



García-Tascón, M.; Hernández Hernández, M.E.; Caballero Blanco, P.J. y Morenas Martín, J. (2012). New orientation in sport activities: improving sport tourism. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):105-108.

Editorial

NUEVA ORIENTACIÓN EN LAS ACTIVIDADES DEPORTIVAS: IMPULSO DEL TURISMO ACTIVO

NEW ORIENTATION IN SPORT ACTIVITIES: IMPROVING SPORT TOURISM

García-Tascón, M.¹; Hernández Hernández, M.E.¹; Caballero Blanco, P.J.¹; Morenas Martín, J.¹

¹ *Facultad del Deporte. Universidad Pablo de Olavide (Sevilla)*

Correspondence to:
Marta García-Tascón
Universidad Pablo de Olavide (Sevilla).
Facultad del Deporte
Crta de Utrera, Km 1. Edificio 14
0034 – 954 977 867
Email: margata@upo.es

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





“Produce una inmensa tristeza pensar que la naturaleza habla mientras el género humano no la escucha”

Víctor Hugo

En los últimos años es patente el cambio de tendencia en el turismo que se ha desarrollado en el territorio nacional español y la incidencia que están teniendo en el desarrollo de diversas actividades deportivas en el medio natural. Esta situación de forma evidente está generando cambio social (preferentemente en los períodos vacacionales) y por tanto justifica el valor que actualmente se le dispensa al ocio, teniendo un mayor peso específico en las actividades desarrolladas a lo largo de la vida.

La Organización Mundial del Turismo (1999), define Turismo como *“las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distinto al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año con fines de ocio, por negocio y otros motivos”*.

El tridente (ocupación del ocio, actividad física y naturaleza) forman un marco multidimensional donde tienen cabida infinidad de actividades e iniciativas que cumplen con las expectativas y preferencias para ocupar el tiempo libre de los ciudadanos. Es por ello que las actividades físicas desarrolladas en la naturaleza habitualmente se denominan *turismo activo*.

El Estado español posee una oferta de espacios naturales protegidos de alto valor medioambiental reconocidos a nivel mundial. Además de algunos espacios naturales declarados Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO como los parques nacionales de Garajonay y Doñana. Y 27 espacios protegidos declarados “Reserva Mundial de la Biosfera” situándola en el tercer puesto a nivel mundial (tan solo Estados Unidos con 47 y Rusia con 34 superan a España en espacios de este tipo).

Según los datos del estudio de turismo de naturaleza en España y su plan de impulso realizado por el Ministerio de Industria, turismo y comercio en 2004, reflejan que el total de empresas y organizaciones que ofertan actividades de naturaleza

en España asciende a 1389. Su distribución y porcentaje por tipología es:

- Agencias de viaje y touroperadores (171), que representan el 12%.
- Administración pública / Entidades mixtas (120) representando el 9%. Se han considerado las actividades propuestas por parques nacionales y naturales, mancomunidades, consorcios y cualquier otro tipo de entidades mixtas.
- Clubs, Asociaciones y/o ONG's (242). También se incluyen entidades sin ánimo de lucro y el porcentaje que representan es del 17%.
- Empresas de Turismo (856) y representan el porcentaje más numeroso con el 62% del total.

Estas cifras invitan a ser reflexivos y tomar actitudes de acción, puesto que el turismo representa el 2.8% del PIB en 2008 en España, se asocian a él más de 3 millones de viajeros con una estancia media de 2,88 días y ofrece más de 21.000 puestos de empleo.

De este análisis surge la propuesta del *I Congreso Internacional de Actividad Física en el Medio Natural: Nuevos retos para las empresas de turismo activo*, celebrado el pasado mes de marzo de 2012 en la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla). Este encuentro pretende ser un encuentro bianual donde profesionales, formadores, investigadores, técnicos, alumnos y demás personas asistentes, abran un foro de intercambio de ideas, conocimientos y experiencias relacionadas con el ámbito de las actividades en la naturaleza.

En esta primera edición el enfoque diferenciador estará dedicado a los nuevos retos a los que se enfrentan las empresas de Turismo Activo dedicadas a difundir, organizar y dinamizar acciones de este tipo en diferentes contextos naturales y rurales.

De este modo, el objetivo que se pretendía era el de unir en un mismo foro de discusión a diferentes actores que intervienen en el turismo activo (políticos, empresarios, formadores, técnicos, alumnos y futuros profesionales de la actividad física, licenciados en actividad física y deporte, etc.), para actualizar y difundir conocimientos que ayuden en la gestión responsable de este tipo de actividades en



entornos naturales y rurales. Así el congreso ha incluido tres modalidades diferentes: conferencias plenarias, mesas redondas, y presentación de comunicaciones y pósters.

Se han abordado temas como el uso de las vías verdes, los proyectos para zonas transfronterizas, la formación de las actividades físicas en el medio natural, las empresas de turismo activo, la repercusión de la actividad humana sobre el medio o la gestión del riesgo en la actividades de montaña y al aire libre.

Por todo ello, consideramos que la profundización y estudio de esta temática la hace interesante para un amplio abanico de colectivos: como Federaciones de deportes de aventura, empresarios y técnicos de empresas de Turismo activo, Instituciones deportivas públicas y privadas relacionadas con las actividades en el medio natural, estudiantes de educación física de grado y postgrado.

Es importante considerar que los momentos de crisis suponen ser el escenario idóneo para reflexionar y analizar de forma más profunda cuales son los aspectos que se deben mejorar para contribuir no sólo a la mejora de la recuperación de la economía global sino dotarse de unos conocimientos básicos para enfrentarse de forma más fácil e innovadora al mercado laboral.

Como diría Descartes ...

“no basta tener ingenio, lo principal es aplicarlo bien”.

AGRADECIMIENTOS

A las entidades públicas organizadoras como la Universidad Pablo de Olavide a través de la Facultad del Deporte y a las entidades privadas colaboradoras como Culturaleza, Emotion Sport, Acudeduca, Alcor Extremadura, Fexme, Sherpa Granada, TD Sistemas, amigos del Ferrocarril y la editorial Wanceulen.

Dra. D^a. Marta García Tascón
Dra. D^a. M^a Elena Hernández Hernández
D. Pablo J. Caballero Blanco
D. Jesús Morenas Martín
 Facultad del Deporte.
 Universidad Pablo de Olavide (Sevilla).



Fernández-Rio, J.; Méndez-Giménez, A. (2012). The role of physical education on sport talent detection: a proposal. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):109-118.

Review

EL PAPEL DE LA EDUCACIÓN FÍSICA EN LA DETECCIÓN DEL TALENTO EN EL DEPORTE: UNA PROPUESTA

THE ROLE OF PHYSICAL EDUCATION ON SPORT TALENT DETECTION: A PROPOSAL

Fernández-Río, J.¹; Méndez-Giménez, A.¹

¹Universidad de Oviedo

Correspondence to:
Javier Fernández-Rio
 Universidad de Oviedo
 c) Aniceto Sela s/n despacho 239
 Tel.: 985102850
 Email: javier.rio@uniovi.es

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



Received: 13-01-2011
 Accepted: 25-04-2011

**RESUMEN**

La detección del talento en el deporte se ha convertido en un tema de interés. Sin embargo, seleccionar y desarrollar atletas talentosos no es ni fácil, ni simple. Factores físicos, fisiológicos, psicológicos, cognitivos y sociológicos parecen estar interconectados. La cantidad de tiempo de práctica y las habilidades perceptivas y tácticas también influyen. El papel de la Educación Física en este proceso ha sido controvertido. Los países comunistas la han usado tradicionalmente como parte importante de su programa de talentos, pero no el resto de países. Aún así, ha comenzado un importante cambio en lugares como Gran Bretaña hacia un modelo del talento en el deporte basado en la Educación Física. El objetivo del presente artículo es desarrollar una propuesta sobre la detección y el desarrollo del talento en el deporte que tiene a la Educación Física como eje central.

Palabras clave: escuela, deporte, talentosos.

ABSTRACT

Sport talent detection has become an important issue. Nevertheless, selecting and nurturing talented athletes is neither easy, nor a single issue. Physical, physiological, psychological, cognitive, and sociological factors seem to be interconnected. The amount of practice and the perceptual and tactical skills and abilities are also important. The role of Physical Education in this process has been controversial. Communist countries have traditionally used it as an important part of their talent programs, but not the rest of the countries. Nevertheless, there has been a shift in countries such as UK towards a model for talent in sport based on physical education. The goal of the present article is to develop a proposal on talent detection and nurturing in sport that considers physical education a key element.

Keywords: school, sport, gifted.



INTRODUCTION

The world of sport has become a high commercialized activity in which countries must invest large amounts of money to maintain or improve success. Unfortunately, for most people success in sport is just a matter of the number of medals won at international championships. Therefore, every country wants to possess athletes capable of performing at the highest level. Understanding the process of elite development is a key element in order to attain positive results in any sport arena. Although some politicians believe that the goal is to invest strategically in elite sport (De Bosscher et al., 2009), the solution seems not to be so simple. On the contrary, researchers agree that it relies on several factors of a complex structure that can contribute or inhibit elite development (Sotiriadou and Shilbury, 2009). Moreover, many believe that there is not a single type of factors leading to success, nor there is a model that could fit all countries or be applied to all sports (De Bosscher et al., 2006). The fact is that all countries seek talented individuals in order to develop elite athletes. Consequently, there is a permanent need to identify and nurture future elite performers to obtain results in high-level competitions.

However, there is still another major problem. What is really talent? How can it be spotted in an 8-year old child? Over the last couple of decades, there has been a shift from the unitary perspective to the multi-dimensional model of talent. The traditional view of talent has been linked to the idea of ability or intelligence as genetically inherited and measurable through specific tests (Eyre, 1997). This approach did not consider motor ability as one of its components. Therefore, it was difficult to apply to sport activities. Contemporary views of talent are domain-specific, so they introduce multiple areas of ability. Some of these perspectives include sport-related domains such as the Bodily-Kinesthetic Intelligence (Gardner, 1983), the Psycho-motor Skills (Perleth and Heller, 1994) or the Sensori-motor domain (Gagné, 2000). All of them can be applied to talent detection in sport. Unfortunately, talent identification in sports such as soccer has been traditionally focused on current performance of the subjects. Bailey and Morley consider that (2006): "it can be a poor indicator of ability, since it is mediated through a host of other influences, such as training, support, parental investment and societal values" (p. 213).

Furthermore, authors such as Helsen et al. (2000) believe that talent plays a limited role in the development of elite athletes. Accumulated practice (an average of 10 years and 10,000 hours of training), and associated factors such as coaches or facilities are necessary to become an expert in sport, and to be able to perform with success at a high level (Baker et al., 2003; Ericsson et al., 1993). To create a global picture of talent detection in sport, Williams and Reilly (2000) identified physical, physiological, psychological, and sociological factors as influential in sport performance of future elite athletes.

Due to this wide pleiad of factors that influence the development of elite sport athletes, there has been some attempts at creating a framework for analyzing all issues that can lead to success in this specific field. De Bosscher et al. (2006) designed a global model that classified all possible factors into three levels: Macro-level (i.e. population, political system, gross national product...), Meso-level (i.e. sport policies, strategies, investment decisions...) and Micro-level (i.e. the individual athletes and their close environment). Within this framework, all these levels interact, and no factor can be fully understood isolated from the others. In order to gain a better understanding of all sports policy factors that might influence sport success, De Bosscher et al. (2006) designed the Sports Policy Leading to International Sporting Success (SPLISS) model. It includes nine pillars: from financial and human resources to provision and development of coaches.

Undoubtedly, some of these factors cannot be controlled externally (i.e. an individual's genetics or the population of a country), while others can be manipulated to improve the final results (i.e. sport policies or coaching expertise). One of these last factors is the education system. Heinila (1982) includes education as one of the resources most commonly used in the leading sporting countries to achieve success in elite sport. Unfortunately, the impact of the education system of a country on the detection of talented sports people is, many times, undermined. Moreover, countries rely more on sport policies than education policies to spot, select and nurture talent in sport. They disregard the enormous potential of the education system: it has the opportunity to reach every child in a country. Historically, common characteristics of elite sport systems within communist countries included (De Bosscher et al., 2006): "early talent spotting through



schools, and high training frequency embedded in the school system” (p. 194). Countries such as the Soviet Union, Cuba or China used (some still do) the Physical Education (PE) curriculum to foster their sport talent detection program. Moreover, among the critical factors considered to measure the success of a country in elite sport De Bosscher et al. (2009) included: “children get opportunities to participate in sport at school, during Physical Education or extracurricular” (p. 119). This is not surprising, since PE is the area of the school curriculum most directly related to sport.

Initially, the present article examines the programs that are being conducted in the UK for talent detection in sport through PE. Finally, we present a proposal for talent detection and development in sport through PE based on the one introduced by De Bosscher et al. (2009).

THE UNITED KINGDOM’S (UK) EXPERIENCE: CONNECTING CURRICULAR PE AND TALENT

In the last decade, there have been two important initiatives in the UK to foster the development of talented pupils through PE: the Physical Education, School Sport and Club Links (PESSCL), and the Physical Education and Sport Strategy for Young People (PESSYP).

The PESSCL was launched in 2003, primarily delivered through the network of Sports Colleges and School Sport Partnerships (DfES, 2003). This strategy is a joint project between the Department for Education and Skills and the Department of Culture Media and Sport (DCMS). The overall aim of the PESSCL is to increase the percentage of 5 to 16 year old school children who spend a minimum of two hours each week on high quality PE and School Sport within and beyond the curriculum to 75% by 2006 and to 85% by 2008. So far, it has had some success, since the 2006 milestone has been beaten by 5 percentage points. In light of this achievement, the goal now is for each child to have access to five hours a week by 2012. This should be made up of two hours of PE, and three hours of physical activity offered on school sites or in the community. The strategy has invested over £1.5 billion, and it incorporates eight strands: Specialist Sports Colleges, School Sport Partnerships, Professional Development, Step into Sport, School/Club links, Gifted and Talented, Swimming, and PE and Sport

investigation. The Gifted and Talented strand tries to identify, provide for and support talented pupils, elite disability sport, and multi-skill camps. From this perspective, PE can be seen as a bridge between the domains of education and sport (Kirk and Gorely 2000). Recently, Bailey et al. (2009) have presented the results of a national survey on policy and practices in England. The more relevant findings were:

- A whole school policy is needed to develop an effective departmental strategy.
- Most departments were identifying pupils according to current performance and not potential achievement.
- The most commonly used criteria for identifying talented pupils were performance in school and club sport. The least used criteria were non-physical abilities. In contrast, Bailey and Morley (2006) suggest that the identification of talent in PE should also include cognitive, personal, interpersonal and creative aspects of the individual.
- The specific use of extra-curricular activities was the most common strategy for successful talent development.
- Many teachers reported a shortage in confidence and competence for identifying and providing for talented pupils.
- 3 ways to improve talent development would be to ensure that funding is channeled directly to the schools’ PE department, to identify pupils at an earlier stage, and to increase the numbers of pupils selected to justify coaching sessions.

The PESSYP was launched in 2008 to improve the quantity and quality of PE and sport undertaken by youngsters aged 5-19. It was built on the success of the preceding PESSCL, and it includes an investment of £755 million over a three-year period. This strategy is a joint venture of the Department for Children, Schools and Families and the DCMS, working with the Department for Universities, Innovation and Skills (in relation to 16-19 year olds), and with strong links to the Department of Health. The overall aim is to ensure that all 5-16 years old have access to two hours of PE and three hours of physical activity beyond the curriculum, while 16-19 year olds have three hours of sport outside school. The PESSYP has ten work strands: Club Links, Coaching, Competition, Continuing Professional



Development, Disability, Extending Activities, Gifted and Talented, Infrastructure, Leadership and Volunteering, and Swimming. The aim of the Gifted and Talented strand is to improve the identification, the support and the provision for gifted and talented pupils in PE and Sport. According to the Junior Athlete Education (JAE) framework (Youth Sport Trust, 2009): "Schools and teachers play an instrumental role in recognizing, guiding, supporting and inspiring the talented pupils along this pathway, whatever the destination." (p. 1).

Considering the PE teachers' lack of competence for identifying and providing for talented pupils, the Junior Athlete Education (JAE) Framework, coordinated by the Youth Sport Trust at Loughborough University, was designed to help schools provide a comprehensive range of support materials and processes for talented young sports people. It supports the holistic talent development of these students by focusing on 5 abilities over time: physical, cognitive, personal, social, and creative. When talented pupils are younger (Key Stages 1 and 2), they sample many different skills and sports. All 5 abilities are developed through PE and school sport. As they get older (Key Stage 3), they start to specialise in a chosen sport, and they receive special coaching outside of school. The physical and thinking abilities are developed primarily by their club coach. However, at Key Stages 4 and 5 the role of the school is still important in developing the social, personal and creative abilities of talented performers. The most important idea behind this framework is that PE and school sport function as one in the identification and nurturing of talented sport individuals. For the first time, there is a real coordination between education and sport policies.

A PROPOSAL FOR TALENT DETECTION AND DEVELOPMENT IN SPORT THROUGH PE

In the introduction section, the SPLISS model (De Bosscher et al., 2006) was presented as a tool to analyze all factors that influence international sport success. From our point of view, this model provides a useful framework to develop an approach for talent detection and nurturing in the world of sport. Despite the enormous amount of youngsters that are enrolled in physical activity classes from an early age, many talented athletes are being ignored due to a deficient

structure for talent identification (i.e. insufficient facilities, lack of financial support, poor coaching...). As seen earlier in the article, the PESSCL strategy includes PE as a relevant part of the talent detection and development program. Bearing this idea in mind, a rethinking of the nine pillars of the SPLISS model has been done in order to create a proposal that uses this school subject as a key element in the overall process.

Pillar 1. Financial and human resources

In addition to the different financial support programmes highlighted by De Bosscher et al. (2006): overall sport, elite athletes..., a specific financial support programme for gifted and talented in sport through PE needs to be included. As explained earlier, both the PESSCL and the PESSYP strategies in Great Britain incorporate big budgets. Certainly, it is necessary to have enough financial support to be able to develop successfully all facets of any proposal (facilities, supplies, personnel...). This includes having the adequate human resources in and out of the education system (i.e. PE teachers as well as coaches, coordinators, tutors...). They are the key elements in any structure, since they are going to carry out the plan. However, having the means may enhance the chances of success, but it certainly does not guarantee it. In order to control the overall process, proper assessment also needs to be carried out on a regular basis. Furthermore, all elements involved in the program must be evaluated. Children, coaches, administrators, coordinators, tutors, parents.... anybody involved in the project should be able to raise their voice and share their views. Their insights are very valuable, and they must be considered. In order to have an effective assessment program, enough funds are required, too. Nevertheless, the real issue is how to raise money in difficult times. Currently, Sport Federations from different countries receive large amounts of money from their national lottery, but only limited amounts are directed towards talent detection and development. If we want to develop sport talent programs through PE, part of the money collected through these lotteries should be used to help them. The improvements in facilities, resources and personnel could benefit many young athletes, as well as all students in the national education system. On the other hand, funds for sport development usually come from governments, but they could also come



from private enterprises interested in youth sport. Moreover, these private companies' investments could be beneficial for them through a specific program of tax reductions that could attract more companies to invest in sport.

Pillar 2. Integrated approach to policy development

Sport policies and education policies are usually not coordinated. Consequently, their efficiency is hampered, and the expected outputs are difficult to achieve. Furthermore, many times education and sport policies can draw opposite results. The latest National Laws of Education have reduced the number of PE hours in primary and secondary school in many countries. While sport policies try to foster physical activity and sport to reduce child obesity, education policies reduce the possibilities of the only academic subject that could have an impact on that goal. Therefore, a national agreement on education and sport policies is needed. We strongly believe that any talent development program carried out through PE must be based on the idea of a quality education program for all students. As described by Bailey and Morley (2006), the main goal of this type of projects should be meeting all students' educational needs. If we want to improve the quality of our sport system, we must improve the quality of its base: PE. Our proposal includes two basic ideas:

- Connecting efforts: education policies and sport-related policies must be coordinated to obtain better results. Therefore, sport and education should be integrated in the same ministry to be able to enact laws that would promote physical activity in and out of the school system. PE is the base of sport, since all students learn the basic skills through it. Consequently, the actions of both should be interconnected to obtain bigger outcomes.
- Integrating sport programs: coordination among schools, universities, clubs, as well as local and national educational and sportive structures must be improved. Primary and secondary schools, vocational studies in Physical and Sport Activity, Faculties of Sport, sport clubs and associations must be linked to improve the quality of our talent detection and development sport programs. They all seek the same basic goal: develop healthy and

active people through physical activity. For that reason, it is important to sum up efforts.

