

Sept-December 2013

Journal Sport and Health Research

Vol. 5 (3)

*D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*



Journal of Sport and Health Research

J Sport Health Res

Year 2013

ISSN: 1989-6239

Frecuency: 3 issues per year

Headlines: Dr. Luis Santiago (University of Jaen) www.journalshr.com

Email: editor@journalshr.com

*Edited by: D.A.A. Scientific Section Martos
(Spain)*





Journal of Sport and Health Research

VOLUME 5 (Number 3)

September – December 2013

Editorial

- 233 Pérez González, Benito. (2013).** The view of sport in XXI Century through the great american novel. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):233-236.

Review Articles

- 237 Laupheimer, M.W.; Perry, M.; Malliaris, P.; Berdejo-del-Fresno, D.; Maffulli, N.; Hemmings, S. (2013).** Resveratrol: A review of basic science and potential indications in sports and exercise medicine. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):237-250.

Original Articles

- 251 Plaza-Carmona, M.; Ubago-Guisado, E; Sánchez-Sánchez J.; Felipe, J.L.; Fernández-Luna, A.; García-Unanue, J.; Burillo, P.; Gallardo, L. (2013).** Body composition and physical fitness in prepubertal girls swimmers and soccer players. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):251-258.
- 259 Kremer, P.; de Silva-Sanigorski, A.; Bell, A.C.; Swinburn, B. (2013).** School and neighbourhood settings support physical activity in primary school children from the Barwon South-West region of Victoria, Australia. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):259-272.
- 273 García-Hermoso, A.; Escalante, Y.; Domínguez, A.M.; Saavedra, J.M. (2013).** Efectos de un programa de ejercicio y dieta en niños obesos: un estudio longitudinal. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):273-282.
- 283 Casamichana, D.; Castellano, J.; Dellal, A (2013).** Kinematic profile in friendly matches of semiprofessional soccer players. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):283-294.
- 295 Silva, A., Figueiredo, P., Abraldes, J.A., Marques, E.A., Soares, S., Fernandes, R.J. (2013).** Arm synchronization in infant group front crawl swimmers. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):295-304.



Invited Paper

- 305** García-Carvajal, E; Marín-López, J.; Ruiz-Ariza, A.; Martínez-López, E.J. (2013). Corporal expression as means of learning in the subject of music. Teacher opinion. *Journal of Sport and Health Research*. 5 (3): 305-318.
- 319** Navío, C.; Miranda, M.D.; Rodríguez, V. (2013). Exploring the relationship between the fetus weight gain and the practice of physical activity. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):319-322.



Pérez González, B. (2013). The view of sport in XXI Century through the great american novel. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):233-236.

Editorial

EL ENFOQUE DEL DEPORTE EN EL SIGLO XXI A TRAVÉS DE LA GRAN NOVELA AMERICANA

THE VIEW OF SPORT IN XXI CENTURY THROUGH THE GREAT AMERICAN NOVEL

Pérez González, Benito

Director del Instituto de Ciencias del Deporte, Universidad Camilo José Cela (Madrid)

Correspondence to:
Benito Pérez González
 Sport Sciences Institute
 Camilo José Cela University
 Vva. Cañada.Vfca. del Castillo.
 Madrid
 Email: beperez@ucjc.edu
 Tel. 918153131

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*





Félix de Azúa, filósofo y crítico literario, contaba en una ocasión que nuestra actual generación, antes que de ensayos, necesita de una gran novela para entender mejor el mundo en el que nos había tocado vivir. La capacidad que tiene este género literario es que la realidad con sus miles de casos particulares que forman una red inabarcable, se funden en la novela en un par de convincentes personajes que nos ayudan a entendernos y comprender mejor nuestras vidas. Una buena novela consigue que los personajes y sus situaciones se conviertan en un léxico familiar que penetre en nuestra cotidianidad para transformarla.

Esa ambición de comprender una sociedad a través de unos pocos personajes es uno de los objetivos de uno de los subgéneros literarios que mejores novelas nos ha dejado en las décadas finales del siglo XX y en los comienzos del XXI, el de la *Gran novela americana*. Una denominación que algunos consideran pomposa, pero que al fin y al cabo es la que ha cuajado. Se trata de novelas cuyo denominador común es que tratan de comprender una época a través de unos personajes, cuyo sutil retrato presenta generalmente puntos de vista que permiten conocer tanto su psicología como el entorno social en el que viven.

El deporte es uno de los espejos sociológicos más directos, visibles, democráticos y gratificantes; un termómetro económico y cultural, y una referencia ética (Toro, 2013). Por eso el deporte es uno de los *personajes* centrales en algunas de esas buenas novelas de las que les hablaba antes.

Sin ser exhaustivo puedo citarles tres buenos ejemplos que con su fuerza y concreción pueden ayudarnos a entender mejor la gran importancia que el deporte puede cobrar en nuestras vidas, así como algunos mitos que impiden su desarrollo como instrumento de verdadera transformación social: *Némesis* (2011) de Philip Roth, eterno candidato al premio Nobel de literatura, *El periodista deportivo* (1986), de Richard Ford, y *El arte de la defensa* (2011), de Chad Harbach.

Némesis, última y definitiva novela de Philip Roth, después de su anuncio de dejar de escribir a sus 80 años, es una maravillosa reivindicación de la ética y de la responsabilidad de un joven licenciado de educación física en los difíciles años 40 del siglo pasado. A pesar de los años transcurridos desde entonces, sus postulados y debates son plenamente vigentes, máxime si tenemos en cuenta el insuficiente reconocimiento y regulación de ejercicio del que gozan las profesiones relacionadas con el deporte y la actividad física. Un debate que también aparece en la siguiente recomendación literaria.

Frank Bascombe, el protagonista de *El periodista deportivo* de Richard Ford, que inaugura una trilogía sobre este personaje, confiesa en las primeras páginas del libro cómo comienza de manera totalmente azarosa en una profesión a la que llega gracias a que alguien ha leído un libro de relatos que publicó hace tiempo y que nada tenía que ver con el deporte. “Siendo escritor y americano, ya se sabe todo lo necesario para ser un buen periodista deportivo” llega a declarar el personaje.

Es éste un pensamiento muy instalado en el imaginario de muchos otros países desarrollados, y principalmente en nuestro país, donde el deporte -entendido en toda su extensión semántica- ocupa un importante espacio en el interés de las personas, y les hace creer que están perfectamente capacitados para gestionarlo, dirigirlo o practicarlo sin mayor necesidad de asesoramiento. En España, un 84% de la población adulta sigue habitualmente el deporte según el informe Global Sport Media (Perform, TV Sports Markets, & KantarSport, 2011), mientras que sólo el 43% lo practican (García Ferrando & Llopis Goig, 2011), en muchas ocasiones sin el asesoramiento y seguimiento de profesionales del deporte.

De la creencia de que todo el mundo sabe sobre deporte, vienen algunos de los males que tenemos que corregir: el voluntarismo o el intrusismo laboral a la hora de dirigir programas de actividad física, la deficiente gestión de entidades deportivas, muchas de ellas abocadas a la ruina por la falta de gestión profesional, el control de políticos sin conocimiento del sector sobre los entes públicos de deporte – patronatos, consejerías, fundaciones, etc.-, o la



violencia fruto de la frustración de no entender que el resultado de una competición deportiva es sólo una parte y no el todo.

Reflexión aparte merece la influencia -generalmente negativa-, que muchos hiperprotectores padres ejercen sobre sus hijos cuando están practicando deporte escolar. Es una verdadera plaga la continua queja, protesta e incluso violencia verbal y física que se puede ver en simples patios de colegio. Los hijos que miran de reojo acaban desmotivándose, asustándose o quemando etapas sin disfrutar de algo tan valioso, vital y humano como es la sana competición deportiva o el disfrute de la actividad física.

En cualquier caso, volviendo a la novela, encontramos en ella motivos para la reflexión sobre la vida y el éxito, para los cuales la entrevista a deportistas en activo, y especialmente a deportistas ya retirados, son ejemplos especialmente elocuentes y representativos. Bascombe sabe que la vida son pequeños momentos, giros inesperados y en ella no hay que depositar grandes esperanzas en nada especial. Entrevistando a deportistas comprende que los momentos de gloria o de éxito tienen su caducidad, y que lo mejor es estar preparado para ello.

Y por último, una de las grandes novelas traducidas al español en 2013 ha sido *El arte de la defensa*, que recrea con maestría la vida deportiva en un campus americano, donde el deporte toma una dimensión tal que ordena la agenda de toda la vida universitaria. El deporte universitario americano es la antesala al deporte profesional – muy diferente al modelo europeo donde las federaciones tienen el peso en las competiciones previas a la élite deportiva-. Por eso los alumnos deportistas con aptitud deportiva son objeto del seguimiento de agentes, ojeadores y periodistas que buscan con denuedo al siguiente talento que dará el salto a las grandes ligas de béisbol, fútbol o baloncesto. ¿Están preparadas las futuras estrellas del deporte para asumir el peso de la púrpura?

También es una novela sobre novelas, pues habla de la gran importancia que tienen algunas lecturas en la vida de las personas. De hecho todos los personajes

tienen sus libros de cabecera a los cuales engancharse para buscar un oráculo, inspiración o simplemente delectación. Herman Melville, Walt Whitman, Thoreau, los estoicos o Flaubert se convierten de esta manera también en protagonistas de esta primera obra narrativa de Harbach.

El abandono progresivo de la cultura literaria dentro de los planes de estudio escolares en beneficio del *Look and Say* (Michéa, 1999) y del excesivo peso de la pedagogía –cómo- frente al conocimiento de base –qué- debería hacernos reflexionar a investigadores y docentes sobre la importancia de la cultura, las artes y las letras para hacernos las preguntas y dar las respuestas correctas a los retos del vertiginoso periodo que nos ha tocado vivir. Y en nuestro caso concreto para comprender la heterogeneidad del deporte en su contexto económico, educativo y social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ford, R. (1986). *El periodista deportivo* (Isabel Núñez & José Aguirre, Trans. 2010 española 4ª ed. Vol. 320). Barcelona: Anagrama.
2. García Ferrando, M., & Llopis Goig, R. (2011). *Ideal democrático y bienestar personal. Encuesta sobre los hábitos deportivos en España 2010*. Madrid: Consejo Superior de Deportes (CSD) y Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS).
3. Harbach, C. (2011). *El arte de la defensa* (Isabelle Marc Martínez, Trans. 2013 Española ed.). Barcelona: Salamandra.
4. Michéa, J.C. (1999). *La escuela de la ignorancia* (Isabel Ferrer, Trans. 2009 Española ed.). Madrid: Acuarela & Antonio Machado.
5. Perform, TV Sports Markets, & KantarSport (2011). *Global Sport Media Consumption Report*.



6. Roth, P. (2011). *Némesis* (J. Fibla, trans. Español Vol. 455) Barcelona: Mondadori.
7. Toro, C. (2013). Los tres pecados capitales del deporte. El Mundo. Madrid, Unidad Editorial.

Dr. Benito Pérez González.

Director del Instituto de Ciencias del Deporte. Universidad Camilo José Cela (Madrid)



Laupheimer, M. W.; Perry, M.; Malliaris, P.; Berdejo-del-Fresno, D.; Maffulli, N.; Hemmings, S. (2013). Resveratrol: A review of basic science and potential indications in sports and exercise medicine. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):237-250.

Review

RESVERATROL: A REVIEW OF BASIC SCIENCE AND POTENTIAL INDICATIONS IN SPORTS AND EXERCISE MEDICINE

RESVERATROL: UNA REVISIÓN BÁSICA DE LA CIENCIA Y POSIBLES INDICACIONES EN MEDICINA DEPORTIVA Y DEL EJERCICIO

Laupheimer, M. W.^{1,2,3}; Perry, M.¹; Malliaris, P.¹; Berdejo-del-Fresno, D.³; Maffulli, N.¹; Hemmings, S.¹

¹*Queen Mary, University of London (United Kingdom)*

²*Sports & MSK Physician BUPA (United Kingdom)*

³*The English Football Association (United Kingdom)*

Correspondence to:
Markus W. Laupheimer
 Sports & MSK Physician
 7 The Elms
 Thicket Road, Houghton
 PE28 2FQ England
 Email: markus@mskclinic.co.uk

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*



Received: 26-03-2013
 Accepted: 30-06-2013



RESUMEN

Objetivos: Revisar la literatura para identificar las indicaciones del Resveratrol en medicina del deporte y sugerir futuras líneas de investigación.

Material y métodos: La literatura fue identificada, seleccionada y evaluada mediante una revisión sistemática. Publicaciones relevantes para identificar las indicaciones del Resveratrol fueron identificadas mediante una búsqueda en las siguientes bases de datos: PubMed, Cochrane Library, Google Scholar and Ovid. **Resultados:** Originalmente 962 artículos fueron identificados, de los cuales cinco fueron apropiados para la inclusión en esta revisión. 4 de ellos eran estudios experimentales animales con análisis in-vivo y ex-vivo, y uno fue un estudio doble-ciego, controlado con placebo en sujetos humanos. 3 de los cuatro estudios en animales mostraron una mejora de la resistencia de los ratones tratados con Resveratrol. Todos los estudios animales mostraron cambios básicos que apoyan la hipótesis de una posible mejora del rendimiento debido a cambios celulares y posibles mejoras adicionales de los efectos del ejercicio combinado con un tratamiento de Resveratrol.

Conclusiones: Resveratrol como suplemento alimenticio en medicina del deporte no ha recibido mucha atención, a pesar de las fuertes evidencias básicas que indican que esta sustancia podría tener múltiples indicaciones relacionadas con el alto rendimiento deportivo, así como la mejora de los beneficios del ejercicio para la población en general.

Palabras clave: Rendimiento, Beneficios para la salud, ser Humano, eliminación de grasa.

ABSTRACT

Objectives: To systematically review the literature to identify possible indications for Resveratrol in sports and exercise medicine and suggest future avenues of research.

Methods: Literature was identified, selected and appraised with the methods of a systemic review. Potentially relevant publications to answer the research question were identified by searching the following databases: PubMed, Cochrane Library, Google Scholar and Ovid.

Results: Originally 962 articles were identified, of which five were found to be appropriate for inclusion in the review. 4 of them were experimental animal studies with in-vivo and ex-vivo analysis and one was a double-blind, placebo controlled cross-over study with human subjects. 3 of the four animal studies showed an endurance enhancement of the mice treated with Resveratrol. All of the animal studies showed basic changes to support the hypothesis of a possible performance enhancement due to cellular changes and possible additional improvement of effects of exercise combined with Resveratrol treatment.

Conclusion: Resveratrol as a food supplement in sports and exercise medicine has not received much attention, despite strong basic scientific evidence that this substance could have multiple indications related to high performance sports as well as enhancement of the health benefits of exercise for the general population.

Keywords: Performance, health benefits, humans, fat burning



INTRODUCTION

Resveratrol is a natural polyphenolic flavonoid antioxidant, which may provide numerous health benefits, including the prevention of a wide variety of illnesses, including cancer (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008), cardiovascular disease and ischaemic injuries, as well as enhancing stressresistance (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008). It is freely available as a food supplement and is found in the seeds and skins of grapes, red wine, mulberries, peanuts and rhubarb (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008; Naylor, 2009). Research suggests a diversity of health benefits by activating intracellular pathways which are the same as those activated by calorie restriction, an intervention long known to enhance health (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008; Naylor, 2009).

In recent years, interest in Resveratrol has been increased by the quest to find an explanation for the "French Paradox", the observation that the French population has a much lower incidence of cardiovascular disease despite a high fat diet (Naylor, 2009).

As well as a role for Resveratrol in the prevention of various age and obesity related diseases, several animal studies have shown the ability to inhibit excessive aggregation of platelets, besides potent antioxidant and vasodilator action (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008). Additional findings showed potential anti-inflammatory and immune-modulating actions via inhibition of cyclo-oxygenase activity (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008; Naylor, 2009; Das & Das, 2007; Martin et al., 2006). The most striking effect and the one which has drawn the most attention is that Resveratrol produces changes associated with a longer lifespan (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008; Baur et al 2006).

The aim of this review is to determine what research has been conducted with Resveratrol relating to sports and exercised medicine. So far no review about Resveratrol has focused on possible indications in Sports & Exercise Medicine (SEM), although several seem likely. This review was also undertaken to identify areas in which further research is needed.

METHODS

Searching

A search of the following electronic databases was conducted to identify scientific articles for inclusion: PubMed, Cochrane Library, Google Scholar and Ovid.

The search was restricted to publications available in English. The databases were searched up to August 2012. The reference list of reviews or articles was also searched for relevant articles. Inclusion criteria and search terms used were "Resveratrol" as the main search with the criteria of the SEM health and performance continuum. Examples of the search strategy used in PubMed and other databases are outlined in table 1.

TABLE 1. Example of search strategy in Medline and other database.

SEARCH STRATEGY
1. Resveratrol and Performance or Performance enhancement
2. Resveratrol and Sports Nutrition
3. Resveratrol and Exercise or Exercise physiology
4. Resveratrol and Doping
5. Resveratrol and Psychology
6. Resveratrol and Health and Health promotion
7. Resveratrol and Prevention and Preventative medicine
8. Resveratrol and Chronic medical conditions
9. Resveratrol and Rehabilitation
10. Resveratrol and Sport
11. Resveratrol and Wellness



Study Inclusion

Potential articles were identified by evaluating the title and abstract for relevance to sports and exercise medicine. Full copies of potentially relevant studies were obtained for detailed examination. The reviewer excluded studies not relevant after an initial screening of the full text. Due to the novelty of the review there were only a very limited number of articles which fitted the inclusion criteria.

All of the studies reviewed have been basic research articles based on animal and in vitro research. The quality of the research was not assessed as an exclusion criterion due to the limited number of articles, but all the relevant studies were published in high quality high impact journals. To assess the relevance of sometimes highly complex research, further reading about performance and endurance was undertaken to identify further articles which could be included. As a result of the considerable variation in methodology of the studies and their complexity, a descriptive account of the studies was undertaken to characterise the research and identify strengths and weaknesses in this literature.

RESULTS

The search of all databases identified 962 unique articles. Based on the title and the abstract, 18 of those were identified for further evaluation. The areas where most results have been found were Resveratrol and performance, endurance, health and chronic medical problems. Resveratrol and the anti-inflammatory properties were a common result, but not within the inclusion criteria of this review although relevant for sports and exercise medicine. Out of the 18 articles, 5 studies (Baur et al, 2006; Lagouge et al, 2006; Mayers et al, 2009; Murase et al., 2009; Kennedy et al., 2010) were relevant to SEM and met the criteria of SEM health and performance continuum. Details of the included studies are presented in table 2. Out of the five studies, four (Baur et al, 2006; Lagouge et al, 2006; Mayers et al, 2009; Murase et al., 2009) were experimental animal studies with in-vivo and ex-vivo analysis and one (Kennedy et al., 2010) was a double-blind, placebo controlled cross over study with human subjects.

Performance Endurance

The four animal studies all assessed endurance of the mice used for the experiment. Baur et al. (2006) studied if Resveratrol shifts the physiology of mice on a high-calorie diet towards that of mice on a standard diet. For this, male mice were fed either a standard diet or a high calorie diet. Additionally, mice from the high calorie diet were fed Resveratrol at two concentrations either on average 5.2mg/kg or 22.4mg/kg body weight. Effects in the higher dose group were more prominent; therefore Baur et al. (2006) presented in their study only the results for the higher dose. Baur et al. (2006) stressed that these doses are also feasible for humans. To assess quality of life in the Resveratrol group which showed increased survival; balance and motor co-ordination were assessed using a rotarod. On the rotarod it was measured how long it took before the mice fell from an accelerating rotating cylinder. Baur et al. (2006) demonstrated that the Resveratrol fed high calorie mice steadily improved their motor skills as they aged. Also of interest is that the rotarod performance improved with the Resveratrol fed mice on standard diet. Mitochondria are the principal energy source of the cell and play a significant role in performance and endurance, and also in many diseases (Baur et al., 2006; McArdle et al., 2010; Zoll et al., 2002; Jones&Carter, 2000). Baur et al. (2006) performed cell-based mitochondrial assays and found that Resveratrol treated mice had considerably more mitochondria in their livers compared to controls. Lagouge et al. (2006) also focused on mitochondria, but additionally this study assessed the activity of mitochondria. A focus was taken on peroxisome proliferator-activated receptor γ coactivator (PGC-1 α) and muscle fibres, which both play an important role in endurance (McArdle et al., 2010; Zoll et al., 2002). Lagouge et al. (2006) had a similar approach to Baur et al. (2006), but this study used an up to 20 fold higher dose of Resveratrol for a shorter time and the control group had a high fat diet. Mice either received high fat diet or chow diet with a dose of Resveratrol of 200mg/kg or 400mg/kg body weight. Indirect calorimetry was used to measure energy expenditure. Basal energy expenditure was measured using oxygen consumption and was significantly increased in the Resveratrol fed mice (Lagouge et al, 2006). Ex-vivo muscle mitochondria analysis found in Resveratrol treated mice that mitochondrial activity was increased. Additionally, Lagouge et al.



(2006) demonstrated that nonoxidative fibres in Resveratrol treated mice had larger and denser mitochondria aggregated between adjacent myofibrils, with increased activity of the mitochondrial enzymes citrate synthase and succinate dehydrogenase. Furthermore, this study showed that Resveratrol treated mice had a significantly higher maximum VO_2 rate, suggestive of an increased oxidative capacity. These findings are according to Lagouge et al. (2006) highly suggestive that Resveratrol increases the ratio of oxidative to non-oxidative type muscle fibres. Lagouge et al. (2006) evaluated the effect of Resveratrol in an endurance test to assess the effect on endurance. The results showed that high fat fed mice treated with Resveratrol run twice the distance until exhaustion than the high fat fed controls. As well as Baur et al. (2006), Lagouge et al. (2006) showed improved motor co-ordination and increased muscle strength in Resveratrol treated high fat diet mice. Furthermore, Lagouge et al. (2006) evaluated anxiety and sensorimotor function to discount for potential central nervous system mediated behavioural effects, with open field, light/dark box, maze test and hot-plate test.

In comparison to Baur et al. (2006) and Lagouge et al. (2006), Mayers et al. (2009) found that mice fed with a 0.1% Resveratrol diet performed worse on the treadmill than non Resveratrol treated mice after a 12 week exercise programme. Mayers et al. (2009) undertook his study to also evaluate if Resveratrol caused bradycardia or hypothermia like calorie restriction does. For this study Mayers et al. (2009) surgically implanted radio telemeters in free-moving mice. Compared to the calorie restricted mice which showed on the first day signs of bradycardia and hypothermia, the Resveratrol treated group did not show any signs after a week (Mayers et al., 2009).

The last of the animal studies adopted a different approach and wanted to find out if Resveratrol has an influence on the decline of physical performance, reduced endurance capacity and muscle force when you age. To test Resveratrol in combination with physical exercise in aging, Murase et al. (2009) used senescence-accelerated prone mice (SAMP) which show an accelerated aging process similar to humans. As a control group senescence-accelerated resistant mice (SAMR) were used. SAMP show over time impaired physical functions, higher oxidative stress,

impaired mitochondrial function and shorter lifespan. Murase et al. (2009) examined the running endurance capacity of SAMP mice and SAMP mice fed with a 0.2% Resveratrol diet. Both groups underwent a 12 week daily exercise program on the treadmill. Running time until exhaustion for the SAMP without Resveratrol decreased over the 12 weeks, whereas Resveratrol-fed SAMP retained a significantly higher running time (35%). To clarify the effects of Resveratrol on physical function, Murase et al. (2009) looked at the force response to titanic stimulation of isolated soleus muscle, which showed that the combination of exercise and Resveratrol significantly increases muscle force (53%). Another interesting point in this study is that the Resveratrol treated group showed a significantly higher level of Haemoglobin (Murase et al., 2009). Of additional importance for endurance sports is the oxygen consumption which was significantly higher in the Resveratrol treated group, measured by indirect calorimetry (Murase et al., 2009). At the cell level Resveratrol treated SAMP mice showed higher levels of Peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator 1 α (PGC-1 α) and medium-chain acyl-CoA dehydrogenase (MCAD), which both play an important role in mitochondrial biogenesis and energy metabolism (Murase et al., 2009).



The only human study with Resveratrol which is related to performance is a double-blind, placebo-controlled crossover study with 22 healthy participants assessing cognitive performance and localised cerebral blood flow (Kennedy et al., 2010). The participants received during 3 different visits 3 single dose treatments in an order by random allocation. The treatments were: 1) inert placebo 2) 250mg Resveratrol 3) 500mg Resveratrol. The participants were assessed using a collection of tasks to assess the effect of treatment on speed/accuracy and mental fatigue during continuous performance of cognitively demanding tasks (Kennedy et al., 2010). Cerebral blood flow was assessed by functional NIRS, which is a brain-imaging technique that is predicted on intrinsic optical absorption properties of oxygenated haemoglobin and deoxygenated haemoglobin (Kennedy et al., 2010). Kennedy et al. (2010) showed in his study that Resveratrol administration resulted in a dose-dependent increase in cerebral blood flow during task performance and enhanced oxygen extraction. Cognitive function was not affected.

Health and chronic medical problems

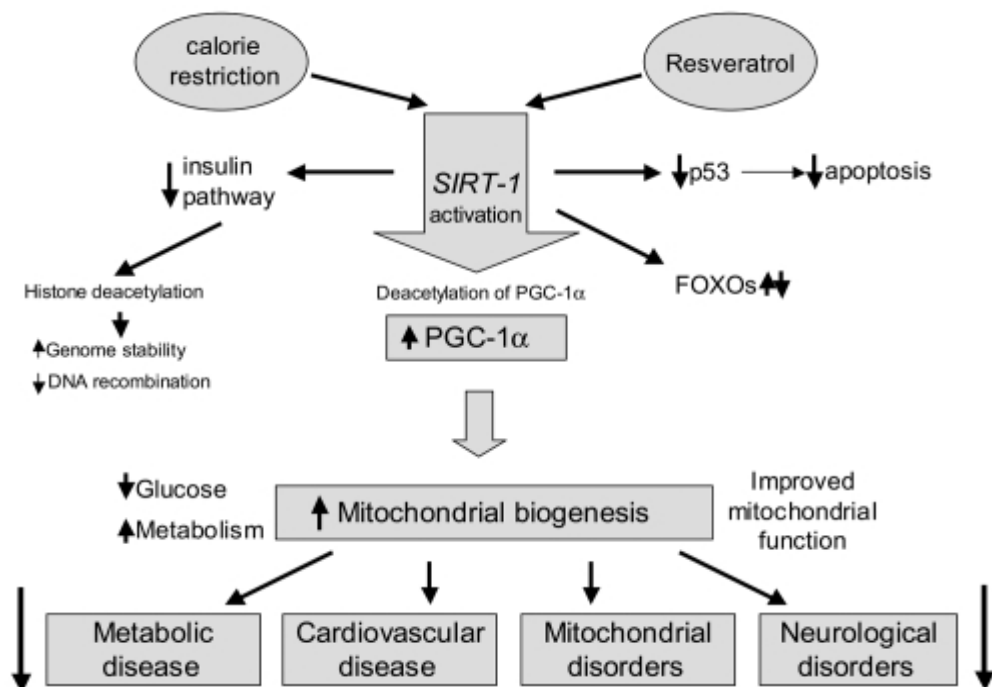
This section will present the results of the five studies in relevance to SEM, where Resveratrol in combination with exercise could have potential benefits for general health and chronic medical problems. Lagouge et al. (2006) showed in their study an induction of PGC-1 α activity by facilitating SIRT-1 mediated deacetylation, which shows that Resveratrol is a potent SIRT1 activator. The activation of SIRT1 has multiple beneficial effects on health and chronic medical problems (see figure 1). Mayers et al. (2009) also showed that Resveratrol treatment up-regulated PGC-1 α transcripts and acts therefore as a SIRT-1 activator. These findings have been shown to be present in brown adipose tissue, heart and liver tissue. Murase et al. (2009) showed a similar effect of Resveratrol. Resveratrol treatment in faster aging mice showed a

suppression of the natural occurring decline of PGC-1 α .

Figure 1: *SIRT-1* activation pathways. Resveratrol and calorie restriction activate similar *SIRT-1*-mediated pathways whose actions result in prevention of common age-related diseases. (Markus&Morris, 2008)

Baur et al. (2006) went one step further and showed that mice fed with a high fat diet had altered plasma levels of markers which predict onset of diabetes and a shorter lifespan, like insulin, glucose and insulin-like-growth factor-1. The Resveratrol fed group had significantly lower levels of these markers (Baur et al., 2006).

Murase et al. (2009) tested the physical decline in mice that age prematurely. One group had a combination of an exercise programme with Resveratrol and the other group only exercise. The findings of this study not only showed that the Resveratrol treated mice have a higher running capacity and muscle strength, but also showed that



Resveratrol and exercise together influence markers of chronic medical problems. Levels of plasma insulin were reduced by 23% in the Resveratrol group, triglyceride concentration and plasma glucose levels were also significantly reduced in the exercise group treated with Resveratrol (Murase et al., 2009).



Another known effect of aging is the tendency for increased body weight. Murase et al. (2009) showed that exercise and Resveratrol have a greater effect on body weight than exercise only. The body weight of Resveratrol treated mice was significantly lower (<8.5%) compared to exercise only (Murase et al., 2009).

Table 2. Studies included in Literature review.

Study	Study design	Subjects	Intervention	Comparator	Outcome measures	Results
Baur et al. (2006)	Experimental animal study with in vivo and ex-vivo analysis	One year old male C57BL/6NIA mice	High calorie diet with fat High calorie diet with fat and resveratrol	Standard diet	Electron microscopy, cell based mitochondrial assays, Serum markers, AMPK and PGC-1 α analysis, histology, Rotarod	Resveratrol group showed changes associated with longer lifespan, including insulin sensitivity, increased peroxisome proliferator receptor-coactivator 1 α activity, increased mitochondrial number and improved motor function
Kennedy et al. (2010)	Double-blind, placebo controlled, cross over study	24 healthy adults, 4 men, 20 women, age range: 18-25	250mg Resveratrol + 500mg Resveratrol 45min before outcome measure	Inert placebo	Functional NIRS: brain-imaging technique that predicts the intrinsic optical absorption properties of oxygenated haemoglobin and deoxygenated haemoglobin, performance in cognitive tasks	Increase in deoxyhaemoglobin after both doses of resveratrol, which suggests enhanced oxygen extraction, cognitive function was not affected
Lagouge et al. (2006)	Experimental animal study, with in vivo and ex-vivo analysis	4 to 8 week male C57B1/6J mice	Resveratrol was mixed either with powdered chow or high fat diet	High fat diet without resveratrol	Body composition by DEXA indirect calorimetry, locomotor function by rotarod, string and grip test, glucose sensitivity, endurance test by variable speed belt treadmill and incremental speed protocol, O ₂ consumption, histological and biochemical analysis, including citrate synthase activity in gastrocnemius muscle, DNA RNA analysis, clinical genetic study	Treatment of mice with Resveratrol increased their aerobic capacity, evidenced by increased running time and consumption of oxygen in muscle fibres, increased PGC-1 α activity, Resveratrol treatment protected mice against diet-induced-obesity and insulin resistance, SIRT1 as key regulator of energy and metabolic homeostasis



Mayers et al. (2009)	Experimental animal study, with in vivo and ex-vivo analysis	Adult C57Bl/6J mice, ob/ob mice, wild type mice	Mice on calorie-restricted diet (60% of their average food intake), Resveratrol group (feed containing 0.1% Resveratrol)	Mice fed ad libitum	Radiotelemetry (implanted electrocardiographic telemeters), Indirect calorimetry, Rotarod, Treadmill, RNA isolation	Short-or long-term Resveratrol has no effect on heart rate, body temperature or metabolic rate, Resveratrol treatment negatively affects endurance in mice, Resveratrol alters expression profiles in brown adipose, heart and liver tissues
Murase et al. (2009)	Experimental animal study, with in vivo and ex-vivo analysis	Male SAMP1 and SAMR1 mice	SAMP with normal diet and SAMP with normal diet supplemented with 0.2% Resveratrol for 13 weeks	SAMR strain as control as ages normally	A motorised rodent treadmill was used to determine the endurance capacity for running, Electrical muscle stimulation, Indirect calorimetry Blood analysis, RNA extraction and r-PCR	Endurance capacity of SAMP1 mice decreased over 12 weeks whereas SAMP1 mice fed 0.2% Resveratrol along with exercise remained significantly higher, SAMP1-Res also showed significant increase in oxygen consumption and skeletal muscle mRNA levels of mitochondrial function related enzymes



DISCUSSION

The aim of this review was to evaluate the possible indications of Resveratrol in sports and exercise medicine. Based on the five studies reviewed, there is a variety of basic scientific findings which could make Resveratrol a valuable substance in sports and exercise medicine.

Finding a substance that could positively influence heart disease, cancer, diabetes and potentially extend life would be too good to be true. Enhancing performance and endurance capacity additionally into old age could help to lead to an active long life. According to an editorial in the journal *Cell*, Lagouge et al (2006) and Baur et al. (2006) brought this dream a bit closer (Koo et al., 2006). There is still one question to be answered: Are those effects reproducible in humans? And this question is the main critique for this review.

All four animal studies have their limitations towards assessing the suitability for sports and exercise medicine in humans as they are based on animal models. The potential for the treatment of several diseases has been recognised by several publications (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008; Naylor, 2009; Das & Das, 2007; Martin et al., 2006; Koo et al. 2006). All four studies were conducted with a clear intervention and relevant control groups. All findings in each of the study have been statistically evaluated and have been significant compared to control group or additional interventions.

