003; Niles y cols., 2001; Ready, Seifert y Burke, 1999; Saunders, Kane y Todd, 2004; Saunders, 2007; Saunders y cols., 2009; Schedl, Muaghan y Gisolfi, 1994; Williams, Ivy y Raven 1999, Williams, y cols. 2003; Zawadzki, Yaspelkis e Ivy, 1992) incluso al final de ejercicios intermitentes, específicamente en el fútbol. (Alghannam, 2011).

La restricción voluntaria de la ingestión de proteínas, en la mayoría de las situaciones estudiadas hasta la fecha, como en el Ramadán, ha tenido efectos adversos aunque limitados, tanto para el desarrollo muscular como para el rendimiento competitivo (Shephard, 2012ab).

Otros estudios no muestran diferencia entre las suplementaciones de proteína y/o aminoácidos más hidratos de carbono respecto a bebidas solo con hidratos de carbono (Cepero y cols., 2009, 2010; Davis, Welsh y Alerson, 2000; Gasier y Olson, 2010; Goh y cols., 2012; Madsen y cols., 1996; Osterberg, Zachwieja y Smith 2008; Romano-Ely y cols., 2006; Skillen y col., 2008; Tonne y Betts, 2010; Van Essen y Gibala, 2006; Van Hall y cols., 1995).

Y algunos, indican que una mezcla de hidratos de carbono y una cantidad moderada de proteína puede mejorar la resistencia aeróbica en el ejercicio que se lleva a cabo cerca del umbral de ventilación (Ferguson-Stegall, y cols., 2010) y que esta combinación ha demostrado tener beneficios sobre el rendimiento en situaciones extremas, especialmente ante el calor (Cathcart, y cols., 2011).

Por lo tanto, nos parecen más sólidos los estudios que afirman que el consumo de CHO y proteínas durante las primeras fases de la recuperación afectan positivamente el rendimiento del ejercicio posterior y podría ser de beneficio específico para los atletas que participan en competiciones en los mismos días o consecutivos. Esto sería un hecho a tener muy en cuenta, pues aunque se piensa que la ingestión oral de aminoácidos no es tan efectiva a la hora de estimular la síntesis proteica cuando se compara con la infusión intravenosa de los mismos, hay estudios que demuestran que ambas formas estimulan la síntesis proteica de manera similar (Biolo y cols., 1997; Tipton y cols., 1999ab). La práctica más apoyada en la bibliografía es que la ingestión de pequeñas cantidades de proteínas en la dieta 5 o 6 veces al día mejora la síntesis de proteínas musculares.

Sin embargo, son muy pocos los estudios que utilizan protocolos de ejercicio de más de una hora de duración para analizar los efectos ergogénicos de la proteína sobre el rendimiento y los parámetros del daño muscular ya que la mayor parte de estudios o están realizados en cicloergómetro con esfuerzos de pocos segundos y recuperaciones de 24 s de media, o en carrera, donde utilizan pocos esprines de distancias inferiores a 100 m con 25 s de recuperación de media.

Las estrategias de ingestión más utilizadas son:

### **3.1.1. Aminoácidos esenciales vs aminoácidos no esenciales:**

Uno de los beneficios comúnmente invocado de la suplementación con aminoácidos es que ciertos aminoácidos (arginina, histidina, lisina, metionina, ornitina y fenilalanina) pueden estimular la liberación de la hormona de crecimiento, de la insulina y/o de los glucocorticoides, y de esta manera promover los procesos anabólicos (Kreider, Miriel y Bertun, 1993).

Tipton y cols., (1999ab) indicaron que los esenciales son mucho más efectivos que los no esenciales y que el consumo de aminoácidos esenciales tras el entrenamiento, es tan efectivo a la hora de estimular la síntesis proteica, como la combinación de aminoácidos esenciales con carbohidratos (Naclerio, 2007 y Rasmussen y cols., 2000) (tabla.2).

Tipton y cols., (2001) han demostrado que la ingestión simultánea de aminoácidos esenciales y carbohidratos en solución, una o tres horas después de la sesión de entrenamiento, es capaz de provocar un incremento en la síntesis proteica de hasta el 400% cuando se compara con los valores normales de reposo.

Más específicamente Beelen y cols., (2010) concluyen que el consumo de ~ 20 g de proteína intacta, o un equivalente de ~ 9 g de amino ácidos esenciales durante las primeras horas de recuperación después del ejercicio, mejora la síntesis de proteínas musculares.

Sin embargo, la ingesta oral de aminoácidos no esenciales como la arginina en combinación con CHO no es efectiva para conseguir un aumento en los niveles de insulina en plasma (Van Loon, y cols., 2000c) y las velocidades de síntesis de glucógeno muscular (Yaspelkis e Ivy, 1999) comparado con la ingesta de CHO solo.

Por lo tanto, los aminoácidos también son efectivos para incrementar la tasa de síntesis de proteínas pero parecen ser más efectivos cuando se consumen inmediatamente antes del entrenamiento que cuando se consumen después del entrenamiento (Hoffman, 2007) (Tabla 3).

### **3.1.2. Hidrolizados de proteínas**

En ellos, las proteínas se descomponen en sus elementos más básicos, los aminoácidos, en medio acuoso. Los hidrolizados de proteínas contienen di y tripéptidos siendo absorbidos más rápidamente que los aminoácidos libres y mucho más rápido que las proteínas intactas (Di Pasquale, 1997). Se ha observado que la ingesta de hidrolizados de proteínas tiene un fuerte efecto insulínico, por lo que las bebidas utilizadas en la recuperación deportiva que contienen hidrolizados de proteínas pueden ser de gran valor ergogénico (Manninen, 2004).

Los hallazgos más interesantes de ellos los señala Manninen (2006), que demuestra que las mezclas nutritivas que contienen hidrolizados de proteínas, junto con leucina, y de carbohidratos de alto índice glucémico aumentan la secreción de insulina en comparación con los preparados que contienen solo hidratos de carbono de alto índice glucémico. Con ellos, la hiperinsulinemia postejercicio es apoyada con una hiper aminoacidemia inducida por la ingestión de la proteína hidrolizada y por la leucina, ocurriendo una mejora de la absorción de proteínas. Así, el consumo de bebidas de recuperación post-ejercicio que contengan estos nutrientes en combinación con entrenamiento de resistencia adecuado puede conducir a la hipertrofia del músculo esquelético y aumento de la fuerza (Reitelseder, y cols., 2010) Sin embargo, los efectos a largo plazo sobre la composición corporal y el rendimiento durante el ejercicio no se han determinado.

La mayor tasa de absorción de los aminoácidos cuando están en forma de dipéptidos y en comparación a una mezcla de aminoácidos libres, parece estar relacionada con una mayor capacidad de transporte de aminoácidos (Di Pasquale, 1997). Esto es, por tanto, un beneficio para aquellos atletas que desean maximizar el transporte de aminoácidos hacia los músculos.

Van Loon y cols., (2000b) demostraron que la ingesta de esta mezcla de aminoácidos de hidrolizados de proteínas altamente insulínicas, en combinación con una toma moderada de CHO (0,8 g/kg/h), obtenía

velocidades aumentadas en la síntesis de glucógeno muscular comparado con la ingesta de solo CHO.

Sin embargo, no hay estudios que confirmen si esta ventaja tiene efecto respecto a un incremento más rápido en la masa muscular o en una mejora en la recuperación. No obstante, las ventajas descritas (mayor absorción de aminoácidos, mayor valor biológico) siguen siendo atractivas para los consumidores (Manninen, 2004).

En varios estudios llevados a cabo por Van Loon y cols., (2000ac) para investigar el potencial insulínico de varios aminoácidos libres, hidrolizados de proteínas y proteínas intactas, los resultados indicaron que la ingesta oral de hidrolizados de proteínas y aminoácidos en combinación con carbohidratos produce un efecto insulínico tan grande como el 100% mayor al observado con la ingesta de carbohidratos solamente.

Van Loon y cols., (2000 ac) basaron sus investigaciones en aclarar qué tipo, combinación y cantidad de aminoácidos libres o fuentes proteicas maximizarían la respuesta de insulina cuando se añade una bebida con CHO. Demostró que la ingesta de una bebida que contenía una mezcla de hidrolizado de proteína de trigo, leucina libre y fenilalanina libre (0,4 g/kg/h) en combinación con CHO (0,8 g/kg/h) aumentaba considerablemente los niveles de insulina sin causar malestar gastrointestinal. Mezclas que contenían grandes cantidades de aminoácidos libres (arginina, leucina, fenilalanina y glutamina) dieron como resultado niveles de insulina similares o incluso más altos pero estas mezclas no fueron agradables y causaron malestar gastrointestinal (Van Loon y cols., 2000c).

### **3.1.3. Aminoácidos de cadena ramificada (AACR; leucina, isoleucina y valina)**

Estos no los puede sintetizar el humano y deben ser ingeridos en la dieta. Se encuentran en la carne, huevos, leche, queso, pescado, etc., a razón de unos 15- 20 g/ 100 g de proteína (Burke y cols., 2012).