Pillar 3. Foundation and participation

Both stages are key elements in the pathway to excellence. Wolstencroft (2002) defines foundation as: "the development of basic movement skills and co-ordination skills promoted principally through early play experiences and PE" (p. 78), and participation as: "sport pursued in a recreational fashion as much for fun, enjoyment, social and health benefits as for interest in specific sports". According to De Bosscher et al. (2009) most top-level athletes have originated from "sport for all" programs. Therefore, if we create a broad base of sport practitioners, it may provide more talented young athletes to the different disciplines, thus increasing the chances of success in competition in the long run. Therefore, the implementation of effective talent development programmes in schools needs to be built on a foundation of quality general PE. Similarly, Borms (1994) highlighted PE as one of the key elements of a successful sport system in a country. Nowadays, many children' sport participation is reduced to the PE class. Only those enrolled in clubs practice sport besides school. Therefore, a simple way of increasing youngsters' sport participation would be to increase the number of weekly hours of PE. Nevertheless and despite the obesity epidemic, governments all over the world are decreasing those figures. Fortunately, there has been a growing call for an increase in the number of PE hours in all education levels to increase children's physical activity levels. Furthermore, if schools establish a well-based extracurricular sports program, the number of hours that our children would spend practicing sport will increase considerably. Schools are close to children's home, while clubs facilities are usually far. So, children will have access to sport more easily through the school's extracurricular activities. Definitely, if we want to make a definite impact on talent detection and development, as well as overall sport participation, PE and school sport must be closely linked. Teachers and coaches need to work in cooperation.



Pillar 4. Talent identification and development system

As described earlier in this article, talent detection in sport is not easy, but researchers agree that it should not be based on just physical characteristics and maturation. Certainly, Williams and Reilly (2000) highlighted the importance of perceptual and tactical skills (“reading the game”) on talent identification in team sports. Precisely, Oslin et al. (1998) developed their Game Performance Assessment Instrument (GPAI) to evaluate game performance. The GPAI was linked to their Tactical Game Model so that teachers could connect what was being taught and learned to the assessment of their students. The benefits of using the GPAI to assess performance are: it can be adapted to various sports and game activities, and it has the ability to measure on-the-ball and off-the-ball skills in offense and defence (Mitchell et al., 2006). Using assessment tools like this one, PE teachers will be able to spot talent in youngsters much easier than anybody else, since they spend some time with all the students. Furthermore, coaches could use the individualized information obtained by teachers to work on specific skills. In addition, PE teachers have the possibility to obtain information and work on all the abilities that Bailey y Morley (2006) considered that can be developed in PE: physical, social, personal, cognitive, and creative. These abilities are more difficult to observe in sport contexts, but they are very beneficial for the development of young players. Therefore, PE teachers and coaches could use similar instruments to assess the students/players’ competence in modified games, and join forces for all the children’s benefits.

According to Kirk (2005): “young people in the 8-14 age range should learn to play through modified games rather than the more traditional approach of learning skills prior to playing the game” (p. 249). Indeed, small-sided games (games played with less number of players in smaller field dimensions) have been shown as useful tools to develop physical fitness and technique in young players (Athanasios and Eleftherios, 2009). Several studies have reported that with less number of players and smaller field dimensions more dribbles, ball contacts, short passes, goal scores and tackles are performed during a game by all players (Athanasios and Eleftherios, 2009; Capranica et al., 2001). Therefore, small-sided games

like the ones that can be seen in PE classes could be used for talent identification and development in youth team sport programs.

On the other hand, as Abbott y Collins (2004) have emphasized: “the motivation to commit to high training loads over an extended period is a crucial determining factor in acquiring and maintaining expertise” (p. 399). While performance itself can be a false indicator of potential, the child’s own interests appear to be an excellent indicator of adult attainment (Abbott y Collins, 2004). Cecchini, et al. (2003) confirmed the existence of a factor called “motivational intensity” which measures the degree of young athletes’ sport motivation. Players who were highly motivated were more interested in sports, spent more hours per week training, worked harder in every session, had higher perceived competence, believed in their personal improvement, anticipated that they will practice longer, and had a higher degree of satisfaction. From our point of view, assessing individual motivational intensity, and designing an appropriate motivational climate in PE and sport (Morgan and Carpenter, 2002) may help the process of identification and development of talent in young players.

Pillar 5. Athletic and post-career support

As described by Pintor et al. (2004), integrating programs of talent development in primary and secondary education allows athletes to combine school and training demands within their regular schedule, making the overall workload easier for them. Furthermore, it will connect players with vocational and higher education studies related to physical activity and sport, showing them a possible profession. On the other hand, when a sport career is over or close to finish, there is always uncertainty among athletes. They have done a single activity for so many years that, many times, they do not know what to do with their lives. Nevertheless, these athletes’ experience is so large, that they could be excellent tutors for beginners in schools and/or sport clubs. At the same time, they could also act as role models for these children who are initiating their sport career. Children would benefit from the advice of these experienced athletes, while these could “fill their time” with a rewarding activity, that could also represent money for them, or a way of living.



Pillar 6. Training facilities

Sport clubs' training facilities are usually far from the athletes' homes. Most teams have moved away from the inner city to the suburbs where the ground is cheaper. This move has made young athletes waste enormous amounts of time everyday just to get to practice. On the contrary, schools are right in the children's doorstep (especially primary schools), so many children just walk everyday to class. If they had their sport programs in the school's facilities, they, and their families, will be able to save a lot of time on a daily basis. Research has showed that many children drop out from sport activities just because no one can take them to practice, and they are too young to go by themselves (Kay, 2000). On the other hand, except for the best teams in the country, most clubs' sporting facilities are poorly equipped and outdated. Similarly, most school's sport facilities are also small, obsolete, and poorly equipped. While clubs are private enterprises, most schools are part of the national public education system. Therefore, if we want PE to be able to help in the detection and development of talented students, it must have adequate facilities and equipment. These could be used during the school's regular schedule (for PE or recess), but also for after-school activities. If we want to create strong extra-curricular sport programs linked to talent detection and development, schools must have the required means. Therefore, not only the in-school activities, but the out-school sport programs would benefit from this investment. Moreover, agreements between education organizations and sports institutions (public and private) could also be signed to facilitate the use of the existing training fields and facilities by young athletes and/or teams.

Pillar 7. Provision and development of coaches

Coaches achieve success or failure depending on the results of the athletes that they prepare. That is why they put so much pressure on them. The problem is that their failure means children dropping out of sport. PE teachers also have a big role to play in their students attitudes toward sport. Many teacher use outdated pedagogies when teaching sport. They tend to concentrate on technical skills, which are boring, rather than tactical skills, which allow the student to practice the sport in and out of the classroom.

Besides, at the primary level, instruction should be multi-oriented, not focused on one sport. As Kirk (2005) have stated: "young people's improvement as players or performers requires them to have as many opportunities as possible to participate in their chosen sport or sports in ways that are authentic and interesting" (p. 249). He believes that the quality of coaches and teachers are key factors in the success of any program oriented to improve physical activity or sport participation. Therefore, it is desirable to have a sufficient number of qualified trainers to support talent school programs. Well paid coaches that feel that their work is valued no matter if they win or lose. For coaches and teachers to work in harmony, it is also very important to have an extra-curricular physical activity coordinator. He/she will be able to establish connections between what is being done in the classroom and in the extracurricular sport program. This way, synergies will help both contexts fully develop each student's capabilities.

Pillar 8. National and international competition structures

Our proposal is mainly focused on students at the primary level. Therefore, national and international competitions are way beyond its scope. On the contrary, we agree with authors such as Côté and Hay (2002) who believe that early experiences of children in organized sport should be based on playing rather than training. This idea indicates that young players should be gradually introduced to competition. Moreover, coaches and organizers should be very careful with the characteristics of the competition that the young players are going to face. The type of competitive experience that young athletes are exposed to should not lead any child to drop out of sport. Therefore, the level of stress that competition produces on a child should be addressed and adjusted to fit every child's needs.

Pillar 9. Scientific research and sports medicine support

In order to assess the validity of any proposal, scientific research needs to be conducted on a regular basis. Only through the eyes of the scientists, the real positive and negative aspects of a plan can be detected. Therefore, a systematic assessment plan must be developed to improve the overall process. It



is also very important to create a network of scientific research that includes inner elements of the talent program (teachers, coaches, and coordinators), as well as outer elements (universities and research centres). On the other hand, sports medicine units can play an important role in preventing health-related problems in young athletes. Sport medicine doctors are specialists, and they will be able to deal with sport related problems better than regular doctors. All children involved in physical activity should go through regular screening in these units to prevent any injuries or discover any weaknesses that must be carefully considered before practicing any sport (i.e. heart, blood pressure) or to improve their performance.

CONCLUSION

As described in the introduction section, talent detection and development in sport is a multi-faceted issue. Physical, physiological, psychological, cognitive, sociological, perceptual, technical and tactical elements have been identified as influential on talent programs. The amount of practice and the context where the teaching/coaching-learning process takes place are also very important. PE and extracurricular school sport, integrated, have an enormous potential for talent detection and nurturing in sport, since they are capable of developing all the above-mentioned elements. PE reaches every single child, but it needs extra time to obtain results. Extracurricular sport can give PE those additional hours that are absolutely necessary to accomplish significant outcomes. Both of them just need an extra help through adequate funding, and proper education and sport policies to be able to achieve new heights in sport talent detection and nurturing.

REFERENCES

1. Abbott, A. & Collins, D. (2004). Eliminating the dichotomy between theory and practice in talent identification and development: considering the role of psychology. *Journal of Sports Sciences*, 22, 395–408.
2. Athanasios, K. & Eleftherios, K. (2009). Effects of small-sided games on physical conditioning and performance in young soccer players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 8, 374-380.
3. Bailey, R. & Morley, D. (2006). Towards a model of talent development in physical education. *Sport, Education and Society*, 11(3), 211-230.
4. Bailey, R.; Morley, D. & Dismore, H. (2009). Talent development in physical education: a national survey of policy and practice in England. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 14(1), 59-72.
5. Baker, J.; Horton, S.; Robertson-Wilson, J. & Wall M. (2003). Nurturing sport expertise: factors influencing the development of elite athlete. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2, 1-9.
6. Borms, J. (1994). *From theory to practice: talent identification and selection – the future for British Governing Bodies*. London: BOA CAG Seminar.
7. Capranica, L.; Tessitore, A.; Guidetti, L. & Figura, F. (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 19, 379-384.
8. Cecchini, J.A.; Echevarría, L.M. y Méndez, A. (2003). *Intensidad de la motivación hacia el deporte en la edad escolar*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
9. Côté, J. & Hay, J. (2002). Children's involvement in sport: A developmental perspective. In: J.M. Silva and D. Stevens (Eds) *Psychological foundations of sport*. Boston: Merrill, 187-209.
10. De Bosscher, V.; De Knop, P.; van Bottenburg, M. & Shibli, S. (2006). A conceptual framework for analysing sports policy factors leading to international sporting success. *European Sport Management Quarterly*, 6(2), 185–215.
11. De Bosscher, V.; De Knop P.; Van Bottenburg, M.; Shibli S. & Bingham J. (2009). Explaining international sporting success: An international comparison of elite sport systems and policies in six countries. *Sport Management Review*, 12, 113–136.
12. DfES. (2003). *Excellence in Cities overview*. Available from URL: <http://www.standards.dfes.gov.uk/sie/eic/> (accessed August 9, 2010).



13. Ericsson, K.A.; Krampe, R. & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100, 363-406.
14. Eyre, D. (1997). *Able children in ordinary schools*. London: David Fulton Publishers.
15. Gagné, F. (2000). Understanding the complex choreography of talent development through DMGT-based analysis. In: K.A. Heller, F.J. Mönks, R.J. Sternberg & R.F. Subotnik (Eds) *International handbook of giftedness and talent*. Oxford: Elsevier, 67-80.
16. Gardner, H. (1983). *Frames of mind*. New York: Basic Books.
17. Heinila, K. (1982). The totalisation process in international sport. Toward a theory of the totalisation of competition in top-level sport. *Sportwissenschaft*, 3, 235-253.
18. Helsen, W.F.; Hodges, N.J.; Van Winckel, J. & Starkes, J.L. (2000). The roles of talent, physical precocity and practice in the development of soccer expertise. *Journal of Sports Sciences*, 18, 727-736.
19. Kay, T. (2000). Sporting excellence: A family affair? *European Physical Educational Review*, 6(2), 151-169.
20. Kirk, D. (2005). Physical education, youth sport and lifelong participation: the importance of early learning experiences. *European Physical Education Review*, 11(3), 239-255.
21. Kirk, D. & Gorely, T. (2000). Challenging thinking about the relationship between school physical education and sport performance. *European Physical Educational Review*, 6(2), 119-134.
22. Mitchell, S.A.; Oslin, J.L. & Griffin, L.L. (2006). *Teaching sport concepts and skills: A tactical games approach* (2nd ed). Champaign, IL: Human Kinetics.
23. Morgan, K. & Carpenter, P. (2002). Effects of Manipulating the Motivational Climate in Physical Education Lessons. *European Physical Education Review*, 8(3), 207-229.
24. Oslin, J.L.; Mitchell, S.A. & Griffin, L.L. (1998). The game performance assessment instrument (GPAI): Development and preliminary validation. *Journal of Teaching in Physical Education*, 17, 231-243.
25. Perleth, C. & Heller, K. A. (1994). The Munich longitudinal study of giftedness. In: R.F. Subotnik & K.D. Arnold (Eds) *Beyond Terman: contemporary longitudinal studies of giftedness and talent*. Norwood, NJ: Ablex, 77-114.
26. Pintor, P.; Alonso, E. y Martínez, S. (2004). El trabajo con talentos deportivos en la escuela. V *Simposium Internacional. Educación Física, Deporte y Turismo activo*.
27. Sotiriadou, K. & Shilbury, D. (2009). Australian elite development: An organizational perspective. *Sport Management Review*, 12, 137-148.
28. Williams, A.M. & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sport Sciences*, 18, 657-667.
29. Wolstencroft, E. (Ed.) (2002). *Talent identification and development: An academic Review*. Edinburgh: University of Edinburgh.
30. Youth Sport Trust (2009). Gifted in PE. Available online at: <http://gifted.youthsporttrust.org/page/welcometmp/index.htm> (accessed August 9, 2010).



Pallarés, J.G.; Morán-Navarro, R. (2012). Propuesta metodológica para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):119-136.

Review

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE CARDIORESPIRATORY ENDURANCE TRAINING

Pallarés, J.G.¹; Morán-Navarro, R.²

¹*Laboratorio de Fisiología del Ejercicio. Universidad de Castilla la Mancha.*

²*Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.*

Correspondence to:
Jesús García Pallarés
Exercise Physiology Laboratory at Toledo
University of Castilla la Mancha
Av/ Carlos III, s/n Toledo 45071
Email: jesus.garcia.pallares@gmail.com

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



Received: 15-01-2012
Accepted: 29-03-2012



RESUMEN

Orientar y maximizar las adaptaciones que propicia el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria requiere de un adecuado manejo de las variables que definen la carga de entrenamiento; principalmente Volumen, Intensidad y Densidad. Tras una completa revisión y clarificación terminológica sobre las fuentes o rutas metabólicas de obtención de energía, así como una breve descripción de las valoraciones o test más aceptados para evaluar el rendimiento de cada una de ellas, se lleva a cabo una detallada propuesta metodológica para el desarrollo de las diferentes capacidades funcionales que engloban la resistencia cardiorrespiratoria. En relación a la prescripción de la Intensidad del esfuerzo, quizás el componente de la carga que en mayor medida va a orientar y condicionar las adaptaciones cardiorrespiratorias en uno u otro sentido, esta propuesta metodológica toma como referencia las principales variables que se emplean comúnmente para la valoración del rendimiento y la prescripción del entrenamiento de resistencia: Consumo Máximo de Oxígeno (%VO_{2max}), Frecuencia Cardíaca Máxima (FC_{max}), Frecuencia Cardíaca de Reserva (FC_{reserva}), Velocidad Aeróbica Máxima (%VAM) y Concentración de Ácido Láctico en sangre capilar ([lact]).

Palabras clave: Volumen, intensidad, densidad, umbral anaeróbico, potencia aeróbica, métodos de entrenamiento.

ABSTRACT

Guiding and maximizing the cardiorespiratory endurance training adaptations requires a proper management of the variables that define the training load; mainly volume, intensity and density. Following a thorough review and clarification of terminology about the sources or pathways of energy production, as well as a brief description of the most accepted assessments or tests used to detect the performance of each one, the authors carried out a detailed methodological approach of the development of different functional capabilities, which encompass cardiorespiratory endurance. In relation to the intensity of effort, generally acknowledged as the most important variable which will further guide the cardiorespiratory adaptations, this methodological approach draws on the main variables that are commonly used in sport performance assessments and endurance training prescription: Maximum Oxygen Uptake (% VO_{2max}), Maximum Heart Rate (HR_{max}), Heart Rate Reserve (HR_{reserve}), Maximal Aerobic Velocity (%MAV) and capillary Blood Lactate Concentration ([lact]).

Keywords: Volume, intensity, density, anaerobic threshold, aerobic power, training methods.



INTRODUCCIÓN

La Carga de entrenamiento está considerada como el conjunto de exigencias mecánicas, biológicas y psicológicas, inducidas por las actividades de entrenamiento y competición, que provocan un estado de desequilibrio en el organismo del atleta (González-Badillo & Ribas Serna, 2002). Los tres principales componentes que definen y condicionan esta Carga de entrenamiento son el Volumen, la Intensidad y la Densidad. La manipulación de cualquiera de estas variables, incluso manteniendo estables las demás, puede producir unos efectos y adaptaciones muy diferentes sobre el desarrollo de las distintas capacidades físicas condicionales del atleta.

Por su parte, el Volumen es la medida cuantitativa de la Carga, y aunque puede expresarse de multitud de formas diferentes, para el entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria se suele utilizar el tiempo empleado (horas o minutos), el espacio recorrido (metros o kilómetros) o incluso el número de estímulos o repeticiones de esfuerzo realizadas. La Intensidad se entiende sin embargo como el aspecto cualitativo de la carga, es decir, el rendimiento requerido respecto a una capacidad máxima conocida o estimada (p.e., %FCmax, %VO_{2max}, %FCreserva o %VAM), y está considerada por un gran número de autores como la principal variable que orienta y condiciona las adaptaciones al entrenamiento (Kraemer, Fleck & Deschenes, 1988; Gibala et al., 2006; Helgerud, et al., 2007). Finalmente, la Densidad representa la relación entre el tiempo de trabajo y el de recuperación (Densidad = Trabajo / Descanso), ya sea entre repeticiones, series, sesiones o unidades más amplias de entrenamiento. A mayor densidad, mayor carga/exigencia del estímulo propuesto y viceversa.

Conocedores de la importancia que tiene el adecuado manejo y la prescripción de la intensidad del esfuerzo en cualquier tipo de actividad cardiorrespiratoria, bien sea desde el punto de vista del ejercicio físico saludable o del rendimiento deportivo, esta variable ha recibido una especial atención en la literatura científico-divulgativa relacionada con la preparación física desde los años 50 (Matveiev, 1970). Como precedente al criterio biológico para el control de la intensidad de entrenamiento, diversos autores han propuesto innumerables clasificaciones y

terminologías dispares para estructurar este aspecto cualitativo de la carga de entrenamiento. La mayoría de estas propuestas han estado fundamentadas únicamente en tiempos de paso relativos a una velocidad de desplazamiento máxima, en base a frecuencias cardíacas en valor absoluto no individualizadas, o incluso como porcentajes de tiempo respecto a una marca deportiva conseguida por el atleta. Estas clasificaciones y terminologías ambiguas no generan sino confusión, alejando a los técnicos deportivos de comprender, y por lo tanto orientar, las adaptaciones fisiológicas que están consiguiendo con sus programas de entrenamiento. Resulta fundamental por lo tanto relacionar la intensidad del esfuerzo con la cantidad de energía producida en unidad de tiempo, e inevitablemente relacionar ésta con los procesos o rutas metabólicas de obtención del ATP (Navarro & García-Verdugo, 2007).