All four animal studies differ in the amount of Resveratrol used and the length of intake which possible could have an impact on the effects of Resveratrol (Koo et al., 2006). Mayers et al. (2009) study fed mice a 0.1% RSV diet for 12 weeks and could find no endurance enhancement. Murase et al. (2009) however found that the age related decline in endurance and performance in SAMP mice could be reduced with a 0.2% RSV diet for 12 weeks (Murase et al., 2009). This could mean that the performance enhancing effect of Resveratrol could be a dose dependent process. Looking at the Baur et al. (2006) and Lagouge et al. (2006) studies, which both showed an enhanced endurance performance, mice were fed either 22.4 mg or 200mg Resveratrol per kilogram body weight. Baur et al. (2006) also started his experiment with a dose 5.2 mg/kg, but saw more

significant changes with the higher dose. A weak point in Mayers et al. (2009) study is that there is no mention of how much Resveratrol was fed per kilogram body weight, but in his discussion he mentions that the Resveratrol dose was between Baur et al. (2006) and Lagouge et al. (2006) dosage. Out of the four animal studies, three found a performance and endurance enhancing effect. But what could influence this as well as dose? The length of Resveratrol treatment seems also to be important. Although Lagouge et al. (2006) used 10 to 20-fold higher doses, the study fed Resveratrol over a shorter time compared to Baur et al. (2006). Baur et al. (2006) found that long term treatment (1 year plus) with a lower dose (22.4mg/kg) showed a remarkably improved insulin sensitivity and increased life span in mice fed a high fat diet. It is well known that exercise training transforms the metabolic status of myofibres to one of increased oxidative metabolism and switches the fibres from fast twitch type 2 to a slow twitch type 1 (Booth et al., 2002). Lagouge et al. (2006) showed in his study that Resveratrol treated mice on high-fat diets show a similar myofibre remodelling but in the absence of increased physical activity. Here the question arises if long term Resveratrol treatment with exercise could have a greater effect on transformation to slow twitch type 1 fibres and enhance endurance performance more than exercise alone. Comparable changes in muscle fibre types have been shown in genetically engineered mouse models that trigger or enhance PGC-1 α activity (Lin et al., 2002). This means that Resveratrol could induce a muscle fibre type switch without the need for genetic engineering. Lagouge et al. (2006) see Resveratrol as a performance enhancing drug that improves performance by changing myofibre specificity rather than, like anabolic steroids, by increasing muscle mass. The authors also demonstrated that Resveratrol increases the size and content of mitochondria as well as the mitochondrial enzyme activity, which contributes to an increase in maximal oxygen consumption of those fibres (Lagouge et al., 2006). Resveratrol treatment also induced the expression of genes for oxidative phosphorylation and mitochondrial biogenesis (Lagouge et al., 2006). All these finding could be of immense importance for sports medicine and would need further evaluating in humans. But what is a safe and pharmacologically effective dose of Resveratrol to show these effects in humans? Pharmacologically



relevant doses of Resveratrol have been established in animal studies from 22.4mg/kg body weight. Toxic effects in rats have been reported above 3000mg/kg body weight (Crowell et al., 2004). Important for the endurance enhancing effects might be long-term treatment with Resveratrol, but even long-term daily oral administration of above 1600mg for a 70kg person is regarded as safe (Juan et al., 2004; Crowell et al., 2004).

Physical performance is often dependent on cognitive performance and cognitive performance also has an influence in outcome in most sports and games. The only human study in this review with Resveratrol could show an increased cerebral blood flow, but no improvement in cognitive performance (Kennedy et al., 2010). It is well known that brain function is dependent on the delivery of blood borne metabolic substrates to active tissue. Kennedy et al. (2010) conducted placebo control double blinded investigation with 22 subjects, which showed that the consumption of Resveratrol resulted in a dose-dependent pattern of higher cerebral blood flow in the prefrontal cortex. Concentrations of deoxy-Hb were significantly higher after both doses of Resveratrol than after placebo, which is suggestive of an increase in oxygen extraction and utilisation (Kennedy et al., 2010). This supports the findings of Baur et al. (2006) and Lagouge et al. (2006) that Resveratrol has beneficial effects on mitochondrial function and biogenesis. Under discussion in many publications concerning Resveratrol and other polyphenols is low bioavailability of the parent molecules in humans (Baur & Sinclair, 2006, Markus & Morris, 2008). The relevance of much of the presented in vitro literature to oral consumption by humans has been questioned (Baur & Sinclair, 2006, Baur et al., 2006), but Kennedy's et al. (2010) results clearly show that orally administered Resveratrol can modulate brain function in humans and provide the first indication in humans that Resveratrol may be able to modulate cerebral blood flow variables.

As the number of overweight individuals worldwide has reached 2.1 billion, an explosion of obesity-related health problems like cardiovascular disease, diabetes, cancer and inflammatory disorders has been seen. Baur et al. (2006) conducted his study to see if Resveratrol could improve health in a high fat diet in mice to possibly counteract obesity related health problems. The results are promising and show that

Resveratrol produces changes associated with a longer lifespan, including increased insulin sensitivity, reduced insulin-like growth factor-1 levels, increased PGC-1 α activity, increased mitochondrial number and improved motor functions (Baur et al., 2006). Lagouge et al. (2006) even found that short term (15 weeks) Resveratrol treatment protected young male mice against obesity induced by a high-fat diet. Amounts of adipose tissue were significantly reduced in these mice, due in part to increased fat burning by mitochondria-enriched brown adipose tissue. The question for exercise medicine is does Resveratrol and exercise together give a greater effect on insulin sensitivity and weight than exercise alone? The reviewed study of Murase et al. (2009) in faster aging mice hints that there might be a synergistic effect of Resveratrol and exercise. The findings suggest that the energy metabolism-activating effect of combined Resveratrol intake and habitual exercise might contribute to suppressing obesity. It has been shown that average body weight of SAMP mice fed Resveratrol was significantly lower than that of SAMP controls (Murase et al., 2009). Additionally, levels of insulin, glucose and triglycerides were reduced in the Resveratrol group, which may contribute to prevent diabetes, hyperlipidemia and atherosclerosis (Murase et al., 2009). These findings suggest that Resveratrol together with exercise could provide greater health benefits than exercise only. Another significant finding in Murase's et al. (2009) study was that the decline of muscle force and performance was reduced in the Resveratrol group. These findings and the findings of Baur et al. (2006) and Lagouge et al. (2006) of an improved motor function in Resveratrol treated mice could also mean that older people could stay active longer and benefit from the positive health effects of exercise for longer.

There are no established doses for resveratrol but Kennedy et al. (2010) showed in humans that resveratrol administration with doses of 250 mg and 500 mg, resulted in a dose-dependent increase in cerebral blood flow during task performance and enhanced oxygen extraction. Doses of 1600 mg per day in a 70 kg participant are regarded as safe even long term (Juan et al., 2002).



IMPLICATIONS FOR FURTHER RESEARCH

This review has highlighted the potential of several possible indications for Resveratrol in sports and exercise medicine. There is clearly a need to conduct human studies to verify the findings of the presented animal studies. As the amount and the length of Resveratrol intake seems to influence outcome, special focus should be taken when conducting research in humans. Doses between 22.4mg/kg and 200mg/kg Resveratrol for longer than 15 months seem to be safe in humans (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008; Crowell et al., 2004; Juan et al., 2002; Crowell et al., 2004). Outcome measures which could be of interest for the competing athlete could be a potential performance enhancement of endurance sports, but also the effect on sports with a degree of higher coordination tasks should be examined. The possible effects of the anti-inflammatory potentials of Resveratrol on exercise related injuries or rehabilitation was not evaluated in this review, but could also lead to further research in the area of sports medicine.

Looking especially at the results of Murase et al. (2009), human studies are clearly needed to evaluate if Resveratrol treatment and exercise together can reduce obesity and have positive influence on factors related to developing chronic diseases like heart disease, diabetes or cancer.

As a final thought on further research, the aging associated decrease in performance and muscle function would be of significant interest related to the SEM health and performance continuum.

CONCLUSIONS

In this review a systematic approach has been taken within strict selection criteria to assess the body of literature to evaluate the potential indications of Resveratrol in sports and exercise medicine. The basic research presented in this review leads to the conclusion that Resveratrol as a food supplement in sports and exercise medicine has not had much attention in human research. Animal studies so far have shown benefits of Resveratrol intake to enhance endurance performance in mice (Baur et al., 2006; Lagouge et al., 2006) and suppressing the aging-related decline in physical performance (Murase et al., 2009). Basic research on the metabolic level shows that Resveratrol on its own and in conjunction with exercise have a positive influence on changes

associated with longer lifespan and in chronic medical conditions (Baur & Sinclair, 2006; Markus & Morris, 2008; Baur et al., 2006; Lagouge et al., 2006; Murase et al., 2009).

In conclusion, the reviewed research so far suggests Resveratrol has enormous potential for the use in high performance sports as well as to enhance the health benefits of exercise for the general population, particularly to decrease a number of obesity or age related diseases and complications.

REFERENCES

1. Baur, J. A., Sinclair, D. A. (2006) Therapeutic potential of resveratrol: the in vivo evidence. *Nature*. 5: 493-506.
2. Baur, J. A., Pearson, K. J., Price, N. L., Jamieson, H. A., Lerin, C., Kalra, A., Prabhu, V. V., Allard, J. S., Lopez-Lluch, G., Lewis, K., Pistell, P. J., Poosala, S., Becker, K. G., Boss, O., Gwinn, D., Wang, M., Ramaswamy, S., Fishbein, K. W., Spencer, R. G., Lakatta, E. G., LeCouteur, D., Shaw, R. J., Navas, P., Puigserver, P., Ingram, D. K., de Cabo, R., Sinclair, D. A. (2006). Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet. *Nature*. 444: 337-342.
3. Booth, F. W., Chakravarthy, M. V., Spangenburg, E. E. (2002). Exercise and gene expression: physiological regulation of the human genome through physical activity. *J. Physiol*. 543: 399-411.
4. Crowell, J. A., Korytko, P. J., Morrissey, R. L., Booth, T. D., Levine, B. S. (2004). Resveratrol-Associated Renal Toxicity. *Toxicological Sciences*. 82: 614-619.
5. Das, S. & Das, D. K. (2007). Anti-inflammatory responses of resveratrol. *Inflammatory Allergy Drug Targets*. 6(3): 168-173.
6. Jackson, J. R. (2009). Resveratrol Preserves Muscles Mass, Force Output and Mediates Oxidative Stress in Gastrocnemius Muscles from Hindlimb Suspended Rats. *Medicine&Science in Sports&Exercise*. 41(5): 136.
7. Jones, M. A., Carter, H. (2000). The Effect of Endurance Training on Parameters of Aerobic Fitness. *Sports Med*. 29(6): 373-386



8. Juan, M. E., Vinardell, M. P., Planas, J. M. (2002). The Daily Oral Administration of High Doses of *trans*-Resveratrol to Rats for 28 Days Is Not Harmful. *The Journal Nutrition*. 132:257-260.
9. Kennedy, D. O., Wightman, E. L., Ready, J. L., Lietz, G., Okello, E. J., Wilde, A., Haskell, C. F. (2010). Effects of resveratrol on cerebral blood flow variables and cognitive performance in humans: a double-blind, placebo-controlled, crossover investigation. *Am J Clin Nutr*. Mar 31. [Epub ahead of print].
10. Koo, S-H. & Montminy, M. (2006). Leading Edge: In *Vino Veritas: A Tale of Two Sirt1s?* *Cell*. 15; 127(6): 1091-1093.
11. Lagouge, M., Argmann, C., Gerhart-Hines, Z., Meziane, H., Lerin, C., Daussin, F., et al. (2006). Resveratrol improves mitochondrial function and protects against metabolic disease by activating SIRT1 and PGC-1 α . *Cell*. 127: 1109-1122.
12. Lin, J., Wu, H., Tarr, P. T., Zhang, C. Y., Wu, Z., Boss, O., Michael, L. F., Puigserver, P., Isotani, E., Olson, E. N. (2002). Transcriptional co-activator PGC-1 α drives the formation of slow-twitch muscle fibres. *Nature*. 418: 797–801.
13. Markus, A., Morris, B. J. (2008). Resveratrol in prevention and treatment of common clinical conditions of aging. *Clinical Interventions in Aging*. 2: 331-339.
14. Martin, A. R., Villegas, I., Sanchez-Hidalgo, M., de la Lastra, C. A. (2006). The effects of resveratrol, a phytoalexin derived from red wines, on chronic inflammation in an experimentally induced colitis model *British Journal of Pharmacology*. 147: 873-885.
15. Mayers, J. R., Iliff, B. W., Swoap, S. J. (2009) Resveratrol treatment in mice does not elicit the bradycardia and hypothermia associated with calorie restriction. *The FASEB Journal*. 23: 1032-1040.
16. McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. (2010). *Exercise Physiology* (7th Edition) Baltimore: Lippincott, Williams&Wilkins.
17. McCrory, P. (2006). What is sports and exercise medicine. *Br J Sports Med*.40: 955-957.
18. Murase, T., Haramizu, S., Ota, N., Hase, T. (2009). Suppression of the aging-associated decline in physical performance by a combination of resveratrol intake and habitual exercise in senescence-accelerated mice. *Biogerontology*.10: 423-434.
19. Naylor, A. J. D. (2009). Cellular effects of resveratrol in skeletal muscle. *Life Sciences*. 84: 637-640.
20. Zoll, J., Sanchez, H., N'Guessan, B., Ribera, F., Lampert, E., Bigard, X., Serrurier, B., Fortin, D., Geny, B., Veksler, V., Ventura-Clapier, R., Mettauer, B. (2002). Physical activity changes the regulation of mitochondrial respiration in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*.543(1):191-200.



Plaza-Carmona, M.; Ubago-Guisado, E; Sánchez-Sánchez J.; Felipe, J.L.; Fernández-Luna, A.; García-Unanue, J.; Burillo, P.; Gallardo, L. (2013). Body composition and physical fitness in prepubertal girls swimmers and soccer players. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):251-258.

Original

COMPOSICIÓN CORPORAL Y CONDICIÓN FÍSICA EN NIÑAS PRE-PÚBERES NADADORAS Y FUTBOLISTAS

BODY COMPOSITION AND PHYSICAL FITNESS IN PREPUBERTAL GIRLS SWIMMERS AND SOCCER PLAYERS

Plaza-Carmona, M.¹; Ubago-Guisado, E¹; Sánchez-Sánchez J.¹; Felipe, J.L.²; Fernández-Luna, A.²; García-Unanue, J.¹; Burillo, P.³; Gallardo, L.¹.

¹Universidad de Castilla-La Mancha

² Universidad Europea de Madrid

³Instituto Ciencias del Deporte. Universidad Camilo José Cela

Correspondence to:
María Plaza Carmona
 Facultad de Ciencias del Deporte
 Pabellón Polideportivo (planta baja)
 Tel. (+34) 925268800 Ext. 5544
 Email: maria.plazacarmona@uclm.es

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*



Received: 12-02-2013
 Accepted: 05-07-2013



RESUMEN

Objetivo: El primer objetivo de ésta investigación fue describir la composición corporal (masa ósea, masa muscular y masa grasa) de niñas que realizan prácticas deportivas llevadas a cabo en diferentes superficies (natación y fútbol). El segundo objetivo fue comparar la condición física entre ambos grupos, natación y fútbol.

Material y método: La muestra está compuesta por 33 niñas, con edades comprendidas entre los 8 y 10 años. Todas las participantes fueron divididas en tres grupos: niñas que practicaban natación, niñas que practicaban fútbol y niñas control. Se empleó la Densitometría Fotónica dual de Rayos X (DXA) como prueba para determinar la composición corporal. Se utilizó el test de Tanner para valorar el grado de desarrollo sexual y el test de Course Navette para calcular el consumo máximo de oxígeno por estimación.

Resultados: Las niñas que practican fútbol en edades prepúberes han obtenido valores más altos en el contenido mineral óseo (CMO) y la densidad mineral ósea (DMO). Se han encontrado valores significativamente más altos en el total del CMO de las niñas futbolistas con respecto a las nadadoras y control (natación 1010.20 ± 17.20 g; fútbol 1074.89 ± 20.14 g y control 959.17 ± 25.16 g). Por último, el grupo de niñas futbolistas obtuvo diferencias significativas en el consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) obteniendo mejores resultados que el grupo de nadadoras y control (natación 49.94 ± 1.03 ml . kg . min⁻¹; fútbol 55.35 ± 1.01 ml . kg . min⁻¹ y control 46.17 ± 1.09 ml . kg . min⁻¹).

Conclusiones: las niñas que practican natación y fútbol presentan mejor masa ósea, mayor masa magra y menor masa grasa frente a las niñas que no realizan práctica deportiva. Por otro lado, niñas que practican fútbol presentan mayor capacidad aeróbica.

Palabras clave: densidad mineral ósea, contenido mineral óseo, actividad física, DXA.

ABSTRACT

Objetives: The first objective of this study was to describe body composition (bone mass, muscle mass and fat mass) of girls who practice sports performed on different surfaces (swimming and football). The second objective was to compare the fitness between footballers and swimmers.

Methods: The sample was 33 girls, aged between 8 and 10 years. All participants were divided into three groups: girls who swim, girls who play soccer in artificial turf and sedentary girls. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) was used to determine body composition. We used Tanner test for assess the degree of sexual development and Course Navette test to calculate the estimated maximum consumption of oxygen.

Results: The girls who play soccer in prepubertal ages obtained higher values in bone mineral content (BMC) and bone mineral density (BMD). We found higher values in total BMC in girls who swim and play football compared to control girls (swimming 1010.20 ± 17.20 g; football 1074.89 ± 20.14 g y control group 959.17 ± 25.16 g). Finally, the group of girls who play football had significant differences in maximal oxygen consumption (VO_2 max) with better results than the groups of girls who swim and control girls (swimming 49.94 ± 1.03 ml . kg . min⁻¹; football 55.35 ± 1.01 ml . kg . min⁻¹ y control 46.17 ± 1.09 ml . kg . min⁻¹).

Conclusions: Girls who play sports have better bone mass, lean mass and less fat mass than control girls. On the other hand, girls who play soccer have a higher aerobic capacity.

Keywords: bone mineral density, bone mineral content, physical activity, DXA.



INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas médicos de la sociedad actual durante el último siglo es el incremento de las fracturas de hueso (Cooper, Campion & Melton). Estas fracturas se pueden reducir en un 50% en las edades adultas gracias a la práctica deportiva durante la pre adolescencia (Slemenda, Miller, Hui, Reister & Johnston, 1991).

Estudios sobre el efecto osteogénico que se obtiene mediante la práctica de ciertos deportes, ponen de manifiesto la importancia de la práctica deportiva dentro del estilo de vida de las personas, y más especialmente durante la etapa de desarrollo infantil (Vicente-Rodríguez, Ara, Dorado, Pérez & Calbet, 2003; Vicente-Rodríguez et al., 2008; 2009).

Sin embargo, los niños son cada vez más sedentarios al realizar menos actividad física fuera del ámbito escolar, prefiriendo actividades de carácter más pasivo (Moral-García, Redecillas-Peiró y Martínez-López, 2012).

En este sentido, la actividad física tiene un gran efecto osteogénico (Bravo et al., 1996). Así, actividades de bajo impacto como caminar o subir escaleras son suficientes para aumentar la densidad mineral ósea (Grove & Londeree, 1992). Sin embargo, actividades de alto impacto como el fútbol, el balonmano o la gimnasia producen un efecto mayor en el desarrollo de la masa ósea en niños y jóvenes (Vicente-Rodríguez et al., 2003; 2009).

Por tanto, actividades como el fútbol provocan fuertes estímulos a los huesos para el depósito de calcio y su remodelación, siendo un deporte con grandes efectos osteogénicos. Por otro lado, la natación se realiza sobre hipogravidez, los huesos no reciben tanto estímulo por lo que los valores de densidad ósea pueden ser menores ya que no soportan el mismo peso corporal que fuera del agua (Colado-Sánchez, 2004).

Las propiedades específicas del medio acuático son: hipogravidez (disminuye el impacto con el suelo, permite alcanzar un mayor rango de movilidad debido a la falta de peso) y presión hidrostática (mejora de los músculos respiratorios provocando un aumento de la capacidad ventilatoria, ayuda a

estabilizar las articulaciones inestables favoreciendo la propiocepción y mejorando la circulación de retorno) (Colado-Sánchez, 2004). Por lo tanto, para prevenir y controlar la osteoporosis es favorable la realización de actividades físicas que soporten el peso corporal (González-Aramendi, 2003).

Por ello, sería interesante profundizar que efecto podrían tener los diferentes deportes y superficies sobre dicho beneficio. Para avanzar en este sentido, el presente trabajo plantea el objetivo de analizar la composición corporal (masa ósea, masa magra y masa grasa) en niñas prepúberes que practican natación y fútbol. Además se pretende comparar la condición física entre los diferentes grupos que forman el estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Para el desarrollo del estudio participaron 33 niñas de 8 a 10 años (8.82 ± 0.209) con un desarrollo sexual similar (estadío I- II del Test de Tanner). Todos ellos pertenecientes a clubes deportivos de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y Madrid, que llevaban a cabo un mismo número y horas de entrenamiento (dos días a la semana en sesiones de una hora), y juegan dentro del mismo nivel competitivo.

La muestra está dividida en tres grupos, niñas de natación ($n=13$ y una media de edad de 8.54 ± 0.14), niñas que juegan al fútbol sobre césped artificial ($n=10$ y una media de edad de 8.20 ± 0.13) y un grupo de niñas de la misma edad ($n=10$ y una media de edad de 9.70 ± 0.15) que no realizaban ningún tipo de actividad física fuera del ámbito escolar, denominadas grupo control.

Previamente a la realización de las pruebas se informó a los padres del objetivo del estudio, así como de la prueba de valoración a la que se les sometería a los participantes, para que firmasen su consentimiento de participación en el estudio y conocieran los posibles riesgos que podrían implicar la realización de las diferentes pruebas. Así mismo el estudio pasó por Comité Ético (CEIC 13/10), que aprobó la realización del proyecto al cumplir todos los requisitos establecidos, de acuerdo con la Declaración de Helsinki sobre la base de principios



éticos para la investigación médica en humanos que en él se describe (Harriss & Atkinson, 2011).

También se les pasó un cuestionario con el fin de conocer los años que llevaban practicando la actividad así como las horas y días de entrenamiento.

Pruebas del estudio

Con el fin de valorar la composición corporal de las niñas se utilizó la técnica de Densitometría Fotónica dual de Rayos X (DXA) (Hologic, Serie Discovery QDR, Bedford, USA) realizando una exploración de cuerpo entero, que nos permitió conocer el contenido mineral óseo (CMO) y la densidad mineral ósea (DMO) de las participantes, masa muscular total (MMT), masa muscular de las piernas (MMP), masa grasa total (MGT) y masa grasa de las piernas (MGP). La realización de una evaluación de la cadera nos permitió extraer información sobre las diferentes zonas de la misma (cabeza del fémur, trocánter, zona intertrocanterea y triángulo de Ward's).

Por otro lado para evaluar el desarrollo puberal, se utilizó el test de Tanner, en el que fueron los propios niñas los que a través de diversas imágenes mediante autoevaluación, marcaron el estadio de su desarrollo sexual (Hind & Burrows, 2007; Karlsson, Norqvist & Karlsson, 2008; Vicente-Rodríguez et al., 2003). Se trata de un test que consta de 5 estadios, en el que se aprecia como a partir del estadio II se determina el grado de desarrollo sexual valorando el pecho y la vellosoidad del pubis. El test fue realizado previamente a la densitometría encontrándose en la sala solamente la niña y el investigador. Éste dato, fue contrastado con los padres con el fin de valorar la veracidad de lo establecido por la niñas, y así asegurarnos que el estadio marcado era el exacto en el que se encontraban las niñas.

Finalmente para valorar la condición física se utilizó el test de Course Navette. Se trata de un test máximo y progresivo que nos permite medir la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), utilizando una fórmula establecida para jóvenes de ocho a dieciocho años (Leger, Mercier, Gadoury & Lambert, 1998). En esta, las niñas van desplazándose de un punto a otro situado a 20 metros de distancia y realizando un cambio de sentido al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente. El test

comienza con una velocidad inicial de 8 km/h y aumenta la velocidad 1 km/h cada min.

Análisis de datos

Una vez realizadas las pruebas, se realizó la recogida y tratamiento de los datos mediante el programa SPSS, v. 19.0 para Windows, fijando el nivel de significación en $P < 0.05$.

La distribución de las variables del estudio se determinó mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov (prueba K-S), a través de la cual se obtuvo una distribución normal de las mismas. Para analizar las posibles diferencias entre los grupos se realizó un análisis de varianza (ANOVA).

Posteriormente se realizó un análisis de covarianza tras ajustar los grupos por las siguientes co-variables: talla, masa corporal, edad y el test de Tanner. Esto se debió a que estudios previos han demostrado la influencia de la talla y la masa corporal sobre la masa del esqueleto en crecimiento (Faulkner et al., 1996; Slemenda et al., 1991) y la edad y el Tanner como consecuencia de las diferencias encontradas en el desarrollo de los participantes.

RESULTADOS

Al analizar la edad de los diferentes grupos apreciamos como el grupo control muestra una edad significativamente mayor (9.70 ± 0.15) frente al grupo de nadadoras (8.54 ± 0.14) y futbolistas (8.20 ± 0.13) para una $P < 0.05$.

El IMC más elevado es por parte de las niñas control, seguido de las futbolistas, teniendo el más bajo las niñas nadadoras. En relación al % total de grasa, las niñas control muestran mayores niveles seguidas muy de cerca por las nadadoras, y en menor porcentaje las futbolistas, sin tener diferencias significativas.

Las niñas nadadoras tienen mayor MGT que las controles y futbolistas aunque no muestran diferencias significativas. Las niñas que practican fútbol presentan una mayor MMT que las nadadoras y las controles, no mostrando diferencias significativas (Tabla 1).



Tabla 1. Resultados edad, antropometría y consumo máximo de oxígeno (Media \pm ETM) $P < 0.05$.

	Natación		Fútbol		Control	
Tanner	I-II		I-II		I-II	
Edad (años)	8.54	\pm 0.14	8.20	\pm 0.13	9.70 ^{##}	\pm 0.15
IMC (Kg/m ²)	15.83	\pm 0.43	16.76	\pm 0.72	17.53	\pm 0.73
Masa Corporal (Kg)	29.31	\pm 1.43	30.55	\pm 1.79	34.55	\pm 1.99
Talla (cm)	135.65	\pm 1.90	134.77	\pm 2.20	140.02	\pm 1.72
% GC	29.11	\pm 1.18	27.19	\pm 1.90	30.86	\pm 1.69
MGT(Kg)	9.30	\pm 0.32	8.72	\pm 0.37	9.23	\pm 0.47
MGTr(g)	3394.60	\pm 155.15	3184.37	\pm 181.68	3687.08	\pm 226.87
MMT(g)	858.94	\pm 26.82	905.18	\pm 31.41	884.72	\pm 39.22
MMP (g)	3214.70	\pm 86.75	3277.00	\pm 101.59	3265.38	\pm 126.85
VO ₂ max (ml \cdot kg ⁻¹ min ⁻¹)	49.94	\pm 1.03	55.35 ^{##†}	\pm 1.01	46.17	\pm 1.09

Por otro lado el análisis de la co-varianza muestra como los valores obtenidos en cuatro de las variables del CMO son significativamente mayores en las niñas que practican fútbol sobre césped artificial en comparación con las niñas nadadoras y las control (pelvis, pierna izquierda, pierna derecha y el CMO total).

El análisis de cuerpo entero también expone (Tabla 2), como existen diferencias significativas en el CMO

de las niñas futbolistas frente a las niñas control en las costillas izquierda y derecha y T Spina.

Si observamos las sub regiones de la cadera podemos apreciar como las niñas futbolistas muestran diferencias significativas frente al grupo control en la cabeza del fémur (2.89 ± 0.13 g en el grupo de futbolistas y 2.25 ± 0.19 g en el grupo control) y trocánter (4.73 ± 0.20 g las futbolistas y 3.88 ± 0.25 g el grupo control, para una $P < 0.05$).

**Tabla 2.** Resultados contenido mineral óseo (CMO) y densidad (DMO) ajustado por edad, masa corporal, talla y Tanner. $P < 0.05$.

	CMO (g)			DMO ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$)		
	Natación	Fútbol	Control	Natación	Fútbol	Control
Cuerpo entero						
Brazo Izq.	50.87 ± 1.38	51.82 ± 1.61	47.84 ± 2.02	0.49 ± 0.08	0.50 ± 0.01	0.47 ± 0.01
Brazo Dcha.	53.71 ± 1.47	54.71 ± 1.72	49.43 ± 2.15	0.49 ± 0.00	0.50 ± 0.01	0.46 ± 0.01
Media Brazos	52.31 ± 1.30	53.26 ± 1.54	48.64 ± 1.92	0.49 ± 0.08	0.50 ± 0.01	0.46 ± 0.01
Costilla Izq.	40.69 ± 1.33	41.32 [#] ± 1.55	43.56 ± 1.94	0.53 ± 0.01	0.52 ± 0.01	0.48 ± 0.01
Costilla Dcha.	39.33 ± 1.30	41.02 [#] ± 1.52	42.09 ± 1.90	0.50 ± 0.01	0.52 ± 0.12	0.47 ± 0.01
Media Costillas	40.01 ± 1.14	41.17 ± 1.34	42.83 ± 1.68	0.52 ± 0.01	0.53 ± 0.01	0.47 ± 0.01
T Spina	35.52 ± 1.43	40.01 [#] ± 1.68	31.23 ± 2.13	0.51 ± 0.01	0.54 [#] ± 0.01	0.48 ± 0.02
L Spina	25.80 ± 1.01	29.14 ± 1.18	24.58 ± 1.47	0.67 ± 0.01	0.72 ± 0.02	0.66 ± 0.02
Pelvis	94.32 ± 3.03	116.09 ^{†#} ± 3.97	94.60 ± 4.95	0.74 ± 0.14	0.83 ^{†#} ± 0.01	0.71 ± 0.02
Pierna Izq.	173.56 ± 3.75	194.12 ^{†#} ± 4.40	161.2 ± 5.49	0.75 ± 0.01	0.79 ± 0.01	0.76 ± 0.01
			8			
Pierna Izq.	173.56 ± 3.75	194.12 ^{†#} ± 4.40	161.2 ± 5.49	0.75 ± 0.01	0.79 ± 0.01	0.76 ± 0.01
			8			
Pierna Dcha.	179.34 ± 3.63	198.20 ^{†#} ± 4.26	174.5 ± 5.31	0.77 ± 0.01	0.80 ^{†#} ± 0.01	0.78 ± 0.01
			1			
Media Piernas	176.45 ± 3.54	196.16 ± 4.14	167.9 ± 5.17	0.76 ± 0.01	0.80 ± 0.01	0.77 ± 0.01
			0			
Cabeza	1.46 ± 0.04	1.48 ± 0.05	1.33 ± 0.06	1.46 ± 0.04	1.48 ± 0.05	1.33 ± 0.06
Total	1010.2 ± 17.20	1074.89 ± 20.1	959.1 ± 25.1	0.79 ± 0.01	0.81 [#] ± 0.13	0.75 ± 0.01
	0	[#] †	7	6		
		4				
Cadera						
Cabeza femur	2.57 ± 0.11	2.89 [#] ± 0.13	2.25 ± 0.16	0.62 ± 0.02	0.75 ^{†#} ± 0.02	0.58 ± 0.03
Trocánter	3.95 ± 0.17	4.73 [#] ± 0.20	3.88 ± 0.25	0.63 ± 0.01	0.71 ± 0.01	0.64 ± 0.02
					^{†#}	
Zona Intertrocantérea	10.86 ± 0.77	13.52 ± 0.90	10.82 ± 1.13	0.88* ± 0.04	0.97 ± 0.05	0.84 ± 0.06
					^{†#}	
Triángulo Ward's	0.88 ± 0.46	0.97 ± 0.55	0.84 ± 0.68	0.76 ± 0.04	0.79 ± 0.05	0.62 ± 0.06

*nadadoras vs control [#]futbolistas vs control [†]nadadoras vs futbolistas. $P < 0.05$.

Existen diferencias significativas en la DMO de las futbolistas frente a las nadadoras y los controles en la exploración de cuerpo entero en las regiones de la pelvis (futbolistas $0.83 \pm 0.01\text{g}$, natación $0.74 \pm 0.14\text{g}$ y finalmente el grupo control $0.78 \pm 0.01\text{g}$) y pierna derecha ($0.80 \pm 0.01\text{g}$ futbolistas, $0.77 \pm 0.01\text{g}$ nadadoras y $0.78 \pm 0.0\text{g}$ control). También, se encuentran diferencias significativas del grupo de fútbol frente a los controles en la T Spina y el total del DMO, para una $P < 0.05$.

La DMO de la cadera muestra diferencias en tres de las variables analizadas (cabeza del fémur, trocánter y zona intertrocantérea), siendo los valores de las

futbolistas significativamente mayores que el resto de grupos.

Podemos destacar como el grupo de nadadoras solo muestra en la DMO de la zona intertrocantérea de la cadera un valor significativamente mayor frente a las niñas control ($0.88 \pm 0.04\text{g}$ en el grupo de nadadoras y $0.84 \pm 0.06\text{g}$ en los control, para una $P < 0.05$).

Las niñas que practican deporte ya sea natación como fútbol muestran un mayor VO_2 máx frente al grupo de niñas control. Se han encontrado diferencias significativas en el VO_2 máx al comparar las niñas futbolistas con las niñas nadadoras y control para una $P < 0.05$. Las futbolistas obtuvieron un VO_2 máx de



$55.35 \pm 1.06 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, las nadadoras $46.94 \pm 0.30 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ y finalmente las control obtuvieron un valor de $46.17 \pm 1.09 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

DISCUSIÓN

Coincidiendo con otros estudios que han analizado los mismos deportes, los niños que no practican fútbol tienen menor condición física y mayor masa grasa, en comparación con los que realizan fútbol (Vicente-Rodríguez et al., 2003). El fútbol es un deporte donde la resistencia es una de las capacidades físicas más importantes. Esto puede explicar por qué los niños futbolistas tienen un mayor $\dot{V}O_2$ máx. Se ha demostrado como el grupo control presentan una peor condición física y mayor masa grasa que los futbolistas como ha sido expuesto previamente (Vicente-Rodríguez et al., 2003). Así pues, la mejor condición física está relacionada con un mayor $\dot{V}O_2$ máx (fútbol - $55.35 \pm 1.06 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, natación - $46.94 \pm 0,30 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ y control - $46.17 \pm 1.09 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). También puede haber afectado que al haber realizado la prueba en un terreno y unas condiciones muy similares a los de la práctica del fútbol y no a los de la natación, su adaptación a este medio haya influido a la hora de obtener los resultados. Por su parte, las niñas control presentan una peor condición física, coincidiendo con lo expuesto por estudios previos (Vicente-Rodríguez et al., 2003).