El efecto anabólico de AACR en el músculo esquelético humano se demostró primero bajo condiciones de reposo, seguido por estudios que muestran similares efectos en el período de recuperación tras ejercicios de resistencia (Tipton y Wolfe, 2004).

Bajo ciertas condiciones, los suplementos de AACR pueden mejorar el rendimiento físico, aunque la mayoría de los estudios no han encontrado ningún efecto sobre el rendimiento cuando se suministran junto con hidratos de carbono.

La cantidad de AACR recomendada es de 0,03-0,05 g / kg de peso corporal por hora o 4,2 g por hora ingerido varias veces durante el ejercicio y la recuperación, preferiblemente tomado como bebida.

Los efectos ergogénicos y sobre las respuestas fisiológicas al ejercicio de la suplementación con aminoácidos de cadena ramificada son:

- Reducción de la degradación proteica inducida por el ejercicio y/o la liberación de enzimas musculares (un indicador del daño muscular) posiblemente promoviendo un perfil hormonal anti catabólico (Carli y cols., 1992; Wagenmakers, 1998).
- El efecto de los AACR, especialmente la leucina, es mediada a través de la activación de las enzimas reguladoras de la maquinaria de síntesis de proteínas (Karlsson y cols., 2004).
- El aumento del nivel plasmático de AACR durante el ejercicio puede reducir el transporte de triptófano en el cerebro y la síntesis de 5-hidroxitriptamina (5-HT). La 5-HT se ha sugerido que participa en el centro de la fatiga central, es decir, la fatiga que emana del cerebro en relación al ejercicio muscular (Newsholme y Blomstrand, 2006) La suplementación de AACR sostenida durante la actividad física ha tenido efectos positivos sobre el rendimiento cognitivo y la percepción del ejercicio (Newsholme y cols., 1991; Portier y cols., 2008) Una mejora en la fatiga central ha sido invocada por Newsholme y cols., (2006) y Bloomstrand, Hassmen y Newsholme (1991) que indicaron que las actividades de resistencia y el rendimiento mental podían aumentar con la ingesta de AACR, pero estudios posteriores, no encontraron mejoras en ese rendimiento con la administración de AACR (Madsen y cols., 1996; Van Hall y cols., 1995).
- Mejora oxidativa. Durante ejercicios de resistencia, los AACR son absorbidos más por los músculos que por el hígado con el propósito de contribuir al metabolismo oxidativo. Sin suplementación exógena, la fuente de AACR para el metabolismo oxidativo muscular durante el ejercicio es la reserva plasmática de AACR, la cual es completada a través del catabolismo total de proteínas durante el ejercicio de resistencia (Davis, 1995; Kreider, 1998; Newsholme y cols., 1991).
- Efectos indeseables. McLean, Graham y Saltin, (1996), Madsen y cols., (1996) y Van Hall y cols., (1995) han demostrado que la toma de AACR inducía algunos efectos metabólicos negativos tales como el incremento de amoniaco en los niveles de plasma conduciendo a efectos de confusión mental durante elevados niveles de esfuerzo, sobre todo cuando se ingerían dosis muy altas (30 g por día) aunque sean bien toleradas a nivel gástrico.

**Tabla 2.** Clasificación de los aminoácidos en esenciales y no esenciales. \* Aminoácidos considerados esenciales en ciertas circunstancias especiales en donde se incrementan las demandas orgánicas (entrenamiento, competición, etc.). Tomado de Naclerio (2007).

Aminoácidos Esenciales	Aminoácidos no esenciales
Fenilalanina	Ácido Aspártico
Isoleucina	Ácido Glutámico
Leucina	Alanina*
Lisina	Arginina*
Metionina	Asparagina
Treonina	Cisteína*
Triptofano	Glisina
Valina	Glutamina*
	Hidroxiprolina
	Histidina*
	Ornitina
	Prolina
	Serina
	Taurina*
	Tirosina*

### 3.2 Coingesta de Proteína de Suero de Leche (Ps) y Proteína Caseína (Pc) junto a Carbohidratos

Las proteínas contenidas en la leche se distribuyen en dos fracciones o componentes:

- a) Suero de Leche o proteínas del suero (Whey) (Ps).
- b) Proteína Caseína (Pc).

Ambas proteínas son derivados de la leche, pero cada proteína se diferencia en la tasa de absorción y la biodisponibilidad, por lo que es posible que cada tipo de proteína pueda contribuir de manera diferente a las adaptaciones generadas a través del entrenamiento especialmente de resistencia.

#### 3.2.1. Suero de Leche o proteínas del suero (Ps)

El suero de leche bovina contiene altos niveles de aminoácidos esenciales y ramificados y es absorbido mucho más rápido que la caseína. Las proteínas de suero aportan cisteína (2,5%), aminoácido dador de azufre y precursor de la síntesis de glutatión (antioxidante esencial que protege al organismo contra el daño producido por la generación de radicales libres) y otras micro fracciones que favorecen la liberación de factores de crecimiento como la somatomedina (IGF-1) que estimula la recuperación y crecimiento muscular. Carece de fenilalanina (aminoácido esencial con funciones fundamentales para la síntesis de neurotransmisores cerebrales), glutamina,

arginina, y taurina, que son aminoácidos considerados condicionalmente esenciales en situaciones de altas demandas físicas (Di Pasquale, 1997, Naclerio, 2007).

Por consiguiente, de acuerdo a este análisis, para obtener un perfil idóneo de aminoácidos, los preparados fabricados en base a proteínas de suero deberían estar fortificados con fenilalanina, péptidos de glutamina, arginina y taurina (Di Pasquale, 1997, Hoffman y Falvo, 2004).

### **3.2.2. Proteína Caseína (Pc)**

La caseína, proteína predominante en el 80 % de la leche, existe en forma de micelas, que es una partícula coloidal de gran tamaño. La micela de caseína forma un gel en el estómago que hace que su digestión sea lenta. Como resultado, la caseína provee una liberación sostenida pero lenta de aminoácidos hacia el torrente sanguíneo, que a veces dura varias horas (Boirie y cols., 1997). Esto supone una mejor retención y utilización de nitrógeno.

Al igual que las proteínas encontradas en el suero, la caseína es una proteína completa y además contiene calcio, fósforo y otros minerales (Hoffman y Falvo, 2004). Significar que en algunos estudios la caseína ha mostrado una respuesta anabólica más sostenida y efectiva respecto a las proteínas de suero que se asimilan con mayor velocidad (Dangin y cols., 2002, Kerksick y cols., 2006, Tipton y cols., 2004).

### **3.2.3. Diferencias entre Proteína de suero (Ps) y Caseína (Pc)**

Tanto el suero como la proteína caseína son necesarios para una nutrición adecuada. Pero mientras que el suero de leche puede ser absorbido rápidamente, la caseína libera aminoácidos en el torrente sanguíneo de forma más sostenida. Además, el calcio, la vitamina D y la vitamina A se pueden aportar de forma equilibrada en la combinación de suero de leche y proteína de caseína (Wein y Miraglia, 2011).

Tanto la caseína como el suero son proteínas completas, pero su composición de aminoácidos es diferente. Específicamente, el contenido de leucina, el cual tiene un importante rol en el metabolismo de las proteínas musculares, es mayor en el suero que en la caseína. De esta manera, la tasa de digestión de proteínas puede ser más importante que la composición de aminoácidos de las proteínas. Estos resultados fueron respaldados por Tipton y cols., (2001), que también indicó que las diferencias en las propiedades digestivas entre la caseína y el suero resultan en una menor síntesis de proteínas musculares con la caseína. Sin embargo, la síntesis neta de proteínas musculares en un período de 5 horas no fue diferente entre las dos proteínas cuando la ingesta (20 g de cada proteína) se realizaba una hora después del entrenamiento con sobrecarga.

Diversos estudios han comparado los beneficios de la ingesta de ambos tipos de proteína utilizando hidrolizados de proteínas de la leche para determinar las diferencias entre la proteína de suero de leche y proteína caseína (Cepero y cols., 2009; 2010 y Hoffman, 2007). En la tabla 3 se indican los tipos de proteínas utilizados y los resultados de los estudios más significativos.

El primer estudio relevante lo realizó Zawadzki, Yaspelkis e Ivy (1992) que observaron un aumento de la velocidad en la síntesis del glucógeno durante un periodo de 4 horas después del ejercicio, con la ingesta de un suplemento combinado de CHO+proteína de suero de leche, comparado con un suplemento de sólo CHO. Highton y cols., (2013) vuelven a insistir en las ventajas de una solución de CHO al 6%+ Ps al 2% respecto a CHO al 8% mejorando la velocidad media de ejercicios de resistencia.