CLARIFICACIÓN TERMINOLÓGICA SOBRE LAS RUTAS METABÓLICAS DE ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA

Como paso previo a la exposición detallada de los métodos de entrenamiento que van a favorecer el desarrollo de la resistencia cardiorrespiratoria en todo su abanico de intensidades, parece aconsejable realizar una clarificación terminológica que permita definir convenientemente las diferentes rutas metabólicas de obtención de energía, identificar las principales adaptaciones fisiológicas que van a producir a medio-largo plazo, así como una breve exposición de los test y valoraciones más aceptados para detectar y establecer el rendimiento de cada una de ellas.

Umbral Aeróbico (R1)

El Umbral Aeróbico se puede definir como aquella intensidad de esfuerzo en la que el metabolismo aeróbico se hace insuficiente por sí sólo para satisfacer las demandas energéticas del tejido muscular activo y, en consecuencia, es necesario recurrir a las fuentes anaeróbicas adicionales de suministro energético (Holloszy & Coyle, 1984). Esta producción de energía por metabolismo anaeróbico es muy reducida, por lo que la escasa acidez (H⁺) que genera es inmediatamente tamponada o bloqueada en el propio músculo (*buffered*) y por



tanto ésta se mantiene en una línea estable o también llamada “línea basal” (Naimark, Wasserman, McIlroy, 1964) (Figura 1A).

En esta ruta metabólica existe un consumo mixto de grasas e hidratos de carbono (HHCC) (20-40% ácidos grasos vs. 60-80% HHCC), y la participación aeróbica-anaeróbica se encuentra en torno al 99% aeróbico vs. 1% anaeróbico. La intensidad del Umbral Aeróbico (R1) se localiza en la mayor parte de los sujetos entrenados entre el 65-75% del VO_{2max} y entre el 75-85% de su Umbral Anaeróbico. El entrenamiento continuado sobre esta intensidad (R1) produce prioritariamente mejoras en la eficiencia aeróbica así como una optimización de la oxidación de grasas y un aumento de sus depósitos en el interior de la fibra muscular en forma de triglicéridos intramusculares (IMTG).

Para deportistas de medio-alto nivel, el entrenamiento cardiorrespiratorio a una intensidad inferior a este Umbral Aeróbico no va a producir beneficios en su condición física ya que, por debajo de esta intensidad, todas las estructuras del atleta se encuentran perfectamente adaptadas para aportar de forma eficiente la energía necesaria y cumplir con la exigencia mecánica (tejidos conectivos, musculoesquelético, vascular, etc.), por lo que no experimentará adaptaciones positivas al esfuerzo realizado. No obstante, estas intensidades inferiores al Umbral Aeróbico (<65% VO_{2max}) pueden ser beneficiosas y por lo tanto prescribirse para llevar a cabo las recuperaciones activas de estímulos más intensos o incluso sesiones de recuperación completas (R0).

Metodologías para la Valoración del Umbral Aeróbico:

Las metodologías más validadas que existen en la actualidad para detectar el Umbral Aeróbico son:

- *Umbral Láctico (LT)*: Intensidad que precede a un incremento inicial y continuado del ácido láctico sanguíneo en un test incremental escalonado. Se define como la carga previa a la intensidad que produce un incremento de $1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ respecto a la línea basal (Hagberg & Coyle, 1983) (Figura 1A).

- *Umbral Ventilatorio 1 (VT1)*: Intensidad en la que se produce un incremento en la ventilación minuto como producto de la necesidad ventilatoria de eliminar el exceso de dióxido de carbono (VCO_2) derivado del tamponamiento de la acidosis por el bicarbonato. Como consecuencia de lo anterior se produce un incremento repentino del Equivalente Ventilatorio del O_2 (VE/VO_2) sin un incremento asociado del Equivalente del CO_2 (VE/VCO_2) en un test incremental en rampa con registros de espirometría (Chicharro & Lucia 2008) (Figura 1B).
- *V-Slope*: Basándose en el mismo hito fisiológico que identifica el VT1, al representar gráficamente el incremento de la producción de dióxido de carbono (VCO_2) en función del consumo de oxígeno (VO_2), es posible identificar el punto en que la pendiente cambia, es decir, que la ventilación aumenta en función, no de la necesidad de consumir más oxígeno, sino de eliminar el exceso de CO_2 (Beaver et al., 1986).

Umbral Anaeróbico (R2)

El Umbral Anaeróbico está considerado como la zona o intensidad de transición aeróbica-anaeróbica en la que el oxígeno suministrado a los músculos que se ejercitan no resulta suficiente para cubrir las necesidades de energía, por lo que la glucólisis anaeróbica comienza a intervenir de manera *relevante* como proveedora de ATP (~5-7% del total de la energía) (Mora-Rodríguez, 2009). A partir de este Umbral Anaeróbico, si la intensidad continúa incrementándose, la acidosis metabólica del atleta comienza a elevarse exponencialmente debido a que el músculo no es capaz de resintetizarlo (*tamponarlo - Sistema Buffer*) a la misma velocidad que se genera, y esto produce a su vez que la ventilación se intensifique de manera desproporcionada con respecto al oxígeno consumido (Wasserman & McIlroy, 1964).

Esta ruta metabólica, situada en un cociente respiratorio (VCO_2/VO_2) muy próximo a 1, requiere de un consumo energético prácticamente exclusivo de HHCC, donde la participación aeróbica-anaeróbica se encuentra en torno al 95% aeróbico vs. 5% anaeróbico (Wasserman, Hansen, Sue, Stringer



& Whipp, 2005). La intensidad de este Umbral Anaeróbico (R2) se localiza en la mayor parte de los sujetos entrenados entre el 75-85% de su VO_{2max} .

El entrenamiento continuado sobre esta intensidad (R2) produce prioritariamente mejoras en la oxidación del glucógeno y un aumento de sus depósitos, así como diferentes adaptaciones de tipo central como un aumento de la difusión pulmonar y de la afinidad por la hemoglobina, y una mejora de la volemia, del volumen sistólico y por ende del gasto cardíaco máximo (García-Pallarés & Izquierdo, 2011).

Metodologías para la Valoración del Umbral Anaeróbico:

Aunque en la literatura internacional se han descrito multitud de metodologías diferentes (invasivas y no invasivas, directas e indirectas) para la determinación de esta transición aeróbica-anaeróbica, algunas de las más aceptadas por sus niveles de validez y reproducibilidad son:

- **Máximo Estado Estable de Lactato (MLSS):** Intensidad máxima de ejercicio que puede mantenerse durante un tiempo prolongado (>25 min) sin un incremento continuado (<1 $mmol^{-1}$) de la concentración de ácido láctico (Beneke, 2003). Está considerado como el método "Gold Standard" o de referencia por sus elevados índices de reproducibilidad, así como por su relación directa con la definición del propio Umbral Anaeróbico.
- **Umbral 1 $mmol \cdot L^{-1}$ por encima de la línea basal (LT+1):** Determina el Umbral Anaeróbico en aquella intensidad de esfuerzo que, durante un test incremental escalonado, produce un aumento de la concentración de ácido láctico de 1 $mmol \cdot L^{-1}$ por encima de la línea basal definida con 3-4 cargas submáximas precedentes (Coyle et al., 1983) (Figura 1A).
- **Umbral Ventilatorio 2 (VT2):** Durante un test incremental en rampa con análisis de gases, el umbral anaeróbico se establece en aquella intensidad de ejercicio en la que, como consecuencia de la acidosis láctica, se produce una activación de los quimiorreceptores que

estimulan el centro respiratorio, provocando a su vez una hiperventilación que trata de compensar esta acidosis metabólica. Como resultado, la ventilación minuto se incrementa en relación a la producción de dióxido de carbono, por lo que se produce un incremento de la relación VE/VCO_2 y una consecuente disminución en la presión parcial del CO_2 al final de la ventilación ($PetCO_2$) (Chicharro & Lucia 2008) (Figura 1B).

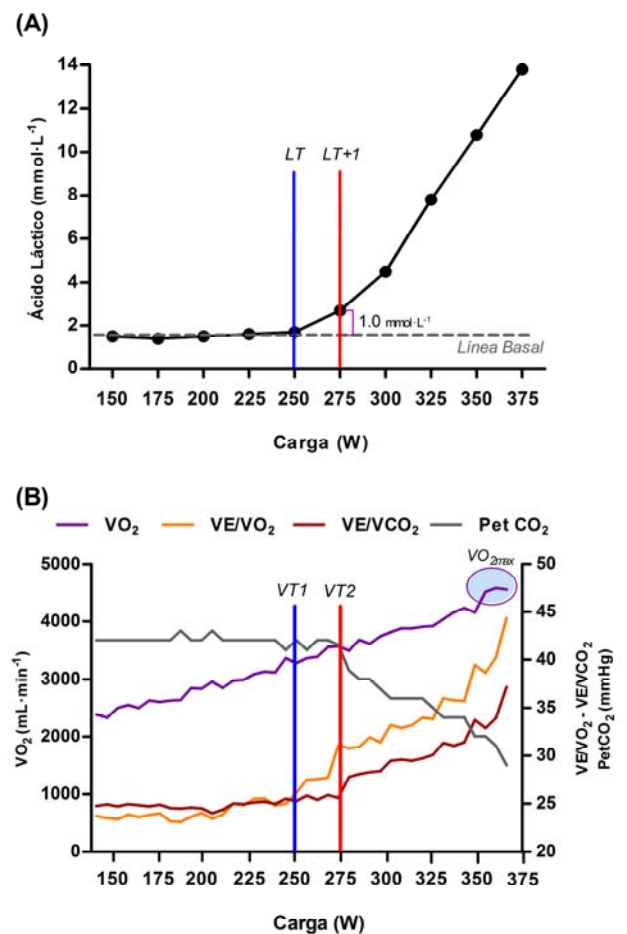


Figura 1. Ejemplo de las determinaciones para un mismo sujeto del LT y LT+1 en un test máximo escalonado (A), así como del VT1, VT2 y VO_{2max} en un test máximo en rampa (B).

Consumo Máximo de Oxígeno o VO_{2max} (R3 y R3+)

El VO_{2max} se define como la cantidad más elevada de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo (Fernández-Vaquero, 2008). Esta intensidad coincide con la carga o potencia de ejercicio (i.e., Potencia Aeróbica Máxima) en la que los mecanismos



aeróbicos de producción de energía llegan a saturarse, de modo que si la carga continúa incrementándose deberá ser a costa de una mayor participación del metabolismo anaeróbico. Está considerada como la variable con mejores índices de predicción del rendimiento aeróbico del atleta y uno de los principales indicadores de salud cardiorrespiratoria. El VO_{2max} suele expresarse en valor absoluto ($L \cdot min^{-1}$), relativo a la masa corporal ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) o incluso relativo a la masa libre de grasa o masa muscular del sujeto.

Durante un esfuerzo cercano al VO_{2max} el glucógeno es la principal fuente de suministro energético y la participación aeróbica-anaeróbica se encuentra en torno al 65% aeróbico vs. 35% anaeróbico. El entrenamiento sobre esta zona de potencia aeróbica requiere que el deportista realice cargas de trabajo a una intensidad ligeramente inferior (90-95% VO_{2max} - R3) o sobre el propio VO_{2max} (95-100% VO_{2max} - R3+) (García-Pallarés, Sánchez-Medina, Carrasco, Díaz & Izquierdo, 2009; García-Pallarés, García-Fernández, Sánchez-Medina, Izquierdo & 2010). El entrenamiento periodizado sobre esta zona (R3 y R3+) produce prioritariamente mejoras en la capacidad de soportar esfuerzos en condiciones próximas o iguales al VO_{2max} mediante diferentes adaptaciones periféricas como un aumento de la densidad capilar, densidad mitocondrial y un incremento de las enzimas oxidativas y de las reservas de glucógeno muscular (García-Pallarés & Izquierdo, 2011).

Metodologías para la Valoración de la Potencia Aeróbica:

Aunque existen multitud de pruebas diseñadas y validadas para la determinación de la Potencia Aeróbica o VO_{2max} , existen dos metodologías claramente diferenciadas:

Medición directa con Espirometría - Test incremental en rampa hasta el agotamiento:

Tras un test con incrementos constantes de la intensidad y sin recuperaciones, el VO_{2max} se define como la media de los dos mayores valores de 15 s de VO_2 consecutivos alcanzados hacia el final de la prueba, siempre y cuando la prueba cumpla al menos 3 de los 4 criterios de maximalidad: 1º aparición de una meseta en el comportamiento lineal del VO_2 a

pesar del aumento de la intensidad del esfuerzo, o en su defecto, confirmar que el aumento del VO_2 sea inferior a $150 ml \cdot min^{-1}$ en dos estadíos sucesivos del test; 2º Concentraciones de ácido láctico capilar superiores a $8 mmol \cdot L^{-1}$; 3º Alcanzar un Cociente Respiratorio (VCO_2/VO_2) igual o superior a 1.15; 4º Registrar la frecuencia cardíaca máxima teórica del sujeto (Pérez, 2008). En caso de no cumplirse estos criterios de maximalidad, el mayor valor de VO_2 registrado en la prueba no podrá considerarse VO_{2max} y se denomina VO_{2pico} (Figura 1B). Este método está considerado como el método "Gold Standard" o de referencia por sus elevados índices de reproducibilidad, así como por su relación directa con la definición de la propia Potencia Aeróbica y del VO_{2max} .

Test de estimación:

Conocedores de las grandes aplicaciones prácticas que la determinación del VO_{2max} puede tener para la prescripción y la valoración del ejercicio en el campo de la salud y el rendimiento deportivo, y debido a los costosos recursos materiales y humanos que son necesarios para realizar las determinaciones del VO_{2max} con espirometría, numerosos autores han desarrollado múltiples test máximos y submáximos para estimar la potencia aeróbica de los atletas atendiendo a la evolución de diferentes variables cuyo registro es notablemente más sencillo y menos costoso. Algunos de los más utilizados actualmente por sus niveles aceptables de validez y reproducibilidad son:

Test de estimación submáximos:

- *Test de estimación de VO_{2max} de Astrand y Ryhming:* Este test predice el VO_{2max} a partir de la medición de la frecuencia cardíaca durante un único esfuerzo submáximo y el empleo de un normograma (Astrand & Ryhming, 1954).
- *Test de extrapolación:* Test basado en la relación lineal que existe entre la intensidad del ejercicio, la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno. Registrando la frecuencia cardíaca del sujeto en dos o tres intensidades submáximas, la potencia aeróbica (VO_{2max}) puede estimarse extrapolando hasta su frecuencia cardíaca máxima teórica (Grant, Corbett, Amjad, Wilson & Aitchison, 1995).



Test de estimación máximos:

Existen multitud de pruebas de campo para la estimación del VO_{2max} en los que apenas son necesarios recursos materiales y humanos. Dependiendo de la especialidad de los deportistas y de su nivel de rendimiento, actualmente destacan dos test por sus niveles razonables de validez y reproducibilidad reportados en la literatura internacional: *Test Yo-Yo de recuperación intermitente*, adecuado para jugadores de deportes colectivos (Krustrup et al., 2003) y el *Test de Léger-Boucher*, o también conocido como el *Test de la Universidad de Montreal*, que permite estimar tanto el VO_{2max} como la Velocidad Aeróbica Máxima (VAM), por lo que resulta especialmente interesante para deportes cíclicos (Léger & Boucher, 1980).

Capacidad Anaeróbica Láctica (R4)

Desde la perspectiva de la Fisiología del Ejercicio, la Capacidad Anaeróbica Láctica se define como la cantidad total de ATP que puede resintetizar la vía glucolítica en un esfuerzo de máxima intensidad hasta el agotamiento (Calbet, 2008). Debido a las grandes dificultades logísticas que existen para poder evaluar y prescribir esta zona de entrenamiento tomando como base esta definición, existe igualmente cierto consenso internacional en definir la Capacidad Anaeróbica Láctica como al gasto energético total requerido por un esfuerzo máximo, sin ningún tipo de distribución de la fatiga (*All Out*), durante un tiempo de 30 s – 1 min. Con motivo de la dificultad anteriormente mencionada para poder medir directamente la Capacidad Anaeróbica Láctica desde una perspectiva fisiológica, el concepto y la definición de esta ruta metabólica (R4) se ha venido relacionado únicamente, e incluso se llega a confundir de forma habitual en la literatura, con la metodología del test más empleado en el mundo para estimar el rendimiento de esta capacidad – *Test Wingate*.

El esfuerzo a una intensidad de Capacidad Anaeróbica (R4) requiere de un consumo energético prácticamente exclusivo del glucógeno muscular por la vía de la glucólisis anaeróbica, además de una depleción casi completa de las reservas de fosfocreatina y una disminución significativa de las reservas de ATP que se encuentran las fibras musculares activas (Gorostiaga & Calbet, 2010).

Durante este tipo de esfuerzos existe una participación aeróbica–anaeróbica en torno al 35% aeróbico vs. 65% anaeróbico, aunque es muy variable en función de las características del deportista (i.e., composición de fibras musculares, orientación de su entrenamiento previo, etc.). El entrenamiento sobre esta zona (R4) requiere que el sujeto realice cargas de trabajo a una intensidad considerablemente superior al VO_{2max} (105-120% VO_{2max}), generando a largo plazo mejoras en la tolerancia a la acidosis metabólica elevada, aumentos de la capacidad glucolítica, así como incrementos en las reservas energéticas de ATP, CP y glucógeno muscular.

Metodologías para la Valoración de la Capacidad Anaeróbica:

Tal y como se ha descrito, la metodología más utilizada para la valoración del rendimiento de esta ruta metabólica es el *Test Wingate* (Bar-Or, Dotan & Inbar, 1977). Este test consiste en realizar un esfuerzo cíclico (generalmente pedaleo) durante 30 segundos sin ningún tipo de distribución de la fatiga, donde la capacidad anaeróbica se define como la potencia media (W) desarrollada durante el test. La resistencia a vencer, la configuración de las dimensiones del ergómetro, así como la posición de arrancada (i.e., salida parada o lanzada) continúan generando controversia 35 años después. No obstante, el protocolo más extendido del test Wingate establece la resistencia a vencer en el 7.5% de la masa corporal del participante (0.75 kp) para el pedaleo en cicloergómetro y del 5% (0.5 kp) para el ergómetro de brazos o Crank-arm. Además, la arrancada desde la posición de parado, así como una individualización de las dimensiones del ergómetro a las medidas antropométricas del sujeto, parecen maximizar los índices de reproducibilidad del test (MacIntosh, Rishaug & Svedahl, 2003; Neville, Pain, Kantor & Folland, 2010).

Potencia Anaeróbica Láctica (R5)

La Potencia Anaeróbica Láctica se define como la cantidad máxima de ATP resintetizada en la glucólisis anaeróbica por unidad de tiempo (Calbet, 2008). Al igual que con la Capacidad Anaeróbica (R4), medir y por tanto evaluar la Potencia Anaeróbica Láctica en base a esta definición requiere una cantidad ingente de recursos que imposibilitan a la medicina del deporte y al entrenamiento deportivo



poder utilizar en la práctica real estos conceptos. Por ello, de nuevo esta ruta metabólica se ha venido definiendo como la potencia máxima (W) alcanzada en los primeros segundos (2-5 s) de un test cíclico máximo.

Estímulos de entrenamiento o competición que se realizan a esta intensidad (R5) requieren depleciones casi completas de los depósitos de fosfocreatina (80%), así como descensos significativos de las reservas de ATP (30-40%) y glucógeno muscular (30-40%) (Gorostiaga & Calbet, 2010). Diferentes estudios han reportado una participación aeróbica-anaeróbica en este tipo de esfuerzos en torno al 15% aeróbico vs. 85% anaeróbico, aunque de nuevo es muy variable en función de las características individuales del sujeto. El entrenamiento sobre esta zona (R5) requiere que el deportista realice cargas de trabajo a una intensidad aproximada del 120-140% del VO_{2max} , generando como principales adaptaciones a medio-largo plazo una optimización de la actividad de las enzimas glucógeno fosforilasa y fosfofructoquinasa (PFK), retraso en la caída del pH intramuscular (capacidad tampón o *Buffer*), un incremento importante de las reservas de fosfágenos de alta energía (ATP y CP), y por lo tanto una mejora en la tasa de producción de energía por la vía glucolítica (Calbet, 2008).

Metodologías para la Valoración de la Potencia Anaeróbica:

Además del ya mencionado Test de Wingate, dónde la potencia Anaeróbica (R5) se asocia a la potencia máxima (W) desarrollada durante el test (generalmente durante los primeros 2-5 segundos de la prueba), otras valoraciones como el test de Carga Inercial (Mora-Rodríguez, 2009) permiten estimar el rendimiento de esta ruta metabólica con mayor sensibilidad, así como con mejores índices de reproducibilidad e incluso de validez que el propio Test Wingate.