En relación al CMO se encontraron diferencias significativas entre el grupo de fútbol y las control en el triángulo de Ward's. Esto coincide con estudios previos (Zouch et al., 2008) donde se concluye que el CMO es mayor en los huesos que soportan peso, que se someten a impactos y a cambios de dirección, como es el caso de los niños que practican fútbol. Además se expone que debido a la hipogravidez del agua los huesos reciben menor estímulo que fuera del ella, con respecto a la práctica en superficie como es el césped artificial en el fútbol, donde soportas tu peso corporal, por ello los valores de CMO y DMO son menores González-Aramendi, 2003).

Los valores obtenidos en la DMO verifican lo expuesto en investigaciones anteriores (Vicente-Rodríguez et al., 2004) donde se muestra como

existen diferencias significativas entre los valores del grupo de futbolistas y los grupos de los nadadores.

En relación a la importancia que tiene la actividad física como mejora de la DMO y CMO, los resultados del estudio apoyan los obtenidos por artículos donde se expone que con sólo tres horas de práctica de fútbol a la semana se obtiene un efecto osteogénico sobre las diferentes zonas de la cadera y el tren inferior en edades prepúberes (Vicente-Rodríguez et al., 2004; 2006). A modo general, los niños que practican fútbol han obtenido valores más altos tanto en el CMO como en la DMO, pudiendo ser esto un factor determinante para conseguir una mejor salud ósea en edades adultas. Diferentes estudios muestran como la actividad física durante la infancia provoca un efecto positivo en la acumulación de masa ósea, persistiendo ésta en la edad adulta (Baxter-Jones et al., 2008).

Las personas físicamente activas tienen unos porcentajes de grasa inferiores que las personas que no realizan actividad física (López-Chicharro et al., 2002). En nuestro estudio podemos observar que no hay diferencias significativas aunque si se muestra que los sujetos que realizan actividad física tienen unos niveles menores que los que no realizan ningún tipo de actividad física.

CONCLUSIONES

Las niñas prepúberes que practican fútbol presentan un mayor pico de masa ósea, mayor masa muscular y una menor masa grasa en comparación con las niñas que práctica natación. Además, el grupo de niñas que practican fútbol presentan mayor capacidad aeróbica frente al grupo de nadadoras y sedentarias.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría mostrar especial agradecimiento a la Fundación Rayo Vallecano y al Club de Natación Trampolín (Toledo) por participar en ésta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baxter-Jones, A. D. G., Kontulainen, S. A., Faulkner, R. A., y Bailey, D. A. (2008). A longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual from



- adolescence to young adulthood. *Bone*, 43, 1101-1107.
2. Bravo, G., Gauthier, P., Roy, P. M., Payette, H., Gaulin, P., Harvey, M., et al. (1996). Impact of a 12-month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women. *Journal of the American Geriatrics Society* 44(7), 756-762.
 3. Colado-Sánchez, J. C. (2004). *Acondicionamiento físico en el medio acuático*. Barcelona: Paidotribo.
 4. Cooper, C., Campion, G., y Melton, L. J. (1992). Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporosis International*, 2, 285-289.
 5. Faulkner, R. A., Bailey, D. A., Drinkwater, D. T., McKay, H. A., Arnold, C., y Wilkinson, A. A. (1996). Bone densitometry in Canadian children 8–17 Years of Age *Calcified Tissue International* 59(5), 344-351.
 6. González-Aramendi, J. M. (2003). *Actividad física, deporte y vida: beneficios, perjuicios y sentido de la actividad física y del deporte*. Guipúzcoa: Cuerpo y espíritu.
 7. Grove, K., y Londeree, B. (1992). Bone density in postmenopausal women: high impact vs low impact exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(11), 1190-1194.
 8. Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2011). Ethical standards in sport and exercise science research. *International Journal of Sports Medicine* 32, 819–882.
 9. Hind, K., y Burrows, M. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: A review of controlled trials. *Bone*, 40, 14-27.
 10. Karlsson, M. K., Nordqvist, A., y Karlsson, C. (2008). Physical activity increases bone mass during growth. *Food y Nutrition Research*.
 11. Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 m shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.
 12. López-Chicharro, J., Lucía-Mulas, A., Pérez-Ruiz, M., & López-Mojares, L.M. (2002). *El desarrollo y el rendimiento deportivo*. Madrid: Gymnos.
 13. Moral-García, J. E., Redecillas-Peiró, M. T., y Martínez López, E. J. (2012). Hábitos sedentarios de los adolescentes andaluces. *Journal of Sport and Health Research*, 4(1), 67-82.
 14. Slemenda, C. W., Miller, J. Z., Hui, S. L., Reister, T. K., y Johnston, C. C. (1991). Role of physical activity in the development of skeletal mass in children. *Journal of Bone and Mineral Research*, 6(11), 1227-1233.
 15. Vicente-Rodríguez, G., Ara, I., Dorado, C., Pérez, J., y Calbet, J. (2003). Actividad Física y masa ósea en niños y niñas prepúberes. *Archivos de Medicina del Deporte*, 20(93), 52-58.
 16. Vicente-Rodríguez, G. (2006). How does exercise affect bone development during growth? *Journal of Sports Medicine*, 36(7), 561-569.
 17. Vicente-Rodríguez, G., Ara, I., Pérez-Gómez, J., Serrano-Sánchez, J. A., Dorado, C., y Calbet, J. A. L. (2004). High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1789-1795.
 18. Vicente-Rodríguez, G., Ortega, F. B., Rey-López, J. P., España-Romero, V., Blay, V. A., Blay, G., et al. (2009). Extracurricular physical activity participation modifies the association between high TV watching and low bone mass. *Bone*, 45, 925–930.
 19. Vicente-Rodríguez, G., Urzanqui, A., Mesana, M. I., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Ezquerro, J., et al. (2008). Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association between lean mass and bone mass through adolescence: a cross-sectional study. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 26, 288-294.
 20. Zouch, M., Jaffré, C., Thomas, T., Frère, D., Courteix, D., Vico, L., et al. (2008). La pratique prolongée du football augmente le gain du contenu minéral osseux chez les garçons avant la puberté. *Revue du Rhumatisme*, 75, 44-52.



Kremer, P.; de Silva-Sanigorski, A.; Bell, A.C.; Swinburn, B. (2013). School and neighbourhood settings support physical activity in primary school children from the Barwon South-West region of Victoria, Australia. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):259-272.

Original

**LOS BARRIOS Y ESCUELAS APOYAN LA ACTIVIDAD FISICA DE
LOS NIÑOS EN LAS ESCUELAS PRIMARIAS DE LA REGION
BARWON SUROESTE EN VICTORIA, AUSTRALIA**

**SCHOOL AND NEIGHBOURHOOD SETTINGS SUPPORT PHYSICAL
ACTIVITY IN PRIMARY SCHOOL CHILDREN FROM THE
BARWON SOUTH-WEST REGION OF VICTORIA, AUSTRALIA**

Kremer, P.¹; de Silva-Sanigorski, A.¹; Bell, C.²; Swinburn, B.³

¹ *The McCaughey Centre, The University of Melbourne*

² *School of Medicine and Public Health, University of Newcastle*

³ *WHO Collaborating Centre for Obesity Prevention, Deakin University*

Correspondence to:

Peter Kremer

The McCaughey Centre, Melbourne School of Population Health
Level 5, 207 Bouverie Street, Carlton Vic 3053 Australia

Tel. 61 3 90353636

Email: peter.kremer@unimelb.edu.au

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*



Received: 01-05-2012

Accepted: 27-12-2012



RESUMEN

La prevalencia de obesidad en los niños australianos es alta y parece ser que los bajos niveles de actividad física pueden estar contribuyendo a este problema. El propósito de este estudio fue examinar 1) el comportamiento de los niños frente a la actividad física 2) la infraestructura de los barrios y las escuelas que probablemente influyen en la actividad física de estos niños. Con ayuda del computador, se realizaron entrevistas telefónicas a los padres de 1711 niños de 5 y 12 años de edad en 18 escuelas primarias, localizadas en la región sur-occidental del estado de Victoria en Australia llamada Barwon. Las entrevistas fueron usadas para coleccionar información demográfica de los barrios, comportamiento infantil y percepciones de la vecindad. Entrevistas a los representantes de las escuelas capturaron información acerca de la infraestructura para la actividad física. En promedio, los niños pasaron 73 minutos más jugando afuera que las niñas después del horario escolar. La mayoría de los niños en general participaban en por lo menos una actividad programada semanal y aproximadamente la mitad utilizaban métodos activos para transportarse a/desde la escuela. Acerca de los barrios, los padres reportaron que tenían buena disponibilidad a deportes, actividad física/programas de danza, acceso cercano a por lo menos un espacio abierto para jugar y que generalmente se sentían seguros. Los representantes de las escuelas reportaron que la mayoría de las escuelas estaban comprometidas a la actividad física y que tenían por lo menos un programa de actividad física, también reportaron, que las escuelas tenían suficiente personal capacitado para enseñar educación física y que tenían adecuadas instalaciones y equipos para realizar actividad física. La mayoría de los niños estuvieron regularmente activos y reunieron las recomendaciones de actividad física en Australia. La composición de los barrios y escuelas por la mayor parte apoyaron la actividad física, sin embargo el desarrollo de pólizas escritas, aplicación obligatoria de la educación física, instalaciones internas para la actividad física, y las percepciones de seguridad de la vecindad son áreas que podrían ser mejoradas.

Palabras claves: Actividad física, actividad física después del horario escolar, educación física, deporte, niños.

ABSTRACT

The prevalence of obesity in Australian children is high and low levels of physical activity may be contributing to this problem. The purpose of this study was to examine 1) children's physical activity behaviours, and 2) aspects of the neighbourhood and school settings that may influence children's physical activity. A computer assisted telephone interview of parents of 1711 5-12 year old children from 18 schools across the Barwon South-Western region of Victoria, Australia was used to collect demographic, child behaviour and neighbourhood perceptions data. Interviews with representatives of schools captured information about the school environment for physical activity. On average, children spent 73 minutes playing outside after school with boys spending more time playing outside than girls. Most children participated in at least one organised weekly activity and about half used active methods of transport to/from school. For their neighbourhood, parents reported good availability of sport, physical activity/dance programs, nearby access to at least one open-space for play and generally feeling safe. School representatives reported that most schools were committed to physical activity, had at least one physical activity policy, sufficient staff qualified to teach physical education, and adequate facilities and equipment for physical activity. Most children were regularly active and met Australian physical activity recommendations. Neighbourhood and school settings were mostly supportive of physical activity however development of written physical activity policies, enforcement of mandated physical education, better indoor play facilities and increased perceptions of neighbourhood safety are areas for improvement.

Keywords: physical activity, after school play, physical education, sport, children.



INTRODUCTION

In Australia, over 20% of children aged 7-15 years are overweight or obese and the prevalence of obesity in this age group doubled in the ten years from 1985 to 1995 (Magarey, 2001). Recent national data (Australian Bureau of Statistics, 2011; Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation, Preventative Health National Research Flagship, & University of South Australia, 2008) and our own surveys of primary school children (Sanigorski et al., 2007) show that about one in four are overweight or obese. Childhood obesity is a major public health concern because physical, metabolic and psychosocial problems are increasingly common in obese children (Lobstein et al., 2004; Puhl & Latner, 2007; Weiss et al., 2004). Moreover, many of these problems persist into adulthood. Given the difficulties treating established adult obesity, it is not surprising that attention has now been directed towards intervention and prevention in children (Steinbeck, 2001).

Recent epidemiological trends in obesity indicate the primary causes of the problem can be attributed to the environment and obesity-promoting behaviours since the escalating rates of obesity are occurring in a relatively constant gene pool (Fox, 2004; Molnair & Livingstone, 2000). Physical activity plays an important role in the aetiology of obesity as a major contributor to energy expenditure and there appears to be general agreement in the literature that children suffering obesity are less likely to participate in all forms of physical activity (Page et al., 2005; Steinbeck, 2001). It has been reported that the frequency of active transportation to and from school and the amount of weekly physical education has declined (van der Ploeg et al., 2008; Salmon et al., 2005). In addition, children (and adults) now spend more time engaged in sedentary activities such as watching TV, playing electronic and computer games and using the internet (Molnair & Livingstone, 2000; Salmon et al., 2011). Thus, it is likely that efforts to increase physical activity will help prevent obesity (Hills et al., 2007; Steinbeck, 2001).

In Australia, government guidelines recommend that children aged 5-12 years should engage in at least 60 minutes of moderate to vigorous physical activity each day (Department of Health and Ageing, 2004). According to these guidelines, walking and cycling as well as active play are examples of moderate

intensity activities. These activities may also contribute to accumulated levels of vigorous physical activity (Department of Health and Ageing, 2004). Victorian State government authorities have also indicated support for physical activity via physical education and sport in schools. In 1993, the Department of Education and Training proclaimed that "physical education and sport is not an optional extra in government schools" and mandated time requirements for physical education and sport according to year level (i.e., 20-30 mins/day for prep-year three, three hours/week for years four-six) (Department of Education and Training (Victoria), 2005).

Obesity is a multi-factorial condition with wide-ranging causes including genetic, social, cultural, behavioural and environmental factors (Parsons et al., 1999; Wyatt et al., 2006). It has been postulated that a major reason why some children's physical activity levels are low is because their environment is not supportive for physical activity (Griew et al., 2010; Sallis & Glanz, 2006; Trapp et al., 2012). The importance of creating supportive environments achieved formal recognition with the Ottawa Charter in 1986 (Ottawa Charter for Health Promotion, 1986), and since, many environmental models have been developed. Understanding obesity incorporates environmental, biological and behavioural factors (Egger & Swinburn, 1997). Swinburn and colleagues (Swinburn et al., 1999) developed a framework that can be used to dissect obesogenic environments. The framework (see table 1) is examined according to two axes, these being two sizes of environment including micro- and macro-levels, and four types of environment being physical; economic; political and socio-cultural and can be used to investigate how obesity promoting, or obesogenic an environment is.

The aims of this paper were to: (1) examine children's physical activity-related behaviours including time spent playing outside, involvement in organised activities after school, sport and physical education at school, and mode of transport to/from school; and (2) examine aspects of the physical, policy and socio-cultural environment within the neighbourhood and school settings that may influence the physical activity levels of children.



Table 1. Examples of micro-environment settings and physical, economic, political and socio-cultural environment types for physical activity

	Type			
	Physical	Economic	Political	Socio-cultural
Schools	Availability of equipment Adequate facilities	Costs associated with equipment, facilities and staff	Policies for physical activity	Physical activity supported and encouraged Staff as role models
Neighbourhoods	Safety for movement and activity Security/risk associated with movement and activity			
Households	Availability of equipment	Cost associated with physical activity		Support for physical activity
Workplace				Physical activity supported and encouraged

METHODS

Survey design and participants

Participants were recruited from a regionally representative sample of 18 primary schools (15 Government, 2 Catholic, 1 Private) in the Barwon South-Western region of Victoria. Data were collected as baseline measurements in schools involved as either intervention or comparison schools in a community-based intervention project during the period March, 2003 to September, 2004. The overall response rate was 49% (intervention: 58%; comparison 44%). Written consent was obtained from parents or guardians of all participants and the study was approved by the Deakin University Human Research Ethics Committee, the Victorian Department of Education, Employment and Training, and the Catholic Education Office.

Anthropometry

Children's weight and height were measured at school in accordance with standard methods for the collection of anthropometric data in children (Davies et al., 2001) by trained researchers. All measures were taken in light clothing and without shoes. Weight was measured to the nearest 0.05kg using electronic scales (A&D Personal Precision Scale UC-321) and height was measured to the nearest 0.1cm using a portable stadiometer (PE87 Portable Stadiometer). Two measurements were recorded for each parameter and where there was disagreement (>0.1kg; >0.3cm) a third measure was recorded.

Gender was recorded and age was calculated using date of birth and date of data collection.

Socio-demographic characteristics

Local area socio-economic status (SES) was based on the Socio-Economic Index for Areas (SEIFA). This index of relative socio-economic advantage/disadvantage, which is based on data collected from the 2001 Australian census of population and housing and incorporates variables such as income, education, occupation, living conditions, access to services and wealth, was the specific index used (Australian Bureau of Statistics, 2001). The SEIFA classification was based on geographic postal area. Higher scores on the Index indicate that an area has a relatively high proportion of people with high incomes or a skilled workforce, and also a low proportion of people with low incomes and relatively unskilled workforce.

Computer Assisted Telephone Interview (CATI)

Parents of participating children completed a Computer Assisted Telephone Interview (CATI). For most children, the CATI was conducted within three weeks of the recording of the anthropometric measurements. The interview was conducted by a trained interviewer on a day (Tuesday–Saturday) and time nominated by the parent (or guardian). The CATI consisted of sections with questions focused on household demographics, child nutrition and physical activity related behaviours and the neighbourhood environment. Questions from the CATI survey



related to physical activity captured the amount of time children spent playing outside after school yesterday and usually, children's involvement in organised games, sports or dance (outside school hours), and the mode of transport for children to/from school 'yesterday' and 'usually'. There were also a number of questions that captured some of the physical aspects of the neighbourhood environment that may influence the child's level of physical activity, including the availability of parks and parent's perceptions of safety.

School informant interview

We used key informant interviews to capture physical (e.g., adequacy of sporting and active play equipment), policy (e.g., adoption of physical activity policies) and socio-cultural (e.g., teachers modelling physically active behaviours) elements of the school environment. This consisted of a structured interview with 2-3 members of the school staff that covered general information about the school, as well as information relating to food services, nutrition and physical activity. Interviews were completed in a single session of approximately 45 minutes in duration and were conducted by research staff trained in survey interview methods. For each question one response was recorded. Where there was disagreement, staff discussed the issue until consensus was reached.

Statistical analysis

To address aim one, five measures were analysed: amount of time children spent outside after school *yesterday* (continuous variable), level of time children *usually* spent outside after school, number of times each week that children were involved in organised games, sports, or dance, outside of school hours, and for children living within 1.5 kms from their school, the main mode of transport to get to/from school *yesterday* and *usually* (categorical variables). For the categorical variables, we reduced the number of categories (to two): level of time spent outside usually (< 1 hour; ≥ 1 hour); weekly involvement in after school activities (less than one/week; one or more/week); transport to school yesterday and usually ("active" [walk, cycle]; "inactive" [car, bus]). Summary statistics were computed for the continuous (mean ± standard deviation) and categorical (frequency counts, percentages) variables. BMI was computed and

weight status determined using standard international methods (Cole et al., 2000). Analysis of Covariance (ANCOVA) was used to test for differences on outside play yesterday for the child's gender, weight status (healthy weight; overweight/obese) and local area SES (SEIFA quartile) adjusting for child's age, time of year (average daylight hours/month), and maternal education (not completed year 12; completed year 12 or higher). Differences in usual outside play, involvement in games, sport or dance, as well as mode of transport to/from school yesterday and usually with the same demographic variables were assessed using Chi-square tests. The proportion of children meeting the current Australian recommendations for children's daily physical activity was computed using the outside play *yesterday* and *usually* measures, along with a computed daily activity variable derived by summing the *usual* amount of time playing outside (reported time in 30 min intervals) with involvement in organised activities (based on 30 mins per activity and then divided by 7) and weekly PE (using the mean of the reported time across all schools as an estimate for each year level). Descriptive analyses (percentages, means) were used to summarise elements of the neighbourhood and school environments. Statistical significance was accepted at $p < .05$ and all analyses were conducted using SPSS version 17.0 (SPSS Inc.).

RESULTS

Sample and respondent characteristics

Table 2 shows the anthropometric and socio-demographic characteristics of the children in this study. The mean age of the sample was 8.7 years (SD=1.9), 26.3% were either overweight or obese according to the IOTF classifications and there was an over-representation of children from the lowest SEIFA quartile and an under-representation of children from the highest quartile according to state wide averages. The breakdown of parent respondents (n=1274) for the CATI survey revealed that mothers were the most frequent respondents (87.6%), followed by fathers (11.3%), and step-parents or guardians (1.2%). The school interview surveys were completed by staff from the 18 primary schools. Teachers were the most frequent (77%) key



informants followed by deputy principals (6%), and then welfare/guidance (4%) and other (13%) staff.

Table 2. Characteristics of child sample

	n (%)
<i>Overall sample</i>	1711 (100.0)
<i>Gender</i>	
Male	839 (49.0)
Female	872 (51.0)
<i>Weight status</i> ^a	
Healthy weight	1259 (73.8)
Overweight	324 (19.0)
Obese	124 (7.3)
<i>Maternal education</i>	
Didn't complete high school	768 (45.3)
Completed high school/TAFE/Degree	929 (54.7)
<i>Paternal education</i>	
Didn't complete high school	822 (50.3)
Completed high school/TAFE/Degree	811 (49.7)
<i>Area SES</i>	
SEIFA ^b quartile 1[≤25%]	652 (38.4)
SEIFA quartile 2[26%-50%]	514 (30.3)
SEIFA quartile 3[51-75%]	370 (21.8)
SEIFA quartile 4[>75%]	162 (9.5)

^a Using IOTF criteria (Cole et al. 2000); ^b SEIFA: Index of relative socio-economic Advantage/Disadvantage from 2001 Australian census, High quartile=high socio-economic status

Gender, weight status, area SES and activity

The mean time spent playing outside after school *yesterday*, and level of time spent playing outside after school *usually* as well as involvement in organised games, and mode of transportation to/from school *yesterday* and *usually* is shown in table 3. On average children spent just over one hour playing outside after school, with boys spending more time outside than girls ($p<.001$). There were no differences in amount of outside play for either weight status or area SES. Similar trends were observed for the outside play after school *usually* measure. Parents reported that most children usually spent one hour or more playing outside after school. Levels of usual outside play was not associated with weight status but was associated with the child's gender ($\chi^2=17.0$, $p<.001$) and area SES ($\chi^2=8.2$, $p<.05$); boys and children from the lower and middle SEIFA quartile areas usually spent more time playing

outside. Most children participated in at least one form of organised sport or activity each week. Level of participation was not associated with either gender or weight status but was associated with area SES ($\chi^2=12.7$, $p<.01$); children from the two higher SEIFA quartiles were more frequently involved in organised activities.

Just under half of all school children used some form of active transportation (i.e., walk, bicycle) to get to/from school on the previous day and just over half usually used active modes of transport. The Chi-square tests revealed associations with gender (*yesterday*: $\chi^2=5.9$, $p<.05$; *usually*: $\chi^2=5.2$, $p<.05$); and area SES (*yesterday*: $\chi^2=24.5$, $p<.001$; *usually*: $\chi^2=16.9$, $p<.001$); boys and children from the lowest and highest SEIFA quartiles were more likely to use active methods of transport to and from school. Child weight status was not associated with either of the school transport measures (see table 3). Since some primary schools don't permit children from early year levels to ride to/from school we computed method of transport for a subset of children from grades 4-6 only. Levels of active transportation based for this subset ($n=373$) increased to 58% and 64% respectively for both the *yesterday* and *usually* measures.

Recommended levels of activity

The proportion of children meeting the current Australian recommendations for a minimum of 60 minutes of daily physical activity was 57% and 72% of children based on the *yesterday* and *usual* outside play (on school days) measures respectively. The proportion increased to 85% for the composite variable that included an estimate for involvement in organised sport and school physical education. It should be noted that for the analysed sample, even this latter figure is likely to underestimate the true proportion meeting the recommendation as the estimated amount of daily activity does not include other forms of activity (e.g., active transport, play before school, activity during school recess periods) that may contribute substantially to the total daily physical activity.



Table 3. Parent reported outside play after-school, involvement in organised games, sport and dance, and active transport to/from school for sample and for gender, weight status and area-level socioeconomic status subgroups (n and percentage in parentheses unless indicated otherwise)

Measure	All	Gender		Weight status ^c		SEIFA ^d quartile			
		Male	Female	Healthy weight	Overweight-obese	Q1	Q2	Q3	Q4
Outside play yesterday (mins) mean^a ± s.d.^b	72.8 ± 65.3	78.4 ± 65.1 ^h	67.4 ± 65.1	71.6 ± 65.3	75.6 ± 65.4	73.3 ± 67.0	68.9 ± 67.4	75.3 ± 65.5	78.7 ± 66.7
Outside play usually									
< 1 hr/day	474 (27.8)	194 (23.2) ^h	280 (32.2)	365 (29.1)	109 (24.4)	181 (28.0) ^f	128 (24.9)	104 (28.2)	59 (36.4)
≥ 1 hr/day	1231 (72.2)	641 (76.8)	590 (67.8)	890 (70.9)	337 (75.6)	466 (72.0)	386 (75.1)	265 (71.8)	103 (63.6)
Involved in organised games sport, or dance									
< 1/wk	452 (26.5)	217 (26.0)	235 (27.1)	328 (26.2)	123 (27.5)	181 (27.8) ^g	148 (29.0)	92 (25.1)	25 (15.4)
≥ 1/wk	1252 (73.5)	619 (74.0)	633 (72.9)	924 (73.8)	325 (72.5)	471 (72.2)	363 (71.0)	275 (74.9)	137 (84.6)
Transport to/from school yesterday^e									
Active	425 (45.8)	227 (49.9) ^f	198 (41.9)	317 (45.8)	107 (45.7)	213 (45.7) ^h	84 (40.0)	40 (36.0)	86 (63.7)
Inactive	502 (54.2)	228 (50.1)	274 (58.1)	375 (54.2)	127 (54.3)	253 (54.3)	126 (60.0)	71 (64.0)	49 (36.3)
Transport to/from school usually^e									
Active	481 (51.2)	253 (55.1) ^f	228 (47.7)	351 (50.2)	129 (54.4)	247 (52.4) ^h	90 (42.7)	53 (47.3)	89 (64.5)
Inactive	456 (48.7)	206 (44.9)	250 (52.3)	348 (49.8)	108 (45.6)	224 (47.6)	121 (57.3)	59 (52.7)	49 (35.5)

^a Adjusted for age, time of year (daylight hours) and household SES (maternal education); ^b s.d.: standard deviation; ^c Using IOTF (Cole et al., 2000); ^d SEIFA: Index of relative socio-economic advantage/disadvantage from 2001 Australian census, High quartile (Q4)=high socio-economic status; ^e Living within 1.5 kms from school (n=940); ^f p<.05; ^g p<.01; ^h p<.001

Settings

Tables 4 and 5 summarise key measures for the physical, policy, and socio-cultural aspects of the environment for the neighbourhood and school settings respectively as they relate to facilitating (or impeding) childhood physical activity.

Considering the neighbourhood environment first (table 4), the findings indicated that there was good availability of sport, dance, or physical activity programs for most children and that most children had access to at least one park or open-space for play.

The percentage of residential streets having footpaths on at least one side of the road was moderate but substantially higher (73.8%) for those children living near (i.e., ≤1.5 km) their school. Overall parents indicated that the neighbourhood environment was mostly safe for children to move around and to play during the day. Consistent with this, parents also indicated that the relative risk posed by a number of neighbourhood factors was low, although the perceived risk of being injured from a traffic accident was notably higher (see table 4).



Table 4. Summarised results for neighbourhood setting measures as reported by parents of school children (n=1711)

Measure	% ^a
Availability of sport, dance, physical activity games/programs considered good	79.2
Have at least one park/open-space within 10 minutes walking distance from house	84.9
Have footpaths on at least one side of the street	57.9
Neighbourhood rated as safe for child to walk alone during the day	90.5
Closest park or open space rated as safe for a young child to play in	83.6
Neighbourhood rated as safe for a 12 yo child to cycle during the day	81.6
Risk of being injured from a traffic accident rated as low	32.0
Risk from strangers (eg. assault, abduction) rated as low	69.7
Risk from other children (eg. bullying, theft of property) rated as low	77.6
Risk of attack from animals (eg. dogs) rated as low	67.0
Risk of injury from the physical environment (eg. ponds, lakes, cliffs, holes) rated as low	73.6

^a In most instances percentages are based on n=1711 but this number varied slightly for some questions

Findings for the school environment were encouraging although there were still areas for improvement (see table 5). Most schools indicated they had at least one policy concerning physical activity and about half the time these policies were written. Ratings of effectiveness of the policies revealed that just under half were rated as very effective. Furthermore, the level of priority for physical activity, the modelling of physical activity behaviours by teachers, and the strength of schools' links with community and sporting groups were all rated as good. Just under one third of schools reported that they didn't have a teacher with professional physical education (PE) training and few schools indicated that they didn't have a teacher with other PE training/expertise. The amount of time dedicated to PE within the school curriculum is another important indicator of the school's commitment to physical activity. An average of 2.1 hours (SD=.5) of PE/sport each week was reported across all years for all schools; generally the amount of time dedicated to PE increased with year level. Overall, the percentage of schools meeting the mandated time requirements for PE/sport was low for

all year levels and particularly low for the preparatory (first) year through to year three. From a physical environment perspective all schools reported having adequate outdoor play facilities and adequate sporting and active play equipment but only 50% of schools indicated having an adequate indoor play area.

Table 5. Summarised results for school setting measures as reported by representatives of participating schools (n=18) (percentage unless indicated otherwise)

Measure	%
Physical activity policy	
School has written policy(ies)	55.6
School has unwritten policy(ies)	33.3
School doesn't have a policy	11.1
Physical activity policy(ies) considered very effective	44.0
Schools with adequate indoor play area	50.0
Schools with adequate outdoor play area	100.0
Schools with adequate sporting and active play equipment	100.0
Schools running other physical activity programs other than PE	100.0
Schools not having a teacher with PE degree	27.8
Schools not having a teacher with other PE training/expertise	11.1
Priority of physical activity at school ^{a, b}	1.7±.8
Hours devoted to PE/sport each week ^a	
Prep	1.9±.7
Years 1-2	1.6±.6
Years 3-4	2.1±.6
Years 5-6	2.6±.8
School year levels meeting mandated PE/sport requirement ^c	
Prep	22.2
Years 1-2	10.1
Years 3-4	33.3
Years 5-6	33.3
Teachers as role models by being physically active ^{a, b}	2.0±.8
Strength of links with community sporting and recreation groups ^{a, b}	1.8±.8
Overweight children at school are teased about their weight ^{a, d}	2.9±1.2

^a mean ± standard deviation; ^b 1 = very good, 5 = very poor; ^c based on: Prep-year 2 > 2 hrs/wk; years 3-4 > 2.5 hrs/wk; years 5-6 ≥ 3 hrs/wk; ^d 1 = strongly agree, 5 = strongly disagree



DISCUSSION

This study investigated physical activity among primary school children from the Barwon South-West region of Victoria, Australia and found that most children were sufficiently active and about half of the children living nearby to their school used active transport to get to/from school. Boys were generally more active than girls and physical activity levels differed according to socioeconomic status, although the nature of this relationship varied with the physical activity-related behaviour examined. Examination of the physical activity-related aspects of the children's school environment revealed that school settings were mostly supportive but a number of potential areas for improvement also existed.

Overall, our results indicate that most children were regularly and sufficiently active, meeting the Australian physical activity guidelines. These findings are encouraging particularly in light of recent concern about children being insufficiently active. Boys were found to be more active than girls, a finding that is consistent with previously reported trends (Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation, Preventative Health National Research Flagship, & University of South Australia, 2008; Sallis et al., 2000), however girls were equally involved in organised games, sport and dance activities after school. Our study also revealed a consistent lack of differences in activity-related behaviours between those of healthy weight and those above a healthy weight, although there was a non-significant trend for higher levels of activity among overweight children. This latter finding is in accord with previous literature that has highlighted the complexity of the relationship between physical activity and weight status (Fox & Hillsdon, 2007). Even allowing for potential recall and social desirability biases as well as data reduction methods, it would seem that healthy weight and overweight children spend similar amounts of time engaged in physical activity-related behaviours.

The relationship between these indicator measures of physical activity and socioeconomic status was not linear or of a consistent pattern. These results indicate that the socioeconomic context had little influence on levels of after school physical activity for children from lower and middle SES areas, but did so for children from higher SES areas. Specifically children from high SES areas were more frequently engaged

in organised sports outside of school hours. This may be because organised activities cost money. One effect of this is that these children would have less time to engage in outside play although we also found that they spent equivalent time (*yesterday*) playing outside. Previous studies (e.g., Veitch et al., 2008) among children from metropolitan regions have reported higher proportions from high SES areas engaged in outside play at parks/playgrounds and street/footpath as well as indoor sports centres when compared with low and mid SES areas.

Children's mode of travel to and from school provides further opportunity for children to be physically active. We found that about half of all children either walked or cycled to school regularly, which is a higher proportion than those reported in similar studies where rates of active transport varied between 32-35% (Carlin et al., 1997; Harten & Olds, 2004) and 33-44% (van der Ploeg et al., 2008). Geographic differences across the respective survey regions may explain some of this variation. Differences in the method of report may also contribute to the observed discrepancy. We used parent report for the *yesterday* and *usually* transport to school questions while same-day recall by parents (Carlin et al., 1997), or children or parents (van der Ploeg et al., 2008), and previous-day recall reported by child (Harten & Olds, 2004) have been used in other studies. Similar to previous studies (Harten & Olds, 2004) boys in our study were more likely to use active transport however child weight status was not associated with the use of active (or inactive) method of transport to or from school.

We were also interested in determining the proportion of children who met the current recommended level of physical activity for Australian children (Department of Health and Ageing, 2004). Our results indicate that a very high proportion of children (85% based on the composite measure) met the recommendation of 60 minutes of moderate to vigorous physical activity each day. This figure could be regarded as a conservative estimate since our composite physical activity measure does not include physical activity occurring during periods other than after school (e.g., before school, during school), however it is higher than that reported using different methodology in the most recent Australian National Survey (Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation, Preventative Health



National Research Flagship, & University of South Australia, 2008). While not discounting the possible influence of other factors (e.g., recall and social desirability biases), the figures are encouraging and suggest that most of the children participating in this survey were sufficiently active.

Another important aspect of our study was assessment of the neighbourhood and school settings in relation to supporting physically active behaviours among children. The findings related to the physical aspects of neighbourhoods were encouraging. Most children had at least one park/open-space nearby and in most instances this was considered to be safe for young children. Furthermore, most parents reported that there was good availability of organised sports and other physical activities in their neighbourhood. In terms of movement around the neighbourhood, most aspects were rated as safe however a considerable proportion of parents (>20%) perceived the level of risk for injury posed by most factors assessed (strangers, animals, other children and the physical environment) as moderate. However, more significantly parents believed that the risk of injury due to traffic accident was high, which was understandable in some of the geographic areas examined, which had high traffic and limited footpaths in some areas.