En una comparación entre la suplementación con caseína y suero, Boirie y cols., (1997) demostraron que la ingesta de 30 g de caseína versus 30 g de suero, tenía efectos significativamente diferentes sobre la ganancia de proteínas post prandial. Mostró que tras la ingesta de suero, la aparición de aminoácidos en el plasma es más rápida, de mayor magnitud pero más transitoria. En contraste, la caseína es absorbida mucho más lentamente, produciendo un aumento mucho menor en la concentración plasmática de aminoácidos. La ingesta de proteínas en suero estimuló la síntesis de proteínas en un 68% mientras que la ingesta de caseína estimuló la síntesis de proteínas en un 31%. Cuando los investigadores compararon el balance post prandial de leucina, 7 horas después de la ingesta, el consumo de caseína resultó en un balance de leucina significativamente mayor, mientras que no se observaron cambios en relación con el valor basal tras el consumo de suero. Estos resultados sugieren que el suero estimula una rápida síntesis de proteínas, pero una gran parte de estas proteínas son oxidadas (utilizadas como combustible), mientras que la caseína produce una mayor acumulación proteica durante un período de tiempo más prolongado.

Tipton y cols., (2001, 2004), Boire y cols., (1997) Dangin y cols., (2002), Hoffman y Falvo (2004) y Hoffman (2007) coinciden en que es más eficiente la ingestión de proteína de suero respecto a la proteína caseína. La proteína de suero puede proveer un incremento inmediato mayor en la tasa de síntesis de proteínas. Sin embargo, la combinación de proteína de suero y caseína puede ser efectiva para generar elevaciones inmediatas y prolongadas en la tasa de síntesis de proteínas.

Colombani y cols., (1999) compararon las consecuencias metabólicas del consumo de CHO y CHO+P usando un hidrolizado de proteína de leche durante una maratón. Observó un incremento de los niveles de aminoácidos en el plasma durante la maratón con el suplemento CHO+P, sin alteraciones en los niveles de amoniaco, indicador de la fatiga, mientras que Van Hall, Shirreffs y Calbet (2000) no encontraron diferencias en la liberación de

insulina entre la ingesta de una bebida carbohidratada (sucrosa) respecto a la misma con proteína de suero.

Hoffman (2007) ha analizado las diferencias entre la ingesta de suero y caseína sobre la acumulación proteica, indicando que ambas pueden tener diferentes propiedades digestivas. Pero, aparentemente tanto la caseína como el suero son efectivos para estimular la síntesis de proteínas musculares. No obstante, las diferencias en las propiedades digestivas de las proteínas, resultan en un patrón diferente de síntesis proteica con la ingesta de suero y en una mayor respuesta aguda en comparación con un aumento más gradual en la síntesis de proteínas tras la ingesta de caseína. Aunque la síntesis neta total de proteínas musculares parece ser similar entre ambas proteínas, no está claro si el incremento agudo observado tras la ingesta de suero representa una mayor ventaja para mejorar la recuperación y la remodelación de los músculos esqueléticos (Hoffman, 2007).

Hoffman y Falvo (2004), Tipton y Wolfe (2004), Tipton y cols., (2004) han evaluado las diferencias en las respuestas orgánicas que se determinan al ingerir proteínas de suero o de caseína, obteniendo diferencias significativas en la velocidad de absorción post prandial causadas por una más lenta y sostenida asimilación de las proteínas de caseína respecto a la de suero aunque los resultados de la ingestión de suero de leche o de caseína inmediatamente después de un ejercicio de resistencia producen una respuesta similar en la síntesis de proteínas musculares a pesar de las diferencias temporales en la insulina y las concentraciones de aminoácidos.

Wilborn y cols., (2013) han realizado un estudio en mujeres practicantes de baloncesto que ingirieron 24 g de Ps pre y postejercicio respecto a otras que ingirieron 24 g de Pc con el mismo protocolo de ejercicio durante 24 semanas y ha apreciado cambios en ambos grupos en la masa grasa, fuerza de miembros inferiores 1RM, salto vertical y salto longitudinal, pero no parece haber una diferencia entre Ps y Pc (tabla 3).

Si bien, en las horas inmediatamente posteriores a la ingesta las proteínas de suero han mostrado un balance neto superior de proteínas musculares, es posible que gran parte de los aminoácidos captados por el músculo sean oxidados en lugar de ser utilizados como materia prima para producir un incremento de la síntesis proteica (Hoffman y Falvo, 2004). De acuerdo con esto, se ha mencionado que para evaluar los efectos metabólicos a largo plazo, el análisis de la tasa de absorción plasmática de aminoácidos causada por la ingesta de diferentes proteínas sea un factor más importante que la composición (Tipton y Wolfe, 2004).

Dangin y cols., (2002) mostraron que la ingesta repetida de proteína de suero (una cantidad igual de proteínas pero consumida en un período prolongado [4 horas] en comparación con una única ingesta) producía una mejor oxidación neta de leucina que una única ingesta de caseína o suero.

La ingesta fraccionada genera un flujo de aminoácidos más sostenido y mejora la respuesta anabólica muscular incluso respecto a cuándo se ingiere la misma cantidad de proteínas tomando como fuente la caseína.

De acuerdo con esto, la mejor forma de suministrar las proteínas de suero para potenciar los efectos anabólicos, es ingerir pequeñas dosis de proteínas de suero (2.3 g) cada 20 min durante 2 horas, (Bilsborough y Mann, 2006) ya que la tasa máxima de síntesis proteica estimulada por el flujo creciente de aminoácidos ha sido establecida entre 6 a 7 g por hora. Este nivel de flujo se logra con una ingesta única de proteínas de caseína (aunque se tarda más tiempo en lograrlo) o con un aporte sostenido de proteínas de suero, que al ingerirse en dosis pequeñas y frecuentes que no causan una subida y caída brusca de sus concentraciones como las observadas cuando se ingiere una dosis única de 20 a 30 g (Bilsborough y Mann, 2006).

Pérez-Guisado (2009), señala que la mejor combinación de proteínas es la que lleva proteína de suero y caseína (en una proporción aproximada de 4 a 1 respectivamente), superando incluso a la combinación de proteínas de suero-aminoácidos ramificados-glutamina (Kerksick y cols., 2006). En relación a la proteína de suero, aunque ésta puede proveer un incremento inmediato mayor que la caseína en la tasa de síntesis de proteínas, la combinación de ambas tiene la ventaja de generar elevaciones inmediatas y prolongadas en dicha tasa de síntesis proteica (Hoffman, 2007). Si pretendemos maximizar la recuperación del glucógeno muscular perdido, se debería de continuar con una ingesta de hidratos de carbono a un ritmo aproximado de 1.2 g/kg/h (Ivy, 2004).

**Tabla 3.** Estudios más representativos que han comparado la ingesta de proteína de suero (Ps) y proteína caseína (Pc)

ESTUDIOS	COMPARACIÓN BEBIDAS CHO+P Y CHO	RESULTADOS
Highton y cols., (2013)	CHO 8% vs CHO 6% + Ps 2%	Mejora velocidad media de carrera con CHO+Ps
Wilborn y cols., (2013)	Ps frente Pc Pre/post ejercicio resistencia	Mejoras postejercicio pero sin diferencia entre Ps y Pc.
Pérez-Guisado (2009) Hoffman (2007)	Combinación de Ps+Pc	La mejor proporción para combinar Ps y Pc es de 4:1 respectivamente.

		Mayor efectividad para generar elevaciones inmediatas y prolongadas en la tasa de síntesis proteica.
Bilsborough y Mann (2006)	Ps	Mejor forma de administrar Ps es 2.3 g/ 20 min. Durante 2 horas.
Tipton y cols., (2004) Hoffman y Falvo (2004)	Ps frente Pc	Ps se absorbe más rápidamente que Pc cuya absorción puede durar horas.
Tipton y Wolfe (2004)	Combinación de Ps+Pc	Mayor efectividad para generar elevaciones inmediatas y prolongadas en la tasa de síntesis proteica.
Calbet & McLean (2002)	CHO+Ps vs proteínas totales de leche	Mayor absorción de hidrolizados peptídicos por el intestino y mayor disponibilidad de Aa durante el período post-prandial con Ps.
Dangin y cols., (2002)	Ps vs a Pc Ps administrado durante 4h vs a 1 sola ingesta de Ps y Pc.	Mayor oxidación neta de leucina con la ingesta prolongada de Ps que con una sola de Ps o Pc.
Tipton y cols., (2001)	Ps frente Pc	Ps obtuvo mayor contenido de leucina.
Boire y cols., (1997)	Ps vs Pc	Aparición de aminoácidos en plasma más rápida de mayor magnitud y transitoria de Ps. Sin embargo Pc obtuvo un aumento mayor de leucina 7 horas después.
Zawadzki, Yaspelkis e Ivy, (1992)	CHO CHO+Ps	Mayor velocidad en la síntesis de glucógeno durante 4h. con CHO+Ps

Calbet y McLean (2002) observaron que la administración combinada de glucosa e hidrolizado de proteínas estimula la liberación sinérgica de insulina, sin tener en cuenta la fuente de las proteínas. Estos autores concluyeron que los hidrolizados peptídicos son absorbidos a una tasa mayor en el intestino delgado que las proteínas totales de leche administradas como una solución de leche, y reflejada por un rápido incremento en la concentración plasmática de aminoácidos de cadena ramificada en la sangre periférica (tabla 3). Por ello, se puede afirmar que los beneficios metabólicos que se obtienen cuando se aplica un suplemento de proteínas o perfiles equilibrados de aminoácidos son superiores que cuando se ingieren suplementos de AACR.