Potencia Anaeróbica Aláctica (R6)

A un nivel estrictamente teórico, esta ruta metabólica se puede definir como la máxima cantidad de ATP resintetizado por unidad de tiempo, vía metabolismo energético anaeróbico, pero sin producción de lactato (Calbet, 2008). Aunque teóricamente esta definición es correcta y se ha mantenido válida durante muchas

décadas, surge en los últimos tiempos una gran controversia sobre la posibilidad real de que esta capacidad se manifieste de forma aislada durante esfuerzos de corta o muy corta duración. Estudios recientes han descrito aumentos significativos de la concentración de ácido láctico tras esfuerzos cíclicos de menos de 6 segundos (Gaitanos, Williams, Boobis & Brooks, 1993), e incluso tras un único salto con contramovimiento (Chamari et al., 2001). Estos datos dejan patente la participación relevante del metabolismo anaeróbico glucolítico en este tipo de esfuerzos de tan corta duración, y por lo tanto hacen que incluso el propio término que define esta ruta metabólica deje de ser el apropiado.

En este sentido, tal y como han aconsejado diferentes fisiólogos del ejercicio en los últimos años (Greenhaff, 2003; Calbet, 2008), parece aconsejable abandonar definitivamente el uso de esta terminología, dejando claro que cualquier esfuerzo de tipo *All Out* tiene una participación mixta de las diferentes rutas anaeróbicas (lácticas y alácticas) desde la primera contracción muscular del esfuerzo. Este error terminológico no implica sin embargo que en la práctica real se deba prescindir de este tipo de estímulos, generalmente asociados únicamente a la preparación para determinadas especialidades de muy corta duración, ya que las adaptaciones fisiológicas y neuromusculares que proporcionan al atleta continúan siendo igual de necesarias. Dentro de estas adaptaciones destacan una mejora en la tasa de producción de energía anaeróbica glucolítica y aláctica, aumento de los depósitos de fosfágenos de alta energía, así como diferentes adaptaciones neuromusculares relacionadas con varias manifestaciones de la fuerza y la velocidad gestual.

Algunos de los test comúnmente empleados para estimar el rendimiento de esta capacidad, íntimamente relacionada con el componente neuromuscular del individuo, son:

- *Test de Salto Vertical*: estimación de la potencia (W) a partir de la altura de salto o medida directamente la fuerza aplicada a través de una plataforma de fuerzas: Squat Jump (SJ), Salto con Contramovimiento (CMJ), Drop Jump (DJ), Abalakov.



- *Curvas Fuerza-Velocidad:* en ejercicios isoinerciales como el Press Banca o la Sentadilla, conociendo la resistencia (kg) y la velocidad a la que se desplaza mediante un transductor lineal de velocidad o de posición, se puede estimar la potencia mecánica máxima que es capaz de generar el atleta (Sánchez-Medina, Pérez & González-Badillo, 2009).

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA

Una vez establecida esta clarificación terminológica y en base a los datos científicos anteriormente detallados para cada una de las rutas metabólicas, así como en la propia experiencia profesional de los autores, las Tablas 1 y 2 recogen la propuesta metodológica para el entrenamiento de las diferentes zonas de la resistencia cardiorrespiratoria.

La **Tabla 1** muestra un resumen de las principales adaptaciones fisiológicas que se relacionan con el entrenamiento continuado de las 7 zonas o rutas metabólicas descritas, así como los porcentajes (%) de intensidad asociados a las principales variables que se emplean para el control y la prescripción del entrenamiento de resistencia (Pallarés, Morán-Navarro, Pérez, 2011): Consumo Máximo de Oxígeno (%VO_{2max}), Frecuencia Cardíaca Máxima (%FC_{max}), Frecuencia Cardíaca de Reserva (%FC_{reserva}), Velocidad Aeróbica Máxima (%VAM) y concentración de ácido láctico en sangre capilar ([lact]).

En la **Tabla 2** se muestran los métodos de entrenamiento, empleando una terminología modificada de Navarro (1998), y detallando los rangos idóneos de manipulación de los diferentes componentes de la carga (i.e., Volumen, Intensidad y Densidad) que optimizan el desarrollo de cada una de las rutas metabólicas. Esta propuesta diferencia principalmente tres grupos de métodos de entrenamiento de la resistencia cardiorrespiratoria: Métodos Continuos, Métodos Fraccionados y Métodos de Puesta a Punto.

Los **Métodos Continuos** son estímulos de trabajo sin intervalos de descanso, bien sea con intensidad constante (*Continuos Uniformes*) o con cambios

leves de intensidad (*Continuos Variables*) diseñados para trabajar dos rutas metabólicas aeróbicas.

Por otro lado, los **Métodos Fraccionados** son aquellos en los que se incorporan fases de pausa entre los diferentes estímulos propuestos. Estas pausas pueden ser incompletas (*Métodos Interválicos*) donde el tiempo de recuperación no permite al atleta recuperar por completo su estado inicial de rendimiento, o pausas completas o casi completas (*Métodos de Repeticiones*) en los que el tiempo de recuperación es más amplio y permite una restauración casi completa del rendimiento del atleta entre las diferentes repeticiones del esfuerzo programado.

Finalmente, los métodos específicos de **Control y Puesta a Punto** están diseñados para facilitar al deportista la mejora de la resistencia específica de la propia distancia de competición, permitiéndole integrar y optimizar las mejoras obtenidas en las diferentes capacidades funcionales que ha desarrollado durante el ciclo. Dentro de estos métodos destacan las *Series Rotas* (la distancia de competición dividida en tramos de igual volumen con una breve pausa entre ellas), las *Series Simuladoras* (la distancia de competición dividida en tramos que simulan la distribución del esfuerzo que va a llevar a cabo el deportista en la competición con una breve pausa entre ellas) y las pruebas de *Competición y Control*, que tratan de simular en el entrenamiento todas las condiciones reales que el deportista se va a encontrar en competición (distancia, rivales, materiales, pausas, etc.).

Las **Figuras 2, 3, 4, 5 y 6** incluyen representaciones gráficas con ejemplos de los perfiles Intensidad - Tiempo para cada uno de los métodos de entrenamientos descritos en la Tabla 2. (RA: *Recuperación Activa*; RP: *Recuperación Pasiva*).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Åstrand, P.O., Rhyning, I. (1954). A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Journal of Applied Physiology*, (7), 218-221.
2. Bar-Or, O., Dotan, R. & Inbar, O. (1977). A 30 s all out ergometry test: its reliability and



- validity for anaerobic capacity. *Israel Journal of Medicine Sciences in Sports & Exercise*, 13, 326-327.
3. Beneke, R. (2003). Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. *European Journal of Applied Physiology*, 88(4-5), 361-9.
 4. Calbet, J.A.L. (2008). Potencia y capacidad anaeróbicas. En Chicharro, J.L. y Fernández-Vaquero A. (Eds.) *Fisiología del Ejercicio* (3ª ed. P. 487) Madrid: Editorial Médica Panamericana.
 5. Chamari, K., Ahmaidi, S., Blum, J.Y., Hue, O., Temfemo, A., Hertogh, C., Mercier B., Préfaut, C., Mercier, J. (2001). Venous blood lactate increase after vertical jumping in volleyball athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 85(1-2), 191-4.
 6. Chicharro J.L., Lucía, A. (2008). Transición aeróbica-anaeróbica: concepto, bases fisiológicas y aplicaciones. En Chicharro, J.L. y Fernández-Vaquero A. (Eds.) *Fisiología del Ejercicio* (3ª ed. P. 416) Madrid: Editorial Médica Panamericana.
 7. Coyle, E.F., Martin, W.H., Ehsani, A.A., Hagberg, J.M., Bloomfield, S.A., Sinacore, D.R., Holloszy, J.O. (1983). Blood lactate threshold in some well trained ischemic heart disease patients. *Journal of Applied Physiology*, 54, 18-23.
 8. Del Coso, J., Hamouti, N., Aguado-Jimenez, R., Mora-Rodriguez, R. (2009). Respiratory compensation and blood pH regulation during variable intensity exercise in trained versus untrained subjects. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 83-93.
 9. Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H., Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75, 712-719.
 10. García-Pallarés, J., Sánchez-Medina, L., Carrasco, L., Díaz, A., Izquierdo, M. (2009). Endurance and neuromuscular changes in world-class level kayakers during a periodized training cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 629-638.
 11. García-Pallarés, J., García-Fernández, M., Sánchez-Medina, L., Izquierdo, M. (2010). Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. *European Journal of Applied Physiology*, 110, 99-107.
 12. García-Pallarés, J., Izquierdo, M. (2011). New strategies to optimize concurrent training in rowing and canoeing. *Sports Medicine*, 41(4), 329-343.
 13. Gibala, M.J., Little, J.P., van Essen, M., Wilkin, G.P., Burgomaster, K.A., Safdar, A., Raha, S. & Tarnopolsky, M.A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of Physiology*, 15 (Pt 3), 901-911.
 14. Grant, S., Corbett, K., Amjad, A.M., Wilson, J., Aitchison, T. (1995). A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 29(3), 147-52.
 15. Greenhaff, P.L. (2003). Milestones in human physiology: Muscle energy metabolism and blood flow during contraction. *Journal of Physiology*, 551(2), 397-9.
 16. González-Badillo, J.J., Ribas-Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo*. (p. 127) Barcelona: INDE.
 17. Gorostiaga, M.E., Calbet, J.A.L. (2010). *Asignatura 5.1: Fisiología aplicada a la Actividad Física y el Alto Rendimiento Deportivo [Apuntes]*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid: Máster de Alto Rendimiento del Comité Olímpico Español.
 18. Hagberg, J.M., Coyle, E.F. (1983). Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15(4), 287-289.
 19. Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R. & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), 665-671.
 20. Holloszy, J., Coyle, E.F. (1984). Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their



metabolic consequences. *Journal of Applied Physiology*, 56, 831-838.

21. Kraemer, W.J., Deschenes, M.R., Fleck, S.J. (1988). Physiological adaptations to resistance exercise. Implications for athletic conditioning. *Sports Medicine*, 6, 246–256.

22. Krustup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Redersen, P.K., Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity. *Medicine Science of Sports Exercise*, 35(4), 697-705.

23. Léger, L., Boucher, R. (1980). An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 5(2), 77-84.

24. MacIntosh, B.R., Rishaug, P., Svedahl, K. (2003). Assessment of peak power and short-term work capacity. *European Journal of Applied Physiology*, 88(6), 572-579.

25. Matveiev, LP (1977) *Periodización del entrenamiento deportivo*. Madrid: INEF de Madrid.

26. Naimark, A., Wasserman, K., McIlroy, M.B. (1964). Continuous measurement of ventilatory exchange ratio during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 19, 644-652.

27. Navarro, F., Verdugo, M. (2007). *Modulo de Programación del entrenamiento de resistencia [Apuntes]*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid: Máster de Alto Rendimiento del Comité Olímpico Español.

28. Navarro, F. (1998) *La resistencia*. Madrid: Gymnos.

29. Neville, V., Pain, M.T.G., Kantor, J., Folland, J.P. (2010). Influence of crank length and crank-axle height on standing arm-crank (grinding) power. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 381–387.

30. Pallarés, J.G., Morán-Navarro, R., Pérez, C. (2011). Zonas y métodos de entrenamiento de la Resistencia cardiorrespiratoria. *Digitum*. Murcia, España: Universidad de Murcia

31. Pérez, M. (2008). Pruebas funcionales de valoración aeróbica. En Chicharro, J.L. y

Fernández-Vaquero A. (Eds.) *Fisiología del Ejercicio* (3ª ed. P. 442) Madrid: Editorial Médica Panamericana.

32. Sánchez-Medina, L., Pérez, C.E., González-Badillo, J.J. (2010). Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International Journal of Sports Medicine*, 31(2), 123-129.

33. Wasserman, K., McIlroy, M.B. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *The American Journal of Physiology*, 14, 844-852.

34. Wasserman, K., Hansen, J.E., Sue, D.Y., Stringer, W.W., Whipp, B.J. (2005). *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

ZONA O RITMO			ABREV.	OBJETIVO					INTENSIDAD				MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO PARA SU DESARROLLO			
									%VO _{2max}	%FC _{max}	%VAM	[Lact]				
			INTENSIDAD					VOLUMEN				DENSIDAD				
Método*	Abrev.	Zona Etto.	%VAM	%VO _{2max}	%FC _{reserva}	%FC _{max}	%UmAnae	[Lact] mmol·L ⁻¹	T' TotalSesión	T' Rep	Nº Rep.	Nº Series	T' RecupRepet	T' RecupSeries		
Continuos	Continuo Extensivo	CE	R0 R1	< 65	< 65	< 65	< 70	70 - 65	1-2	varias horas - 30 min	varias horas - 30 min	-	-	-	-	
	Continuo Intensivo	CI	R1 R2	65 - 80	65 - 80	65 - 80	70 - 80	70 - 80	1-2	90 min - 30 min	90 min - 30 min	-	-	-	-	
	Continuo Variable 1	CV1	R1 R2	75 - 90	75 - 90	75 - 90	80 - 95	85 - 100	2-4	60 min - 30 min	> 5 min	-	-	-	-	
			R0 R1	60 - 75	60 - 75	60 - 75	65 - 80	60 - 85			< 3 min					
	Continuo Variable 2	CV2	R2 R3	85 - 95	85 - 95	85 - 95	90 - 95	100 - 110	4-6	40 min - 20 min	entre 3 y 5 min	-	-	-	-	
R0 R1			60 - 75	60 - 75	60 - 75	65 - 80	60 - 85	> 3 min								
Fraccionados	Interv. Extensivo Largo	IEL	R2 R3	85 - 95	85 - 95	85 - 95	90 - 95	90 - 105	3-5	70 min - 45 min	15 min - 2 min	6 - 10	-	2 min - 5 min	-	
	Interv. Extensivo Medio	IEM	R3 R3+ R4	90 - 105	90 - 105	90 - 105	95 - 100	-	6-8	45 min - 35 min	3 min - 1 min	12 - 15	-	1 min - 3 min	-	
	Interv. Intensivo Corto	IIC	R3+ R4	100 - 115	100 - 115	-	-	-	8-14	30 min - 25 min	1 min - 20 s	3 - 4	3 - 4	30 s - 2 min	10 min - 12 min	
	Interv. Intensivo Muy Corto	IIMC	R6	> 160	Velocidad Máxima					10%	60 min - 50 min	15 s - 8 s	3 - 4	6 - 8	2 min - 3 min	5 min - 10 min
	Repet. Largas	RL	R4	105 - 120	-	-	-	-	8-14	70 min - 40 min	3 min - 2 min	3 - 6	-	10 min - 12 min	-	
	Repet. Medias	RM	R5	120 - 140	-	-	-	-	15-20	70 min - 40 min	90 s - 45 s	3 - 6	-	10 min - 12 min	-	
	Repet Cortas	RC	R5 R6	140 - 160	-	-	-	-	10-15	70 min - 40 min	30 s - 20 s	6 - 10	-	8 min - 10 min	-	
Control y Puesta a Punto	Competición y Control	CyC	Especif. Prueba	Misma que en Competición o ligeramente superior o inferior					Específico de la Prueba o ligeramente menor	70 min - 40 min	T'Comp o ±20%T'Comp	1 - 3	-	10 min - 20 min	-	
	Series Rotas	SR	Especif. Prueba	Igual que en Competición						Variable según T' de la Prueba	-	Proporcional al número de tramos	1 - 3	-	2 min - 10 min	-
	Series Simuladoras	SS	Especif. Prueba	Igual que en Competición								-	-	Variable según distribución esfuerzo	1 - 3	-

Tabla 2 – Métodos de Entrenamiento.