Analysis of the school setting revealed that most schools had some policies related to physical activity although only half the schools had written policies and the policies were largely rated as being ineffective at promoting children's physical activity. The physical environments of the schools were generally considered to be supportive of physical activity, although inadequate indoor areas for active play were found in half the schools. In addition, although the staff felt that their schools promoted children's physical activity in a number of ways, the proportion of schools meeting the mandated weekly requirement for sport and physical education was low, particularly for the younger year levels. It appears that departmental policies are insufficient in regard to directing physical activities at the individual school level meaning that there is considerable variation in activity levels of students from different schools (Griew et al., 2010) and that consequently schools may need to take on a stronger leadership role (Story et al. 2009). In addition the development of programs that encourage teachers to more

effectively model active lifestyles may also contribute to providing a more supportive environment for children to be active.

Our findings need to be viewed in relation to a number of limitations. First, as this is a cross-sectional study we can only examine associations and not causative pathways. Second, the response rate for children's involvement in the study was moderate (~50%) therefore these findings may not be representative of all children in the Barwon-South Western region or more generally regional Australia. Third, we do not have direct measures of children's physical activity and have only examined parent-reported physical activity related behaviours, which may also be limited by recall and social desirability bias. Similar measurement issues may also have occurred for the school informant interview. In addition, staff may have felt pressured not to make negative comments in front of other staff, particularly senior members.

CONCLUSIONS

Despite current community concerns about inactivity among Australian children, our findings present a much more positive picture and suggest that most primary school children are sufficiently active on a regular basis. Importantly however, we have identified a need for promoting engagement in physical activity by girls, and being considerate of the constraints of socioeconomic status of providing sufficient opportunities for children to be physically active.

There is a need for schools to adopt written physical activity policies that are effective and ensure that time is allocated in the school week for sufficient physical activity, consistent with the current government guidelines, and more generally help embed physical activity as a critical feature of the school curriculum and school culture. These policies should also reinforce the need for appropriately trained and motivated teachers having specialist physical education training who can provide the leadership and expertise needed to encourage and support children to be active. Having female physical education teachers on staff who can develop appropriate activities as well as model an active lifestyle would further assist in encouraging and supporting girls to be more active. In relation to the



wider neighbourhood, local government and other authorities need to consider how the amenity of neighbourhoods, and particularly low SES neighbourhoods, could be improved to support physical activity. Increased provision of footpaths, safe routes for children to walk and cycle and traffic calming and diversion around schools are areas still needing attention. Such improvements are also likely reduce parent's perceptions of neighbourhood risk. At the same time, appropriate health promotion messages are needed to help moderate parent's exaggerated perceptions of neighbourhood risk that acts as a significant barrier for child physical activity.

These efforts will increase the opportunities for all children to be regularly physically active and more generally encourage and support children to adopt active lifestyles.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Kerri Cuttler and Anne Simmons for help with data collection and the BAEW project managers Ruth Cuttler and Mark Brennan for their assistance with the overall project. We would also like to acknowledge Colac Otway Shire, Colac Area Health, and the schools, staff, students and families who participated in the study. This research was funded by the Commonwealth Department of Health and Ageing and the Victorian Department of Human Services. Colin Bell was supported by a VicHealth Public Health Research Fellowship.

REFERENCES

1. Australian Bureau of Statistics. (2001). *Information paper: Census of population and housing - Socio-Economic Index for Areas, Australia*. (No. 9039.0). Canberra.
2. Australian Bureau of Statistics. (2011). *Australian Health Survey: First results, 2011-12*. (No. 4364.0.55.001). Canberra.
3. Carlin, J. B., Stevenson, M. R., Roberts, I., Bennett, C. M., Gelman, A., & Nolan, T. (1997). Walking to school and traffic exposure in Australian children. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21, 286-292.
4. Cole, T. J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M., & Deitz, W.H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320, 1240-1243.
5. Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation (CSIRO), Preventative Health National Research Flagship, & University of South Australia. (2008). *2007 Australian National Children's Nutrition and Physical Activity Survey - Main Findings*. Canberra, Commonwealth of Australia.
6. Davies, P., Roodvelt, R., & Marks, G. (2001). *Standard methods for the collection of collation of anthropometric data in children*. Commonwealth of Australia: National food and nutrition monitoring and surveillance project.
7. Department of Education and Training (Victoria). (2005). Circular 252/2005 - Celebration of the United Nations international year of sport and physical education in schools. Retrieved December 18, 2009, from [http://www.goforyourlife.vic.gov.au/hav/admin.nsf/Images/DETCircular.pdf/\\$File/DETCircular.pdf](http://www.goforyourlife.vic.gov.au/hav/admin.nsf/Images/DETCircular.pdf/$File/DETCircular.pdf)
8. Department of Health and Ageing. (2004). *Active kids are healthy kids. Australia's physical activity recommendations for 5-12 year olds*. Canberra: Commonwealth of Australia.
9. Egger, G., & Swinburn, B. (1997). An "ecological" approach to the obesity pandemic. *British Medical Journal*, 315, 477-480.
10. Fox, K. R. (2004). Childhood obesity and the role of physical activity. *Journal of the Royal Society of Health*, 124, 34-39.
11. Fox, K. R., & Hillsdon, M. (2007). Physical activity and obesity. *Obesity Reviews*, 8, 115-121.
12. Griew, P., Page, A., Thomas, S., Hillsdon, M., & Cooper, A. R. (2010). The school effect on children's school time physical activity: the PEACH project. *Preventive Medicine*, 51, 282-286.
13. Harten, N., & Olds, T. (2004). Patterns of active transport in 11-12 year old Australian children. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 28, 167-172.



14. Hills, A.P., King, N.A., Armstrong, T. P. (2007). The contribution of physical activity and sedentary behaviours to the growth and development of children and adolescents: Implications for overweight and obesity. *Sports Medicine*, 37, 533-545.
15. Lobstein, T., Bauer, L., & Uauy, R. (2004). Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews*, 5, 4-85.
16. Magarey, A. M., Daniels, L.A., & Boulton, T.J. (2001). Prevalence of overweight and obesity in Australian children and adolescents: reassessment of 1985 and 1995 data against new standard international definitions. *Medical Journal of Australia*, 174, 561-564.
17. Molnair, D., & Livingstone, B. (2000). Physical activity in relation to overweight and obesity in children and adolescents. *European Journal of Pediatrics*, 159, S45-55.
18. Ottawa Charter for Health Promotion. (1986). *Canadian Journal of Public Health*, 77, 425-430.
19. Page, A., Cooper, A.R., Stamatakis, E., Foster, L.J., Crowne, E.C., Sabin, M., & Shield, J.P.H. (2005). Physical activity patterns in nonobese and obese children assessed using minute-by-minute accelerometry. *International Journal of Obesity*, 29, 1070-1076.
20. Parsons, T. J., Power, C., Logan, S., & Summerbell, C. D. (1999). Childhood predictors of adult obesity: a systematic review. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 23, S1-107.
21. Puhl, R., & Latner, J. D. (2007). Stigma, obesity, and the health of the nation's children. *Psychological Bulletin*, 133, 557-580.
22. Sallis, J. F., & Glanz, K. (2006). The role of built environments in physical activity, eating, and obesity in children. *The Future of Children*, 16, 89-108.
23. Sallis, J. F., Prochaska, J. J., & Taylor, W. C. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 963-975.
24. Salmon, J., Timperio, A., Cleland, V., & Venn, A. (2005). Trends in children's physical activity and weight status in high and low socioeconomic status areas in Melbourne, Victoria: 1985-2001. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 29, 337-342.
25. Salmon, J., Tremblay, M. S., Marshall, S., & Hume, C. (2011). Health risks, correlates, and interventions to reduce sedentary behavior in young people. *American Journal of Preventive Medicine*, 41, 197-206.
26. Sanigorski, A. M., Bell, A. C., Kremer, P. J., & Swinburn, B. A. (2007). High childhood obesity in an Australian population. *Obesity*, 15, 1908-1912.
27. Steinbeck, K. S. (2001). The importance of physical activity in the prevention of overweight and obesity in childhood: a review and an opinion. *Obesity Reviews*, 2, 117-130.
28. Story, M., Nannery, M. S., & Schwartz, M. B. (2009). Schools and obesity prevention: Creating school environments and policies to promote health eating and physical activity. *The Milbank Quarterly*, 87, 71-100.
29. Trapp, G. S., Giles-Corti, B., Christian, H. E., Bulsara, M., Timperio, A. F., McCormack, G. R., & Villaneuva, K. P. (2012). Increasing children's physical activity: individual, social and environmental factors associated with walking to and from school. *Health Education and Behavior*, 39, 172-182.
30. Swinburn, B., Egger, G., & Raza, F. (1999). Dissecting obesogenic environments: The development and application of a framework for identifying and prioritizing environmental interventions for obesity. *Preventive Medicine*, 29, 563-570.
31. van der Ploeg, H. P., Merom, D., Corpuz, G., & Bauman, A. E. (2008). Trends in Australian children traveling to school 1971-2003: Burning petrol or carbohydrates? *Preventive Medicine*, 46, 60-62.
32. Veitch, J., Salmon, J., & Ball, K. (2008). Children's active free play in local neighborhoods: a behavioral mapping study. *Health Education Research*, 23, 870-879.



33. Weiss, R., Dziura, J., Burgert, T. S., Tamborlane, W. V., Taksali, S. E., Yeckel, C. W. et al. (2004). Obesity and the metabolic syndrome in children and adults. *New England Journal of Medicine*, 350, 2362-2374.
34. Wyatt, S. B., Winters, K. P., & Dubbert, P. M. (2006). Overweight and obesity: Prevalence, consequences, and causes of a growing public health problem. *American Journal of Medical Sciences*, 331, 166-174.



García-Hermoso, A.; Escalante, Y.; Domínguez, A.M.; Saavedra, J.M. (2013). Efectos de un programa de ejercicio y dieta en niños obesos: un estudio longitudinal. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):273-282.

Original

EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO Y DIETA EN NIÑOS OBESOS: UN ESTUDIO LONGITUDINAL

EFFECTS OF EXERCISE PROGRAM AND DIET IN OBESE BOYS: A LONGITUDINAL STUDY

García-Hermoso, A.¹; Escalante, Y.¹; Domínguez, A.M.¹; Saavedra, J.M.¹

¹*Grupo de Investigación AFIDES. Facultad de Ciencias del Deporte. Cáceres. España*

Correspondence to:
Antonio García-Hermoso
Grupo de Investigación AFIDES
Facultad de Ciencias del Deporte.
Universidad de Extremadura.
Tel. (+34) 927 257460
Email: antoniogh@unex.es

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*



Received: 14-06-2012
Accepted: 10-10-2012



RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de un programa combinado de ejercicio físico y dieta hipocalórica a largo plazo (tres años y cuatro evaluaciones) sobre parámetros cineantropométricos y metabólicos en niños obesos. La muestra estuvo compuesta por diez niños de edades entre 8 y 11 años, que llevaron a cabo un programa de ejercicio físico multideportivo (tres sesiones de 90 minutos por semana) y una dieta hipocalórica (1500 kcal/día). Se llevó a cabo cuatro valoraciones de cineantropometría (talla, peso, masa grasa y masa magra) y ocho metabólicas (Colesterol Total, colesterol HDL, LDL, triglicéridos, insulina, glucosa, HOMA-IR, índice CT/HDL y LDL/HDL). Tras la intervención se observaron cambios en el zIMC, masa grasa, en el perfil lipídico (Colesterol Total, LDL e índice LDL/HDL), niveles de glucosa e insulina resistencia (HOMA-IR), principalmente a largo plazo (entre la línea base y el fin de la intervención). Las conclusiones que se pueden extraer del presente estudio fueron que un programa combinado de ejercicio físico y dieta produce una disminución del zIMC (IMC < p97), una mejora en el perfil lipídico (LDL e índice LDL/HDL) y en la insulina resistencia del sujeto obeso a largo plazo. Estos resultados constatan los beneficios de este tipo de programas en el control de la obesidad infantil.

Palabras clave: obesidad, ejercicio físico, dieta hipocalórica, intervención longitudinal, colesterol, insulina

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of a long-term exercise program (3 years) and hypocaloric diet on kinanthropometric and metabolic in obese children. The sample consisted of ten boys between 8 and 11 years, who conducted an aerobic multi-sport exercise program (three sessions, 90 minutes per week) and a hypocaloric diet (1500 kcal/day). There were four evaluations of the kinanthropometric (height, weight, fat mass and fat free mass) and eight metabolic parameters (Total Cholesterol, cholesterol HDL, LDL, triglycerides, insulin, glucose, HOMA-IR, ratio CT/HDL and LDL/HDL). Following the intervention, changes were observed on zBMI, fat free mass, in lipid profile (Total Cholesterol, LDL and ratio LDL/HDL), glucose levels and insulin resistance (HOMA-IR), mainly at long-term (between the baseline and the end of the intervention). The conclusions can be drawn from this study were that combined program of exercise and diet produces a decrease in zBMI (BMI < p97), an improvement in lipid profile (LDL and ratio LDL/HDL), and an improvements in insulin resistance of obese subject) at the long term. These results verify the benefits of such programs to control childhood obesity.

Keywords: obesity, physical exercise, hypocaloric diet, longitudinal intervention, cholesterol, insulin



INTRODUCCIÓN

La obesidad infantil ha sido descrita como el principal problema de salud en la infancia en los países desarrollados (Kelley & Kelley, 2007). Su prevalencia ha aumentado rápidamente en los últimos años (Lobstein, Baur, & Uauy, 2004) provocando alarma entre las agencias de salud pública, médicos de atención primaria, investigadores de la salud y el público en general (Han, Lawlor, & Kimm, 2010). Muchas de las consecuencias cardiovasculares que caracterizan a la edad adulta comienzan en la infancia a través de la obesidad, entre las que destacan la hiperlipidemia, hipertensión y la tolerancia anormal a la glucosa (Freedman, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 1999). Así, los gobiernos a nivel internacional están actuando para poner en práctica estrategias para la prevención de la obesidad, persiguiendo hábitos de vida más saludables (Waters, et al., 2011).

La prevención, especialmente en los jóvenes, es universalmente considerado como el mejor método para revertir la creciente prevalencia mundial de obesidad (Han, et al., 2010). Es conocido que la modificación de los hábitos de vida puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares en la edad adulta (Freedman, et al., 1999). A pesar de todo ello, la evidencia científica sobre los efectos a largo plazo de programas que combinen el ejercicio físico y la dieta no es clara, especialmente en jóvenes y adolescentes (Waters, et al., 2011). En este sentido, son diversos los estudios que aplican ejercicio físico y dieta en el tratamiento de la obesidad infantil (Nemet, et al., 2005; Ribeiro, et al., 2005; Shalitin, et al., 2009; Woo, et al., 2004). Estos trabajos obtuvieron mejoras a corto plazo en diferentes parámetros cineantropométricos (IMC, zIMC) y metabólicos (LDL, TG) evaluados, si bien todos los trabajos tienen intervenciones inferiores a 12 meses. Una reciente revisión de la *Cochrane Library* sugiere la necesidad de la realización de estudios a largo plazo, proporcionaría información muy valiosa sobre la sostenibilidad de los efectos beneficiosos de estas intervenciones en niños obesos (Waters, et al., 2011). Así, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de un programa combinado de ejercicio físico y dieta hipocalórica a largo plazo (3 años y 4 evaluaciones) sobre parámetros cineantropométricos y metabólicos en niños obesos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

La muestra inicialmente estuvo compuesta por trece varones caucásicos. Tras los tres años de intervención la muestra final fue de diez niños ($10,5 \pm 0,9$ años) de la localidad de Cáceres. El criterio de inclusión fue que los niños tuviesen un índice de masa corporal (IMC) igual o superior al percentil 97 para la edad y el sexo según las curvas de la población escolar española (Hernández, et al., 1988) y fuesen sedentarios. Todos los padres de los niños completaron un formulario de consentimiento informado.

Diseño

El estudio que se presenta es un estudio pre-experimental. Las variables dependientes fueron los diferentes parámetros cineantropométricos y metabólicos evaluados, mientras que la variable independiente fue el programa combinado de ejercicio físico y dieta hipocalórica. Las variables cineantropométricas y metabólicas se midieron al inicio (línea base), 7° (1er año), 19° (2° año), y 31° mes (3er año). Todos los sujetos completaron un cuestionario general de datos personales y un cuestionario de hábitos alimentarios (consumo energético). Además, se cuantificó la actividad física diaria de todos los sujetos a través de acelerometría. El estudio fue aprobado por el Comisión de Bioética y Bioseguridad de la Universidad de Extremadura y respetó los principios de la Declaración de Helsinki.

Programa de Ejercicio Físico

El programa de ejercicio físico consistió en tres sesiones semanales de 90 minutos durante un período de tres años (2008 a 2010). El total de sesiones fue de 230 y la duración total del programa de 20.700 minutos. Las sesiones se llevaron a cabo en un pabellón polideportivo, bajo la supervisión de dos Doctorandos en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (AGH y AMD) y bajo la supervisión de dos Doctores en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (YE y JMS). El sesión constó de un calentamiento (15-20 minutos), una parte principal basada en juegos y actividades multideportivas de carácter aeróbico (de moderada a vigorosa intensidad) (60-65 min), y una vuelta a la calma (5-



10 minutos). Este trabajo aeróbico ha mostrado ser beneficioso en la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria en niños obesos (Saavedra, Escalante, & García-Hermoso, 2011). La intensidad de la sesión se controló mediante acelerometría para asegurar que todos los sujetos realizaron las actividades con la misma intensidad y poder controlar la misma. El acelerómetro utilizado fue el Caltrac (Hemokinetics, Madison, WI, EE.UU.). Dicho acelerómetro se programó para que funcionase como un monitor de actividad física. Este acelerómetro uniaxial contiene un elemento piezoeléctrico que evalúa la intensidad del movimiento en el plano vertical ("motion counts"). Se ha mostrado como un instrumento válido para estimar el gasto energético en niños (Maliszewski, Freedson, Ebbeling, Crussemeyer, & Kastango, 1991) siendo utilizado en otros estudios (Moore, et al., 2003; Sallis, Buono, Roby, Carlson, & Nelson, 1990). El acelerómetro Caltrac no registra actividades como el remo o la natación. Sin embargo, éstas no se llevaron a cabo durante el programa de ejercicio físico o durante la actividad física diaria registrada de los sujetos.

La adherencia al programa de ejercicio físico se evaluó mediante el porcentaje de asistencia a las sesiones de ejercicio. Tras cumplimentarse los tres años del programa de ejercicio, esta adherencia fue superior al 78%. Se cuantificó la intensidad de 13 sesiones anuales seleccionadas al azar, lo que permitió determinar objetivamente que todos los sujetos llevaban a cabo el mismo programa de ejercicio físico y que se seguía una progresión a lo largo de los tres años de intervención. No se cuantificaron todas las sesiones puesto que todos y cada uno de los acelerómetros tenían que ser programados y colocados, lo que conllevaba perder tiempo del programa de ejercicio físico.

Dieta hipocalórica

La dieta hipocalórica consistió en cinco comidas equilibradas repartidas durante todo el día que aportaban un total de 1500 kcal/día. Dicha dieta es similar a la de otro estudio con niños obesos (Golan & Crow, 2004). Esto significa una reducción de 400 kcal/día, de nuevo una reducción similar a estudios previos (Ben Ounis, et al., 2008; Elloumi, et al., 2009). En este sentido, se han realizado estudios que recomiendan dietas de entre 1500 y 1800 kcal/día en niños obesos en edad de crecimiento, de este modo su

crecimiento y desarrollo no se verían comprometidos (Epstein, Myers, Raynor, & Saelens, 1998). La dieta se distribuyó de la siguiente manera: 57% de carbohidratos, 17% de proteínas y 26% de grasas. Los alimentos fueron seleccionados de acuerdo a los hábitos alimentarios de los sujetos. Para el seguimiento por parte de los sujetos, se intentó inculcar la "dieta del semáforo" por ser muy intuitiva y fácil de seguir (Collins, Warren, Neve, McCoy, & Stokes, 2007). Este protocolo se ha llevado a cabo en otros estudios en población infantil obesa (Epstein, Paluch, & Raynor, 2001). La principal ventaja de esta dieta es que no prohíbe grupos completos de alimentos sino que invita a comerlos con moderación. Esta dieta consiste en seguir las pautas indicadas con los colores (rojo, amarillo y verde, tal y como se interpretan los semáforos). Se llevaron a cabo reuniones periódicas con los padres de los niños para el control y seguimiento de la dieta (por parte del Servicio de Pediatría y los investigadores responsables). En estas reuniones se concienciaba a los padres de la importancia y cumplimiento de la dieta, aportándoles una serie de recomendaciones generales, centradas en la alimentación básica de estilo de vida saludable: consumir cinco o más porciones de frutas y verduras todos los días, la disminución de las bebidas azucaradas tales como refrescos, bebidas deportivas, y el azúcar añadido, zumos de frutas, preparar las comidas en casa en vez de restaurantes, etc.

Valoraciones

Todos los sujetos llevaron a cabo las siguientes valoraciones: estado puberal, hábitos alimentarios, actividad física diaria, cineantropometría y valoración metabólica (sanguínea).

El estado puberal de los niños fue evaluado por el Servicio de Pediatría del Hospital San Pedro de Alcántara de Cáceres, a través de la valoración del desarrollo del vello púbico siguiendo los estadios de Tanner (Tanner, Whitehouse, & Takaishi, 1966). Por su parte los hábitos alimentarios se evaluaron a través de un cuestionario *ad-hoc* de tres días (jueves, viernes y sábado) rellenado por los padres. El peso de los alimentos se estimó a partir del registro de los padres. Así, se registró el promedio de los tres días (kcal/día). Se utilizó el programa informático NutriBer para calcular la ingesta diaria de alimentos (Mataix & García, 2006). La actividad física diaria se



valoró cada uno de los años con un acelerómetro uniaxial validado uniaxial (Caltrac) durante el período de tres días consecutivos (jueves, viernes y sábado). Los sujetos registraron al comienzo y final del día el número de “motion counts” del acelerómetro (Sallis, et al., 1990). Finalmente se registró la puntuación final del Caltrac como el promedio de los tres días (motion counts/día). De esta manera se confirmó que todos los sujetos realizaban una actividad física diaria similar.

Las medidas cineantropométricas se llevaron a cabo siguiendo el protocolo de la ISAK (Norton, et al., 1996): talla, peso, masa grasa y masa magra (bioimpedancia). Se utilizó el siguiente material estandarizado: estadiómetro y báscula (Seca, Berlin, Alemania), y un medidor de bioimpedancia (Bodystat® 1500, Bodystat-USA inc. Tampa, Florida). Se calculó el IMC (kg/m^2) y a partir de estos se determinó las desviaciones z del IMC (zIMC) (Hernández, et al., 1988). Finalmente, los parámetros metabólicos evaluados fueron: concentración plasmática del colesterol total (CT) (Chod-Pad), HDL (HDL-C plus analizador), trigliceridemia (Chod-Pad), glucosa (glucosa HK analizador,) e insulinemia (human insulin RIA kit, Linco Research, Missouri, USA). Para el cálculo del índice de resistencia a la insulina (HOMA-IR) se utilizó la siguiente fórmula (Matthews et al., 1985): $\text{insulina } (\mu\text{U}/\text{mL}) \times \text{glucosa } (\text{mg}/\text{dL}) / (22,5 \times 18,182)$. Del mismo modo, los siguientes parámetros fueron calculados: índice LDL/HDL y CT/HDL. Para ello, una muestra de sangre (20 ml) se obtuvo de una vena antecubital entre las 8:30-9:30 a.m. después del ayuno nocturno. Para la extracción de sangre pasaron al menos 24 horas desde la realización del programa ejercicio físico realizado.

Análisis estadístico de los datos

Todas las variables cumplieron homocedasticidad y normalidad comprobada a través del test de Levene y prueba de Kolmogorov-Smirnov, respectivamente. Se calcularon estadísticos descriptivos básicos, media y desviación típica. Se utilizó un ANOVA de medidas repetidas con post-hoc de Tuckey para comparar la interacción entre los diferentes momentos de evaluación (línea base, 1º año, 2º año y 3º año). Asimismo, se calculó el tamaño del efecto (TE) e intervalo de confianza (IC) utilizando las siguientes categorías para su valoración: pequeño si $0 < |d| < 0,2$;

medio si $0,2 < |d| < 0,5$; y largo si $|d| > 0,5$ (Cohen, 1988). El nivel de significación para todas las pruebas estadísticas se estableció en $p \leq 0,05$. Todos los cálculos se realizaron con el programa estadístico SPSS (versión 16.0).

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los descriptivos básicos (media y desviación típica) del estado puberal, actividad física diaria, parámetros cineantropométricos y sanguíneos a lo largo de los años tres años de intervención del programa combinado de ejercicio físico y dieta hipocalórica.

Se observaron diferencias en los parámetros cineantropométricos zIMC (línea base > 3º año; $p=0,008$; $\text{TE}=-2,44$) y en la masa grasa (línea base > 1º año; $p=0,044$; $\text{TE}=-1,45$) (Tabla 1). Respecto a los parámetros metabólicos se observaron cambios a en el colesterol LDL (línea base > 2º año; $p=0,047$; $\text{TE}=-1,13$; línea base > 3º año; $p=0,044$; $\text{TE}=-1,18$), en la glucosa en ayunas también a largo plazo (línea base > 2º año; $p=0,046$; $\text{TE}=-1,20$), en la insulina resistencia (índice HOMA-IR) (línea base > 3º año; $p=0,023$; $\text{TE}=-0,33$), y por último, en el índice LDL/HDL entre el inicio y diversas evaluaciones (línea base > 2º año; $p=0,040$; $\text{TE}=-1,24$; línea base > 3º año; $p=0,030$; $\text{TE}=-1,23$). En este sentido, no se observaron cambios ni el estado puberal, ni en la actividad física diaria, lo que indica que los cambios ocasionados por la intervención no pueden ser atribuidos a estas variables.



Tabla 1. Cambios en el estado puberal, actividad física diaria, parámetros cineantropométricos y metabólicos en niños con obesidad.

	Linea Base			1 ^{er} año			2 ^o año			3 ^{er} año			ANOVA		
	Media ± DT	a		Media ± DT	b		Media ± DT	c		Media ± DT	d		F	p	Dif.
Estado puberal	1,80 ± 0,63			1,90 ± 0,57			2,25 ± 0,46			2,37 ± 0,52			2,175	0,110	
Estadio Tanner	149,9 ± 36,3			158,3 ± 75,4			181,2 ± 52,6			221,0 ± 41,6			1,544	0,213	
Actividad física diaria	1,47 ± 0,09			1,50 ± 0,10			1,52 ± 0,10			1,56 ± 0,11			1,444	0,247	
Cineantropometría	60,5 ± 11,8			59,1 ± 13,0			63,7 ± 14,3			64,3 ± 15,5			0,326	0,806	
Talla, m	27,9 ± 3,90			26,2 ± 4,82			26,1 ± 4,77			27,0 ± 5,31			0,317	0,813	
Peso, kg	4,20 ± 2,81			1,16 ± 4,45			0,26 ± 4,39			-2,07 ± 2,22			4,243	0,012	a>d
IMC, kg/m ²	33,0 ± 2,92			29,1 ± 2,43			31,6 ± 3,44			30,4 ± 3,94			2,535	0,043	a>b
zIMC	38,1 ± 7,47			39,7 ± 7,42			41,1 ± 9,05			41,6 ± 9,17			0,331	0,803	
Masa grasa, %															
Masa magra, kg															
Parámetros metabólicos															
CT, mg/dl	161,7 ± 24,5			158,4 ± 18,2			150,6 ± 25,5			150,1 ± 24,3			0,437	0,728	
HDL, mg/dl	44,2 ± 11,6			49,9 ± 17,0			56,2 ± 17,5			54,6 ± 20,2			0,931	0,437	
LDL, mg/dl	101,3 ± 16,4			98,1 ± 19,0			81,9 ± 18,0			81,0 ± 18,2			3,092	0,041	a>c, d
TG, mg/dl	81,1 ± 57,2			53,9 ± 18,1			60,2 ± 26,6			60,4 ± 25,6			1,637	0,200	
Insulina, µU/ml	9,73 ± 2,41			9,61 ± 5,31			9,67 ± 4,07			9,5 ± 6,76			1,318	0,095	
Glucosa, mmol/l	87,6 ± 5,50			88,3 ± 4,85			81,1 ± 5,32			88,4 ± 8,06			3,205	0,036	a>c
HOMA-IR	2,08 ± 0,57			1,90 ± 1,37			1,71 ± 1,01			1,70 ± 1,64			5,447	0,004	a>d
LDL/HDL	2,42 ± 0,66			2,17 ± 0,79			1,59 ± 0,68			1,52 ± 0,82			2,478	0,050	a>c, d
CT/HDL	3,84 ± 0,97			3,41 ± 0,89			2,85 ± 0,84			2,96 ± 1,17			1,756	0,176	

IMC, índice de masa corporal; CT, colesterol total; TG, triglicéridos; HOMA-IR, insulina resistencia; p<0,05



DISCUSIÓN

El presente estudio realizó un seguimiento a largo plazo (tres años – cuatro evaluaciones) de los efectos de un programa combinado de ejercicio físico y dieta hipocalórica sobre los parámetros cineantropométricos y sanguíneos en chicos obesos. Los resultados indicaron que una intervención longitudinal a largo plazo de ejercicio físico y dieta genera mejoras en diversos parámetros metabólicos, destacando los cambios en el colesterol LDL e insulino resistencia. Asimismo, tras la intervención los sujetos dejaron de ser considerados obesos (IMC < p97 según sexo y edad) (Hernández, et al., 1988).

Si se analizan los cambios generados en los parámetros cineantropométricos, se observó una tendencia decreciente a lo largo de los años, obteniendo diferencias entre la línea base y la última evaluación en el valor z del IMC (zIMC) (Tabla 1). Esto confirma estudios previos a corto plazo (12-16 semanas) (Ribeiro, et al., 2005; Shalitin, et al., 2009). No obstante, los estudios anteriores utilizaron restricciones calóricas mayores (1200-1400 kcal/día), lo que podría explicar las mejoras a corto plazo obtenidas. Por su parte, el programa de ejercicio físico llevado a cabo por ambos estudios fue similar al del presente trabajo (3 sesiones semanales de 90 minutos) (Shalitin, et al., 2009). Sólo se observa una intervención a largo plazo de estas características, si bien los resultados no coinciden con los hallazgos del presente estudio, tras aplicar una intervención de 48 semanas en la que no se modificó significativamente el IMC de los sujetos (Woo, et al., 2004). En este caso, este estudio tan solo llevo a cabo 140 minutos semanales (2 sesiones de 70 minutos) de ejercicio físico, lo que pudo ser insuficiente. Por otro lado, se produjeron cambios a corto plazo tras el primer año de intervención en la masa grasa de los sujetos. De nuevo un estudio a corto plazo obtiene mejoras en este parámetro tras una intervención similar (Shalitin, et al., 2009), confirmando la eficacia de esta intervención en la reducción de la grasa corporal del sujeto obeso (Watts, Jones, Davis, & Green, 2005).

En lo referente a los parámetros metabólicos, se produjeron cambios en el perfil lipídico de los sujetos, concretamente en el colesterol LDL e índice LDL/HDL a largo plazo (Tabla 1). Esto parece confirmar que el ejercicio físico combinado con la

dieta, al igual que el ejercicio físico aislado (Escalante, Saavedra, García-Hermoso, & Domínguez, 2012), influyen positivamente sobre los niveles de lípidos en sangre en los sujetos obesos (Watts, et al., 2005). Confirmando estos resultados, son varios los estudios que avalan estos beneficios (Nemet, et al., 2005; Shalitin, et al., 2009), pese a que uno de los estudios utilizó un programa de ejercicio físico de menor duración semanal (2 sesiones semanales de 30-45 minutos) (Nemet, et al., 2005). No obstante, ambos abogan por estudios a largo plazo como indican las últimas revisiones al respecto (Waters, et al., 2011). En este sentido, otro estudio a largo plazo (Woo, et al., 2004) que aplicó una dieta de 900-1200 kcal/día confirmó mejoras en el índice LDL/HDL (TE=-0,23), si bien en el colesterol LDL no se producen cambios significativos pese a la restricción estricta de su intervención. Por último, respecto a la insulino resistencia de los sujetos, se observaron cambios en cuanto al nivel del glucosa en sangre y el índice HOMA-IR a largo plazo. Pese a que los valores se encontraban dentro de los rangos considerados como normales (Alberti, Zimmet, & Shaw, 2005), ambos parámetros se redujeron. Otros estudios de similares características, pero con una intervención dietética más estricta (900-1400 kcal/día), también obtuvieron cambios en ambos parámetros (Ribeiro, et al., 2005; Woo, et al., 2004), lo que indica los beneficios a corto y a largo plazo de intervenciones combinadas sobre la insulino resistencia de los niños obesos.

Limitaciones del estudio

Una serie de limitaciones de este estudio deben tenerse en cuenta. En primer lugar, la falta de un grupo control con el que comparar los resultados obtenidos y determinar la eficacia del programa de ejercicio físico. No obstante, debido a que la obesidad es una enfermedad, es complejo obtener una muestra de niños que no lleve a cabo un tratamiento para paliar esta patología. En segundo lugar, el número de sujetos en el estudio fue pequeño (n= 10), aunque el carácter longitudinal del estudio podría hacer que esta limitación fuese relativamente menor.

Futuras líneas de investigación

Se podrían analizar los diferentes parámetros estudiados una vez los sujetos alcancen la edad adulta (18 años). De esta manera se podría constatar si el



programa llevado a cabo genera hábitos saludables a largo plazo. Del mismo modo, este análisis permitiría determinar tendencias y evaluar la eficacia en el tiempo de las intervenciones realizadas.