Además, los hidrolizados de proteínas de suero provocaron una mayor disponibilidad de aminoácidos durante el período post prandial de 3 horas. De acuerdo con Calbet y McLean (2002), la asociación de altos niveles de aminoácidos plasmáticos y de insulina podría explicar la superioridad de los hidrolizados peptídicos sobre las proteínas totales, para promover una mejor utilización del nitrógeno, especialmente cuando se los administra en combinación con glucosa.

La mayoría de los autores coinciden en que para potenciar adecuadamente el anabolismo muscular, la estrategia más idónea sería ingerir un preparado en donde se combinen proteínas desde diferentes

fuentes (Tipton y Wolfe, 2004). Por ello, la proteína muscular se regenera más eficientemente después de ingerir un hidrolizado de suero o proteína caseína de soja, tanto en reposo como después de ejercicio de resistencia en varones jóvenes (Tang y cols., 2009). A pesar de que ambas proteínas se absorben rápidamente, el hidrolizado de suero lo hace en un grado mayor que la soja después de ejercicios de resistencia. Estas diferencias pueden estar relacionadas con la rapidez con que las proteínas se digieren (es decir, rápida vs lento) o posiblemente a pequeñas diferencias en contenido de leucina de cada proteína.

#### 4. CONCLUSIONES

1ª. Los estudios analizados consideran que la disponibilidad de carbohidratos es el principal factor limitante en el ejercicio prolongado, pero no se encuentran trabajos que determinen la capacidad máxima de absorción de carbohidratos compatible con la administración de una mayor cantidad de proteínas para favorecer el rendimiento durante el ejercicio.

2ª. Las bebidas más efectivas son las que combinan, junto a los CHO, las proteínas caseína y la de suero de leche ya que generan elevaciones inmediatas y prolongadas en la tasa de síntesis de proteínas. Los aminoácidos también son efectivos para incrementar la tasa de síntesis de proteínas siendo más efectivos cuando se consumen inmediatamente antes del entrenamiento pero para potenciar adecuadamente el anabolismo muscular, la estrategia más idónea es ingerir un preparado en donde se combinen proteínas desde diferentes fuentes.

3ª. Los estudios más relevantes aconsejan probar las bebidas durante pruebas de esfuerzos similares a la competición tanto en deportes colectivos de esfuerzos variables como en deportes individuales. El análisis de esta revisión revela que se obtienen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento deportivo con protocolos de esfuerzo prolongados mayores de una hora donde los participantes finalizan exhaustos.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alghannam, A. (2011). Carbohydrate-protein ingestion improves subsequent running capacity towards the end of a football-specific intermittent exercise. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 36 (5), 748-757. <http://dx.doi.org/10.1139/h11-097>
- Anderson, O. (2001). Why high-carb recovery drinks are more effective than carb-protein mixtures. *Peak Performance*, 146, 6-8.
- Antonio, J., Kalman, D., Stout, J., Greenwood, M., Willoughby, D., Gregory, G (2008). *Essentials of Sports Nutrition and Supplements*. Texas, USA. Ed: Humana Press, International Society of Sport Nutrition. [http://dx.doi.org/10.1016/S1744-1161\(08\)70407-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1744-1161(08)70407-1)

- Beelen, M., Burke, L., M, Gibaia, M. J. y Van Loon, L.J.C. (2010). Nutritional Strategies to Promote Postexercise Recovery. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, 20 (6), 515- 518.
- Betts, J., Williams, C., Duffy, K. y Gunner, F. (2007). The influence of carbohydrate and protein ingestion during recovery from prolonged exercise on subsequent endurance performance. *Journal of Sports Sciences*, 25, (13), 1449-1460. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410701213459>
- Bilsborough, S. y Mann, N. (2006). A review of issue of dietary protein intake in humans. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16, 129-152.
- Biolo, G., Tipton, K.D., Klein, S. y Wolfe. R. R. (1997). An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *American Journal Physiology*, 273, 122–129.
- Bloomstrand, E., Hassmen, P. y Newsholme, E. (1991). Effect of branch-chain amino acid supplementation on mental performance. *Acta Physiologica Scandinavica*, 143, 225-226. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-1716.1991.tb09225.x>
- Boirie, Y., Dangin, M., Gachon, P., Vasson, M. P., Maubois, J. L. y Beaufrere, B. (1997). Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proceedings of the National Academy of Science of USA*, 94, 14930–14935. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.94.26.14930>
- Borsheim, E., Aarstrand, A. y Wolfe, R.R. (2004). Effect of an amino acid, protein, and carbohydrate mixture on net muscle protein balance after resistance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 1, 255-271.
- Breen, L., Tipton, K., Jeukendrup, D. y Asker, E. (2010). No Effect of Carbohydrate-Protein on Cycling Performance and Indices of Recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42 (6), 1140-1149.
- Burke, E. R. (1999). *Optimal Muscle Recovery: Your Guide to Achieving Peak Physical Performance*, Garden City Park, NY: Avery Publishing Group.
- Burke, L.M., Castell. L.M., Stear, S.J., Rogers, P.J., Blomstrand, E., Gurr, S., Mitchell, N., Stephens, M.B. y Greenhaff, P.L. (2012). BJMS Reviews. A-Z Nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 4. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 389-391. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2010.072405>
- Calbet, J.A. y McLean, D.A. (2002). Plasma glucagons and insulin responses depend on the rate of appearance of amino acids after ingestion of different protein solutions in humans. *Journal of Nutrition*, 132, 2174-2182.
- Carli, G., Bonifazi, M., Lodi, L., Lupo, C., Martelli, G. y Viti, A. (1992). Changes in the exercise-induced hormone response to branched chain amino acid administration. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 6, 272-277. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00626291>
- Cathcart, A., Murgatroyd, S., McNab, A., Whyte, L. y Easton, C. (2011). Combined carbohydrate-protein supplementation improves competitive endurance exercise performance in the heat. *European Journal of Applied*

- Physiology, 111, (9), 2051-206. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-011-1831-5>
- Cepero, M., Padial, R., Rojas, F.J., Geerlings, A., De la Cruz, J.C. y Boza, J.J. (2010). Influence of ingesting casein protein and whey protein Carbohydrate beverages on recovery and performance of an Endurance cycling test. *Journal of Human Sport and Exercise*, V (II), 158-175. <http://dx.doi.org/10.4100/jhse.2010.52.06>
- Cepero, M., Rojas, F. J., Geerlings, A., de la Cruz, J. C., Romero, S. y Boza, J. J. (2009). Effects of a carbohydrate and a carbohydrate and casein protein beverages on recovery and performance of endurance cycling capacity. *Journal of Human Sport and Exercise*, 4 (2), 72-77. <http://dx.doi.org/10.4100/jhse.2009.42.09>
- Colombani, P.C., Kovacs, C., Frey-Rindova, P., Frey, W., Langhans, W., Arnold, M. y Wenk, C. (1999). Metabolic effects of a protein supplemented carbohydrate drink in marathon runners, *International Journal of Sport Nutrition*, 9, 181-201.
- Dangin, M., Boirie, Y., Guillet, C. y Beaufre, B. (2002). Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. *Journal of Nutrition*, 13, 3228S–3233S.
- Davis, J.M. (1995). Carbohydrates, branched-chain amino acids, and endurance, The central fatigue hypothesis. *International Journal of Sport Nutrition*, 5, S29-38.
- Davis, J.M., Welsh, R.S. y Alerson, N.A. (2000). Effects of carbohydrate and chromium ingestion during intermittent high-intensity exercise to fatigue. *International Journal of Sport Nutrition Exercise & Metabolism*, 10, 476 - 485.
- Di Pasquale, M.G. (1997). Amino acids and proteins for the athlete: The anabolic edge. In *Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in: Sports Nutrition*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Elliot, T. A., Cree, M.G., Sanford, A.P., Wolfe, R.R. y Tipton, K. D. (2006). Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. *Medicine Sciences of Sports Exercise*, 3, 667–674. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000210190.64458.25>
- Ferguson-Stegall, L., McCleave, E., Zhenping, D., Kammer, L., Bei, W., Doerner, P., Yang, L. y Ivy, J.L. (2010). The effect of a low carbohydrate beverage with added protein on cycling endurance performance in trained athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24 (10), 2577- 2587. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181eccccca>
- Fogt, D.L. y Ivy, J.L. (2000). Effects of post exercise carbohydrate-protein supplement on skeletal muscle glycogen storage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(5) Suppl, (47th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, Indianapolis, IN, May 29-31, 2000).
- Gasier, H. y Olson, C. (2010). The Effects of a Carbohydrate-Protein Drink on Performance and Mood in U.S. Para rescue Trainees. *Journal of Exercise Physiology online*, 13 (3), 22-31.
- Goh, Q., Boop, CA., Luden, ND., Smith, AG., Womack, CJ., Saunders, M.J. (2012). Recovery from Cycling Exercise: Effects of Carbohydrate and