Métodos Contínuos

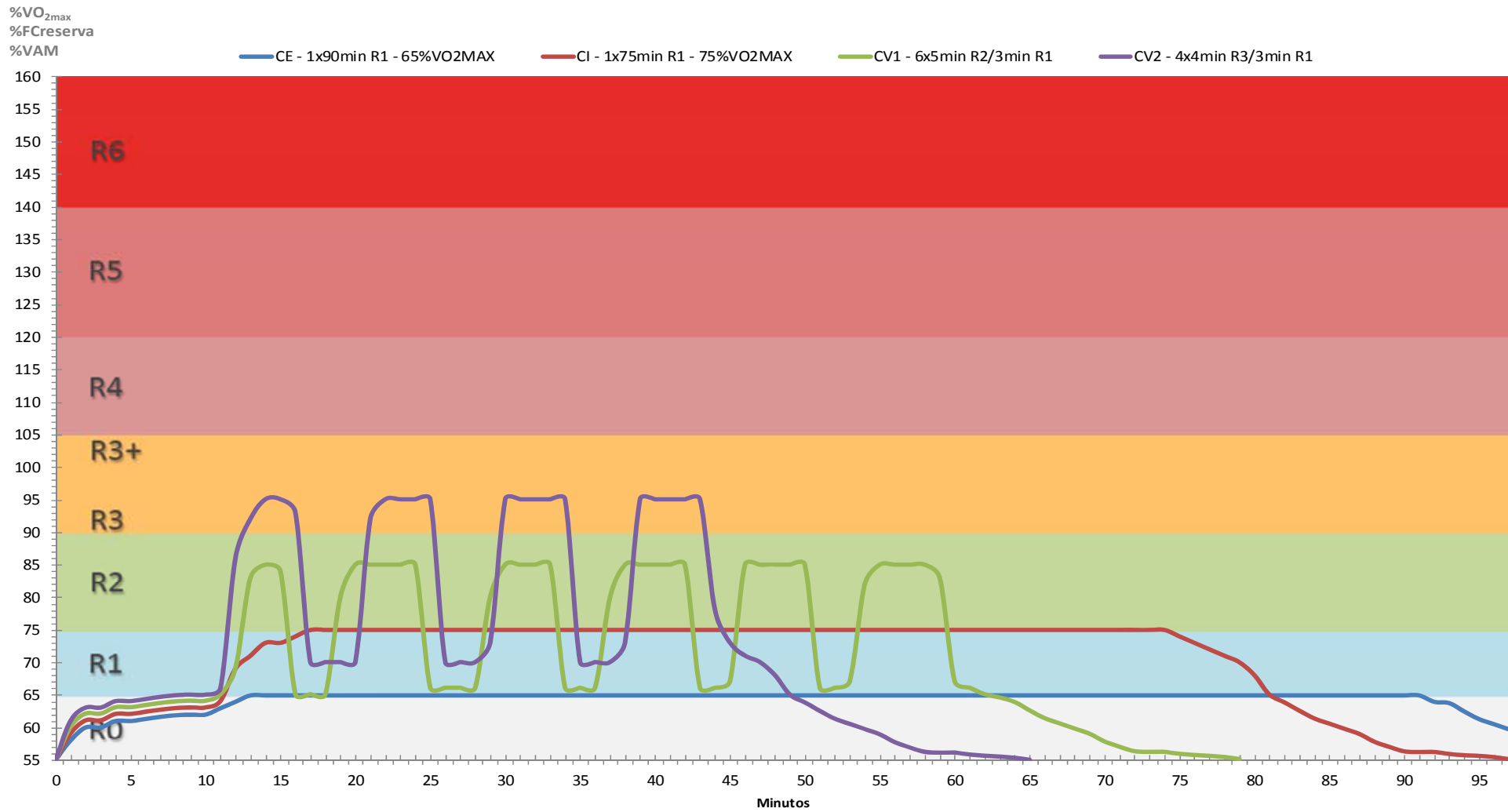


Figura 2 – Métodos Contínuos

Métodos Fraccionados Interválicos

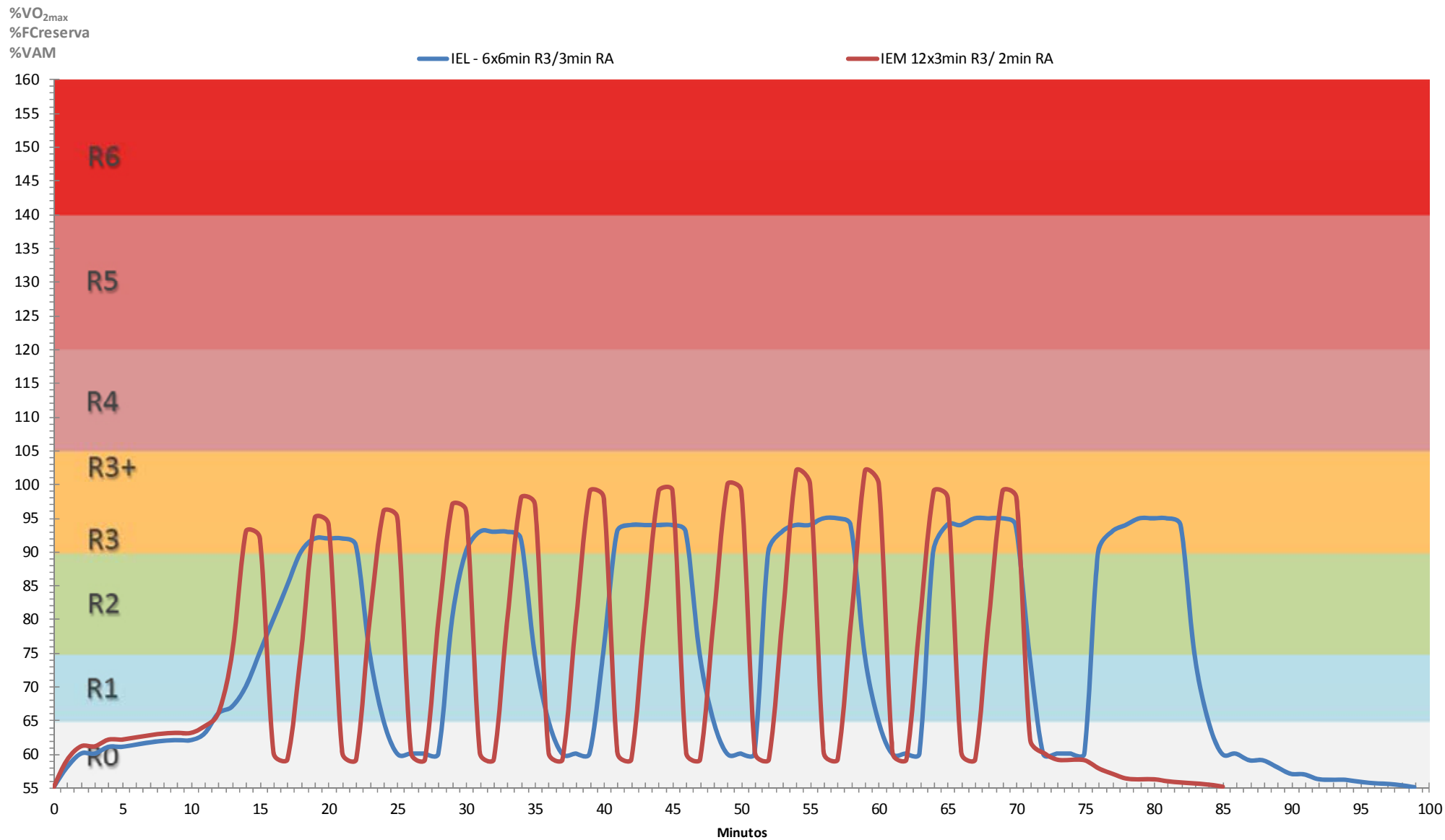


Figura 3 – Métodos Fraccionados Interválicos

Métodos Fraccionados Interválicos

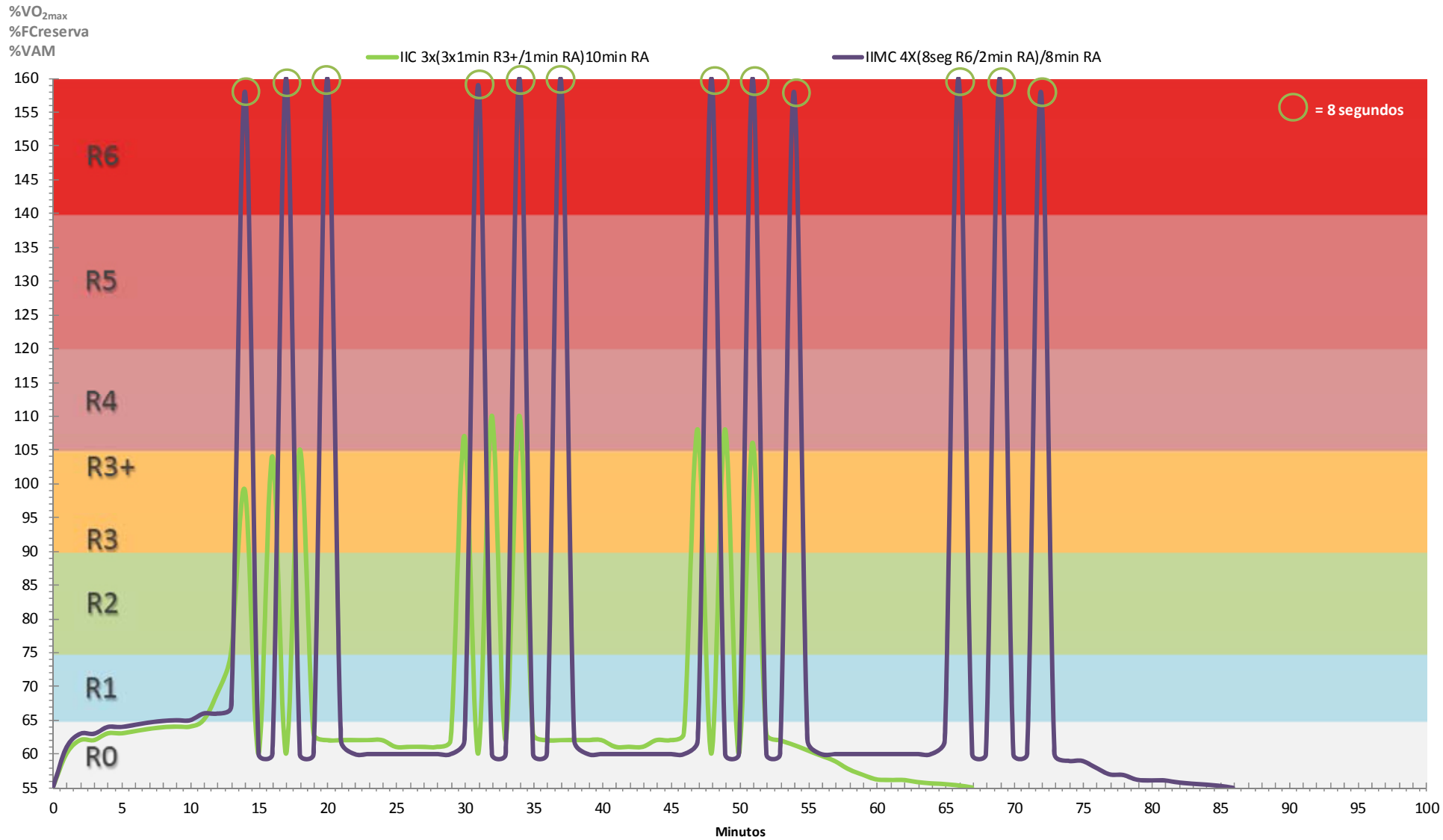


Figura 4 – Métodos Fraccionados Interválicos

Métodos Fraccionados de Repeticiones

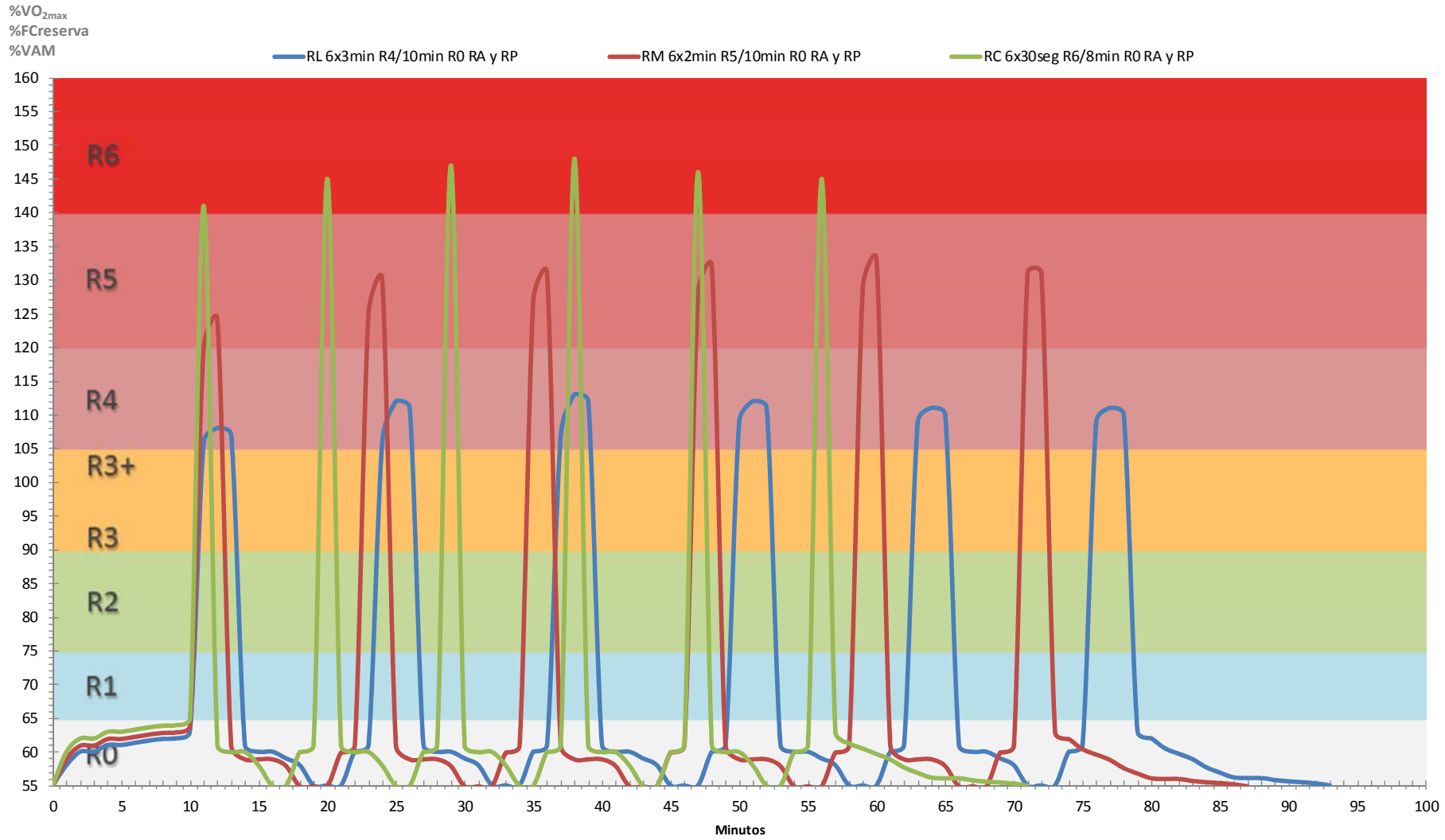
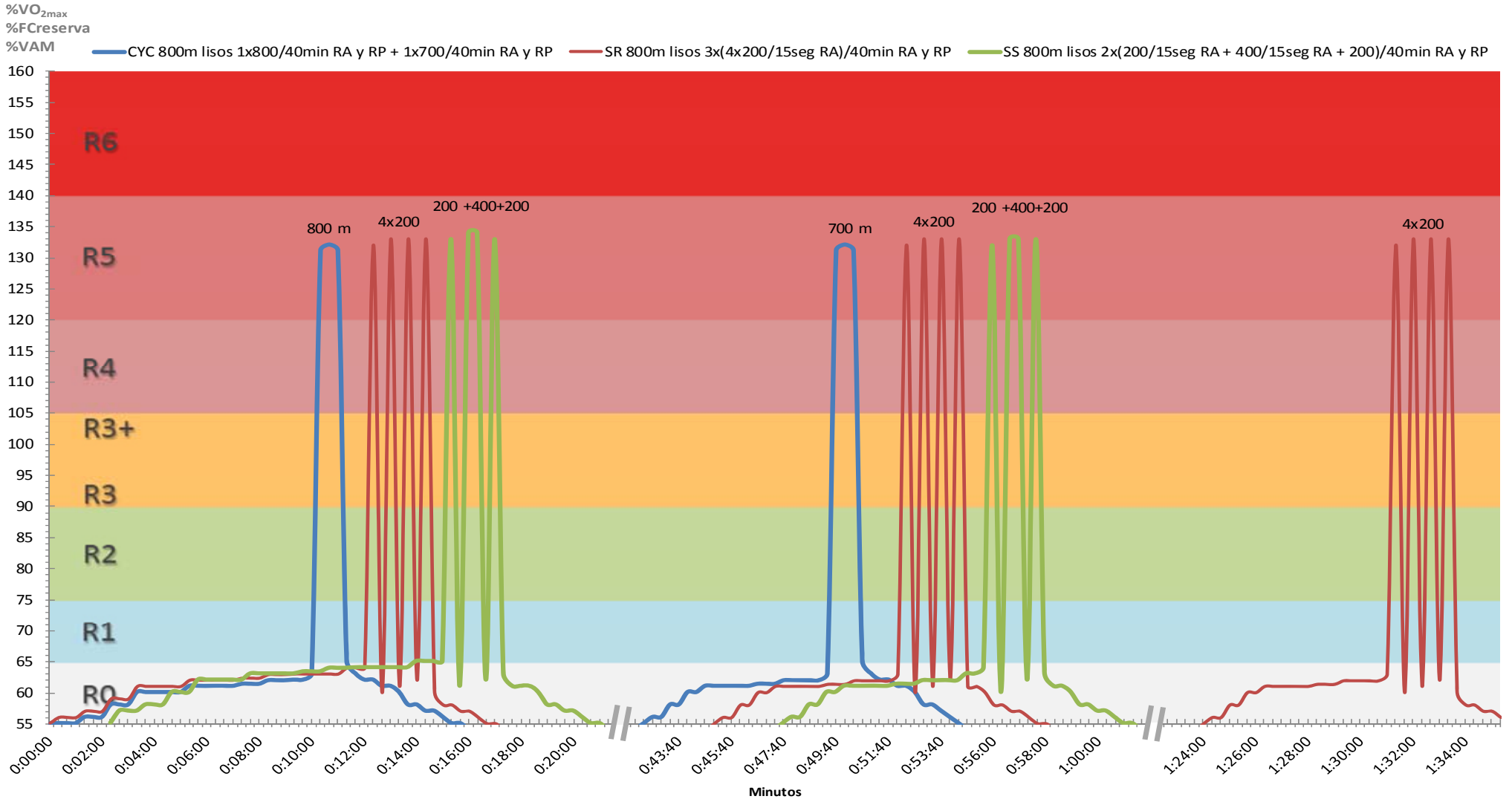


Figura 5 – Métodos Fraccionados de Repeticiones

Figura 6 – Métodos de Valoración o Puesta a Punto

Métodos de Valoración o Puesta a Punto





Vila-Maldonado, S.; García López, L.M.; y Contreras Jordán, O.R. (2012). The research of the visual behaviour, from the cognitive-perceptual focus and the decision making in sports. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):137-156.

Review

LA INVESTIGACIÓN DEL COMPORTAMIENTO VISUAL, DESDE EL ENFOQUE PERCEPTIVO-COGNITIVO Y LA TOMA DE DECISIONES EN EL DEPORTE

THE RESEARCH OF THE VISUAL BEHAVIOUR, FROM THE COGNITIVE – PERCEPTUAL FOCUS AND THE DECISION MAKING IN SPORTS

Vila-Maldonado, S.¹; García López, L.M.²; Contreras Jordán, O.R.²

¹ *Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo (Universidad de Castilla-La Mancha)*

² *Facultad de Educación de Albacete (Universidad de Castilla-La Mancha)*

Correspondence to:
Sara Vila Maldonado
Universidad de Castilla-La Mancha
sara.vila@uclm.es

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



Received: 05-12-2011
Accepted: 28-03-2012

**RESUMEN**

Desde la psicología cognitiva se han abordado los aspectos clave del procesamiento de la información. Así, el llamado enfoque perceptivo-cognitivo, entiende al deportista como alguien capaz de procesar la información y solucionar los problemas que se le planteen en el entorno deportivo.

Las investigaciones en el deporte han evolucionado a la par que las diferentes técnicas de estudio, permitiendo que cada vez más, los participantes se encontrasen frente a entornos fieles a los reales, en los que la percepción visual es más similar a la que sucede en situaciones de juego o entrenamiento.

El presente artículo pretende revisar las investigaciones más relevantes en torno a la percepción visual y la toma de decisiones, partiendo de un enfoque cognitivista, y abordando los diferentes tipos de técnicas empleadas para el desarrollo de éstas.

Palabras clave: percepción, visión, psicología cognitiva, procesamiento de la información.

ABSTRACT

From the cognitive psychology key aspects of the information- processing have been addressed. Thus, the cognitive – perceptual focus, interprets the sportsman like someone able to process the information and solve the problems raised in the sportive environment.

Researches in sports have evolved as well as the different study technics, allowing the participants face every time to more ecological environments, in that the visual perception is similar to the real one.

The present article intends to review the most outstanding researches around the visual perception and the decision making, starting from a cognitivist focus, and addressing the different kinds of techniques used for the development of them.

Keywords: perception, development, cognitive psychology, information- processing.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende hacer una revisión de los principales aspectos relacionados con la percepción visual desde el enfoque perceptivo-cognitivo, en el ámbito deportivo y motriz.

En cuanto a los procesos perceptivos en el deporte, la información visual es esencial para que ocurra el aprendizaje y el rendimiento motor (Vickers, 2007), puesto que la visión es la principal fuente informativa del ser humano en cualquier actividad que desempeñe. En el deporte se ha estudiado el comportamiento visual de los deportistas siguiendo distintas corrientes. Entre ellas, la más relevante, a la hora de encontrar diferencias entre expertos y novatos, es la del paradigma de comportamiento visual. A través de este paradigma se han analizado las fijaciones visuales de los participantes, su duración y patrón visual, y se han encontrado diferencias entre aquellos más experimentados, y aquellos con menos experiencia o nivel de habilidad.

Solso en 1995 (Vickers, 2007) define la psicología cognitiva como el estudio científico de lo que piensa la mente, cuya representación más clara es el procesamiento de la información. Se centra en cómo atendemos y captamos la información sobre el mundo, cómo es guardada en la memoria por el cerebro, y cómo este conocimiento es usado para resolver problemas, pensar, y formular juicios. Así, desde la perspectiva cognitiva, la experiencia produce estructuras específicas de conocimiento que son guardadas en la memoria a largo plazo, para poder ser usadas posteriormente.

Según Rivière (1987, en Pozo, 2006), lo más general que podemos decir de la psicología cognitiva es que refiere la explicación de la conducta, a entidades mentales, a estados, procesos, y disposiciones de naturaleza mental, para los que reclama un nivel de discurso propio, esto indica que la acción del sujeto está determinada por sus representaciones.

Dentro de la psicología cognitiva aparece la teoría del procesamiento de la información. Esta teoría planteaba un modelo del proceso de la información que incluye un receptor y un canal a lo largo del cual se transmite la información entre ambos. A partir de este postulado aparece la metáfora que compara al

sujeto con un ordenador que sigue un sistema lógico matemático, constituido exclusivamente por procedimientos formales (Pozo, 2006). El ser humano transmite y procesa, es decir, codifica mediante procesos cognitivos la información, en forma de representaciones mentales, tal y como lo haría un ordenador (Tejero, 1999).

Según la psicología cognitiva, cualquier proceso puede ser comprendido reduciéndolo a las unidades mínimas de que está compuesto, estas unidades más pequeñas se unen entre sí hasta constituir un programa, y esto se hace siguiendo procesos o subprocesos lineales.

En cuanto a las estrategias visuales de los deportistas, según los cognitivistas, éstas son controladas por el conocimiento que ha sido desarrollado a través de años de entrenamiento, juego y observación. De modo que los expertos saben cuáles son las áreas de mayor aporte informativo, debido a su acumulación de experiencia, y pueden ignorar las áreas irrelevantes del entorno, prestando atención a las más importantes. Las mediciones de la psicología cognitiva en este aspecto se hacían para describir los estados que intervenían entre el estímulo y la respuesta (Bruce, Green y Georgeson, 2010).

Desde el enfoque perceptivo-cognitivo las investigaciones se han llevado a cabo dentro y fuera del laboratorio, recreando situaciones de juego similares situaciones reales, y con tareas predominantemente visuales (Ruiz, Sánchez, Durán y Jiménez, 2006).

La mayoría de los estudios sobre comportamiento visual han seguido esta perspectiva, comparando las capacidades de deportistas expertos, y relacionando este aspecto con la toma de decisiones. El uso de seguidores de mirada ha adquirido gran importancia dentro de esta línea de investigación, mostrando resultados objetivos acerca de la percepción y el comportamiento visual de los deportistas.