CONCLUSIONES

Debido al número de sujetos del presente estudio (n=10), es recomendable interpretar con cautela dichas conclusiones. Las conclusiones que se pueden extraer del presente estudio fueron las siguientes: (i) un programa combinado de ejercicio físico y dieta produce una disminución del zIMC a largo plazo, dejando de ser obesos tras la intervención (IMC < p97); (ii) un programa combinado de ejercicio físico y dieta produce una mejora en el perfil lipídico de los sujetos obesos a largo plazo (LDL e índice LDL/HDL); (iii) un programa combinado de ejercicio físico y dieta a largo plazo produce mejoras en la insulina resistencia del sujeto obeso (glucosa plasmática en ayunas e índice HOMA-IR), pese a que sus valores se encontraban cercanos a los normalidad al inicio del programa.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el Fondo Social Europeo (FEDER) y la Consejería de Economía, Comercio e Innovación del Gobierno de Extremadura (3PRI07B092). Durante la finalización de este trabajo YE realizó una estancia de investigación en la Metropolitan Cardiff University, Wales (Reino Unido) financiada por el Fondo Social Europeo y la Consejería de Economía, Comercio e Innovación del Gobierno de Extremadura (PO10012). Del mismo modo, AGH disfruta de una beca de Formación de Personal Investigador (FPI) de la citada Consejería (PRE08060). Finalmente, queremos agradecer la colaboración del Dr F.Arroyo (valoración del estado puberal), M.J.Durán (reclutamiento de la muestra), un revisor anónimo (mejora del manuscrito) y las familias y a los niños participantes en este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alberti, K. G.; Zimmet, P.; Shaw, J. (2005). The metabolic syndrome--a new worldwide definition. *Lancet*, 366(9491), 1059-1062.
2. Ben Ounis, O.; Elloumi, M.; Ben Chiekh, I.; Zbidi, A.; Amri, M.; Lac, G., et al. (2008). Effects of two-month physical-endurance and diet-restriction programmes on lipid profiles and insulin resistance in obese adolescent boys. *Diabetes Metab*, 34(6 Pt 1), 595-600.
3. Collins, C. E.; Warren, J. M.; Neve, M.; McCoy, P.; Stokes, B. (2007). Systematic review of interventions in the management of overweight and obese children which include a dietary component. *Int J Evid Based Healthc*, 5(1), 2-53.
4. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*: Lawrence Erlbaum.
5. Elloumi, M.; Ben Ounis, O.; Makni, E.; Van Praagh, E.; Tabka, Z.; Lac, G. (2009). Effect of individualized weight-loss programmes on adiponectin, leptin and resistin levels in obese adolescent boys. *Acta Paediatr*, 98(9), 1487-1493.
6. Ebbeling, C. B.; Pawlak, D. B.; Ludwig, D. S. (2002). Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet*, 360(9331), 473-482.
7. Epstein, L. H.; Myers, M. D.; Raynor, H. A.; Saelens, B. E. (1998). Treatment of pediatric obesity. *Pediatrics*, 101(Supplement 2), 554.
8. Epstein, L. H.; Paluch, R. A.; Raynor, H. A. (2001). Sex differences in obese children and siblings in family-based obesity treatment. *Obes Res*, 9(12), 746-753.
9. Escalante, Y.; Saavedra, J. M.; García-Hermoso, A.; & Domínguez, A. M. (2012). Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: A systematic review. *Prev Med*, 54, 293-301.
10. Freedman, D. S.; Dietz, W. H.; Srinivasan, S. R.; Berenson, G. S. (1999). The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, 103(6 Pt 1), 1175-1182.
11. Golan, M.; Crow, S. (2004). Targeting Parents Exclusively in the Treatment of Childhood Obesity: Long-Term Results. *Obesity*, 12(2), 357-361.
12. Han, J. C.; Lawlor, D. A.; Kimm, S. Y. (2010). Childhood obesity. *Lancet*, 375(9727), 1737-1748.



13. Hernández, M.; Castellet, J.; Narvaiza, J. L.; Rincón, J. M.; Ruiz, I.; Sánchez, E.; et al. (1988). *Curvas y tablas de crecimiento*. Madrid: Garsi.
14. Lobstein, T.; Baur, L.; Uauy, R. (2004). Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev*, 5 Suppl 1, 4-104.
15. Maliszewski, A.F.; Freedson, P. S.; Ebbeling, C. J.; Crussemeyer, J.; Kastango, K. B. (1991). Validity of the Caltrac accelerometer in estimating energy expenditure and activity in children and adults. *Pediatric Exercise Science*, 3, 141-151.
16. Mataix, J.; García, L. (2006). *Nutriber*. Madrid, España: Fundación Universitaria Iberoamericana.
17. Moore, L. L.; Gao, D.; Bradlee, M. L.; Cupples, L. A.; Sundarajan-Ramamurti, A.; Proctor, M. H.; et al. (2003). Does early physical activity predict body fat change throughout childhood? *Preventive Medicine*, 37(1), 10-17.
18. Nemet, D.; Barkan, S.; Epstein, Y.; Friedland, O.; Kowen, G.; Eliakim, A. (2005). Short- and long-term beneficial effects of a combined dietary-behavioral-physical activity intervention for the treatment of childhood obesity. *Pediatrics*, 115(4), 443-449.
19. Norton, K.; Whittingham, N.; Carter, L.; Kerr, D.; Gore, C.; Marfell-Jones, M. (1996). Measurement techniques in anthropometry. *Anthropometrika*, 1, 25-75.
20. Ribeiro, M. M.; Silva, A. G.; Santos, N. S.; Guazzelle, I.; Matos, L. N. J.; Trombetta, I. C.; et al. (2005). Diet and exercise training restore blood pressure and vasodilatory responses during physiological maneuvers in obese children. *Circulation*, 111(15), 1915-1923.
21. Sallis, J. F.; Buono, M. J.; Roby, J. J.; Carlson, D.; Nelson, J. A. (1990). The Caltrac accelerometer as a physical activity monitor for school-age children. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 22(5), 698.
22. Saavedra, J. M.; Escalante, Y.; & García-Hermoso, A. (2011). Improvement of aerobic fitness in obese children: a meta-analysis. *Int J Pediatr Obes*, 6(3-4), 169-177.
23. Shalitin, S.; Ashkenazi-Hoffnung, L.; Yackobovitch-Gavan, M.; Nagelberg, N.; Karni, Y.; Hershkovitz, E.; et al. (2009). Effects of a twelve-week randomized intervention of exercise and/or diet on weight loss and weight maintenance, and other metabolic parameters in obese preadolescent children. *Horm Res*, 72(5), 287-301.
24. Tanner, J. M.; Whitehouse, R. H.; Takaishi, M. (1966). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children, 1965. I. *Archives of Disease in Childhood*, 41(219), 454-471.
25. Waters, E.; de Silva-Sanigorski, A.; Hall, B. J.; Brown, T.; Campbell, K. J.; Gao, Y.; et al. (2011). Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev* (12).
26. Watts, K.; Jones, T. W.; Davis, E. A.; Green, D. (2005). Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Med*, 35(5), 375-392.
27. Woo, K. S.; Chook, P.; Yu, C. W.; Sung, R. Y.; Qiao, M.; Leung, S. S.; et al. (2004). Effects of diet and exercise on obesity-related vascular dysfunction in children. *Circulation*, 109(16), 1981-1986.



Casamichana, D.; Castellano, J.; Dellal, A. (2013). Kinematic profile in friendly matches of semiprofessional soccer players. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):283-294.

Original

PERFIL CINEMÁTICO EN PARTIDOS AMISTOSOS DE FÚTBOLISTAS SEMIPROFESIONALES

KINEMATIC PROFILE IN FRIENDLY MATCHES OF SEMIPROFESIONAL SOCCER PLAYERS

Casamichana, D.¹; Castellano, J.¹; Dellal, A.²

¹*Department of Physical Education and Sport. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences. University of the Basque Country (UPV-EHU). Vitoria-Gasteiz, España.*

²*Santy Orthopedicae clinical, sport science and research department, Lyon, France. Tunisian Research Laboratory "Sport Performance Optimisation" - National Centre of Medicine and Science in Sport (CNMSS)*

Correspondence to:

David Casamichana

Department of Physical Education and Sport. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences. University of the Basque Country (UPV-EHU). Vitoria-Gasteiz, España

Email: davidcasamichana@gmail.com

Edited by: D.A.A. Scientific Section Martos (Spain)



Received: 26-09-2012
Accepted: 27-12-2012



RESUMEN

Los objetivos de este trabajo son (1) describir el perfil cinemático de jugadores semiprofesionales de fútbol a través de la tecnología GPS y (2) determinar si existen diferencias entre las demarcaciones que ocupan los jugadores en el terreno de juego. Veinte jugadores semiprofesionales de fútbol, agrupados en cinco demarcaciones (*DC*= defensas centrales, *DL*= defensas laterales, *MC*= medios centros, *MP*= media punta, *MB* = medios banda y *Del* =delantero centro), fueron monitorizados durante siete partidos amistosos jugados en el periodo preparatorio (n = 46 registros). Los análisis de ANOVA indican que (1) *Del* (4675 m) recorren menos distancia que los *MC* (5357 m), *MP* (5369 m) y *MB* (5360 m) y los últimos más que los *DC* (4834 m; $p < 0.05$, $ES = 1.84$); (2) los centrocampistas (*MC*, *MP* y *MB*) son los jugadores que menor distancia recorren a sprint; (3) los jugadores que ocupan las bandas (*DL* y *MB*) son los que mayor número de acciones de sprint realizan, y (4) los mediapuntas realizan el mayor número de aceleraciones y de acciones de alta intensidad. Los resultados del estudio aportan información de cara a poder optimizar los programas de entrenamiento

Palabras clave: fútbol, tecnología GPS, análisis del movimiento, diferencias posicionales.

ABSTRACT

The aims of this study were (1) to describe the kinematic profile of semi-professional soccer players using GPS technology; and (2) to determine whether the profile differs according to the player's position on the pitch. Twenty semi-professional soccer players, classified into five playing positions (*CD*= central defenders, *FB*= full backs, *CM*= central midfielders, *WM*= wide midfielders, *AM*= attacking midfielder and *CF*= centre forward), were monitored during seven pre-season friendly games (n = 46 recordings). The ANOVA indicated that (1) *CF* (4675 m) cover less distance than *CM* (5357 m), *AM* (5369 m) and *WM* (5360 m), and the last greater than *CD* (4834 m; $p < 0.05$, $ES = 1.84$); (2) the latter group of players (*CM*, *AM* and *WM*) cover the least distances in the very high-intensity running (*VHIR*) category; (3) More *VHIR* are made by those who play towards the wings (full backs and wide midfielders); and (4) attacking midfielders make the highest number of accelerations and high-intensity actions. The results of this study can be used to optimise specific training programmes

Keywords: soccer, GPS technology, time-motion analysis, positional differences



INTRODUCCIÓN

El conocimiento sobre las demandas físicas de la competición aporta información relevante para optimizar el proceso de entrenamiento de los deportistas, pudiendo desarrollar protocolos específicos de entrenamiento de acuerdo a las demandas encontradas (Bradley, Mascio, Peart, Olsen, y Sheldon, 2010; Di Salvo, Baron, Tschan, Calderón, Bachl, y Pigozzi, 2007). A pesar de que existe información sobre el perfil físico en competición en jugadores profesionales (Di Salvo y col., 2007; Di Salvo, Gregson, Atkinson, Tordoff, y Drust, 2009; Zubillaga, Gorospe, Hernández-Mendo, y Blanco-Villaseñor, 2007), esta información referida a jugadores semiprofesionales o amateurs es escasa (Ohashi, Isokawa, Nagahama, y Ogushi, 1993; O'Donoghue, Boyd, y Bleakley, 2001; Van Gool, Van Gerven, y Boutmans, 1988).

Son numerosas las técnicas utilizadas a lo largo de la historia para conocer el perfil físico de los jugadores de fútbol, como los sistemas manuales de seguimiento (Reilly y Thomas, 1976), el registro magnetofónico (Mayhew y Wenger, 1985; O'Donoghue y col., 2001), mediante tabletas digitales (Dufour, 1993; Partridge, Mosher, y Franks, 1993), a través de *softwares* específicos (Bloomfield, Polman, y O'Donoghue, 2007; Rienzi, Drust, Reilly, Carter, y Martin, 2000), tabletas digitalizadoras (Valente y Santos (2002) o mediante los sistemas de seguimiento semiautomático a través del vídeo o *videotracking* (Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., y Kasprzak, A, 2012; Bradley y col., 2010; Di Salvo y col., 2007; Di Salvo y col., 2009; Pereria, Kirkendall, y Barros, 2007; Zubillaga y col., 2007). La reciente incorporación de la tecnología GPS a la monitorización del entrenamiento y competición permite conocer el perfil físico de una manera fiable y válida (Coutts y Duffield, 2010; Johnston, Watsford, Pine, Spurrs, Murphy, y Pruyn, 2012; Macleod, Morris, Nevill, y Sunderland, 2009; Petersen, Pyne, Portus, y Dawson, 2009), pudiendo aumentar nuestro conocimiento acerca del perfil físico del jugador de fútbol

A pesar de que los dispositivos GPS están siendo utilizados por numerosos clubes de fútbol (Randers y col., 2010), y a diferencia con otros deportes donde la producción científica en este aspecto está siendo más abundante, existe poca información sobre su

aplicación en el estudio de los perfiles cinemáticos de los jugadores de fútbol. La incorporación de esta nueva tecnología GPS nos permite aumentar el conocimiento acerca de las demandas cinemáticas de la competición en fútbol, estudiando diferentes aspectos como la evolución a lo largo de las diferentes categorías de edad de las distancias recorridas (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, y Bourdon, 2010a; Harley, Barnes, Portas, Lovell, Barrett, Paul, y Weston, 2010) o profundizando en el estudio de alguna variable como las secuencias de sprint repetidos (Buchheit, Mendez-Villanueva, Simpson, y Bourdon, 2010b) o la relación de la velocidad máxima alcanzada y de la velocidad máxima aeróbica, y como pueden afectar a las acciones repetidas de desplazamiento a alta intensidad (Buchheit, Simpson, y Mendez-Villanueva, 2012). Uno de los principales motivos por los que apenas existe información sobre el perfil físico del fútbol durante partidos es la imposibilidad reglamentaria de utilizarlos en partidos de competición, por lo que debemos de utilizar partidos amistosos (Buchheit y col., 2010a, 2010b; Harley y col., 2010). En otros deportes de equipo se permite su uso, como en el fútbol australiano, donde los estudios son más numerosos (Aughey, 2010; Brewer, Dawson, Heasman, Stewart, y Cormack, 2010; Coutts, Quinn, Hocking, Castagna, y Rampinini, 2009; Gray y Jenkins, 2010; Mooney, Cormack, O'Brien, y Coutts, 2012; Wisbey, Montgomery, Pyne, y Rattray, 2010).

Finalmente, los objetivos de este trabajo son describir el perfil cinemático de jugadores semiprofesionales de fútbol a través de la tecnología GPS y conocer las diferencias existentes entre los diferentes puestos específicos que ocupan los jugadores dentro del terreno de juego.

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Participantes

El perfil cinemático de 20 jugadores semiprofesionales de fútbol (edad 24.4 ± 5.0 años, altura 178.8 ± 5.2 cm, peso 76.2 ± 5.0 kg, resultado en el *Test Yo-Yo de Recuperación Intermitente nivel 1* (TYYRI1) 2367.3 ± 529.7 m) fue monitorizado durante siete partidos amistosos jugados durante el periodo preparatorio de la temporada 2010-11. Todos



los jugadores eran miembros del mismo equipo (de 3ª división española) que compite a nivel regional con una media de 12.5 años de experiencia por jugador en la práctica federada. Todos los jugadores fueron informados del procedimiento que se llevaría a cabo en la investigación, sus requerimientos, beneficios y riesgos, aportando todos los participantes el consentimiento informado antes de la realización del mismo. El protocolo de evaluación fue diseñado de acuerdo con las consignas de la Conferencia de Helsinki sobre investigación humana. Además, el Comité Ético de la Universidad del País Vasco (CEISH) proporcionó la aprobación institucional para la realización de este estudio.

2.2. Variables físicas

Las variables tomadas para estudiar el perfil físico fueron la distancia total recorrida (DT) y la distancia recorrida en cada uno de las categorías de velocidad establecidas: *parado-andando* (0-6.9 km·h⁻¹), *carrera suave* (7.0-12.9 km·h⁻¹), *carrera moderada* (13.0-17.9 km·h⁻¹), *carrera rápida* (18.0-20.9 km·h⁻¹) y *sprint* (>21 km·h⁻¹). Las zonas de velocidad y categorías locomotoras seleccionadas son similares a las utilizadas en otros estudios realizados (Barros y col., 2007; Di Salvo y col., 2007; Di Salvo y col., 2009; Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, y Impellizzeri, 2007).

En línea con las investigaciones previas (Aughey, 2010; Cunniffe, Proctor, Baker, y Davies, 2009), se registraron el número de *aceleraciones* realizadas en diferentes rangos de intensidad: entre 1.0 - 1.5 m·s⁻², entre 1.5 - 2.0 m·s⁻², 2.0 - 2.5 m·s⁻² y >2.5 m·s⁻². A pesar de desconocer la aceleración máxima de los deportistas estudiados para poder establecer las categorías, Aughey (2010) indica que los deportistas semiprofesionales de deportes de equipo presentan valores de aceleración máxima de entre 2.5 y 2.7 m·s⁻² obtenidos a través de mediciones láser.

En el estudio de las secuencias de *Acciones de Alta Intensidad Repetidas* (AAIR) diferentes variables fueron consideradas (Buchheit y col., 2010b): la frecuencia de AAIR por partido, el número de acciones de alta intensidad en cada AAIR, la duración media de las acciones realizadas, la duración media entre acciones y la duración media entre series de AAIR. Para que una serie de AAIR pueda considerarse como tal, el jugador debe realizar un mínimo de 3 acciones de una velocidad superior a

13 km·h⁻¹ (3.6 m·s⁻¹) con menos de 21 segundos de recuperación entre ellos (Spencer, Lawrence, Rechichi, Bishop, Dawson, y Goodman, 2004).

Por último, se han incluido varios indicadores de la carga externa. Por un lado, el ratio *trabajo:descanso*, entendido como el cociente entre la distancia recorrida por el jugador en las categorías de velocidad >4 km·h⁻¹ (periodo de actividad o *trabajo*) entre la distancia cubierta en el rango de velocidad inferiores (0-3.9 km·h⁻¹) como periodo de recuperación o *descanso*, variable que aporta información relativa la naturaleza de la actividad (Barbero-Álvarez, Barbero-Álvarez, y Granda, 2007). Otro indicador como es la velocidad máxima alcanzada (km·h⁻¹) también ha sido monitorizada durante los partidos. Y por otro lado, a través de la acelerometría se han monitorizado diferentes variables a partir de la que se obtiene el indicador la *carga del jugador* (Boyd, Ball y Aughey, 2011; Cunniffe y col., 2009; Montgomery, Pyne, y Minahan, 2010), donde se combinan las aceleraciones producidas en los tres planos de movimientos corporales obtenidas a través del acelerómetro triaxial de 100 Hz. Aunque se trata de un indicador novedoso, se han obtenido altas correlaciones entre la carga del jugador y la frecuencia cardiaca y niveles de lactato en sangre (Montgomery y col., 2010). Además se trata de un indicador fiable y sensible a las diferentes demandas de los deportistas (Boyd y col., 2011). Dicho indicador se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Carga del jugador} = \sqrt{\left(\left(\text{aca}_{t=i+1} - \text{aca}_{t=i}\right)^2 + \left(\text{act}_{t=i+1} - \text{act}_{t=i}\right)^2 + \left(\text{acv}_{t=i+1} - \text{acv}_{t=i}\right)^2\right) / 100}$$

donde: *aca* es la aceleración el eje anteroposterior u horizontal; *act* es la aceleración en el eje transversal o lateral; *acv* es la aceleración en el eje vertical; *i* es el tiempo actual; *t* es el tiempo.

2.3. Procedimiento

Todos los partidos estuvieron separados entre sí por al menos 72 horas y fueron jugados en un horario similar (18:00 horas), con una temperatura de 20° y una humedad relativa del 78 %. Los equipos adversarios fueron siempre de un nivel similar y se mantuvo constante el formato de partido para reducir la variabilidad en el rendimiento físico de los deportistas (Castellano, Blanco-Villaseñor, y Álvarez, 2011; Lago, Casais, Domínguez, y Sampaio, 2010; Rampinini y col., 2007). Un total de 46



registros individuales de jugadores de campo (excluyendo a los porteros) fueron analizados con una media de 6.6 registros por partido (rango entre 4 y 8). Únicamente los primeros 45 minutos (min) que disputaron los jugadores en la competición fueron incluidos para el análisis.

El sistema de juego propuesto por el técnico para el equipo fue en todos los partidos un 1-4-4-1-1, es decir, compuesto por dos defensas centrales (*DC*), dos defensas laterales (*DL*), dos medios centros (*MC*), dos medios banda (*MB*), un media punta (*MP*), que jugó por detrás del único delantero centro (*Del*). Los jugadores fueron asignados en una de las siguientes cinco demarcaciones: *DC* = 3 (9 registros), *DL* = 4 (5 registros), *MC* = 3 (4 registros), *MB* = 4 (15 registros), *MP* = 2 (8 registros) y *Del* = 4 (5 registros). Los porteros fueron excluidos del estudio. Estas demarcaciones son similares a las estudiadas en otros trabajos (Buchheit y col., 2010a, Buchheit y col., 2010b), con la única diferencia con respecto a los estudios realizados recientemente utilizando sistemas semiautomáticos de monitorización (Bradley y col., 2010; Di Salvo y col., 2007; Di Salvo y col., 2009) que los atacantes fueron divididos en delantero centro y media punta, debido al sistema de juego practicado por el equipo estudiado (1-4-4-1-1).

Los desplazamientos de los jugadores fueron registrados a través de dispositivos GPS (*MinimaxX v.4.0, Catapult Innovations*) con una frecuencia de muestreo de 10 Hz. Además, este dispositivo incorpora un acelerómetro triaxial con una frecuencia de muestreo de 100 Hz. Utilizándose un diseño específico de chaleco, los dispositivos se introdujeron en un bolsillo ubicado en la parte superior de su espalda, entre las escápulas y la parte inferior de la espina cervical. Los dispositivos GPS fueron activados 15 min antes del comienzo del partido siguiendo las recomendaciones del fabricante. Después del registro, los datos fueron descargados a un ordenador personal donde se realizaron los análisis a través de *software Logan Plus v.4.5 (Catapult Innovations, 2010)*.

Se ha sugerido que los dispositivos GPS subestiman la distancia recorrida a alta intensidad en comparación con otros métodos de análisis (Randers y col., 2010). Sin embargo, una mayor frecuencia de muestreo de los GPS puede aumentar la precisión de la información aportada por los dispositivos (Duffield, Reid, Baker, y Spratford, 2010). En este

sentido, la fiabilidad, precisión y validez de los dispositivos que se han utilizado en este estudio con una frecuencia de muestreo de 10 Hz obtienen mejores resultados (Castellano, Casamichana, Calleja-González, San Román, y Ostojic, 2011) que los obtenidos en trabajos anteriores (Duffield y col., 2010; Petersen y col., 2009) cuando analizaron los dispositivos a una frecuencia de muestreo de 1 y 5 Hz.

2.4. Análisis estadístico

Los datos son presentados como medias y desviaciones estándar (\pm DS). Para la prueba de homogeneidad de las varianzas se utilizó el estadístico de *Levene*. Para estimar la presencia de diferencias significativas se ha realizado el análisis de la varianza (ANOVA) para medidas repetidas para cada una de las variables dependientes. Las variables independientes fueron los diferentes puestos específicos ocupados en el terreno de juego (*DC, DL, MC, MB, MP* y *Del*). Cuando se encontraron diferencias significativas entre ellos se aplicó el test *post-hoc* de *Bonferroni*. El tamaño del efecto fue calculado para evaluar la magnitud de las diferencias (Cohen, 1988). El tamaño del efecto superior a 0.8, entre 0.8 y 0.5, entre 0.5 y 0.2 y <0.2 fue considerado largo, moderado, pequeño y trivial, respectivamente. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico *SPSS 16.0 para Windows* y el nivel de significación admitido fue de $p < 0.05$.

RESULTADOS

3.1. Distancia total recorrida

La media de distancia total recorrida (\pm DS) en los primeros 45 min, independientemente de la demarcación ocupada por los jugadores en el terreno de juego, fue de 5162.4 \pm 385.3 m, con un rango que va desde 4051 hasta 5839 m. El estudio del perfil físico revela que tanto los *MC* (5357.0 \pm 310.7, $p < 0.05$; ES = 1.79), los *MP* (5369.7 \pm 162.4 m, $p < 0.05$; ES = 2.09) como los *MB* (5360.7 \pm 242.9 m, $p < 0.05$; ES = 1.93) recorren mayor distancia que los *Del* (4675.8 \pm 439.6 m, $p < 0.05$). Los *MB* recorrieron, también, mayor distancia que los *DC* (4834.4 \pm 321.4 m, $p < 0.05$, ES = 1.84).



3.2. Distancia recorrida a diferentes rangos de velocidad

La Figura 1 muestra la distancia recorrida (%) en cada una de las categorías de velocidad para la media de los jugadores estudiados, independientemente de la demarcación ocupada.

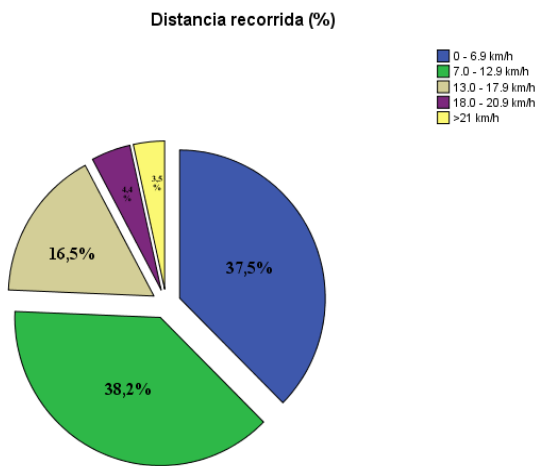


Figura 1. Valores medios de la distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad estudiadas

La distancia recorrida en cada una de las categorías de velocidad expresada de manera porcentual en función de la demarcación ocupada está representada en la Figura 2.

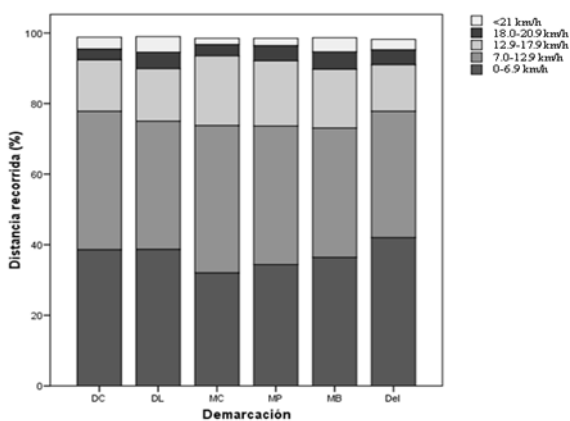


Figura 2. Valores medios de la distancia total recorrida para cada una de las demarcaciones: DC (defensas centrales), DL (defensas laterales), MC (medios centros), MB (medios banda), MP (media punta) y Del (delantero centro). Diferencias significativas para $p < 0.05$: En 0-6.9 km/h, $Del > MC$, $Del > MP$; en 13.0-17.9 km/h, $MC >$

Del , $MP > Del$, $MB > Del$, $MP > DL$, $MC > DL$, $MP > DC$, $MC > DC$; en >21 km/h, $DC > MC$, $DC > MP$, $MB > MC$, $MB > MP$.

Con relación a la distancia recorrida en diferentes rangos de velocidad se han obtenido los siguientes resultados (tabla 1): los *ML* son los jugadores que mayor distancia recorren en el rango de velocidad más bajo ($0-6.9$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), presentando diferencias significativas con los *MC* ($p < 0.05$; $ES = 2.42$). Los *MC* recorren las mayores distancias tanto en el rango de $7.0-12.9$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ como en el de $13.0-17.9$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, siendo los *Del* los que menor distancia recorren en ambos rangos de velocidad. En el rango de velocidad de $18.0-20.9$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ son los *ML* los que mayor distancia recorren, presentando diferencias significativas únicamente con los *DC* ($p < 0.05$; $ES = 1.81$). Los *DL* son los jugadores que mayor distancia recorren en el rango de mayor velocidad (>21 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), siendo los *MC* ($p < 0.05$; $ES = 1.66$) y los *MP* ($p < 0.05$; $ES = 1.43$) los que menor distancia recorren en este rango de velocidad.

TABLA 1. Media y desviación típica (entre paréntesis) de las distancias totales recorridas en cada categoría de velocidad ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) en función de las diferentes demarcaciones.

	0-6.9	7-12.9	13-17.9	18-20.9	>21
<i>DC</i>	1856.0 (122.1)	1898.2 (197.6)	715.4 (118.2)	141.8 (57.7)	166.6 (42.9)
<i>DL</i>	1914.9 (119.7)	1823.2 (242.1)	751.2 (142.5)	234.0 (84.4)	224.0 ^{kl} (98.0)
<i>MC</i>	1711.2 (83.4)	2237.2 ^b (189.2)	1056.0 ^{bij} (254.6)	177.7 (91.7)	89.5 (58.9)
<i>MP</i>	1839.7 (146.9)	2107.5 ^c (210.8)	1002.7 ^{ce} (145.3)	230.6 (52.6)	115.7 (43.4)
<i>MB</i>	1941.0 ^b (105.0)	1967.1 (212.7)	893.6 ^d (126.3)	256.9 ^a (69.0)	121.1 ^{hm} (64.2)
<i>Del</i>	1942.6 (173.9)	1686.8 (284.1)	635.6 (170.3)	177.0 (36.8)	151.0 (61.1)
Media	1889.2 (136.1)	1948.9 (259.8)	851.4 (193.9)	219.8 (75.6)	178.3 (80.8)

Nota: DC (defensas centrales), DL (defensas laterales), MC (medios centros), MP (media punta), MB (medios banda) y Del (delantero centro). Diferencias significativas para $p < 0.05$: ^a $MB > DC$, ^b $MC > Del$, ^c $MP > Del$, ^d $MB > Del$, ^e $MP > DC$, ^f $MP > DL$, ^h $MB > MC$, ⁱ $MC > DC$, ^j $MC > DL$, ^k $DL > MC$, ^l $DL > MP$ y ^m $MB > MP$.

3.3. Aceleraciones



El estudio de las aceleraciones realizadas indica como los *MP* realizan aceleraciones de entre 1.5–2.0 y $>2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ con mayor frecuencia que los *DL* ($p<0.05$; $ES = 1.09$) y los *Del* ($p<0.05$; $ES = 1.62$).

TABLA 2. Frecuencia (media y DS) de las aceleraciones realizadas por los jugadores en función de su demarcación.

	Aceleraciones ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)			
	1.0–1.5	1.5–2.0	2.0–2.5	>2.5
<i>DL</i>	9.1 \pm 2.4	1.6 \pm 1.1	1.3 \pm 0.9	4.9 \pm 1.9
<i>DC</i>	5.2 \pm 2.3	1.4 \pm 1.1	0.6 \pm 0.9	4.2 \pm 2.6
<i>MC</i>	5.5 \pm 4.6	1.7 \pm 0.9	1.0 \pm 0.8	5.0 \pm 1.8
<i>MP</i>	9.2 \pm 4.9	4.6 \pm 3.7 ^f	1.0 \pm 1.7	7.4 \pm 3.2 ^c
<i>ML</i>	8.4 \pm 3.7	2.6 \pm 1.4	1.1 \pm 1.0	5.9 \pm 2.9
<i>Del</i>	7.2 \pm 4.5	2.4 \pm 2.2	1.0 \pm 0.7	2.6 \pm 2.7

Nota: *DC* (defensas centrales), *DL* (defensas laterales), (*MC* (medios centros), *ML* (medios laterales), *MP* (media punta) y *Del* (delantero centro). Diferencias significativas para $p<0.05$: ^c*MP* $>$ *Del*, ^f*MP* $>$ *DL*.

3.4. Acciones de alta intensidad repetida (AAIR)

Respecto al número de AAIR, los valores medios, independientemente de la posición ocupada en el terreno de juego, son de 7.04 ± 3.38 , y de 3.78 ± 0.5 acciones por cada AAIR, con una duración media de 3.6 ± 0.7 segundos por acción, 10.5 ± 1.4 segundos de duración media entre acciones y 310.4 ± 208.4 segundos de duración media entre diferentes AAIR. Nuevamente solo los *MP* mostraron diferencias significativas respecto a los *DC* ($p<0.05$; $ES = 3.07$).

TABLA 3. Valores medios (DS) de las acciones de alta intensidad repetidas (AAIR), número de acciones por AAIR, duraciones medias de las acciones, duración entre acciones y duración media entre AAIR para cada una de las demarcaciones.

VARIABLES del AAIR	<i>DL</i>	<i>DC</i>	<i>MC</i>	<i>MP</i>	<i>ML</i>	<i>Del</i>
Número de AAIR (n)	6.4 (2.0)	3.4 (2.1)	8.7 (5.2)	9.4 (1.8) ^e	7.9 (3.1)	4.2 (3.6)
Acciones por AAIR (n)	3.8 (0.5)	3.4 (0.4)	3.7 (0.2)	3.9 (0.4)	3.9 (0.6)	3.7 (0.3)
Duración de las acciones (seg)	3.8 (0.7)	3.2 (1.0)	3.6 (0.9)	3.6 (0.4)	3.7 (0.5)	3.6 (1.1)
Duración entre acciones (seg)	10.9 (1.5)	10.0 (1.4)	9.8 (1.8)	11.2 (0.9)	10.2 (1.4)	10.5 (1.5)

Duración entre AAIR (seg)	330.7 (112.7)	518.1 (400.7)	260.5 (124.8)	264.1 (88.6)	366.8 (217.7)	286.9 (217.7)
---------------------------	---------------	---------------	---------------	--------------	---------------	---------------

Nota: AAIR (acciones de alta intensidad repetidas); *DC* (defensas centrales), *DL* (defensas laterales), *MC* (medios centros), *ML* (medios laterales), *MP* (media punta) y *Del* (delantero centro). Diferencias significativas para $p<0.05$: ^e*MP* $>$ *DC*.

3.5. Indicadores

Con relación al indicador *ratio trabajo:descanso* los *MP* y los *ML* obtuvieron mayores valores que los *DC* ($p<0.05$; $ES = 2.82-1.76$) y los *DL* ($p<0.05$; $ES = 2.66-1.47$), sin existir diferencias entre las demás posiciones. El estudio de las aceleraciones realizadas a través de la *carga del jugador* indica que los *DC* ($p>0.05$; $ES = 1.65$) y *Del* ($p>0.05$; $ES = 1.98$) obtuvieron valores inferiores que los *ML*, presentando también los *MC* mayores valores que los *Del* ($p<0.05$; $ES = 2.79$). No se encuentran diferencias significativas en la velocidad máxima alcanzada en función de la demarcación ocupada por el jugador en el terreno de juego.