- Protein Beverages. *Nutrients*, 4, 568-584.  
<http://dx.doi.org/10.3390/nu4070568>
- González-Gallego, J. (2006). *Nutrición en el deporte: ayudas ergogénicas y dopaje*. Madrid: Díaz de Santos, Fundación Universitaria Iberoamericana.
- Green, M., Corona, B., Doyle, J. y Ingalls, C. (2008) Carbohydrate-Protein Drinks Do Not Enhance Recovery from Exercise-Induced Muscle Injury. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, 18 (1), 1-18.
- Highton, J., Twist, C., Lamb, K. y Nicholas, C. (2013). Carbohydrate-protein coingestion improves multiple-sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*, 31, 361-369.  
<http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2012.735370>
- Hoffman, J.R. (2007). Protein Intake: Effect of Timing. *Journal of Strength Conditioning*, 29, 26-34. [http://dx.doi.org/10.1519/1533-4295\(2007\)29\[26:PIEOT\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1519/1533-4295(2007)29[26:PIEOT]2.0.CO;2) <http://dx.doi.org/10.1519/00126548-200712000-00005>
- Hoffman, J.R. y Falvo, M.J. (2004). Protein—which is best?, *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 118-130.
- Howarth, K., Moreau, N., Phillips, S. y Gibala, M. (2009). Coingestion of protein with carbohydrate during recovery from endurance exercise stimulates skeletal muscle protein synthesis in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106(4), 1394-1402.  
<http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.90333.2008>
- Ivy, J. (2004). Regulation of muscle glycogen repletion, muscle protein synthesis and repair following exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3, 131-38.
- Ivy, J.L., Res, P., Sprague, R. y Widzer, M. (2003). Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13, 388–401.
- Jentjens R, & Jeukendrup A. (2003). Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. *Sports Medicine*, 33(2),117-44.  
<http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200333020-00004>
- Jeukendrup, A. (2007). Carbohydrate Supplementation during Exercise: Does it help? How much is too much? *Sports Science Exchange*, 106, 20 (3).
- Jeukendrup, A.E. y Jentjens, R. (2000). Oxidation of CHO feedings during prolonged exercise: current thoughts, guidelines, and directions for future research. *Sports Medicine*, 29, 407-424.  
<http://dx.doi.org/10.2165/00007256-200029060-00004>
- Karlsson, H.K.R., Nilsson, P.A., Nilsson, J., y cols. (2004) Branched chain amino acids increase phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. *American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism*, 287, E1–7. <http://dx.doi.org/10.1152/ajpendo.00430.2003>
- Kerksick, C.M., Rasmussen, C.J., Lancaster, S.L., Magu, B., Smith, P. y Melton, C. (2006). The effects of protein and amino acid supplementation on performance and training adaptations during ten weeks of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2, 643-653.

- <http://dx.doi.org/10.1519/R-17695.1> <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200608000-00028>
- Kern, M. (2005). *Sports Nutrition*. NY., USA :Taylor & Francis.
- Koopman, R., Wagenmakers, A.J.M., Manders, R.J.F., Zorenc, A.H.G., Senden, J.M.G., Gorselink, M., Keizer, H.A. y Van Loon, L.J.C. (2005). Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *American Journal of Physiology and Endocrinology. Metabolism*, 288, E645–E653. <http://dx.doi.org/10.1152/ajpendo.00413.2004>
- Kreider, R.B. (1998). Central fatigue hypothesis and overtraining. In Kreider RB, Fry AC, O'Toole M (editors), *Overtraining in Sport*. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 309-331.
- Kreider, R.B., Miriel, V. y Bertun, E. (1993). Aminoacid supplementation and exercise performance: proposed ergogenic value. *Sports Medicine*, 16, 190-209. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-199316030-00004>
- Lowery, M.L. (2012). *Dietary Protein and Resistance Exercise*. Florida, USA: ED. CRC Press. <http://dx.doi.org/10.1201/b11928>
- MacLaren, D. (2007). *Nutrition and sport*. New York : Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1186/1550-2783-4-11> <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-443-10341-4.50003-5>
- Madsen, K., McLean, D.A., Kiens, B. y Christiansen, D. (1996). Effects of glucose, glucose plus branched-chain amino acids, or placebo on bike performance over 100km. *Journal of Applied Physiology*, 81(6), 2644-2650.
- Manninen, A. H. (2004). Protein Hydrolysates In Sports And Exercise: A Brief Review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 60-63.
- Manninen, A.H. (2006). Hyperinsulinaemia, hyperaminoacidaemia and post-exercise muscle anabolism: the search for the optimal recovery drink. *British Journal of Sports Medicine*, 11, 900-905. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.030031>
- Maughan, R.J. y Murray, R. (2009). *Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects* . New York, USA: CRC Press .
- McBrier, N., Vairo, G., Bagshaw, D., Lekan, J., Bordi, P. y Kris-Etherton, P. (2010). Cocoa-based protein and carbohydrate drink decreases perceived soreness after exhaustive aerobic exercise: a pragmatic preliminary analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2203-2210. <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e4f7f9>
- McDonalds, L. (2009). *Applied Nutrition for Mixed Sports*. USA: Ed. Softback.
- McGlory, C. y Morton, J. (2010). The Effects of Postexercise Consumption of High- Molecular-Weight Versus Low-Molecular-Weight Carbohydrate Solutions on Subsequent High-Intensity Interval-Running Capacity. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, 20 (5), 361-369.
- McLean, D.A., Graham, T.E. y Saltin, B. (1996). Stimulation of muscle ammonia production during exercise following branched chain amino acid supplementation in humans. *Journal of Physiology*, 493, 902-922.

- Millard-Stafford, M., Warren, G., Thomas, L., Doyle, J., Snow, T. y Hitchcock, K. (2005). Recovery from Run Training: Efficacy of a Carbohydrate-Protein Beverage? *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism*, 15(6), 610-624.
- Miller, S.L., Tipton, K.D., Chinkes, D.L., Wolf, S.E. y Wolfe, R.R. (2003). Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 449-455. <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000053910.63105.45>
- Moore, R.W., Saunders, M.J., Pratt, C.A., Hammer, M.C., Lehman, K.L., Todd, K., Flohr, J.A. y Kies, A.K. (2007). Improved time to exhaustion with carbohydrate-protein hydrolysate beverage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, Suppl.:S89-S90. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000273263.06127.e6>
- Naclerio, F.J. (2007). Utilización de las Proteínas y Aminoácidos como Suplementos o Integradores Dietéticos. *PubliCE Standard*. Pid: 766.
- Newsholme, E.A. y Blomstrand E. (2006). Branched chain amino acids and central fatigue. *Journal of Nutrition*, 136. 274–276S.
- Newsholme, E.A., Parry-Billings, M., McAndrew, M. y cols. (1991). Biochemical mechanism to explain some characteristics of overtraining. In Brouns F (editor): *Medical Sports Science*, Vol. 32, *Advances in Nutrition and Top Sport* (pages 79-93). Basel, Germany: Karger.
- Niles, E.S., Lachowetz, T., Garfi, J., Sullivan, W., Smith, J.C., Leyh, B.P. y Headley, S.A. (2001). Carbohydrate-protein drink improves time to exhaustion after recovery from endurance exercise. *Journal of Exercise Physiology*, 4, 45–52.
- Osterberg, K.L, Zachwieja, J.J. y Smith, J.W. (2008). Carbohydrate and carbohydrate + protein for cycling time-trial performance. *Journal of Sports Sciences*, 26, 227–233. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410701459730>
- Pérez-Guisado, J. (2009). Importancia del momento en que se realiza la ingestión de los nutrientes. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9 (33), 14-24.
- Philips, S.M. (2013). Protein consumption and resistance exercise: maximizing anabolic potential. *Sports Science Exchange*, 26, 107, 1-5.
- Poole, C., Wilborn, C., Taylor, L. y Kerksick, C. (2010) The role of post-exercise nutrient administration on muscle protein synthesis and glycogen synthesis. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9 (3), 354-364.
- Portier, H., Chatard, J.C., Filaire, E., y cols. (2008) Effects of branched chain amino acids supplementation on physiological and psychological performance during an offshore sailing race. *European Journal of Applied Physiology*, 104, 787–94. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-008-0832-5>
- Rasmussen, B.B., Tipton, K.D., Miller, S.L., Wolf, S. y Wolfe, R. (2000). An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *Journal Applied Physiology*, 88, 386-392.
- Ready, S.L., Seifert, J.G. y Burke, E. (1999). The effect of two sports drinks formulations on muscle stress and performance. *Medicine and Science in*