El proceso de percepción-acción

La percepción es entendida como un proceso primario de elaboración de la información (Moreno, Del Campo, Reina, Ávila, y Sabido, 2003) lo que hace que sea un factor clave en toda acción deportiva.



Se trata de uno de los procesos psicológicos básicos más importantes del ser humano, ya que le permite extraer información del medio y poder relacionarse mejor con el contexto en el que se encuentra (Palmi, 2007).

El hecho de percibir comprende la operación de los sentidos, e implica el despliegue de nuestros sistemas sensoriales o receptivos, la dirección y redirección de la atención (Barber y Legge, 1980).

En torno a los procesos perceptivo motores existen dos paradigmas explicativos. Uno de ellos tiene su máximo exponente en los modelos de procesamiento de la información, que afirman que los actos perceptivos implican una relación de interacción física entre el medio y el sujeto a través de los sentidos. En estas teorías, cuyo precursor es Welford (1976), se describen los procesos secuenciales que se dan en todos movimientos hábiles, encontrando la presencia de tres mecanismos principales; percepción, toma de decisiones y ejecución del movimiento.

La percepción es por tanto una actividad cognitiva, ya que transforma un tipo de representación en otra a través de una o más operaciones intermedias de procesamiento de la información. Así el acto perceptivo se ve caracterizado por procesos mediados por representaciones, no mediante la extracción directa, que defendía Gibson (1979) dentro de su enfoque ecológico (García-Albea, 1999).

Conviene matizar que el proceso de percepción se compone de dos fases susceptibles de estudio: sensación y percepción. Estas fases se solapan pero a su vez son diferenciables. Primero se capta una información no elaborada, es decir, unos datos del entorno, a través de los sentidos (sensación) y después se interpretan todos los datos que se consideran relevantes (percepción). De modo que una cosa es ver (sensación) y otra enterarse de lo que se está viendo (percepción) (Palmi, 2007). La vertiente perceptiva tiene como función principal la de identificar la señal de respuesta, la decisional efectúa la elección de la respuesta, y finalmente se producen las operaciones de programación de ésta.

El modelo de procesamiento de la información (Schmidt y Wrisberg, 2008), se trata de un modelo

serial en el que los estadios se suceden sin recuperación temporal, es decir, el tiempo de tratamiento requerido entre la presentación del estímulo y el inicio de la respuesta, es la suma de las duraciones de cada estadio. El tiempo de duración de cada uno de ellos se ve aumentado cuanto más difícil resulta la tarea (Temprado y Famose, 1999).

Para poder llevar a cabo un entrenamiento decisional lo primero necesario es identificar las decisiones que los atletas tienen que tomar en competición. Según Vickers (2007) cada decisión debería incluir una de las siete habilidades cognitivas que aparecen en la siguiente lista:

- Anticipación es la habilidad de predecir que ocurrirá cuando nos preparamos para ejecutar una habilidad o táctica. Antes de la ejecución, ¿qué información deber ser vista, oída, o de lo contrario, percibida o atendida antes de actuar?
- Atención es la habilidad para seleccionar el índice correcto de los muchos que están disponibles, antes, y mientras la acción esta siendo ejecutada. Se refiere a qué información debe ser atendida durante la ejecución de una habilidad específica o táctica.
- Focalización y concentración se refiere a la habilidad de detectar de forma constante los índices correctos y no distraerse por eventos irrelevantes, por un largo periodo de tiempo.
- Patrón de reconocimiento es la habilidad de percibir significativamente, mientras nos movemos a través de entornos complejos. El patrón de reconocimiento es requerido para detectar objetos y localizaciones durante el movimiento y en juegos tácticos.
- La recuperación de memoria requiere la habilidad de encontrar las mejores soluciones en la memoria tomando las condiciones cambiantes encontradas en escenarios deportivos. ¿Qué información debe ser retenida? ¿Cuánto tiempo emplea el deportista en recordar que hacer en un escenario deportivo específico?.
- Resolución de problemas es la habilidad de transformar una situación posible en una situación final. La resolución de problemas ocurre constantemente en el deporte y puede pasar de ser rutinaria a novedosa y compleja.
- La toma de decisiones es la “habilidad para tomar la mejor elección entre varias alternativas” (Eysenck,



1994). La habilidad para tomar decisiones efectivas es crítica en el deporte y predomina sobre las otras habilidades perceptivas y cognitivas.

El procesamiento de la información, es por tanto, complejo, sobre todo si tenemos en cuenta que el tiempo para decidir puede ser mínimo, haciendo necesaria en ocasiones una anticipación a las acciones del contrario antes de que éstas se produzcan. Según Temprado y Famose (1999), el jugador eficaz tiene que ser capaz de producir rápidamente una respuesta y llevarla a cabo con precisión, aunque las condiciones de tratamiento de la información, aumenten la dificultad de la tarea.

Dado que el ser humano tiene una capacidad limitada en cuanto al procesamiento de la información del entorno, el deportista se ve obligado a reducir, y seleccionar, partes del ambiente (Palmi, 2007). De este modo, una de las características del deportista experto es la capacidad de seleccionar los estímulos relevantes del entorno, lo que se traduce en un menor número de alternativas decisionales. Esto da lugar a una toma de decisiones más rápida y eficiente, que se refleja en estrategias de búsqueda visual efectivas (Ezquerro y Buceta, 2001).

La información que los deportistas utilizan para poder realizar sus movimientos, proviene de fuentes diversas. La fuente de información, conocida típicamente como exterocepción, indica que la información proviene del exterior. De entre todos los sistemas de entrada de información sensorial, el visual es el sistema receptor más importante en la recogida de información del entorno (Schmidt, 1988). La visión nos aporta información sobre el movimiento de los objetos, o sobre la velocidad de vuelo de un balón, nos ayuda a detectar aspectos temporales y espaciales de nuestros propios movimientos en el entorno y a anticipar eventos que pueden suceder en él (Schmidt y Wrisberg, 2008).

La gran importancia del sistema visual dentro del proceso perceptivo, ha llevado a los investigadores a analizar los movimientos oculares de los seres humanos, en diversos entornos, tal y como señalan Barber y Legge (1980), esto ha proporcionado una fuerte evidencia acerca de la atención visual y la conducta visual en general.

La toma de decisiones en relación con aspectos perceptivo-visuales en deportes de equipo.

Cualquier acción motora implica, además del nivel necesario para desempeñarla, la elección previa a ésta. Dicha elección puede ser muy simple, basándose en la dicotomía de si actuar o no hacerlo, o por el contrario puede ser más compleja llevando al sujeto a elegir, no sólo si llevar a cabo una acción o no, sino que tipo de actuación más adecuada para cada momento (Gréhaigne, Godbout y Bouthier, 2001).

En este sentido el entorno deportivo ofrece un contexto particular, sobre todo aquellos en los que se da una oposición directa contra otro jugador. Por este motivo, Gilovich sugería en 1984, que el ámbito deportivo era el más apropiado para estudiar la toma de decisiones (Ruiz y Arruza, 2005).

La toma de decisiones es un factor determinante en el rendimiento y su predicción es una de las herramientas más valiosas para afrontar con éxito la práctica deportiva (Williams, Singer y Frehlich, 2002). Conocer el funcionamiento de la toma de decisiones nos ayudará a mejorar el rendimiento de los deportistas experimentados, y optimizar la formación deportiva de los que se están iniciando. La investigación acerca del tema señala que la percepción hábil de la acción deportiva determina una toma de decisiones apropiada.

El canal visual es el más utilizado en el procesamiento de información de habilidades de carácter abierto, y por tanto el canal dominante en el proceso de optimización del rendimiento deportivo a través de la utilización de la información (Damas, Moreno, Reina y del Campo, 2004; Del Campo, Reina, Sanz, Fuentes y Moreno, 2003; Moreno, Ávila y Damas, 2001; Ruiz y Sánchez, 1997; Ripoll, 1991). La relación entre percepción visual y toma de decisiones es evidente, teniendo en cuenta que el canal visual es el de mayor aporte informativo, sobre todo en los deportes de balón. Por tanto los procesos de atención están determinados por las estrategias visuales usadas para analizar el entorno y tomar la información para su procesamiento (Tenebaum, 2003).



La toma de decisiones en el deporte ha sido estudiada por numerosos autores. Los contextos en los que se han desarrollado las investigaciones han sido en muchos casos entornos deportivos, y en otros, situaciones de laboratorio. En muchos estudios cognitivos, los procesos de percepción y acción se han desglosado y no se han estudiado juntos (Williams, Davids y Williams, 1999). Sin embargo es preferible analizar la toma de decisiones en contextos más reales, ya que de este modo el ciclo de percepción-acción no se ve alterado de forma sustancial. McMorris en 1988, investigó sobre este aspecto en jugadores de fútbol en posesión del balón, y en ese mismo año, junto con MacGillivray, expuso los factores contextuales que el jugador debía tener en cuenta a la hora de tomar decisiones (McMorris y Graydon, 1997). La primera decisión que toma un atleta es dónde mirar para capturar los índices más relevantes del entorno. Posteriormente el deportista realiza una selección para eliminar la información irrelevante y usar la información relevante para poder anticiparse a los eventos que puedan surgir (Tenebaum, 2003).

Gréhaigne, Godbout y Boutier (2001) añaden los elementos que componen la toma de decisiones, que son: la estrategia individual, la base de conocimiento del jugador, el conocimiento táctico, los recursos de los jugadores y la localización y postura del jugador.

Algunos deportes de balón son tan rápidos que obligan al jugador a valorar la trayectoria del balón y emitir la respuesta adecuada en muy poco tiempo. Además la precisión requerida es de unos pocos centímetros en el espacio y unos pocos milisegundos en el tiempo (Land, 2006).

Cuando el medio es inestable, y el tiempo del que se dispone para responder es bajo, el deportista debe decidir con rapidez, siempre en función de los eventos externos. En este caso la tarea consiste en una sucesión de movimientos discretos durante los cuáles están altamente solicitados los mecanismos de decisión. En estas condiciones cabe la posibilidad de que el tiempo de reacción, sumando al tiempo de movimiento, superen ese tiempo total del que el jugador dispone para desarrollar su acción de forma efectiva.

En este caso el deportista puede reducir el tiempo de dos formas no excluyentes: reduciendo la duración del movimiento o reduciendo el tiempo de reacción. Para ello el jugador necesita anticiparse, y encontrar índices que le permitan no cometer errores al reducir el tiempo de respuesta (Durand, Geoffroi y Jacquemond, 1999).

Definimos anticipación como la habilidad para predecir un evento rápidamente antes de que éste ocurra. Esta habilidad es fundamental en los deportes donde las decisiones deben tomarse antes de los movimientos del oponente. La anticipación también es la habilidad para reconocer el patrón de juego y usar la probabilidad situacional, también denominada "lectura del juego". Este es uno de los más claros signos de una percepción hábil. Según Ward, Williams y Bennett (2002), esta habilidad consiste en obtener información de los movimientos del oponente y emplearla para determinar su respuesta.

Existen estudios como los de Williams y Burtwitz (1993, en Williams, Ward, Smeeton y Allen, 2004) o Starkes, Edwards, Dissanayake y Dunn (1995), que demuestran que aportar información relevante en la secuencia deportiva ayuda a los deportistas a reducir sensiblemente el tiempo invertido en la secuencia motora. Por tanto, el deportista necesita centrar su atención hacia los estímulos adecuados para poder realizar una buena toma de decisiones.

Así, las investigaciones muestran que la anticipación (o predicción) y la toma de decisiones, son elementos clave para el rendimiento en el deporte, sobre todo en aquellos de alta estrategia. Algunas fuentes argumentan que la anticipación está determinada por la exposición a la práctica específica en la tarea, por lo que depende directamente del entrenamiento concreto (Zwierko, 2006).

Técnicas utilizadas en el estudio de la capacidad visual en el deporte

Los estudios centrados en los movimientos oculares humanos datan de principios del siglo XX, aunque la investigación con imágenes venía desarrollándose desde el siglo XVIII (Wade y Tatler, en Land, 2006).

La percepción visual en el deporte ha sido objeto de estudio de muchas investigaciones. Las técnicas



utilizadas, para conocer aspectos relacionados con la capacidad visual en los deportistas son variadas, y gracias al desarrollo de instrumental específico, las investigaciones se han podido centrar cada vez más en entornos dinámicos.

Dentro de laboratorio se han llevado a cabo investigaciones que han analizado las capacidades perceptivo-visuales de deportistas, comparando generalmente grupos de expertos con jugadores novatos o no experimentados. Las medidas de las diferentes capacidades se han obtenido a través de tests, utilizando sistemas de medición relacionados con la psicología o tests ópticos generales. En estos casos, la inquietud por conocer los aspectos que hacen excelentes a los expertos en el deporte, ha llevado a los investigadores a desarrollar estudios no relacionados directamente con entornos deportivos, en los que buscaban describir el perfil decisional y perceptivo del deportista de élite, y sus diferencias con los menos experimentados.

Las conclusiones de estos estudios apuntan que las diferencias en las capacidades perceptivo-visuales entre expertos y novatos se hacen visibles en tareas relacionadas directamente con el dominio específico (Abernethy, Neal y Koning, 1994; Helsen y Starkes, 1999; Kioumourtzoglou, Derri, Tzetzis y Therodorakis, 1998; Kioumourtzoglou, Michalopoulou, Tzetzis y Kourtessis, 2000; Azeneder y Bösel, 1998; Jafarzadehpur, Aazami y Bolouri, 2007; Benguigui, Ripoll, y Broderick, 2003; Vila-Maldonado, Ruiz y Mata, 2006). De este modo Abernethy et al., (1994), en su estudio con jugadores de billar basado en tests ópticos, específicos y generales, y diferenciando jugadores expertos, intermedios y novatos, expusieron que no existían diferencias entre los tres grupos en los tests generales, pero sí en los específicos, corroborando así que es la experiencia la que determina el éxito de los expertos, y no unas capacidades visuales superiores.

Helsen y Starkes (1999) compararon las habilidades no específicas de jugadores expertos e intermedios de fútbol. Midieron el procesamiento (tiempo de reacción simple, tiempo de reacción periférica, tiempo de corrección visual), optometría y parámetros periféricos (rango periférico horizontal y vertical) y entre sus resultados encontraron que los expertos no poseían tiempos superiores de reacción,

ni se diferenciaban de los menos experimentados en su precisión estática visual ni en su habilidad para seguir el movimiento de un objeto.

En voleibol, Kioumourtzoglou et al. (2000) examinaron las habilidades cognitivas, motoras y perceptivas, en jugadores de voleibol de élite y estudiantes sin experiencia en este deporte. Los expertos en voleibol no mostraron habilidades cognitivas superiores, solo hubo diferencias cuando se presentaron estímulos concretos del deporte.

Sin embargo, encontramos autores que obtienen conclusiones opuestas en sus investigaciones, como es el caso de Azeneder y Bösel (1998) que estudiaron la modulación de la extensión espacial del foco atencional en jugadores de alto nivel de voleibol en comparación con novatos. Los participantes visualizaron tests no específicos del deporte, en los que debían responder a estímulos variados, sin mover su mirada. Concluyeron que los jugadores de voleibol son mejores en los controles para modular la distribución de los recursos atencionales y extraer preíndices de áreas periféricas. También en voleibol, Jafarzadehpur et al. (2007) midieron mediante tests optométricos y gráficos la facilidad de acomodación y movimientos sacádicos, a tres distancias. Los resultados mostraron una mejor facilidad de acomodación y movimientos sacádicos por parte de las participantes jugadoras con respecto a las que no lo son, encontrando diferencias significativas entre las no jugadoras y las principiantes, con el grupo de avanzadas e intermedias.

Autores como Du Toit, Krüger, Mahomed, Kleynhans1, Jay-Du Preez1, Govender y Mercier, (2011), señalan que el trabajo específico de la visión con actividades deportivas, puede ayudar, no solo a una capacidad decisional, y una respuesta motora más rápida, dentro del propio ámbito deportivo, sino que además puede mejorar el rendimiento y aprendizaje motor general. Del mismo modo, en deportes como el tenis, Maman, Gaurang y Sandhu (2011), encuentran que el entrenamiento visual mejora parámetros como el tiempo de reacción y movimiento, la percepción y en general las habilidades motoras dentro de este deporte.

Las técnicas de oclusión visual (temporal o del evento) han aportado resultados acerca de que



estímulos visuales resultaban relevantes a la hora de tomar decisiones en el deporte. Se han convertido en un método potencial para medir los índices usados durante las acciones deportivas (Williams et al., 1999). La investigación se ha centrado en el uso de las técnicas de oclusión temporal y espacial para conocer que fases del juego o zonas corporales del oponente eran las que aportaban información relevante a los deportistas, basándose en la premisa de que el rendimiento es peor cuando el deportista no ve una fuente de información o un área particular de la escena que resulta importante para el éxito de la tarea (Williams et al., 1999).

La mayoría de las investigaciones en esta línea, se han servido del uso de grabaciones manipuladas, de forma temporal o espacial, en las que una parte de la escena era ocluida, bien en tiempo (una fase concreta de la acción presentada), bien en algún elemento específico de ésta (por ejemplo el balón). En estas investigaciones el objetivo principal era conocer qué áreas de la escena, o momentos de ésta, proporcionaban informaciones más útiles a los participantes, para llevar a cabo su toma de decisiones (Starkes, 1987; Farrow y Abernethy, 2003; Abernethy y Zawi, 2007; Jackson y Mogan, 2007; Huys et al., 2009). Otros estudios, más cercanos a entornos deportivos reales, han utilizado gafas de cristal líquido para ocluir la visión de los participantes, que observaban escenas de juego en campo. Las gafas de cristal líquido han ofrecido a los investigadores la posibilidad de salir del laboratorio para llevar a cabo situaciones con fuentes de información perceptual más realistas (Williams et al., 1999).

El principal interés de los estudios con técnicas de oclusión visual, ha sido el de conocer qué información puede ser provista durante el aprendizaje observacional, para así facilitar este proceso (Hodges, Williams, Hayes y Breslin, 2007; Hagemann, Strauss y Cañal-Bruland, 2006). De este modo, la tendencia es comparar entre grupos de distinto nivel de pericia, ya sean expertos y novatos, o participantes experimentados o hábiles, y menos experimentados o menos hábiles (Starkes, Edwards, Dissanayake y Dunn, 1995; Oudejans, Michaels y Bakker, 1997; Abernethy, Gill, Parks y Packer, 2001; Shim, Carlton, Chow y Chae, 2006; Vila-Maldonado, Mata,

García, Pastor y Contreras, 2010; Müller et al., 2009).

Uno de los primeros estudios es el de Enberg (1968) (en Abernethy y Zawi, 2007) en tenis, en el que la oclusión se producía antes o durante el momento en el que la bola contactaba con la raqueta. Bajo estas condiciones los jugadores expertos obtuvieron resultados superiores. Posteriormente Starkes (1987) comparó jugadoras de hockey femenino con un equipo universitario y un grupo de novatos, se midieron varios atributos, entre ellos la agudeza visual dinámica, la anticipación coincidente y la detección de la velocidad y precisión del balón. Utilizando oclusión visual, se pedía a los participantes, que predijesen con precisión el lanzamiento, cuando el impacto del balón era visto y cuando era ocluido. Entre sus resultados destaca la capacidad de los jugadores de nivel nacional para predecir la ubicación del lanzamiento, incluso si el impacto de la bola es ocluido, y también que sus decisiones eran más precisas en todas las situaciones. En cuanto a las habilidades de seguimiento visual, anticipación y rapidez de búsqueda visual no se encontraron diferencias entre los jugadores de nivel nacional y el resto de atletas.

Abernethy (1990) comparó expertos y novatos en squash con dos experimentos diferenciados en los que los que los participantes debían predecir la dirección y fuerza del golpeo del oponente, desde una grabación de video, en el primer experimento, y en una situación en el campo de juego en el segundo. Se observaron diferencias significativas en la captación de la información entre expertos y novatos.

En voleibol, Starkes et al. (1995), estudiaron la acción de recepción del saque. Este estudio es pionero en los trabajos de campo y utiliza las gafas de oclusión visual como instrumento para conseguir una oclusión temporal de la visión de los participantes en una situación de campo. Se pidió a dos grupos de jugadoras, expertas y novatas, que predijeran la dirección del saque en tres condiciones de oclusión, precontacto, contacto y post contacto. Los resultados reflejaron que el nivel de predicción de las expertas fue mayor que el del grupo de novatas, y que ambos grupos obtienen mejores resultados cuando visionan el contacto del balón y el vuelo del saque. Sin embargo, Oudejans et al. (1997), obtuvieron resultados distintos, en su estudio sobre



percepción de trayectorias, los resultados no soportan la hipótesis de que los expertos en béisbol percibían mejor la información del vuelo del balón que los no-expertos, por el contrario en el atrape de lanzamientos a 3 alturas revelan que los expertos son mejores en iniciar el movimiento en la dirección correcta.