TABLA 4. Valores medios (\pm DS) de los indicadores (*ratio trabajo:descanso*, T:D, *carga del jugador*, CJ, y *velocidad máxima*, VM en $\text{Km}\cdot\text{h}^{-1}$) de la respuesta física en función de los puestos específicos.

	<i>DL</i>	<i>DC</i>	<i>MC</i>	<i>MP</i>	<i>ML</i>	<i>Del</i>
T:D	2.0 (0.3)	1.8 (0.4)	2.4 (0.4)	2.8 ^{le} (0.3)	2.7 ^{ga} (0.6)	2.2 (0.3)
CJ	585.1 (45.9)	563.2 (25.4)	654.5 ^b (38.0)	619.5 (42.6)	651.8 ^{ad} (71.5)	529.0 (50.9)
VM	28.6 (1.2)	27.7 (1.6)	25.6 (1.3)	26.5 (2.2)	26.9 (1.3)	27.1 (1.6)

Nota: *DC* (defensas centrales), *DL* (defensas laterales), (*MC* (medios centros), *ML* (medios laterales), *MP* (media punta) y *Del* (delantero centro). Diferencias significativas para $p<0.05$: ^a*ML* $>$ *DC*, ^b*MC* $>$ *Del*, ^c*MP* $>$ *Del*, ^d*ML* $>$ *Del*, ^e*MP* $>$ *DC*, ^f*MP* $>$ *DL* y ^g*ML* $>$ *DL*.

DISCUSIÓN

El propósito del trabajo fue describir el perfil cinemático de jugadores adultos semiprofesionales de fútbol durante diferentes partidos amistosos atendiendo a las diferentes demarcaciones ocupadas por los jugadores dentro del terreno de juego. Para ello se ha utilizado la tecnología GPS, encontrándose diferentes demandas cinemáticas en función del puesto específico ocupado por el jugador dentro del



terreno de juego durante partidos amistosos de pretemporada.

Debemos de ser cautelosos a la hora de comparar los resultados de este estudio con los obtenidos por otros autores, debido principalmente a las diferentes metodologías empleadas a la hora de monitorizar las variables cinemáticas. Como apuntábamos al inicio, existen ciertas diferencias entre los valores obtenidos por diferentes técnicas de registro (Edgecomb y Norton, 2006; Dogramaci, Watsford, y Murphy, 2011; Randers y col., 2010) o cuando se utilizan dispositivos GPS pero diferentes modelos (Coutts y Duffield, 2010; Duffield y col., 2010; Petersen y col., 2009). A pesar de de ello, el presente trabajo muestra que existen diferentes requerimientos cinemáticos en función de las posiciones específicas ocupadas en el terreno de juego por jugadores adultos de fútbol de categoría semiprofesional.

La distancia total recorrida por este nivel de jugadores (5162.4 ±385.3 m) es algo inferior a los valores reportados por Di Salvo y col. (2007) dónde registró una media de 5709 ±485 m en jugadores de alto nivel y por Andrzejewski y col. (2012) quienes encontraron valores de 5562 ±392 m en partidos de UEFA. Por demarcaciones, son los jugadores que ocupan el centro del campo (*MC*, *ML* y *MP*) los que mayor distancia recorren, tal y como ha sido descrito en jugadores de alto nivel (Andrzejewski y col. (2012; Bradley y col., 2010; Di Salvo y col., 2007; Zubillaga y col., 2007) y en diferentes categorías de edad (Bucheit y col., 2010a). En nuestro trabajo son los *Del* los que menor distancia recorren, de manera similar a lo encontrado por otros estudios (Bradley y col., 2010; Bucheit y col., 2010a; Di Salvo y col., 2007; Zubillaga y col., 2007) quienes encuentran menores valores de distancia recorrida por los *DC*, seguidos de los *Del*.

Respecto a las distancias recorridas en función de los diferentes rangos de velocidad se ha encontrado que son los defensas (*DC* y *DL*) y el delantero (*Del*) los que mayor distancia recorren a *sprint*, a pesar de ser los jugadores que menor DT recorrían. Tanto Di Salvo y col. (2007) como Zubillaga y col. (2007) y Andrzejewski y col. (2012) indican como los *MC* y los *DC* son los que menos distancia recorren en la categoría de máxima velocidad, mientras que Bradley y col. (2010) encuentra distancias significativamente menores por los *DC* en rangos superiores a 14.4 km·h⁻¹. Además, coincidimos con Bucheit y col. (2010a)

y Andrzejewski y col. (2012) en las largas distancias recorridas por los *Del* a *sprint*, siendo significativamente mayor que la distancia recorrida por *DL*, *DC*, *MC* y *MP*. Son los *MC* los que recorren una distancia menor a esta velocidad. Debemos señalar a este respecto, que no todos los trabajos han realizado los análisis considerando las mismas posiciones en el terreno, ya que mientras Bucheit y col. (2010a) ha dividido los atacantes en delanteros y mediapuntas (o segundos delanteros, tal y como lo hemos realizado nosotros), Andrzejewski y col. (2012) únicamente diferencia entre defensas, centrocampistas y delanteros, lo que dificulta la comparación, y Di Salvo y col. (2007) ha realizado el análisis contemplando un único grupo de atacantes, por lo que las diferencias encontradas en este grupo de jugadores pueden ser debidas a esta diferenciación a la hora de determinar las posiciones específicas dentro del terreno de juego. Al igual que encuentran Di Salvo y col. (2007) y Zubillaga y col. (2007) los *MC* son los jugadores que mayor distancia recorren en las categorías de velocidad intermedia (7.0–12.9 y 13.0–17.9 km·h⁻¹), siendo los *ML* los que mayor distancia recorren en la categoría de *carrera rápida* (18.0–20.9 km·h⁻¹).

Subrayamos que una de las principales diferencias en los valores encontrados en nuestro trabajo con respecto a los realizados con profesionales (Di Salvo y col. 2007; Zubillaga y col., 2007) hace referencia a la distancia recorrida a *sprint* (>21 km·h⁻¹) por los *DC*, encontrando altos valores en nuestro trabajo, mientras que en jugadores profesionales (Di Salvo y col. 2007, Zubillaga y col., 2007) este grupo de jugadores es el que menor distancia recorre a *sprint*.

Con respecto a las aceleraciones realizadas, desde nuestro conocimiento, únicamente un trabajo las ha estudiado en partidos en la modalidad de rugby (Cunniffe y col., 2009). En nuestro trabajo encontramos como los *MP* realizan un mayor número de aceleraciones de entre 1.5 y 2.0 m·s⁻² y de >2.5 m·s⁻² que los *DL* y los *Del*.

El estudio de las AAIR es clave por su estrecha relación con el rendimiento deportivo (Aziz, Mukherjee, Chia, y Teh, 2008; Impellizzeri, Rampinini, Castagna, Bishop, Ferrari Bravo, Tibaudi, y Wisloff, 2008; Rampinini, Sassi, Morelli, Mazzoni, Fanchini, y Coutts, 2009). Sin embargo, se desconoce cuál es la secuencia de AAIR en el fútbol, encontrándose en la literatura únicamente valores de



jugadores jóvenes de fútbol (Bucheit y col., 2010b). En la muestra analizada se han encontrado diferencias en el número de AAIR en función de los puestos específicos. Son los *MP* con 9.4 ± 1.8 los que realizan más AAIR por únicamente 3.4 ± 2.1 secuencias realizadas por los *DC*. Bucheit y col. (2010b) también encuentran diferencias significativas entre puestos específicos, mostrándose sin embargo, que son los *ML* los que realizan un mayor número de AAIR.

En cuanto al número de acciones por AAIR no existen diferencias significativas entre puestos, realizando una frecuencia media de 3.78 ± 0.5 acciones por AAIR, valores algo superiores a los encontrados por Bucheit y col. (2010b). Además, en la duración media de las acciones (3.6 ± 0.7 seg) tampoco existen diferencias significativas en función de los diferentes puestos específicos, siendo valores algo superiores a los indicados por Bucheit y col. (2010b). Estas diferencias pueden deberse a la diferencias en la muestra (jugadores jóvenes en comparación con los jugadores adultos y semiprofesional del presente estudio) a pesar de que no se observa un aumento progresivo del número de esfuerzos a medida que se incrementa la edad (Bucheit y col., 2010b). Otra posible explicación de las diferencias podría deberse a los criterios escogidos en la definición de las AAIR. En el estudio de Bucheit y col. (2010b) para considerar un AAIR es necesario que haya dos o más sprints (velocidad $\geq 19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) con 1 segundo de duración y separados no más de 15, 30, 45 y 60 seg.

El estudio de las recuperaciones medias aporta información relevante de cara a poder simular en el entrenamiento estos patrones de actividad de AAIR. Encontramos como existe una duración media entre esfuerzos o acciones de 10.5 ± 1.4 seg dentro de cada secuencia de AAIR y de 310.4 ± 208.4 segundos de duración media entre diferentes AAIR, sin existir diferencias en función de las demarcaciones.

Finalmente, con relación a los indicadores tomados a estudio, el ratio *trabajo:descanso* y la *carga del jugador*, también se han encontrado diferencias significativas para algunas de las demarcaciones. Respecto al ratio *trabajo:descanso*, los *ML* y *MP* han desarrollado un ratio más alto respecto a los defensas (*DC* y *DL*). Por otra parte, el indicador *carga del jugador* basada en medidas obtenidas a través de la acelerometría, los resultados obtenidos al igual que

para Cunniffe y col. (2009) se han estimado diferencias entre los defensores y atacantes, concretamente en el presente estudio los *MC* y los *ML* obtuvieron mayores valores de *carga del jugador* que los *Del*, y los *ML* mayores que los *Del*.

Algunas de las principales limitaciones del trabajo son las referidas al tamaño de la muestra (únicamente participaron 20 jugadores de un mismo equipo), a la no oficialidad de los partidos disputados (partidos amistosos) y a que únicamente se ha utilizado en el análisis los primeros 45 minutos de cada jugador en el partido, ya que estos partidos amistosos son utilizados como preparatorios, durante los cuales el entrenador hace numerosos cambios. A pesar de esto, creemos interesante la información sobre el perfil cinemático de los jugadores semiprofesionales de fútbol, ya que permite hacernos una idea real de las exigencias de la competición y la posible existencia de particularidades en función de la demarcación que ocupan dentro del sistema de juego. De esta manera se podrá individualizar y aumentar la especificidad de la carga de trabajo durante el entrenamiento, optimizando de esta manera el sistema condicional del jugador.

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se pueden extraer del presente estudio tienen que ver con los siguientes aspectos: (1) la aplicación de la tecnología GPS ha permitido describir el perfil cinemático de los jugadores de fútbol a partir de variables e indicadores que aportan información valiosa desde el punto de vista de la demanda energética y, (2) en la categoría semiprofesional del fútbol, también, los jugadores tienen un perfil físico diferente en función de la demarcación que ocupan sobre el terreno de juego.

Conocer los patrones de esfuerzo físico en el fútbol y en función de las demarcaciones permitirá a entrenadores y preparadores optimizar el proceso de entrenamiento en el fútbol.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la investigación *Observación de la interacción en deporte y actividad física: Avances técnicos y metodológicos en registros automatizados cualitativos-cuantitativos*, que ha sido



subvencionado por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad [DEP2012-32124], durante el trienio 2012-2015.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andrzejewski, M.; Chmura, J.; Pluta, B., y Kasprzak, A. (2012). Analysis of motor activities of professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(6), 1481-1488.
2. Aughey, R. J. (2010). Australian football player work rate: evidence of fatigue and pacing? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(3), 394-405.
3. Aziz, A. R.; Mukherjee, S.; Chia, M. Y., y Teh, K. C. (2008). Validity of the running repeated sprint ability test among playing positions and level of competitiveness in trained soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 29(10), 883-838.
4. Barbero-Álvarez, J. C.; Barbero-Álvarez, V.; y Granda, J. (2007). Perfil de actividad durante el juego en futbolistas infantiles. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 4, 33-41.
5. Barros, R. M. L.; Misuta, M. S.; Menezes, R. P.; Figueroa, P. J.; Moura, F. A.; Cunha, S. A., ...Leite, N. J. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 233-242.
6. Bloomfield, J.; Polman, R., y O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1), 63-70.
7. Boyd, L. J.; Ball, K., y Aughey, R. A. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6, 311-321.
8. Bradley, P. S.; Di Mascio, M.; Peart, D.; Olsen, P., y Sheldon B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2343-2351.
9. Brewer, C.; Dawson, B.; Heasman, J.; Stewart, G., y Cormack, S. (2010). Movement pattern comparisons in elite (AFL) and sub-elite (WAFL) Australian football games using GPS. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(6), 618-623.
10. Buchheit, M.; Mendez-Villanueva, B. M.; Simpson, P. C., y Bourdon, P. C. (2010a). Match running performance and fitness in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 31(11), 818-825.
11. Buchheit, M.; Mendez-Villanueva, B. M.; Simpson, P. C., y Bourdon, P. C. (2010b). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709-716.
12. Buchheit, M.; Simpson, P. C., y Mendez-Villanueva, B. M. (2012). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International Journal of Sports Medicine*, (in press).
13. Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709-716.
14. Castellano, J.; Blanco-Villaseñor, A., y Álvarez, D. (2011). Contextual variables and time-motion analysis in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 32(6), 415-421.
15. Castellano, J.; Casamichana, D.; Calleja-González, J.; San Román, J., y Ostojic, S. (2011). Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for short-distance exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 233-234
16. Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum Associates.
17. Coutts, A., y Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135.
18. Coutts, A.; Quinn, J.; Hocking, J.; Castagna, C., y Rampinini, E. (2010). Match running performance in elite Australian rules football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 543-548.



19. Cunniffe, B.; Proctor, W.; Baker, J., y Davies, B. (2009). An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using global positioning system tracking software. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1195-1203.
20. Di Salvo, V.; Baron, R.; Tschan, H.; Calderon, F, J.; Bachl, N., y Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227.
21. Di Salvo, V.; Gregson, W.; Atkinson, G.; Tordoff, P., y Drust, B. (2009). Analysis of high intensity activity in premier league soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(3), 205-12.
22. Dogramaci, S. N.; Watsford, M. L., y Murphy, A. J. (2011). The reliability and validity of subjective notational analysis in comparison to global positioning system tracking to assess athlete movement patterns. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 852-860.
23. Duffield, R.; Reid, M.; Baker, J., y Spratford, W. (2010). Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 523-525.
24. Dufour W. (2003). Computer-assisted scouting in soccer. In T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp 160-166). London: E. and F.N. Spon.
25. Edgecomb, S. J., y Norton, K. I. (2006). Comparison of global positioning and computerbased tracking systems for measuring player movement distance during Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1), 25-32.
26. Gray, A. J., y Jenkins, D. (2010). Match analysis and the physiological demands of Australian football. *Sports Medicine*, 40(4), 347-360.
27. Harley, J. A.; Barnes, C. A.; Portas, M.; Lovell, R.; Barret, S.; Paul, D., y Weston, M. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 28(13), 1391-1397.
28. Impellizzeri, F. M.; Rampinini, E.; Castagna, C.; Bishop, D.; Ferrari Bravo, D.; Tibaudi, A., y Wisloff, U. (2008). Validity of a repeated - sprint test for football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), 899-905.
29. Johnston, R. J.; Watsford, M. L.; Pine, M. J.; Spurrs, R. W.; Murphy, A. J., y Pruyne E. C. (2012). The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement demands. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3): 758-765.
30. Lago, C.; Casais, L.; Dominguez, E., y Sampaio, J. (2010). The effects of situational variables on distance covered at various speeds in elite soccer. *European Journal of Sports Sciences*, 10(3), 103-109.
31. MacLeod, H.; Morris, J.; Nevill, A., y Sunderland, C. (2009). The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 121-128.
32. Mayhew, S., y Wenger, H. (1985). Time motion analysis of professional soccer. *Journal of Human Movement Studies*, 11: 49-52.
33. Mooney, M.; Cormack, S.; O'Brien, B., y Coutts A. J. (2012). Does Physical Capacity and Interchange Rest Periods Influence the Match Exercise Intensity Profile in Australian Football? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, (in press).
34. Montgomery, P. G.; Pyne, D.B., y Minahan, C.L. (2010). The physical and physiological demands of basketball training and competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(1), 75-86.
35. O'Donoghue, P.G.; Boyd, M., y Bleakley, E.W. (2001). Time-motion analysis of elite semi-professional and amateur soccer competition. *Journal of Human Movement Studies*, 41, 1-12.
36. Ohashi, J.; Isokawa, M.; Nagahama, H., y Ogushi, T. (1993). The ratio of physiological intensity of movements during soccer match-play. In T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp 124-128). London: E. and F.N. Spon.



37. Partridge, D.; Mosher, R. E., y Franks I. M. (1993). A computer asisted analysis of technical performance- a comparison of the 1990 World Cup and intercollegiate soccer. En T. Reilly, J. Clarys, y A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp 221-231). London: E. and F.N. Spon.
38. Rampinini, E.; Sassi, A.; Morelli, A.; Mazzoni, S.; Fanchini, M., y Coutts A. J. (2009). Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 34(6), 1048-1054.
39. Rampinini, E.; Coutts, A. J.; Castagna, C.; Sassi, R., y Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018-1024.
40. Randers, M. B.; Mújika, I.; Hewitt, A.; Santisteban, J.; Bischoff, R.; Solano, R., ...Mohr, M. (2010a). Application of four different football match analysis systems: a comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 171-182.
41. Rienzi, E.; Drust, B.; Reilly, T.; Carter, J. E. L., y Martin, A. (2000). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports and Medical Physical Fitness*, 40(2), 162-169.
42. Pereira, N.; Kirkendall, D. T., y Barros, T. L. (2007). Movement patterns in elite Brazilian youth soccer. *Journal of Sports and Medical Physical Fitness*, 47(3), 270-275.
43. Petersen, C.; Pyne, D.; Portus, M., y Dawson, B. (2009). Validity and reliability of GPS units to monitor cricket-specific movement patterns. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3) 381-393.
44. Reilly, T., y Thomas V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies* 2: 87-97.
45. Spencer, M.; Lawrence, S.; Rechichi, C.; Bishop, D.; Dawson, B., y Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Sciences*, 22(9), 843-850.
46. Valente, A., y Santos, P. (2002). Limiar aeróbio-anaeróbio e distancia percorrida en jogo. Estudo numa equipa de futebol profissional da 1ª liga portuguesa. En A. Ardá, J. Garganta, y C. Lago (Eds.), *A investigação em futebol. Estudos Ibéricos* (pp. 201-210). Porto: Faculdade de Ciencias do Desporto e de Educação Física. Universidade do Porto.
47. Van Gool, D.; Van Gerven, D., y Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In T. Reilly, A. Lees, K. Davis and W.J. Murphy (Eds.), *Science and Football I* (pp 51-59). London: E. and F.N.Spon.
48. Wisbey, B.; Montgomery, P.; Pyne, D., y Rattray, B. (2010). Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 531-536.
49. Zubillaga, A.; Gorospe, G.; Hernández-Mendo, A., y Blanco-Villaseñor A. (2007) Analysis of high intensitiy activity in soccer highest level competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(S10), 10.



Silva, A.; Figueiredo, P.; Abraldes, J.A.; Marques, E.A.; Soares, S.; Fernandes, R.J. (2013). Arm synchronization in infant group front crawl swimmers. Journal of Sport and Health Research. 5(3):295-304.

Original

**SINCRONIZACIÓN ENTRE MIEMBROS SUPERIORES EN
NADADORES INFANTILES EN LA TÉCNICA DE CROL**

**ARM SINCRONIZATION IN INFANT GROUP FRONT CRAWL
SWIMMERS**

Silva, A.¹; Figueiredo, P.^{1,2}; Abraldes, J.A.³; Marques, E.A.^{2,4}; Soares, S.¹; Fernandes, R.J.¹

¹ CIFI2D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal.

² Higher Education Institute of Maia (ISMAI), Maia, Portugal.

³ Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.

⁴ CIAFEL, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Portugal

Correspondence to:

Silva

Faculdade de Desporto, Universidade do
Porto. Portugal.

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*

Didactic
Association
ANDALUCIA
editor@journalshr.com

Received: 17-12-2012
Accepted: 19-07-2013



RESUMEN

El índice de coordinación (*IdC*) es utilizado para determinar la sincronización entre los miembros superiores en la técnica de crol a través del tiempo existente entre las respectivas fases propulsivas. El objetivo de este estudio fue determinar el *IdC* en nadadores infantiles. La muestra fue de 60 nadadores infantiles, que realizaron una prueba de 25m en apnea de crol a velocidad elevada. Se registraron imágenes subacuáticas con dos cámaras (plano sagital y frontal) y se digitalizaron los correspondientes a dos ciclos de nado (APASystem®). Se realizó un análisis estadístico de las medias y las desviaciones estándar de las variables, así como un t-test para medidas independientes y el coeficiente de correlación. El nivel de significación se estableció en el 95% ($p<0.05$). Se comprobó como la técnica de crol en nadadores infantiles presenta una coordinación catch-up. Estos nadadores presentan mayor tiempo en la fase de entrada y agarre, así como una menor duración en la tracción, en relación con lo que manifiesta la bibliografía específica. El análisis del sexo nos indica mayores valores en niños en relación a la velocidad y la frecuencia gestual de nado.

Palabras clave: Cinemática, natación, crol, nadadores infantiles, rendimiento.

ABSTRACT

The Index of Coordination (*IdC*) is used to determine the inter arm coordination and their propulsive arm phases. The aim of this study was to characterize the *IdC* in front crawl technique of young swimmers. 60 infant group swimmers performed was analyzed. The protocol was 25m in apnea in front crawl at high velocity. Two underwater cameras (sagital and front plan) were used to digitize two stroke cycles (APASystem®). Statistical analysis was based on the measurement of means and standard deviations, as well as a t-test for independent measures and the correlation coefficient. The significance difference was established in 95% ($p<0.05$). This study showed that, in crawl, only catch-up coordination was observed in young swimmers. These swimmers spend more time in entry and catch phase rather than pull phase, which is in opposition to what is described in the literature for adult swimmers. Boys showed higher values regarding speed and stroke frequency.

Keywords: Kinematics, swimming, front crawl, age group, performance.



INTRODUCCIÓN

De los factores influenciadores del rendimiento deportivo en natación, la técnica parece ser, unánimemente, considerada una de las más importantes, siendo ésta, una de las preocupaciones centrales en el proceso de formación deportiva (Saavedra y Escalante, 2010). La técnica de crol, por ser ventral, por implicar menor arrastre hidrodinámico y, por el hecho de que la acción alternativa de los miembros superiores (MS) permiten una propulsión más continua, es además, la más rápida de las cuatro técnicas de nado, siendo la más usada frecuentemente en los entrenamientos y en la competición. En esta técnica de nado, sabiendo que los MS son responsables significativos de la propulsión, su sincronización tiene una importancia decisiva para la aplicación eficaz de fuerzas propulsivas (Maglisco, 2003; Deschodt, Arzac, Rouard, 1999).

Para caracterizar mejor la técnica de nado es frecuente utilizar parámetros biomecánicos generales. Así, la frecuencia gestual (FG) representa el número total de ciclos de brazadas realizadas por minuto, la distancia de ciclo (DC) expresa la distancia total recorrida en un ciclo de brazada, siendo importante la relación entre FG y DC, pues su interacción determina la velocidad de nado. La evaluación de los parámetros biomecánicos generales se viene estudiando desde los años setenta. Sin embargo, las críticas a sus limitaciones, propiciaron un desarrollo de instrumentos biomecánicos y métodos analíticos, más allá de la cuantificación, que habitualmente se realiza de otros parámetros cinemáticos, relacionados con el rendimiento en natación (Alberty, Sidney, Huot-Marchand, Hespel & Pelayo, 2005).

Además, Chollet, Charlies y Chatard (2000) propusieron un nuevo instrumento para determinar la sincronización entre los MS en la técnica de crol – el índice de coordinación – determinándose su resultado en función del intervalo temporal existente entre las fases propulsivas de la acción de los MS. Según estos autores, el índice de coordinación (*IdC*) en la técnica de crol se puede expresar de tres formas diferentes (Figura 1): catch-up (cuando existe un desfase temporal entre el final de la fase propulsiva de un miembro superior y el inicio de la propulsión del otro miembro); oposición (sin intervalo entre las fases propulsivas de los MS) y superposición (existiendo una superposición en las fases propulsivas de los

MS). Este tema viene siendo motivo de especial interés por la comunidad científica específica en natación, encontrándose frecuentes estudios en los últimos años, sirva como ejemplo los siete trabajos publicados en el último *International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming* (2010), referentes a esta temática. Sin embargo, la determinación del *IdC* se ha estudiado con nadadores adultos, ya sean de recreo o de élite (Chollet et al., 2000; Seifert, Boulesteix, Carter, & Chollet, 2004; Schnitzler, Seifert, Ernwein, & Chollet, 2008, Seifert, Toussant, Alberty, Schnitzler & Chollet, 2010), pero no así en edades más tempranas.

Dado que los niños comienzan con el entrenamiento de natación a edades tempranas, la caracterización tanto de la coordinación como de la técnica de nado se convierten en dos factores fundamentales para una adecuada evolución en su carrera deportiva. Además, hay que tener en cuenta las características específicas que presentan los niños con respecto a los adultos, como baja estatura, menor peso, resistencia y fuerza, que influyen en sus habilidades de natación (Vorontsov et al. 2002). También se ha demostrado que tienden a flotar mejor que los adultos, presentando menor *torque* pasivo principalmente debido a la menor distancia entre su centro de gravedad y el centro de empuje (Zamparo et al., 1996). Kjendlie et al. (2004) refiere que los adultos tienen un FG inferior tanto en el tamaño absoluto como relativo de las velocidades submáximas en comparación con los niños, y las causas no se atribuyen a las diferencias en el tamaño corporal, pero probablemente el tamaño de propulsión y técnica de natación hacen que los adultos sean nadadores más eficaces. Además, se propuso que los nadadores infantiles en formación deben tener como objetivo el aprendizaje de habilidades motoras y el desarrollo abdominal, la fuerza y la flexibilidad del cuerpo (Vorontsov, 2010). Por ello, el objetivo del presente estudio fue caracterizar los parámetros biomecánicos generales (velocidad, FG y DC) y la sincronización de los MS en la técnica de crol realizada a velocidad alta, en nadadores infantiles, a través de la determinación del índice de coordinación (*IdC*). Complementariamente, se intentó verificar la eventual existencia de diferencias entre sexos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron sesenta nadadores voluntarios pertenecientes a la categoría infantil. Los nadadores fueron elegidos de forma estratificada, pertenecientes a tres de los mejores clubes de natación portugueses. Sin embargo, dentro de cada grupo/club seleccionado la muestra fue aleatoria. Los valores medios de las principales características físicas, así como la frecuencia de entrenamiento semanal en función del sexo y para la totalidad de la muestra pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1: Valores medios ($\bar{x} \pm sd$) relativos a las principales características antropométricas y frecuencia de entrenamiento semanal de la muestra del estudio.

Parámetros	Niñas (n=30)	Niños (n=30)	Total (n=60)
Edad (años)*	11.5 ± 0.5	12.4 ± 0.7	11.9 ± 0.7
Peso (kg)*	43.2 ± 6.4	51.1 ± 7.8	47.2 ± 8.1
Altura (cm)*	152.0 ± 7.2	159.4 ± 7.5	155.7 ± 8.2
Envergadura (cm)*	152.6 ± 8.6	162.4 ± 9.2	157.5 ± 10.1
Entrenamientos semanales	5.5 ± 0.5	5.5 ± 0.5	5.5 ± 0.5

* Diferencias estadísticamente significativas entre sexo ($p \leq 0.05$).

Antes de la realización de la prueba fueron informados los entrenadores, nadadores, familiares y tutores del deportista conforme al procedimiento desarrollado en la investigación. Todos los deportistas se sometieron voluntariamente al estudio y con consentimiento de sus entrenadores, familiares o tutores legales. El estudio cuenta con el aval y reconocimiento del comité de ética de la *Faculdade de Desporto* da Universidade do Porto, Portugal.

El estudio se llevó a cabo en una piscina cubierta de 25 m de longitud. La temperatura del agua para la prueba era de 27,5° C. Cada nadador realizó 25 m de nado crol a la velocidad correspondiente a una prueba de 50 m de la misma técnica. Esta velocidad fue controlada por los respectivos entrenadores de los deportistas en relación al tiempo final de la prueba. Los nadadores que no realizaron la prueba a la velocidad designada tuvieron que repetir nuevamente el test.

Para la determinación del *IdC*, y poder cuantificar el porcentaje del tiempo de cada una de las fases de la

acción de los MS, se grabaron imágenes con dos cámaras de video (Sony DCR-HC42E®), colocadas bajo el agua, una en plano sagital y la otra en el plano frontal. Ambas cámaras registraron a velocidad de 50 fotogramas por segundo. Para la transformación de las coordenadas virtuales en coordenadas reales, se utilizó una estructura bidimensional (210 cm x 300 cm). La evaluación biomecánica fue realizada con el Software APASystem® bajo Microsoft Windows XP® v.2003. Se procedió a la digitalización *frame a frame* de dos ciclos no inspiratorios consecutivos en los siguientes puntos anatómicos: extremidad distal de los dedos, muñeca, codos, hombros (para ambos lados) y la cadera (derecha). El protocolo desarrollado siguió el modelo publicado por Querido et al. (2010), para el proceso de digitalización.

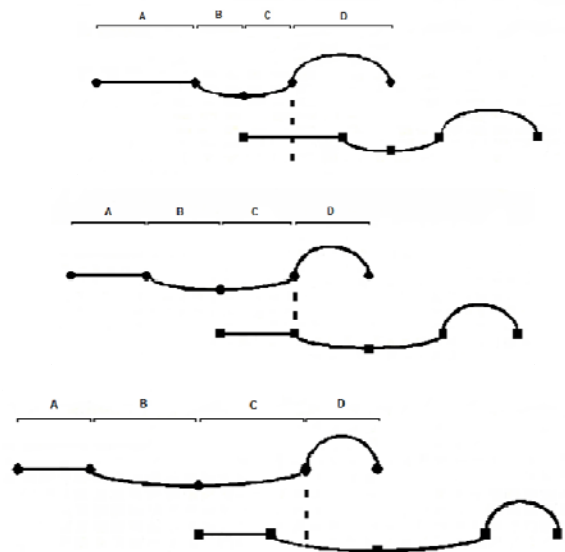


Figura 1. Representación esquemática de la coordinación del catch-up (arriba), la oposición (centro) y de superposición (abajo), junto con las cuatro fases de los MS: A - Entrada y agarre; B - Tracción, C - Empuje; D - Recuperación.

El cálculo del *IdC* se basó en la división de cuatro fases de la acción de los MS de la técnica de crol (Chollet et al., 2000): 1) entrada y agarre, correspondientes al tiempo empleado desde la entrada de la mano en el agua hasta que se comienza a efectuar el movimiento antero-posterior, 2) tracción, desde el final de la acción anterior hasta que la mano está alineada verticalmente con el hombro (siendo ésta la primera fase propulsiva); 3) empuje, desde el final de la acción anterior hasta la salida de la mano del agua (siendo ésta la segunda fase propulsiva); 4) recuperación, abarcando el tiempo



que va desde la salida de la mano hasta que ésta vuelve entrar en el agua. A través de la Figura 1 es posible comprender los tres tipos de coordinación posibles en la técnica de crol.

Las fases de brazada y, posteriormente, el *IdC* fueron expresados en porcentaje del tiempo total del ciclo de los MS. El cálculo de las fases de brazada fue obtenido a través del número de fotogramas (cada fotograma corresponde a 0.02 s) durante dos ciclos de brazada (desde la primera entrada de la mano izquierda hasta la segunda entrada de la mano derecha). El *IdC* (1a) fue obtenido a través de la determinación del intervalo de tiempo existente entre las fases propulsivas del miembro superior izquierdo (1b) y derecho. Es decir, estos intervalos corresponden al tiempo entre el inicio de la fase propulsiva de la primera brazada del miembro superior derecho y el fin de la primera brazada del miembro superior izquierdo y el intervalo entre el inicio de la fase propulsiva de la segunda brazada del miembro superior izquierdo y el final de la fase propulsiva de la brazada del miembro superior derecho (Chollet et al, 2000; Seifert, Chollet & Rouard, 2006):

1a)

$$IdC = \frac{IdC_{derecho} + IdC_{izquierdo}}{2}$$

1b)

$$IdC_{izquierdo} = \frac{[(\text{Momento final del empuje}_{izquierdo} - \text{Momento inicial de tracción}_{derecho}) \cdot 100]}{\text{Duración de un ciclo completo}}$$

1c)

$$IdC_{derecho} = \frac{[(\text{Momento final del empuje}_{derecho} - \text{Momento inicial de tracción}_{izquierdo}) \cdot 100]}{\text{Duración de un ciclo completo}}$$

1d)

$$Duración_{ciclo completo} = \frac{(\text{Entrada y agarre} + \text{Tracción} + \text{Empuje} + \text{Recuperación})_{izquierdo} + (\text{Entrada y agarre} + \text{Tracción} + \text{Empuje} + \text{Recuperación})_{derecho}}{2}$$

El cálculo de la velocidad fue efectuado a través de la distancia recorrida por la cadera en un ciclo de MS y en función de la duración total de éste. La DC fue determinada a través de la distancia horizontal recorrida por la cadera durante un ciclo de MS y la FG corresponde al número de ciclos de MS

efectuados por minuto (Figueiredo, Vilas-Boas, Seifert, Chollet & Fernandes, 2010).