- Sports and Exercise, 31, S124. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199905001-00457>
- Reitelseder, S., Agergaard, J., Doessing, S., Helmark, I.C., Lund, P., Kristensen, N.B., Frystyk, J., Flyvbjerg, A., Schjerling, P., Van Hall, G., Kjaer, M. y Holm, L. (2010). Whey and casein labeled with l-[1-13C] leucine and muscle protein synthesis: effect of resistance exercise and protein ingestion. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 200 (1), E231- E242.
- Richter, E., Mikines, A.K.J., Galbo, H. y Kiens, B. (1989). Effect of exercise on insulin action in human skeletal muscle. *Journal Applied Physiology*, 66, 876–885.
- Romano-Ely, B.C., Todd, M.K., Saunders, M.J. y Laurent, T.S. (2006). Effect of an isocaloric carbohydrate-protein-antioxidant drink on cycling performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 1608–1616. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000229458.11452.e9>
- Saunders, M.J., Kane, M.D. y Todd, M.K. (2004). Effects of a carbohydrate–protein beverage on cycling endurance and muscle damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1233–1238. <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000132377.66177.9F>
- Saunders, M.J., Luden, N.D., Pratt, C.A. & Moore, R.W. (2006). Carbohydrate and protein hydrolysate beverage improves late-race cycling performance and prevents post-exercise muscle damage. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 3(1):S20.
- Saunders, M.J. (2007). Coingestion of carbohydrate-protein during endurance exercise: Influence on performance and recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17, S87–S103.
- Saunders, M.J., Luden, N.D. y Herrick, J.E. (2007). Consumption of an oral carbohydrate-protein gel improves cycling endurance and prevents post-exercise muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 678–684. <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200708000-00005>  
<http://dx.doi.org/10.1519/R-20506.1>
- Saunders, M.J., Moore, R., Kies, A.K., Luden, N.D. y Pratt, C.A. (2009). Carbohydrate and Protein Hydrolysate: Coingestion's improvement of Late-Exercise Time-Trial Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19, 136-149.
- Schedl, H.P., Muaghan, R.J. y Gisolfi, C.B. (1994). Intestinal absorption during rest and exercise: implications for formulating an oral rehydration solution (ors). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2, 267–280. <http://dx.doi.org/10.1249/00005768-199403000-00001>
- Shephard, R.J. (2012a) The Impact of Ramadan Observance upon Athletic Performance. *Nutrients*, 4(6), 491-505. <http://dx.doi.org/10.3390/nu4060491>
- Shephard, R.J. (2012b). Physical performance and training response during Ramadan observance, with particular reference to protein metabolism. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 477-484. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2011-090849>

- Skillen, R.A., Testa, M., Applegate, E.A., Heiden, E.A., Fascetti, A.J. y Casazza, G.A. (2008). Effects of an Amino Acid–Carbohydrate Drink on Exercise Performance After Consecutive-Day Exercise Bouts. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 473-492.
- Tang, J.E., Moore, D.R., Kujbida, G.W., Tarnopolsky, M.A. y Phillips, S.M. (2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of Applied Physiology*, 107 (3), 987-992. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00076.2009>
- Thomas, J.R., Nelson, J.K. y Silverman, S. (2011). *Research Methods in Physical Activity*. 6th Edition. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Tipton, K.D. y Wolfe, R.R. (2004). Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, 22 (1), 65-79. <http://dx.doi.org/10.1080/0264041031000140554>
- Tipton, K.D., Elliot, T.A., Cree, M.G., Wolf, S.E., Sanford, A.P., y Wolf, R.R. (2004). Ingestion of casein and whey proteins results in muscle anabolism after resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 2073–2081. <http://dx.doi.org/10.1249/01.MSS.0000147582.99810.C5>
- Tipton, K.D., Elliott, T.A., Cree, M.G., Aarsland, A.A, Sanford, A.P. y Wolfe, R.R. (2007). Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. *American Journal Physiology Endocrinology Metabolism*, 292, E71-E76. <http://dx.doi.org/10.1152/ajpendo.00166.2006>
- Tipton, K.D., Ferrando, A.A., Phillips, S.M., Doyle Jr, D. & Wolfe, R.R. (1999a). Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *American Journal Physiology Endocrinology Metabolism*, 276, E628-E634.
- Tipton, K.D., Gurkin, B.E., Matin, S. & Wolfe, R.R. (1999b). Non essential amino acids are not necessary to stimulate net muscle protein synthesis in healthy volunteers. *Journal Nutrition Biochemistry*, 10, 89-95. [http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863\(98\)00087-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863(98)00087-4)
- Tipton, K.D., Rasmussen, B.B, Miller, S.L, Wolf, S.E, Owens-Stovall, S.K, Petrini, B.E. y Wolfe, R.R, (2001). Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 281, E197–E206.
- Tonne, R. y Betts, J. (2010). Isocaloric Carbohydrate Versus Carbohydrate-Protein Ingestion and Cycling Time-Trial Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20, 34-43.
- Valentine, R.J., Saunders, M.J., Todd, M.K. y St Laurent, T.G. (2008). Influence of carbohydrate-protein beverage on cycling endurance and indices of muscle disruption. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 363–378.
- Van Essen, M. y Gibala, M.J. (2006). Failure of protein to improve time trial performance when added to a sports drink. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38, 1476–1483. <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000228958.82968.0a>

- Van Hall, G., Raymakers, J.S.H., Saris, W.H.M. y Wagenmakers, A.J.M. (1995). Ingestion of branched-chain amino acids and tryptophan during sustained exercise in man: failure to affect performance. *Journal of Physiology*, 48, 789-794. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.1995.sp020854>
- Van Hall, G., Shirreffs, S.M. y Calbet, J.A. (2000). Muscle glycogen resynthesis during recovery from cycle exercise: No effect of additional protein ingestion. *Journal of Applied Physiology*, 88, 1631–1636.
- Van Loon, L.J., Kruijshoop, M., Verhagen, H., Saris, W.H., y Wagenmakers, A.J.(2000a). Ingestion of protein hydrolysate and amino acid-carbohydrate mixtures increases postexercise plasma insulin responses in men. *Journal of Nutrition*, 130, 2508–2513.
- Van Loon, L.J., Saris, W.H., Kruijshoop, M. y Wagenmakers, A.J. (2000b). Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: Carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (1), 106–111.
- Van Loon, L.J., Saris, W.H., Verhagen, H. y Wagenmakers, A.J. (2000c). Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (1), 96-105.
- Volek, J.S., Forsythe, C.E. y Kraemer, W.J. (2006). Nutritional aspects of women strength athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 742-748. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2004.016709>
- Wagenmakers, A.J.M. (1998). Muscle amino acid metabolism at rest and during exercise: role in human physiology and metabolism. *Exercise Sport Science Review*, 26, 287-314. <http://dx.doi.org/10.1249/00003677-199800260-00013>
- Wein, D. y Miraglia, M. (2011). Training table. Whey Protein vs. Casein Protein and Optimal Recovery. *NSCA's Performance Training Journal*, 10 (4), 14-22.
- Westerterp, K.R. (2013) *Energy Balance in Motion*, NY, USA: Ed. Springer.<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34627-9>
- Wilborn, CD., Taylor, L.W., Outlaw, J., Williams, L., Campbell, B., Foster, C.A., Smith-Ryan, A., Urbina, S. y Hayward, S. (2013). The Effects of Pre- and Post-Exercise Whey vs. Casein Protein Consumption on Body Composition and Performance Measures in Collegiate Female Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12. 74-79.
- Wilkinson, S.B., Tarnopolsky, M.A., McDonald, M.J., McDonald, J.R., Armstrong, D. y Phillips. S.M. (2007). Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *American Journal Clinical Nutrition*, 85, 1031-1040.
- Williams, M., Ivy, J. y Raven. P. (1999). Effects of recovery drinks after prolonged glycogen-depletion exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, S124. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199905001-00485>
- Williams, M.B, Rayen, P.B, Fogt, D.L. & Ivy. J.L. (2003). Effects of recovery beverages on glycogen restoration and endurance exercise performance. *Journal of Strength Conditioning Research*, 1, 12-19.

[http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0012:EORBOG>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0012:EORBOG>2.0.CO;2)

<http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200302000-00003>

Yaspelkis BB, Ivy JL. (1999) The effect of a carbohydrate-arginine supplement on postexercise carbohydrate metabolism. *International Journal of Sport Nutrition*, 9, 241 - 250.

Zawadzki, K.M., Yaspelkis, B.B. y Ivy, J.L. (1992). Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 72, 1854–1859.

**Referencias totales / Total references:** 107 (100%)

**Referencias propias de la revista / Journal's own references:** 1 (0,93%)

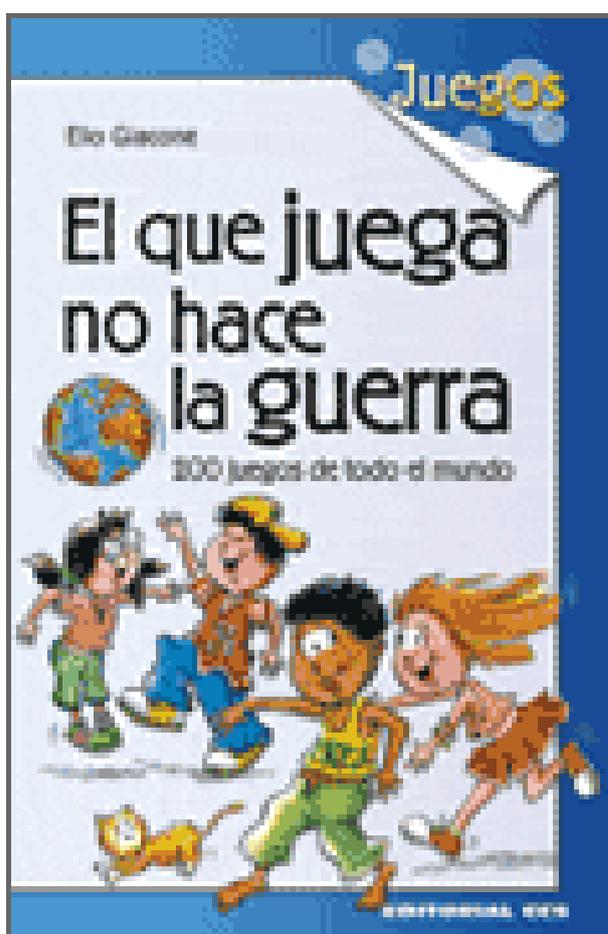
NOVEDADES EDITORIALES

[novedades.pdf](#)

Si es usted **editor** o **autor** y quiere que difundamos sus publicaciones,  
envíenos un ejemplar para que aparezcan en esta sección.