Abernethy et al. (2001) usando también gafas de oclusión visual, ocluyen la visión de 6 jugadores expertos y 6 menos experimentados, con intervalos casi aleatorios, durante una simulación de un partido jugado de squash. Los participantes tenían que predecir la dirección y profundidad del golpeo y moverse hacia la parte correspondiente del campo. En esta situación, muy cercana al juego real, encontramos resultados similares, siendo de nuevo los expertos claramente superiores a los menos experimentados en sus predicciones, en condiciones en las que la oclusión se producía antes de que se realizasen movimientos significativos de precontacto.

Farrow y Abernethy (2003) examinaron la capacidad de los jugadores, expertos y novatos, para predecir la dirección del servicio en tenis en una situación in situ, usando el paradigma de oclusión temporal y con dos condiciones de respuesta distintas; respuesta verbal y respuesta a través de movimiento. Sus resultados revelan la superioridad de los expertos en las decisiones con movimiento frente a las verbales, así como una mayor precisión en las predicciones con movimiento y cuando se veía el vuelo del balón por parte de ambos grupos. En este mismo gesto deportivo, el saque en tenis, Jackson y Mogan (2007) evaluaron la conciencia y el nivel de confianza, asociado a juicios correctos e incorrectos, en jugadores expertos, recreacionales y novatos. Para ello utilizaron videos en cinco condiciones de oclusión, y concluyeron que la información del lanzamiento del balón y el brazo-raqueta, sustentó las habilidades de anticipación, y que los jugadores expertos usaban significativamente más las fuentes de información que los novatos.

Conclusiones similares a las expuestas surgen del estudio de Ranganathan y Carlton (2007) con bateadores de béisbol. Estos investigadores manipularon, entre otros aspectos, la información visual del pitcher y la bola, en seis condiciones visuales. Al comparar expertos con novatos

expusieron que los primeros fueron más precisos en la predicción del tipo de lanzamiento y capaces de usar el comienzo del vuelo de la bola, independientemente de los movimientos del pitcher.

Entre los estudios más recientes encontramos las aportaciones de Huys et al. (2009), que estudiaron la anticipación de la dirección del golpeo en tenis. En experimentos separados ocluyen cinco zonas corporales en dos situaciones distintas de golpeo (línea y cruzado). Este estudio resulta novedoso ya que divide a los participantes (jugadores de tenis recreacionales), en función de sus habilidades cognitivo-perceptuales, y no su nivel de juego o experiencia. Para ello se basan en los resultados obtenidos en una condición control, en la que no se realizaba oclusión, extrayendo dos grupos, de mayor y menor habilidad perceptual. Se pidió a los participantes que anticipasen la dirección de los golpes en situaciones de oclusión de distintas partes del cuerpo (y raqueta). Los participantes más hábiles respondieron de forma más precisa que sus homólogos menos hábiles. Además, la precisión en la respuesta de los primeros decreció significativamente cuando las dinámicas de brazo y raqueta y tronco, eran neutralizadas.

También recientemente Müller et al. (2009) utilizaron el paradigma de oclusión en bateadores de cricket en un test de campo. Para ello utilizaron unas gafas de oclusión. Los participantes, divididos en dos grupos de mayor y menor habilidad, se enfrentaban a lanzamientos en tres condiciones de oclusión: momentos antes del lanzamiento, antes del bote y sin oclusión. Los resultados muestran que los jugadores de mayor habilidad tenían un mayor rendimiento gracias al uso anticipado de la información y del vuelo de la bola.

Entre los resultados obtenidos en los estudios revisados, como conclusión podemos destacar que frente a distintas condiciones de oclusión, los más experimentados son capaces de predecir, con mayor precisión, la trayectoria de los objetos. Esto es debido a que los expertos tienen mayor consonancia con el contenido de la información en las situaciones de juego (Abernethy et al., 2001).

Una variante de las técnicas de oclusión visual es la presentación de displays con puntos de luz. Este tipo



de técnicas fueron popularizadas por Johansson en 1973 (Williams et al., 1999) y se han utilizado para desarrollar otras muchas investigaciones (Horn, Williams y Scott, 2002; Abernethy y Zawi, 2007; Hodges et al., 2007; Abernethy, Wright y Jackson, 2008; Abernethy, Zawi y Jackson, 2008). Consiste en la presentación de grabaciones o simulaciones virtuales basadas en puntos de luz en movimiento, que representan los elementos clave de un oponente. Los displays con puntos de luz se han usado con el mismo objetivo que los estudios de oclusión, conocer que índices son los más usados, y cuales aportan mayor información en los entornos deportivos. Mediante la manipulación de los puntos de luz, los investigadores pueden identificar los centros de unión relevantes para preservar la precisión en la toma de decisiones. El uso de estos modelos simulados, permite una gran versatilidad, y una reducción del tiempo de desarrollo de los estudios.

De especial relevancia en este tipo de investigaciones, resultan los estudios de Abernethy et al. (2001, 2007 y 2008), en deportes de raqueta (squash y badminton) en los que utilizan grabaciones de secuencias de golpeo y un display con secuencias con puntos de luz, que solo contenían las acciones cinemáticas básicas, características del patrón de movimiento del oponente. En ambas situaciones, y en los tres estudios, utilizan niveles de oclusión variados, para conocer las predicciones que realizan expertos y novatos en cuanto a la profundidad y dirección de los distintos golpes. Como conclusiones conjuntas de los tres estudios podemos decir que los autores demostraron que los expertos eran más precisos en sus predicciones, bajo todas las condiciones de oclusión y en todas las combinaciones.

Técnicas de registro de los movimientos oculares

Conocer la fijación de la mirada es importante ya que lo que está siendo fijado por los ojos indica aquello que está siendo procesado por la mente (Scheiter y Van Gog, 2009). Los estudios sobre fijaciones visuales tienen su origen histórico en la investigación cognitiva en relación con la lectura. En 1879, Javal, observó los ojos de los niños durante la lectura, y al contrario de lo que popularmente se creía, descubrió que para leer, los ojos realizaban una serie de pausas separadas por saltos (Just y Carpenter, 1976b).

Para conocer dónde miran los sujetos, por cuánto tiempo y en cuántas ocasiones, las últimas tecnologías han llevado al mundo del deporte los Sistemas de Seguimiento de Movimientos Oculares o *Eye Tracker Systems*, cuyo desarrollo hacia sistemas más portátiles y ligeros ha supuesto un avance sustancial en la investigación de las capacidades visuales. Estos sistemas se han desarrollado de tal modo que el instrumental con el que actualmente se cuenta nos permite realizar ensayos científicos de gran fiabilidad con una comodidad y autonomía sorprendentes, acercándonos cada vez más a situaciones ecológicas cercanas al juego y aplicables a éste. Así, podemos reducir las dificultades para adecuar las demandas competitivas a situaciones controladas de laboratorio (Williams y Ericsson, 2005 en Vaeyens, Lenoir, Williams y Philippaerts, 2007).

El primer grabador de movimientos oculares fue fabricado por Delabarre en 1898 (Land, 2006). Posteriormente, en 1901, Dodge y Cline introdujeron un método para fotografiar los movimientos de reflexión de una fuente de luz desde la córnea, lo que estandarizó el método de grabación de movimientos oculares durante 50 años. Este método se utilizó para estudios de lectura y visionado de fotografías (Buswell, 1920 y 1935, en Land, 2006), pero requería que la cabeza estuviese lo más inmóvil posible, ya que cualquier movimiento cambiaba la dirección de la mirada e imposibilitaba conocer dónde se estaba mirando.

Las mejoras realizadas por Ratliff y Riggs en 1950 (Land, 2006), permitieron un pequeño movimiento de cabeza, pero aún así el instrumental limitaba el movimiento de los participantes en los estudios. Los primeros dispositivos que hicieron posible que los estudios se hiciesen en acciones cotidianas, fueron hechos por Mackworth y Thomas en 1969 (Land, 2006), usando una cámara montada sobre la cabeza que grababa simultáneamente la escena y el reflejo de la córnea.

Este dispositivo se vio mejorado de forma notable en los años 80, cuando la tecnología permitió que las cámaras de video redujesen su peso y tamaño. Esto hizo de los seguidores de mirada se convirtiesen en un elemento esencial para explorar las relaciones



entre los movimientos oculares y las acciones motoras (Land, 2006).

Los sistemas de seguimiento de la mirada que se usan de forma más común en investigación deportiva son dos; el NAC *Eye Mark Recorder* y los *Eye Tracker System* de ASL (Williams et al., 1999).

El sistema NAC obtiene la imagen primaria por medio de una videocámara montada en la cabeza, que graba de forma continuada el campo visual. Dos luces LED (*Light-emitting diode*) se sitúan en la parte baja del sistema, y nos proporciona una imagen directa sobre la córnea. La luz reflejada sobre la córnea, es captada por unos espejos ajustados en dos pequeñas cámaras, que están insertadas en cada lado de las gafas.

Los espejos se ajustan durante la calibración, de modo que reflejen los puntos del campo visual que correspondan a lo que el participante está observando. Estas señales son transmitidas al controlador de la cámara, que genera imágenes con señales separadas que representan ambos ojos, el izquierdo, y el derecho. Las respectivas señales se superponen por medio de una unidad de procesamiento externa, resultando en una imagen de video que puede ser grabada para su posterior análisis.

Durante la medida, cuando el sujeto mueve los ojos, la imagen virtual, hecha por la lámpara LED sobre la córnea, se pone en movimiento para seguir el desplazamiento del globo ocular, indicando qué parte de la escena está siendo fijada.

El sistema ASL funciona detectando la posición de la pupila y el reflejo corneal. Está compuesto por dos cámaras; una de ellas determina el punto de la mirada, midiendo la diferencia entre el centro de la pupila y el reflejo corneal. La cámara de escena (situada sobre las gafas en el modelo más avanzado, el *Mobile Eye*), muestra lo que el deportista está viendo (Vickers, 2007).

Dentro de los últimos modelos, muy empleados en la investigación en deporte, encontramos el *Mobile Eye* de los laboratorios ASL. Según Chamberlain y Coelho, 1993 (Reina, del Campo, Moreno, y Sanz, 2004) dicho registro nos ofrece informaciones para:

- La selección e identificación de los índices considerados como más informativos.
- Cuantificar la información seleccionada (número de fijaciones por unidad de tiempo).
- Identificar las estrategias de búsqueda visual que revelan la prioridad dinámica del sujeto
- Evaluar el comportamiento visual del sujeto en una situación con un alto componente ecológico.

Los datos que se extraen de la pupila y la córnea, son grabados por la cámara y procesados por un ordenador, que finalmente superpone la imagen de la cámara de escena. El vector que forman estos puntos determina la focalización de la visión fovea. La imagen resultante es la unión de ambas grabaciones, que nos muestra, mediante un cursor, los puntos sobre los que el participante fija su mirada (Figuras 1 y 2). Así nos ofrecen indicaciones acerca del número de fijaciones visuales y la duración de las mismas.



Figure 1. Imagen resultante de una calibración (sistema ASL).



Figure 2. Imagen resultante de una de una secuencia (sistema ASL).



Una de las limitaciones de los sistemas de seguimiento de la mirada es la distinción entre “ver” y “mirar” que señalaba Abernethy (1988) y el desconocimiento del rol de la periferia de la retina en la información dinámica captada (Just y Carpenter, 1976b). Para minimizar estas limitaciones resulta adecuado contrastar los datos obtenidos mediante este sistema, con otras técnicas, como por ejemplo, los reportajes verbales acerca de las zonas que el participante considera de mayor aporte informativo (Scheiter y Van Gog, 2009).

En cuanto a los problemas que pueden presentar estos sistemas de seguimiento, Williams et al., (1999) señalan dificultades en la precisión de los instrumentos, la calibración y recalibración, y el tiempo empleado en ésta, el rango de confort de los participantes durante la toma de datos, y el tiempo requerido para analizar los videos obtenidos fotograma a fotograma (*frame by frame*).

Estos problemas son menores en los sistemas de ASL, ya que la calibración es más sencilla y se mantiene estable por más tiempo, con lo que evitamos hacer una recalibración constante. Además con el modelo *Mobile Eye*, el confort del participante aumenta considerablemente, al tratarse de un sistema más ligero y cómodo, y puede usarse de modo inalámbrico. Por estos motivos, podemos afirmar que estos sistemas son más apropiados para la investigación en entornos deportivos (Williams et al., 1999).

Estudios que relacionan el comportamiento visual y la toma de decisiones en el deporte.

Uno de los aspectos con los que se ha relacionado el comportamiento visual de los deportistas es la toma de decisiones y la anticipación. En los deportes de equipo es dónde mayor importancia adquiere la actividad perceptiva y decisional del jugador. La capacidad para detectar patrones de juego lo antes posible es un componente esencial para el rendimiento en estos deportes (Williams y Ford, 2008). Para poder actuar con efectividad en entornos deportivos con déficit de tiempo y espacio, los jugadores deben focalizar su visión solamente hacia aquellas zonas más relevantes del juego (Moreno et al. 2003).

Si nos remitimos a la bibliografía acerca del tema, uno de los primeros estudios sobre el comportamiento visual en deportistas data de 1976, año en el que Bard y Fleury estudiaron el tiempo de decisión y el número de fijaciones visuales en jugadores expertos y novatos de baloncesto (Abernethy, 1988). Para ello presentaban diapositivas con las que examinaron las diferencias entre ambos grupos, concluyendo que estas no existían en el tiempo de reacción. Sí se encontraron diferencias en las fijaciones previas, que eran menores en los expertos, y en los patrones de búsqueda, caracterizados por un mayor número de fijaciones en los novatos.

Las aportaciones de Bard y Fleury, son contrastadas posteriormente por Vickers (1988), quien realizó un estudio con gimnastas entre las cuales distinguía tres grupos divididos según su nivel; principiantes, intermedias y élite. Entre sus resultados destaca que aquellas de menor nivel presentan mayor número de fijaciones visuales que las del grupo élite.

Ripoll en 1989 con ayuda de un sistema de seguimiento de la mirada, llevó a cabo un estudio con porteros de fútbol, expertos y novatos. Entre sus conclusiones cabe destacar que los expertos mostraban fijaciones restringidas a la parte derecha del cuerpo del lanzador (cuya lateralidad era diestra), y que su estrategia de búsqueda, comenzaba en la mitad inferior del cuerpo desplazándose luego hacia partes superiores. Posteriormente Williams y Burwitz, en 1993, realizaron un estudio similar también con porteros de fútbol, llegando a las mismas conclusiones que los autores anteriores (Núñez, Oña, Raya y Bilbao, 2009).

De vital importancia resultan las aportaciones de Abernethy, gran representante de esta línea de investigación. Este autor ha realizado numerosas investigaciones sobre la capacidad visual en el deporte, utilizando técnicas de oclusión y seguidores de movimientos oculares.

Uno de los primeros estudios de este autor, en los que aún ambas técnicas de investigación, fue el realizado junto con Russell (Abernethy y Russell, 1987) en badminton. Utilizando secuencias de golpeo, en diferentes condiciones de oclusión, analizaron los índices anticipatorios y el



comportamiento visual de expertos y novatos en este deporte. Los expertos fueron capaces de extraer la información avanzada antes que los novatos y tomaron como fuente de información el brazo y la raqueta. Posteriormente, volvió a comparar entre expertos y novatos (Abernethy, 1990). Llevó a cabo dos experimentos diferenciados en los que los participantes debían predecir la dirección y fuerza del golpeo del oponente, en una situación de video y de campo. En este estudio observó diferencias sistemáticas en la captación de la información en expertos y novatos. Fuera del entorno deportivo, este mismo autor analizó mediante tests ópticos, específicos y generales las diferencias en distintas capacidades visuales entre jugadores expertos, intermedios y novatos de billar (Abernethy, Neal y Koning, 1994). Concluyó que las diferencias entre estos grupos de nivel, no se daban en los tests generales, pero sí en los específicos, corroborando así que es la experiencia la que determinaba el éxito de los expertos, y no unas capacidades visuales superiores.

Una de las conclusiones recurrentes en los estudios de Abernethy, es que las diferencias entre expertos y novatos no se deben a las estrategias de búsqueda visual por sí mismas, sino al uso de la información disponible.

Amazeen, Amazeen y Beek (2001) estudiaron el atrape con malabaristas expertos e intermedios, utilizando un sistema de seguimiento de la mirada. Concluyeron que los primeros pueden identificar antes, y usar y adquirir de forma más sensible, la información visual. Williams et al. (2002) examinaron la relación entre la duración de las fijaciones, la experiencia, y la dificultad de la tarea. Los participantes fueron jugadores de billar, divididos en dos grupos, hábiles y menos hábiles. Los primeros presentan fijaciones más largas durante la fase de preparación a la acción. Al aumentar la dificultad de la tarea la duración de las fijaciones decrecía.

Volviendo al ámbito del fútbol encontramos el estudio de Savelsbergh, Williams, Van der Kamp y Ward (2002), en el que analizaban de nuevo las diferencias en porteros de distinto nivel en la acción de penalti. Los expertos, en este caso, eran más precisos en su predicción y esperaban más para

responder, usando para ello las estrategias de búsqueda visual de un modo más eficiente, con menos fijaciones pero de mayor duración.

Dentro de las investigaciones en deporte encontramos como variable aspectos psicológicos que pueden influir en el rendimiento. Es el caso de la ansiedad, cuyos efectos sobre la búsqueda visual han sido estudiados por varios autores. Janelle, Singer y Williams (1999) midieron, entre otros aspectos, la ansiedad cognitiva y los patrones de búsqueda visual, en conductores. Concluyeron que un aumento de la ansiedad altera las capacidades perceptivo-visuales de forma negativa.

Moran, Byrne y McGlade (2002) y Williams et al. (2002) realizaron sus estudios con jugadores de tenis de mesa, asociando la ansiedad con un incremento del número de fijaciones en áreas periféricas. Posteriormente Vickers y Williams (2007) realizaron un estudio similar con atletas de duatlón, utilizando condiciones de alta presión competitiva, las cuáles derivan en una tendencia a reducir la duración de las fijaciones agrupadas. Estos autores destacan la importancia de que estas fijaciones tengan una duración adecuada, de este modo un nivel de ansiedad pre-competitiva no resultaría nocivo para el rendimiento, sino que sería positivo, siempre que se combine con una duración óptima de las fijaciones visuales. Respecto a la duración de las fijaciones, Nieuwenshuys, Pijpers, Oudejans y Bakker (2008) encontraron un aumento del tiempo y el número de estas, en situaciones de mayor ansiedad durante la escalada.

Utilizando técnicas de oclusión temporal, junto con el paradigma de comportamiento visual, Rodrigues, Vickers y Williams (2002), determinan el rol de los movimientos oculares, de cabeza y mano durante la ejecución de un golpeo en tenis de mesa. Los jugadores divididos en hábiles y menos hábiles, deben devolver la bola en tres condiciones temporales distintas: pre-índice, justo antes del índice, y post-índice. Entre los resultados destacan que los más hábiles respondieron de forma más precisa bajo condicionantes temporales extremas. En cuanto los movimientos de la mirada y el brazo, no se encontraron diferencias en función del nivel de habilidad de los participantes.



Moreno, Reina, Luis, Damas y Sabido (2003), desarrollaron un sistema para poder determinar la relación entre los procesos de búsqueda visual y los patrones selectivos de atención y la influencia de dichos procesos en la toma de decisiones. Este sistema se aplicó a investigaciones con jugadores expertos y novatos de tenis y tenis en silla de ruedas (Reina, Moreno y Sanz, 2007) y receptores de voleibol (Damas et al., 2004). En ambos casos utilizan situaciones reales y de laboratorio, realizando estudios descriptivos sobre el comportamiento visual en los deportistas. En el estudio de Reina et al. (2007), encuentran que una fijación más larga sobre la zona brazo-raqueta, contribuye a respuestas más rápidas. Esta zona fue importante, pero solo para los jugadores experimentados que fueron capaces de extraer ventajas de esta información, presentando una toma de decisiones más rápida.

Dentro de esta misma línea, Moreno, Ávila, Reina y Luis (2006) analizaron el comportamiento visual de entrenadores de tenis con distinto nivel de experiencia. Lo hicieron durante la observación de saques liftados, en dos situaciones distintas; videoproyección y pista, que se llevaron a cabo en tres situaciones experimentales. Los entrenadores experimentados presentaron un menor número de fijaciones visuales en todas las situaciones. En la situación de campo las diferencias se acentuaron aún más, e independientemente de ellas, todos los participantes tuvieron fijaciones visuales más largas. El número total de fijaciones visuales disminuyó según sucedieron las situaciones de medida.