El análisis estadístico realizado se centró en un análisis exploratorio de los datos, así como en el cálculo de medias y desviaciones típicas para todas las variables de estudio. Para verificar las diferencias en función del sexo se llevó a cabo un t-test de medidas independientes. También se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para verificar la relación entre las variables. Para todo el tratamiento estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS, v.17.0, bajo el entorno Microsoft Windows XP®. Se asumió un error estadístico del 5%, para todas las variables de estudio, considerándose un nivel de significación estadística para $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

La Tabla 2 sintetiza los principales resultados obtenidos en el presente estudio. Además, se incluyen los datos del estudio de Chollet et al. (2000) para su comparación. Se puede observar que los niños presentaron valores más altos de velocidad y de FG en comparación con las niñas, encontrando valores de DC iguales. En relación a la sincronización entre los MS, se observan valores similares en el *IdC* entre sexos. Sin embargo, referente a los valores porcentuales de las cuatro fases, se destaca el menor valor de la fase de recuperación en la niñas en relación a los niños. Comparando los datos de los nadadores con los obtenidos por Chollet et al. (2000) en un estudio con adultos, comprobamos que los resultados referidos a los parámetros biomecánicos son mayores en los adultos en que los nadadores infantiles. Sin embargo, es en los valores del *IdC* donde se registran mayores diferencias. Así, los adultos adoptan una coordinación en superposición y los nadadores infantiles en catch-up. Los resultados obtenidos en las fases no propulsivas y las propulsivas pueden ser explicados por mostrarse una fase más larga de la entrada y agarre en los jóvenes, así como una mayor tracción por los adultos. Complementariamente, en la Tabla 3 se pueden observar los valores de correlación obtenidos entre las principales variables del estudio para el grupo total de la muestra. Se observaron algunos resultados significativos, principalmente relaciones directas entre la velocidad y la DC, entre la velocidad y la envergadura, y entre la DC y la



envergadura. También se observaron relaciones inversas entre la FG y la DC, así como entre la

envergadura, velocidad y DC.

Tabla 2. Valores medios ($\bar{x} \pm sd$) de la velocidad, frecuencia gestual, distancia de ciclo, índice de coordinación, entrada y agarre, tracción, empuje, recuperación, suma de fases propulsivas y no propulsivas en relación al sexo, así como para la muestra total y el estudio de Chollet et al. (2000).

Parámetros	Niñas (n=30)	Niños (n=30)	Total (n = 60)	Chollet et al. (2000)
Velocidad (m/s)*	1.38 ± 0.2	1.49 ± 0.2	1.44 ± 0.2	1.81 ± 0.1
Frecuencia gestual (ciclo/ min)*	48.38 ± 6.3	52.32 ± 5.9	50.36 ± 6.4	54.00 ± 4.0
Distancia de ciclo (m/ciclo)	1.73 ± 0.3	1.73 ± 0.3	1.73 ± 0.3	2.01 ± 0.1
Índice de Coordinación (%)	-9.23 ± 3.8	-8.31 ± 5.3	-8.77 ± 4.6	2.53 ± 4.4
Entrada y agarre (%)	36.81 ± 4.7	35.18 ± 4.7	36.00 ± 4.8	22.10 ± 3.9
Tracción (%)	16.06 ± 3.2	15.30 ± 2.9	15.68 ± 3.1	26.70 ± 3.7
Empuje (%)	24.77 ± 3.0	24.27 ± 2.8	24.52 ± 2.9	26.30 ± 2.7
Recuperación (%)*	22.36 ± 3.5	25.26 ± 3.0	23.81 ± 3.6	24.90 ± 2.6
Fases Propulsivas (%)	40.83 ± 3.4	39.57 ± 3.9	40.20 ± 3.7	53.00 ± 3.5
Fases no Propulsivas (%)	59.17 ± 3.4	60.44 ± 3.8	59.81 ± 3.7	47.00 ± 3.2

* Diferencias estadísticamente significativas entre sexos ($p \leq 0.05$).

Tabla 3. Matriz de correlación entre los parámetros de velocidad, frecuencia gestual, distancia de ciclo, índice de coordinación y envergadura para la muestra total (n=60).

	Velocidad	Frecuencia gestual	Distancia de ciclo	Índice de coordinación	Envergadura
Velocidad	-				
Frecuencia gestual	0.19	-			
Distancia de ciclo	0.58**	-0.67**	-		
Índice de coordinación	0.07	0.09	-0.01	-	
Envergadura	0.34**	-0.06	0.30*	0.20	-

* y ** Diferencias significativas para $p \leq 0.05$ y $p \leq 0.001$, respectivamente.

DISCUSIÓN

La principal conclusión de este estudio es que los nadadores infantiles sólo organizan su sincronización entre MS en relación a la técnica de crol en catch-up. Estos resultados, obtenidos en la velocidad correspondiente a la prueba de 50 m, están en oposición a los descritos en la literatura para nadadores de edades y niveles deportivos superiores cuando efectúan esfuerzos a la misma intensidad relativa, los cuales presentan modelos coordinativos más próximos al crol de oposición y hasta de superposición (Schnitzler et al., 2010; Seifert et al., 2010; Schnitzler et al., 2008; Seifert, Boulesteix,

Chollet, 2004; Chollet et al., 2000). Así, Seifert (2010) indica que la sincronización entre los MS no sólo sirve para propulsar el cuerpo hacia adelante sino también para obtener una buena ondulación motora y una eficaz respiración. La sincronización entre MS está, por tanto, relacionada con el control y el aprendizaje motor. De hecho, los nadadores del presente estudio presentan una mayor duración relativa en la fase de entrada y agarre, y una menor duración en la tracción con respecto a lo descrito en la literatura. Del mismo modo, los resultados describen una superioridad en el sumatorio de las fases propulsivas en el grupo de elite (Chollet, et al., 2000) o por lo menos una igualdad porcentual (Schnitzler et al., 2008), ocurriendo lo contrario



(mayor porcentaje de las fases no propulsivas) en nuestro grupo de nadadores infantiles. De hecho, los nadadores del presente estudio presentan una mayor duración relativa en la fase de entrada y agarre, y una menor duración en la tracción relativamente a lo descrito en la literatura. Este hecho sugiere que el desarrollo de la coordinación motora en adultos no puede ser el mismo aplicado a infantiles, particularmente en natación (Malina, 1996). En este sentido, el proceso de crecimiento y maduración parece interferir decisivamente en la sincronización entre MS en la técnica de crol. Del mismo modo, estos valores parecen indicar que es en la fase de la pubertad donde la cinemática y la estructura dinámica de la técnica se establecen, tanto en niñas como en niños. Así, hasta esta edad, el entrenamiento de los jóvenes nadadores debía orientarse hacia el aprendizaje de habilidades motoras, desarrollando la fuerza corporal y la flexibilidad. Capacidades como la coordinación y la fuerza parecen tener un papel predominante para obtener mejores resultados en las edades más avanzadas (Vorontsov, 2010).

Cuando comparamos la muestra en función del sexo se verifican valores superiores para los niños en las variables de velocidad y FG, lo que podría ser explicado por la diferencia en los parámetros de envergadura, donde el sexo masculino presenta valores más elevados. Sin embargo, a pesar de tenerse observado diferencias en la altura y envergadura entre sexos, los valores de distancia de ciclo fueron idénticos entre estos grupos. Este hecho parece indicar un bajo aprovechamiento de la amplitud de las acciones de los MS en los niños. Por otro lado, el hecho de que las niñas desarrollan su crecimiento antes y ganan peso, por término medio dos años antes que los niños, podría ser otro factor determinante para esta diferencia, demostrando un mayor control por parte de las niñas en esta edad (Vorontsov, 2010). Efectivamente, cuando nosotros estudiamos a nadadores de nivel deportivo nacional o internacional, se demuestra que los nadadores presentan valores de DC significativamente superiores a las nadadoras (Arellano et al., 1994; Fernandes, et al., 2006; Seifert et al., 2007). Además, se puede observar una mejor duración relativa de la fase de recuperación en las mujeres en relación a los hombres. Sin embargo, esa diferencia no parece tener un gran significado en la coordinación entre los MS pues, cuando se compararon las fases propulsivas y

no propulsivas, no fueron observadas diferencias significativas entre los subgrupos sexuales.

Es comunmente aceptado que la capacidad de producción de fuerza alcanza su pico al final de la pubertad (Beunen et al., 2008; Vorontsov et al., 2002; Vorontsov, 2010), lo que evidencia que los nadadores analizados en el presente estudio no presentaban valores similares de fuerza que los adultos. Este hecho, junto con una pobre técnica, podría llevar a los nadadores infantiles a deslizarse a través del agua durante la propulsión, acortando la fase de propulsión, en lugar de utilizar una larga distancia de ciclo y amplias superficies de propulsión. Por otro lado, Zamparo (2006) observó diferencias entre los nadadores de edades diferentes con respecto al ángulo del codo, mostrando como nadadores jóvenes y nadadores adultos de recreo tendían a mantener el brazo en una posición más recta al contrario que los nadadores de competición y que el codo era doblado en mayor medida; sin embargo, no se observaron diferencias entre los sexos.

Las relaciones directas entre la velocidad y la distancia de ciclo parecen evidenciar que los nadadores infantiles son más rápidos por mantener mayores amplitudes. También se comprueba que, los nadadores que presentan mayores registros en la envergadura parecen ser los que tendrán mejores resultados, pues su DC y, consecuentemente, la velocidad son mayores. Estudios previos han demostrado que los nadadores de elite se distinguen de los nadadores novatos a través de una serie de diferencias cinemáticas. Los nadadores de elite son capaces de lograr mayor longitud de carrera y reducir al mínimo la frecuencia de brazada, lo que resulta en un patrón de trazo más económico (Fernandes et al., 2010). La relación inversa entre la FG y la DC está de acuerdo con la literatura (Alberty et al., 2005; Schnitzler et al., 2010), evidenciando que, para llegar a una cierta velocidad existen varias combinaciones de estos parámetros, cuando la FG aumenta, la DC disminuye, y viceversa, sin poder aumentar simultáneamente (Seifert et al., 2006).

CONCLUSIONES

Teniendo como objetivo el estudio del *IdC* en la categoría infantil, a velocidad elevada de nado, podemos afirmar que existen diferencias entre los



grupos de elite y de formación. El tipo de coordinación realizada por los nadadores infantiles es en catch-up ($IdC < 0$).

También podemos comprobar que los niños son más veloces que las niñas. Sin embargo, no se observaron diferencias en la DC entre sexo como ocurre en nadadores de elite.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio forma parte del proyecto titulado “*Energy cost in swimming: characterization and relationship with other relevant bioenergetical and biomechanical performance determinant*” (PTDC/DES/101224/2008), financiado por la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (Ministerio de la Ciencia, Tecnología y Enseñanza Superior. Portugal).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alberty, M.; Sidney, M.; Huot-Marchand, F.; Hespel, J.M.; Pelayo, P. (2005). Intracyclic velocity variations and arm coordination during exhaustive exercise in front crawl stroke. *International Journal of Sports Medicine*. 26: 471-475.
2. Arellano, R.; Brown, P.; Cappaert, J.; Nelson, R.C. (1994). Analysis of 50-, 100-, and 200-m freestyle swimmers at the 1992 Olympic games. *Journal of Biomechanics*, 10: 189-199.
3. Beunen, G.; Malina, R.M. (2008). *Growth and Biologic Maturation: Relevance to Athletic Performance*. Malden: Blackwell Publishing.
4. Biomechanics and Medicine in Swimming XI (2010). Nordbergtrykk: Norwegian School of Sport Science.
5. Chollet, D.; Charlies, S.; Chatard, C. (2000). A New Index of Coordination for the Crawl Description and Usefulness. *Sports Medicine*. 21: 54-59.
6. Deschodt, V.J.; Arsac, L.M.; Rouard, A.H. (1999). Relative Contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. *European Journal of Applied Physiology*. 80: 192-199.
7. Fernandes, R.J.; Marinho, D.A.; Barbosa, T.M.; Vilas-Boas, J.P. (2006). Is time limit at the minimum swimming velocity of VO_{2max} influenced by stroking parameters? *Perceptual Motor Skills*. 103: 67-75.
8. Fernandes, R.J.; Sousa, M.; Pinheiro, M.; Vilar, S.; Colaço, P.; Vilas-Boas J.P. (2010). Assessment of individual anaerobic threshold and stroking parameters in swimmers aged 10-11 years. *European Journal of Sport Science*. 10: 311-317.
9. Figueiredo, P.; Vilas-Boas, J.P.; Seifert, L.; Chollet, D.; Fernandes, R.J. (2010). Inter-Limb Coordinative Structure in a 200 m Front Crawl Event. *The Open Sports Science Journal*. 25-27.
10. Maglischo, E.W. (2003). *Swimming Fastest*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
11. Malina, R.M. (1996). *The young athlete: biological growth and maturation in a biocultural context*. In: F. L. Smoll, R. E. Smith (eds.), *Children and youth in sport. A biopsychosocial perspective*. WCB/McGraw-Hill, USA.
12. Querido, A.; Marques-Aleixo, I.; Figueiredo, P.; Seifert, L.; Chollet, D.; Vilas-Boas, J.P.; Daly, D.J.; Corredeira, R.; Fernandes, R.J. (2010). Front Crawl and Backstroke Arm Coordination in Swimmers with Down Syndrome. *Biomechanics and Medicine in Swimming XI*, 2: 157-159.
13. Saavedra J.M.; Esclante, Y. (2010). A Multivariate Analysis of Performance in Young Swimmers. *Paediatric Exercise Science*. 22: 135-151.
14. Schnitzler, C.; Seifert, L.; Alberty, M.; Chollet, D. (2010). Hip Velocity and Arm Coordination in Front Crawl Swimming. *International Journal of Sports Medicine*. 31(12): 875-881.



15. Schnitzler, C.; Seifert, L.; Ernwein, V.; Chollet, D. (2008). Arm coordination adaptations assessment in swimming. *International Journal of Sports Medicine*. 29: 480-486.
16. Seifert, L. (2010). Inter-limb coordination in swimming. *Biomechanics and Medicine in Swimming XI*. 1: 35-38.
17. Seifert, L.; Boulesteix, L.; Carter, M.; Chollet, D. (2004). The spatial-temporal and coordinative structures in Elite Male 100-m Front Crawl Swimmers. *International Journal of Sports Medicine*. 26: 286-293.
18. Seifert, L.; Chollet, D.; Chatard, J.C. (2007). Kinematic Changes during a 100-m Front Crawl: Effects of Performance Level and Gender. *American College of Sports Medicine*. 1784-1792.
19. Seifert, L.; Chollet, D.; Rouard, A. (2006). Swimming constraints and arm coordination. *Human Movement Science*. 26: 68-86.
20. Seifert, L., Toussant, H. M., Alberty, M., Schnitzler, C. y Chollet, D. (2010). Arm coordination, power, and swim efficiency in ational and regional front crawl swimmers. *Human Movement Science*. 29: 426-439.
21. Vorontsov, A. (2010). Strength and power training in swimming. *Nova Science Publishers*. 16: 1-31.
22. Kjendlie P.; Stallman, R. (2004). Adults have lower stroke rate during submaximal front crawl swimming than children. *European Journal of Applied Physiology*. 91: 649-655.
23. Vorontsov, A.R.; Binevsky, D.A.; Filonov, A.Y.; Korobova, E.A. (2002). The Impact of Individual's Maturity up on Strength in Young Swimmers. *Russian State Academy of Physical Education*. 11:321-326.
24. Zamparo P.; Antonutto, G.; Capelli, C.; Francescato M.P.; Girardis, M.; Sangoi, R.; Soule, R.G.; Pendergast, R. (1996). Effects of body size, body density, gender and growth on underwater torque. *Scand. Journal Medicine Science in Sports*. 6: 273-280.
25. Zamparo, P. (2006). Effect of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *European Journal of Applied Physiology*. 97: 52-58.



García-Carvajal, E; Marín-López, J.; Ruiz-Ariza, A.; Martínez-López, E.J. (2013). Corporal expression as means of learning in the subject of music. Teacher opinion. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3): 305-318.

Invited Paper

LA EXPRESIÓN CORPORAL COMO MEDIO DE APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE MÚSICA. OPINIÓN DEL PROFESORADO.

CORPORAL EXPRESSION AS MEANS OF LEARNING IN THE SUBJECT OF MUSIC. TEACHER OPINION.

García Carvajal, E.¹; Marín-López, J.²; Ruiz-Ariza, A.³; Martínez-López, E.J.²

¹ *Conservatorio Profesional de Música de Melilla*

² *Facultad de Ciencias de la Educación. Dpto. Didáctica de la Expresión M. P. y Corporal. Universidad de Jaén*

³ *Máster en Investigación y Docencia en Ciencias de la Actividad Física y la Salud. Universidad de Jaén*

Correspondence to:
E. García Carvajal
 Conservatorio Profesional de Música de Melilla

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*



Received: 11-05-2013
 Accepted: 11-07-2013



RESUMEN

El objetivo del estudio fue conocer el nivel de empleo y práctica de la expresión corporal como medio de aprendizaje de la asignatura de Música por parte del profesorado de ESO, y si estas acciones difieren en función de las variables sexo, edad, población y titulación. Participaron 206 profesores de Música de Educación Secundaria de Andalucía. Se creó un cuestionario relativo al empleo de la expresión corporal en la asignatura de Música. Las diferentes pruebas estadísticas empleadas fueron el análisis factorial, análisis descriptivo de frecuencias, análisis mediante tablas de contingencia, análisis ANOVA de un factor, prueba T de Student para muestras independientes, análisis de correlación de Spearman y análisis de regresión lineal. Los resultados mostraron que el empleo de la expresión corporal en la enseñanza de la música es mayor en el profesorado más joven y disminuye a medida que aumenta la edad ($P<0.05$), además el profesorado más joven tiene una mayor concepción sobre la expresión corporal y una mayor planificación de la misma en la asignatura de música ($P<0.05$ y $P<0.01$, respectivamente). El profesorado que cursó alguna asignatura en sus estudios donde se trabajara la expresión corporal, emplea más dicho recurso en la enseñanza de la música y tiene una mayor concepción acerca de la expresión corporal que los que no la cursaron ($P<0.01$). Las profesoras incluyen más la expresión corporal que los profesores ($P<0.01$). El profesorado de zonas urbanas realiza una mayor planificación de la expresión corporal y la incluyen en mayor medida ($P<0.05$ y $P<0.01$, respectivamente). Se concluye que la enseñanza de la música que incluye como medio la expresión corporal obtiene una mayor adquisición de las competencias de dicha asignatura por parte del alumnado.

Palabras clave: Expresión corporal, música, profesor, educación secundaria, movimiento.

ABSTRACT

The purpose of this study was to know the level of employment and practice of corporal expression as a means of learning in the Music subject by Secondary School teachers, and if these actions are different according to sex, age, population and degree. A total of 206 Secondary School teachers participated in the study. It created a new questionnaire on the use of corporal expression in the subject of Music. The statistical tests employed were the factor analysis, descriptive analysis of frequencies, contingency table analysis, ANOVA analysis, Student's T test for independent samples, Spearman correlation analysis and linear regression analysis. As result, the use of corporal expression in the teaching of music teachers is higher in younger and decreases with increasing age ($P<0.05$), besides younger teacher also has a higher conception of corporal expression and greater planning on the subject of music ($P<0.05$ and $P<0.01$, respectively). The teachers who studying corporal expression in their university studies, they employment this resource in teaching music and have a higher conception of the corporal expression ($P<0.01$). The female teachers include more corporal expression than male teachers ($P<0.01$). The urban teachers planning makes a more corporal expression and include her more than rural teachers ($P<0.05$ and $P<0.01$ respectively). We conclude that the higher music education including corporal expression, there is a greater acquisition of skills of this subject by the students.

Keywords: Corporal expression, music, teacher, secondary school, movement.



INTRODUCCIÓN

La expresión corporal ha sido definida como una materia en la que se potencia la interacción del cuerpo con el medio que le rodea a través del estudio y utilización intencionada de los gestos, miradas y posturas corporales (Riveiro, 1999). Algunos años antes, Stokoe (1996), definió la expresión corporal como una experiencia que ofrece medios educativos que potencian un mejor crecimiento, desarrollo y maduración del ser humano. Ese mismo autor, consideraba la expresión corporal como una disciplina artística, un lenguaje de expresión, creación y comunicación que utiliza el cuerpo como medio. Y más recientemente, Arguedas (2004) manifestó que la expresión corporal busca facilitar al ser humano el proceso creativo, la libre expresión y comunicación a partir del conocimiento de su cuerpo, del manejo del espacio, de los materiales, y del fortalecimiento de su autoconfianza.

Existen evidencias científicas que acreditan la importancia del movimiento en el aprendizaje musical en las primeras edades (Bowles, 1998; Carlson, 1983; Juntunen 2002; Moore, 1981; Nardo, Custodero, Persellin, y Fox, 2006; Temmerman, 2000; Wang y Sogin, 1997). Para algunos autores, enseñar música significa transmitir el lenguaje musical en forma viva, que permita inyectar musicalidad al alumnado, y la expresión corporal es el elemento que da sentido a esta idea. Por tanto, el movimiento no debe estar superpuesto a la música sino que debe ser emanación de ella Vanderspars (1990). Sin embargo, el empleo del movimiento como medio para mejorar el aprendizaje de la educación musical en la educación secundaria es relativamente reciente y pocas son las experiencias realizadas en estas edades (Abril, 2011; Fuentes, 2006; Haga, 2008; Pedrero, 2009; Vicente, 2009).

Realmente, las diferentes tendencias pedagógicas de educación musical comparten la estrecha relación existente entre música y movimiento (Bermell, 1996; Blaser, 2001; Boyarsky, 2009; Campbell, 1991; Gambetta, 2005; Mark y Gary, 2007; Schnebly-Black y Moore, 1997). Esta concepción queda constatada en las referencias metodológicas, objetivos, criterios de evaluación y contenidos incluidos en el currículo musical. Además, la incorporación de la expresión corporal como bloque de contenidos y dentro de los

objetivos específicos en la educación del adolescente está justificada ampliamente en la materia de Música (Decreto 148/2002; Real Decreto 1631/2006; Decreto 231/2007; Orden 10 agosto 2007). Sin embargo, consideramos que el contenido de la expresión corporal no es impartido de forma adecuada desde el área de Música durante la educación secundaria.

Dada la preponderancia histórica de anotaciones pedagógicas en relación al uso del movimiento en la enseñanza de la música, se podría suponer que su uso está generalizado en las prácticas musicales educativas, pero como se ha dicho, la mayor parte de los estudios sobre los usos y las actitudes se han centrado en las experiencias de aprendizaje formal de Primaria y Preescolar (Juntunen 2002; Nardo et al., 2006), por lo que se hace necesario un desarrollo pedagógico de la expresión corporal en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) dirigido a los jóvenes adolescentes.

Esta investigación se construye sobre una concepción de la educación musical basada en un mayor protagonismo de la expresión corporal en la enseñanza-aprendizaje de la música durante la ESO. El objetivo del presente estudio fue conocer el nivel de empleo y práctica de la expresión corporal como medio de aprendizaje de la asignatura de música por parte del profesorado de ESO, y si estas acciones difieren en función de las variables sexo, edad, población, titulación, y conocimientos previos sobre la propia expresión corporal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Metodología

Se trata de un estudio descriptivo, cuantitativo, y de corte transversal de poblaciones mediante encuestas (Montero y León, 2007).

Participantes

Participaron 206 profesores/as de ESO de la Comunidad Autónoma Andaluza que representa el 22,3% del total del profesorado de Música de ESO en Andalucía (n total = 923). El 57,2% de los participantes eran profesoras y el 42,7% profesores, con un promedio de edad de $37,56 \pm 7,23$ años. Los datos sociodemográficos se presentan en la tabla 1.



Tabla 1. Reparto muestral según el género, edad, población, provincia y titulación. Datos expresados en porcentaje (%).

Sexo	Masculino				Femenino			
	42,7				57,2			
Edad	22 a 35 años		36 a 45 años		Mayor de 45 años			
	44,1		42,2		13,5			
Población	Rural (Hasta 10.000 habitantes)				Urbano (Más de 10.000 habitantes)			
	29,6				70,3			
Cursó alguna asignatura de EC durante la carrera universitaria	No				Si			
	68,9				31,1			
Profesorado de Música por provincias	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla
	7,76	11,65	8,73	13,59	4,85	29,61	11,65	12,13
Titulación	Titulaciones universitarias rama música		Titulación Conservatorio		Titulaciones universitarias y titulación de conservatorio		Ninguna de las anteriores	
	14		34,9		34,9		16	
La EC ayuda a la adquisición de competencias en Música	Total desacuerdo	En desacuerdo		Indiferente	De acuerdo		Total acuerdo	
	7,3	25,7		28,6	31,1		7,3	

Variables del estudio

Para conocer el nivel de empleo y práctica de la expresión corporal como medio de aprendizaje de la música se creó un cuestionario que fue denominado “Utilización de la expresión corporal en la asignatura de música en ESO”. A efectos de análisis estadístico se consideraron como variables dependientes las puntuaciones promedio alcanzadas en los diferentes factores que conforman el anterior cuestionario, y como variables independientes el sexo (hombres y mujeres), edad, población (rural, urbana), titulación, y el resultado promedio de respuesta a la pregunta; ¿cursó alguna asignatura en sus estudios donde se trabajara la expresión corporal?, esta última incluida dentro del cuestionario. También, entre las preguntas de carácter sociodemográfico, se incluyó la pregunta “La inclusión de actividades de expresión corporal resulta determinante para que mis alumnos/as adquieran las competencias de la asignatura de música”. Este ítem fue considerado como la pregunta principal, y se empleó para establecer la asociación entre los factores del

cuestionario (18 ítems) y la adquisición de competencias en la asignatura de música.

Procedimiento de aplicación del cuestionario al profesorado de Música de ESO

Se envió una invitación por correo para participar en la investigación a todos los Centros educativos de ESO de Andalucía. En el comunicado se incluía un modelo de cuestionario y un sobre timbrado y direccionado para su reenvío al grupo de investigadores. En dicho comunicado se instaba al profesorado a cumplimentar el cuestionario sobre la utilización de la expresión corporal en la asignatura de música en ESO.

Instrumentos

Las preguntas del cuestionario fueron elaboradas atendiendo a aspectos relacionados con: actitud del alumnado ante el empleo de la expresión corporal, el grado de aplicación de la expresión corporal, metodología, organización, aprendizaje y concepto sobre la asignatura de Educación Física y Música. La propuesta de preguntas se llevó a cabo mediante una



reunión de expertos en la que estuvieron presentes 10 profesores de Educación Física y 8 de Educación Musical en activo, así como 6 profesores universitarios. El cuestionario inicial incluyó 54 ítems con una escala de respuesta tipo Likert de 5 opciones (1= totalmente en desacuerdo, 2= en desacuerdo, 3= indiferente, 4= de acuerdo, 5= totalmente de acuerdo).

Validación del cuestionario "Utilización de la expresión corporal en la asignatura de música en ESO"

Tras las respuestas emitidas por los participantes se realizó un análisis factorial empleando el método de componentes principales y rotación Varimax. Inicialmente, se obtuvieron 13 factores con autovalores mayores a uno que explicaban el 74,74% de la varianza de las puntuaciones obtenidas. Sin embargo, durante el examen de los ítems que se incluían en cada factor se comprobó que alguno de ellos mostró pesos factoriales en más de una dimensión, en algunos el valor de los mismos era inferior a 0,35 o presentaban incoherencia interpretativa respecto al factor asociado. Atendiendo a estos criterios, 36 de los 54 ítems fueron eliminados. Se realizó un segundo análisis factorial con el mismo procedimiento que el inicial con los 18 ítems restantes. El valor obtenido en la prueba de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (K.M.O. = ,895) y en el test de esfericidad de Bartlett (8242,312, sig. = 0,000) refrendaron la adecuación del procedimiento seguido.

Tabla 2. Análisis del cuestionario sobre la "Utilización de la expresión corporal en la asignatura de música en ESO". Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. La rotación convergió en los siguientes 4 factores:

- 1= Enseñanza de la música a través la expresión corporal.
- 2= Aprendizaje de la música mediante la expresión corporal.
- 3= Planificación de la expresión corporal en la asignatura de música.
- 4= Concepción del profesorado sobre la expresión corporal.

Ítems	Factores			
	1	2	3	4
1. /42 En clase de Música hago que mis alumnos/as exploren las posibilidades del cuerpo como medio de expresión musical.	,844			
2. /25 Utilizo la expresión corporal durante las clases	,758			

de Música como recurso didáctico.	
3. /41 La expresión corporal es un recurso que facilita la comprensión de los distintos estilos musicales.	,699
4. /1 Preparar una clase que incluya expresión corporal me resulta fácil.	,665
5. /19 Estoy seguro/a de que dispongo de una formación adecuada en expresión corporal, bailes y danzas.	,569
6. /23 La mayoría de mis alumnos/as se resisten a realizar expresión corporal durante la clase de Música.	,801
<i>Recodificada</i>	
7. /11 Existe una mayor participación de mis alumnos/as en actividades musicales si se utiliza la expresión corporal.	,723
8. /20 La inclusión de actividades de movimiento motiva a mis alumnos para el aprendizaje de los contenidos de Música.	,686
9. /8 Mis alumnos/as interiorizan mejor el ritmo a través de la expresión corporal.	,644
10. /34 La utilización de la expresión corporal en mis clases de Música es positiva.	,589
11. /7 La expresión corporal la utilizo durante todo el curso como complemento a los demás bloques de contenidos de Música.	,711
12. /32 Utilizo las mismas actividades de expresión corporal para todos los niveles educativos que imparto.	,671
13. /35 La realización de actividades relacionadas con la expresión corporal, ayuda en la organización en la clase.	,579
14. /40 Mi aula de música es adecuada para el aprendizaje.	,470
15. /26 En la asignatura de Música tiendo a dar excesiva teoría. <i>Recodificada</i>	,658
16. /52 El cuerpo es un instrumento de expresión.	,578
17. /53 Considero que la	,463



expresión corporal es un fin expresivo y comunicativo.

18. /54 Considero que hay que enseñar música haciendo música. *Recodificada* ,401

Se obtuvieron cuatro factores con autovalores mayores que 1 que explicaban el 48,91% de la varianza de las puntuaciones obtenidas. El primero y segundo hacen referencia a la enseñanza y aprendizaje de la música mediante la expresión corporal, el tercero está relacionado con la planificación de la expresión corporal en la asignatura de música, y el cuarto con la concepción que el profesor/a de música posee sobre la expresión corporal. Los índices de fiabilidad obtenidos en cada una de las dimensiones, calculados a través del estadístico alpha de Cronbach, fueron .87; .75; .72; y .64 conforme al orden descrito. El índice de fiabilidad global de la escala ascendió a .85.

Análisis de correlación entre los factores del cuestionario

Estudiando la posible relación entre los cuatro factores (tabla 3), se comprobó que existe una correlación estadísticamente significativa entre el factor 1 y 2 ($r=0,395$), factor 1 y 3 ($r=0,534$), factor 2 y 3 ($r=0,256$), todos con un nivel de significación de $P<0,001$ y factor 2 y 4 ($r=0,210$), $P<0,01$.

Tabla 3. Correlación de Spearman entre los cuatro factores del cuestionario sobre la "Utilización de la expresión corporal en la asignatura de música en ESO". ** $P<0,01$.

Correlaciones				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
	Enseñanza de la música	Aprendizaje de la música	Planificación de la expresión corporal	Concepción del profesor sobre la expresión corporal
Factor 1	1	,395**	,534**	-,006
Factor 2		1	,256**	,210**
Factor 3			1	-,077

Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los datos se llevó a cabo mediante el programa informático SPSS versión 19.0 para Windows. Las diferentes pruebas estadísticas empleadas fueron el análisis factorial, análisis descriptivo de frecuencias, análisis mediante tablas de contingencia, análisis ANOVA de un factor, prueba T de Student para muestras independientes,

análisis de correlación de Spearman y análisis de regresión lineal. Para todos los análisis se empleó un nivel de confianza del 95% ($P<0,05$).

RESULTADOS

A continuación se presentan los análisis de varianza de los factores del cuestionario respecto a las principales variables explicativas: Edad (25-35, 36-45, y > 46 años), sexo (masculino, femenino), localidad (rural, urbano), y en función de la pregunta: ¿Cursó algún estudio de expresión corporal? (si, no).

Análisis de varianza por Edad

Para llevar a cabo el estudio de diferencias de respuesta en función de la edad se realizó un análisis de varianza ANOVA de un factor donde se empleó como variable dependiente la puntuación de cada factor y como factor fijo la edad. Los resultados mostraron diferencias significativas en el 1º, 3º y 4º factor ($P=0,003$; $P=0,005$ y $P<0,001$, respectivamente) pero no en el 2º ($P=0,309$). El análisis post hoc reveló que la enseñanza de la música empleando la expresión corporal (factor 1) era menor a medida que aumentó la edad de los docentes, hallándose diferencias significativas entre los 22 a 35 años y 36 a 45 años ($P<0,05$) y entre los 22 a 35 años y >45 años ($P<0,01$) (fig. 1). Los profesores con edades comprendidas entre los 36 y los 45 años obtuvieron las mayores puntuaciones en lo relativo a planificar las clases de música con la ayuda de la expresión corporal (factor 3), siendo estas puntuaciones significativamente superiores a los profesores de mayor edad ($P<0,01$, fig. 1c). Los profesores más jóvenes presentaron una concepción significativamente más positiva hacia la expresión corporal que los de edad intermedia y los profesores mayores de 45 años ($P<0,001$ y $P<0,05$, respectivamente, fig. 1d). No se hallaron diferencias significativas ($P=0,309$) respecto a la edad de los docentes en la consideración de que el aprendizaje de la música contribuía a mejorar entre otros la participación y motivación del alumnado hacia la música (factor 2) (fig. 1b).

Análisis de varianza por sexo

Para llevar a cabo el estudio de diferencias de respuesta en función del sexo se realizó T de Student para muestras independientes. Las profesoras manifestaron emplear la expresión corporal en las



clases de música en mayor medida que los profesores ($P < 0,001$, fig. 2a). No se hallaron diferencias por sexo en la consideración de que la música se aprende mejor si se emplea la expresión corporal (factor 2, $P = 0,887$, fig. 2b), en planificar la asignatura de la música con la ayuda de la expresión corporal (factor 3, $P = 0,833$, fig. 2c), ni en el concepto que tienen sobre la expresión corporal dentro de la educación del adolescente (factor 4, $P = 0,889$, fig. 2d).