## EL QUE JUEGA NO HACE LA GUERRA 200 juegos de todo el mundo

Giacone, Elio



Catálogo: EDUCACIÓN-  
INTERVENCIÓN SOCIAL

Edición: 1

ISBN: 978-84-9023-342-9

PVP sin IVA: 18,51 €

PVP con IVA: 19,25 €

Título original: Chi gioca non fa la guerra

Fecha de publicación: 18/03/2016

Páginas: 176Peso: 260 gr

Formato libro: 150 x 230 mm

Encuadernación: FRESADO;  
plastificada brillo.

### Sinopsis

¿A qué juegan los niños tailandeses? ¿Y los de Zimbabwe? Cuando llueve, ¿cómo pasan el tiempo los niños turcos y los canadienses? ¿Qué clase de juegos son el *Jebeshkek bukender* y el *Tasimaldau*? La respuesta a estas y otras preguntas las puedes encontrar en las páginas de este

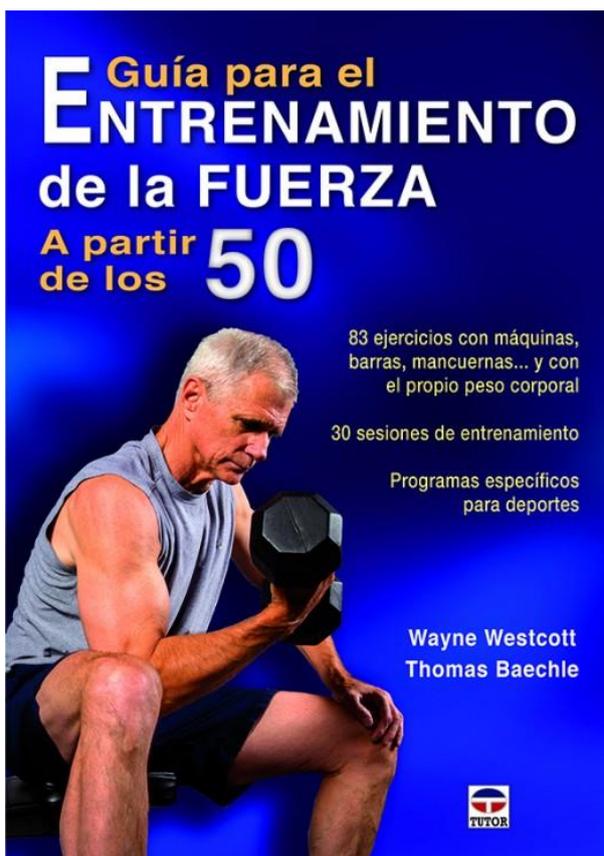
libro. Los juegos, que aquí se presentan, han sido recopilados y adaptados para poder ser jugados, fácilmente, también en nuestro país. Los hay de todas las clases: para jugar en pequeño y gran grupo; en un gran patio o en un recinto pequeño; corriendo y saltando o concentrándose para hacer la jugada mejor... Hay juegos especialmente adaptados para una fiesta con los amigos; otros que ayudan a entretenerse en una tarde de lluvia; otros, pueden valer, para crear momentos de alegría en la playa o en el gimnasio de la escuela.

## Índice

Europa. África. Asia. América. Oceanía.

# GUÍA PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA A PARTIR DE LOS 50

Wayne Westcott y Thomas Baechle



84 ejercicios diferentes y 30 sesiones de entrenamiento para incrementar volumen, resistencia y fuerza, además de programas específicos para distintos deportes.

### Descripción del producto

Aumenta tu fuerza para mejorar tu salud, tu aspecto físico y tu rendimiento. El entrenamiento de la fuerza ofrece muchos beneficios a los adultos activos, incluyendo la mejora del rendimiento deportivo, la reducción del riesgo de enfermedades y la disminución de los síntomas de la artritis, la diabetes y la osteoporosis. En este libro encontrarás: 83 ejercicios con pesos libres, máquinas, bandas elásticas, balones, etc.; 30 sesiones de entrenamiento para incrementar volumen, resistencia y fuerza;

programas específicos para deportes como tenis, golf, ciclismo, carrera, etc.; y planes de alimentación y consejos nutricionales para incrementar masa muscular magra y perder grasa. Esta guía te mantendrá activo, sano y con un buen aspecto mediante el entrenamiento y con programas especialmente diseñados para ti.

### FICHA TÉCNICA

**ISBN:** 978-84-16676-04-0

**Referencia:** 502125

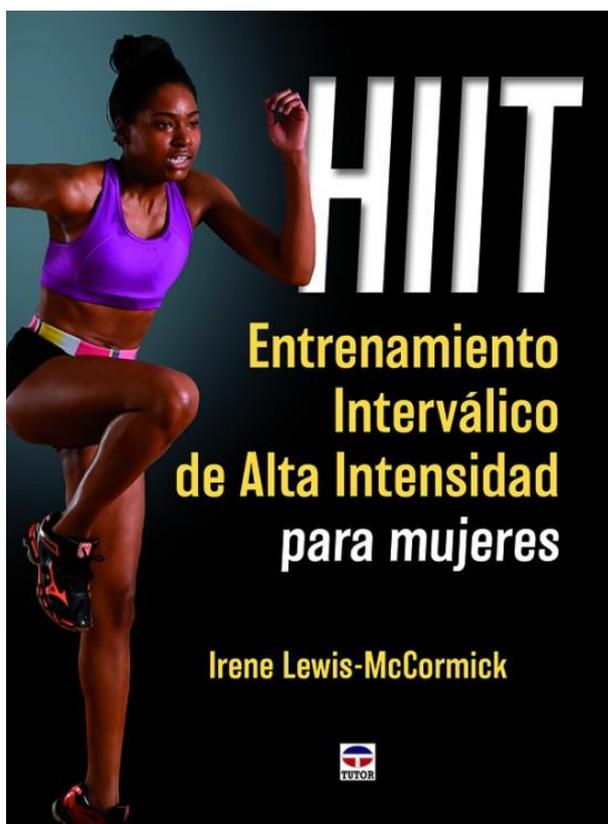
**Editorial:** Tutor

**Encuadernación:** Rústica

**Nº páginas:** 288  
**Formato:** 17 x 24 cm  
**Precio sin IVA:** 19.18 €  
**Precio con IVA:** 19.95 €

## HIIT. Entrenamiento interválico de alta intensidad para mujeres

Irene Lewis-McCormick



74 ejercicios, combinaciones y progresiones específicos para quemar grasa, definir la musculatura, reducir lesiones y mejorar el rendimiento deportivo.

### Descripción del producto

HIIT Entrenamiento interválico de alta intensidad para mujeres es el recurso que contiene la información de mayor fundamento científico, organizada y sistemática de la que se dispone sobre entrenamiento interválico de alta intensidad. Este libro incluye ejercicios, combinaciones y progresiones específicas para quemar grasa, moldear y fortalecer el tren superior e inferior y aumentar la fuerza de la zona media (core) para lograr una postura excelente y una mejora del rendimiento en los

ejercicios... y todo ello escrito teniendo presente el físico que toda mujer quiere tener.