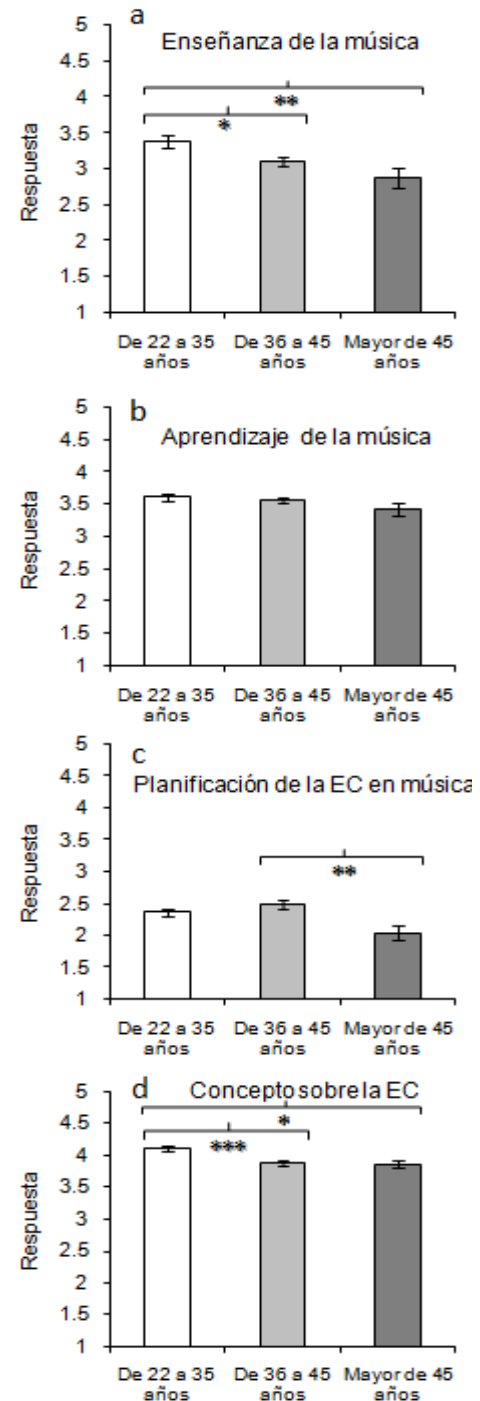


Fig. 1. Análisis de varianza ANOVA empleando cada factor como variable dependiente y la edad como factor fijo. EC = expresión corporal. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

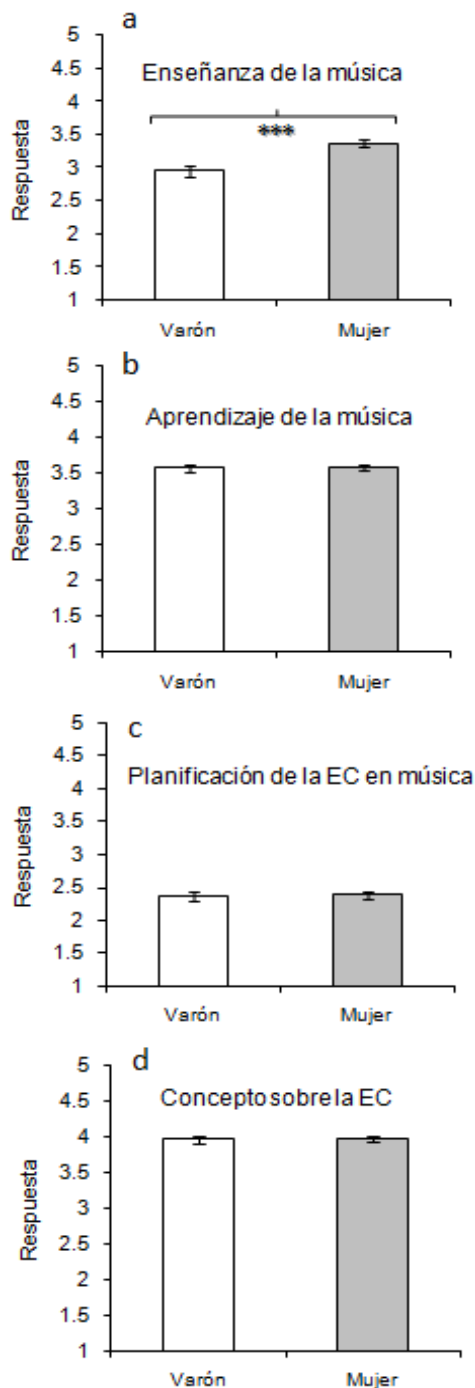


Fig. 2. Análisis de varianza T de Student para muestras independientes de los cuatro factores del cuestionario respecto al sexo. EC = Expresión corporal. *** $P < 0,001$.

Análisis de varianza respecto al tipo de población (rural, urbana)

Para llevar a cabo el estudio de diferencias de respuesta según el tipo de localidad se realizó una T de Student para muestras independientes. Los resultados mostraron que los docentes de centros

urbanos planificaban (factor 3, fig. 3c) y empleaban la expresión corporal en la enseñanza de la música (factor 1, fig. 3a) en mayor medida que los docentes de centros rurales ($P < 0,05$ y $P < 0,01$, respectivamente). No se hallaron diferencias significativas en cuanto al tipo de población ni en el aprendizaje de la música mediante la expresión corporal (factor 2, fig. 3b) ni en el concepto que el profesorado tenía sobre la expresión corporal (factor 4, fig. 3d) dentro de la educación del adolescente ($P < 0,05$).

Análisis de varianza Respecto a la pregunta, ¿cursó alguna asignatura en sus estudios donde se trabajara la expresión corporal? (si vs. no)

Para llevar a cabo el estudio de diferencias de respuesta a la pregunta ¿Cursó alguna asignatura en sus estudios donde se trabajara la expresión corporal?, se realizó una T de Student para muestras independientes. Los resultados mostraron que los docentes que cursaron alguna asignatura en sus estudios relativa a la expresión corporal tenían un mejor concepto de la expresión corporal ($P < 0,01$) dentro de la educación del adolescente (factor 4, fig. 4d) y empleaban la expresión corporal en la enseñanza de la música en mayor medida ($P < 0,01$) que aquellos docentes que no cursaron ninguna de estas asignaturas (Factor 1, fig. 4^a). No se hallaron diferencias en cuanto a la planificación del empleo de la expresión corporal en la asignatura de música, ni en cuanto al aprendizaje de la música con ayuda de la expresión corporal.

Asociación entre factores y la pregunta al profesorado: “La inclusión de actividades de expresión corporal resulta determinante para que mis alumnos/as adquieran las competencias de la asignatura de música”.

Para el análisis de correlación entre esta pregunta y los factores, se empleó como primer paso el análisis de correlación de Spearman (tabla 4). Se comprobó que tres de los cuatro factores presentaban correlación significativa ($P < 0,001$) respecto a la pregunta principal (factor 1, $r = 0,616$; factor 2, $r = 0,435$; y factor 3, $r = 0,341$).

Tabla 4. Resultados del análisis de correlación de Spearman entre la pregunta: “La inclusión de actividades de expresión corporal resulta determinante para que mis alumnos/as adquieran



las competencias de la asignatura de música”, y los factores derivados del constructo. ** $P < 0,01$.

Pregunta	Correlación de Spearman	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
		,616**	,435**	,341**	,125
	<i>P</i>	,000	,000	,000	,073

Además, se usó el análisis de regresión lineal, empleando como variable dependiente la pregunta principal y como variable independiente la puntuación promedio de cada factor, el sexo, y la edad de los docentes. Los resultados mostraron una asociación positiva entre la enseñanza del profesor/a de música que utiliza la expresión corporal (factor 1) respecto a la pregunta principal -la inclusión de actividades de expresión corporal resulta determinante para que el alumnado adquiriera las competencias de la asignatura de Música-, es decir, a mayor enseñanza de la música con inclusión de la expresión corporal, existe una mayor adquisición de competencias de dicha asignatura, (Beta no estandarizada 0,868, EE = 0,078, $P < 0,001$, $R^2 = 0,380$). Igualmente, el análisis de regresión reveló que el aprendizaje de la música (factor 2) está asociado positivamente con un mayor aprendizaje en la clase de música que incluyen actividades de expresión corporal y existe una mayor adquisición de competencias de la asignatura (Beta no estandarizada 0,861, EE = 0,125, $P < 0,001$, $R^2 = 0,189$). La planificación de la expresión corporal (factor 3) está significativamente asociado con una mayor inclusión mediante actividades a fin de adquirir las competencias de la asignatura de música (Beta no estandarizada 0,572, EE = 0,110, $P < 0,001$, $R^2 = 0,116$).

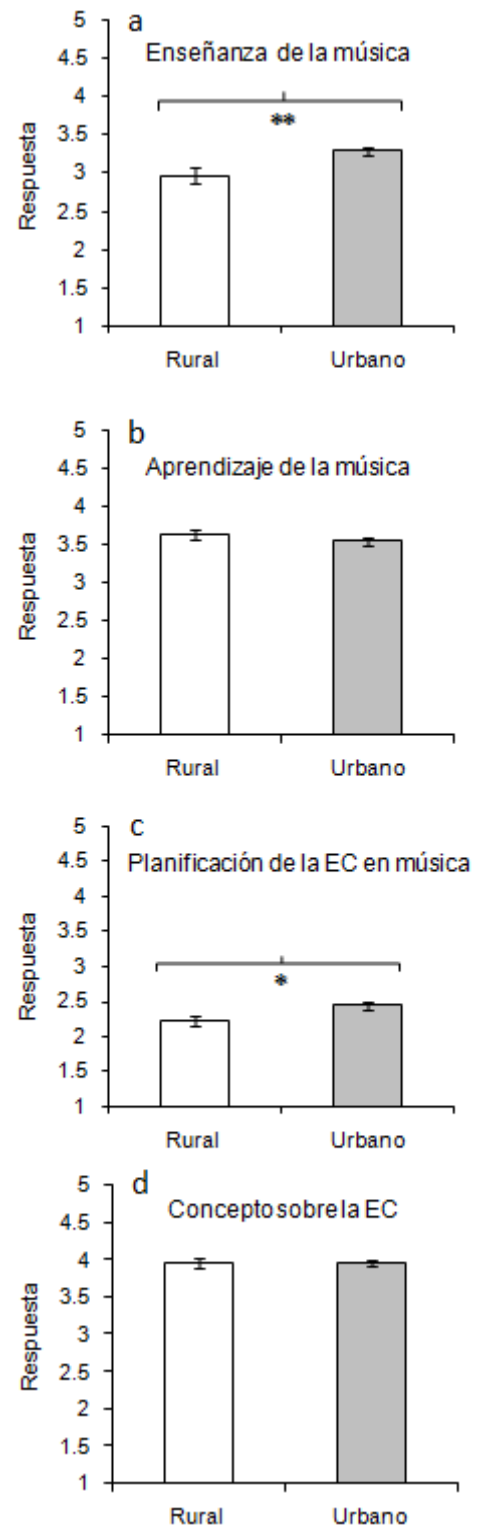


Fig. 3. Análisis de varianza T de Student para muestras independientes de los cuatro factores del cuestionario respecto al tipo de localidad. EC = Expresión corporal. * $P < 0,05$ y ** $P < 0,01$.

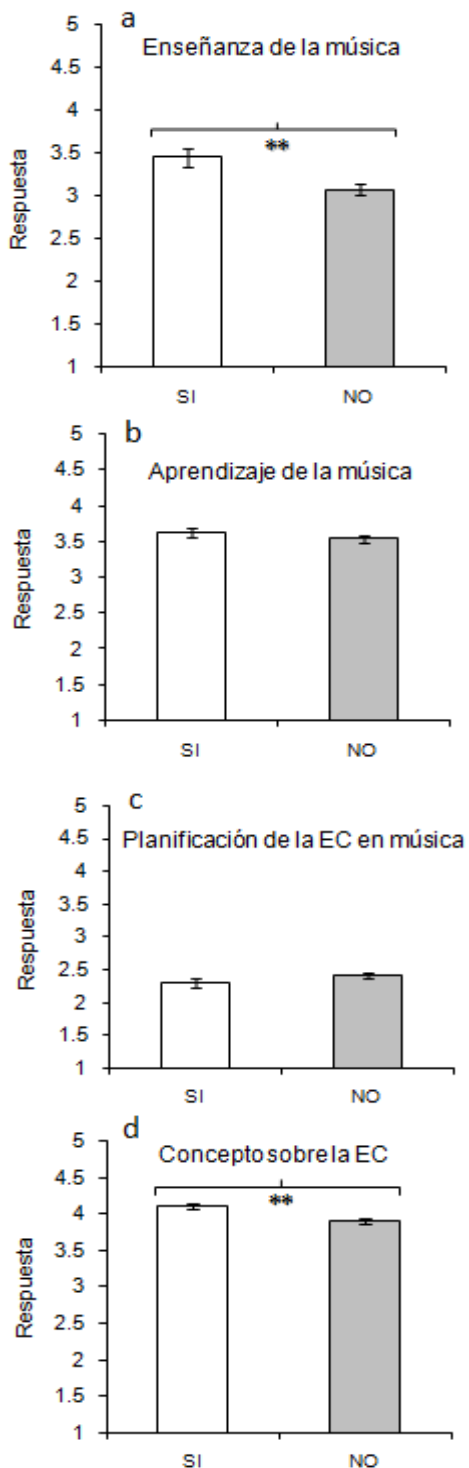


Fig. 4. Análisis de varianza T de Student para muestras independientes de los tres factores del cuestionario respecto a la pregunta ¿Cursó alguna asignatura en sus estudios donde se trabajara la expresión corporal? EC = Expresión corporal. ** $P < 0,01$.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que el profesorado más joven tiene una mejor concepción sobre la expresión corporal que el resto, y que es el profesorado de entre 36 – 45 años el que lleva a cabo una mayor planificación de la expresión corporal para llevar a cabo la enseñanza de la asignatura de música. Las profesoras incluyen más la expresión corporal que los profesores en la enseñanza de la música, y es el profesorado de zonas urbanas el que realiza una mayor planificación de la expresión. Se ha evidenciado también que el profesorado que cursó durante la carrera universitaria algún estudio relativo a la expresión corporal, emplea dicho recurso en la enseñanza de la música, y que una mayor enseñanza de la música, con inclusión de la expresión corporal, permite una mayor adquisición de competencias de dicha asignatura.

En el presente estudio se ha constatado que el profesorado de Andalucía posee diferentes titulaciones. El 34,9% es titulado universitario con formación de estudios musicales en Conservatorios, el 34,9% es titulado en Conservatorio; el 16% son licenciados universitarios de otras materias no relacionadas con la especialidad de música, y el 14% titulados universitarios en la especialidad de Música sin formación en Conservatorios. Comparado este hecho con un estudio llevado a cabo por Rodríguez-Quiles (2003), se ha podido comprobar que en países de amplia tradición musical como Alemania y Austria, sólo un licenciado en Pedagogía Musical en sus diversas especialidades de Educación Primaria, Educación Secundaria o Bachillerato, está legalmente reconocido para impartir clases como profesor de Música tanto en centros públicos como privados. Ni musicólogos ni profesores de instrumento están autorizados para trabajar como docentes en Educación Obligatoria ni en Bachillerato, al no contemplarse en sus respectivos planes de estudios la imprescindible formación didáctica y pedagógica que este trabajo requiere. Este hecho es relevante en cuanto a la formación del docente español que imparte la asignatura de Música. Zaragoza (2000) manifestó que en el curriculum del Título de Maestro de Música en Educación Primaria incluía asignaturas como Formación rítmica y Danza, Expresión corporal, Teatro infantil, Juegos populares, o Didáctica de la Música, sin embargo existe una carencia absoluta de este tipo de asignaturas en la



formación del profesorado español de Secundaria y Bachillerato. Este hecho destaca la importancia de que en los planes de estudios de las Facultades de Educación se deberían contemplar estas materias como parte de la formación de los futuros profesionales de la educación musical en primaria, secundaria y bachillerato (Lago y Espejo, 2007).

Los resultados del análisis aplicado al profesorado sobre el nivel de empleo de la expresión corporal en los diferentes cursos de la ESO, han revelado que a medida que aumenta la edad del profesorado, disminuye el empleo de la expresión corporal en el aula de Música. Este hecho no coincide con los contenidos previstos que se establecen en el RD 1631/2006, donde la presencia del empleo de recursos corporales se puede observar en todos los cursos de la ESO, desde primero a cuarto y en casi todos los bloques de contenidos. La incorporación de la expresión corporal como bloque de contenidos y dentro de los objetivos específicos en la educación del adolescente, está justificada ampliamente en la materia de Música (Decreto 148/2002; Real Decreto 1631/2006; Decreto 231/2007; Orden 10 agosto 2007).

Por otra parte, se ha podido constatar mediante el análisis de varianza, que el profesorado más joven, emplea como recurso la expresión corporal en la enseñanza musical, lo planifica y tiene mayor concepción sobre ella que el profesorado de mayor edad y con menos nivel de formación inicial. Además las profesoras manifestaron un mayor empleo de la expresión corporal en la enseñanza de la música que los profesores. Algunos estudios han analizado estas diferencias por sexo (Arredondo, 2003; Green, 2001; Oviedo, 2004), describiendo cómo las preferencias y estilos musicales están determinados por los estereotipos de género existentes en la sociedad. Además estos autores destacaron la importancia de que el profesorado sea consciente de los sesgos de género e involucre a los estudiantes en actividades y comportamientos no sexistas ofreciendo modelos positivos basados en la igualdad de género. Reclaman urgentemente la atención y sensibilización del profesorado de música, para que profundice y amplíe sus conocimientos sobre estos contenidos, para así, mejorar el currículo y contribuir al principio de igualdad entre los sexos.

Por otra parte, el análisis de asociación reveló, que a mayor empleo de actividades de expresión corporal en la enseñanza y aprendizaje de la Música, mayor adquisición de competencias de la asignatura. Se han encontrado investigaciones que acreditan esta mejora en la enseñanza-aprendizaje y avalan el empleo de la expresión corporal y su vinculación con los ejes de percepción y expresión (Abril, 2011; Bowles, 1998; Carlson, 1983; Fuentes, 2006; Haga, 2008; Juntunen 2002; Nardo et al., 2006; Pedrero, 2009; Temmerman, 2000; Vicente, 2009). Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones se han centrado exclusivamente en la educación de los niños dentro de las etapas de Infantil y Primaria, por lo que creemos que falta un desarrollo pedagógico de la expresión corporal en la asignatura de Música en la etapa de ESO y Bachillerato, y por ende, son necesarias más investigaciones al respecto en adolescentes.

Varios estudios han revelado una escasa formación específica del actual profesorado de Música en España y en general coinciden en que el futuro profesor de Música de cualquier nivel educativo debería recibir en su formación, entre otros, una mayor desinhibición en el uso del cuerpo (expresión corporal, bailes, improvisación corporal, imitación, coordinación...); dotes escénicas (dramatización sobre un fondo musical, óperas, ejemplificaciones de música escénica y/o programática) (Herrera, 2000; Lago y Espejo, 2007; Rodríguez-Quiles, 2001, 2003; Zaragoza, 2000). Zaragoza (2000) concluyó que la formación inicial de estos docentes está mal planteada en su propia conceptualización, así como “*mayoritariamente individualizada, profesionalizante y anquilosada, antítesis de lo que se nos exige ahora*”.

Se concluye que el empleo de la expresión corporal en la enseñanza de la música es mayor en el profesorado más joven (de 22 a 35 años) y disminuye a medida que aumenta la edad, sin embargo, es el profesorado de entre 36 – 45 años el que lleva a cabo una mayor planificación de la expresión corporal en la asignatura de música. Las profesoras incluyen más la expresión corporal que los profesores en la enseñanza de la música, y es el profesorado de zonas urbanas el que realiza una mayor planificación de la expresión corporal e incluye en mayor medida en la enseñanza de la música, que el profesorado de zonas



rurales. El profesorado que cursó durante la carrera universitaria algún estudio, relativo a la expresión corporal, emplea en mayor medida dicho recurso en la enseñanza de la música. Finalmente, la enseñanza de la música que incluye como medio la expresión corporal obtiene una mayor adquisición de las competencias de dicha asignatura por parte del alumnado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abril, C. R. (2011). Music, movement and learning. *Chapter in Handbook of Research in Music Learning*. Oxford University Press.
2. Arguedas, C. (2004). La expresión corporal y la transversalidad como eje metodológico construido a partir de la expresión artística. *Revista Educación*, 28 (1), 123-131.
3. Arredondo Pérez, H. (2003). Género y Educación Musical. *Cuadernos de Pedagogía*, 328, 59-61.
4. Bermell, M. A. (1996). Estrategias de la música y el movimiento. *Música y educación*, 28.
5. Blaser, A, Froset, J., & Weikar T, P. (2001). *Música y movimiento. Actividades rítmicas en el aula*. Barcelona :Graó.
6. Bowles, C. L. (1998). Music activity preferences of elementary students. *Journal of research in music education*, 46 (2), 193-207.
7. Boyarsky, T. (2009). Dalcroze eurhythmics and quick reaction exercises. *The Orff Echo*, 41(2), 15-19.
8. Campbell, P. S. (1991). Rhythmic movement and public school music education: Conservative and progressive views of the formative years. *Journal of Research in Music Education*, 39 (1), 12-22.
9. Carlson, D. L. (1983). *The effect of movement on attitudes of fifth grade students toward their music class*. Doctoral dissertation, University of Tennessee.
10. Decreto 148/2002, de 14 de mayo, por el que se modifica el Decreto 106/1992, de 9 de junio, por el que se establecen las enseñanzas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía.
11. Decreto 231/2007, de 31 de julio, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la ESO en Andalucía. (BOJA 156, de 8 de agosto de 2007).
12. Fuentes, A. (2006). *El valor pedagógico de la danza*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. España.
13. Gambetta, C. L. (2005). *Conducting outside the box Creating a fresh approach to conducting gesture through the principles of Laban movement analysis*. Doctoral dissertation. University of North Carolina at Greensboro.
14. Green, L. (2001). *Música, género y educación*. Madrid: Morata S.L.
15. Haga, E. (2008). *Correspondences between music and body movement*. Ph. D. Thesis. Department of Musicology. University of Oslo.
16. Herrera, S. (2000). Ver la música, escuchar el movimiento. Recuperado el 7 de marzo de 2006 de <http://musica.rediris.es/leeme/revista/herrera00.pdf>
17. Juntunen, M. L. (2002). The practical applications of Dalcroze Eurhythmics. *Nordic Research in Music Education Yearbook*, 6, 75-92.
18. Lago Castro, P & Espejo Aubero, A. (2007). El movimiento y la danza: su importancia dentro del curriculum de primaria. *Educación y futuro: revista de investigación aplicada y experiencias educativas*, 17, 149-164
19. Mark, M. L., & Gary, C. L. (2007). *A history of American music education*. Lanham: Rowman & Littlefield Education.
20. Montero I., & León O. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 7 (3), 847-862.
21. Moore, R. S. (1981). Comparative use of teaching time by American and British elementary music specialists. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 66-67, 62-68.



22. Nardo, R. L., Custodero, L. A., Persellin, D. C., & Fox, D. B. (2006). Looking back, looking forward: A report on early childhood music education in accredited American preschools. *Journal of Research in Music Education*, 54(4), 278-292.
23. Orden de 10 de agosto de 2007, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía. (BOJA 178, de 30 de agosto de 2007).
24. Oviedo, E. (2004). La mujer en la música culta Occidental. Género y Canon. *Filomúsica*, 50.
25. Pedrero, C. (2009). *Danza Histórica para educación primaria: propuestas coreográficas*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
26. Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria (BOE n.5 de 5/1/2007).
27. Riveiro, L. (1999). Música y Movimiento. Parámetros, propuestas y reflexiones sobre el sonido y la Expresión Corporal. En D. Linares, F. Zurita y J.A. Iniesta (Coord.). *Actas de las I Jornadas Andaluzas Interuniversitarias sobre Expresión y Comunicación Corporal en Educación Física*. Fundamentos de la didáctica del lenguaje corporal: aportaciones a su desarrollo desde los lenguajes plástico y musical, (pp. 69-98). Granada: Grupo Editorial Universitario.
28. Rodríguez-Quiles, J. A. (2001). *La Educación Musical en los Proyectos Curriculares de Educación Primaria: Evaluación de su propuesta y desarrollo*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
29. Rodríguez-Quiles, J. A. (2003). "(Sub)culturas musicales juveniles y formación del profesorado de música", en Alvarez, J. y otros (2003): *Participación, Convivencia y Ciudadanía*. Granada: Ed. Osuna (361-367).
30. Schnebly-Black, J., & Moore, S. F. (1997). *The rhythm inside: Connecting body, mind, and spirit through music*. Portland: Rudra Press.
31. Stokoe, P. (1996). Expresión corporal y danza: Arte, salud y educación. *Revista Música y Educación*.
32. Temmerman, N. (2000). An investigation of the music activity preferences of pre-school children. *British Journal of Music Education*, 17 (1), 51.
33. Vanderspar, E. (1990). *Manual Jacques-Dalcroze: principios y Recomendaciones para la Enseñanza de la Rítmica*. Barcelona: Ediciones Pilar Llongueres.
34. Vicente, G. (2009). *Movimiento y danza en Educación Musical: un análisis de los libros de texto de Educación Primaria*. Tesis Doctoral. Departamento de Teoría e Historia de la Educación. Universidad de Murcia.
35. Wang, C. C., & Sogin, D. W. (1997). Self-Reported versus observed classroom activities in elementary general music. *Journal of Research in Music Education*, 45 (3), 444-456.
36. Zaragoza, J. L. (2000). La competencia afectiva del docente de música es un arma cargada de futuro. *Eufonía*, 18, 63-70



Navío, C.; Miranda, M.D.; Rodríguez, V. (2013). Exploring the relationship between the fetus weight gain and the practice of physical activity. *Journal of Sport and Health Research*. 5(3):319-323.

Invited paper

ANALIZANDO LA RELACIÓN ENTRE EL AUMENTO DEL PESO FETAL Y LA REALIZACIÓN DE EJERCICIO FÍSICO

EXPLORING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE FETUS WEIGHT GAIN AND THE PRACTICE OF PHYSICAL ACTIVITY

Navío, C.¹; Miranda, M.D.²; Rodríguez, V.²

¹EPES

²C.H. Jaén

Correspondence to:
Cristina Navío Poussivert
 Enfermera EPES
 Email: crisnavio@gmail.com

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*



Received: 29-06-2013
 Accepted: 11-08-2013



RESUMEN

El objetivo de esta revisión es en primer lugar evaluar el efecto del ejercicio aeróbico, en las mujeres sanas, en el peso del feto al nacer. En segundo lugar, de acuerdo con los resultados, poder recomendar un determinado tipo de ejercicio físico.

Algunos estudios han dado resultados opuestos, equívocos o no se encontraron ningún efecto sobre el papel de la actividad física en el peso del bebe al nacer, principalmente debido a la imprecisión a la hora de medir la frecuencia e intensidad de la actividad física realizada por la gestante. Aún así es interesante destacar los resultados de algunos estudios.

Se solía pensar que realizar ejercicio físico aportaba beneficios exclusivamente a la mujer gestante, sin embargo, en los últimos estudios realizados se aprecia que también el feto se beneficia del ejercicio físico que realiza la madre. Uno de estos beneficios es su influencia en el peso adecuado del feto en el nacimiento. (Clapp et al. 2002).

Según la Fundación Medicina Fetal de Barcelona recomienda que para mejorar la salud materno-fetal es recomendado que las mujeres gestantes lleven a cabo un ejercicio aeróbico de intensidad moderada. Sin embargo es importante que este sea realizado por lo menos tres veces por semana ya que la realización del mismo de forma puntual no aporta ningún beneficio a largo plazo. Entre estos ejercicios caminar es la actividad física aeróbica mas completa para la gestante, aunque también se recomienda la natación, la gimnasia de mantenimiento para embarazadas, el yoga, el pilates adaptado para gestantes y montar en bicicleta estática entre otros.

Otros estudios subrayan que el peso al nacer tiene un papel importante en la mortalidad, morbilidad, desarrollo infantil y salud de los adultos. Los bebés con bajo peso al nacer tienen un mayor riesgo de mortalidad a corto plazo y de morbilidad a largo plazo. Son asociados a con complicaciones agudas los bebes que presentan un peso al nacer > 4000 g, presentando dificultades como trabajo de parto prolongado, distocia de hombros, parto instrumental y laceraciones (Haakstad, LA; Bø K. 2011).

Palabras clave: (3-10).

Deporte, placenta, macrosomía, embarazada.

ABSTRACT

The goal of this revision is to evaluate how the physical activity influences healthy women and the fetus at birth. Secondly, according to the results obtained, to recommend some specific physical activities.

Some researches have delivered opposite outcomes, and some of them didn't find any relation between the physical activity and the weight of the infants at birth, mainly due to the unaccuracy in measuring the frequency and intensity of the physical activities carried out by the pregnant women. However, it is interesting to highlight the outcomes from some researches.

It was used to be thought that working out provided benefits exclusively to the pregnant women, however, the last researches have shown that the fetus also takes advantage of the physical activity of the mother. One of these benefits is an appropriate weight of the fetus at birth. (Clapp et al. 2002).

According to "La Fundación Medicina Fetal de Barcelona" it is recommended that pregnant women carry out moderate-intensity aerobical activities. However, it is important to be carried out at least three times a week since if the activity is done just every once in a while it does not provide any benefit in the long term. Walking is the most complete physical activity for pregnant women but it is also recommended other activities like fitness, yoga, adapted pilates and riding stationary bicycle among other activities.

Other researches highlight that the birthweight has an important role in the mortality, morbidity, infant development and adults' health. Infants with light birthweights have a higher risk of mortality and morbidity at both short term and long term. Infants weighing less than 4000gr are related to acute complications such as prolonged labour, shoulder dystocia, instrumental delivery and lacerations (Haakstad, LA; Bø K. 2011).

Keywords: (3-10).

Sport, placenta, macrosomia, pregnant woman.



La sociedad española de obstetricia y ginecología (SEGO) recomienda a las mujeres embarazadas sanas mantenerse físicamente activas durante el embarazo, realizar deportes que no sean violentos, de competición o con riesgo de producirse algún golpe o caída. Debido a esto los profesionales de la salud y los profesionales de la actividad física tienen un papel importante en la educación maternal, para poder responder a las cuestiones planteadas por las gestantes y adaptar un programa de ejercicios personalizado, ya que durante el embarazo se tolera peor el ejercicio. Es importante saber que las precauciones deben de tomar la embarazada, con el fin de proteger a la madre y al feto, y cuales son los beneficios de la actividad deportiva para la madre. Entre ellos podemos destacar: un mejor bienestar físico, mejora en el sueño, en la circulación, en el tono muscular, evita el excesivo aumento de peso, alivia los síntomas del embarazo (mareo, edemas, estreñimiento), disminuye el riesgo de padecer diabetes gestacional, hipertensión y mejora el ánimo proporcionando una actitud positiva (Mata et al. 2010).

Paralelamente el ejercicio físico tiene repercusión sobre el feto, uno de los beneficios es el control de macrosomías fetales (Clapp et al. 2002).

Se sabe que el ejercicio aeróbico reduce la resistencia a la insulina, esta resistencia a la insulina materna es esencial para aumentar la disponibilidad de nutrientes al feto y se ha asociado con el tamaño en el nacimiento (Tomic et al. 2013).

Con lo que respecta a las características de la mujer se han observado que las mujeres más altas que practican alguna actividad física de forma regular durante el embarazo pueden dar a luz niños con menos peso comparado con mujeres bajas, ya que el crecimiento del feto está limitado por el tamaño de la madre (Perkins et al. 2007).

En otro estudio en el que las mujeres realizaron ejercicio aeróbico durante 60 minutos, dos veces por semana, durante un mínimo de 12 semanas, con un adicional de 30 minutos de actividad física vigilada, se observó que en el grupo de ejercicio se obtenía en los niños una mayor puntuación del Test Apgar (1 min.) frente al grupo de control ($p=0,02$). (Haakstad, LA; Bø K. 2011).

En un estudio en el que se quería evaluar los riesgos de mortalidad perinatal y la morbilidad neonatal, observaron que los lactantes con peso al nacer 4000-4499 g no estaban en mayor riesgo de mortalidad o morbilidad que los de 3500 a 3.999 g, mientras que desde 4500 hasta 4999 g aumentaron significativamente los riesgos de muerte fetal, la mortalidad neonatal (especialmente a causa de la asfixia al nacer), lesión en el nacimiento, asfixia neonatal, la aspiración de meconio y el parto por cesárea. Los niños nacidos con un peso de 5000 g o mayor tenían un riesgo aún mayor, incluyendo el riesgo de síndrome de muerte súbita del lactante (Zhang et al. 2007).

Los resultados nos hacen pensar que la actividad física y la altura de la madre pueden influir tanto en el bajo peso del bebé en el nacimiento como en un incremento del riesgo de desarrollar una enfermedad cardiovascular. Hasta el punto de que la obesidad infantil está asociada tanto a la mayor altura de la madre como a una menor predisposición a la actividad física en la edad adulta. De esta forma podríamos anticipar problemas en el parto así como cesáreas en grupos de mujeres altas que no realizan ejercicio físico (Perkins et al. 2007).

Algunos estudios han dado resultados opuestos debido a la imprecisión para poder saber el tipo de actividad física que realizaban las gestantes. Se necesitan estudios mejores con muestras más grandes antes de poder hacer recomendaciones seguras sobre los beneficios y riesgos del ejercicio aeróbico en el embarazo. (Kramer y McDonald, 2006).

También se ha asociado el crecimiento de la placenta con la práctica de ejercicio físico. Durante el ejercicio físico puede disminuir un 50% la entrega de oxígeno al feto, pero que mejora en el estado de reposo (Clapp 2007).

Además el peso al nacer mayor de 4.500 g, y especialmente superior a 5.000 g, se asocia con un mayor riesgo de mortalidad y morbilidad perinatal e infantil (Zhang et al. 2007).



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Clapp, JF. (2006). Influence of endurance exercise and diet on human placental development and fetal growth. *Placenta*. 27(6):527-534.
2. Clapp JF, Kim H.; Burciu, B.; Schmidt, S.; Petry, K.; Lopez, B. (2002). Continuing regular exercise during pregnancy: effect of exercise volume on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol*. 186(1):142-7
3. Haakstad, LA; Bø K (2011). Exercise in pregnant women and birth weight: a randomized controlled trial. *BMC Pregnancy Childbirth*. 11: 66.
4. Kramer, MS; McDonald, SW (2006). Aerobic exercise for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*. (3): CD000180.
5. Mata, F; Chulvi, I; Roig, J; Heredia, J.R; Isidro, F; Benítez Sillero, J.D; Guillén del Castillo, M (2010). Prescripción del ejercicio físico durante el embarazo. *Rev Andal Med Deporte*. 3(2):68-79.
6. Perkins, CD; Pivarnik, JM; Paneth, N; Stein, AD (2007). Physical Activity and Fetal Growth During Pregnancy. *Obstetrics & Gynecology*. 109 (1): 81-87.
7. Zhang, X; Decker, A; Platt, RW; Kramer, MS (2008). How big is too big? The perinatal consequences of fetal macrosomia. *Am J Obstet Gynecol*. 198(5):517. 1-6.