### FICHA TÉCNICA

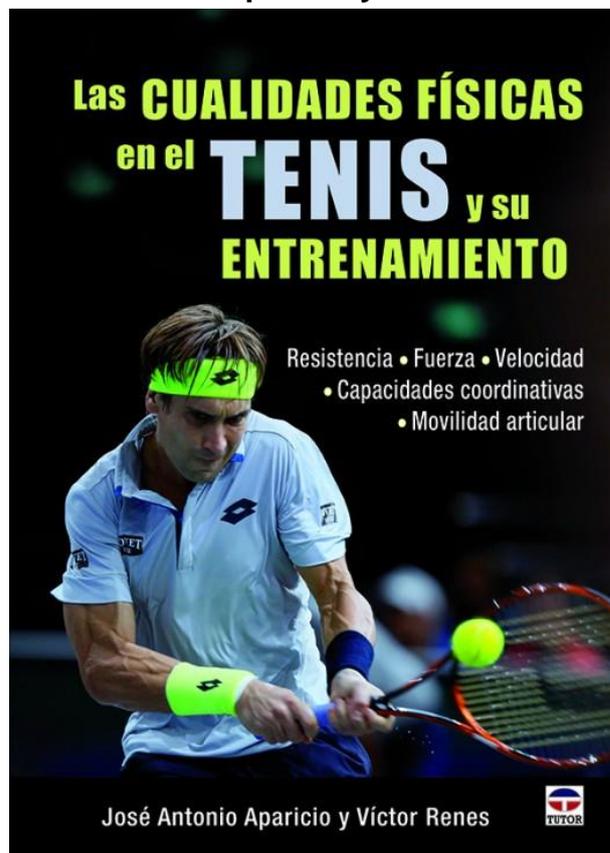
**ISBN:** 978-84-16676-06-4  
**Referencia:** 502126  
**Editorial:** Tutor  
**Encuadernación:** Rústica  
**Nº páginas:** 192  
**Formato:** 19,5 x 26,5 cm  
**Precio sin IVA:** 20.19€  
**Precio con IVA:** 21.00 €

Irene Lewis-McCormick

Irene Lewis-McCormick, MS, es entrenadora personal, autora y veterana del fitness con más de 30 años de experiencia en su haber. Tiene el grado de máster de Ciencias del Ejercicio y Ciencias del Deporte, en la especialidad de Fisiología, por la Iowa State University. Es especialista certificada en fuerza y acondicionamiento por la National Strength and Conditioning Association y ostenta asimismo certificaciones profesionales de la Aerobics and Fitness Association of America, el American College of Sports Medicine, el American Council on Exercise, la Aquatic Exercise Association, TRX, YogaFit y muchas otras organizaciones. Es miembro del equipo docente de SCW Fitness, ACSM, IDEA Health & Fitness, la Mayo Clinic y muchos otros foros internacionales. Es formadora en el curso de máster en entrenamiento en suspensión de TRX, así como en el de Tabata Bootcamp, instructora de Barre Above y de Xercise Lab, e instructora del máster de JumpSport Fitness.

## LAS CUALIDADES FÍSICAS EN EL TENIS Y SU ENTRENAMIENTO

José Antonio Aparicio y Víctor Renes



Este libro ofrece de manera ordenada y comprensible cómo se manifiestan las cualidades físicas en el tenis y sistemas para entrenarlo de un modo eficaz.

### Descripción del producto

Este libro es un manual resultado de años de investigación, mezclado con la experiencia docente de los autores y un análisis crítico. Ofrece a los jugadores, entrenadores, padres y aficionados los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para la preparación física de jugadores de todas las edades y niveles.

Para ello, los autores profundizan en el estudio de las cualidades físicas requeridas en

el tenis: resistencia (anaeróbica y aeróbica), fuerza (para desplazarse y para golpear), velocidad (tanto de desplazamiento como para reaccionar), capacidades coordinativas (para ajustar todos los complejos procesos de los

golpes en un tiempo muy reducido) y movilidad articular (flexibilidad y elasticidad necesaria para los desplazamientos y golpesos en posiciones forzadas). Además, ofrecen test de valoración de estas cualidades para jugadores de tenis, así como ejercicios y ejemplos de planificación para su entrenamiento.

#### FICHA TÉCNICA

**ISBN:** 978-84-16676-07-1

**Referencia:** 500615

**Editorial:** Tutor

**Encuadernación:** Rústica

**Nº páginas:** 288

**Formato:** 17 x 24 cm

**Precio sin IVA:** 24.04 €

**Precio con IVA:** 25.00 €

#### **José Antonio Aparicio y Víctor Renes**

José Antonio Aparicio. Doctor en Ciencias de la Educación Física y profesor nacional de Tenis. Desde hace 10 años es profesor del INEF, concretamente de las asignaturas de Tenis y Deportes de Pala y Raqueta. Es también director de Docencia de la Federación de Tenis de Madrid (FTM), responsable de los cursos de formación para profesores de tenis. Víctor M. Renes. Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte por la Universidad Politécnica de Madrid y Máster en Entrenamiento Personal.

**REVISTA ESPAÑOLA DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTES Núm. 413 (2016): Número 413, año LXVIII, 2º trimestre, 2016, (nº 11, VI Época)**

## Tabla de contenidos

### Sumario

#### PRESENTACIÓN

CONTINUAMOS UN NUEVO CICLO

#### EDITORIAL

NUEVA LEGISLATURA DEL CONSEJO COLEF

Vicente Gambau i Pinasa

#### ARTÍCULOS ORIGINALES

BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO CON AUTO-CARGAS Y MATERIALES RECICLADOS SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y LA CONDICIÓN FÍSICA EN TERCERA EDAD: ESTUDIO PILOTO

Alberto PÉREZ-LÓPEZ, Javier GARRIDO SANTIAGO, Paloma MERINO, Carmen VALVERDE SÁNCHEZ, Irene ÁLVAREZ VALVERDE, Blanca ÁLVAREZ VALVERDE, David MUÑOZ LÓPEZ, David VALADÉS CERRATO

PARADIGMAS DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EN EDUCACIÓN FÍSICA

José Antonio DOMÍNGUEZ MONTES

MODELOS PEDAGÓGICOS EN EDUCACIÓN FÍSICA: CONSIDERACIONES TEÓRICO-PRÁCTICAS PARA DOCENTES

index.php/reefd

CONSEJO COLEF  
Consejo General de Colegios Profesionales de la Educación Física y del Deporte

REEFD  
Revista Española de Educación Física y Deportes

INICIO ACERCA DE INICIAR SESIÓN REGISTRARSE BUSCAR ACTUAL ARCHIVOS AVISOS CONSEJO GENERAL COLEF INDEXACIÓN

Inicio > Núm. 413 (2016)

Revista Española de Educación Física y Deportes

SPANISH JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS

ISSN 1133 - 6366 ISSN-e: 2387-161X contacto: direccion.revista@consejo-colef.es

La Revista Española de Educación Física y Deportes (REEFD) es una publicación del Consejo General de Ilustres Colegios Oficiales de Licenciados en Educación Física y en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, editada desde 1949 y de forma inintermitente desde 2004, actualmente tiene una periodicidad trimestral.

REEFD se edita en versión impresa y *on line* como una revista de acceso abierto (Open Access). Su objeto primordial es colaborar en la difusión del creciente número de resultados de investigaciones originales, estudios teóricos, técnicos, experiencias prácticas de relevancia, etc. que se realicen en nuestro país y en el ámbito internacional sobre las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (CAFD), escritos en castellano.

Avisos

2016 -> LLAMADA A ARTÍCULOS

www.reefd.es

ranking  
Todo tu equipo

Servicio de ayuda de la revista

USUARIO/A  
Nombre de usuario:   
Contraseña:   
 No cerrar sesión  
Iniciar sesión

NOTIFICACIONES  
Vista  
Suscribirse

IDIOMA  
Escoge idioma  
Español

CONTENIDO DE LA REVISTA  
Buscar:   
Ámbito de la búsqueda  
Todo

Examinar  
Por número  
Por autor/a  
Por título

Javier FERNANDEZ-RÍO, Antonio CALDERÓN, David HORTIGÜELA ALCALÁ,  
Ángel PÉREZ-PUEYO, Mónica AZNAR CEBAMANOS

### **COMUNICADO**

COMUNICADO DEL CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS PROFESIONALES DE LA EDUCACIÓN FÍSICA Y DEL DEPORTE (CONSEJO COLEF) EN RELACIÓN A LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS BIOMECÁNICAS POR PARTE DEL PROFESIONAL CON TITULACIÓN UNIVERSITARIA EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Consejo COLEF

### **ESTUDIOS Y DOCUMENTOS**

DE LA ASOCIACIÓN DE PROFESORES Y PROFESORAS OFICIALES DE GIMNÁSTICA (1891) AL COLEGIO NACIONAL DE PROFESORES DE EDUCACIÓN FÍSICA (1948). UN ANÁLISIS HISTÓRICO PARA UNA CRÍTICA DEL PRESENTE. I PARTE (1891-1900)

Xavier TORREBADELLA FLIX

### **RECENSIONES**

FISIOLOGÍA DE LA HIPOXIA Y ENTRENAMIENTOS EN ALTITUD: GUÍA TEÓRICO-PRÁCTICA PARA REALIZAR ENTRENAMIENTOS EN ALTURA E HIPOXIA EN DEPORTISTAS

Dr. Aritz Urdampilleta

### **RESEÑAS DE TESIS DOCTORALES**

ANÁLISIS DE SISTEMAS DINÁMICOS Y COMPLEJOS EN LA LIGA PROFESIONAL DE BALONMANO DE ESPAÑA

Jaime PRIETO BERMEJO

### **EXPERIENCIAS PRÁCTICAS**

DÍA DE LA EDUCACIÓN FÍSICA EN LA CALLE: 28000 PERSONAS POR UN ESTILO DE VIDA ACTIVO PARA TODA LA VIDA

Francisco FLÓREZ DE LA SIERRA, Óscar GARCÍA BUSTO, Mónica AZNAR CEBAMANOS