Posteriormente, encontramos las aportaciones de Ranganathan y Carlton (2007) con bateadores de béisbol, que, entre otros aspectos, manipularon la información visual del pitcher y la bola, en seis condiciones visuales. Al comparar expertos con novatos expusieron que los primeros fueron más precisos en la predicción del tipo de lanzamiento y capaces de usar el comienzo del vuelo de la bola, independientemente de los movimientos del pitcher.

Vaeyens et al. (2007a) y Vaeyens, Lenoir, Williams, Mazyn y Philippaerts (2007b), examinaron las diferencias en el comportamiento visual y la toma de decisiones en jóvenes jugadores de fútbol con distinto nivel de pericia y experiencia. Variaron las situaciones de juego con mayor o menor número de

opponentes, de modo que en las situaciones más complejas, las estrategias de búsqueda visual de los expertos resultaban más efectivas que las de los menos experimentados. Del mismo modo Lenoir, Williams y Philippaerts (2007), encuentran que los jugadores expertos de fútbol realizan menos fijaciones que los novatos, y que éstas son de mayor duración.

Núñez et al. (2009), aplicaron un entrenamiento basado en los preíndices del portero en fútbol, durante lanzamiento de penalti. Midió la toma de decisiones, el tiempo de respuesta y la visión fovea, antes y después del entrenamiento. No encontraron diferencias significativas, entre expertos y novatos en el pretest, en las variables de la respuesta de reacción y la toma de decisiones, que sí se ven mejoradas tras el entrenamiento. En cuanto a la fijación visual, señalaban que aparece un patrón común de la mirada previo al tratamiento.

También en el ámbito del fútbol, Catteeuw, Helsen, Gilis, Van Roie y Hagemans (2009) usaron simulaciones de video para conocer los procesos de toma de decisión en árbitros, de nivel nacional e internacional, durante situaciones de fuera de juego. Grabaron los movimientos oculares de los participantes utilizando un *Eye Tracker*. Entre sus conclusiones destacaron que los árbitros internacionales percibían y usaban las fuentes de información de forma más precisa, y en consecuencia presentaban una toma de decisiones más correcta.

Entre los últimos estudios en deporte, Croft, Button y Dicks (2010), examinaron los movimientos oculares de 30 bateadores de críquet de sub-élite, durante el golpeo de bolas lanzadas con diferentes rangos de velocidad. Los bateadores demostraron un número de estrategias perceptuales para guiar sus acciones, que no estaban necesariamente relacionadas con la velocidad de la bola lanzada.

En situaciones más cotidianas, no relacionadas con entornos deportivos, pero sí con acciones motoras, encontramos el estudio de Zietz y Hollands, (2009) que describieron el comportamiento visual de 20 participantes en la acción de subir escaleras, diferenciando entre mayores y jóvenes. Encontraron un patrón visual general para la acción, que resulta más variable en los jóvenes que en mayores.



En esta línea Hosking, Liu y Bayly (2010), en la acción de conducir, examinaron los efectos de la experiencia en conducción de motos y coches, sobre los patrones de búsqueda visual. En escenarios simulados, se les pidió que presionaran un botón cuando identificasen un elemento de riesgo. Los resultados revelaron un descenso de los tiempos de respuesta a medida que la experiencia aumentaba, desde los inexpertos en ambos tipos de conducción, hasta los expertos en ello. En cuanto a los patrones de búsqueda visual los experimentados en conducción de coche, presentaban patrones más flexibles y efectivos para detectar los elementos de peligro.

La inquietud por conocer los aspectos que hacen excelentes a los expertos en el deporte, ha llevado a los investigadores a desarrollar estudios no relacionados directamente con entornos deportivos, en los que buscaban describir el perfil decisional y perceptivo del deportista de élite, y sus diferencias con los menos experimentados. Las conclusiones de estos estudios concuerdan en un aspecto fundamental: las diferencias en las capacidades perceptivo-visuales entre expertos y novatos, se hacen visibles en tareas relacionadas directamente con el dominio específico. De este modo Abernethy et al., (1994), en su estudio con jugadores de billar basado en tests ópticos, específicos y generales, y diferenciando jugadores expertos, intermedios y novatos, expuso que no existían diferencias entre los tres grupos en los tests generales, pero sí en los específicos, corroborando así que es la experiencia la que determina el éxito de los expertos, y no unas capacidades visuales superiores.

Utilizando como muestra jugadores de baloncesto y estudiantes de Educación Física, Kioumourtzoglou et al. (1998), estudiaron en laboratorio habilidades cognitivas, motoras y perceptuales. Siguiendo el mismo procedimiento que en este estudio, Kioumourtzoglou et al. (2000), analizan las mismas capacidades en jugadores de voleibol de élite y estudiantes de educación Física. Los expertos en voleibol no mostraron habilidades cognitivas superiores, solo hubo diferencias cuando se presentaron estímulos concretos del deporte, en este caso afirman que los jugadores hacen mejor uso de la información detectada, es decir, extraen gran cantidad de información estructurada de una sola fijación.

Helsen y Starkes (1999) compararon las habilidades no específicas de jugadores expertos e intermedios de fútbol. Midieron el procesamiento (tiempo de reacción simple, tiempo de reacción periférica, tiempo de corrección visual), optometría y parámetros periféricos (rango periférico horizontal y vertical) y entre sus resultados encontraron que los expertos no poseían mejores tiempos de reacción, ni se diferenciaban de los menos experimentados en su precisión estática visual ni en su habilidad para seguir el movimiento de un objeto.

Por el contrario encontramos autores que obtuvieron conclusiones opuestas en sus investigaciones, como es el caso de Azeneder y Bösel (1998) que estudiaron la modulación de la extensión espacial del foco atencional en jugadores de alto nivel de voleibol en comparación con novatos. Los participantes visualizaron tests no específicos del deporte, en los que debían responder a estímulos variados, sin mover su mirada. Concluyeron que los jugadores de voleibol eran mejores en los controles para modular la distribución de los recursos atencionales y extraer preíndices de áreas periféricas.

También en este deporte, Jafarzadehpur et al. (2007) midieron mediante tests optométricos y gráficos, la facilidad de acomodación y movimientos sacádicos, a tres distancias. Los resultados mostraron que las participantes jugadoras tienen una mejor facilidad de acomodación y menos movimientos sacádicos, en relación a las que no lo son, encontrando diferencias significativas entre las no jugadoras y las principiantes con el grupo de avanzadas e intermedias.

CONCLUSIONES

Mann, Williams, Ward y Janelle (2007) realizan una revisión sobre los resultados de las investigaciones en habilidades perceptivo-cognitivas. Exponen que los expertos son mejores en la captación de índices perceptuales, y que existen diferencias sistemáticas en el comportamiento visual, que apuntan a que los expertos usan menos fijaciones de mayor duración, incluyendo periodos prolongados de “tranquilidad” visual.



Los deportistas expertos presentan patrones de búsqueda visual que responden a estrategias perceptivas deliberadas (Bard y Fleury, 1981, en Moreno et al., 2003) mientras que los menos experimentados, presentan una búsqueda visual que obedece al orden de aparición de los eventos (Ripoll, 1991, en Moreno et al., 2003a). Además interpretan mejor el significado de la información disponible, siendo más eficientes al interpretar la información visual en el área que dominan. Estas diferencias se encuentran en ambientes y acciones relacionadas con el deporte en concreto, y no se dan cuando las capacidades visuales se estudian de forma general (Abernethy et al., 1994; Kioumourtzoglou et al., 1998; Helsen y Starkes, 1999; Kioumourtzoglou et al., 2000).

A colación de las investigaciones revisadas podríamos concluir que una estrategia visual efectiva es aquella con un menor número de fijaciones visuales, de mayor duración, y pocos movimientos sacádicos (Bard y Fleury, 1976; Vickers, 1988; Abernethy, 1990; Helsen y Starkes, 1999; Savelsbergh et al., 2002; Williams et al., 2002; Vaeyens et al., 2007a y 2007b; Reina et al., 2007).

Teniendo en cuenta que el comportamiento visual influye directamente sobre los procesos cognitivos de la toma de decisiones, y que es modificable a través del entrenamiento (Hayhoe y Ballard, 2005), se convierte en uno de los factores fundamentales del rendimiento sobre todo en deportes de carácter abierto (Williams et al., 1999). La localización de los estímulos relevantes, resulta esencial para disminuir la incertidumbre con la que el deportista se encuentra en entornos deportivos. Las investigaciones demuestran que una estrategia visual global, tiene un desempeño cognitivo más eficiente, lo que se traduce en mejores decisiones, y que las diferencias este parámetro, son significativas al comparar expertos y novatos (Ezquerro y Buceta, 2001).

Por tanto la premisa de estos estudios debería ser extraer una estrategia de búsqueda visual, al conocer cómo los expertos usan sus movimientos oculares para extraer información visual importante, en acciones deportivas concretas. Así estas estrategias podrían ser usadas para entrenar el comportamiento visual de los deportistas con menos experiencia (Liebermann et al., 2002).

Es necesario que este tipo de investigaciones se lleve a cabo de forma específica, en situaciones concretas. Según Hayhoe (2004), el tipo de fijaciones visuales y su duración depende de factores variados, entre ellos el tipo de tarea y el tiempo del que disponemos para captar la información relevante. Por este motivo los resultados obtenidos en una acción puntual, no pueden generalizarse para todas las acciones deportivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abernethy, B. (1988). Visual search in sport and ergonomics: its relationship to selective attention and performer expertise. *Human Performance*, 4, 205-235.
2. Abernethy, B. (1990). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19, 63-77.
3. Abernethy, B. y Rusell, D.G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6, 283-319.
4. Abernethy, B. y Zawi, K. (2007). Pickup of essential kinematics underpins expert perception of movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 39, 353-367.
5. Abernethy, B., Gill, D.P., Parks, S.L., y Packer, S.T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30, 2, 233-252.
6. Abernethy, B., Neal, R.J., y Koning, P. (1994). Visual-Perceptual and cognitive differences between expert, intermediate and novice snooker players. *Applied Cognitive Psychology*, 8, 185-211.
7. Abernethy, B., Zawi, K., y Jackson, R.C. (2008). Expertise and attunement to kinematic constraints. *Perception*, 37, 931-948.
8. Abernethy, B., Wright, M.J. y Jackson, R.C. (2008). Motor learning and control. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30, S61-S114.
9. Amazeen, E.L., Amazeen, P.G, y Beek, P.J. (2001). Eye movements and the selection of



- optical information for catching. *Ecological Psychology*, 13, 71-85.
10. Azeneder, C.P., y Bösel, R. (1998). Modulation of the spatial extent of the attentional focus in high-level volleyball players. *European Journal of Cognitive Psychology*, 10, 247-267.
 11. Barber, P.J. y Legge, D. (1980). *Percepción e información*. México: Compañía Editorial Continental, S.A.
 12. Benguigui, N., Ripoll, H. y Broderick, M.P. (2003). Time-to-contact of accelerated stimuli is based on first-order information. *Journal of experimental Psychology: Human perception and performance*, 29, 6, 1083-1101.
 13. Bruce, V., Green, P.R. y Georgeson, M.A. (2010). *Visual perception, psychology, psychology & ecology*. New York: Psychology Press.
 14. Cattew, P., Helsen, W., Gilis, B., Van Roie, E. y Wagemans, J. (2010). Visual Scan patterns and decision-making skills of expert assistant referees in offside situations. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31, 786-797.
 15. Croft, J.L., Button, C. y Dicks, M. (2010). Visual strategies of sub-élite cricket batsmen in response to different ball velocities. *Human Movement Science*, 29, 751-763.
 16. Damas, J.S., Moreno, F.J., Reina, R.L. y del Campo, V. (2004). Presentación de un sistema automatizado para el análisis de la eficacia de los receptores en voleibol. *Motricidad*, 11, 105-119.
 17. Del Campo, V.L., Reina, R., Sanz, D., Fuentes, J.P. y Moreno, F.J. (2003). Análisis del comportamiento visual y de reacción de tenistas de diferente nivel ante al simulación en laboratorio de la situación de aproximación a la red. *Kronos*, 4, 29-38.
 18. Du Toit, P.J., Krüger, P.E., Mahomed, A.F., Kleynhans, M., Jay-Du Preez, T., Govender, C. Y Mercier, J. (2011). The effect of sports vision exercises on the visual skills of university students. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance (AJPHERD)*, 17, 3, 429-440.
 19. Durand M., Geoffroi V. y Jacquemond L. (1999). Constancia y estabilidad de las tareas, invarianza de las adaptaciones motrices y técnica deportiva. 155-175. En J.P. Famose (dr) *Cognición y rendimiento* (pp 155-175). Barcelona: INDE.
 20. Ezquerro, M. y Buceta, J.M. (2001). Estilo de procesamiento de la información y toma de decisiones en competiciones deportivas: las dimensiones rapidez y exactitud cognitivas. *Analise Psicologica*, 1, XIX, 37-50.
 21. Farrow, D. y Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance?. *Perception*, 32, 1127-1139.
 22. García-Albea, J.E. (1999). Algunas notas introductorias al estudio de la percepción. En Munar,E.; Roselló, J. y Sánchez-Cabaco, A. (cords.) *Atención y percepción* (pp. 179-199). Madrid: Alianza Editorial.
 23. Grehaigne, J.F., Godbout, P. y Boutier, D. (2001). The teaching and learning of Decision Making in Team Sports. *Quest*, 53, 59-76.
 24. Hagemann, N., Strauss, B. y Cañal-Bruland, R. (2006). Training Perceptual Skill by Orienting Visual Attention. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 28, 143-158.
 25. Hayhoe, M. y Ballard, D. (2005). Eye Movements in natural behaviour. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 4, 188-194.
 26. Hayhoe, M.M. (2004). Advances in relating eye movements and cognition. *Infancy*, 6,2, 267-274.
 27. Helsen, W.F. y Starkes, J.L. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, 13, 1-27.
 28. Hodges, N.J., Williams, A.M., Hayes, S.J. y Breslin, G. (2007). What is modelled during observational learning?. *Journal of Sport Sciences*, 25, 5, 531-545.
 29. Horn, R.R, Williams, A.M. y Scott, M.A. (2002). Learning from demonstrations: the role of visual search during observational learning from video and point-light models. *Journal of Sport Sciences*, 20, 253-269.
 30. Hosking, S.G., Liu, C.C. y Bayly, M. (2010). The visual search patterns and hazard responses of experienced and inexperienced motorcycle riders. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 196-202.



31. Huys, R., Cañal-Bruland, R., Hagemann, N., Beek, P.J., Smeeton, N.J. y Williams, A.M. (2009). Global information pickup underpins anticipation of tennis shot direction. *Journal of Motor Behavior*, 41, 158-170.
32. Jackson, R.C. y Mogan, P. (2007). Advance visual information, awareness and anticipation skill. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 341-351.
33. Jafarzadehpur, E., Aazami, N. y Bolouri, B. (2007). Comparison of saccadic eye movements and facility of ocular accommodation in female volleyball players and non-players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 17, 186-190.
34. Janelle, C.M., Singer, R.N. y Williams, A.M. (1999). External distraction and attentional narrowing: visual search evidence. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21, 70-91.
35. Just, M.A. y Carpenter, P.A. (1976a). The role of Eye Fixations research in cognitive psychology. *Behavioral research methods and instrumentation*, 8, 139-143.
36. Just, M.A. y Carpenter, P.A. (1976b). Eye Fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8, 441-480.
37. Kioumourtoglou, E., Derri, V., Tzetzis, G., & Therodorakis, Y. (1998). Cognitive, perceptual and motor abilities in skilled basketball performance. *Perceptual & Motor Skills*, 86, 771-86.
38. Kioumourtoglou, E., Michalopoulou, M., Tzetzis, G. y Kourtessis, T. (2000). Ability Profile of the elite volleyball player. *Perceptual and Motor Skills*, 90, 757-770.
39. Land, M.F. (2006). Eye movements and the control of actions in everyday life. *Progress in Retinal and Eye Research*, 25, 296-324.
40. Lenoir, R.V.M., Williams, A.M., & Philippaerts, R.M. (2007). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 395-408.
41. Liebermann, D.G., Katz, L., Hughes, M.D., Bartlett, R.M., McClements, J. y Franks, I.M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 20, 755-769.
42. Maman, P., Gaurang, S. y Sandhu J. S. (2011). The effect of vision training on performance in tennis players. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 5, 1, 11-16.
43. Mann, D., Williams, A.M., Ward, P. y Janelle, C. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 457-478.
44. McMorris, T. y Graydon, J. (1997). The effect of exercise on cognitive performance in soccer-specific tests. *Journal of Sports Sciences*, 15, 459-468.
45. Moran, A., Byrne, A. y McGlade, N. (2002). The effects of anxiety and strategic planning on visual search behaviour. *Journal of Sports Sciences*, 20, 225-236.
46. Moreno, F.J., Ávila, F., Reina, R. y Luís, V. (2006). Análisis del comportamiento visual de entrenadores de tenis en situaciones de pista y videoproyección. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 2,2, 29-41.
47. Moreno, F.J., del Campo, V., Reina, R.L., Ávila, F. y Sabido, R. (2003). Las estrategias de búsqueda visual seguidas por los deportistas y su relación con la anticipación en el deporte. *Cuadernos de psicología del deporte*, 3, 1, 7-13.
48. Moreno, F.J., Reina, R.L., Luis, V., Damas, J.S. y Sabido, R. (2003). Desarrollo de un sistema tecnológico para el registro del comportamiento de jugadores de tenis y tenis en silla de ruedas en situaciones de respuesta de reacción. *Motricidad*, 10, 165-190.
49. Moreno, F.J., Ávila, F., Damas, J.S. (2001). El papel de la motilidad ocular extrínseca en el deporte. Aplicación en los deportes abiertos. *Motricidad*, 7, 75-94.
50. Müller S., Abernethy B., Reece J., Rose M., Eid M., McBean R., Hart T. y Abreu C. (2009). An in-situ examination of the timing of information pick-up for interception by cricket batsmen of different skill levels. *Psychology of Sport and Exercise*, 10, 644-652.
51. Nieuwenhuys, A., Pijpers, J.R., Oudejans, R.R.D. y Bakker, F.C. (2008). The influence of anxiety



- on visual attention in climbing. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30, 171-185.
52. Núñez, F.J., Oña, A., Raya, A. y Bilbao, A. (2009). Differences between expert and novice soccer players when using movement precues to shoot a penalty kick. *Perceptual and Motor Skills*, 108, 139-148.
 53. Oudejans, R., Michaels, C.F., y Bakker, F.C. (1997). The effects of baseball experience on movement initiation in catching fly balls. *Journal of Sports Sciences*, 15, 587-595.
 54. Palmi, J. (2007). La percepción: enfoque funcional de la visión. *Apuntes Educación Física y Deportes*, 2, 81-85.
 55. Pozo, J.L. (2006). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata
 56. Ranganathan, R., y Carlton, L.G. (2007). Perception-action coupling and anticipatory performance in baseball batting. *Journal of Motor Behavior*, 39, 369-380.
 57. Reina, R., del Campo, V. L., Moreno, F. J. y Sanz, D. (2004). Influencia del tamaño de la imagen sobre las estrategias de búsqueda visual en situación simulada del resto en tenis. *Revista de Psicología del Deporte*, 13, 2, 175-193.
 58. Reina, R., Moreno, F.J. y Sanz, D. (2007). Visual behaviour and motor responses of novice and experienced wheelchair tennis players relative to the service return. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 24, 254-271.
 59. Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport: The relationship between the semantic and sensoriomotor visual function. *International Journal Sport Psychology*, 22, 221-243.
 60. Rodrigues, S.T., Vickers, J.N. y Williams, A.M. (2002). Head, eye, and arm coordination in table tennis. *Journal of Sports Sciences*, 20, 187-200.
 61. Ruiz, L.M. y Arruza, J. (2005). *El proceso de toma de decisiones en el deporte. Clave de la eficiencia y el rendimiento deportivo*. Barcelona: Paidós.
 62. Ruiz, L.M. y Sánchez, F. (1997). *Rendimiento deportivo. Claves para la optimización de los aprendizajes*. Madrid: Gymnos.
 63. Ruiz, L.M., Sánchez, M., Durán, J. y Jiménez, C. (2006). Los expertos en el deporte: su estudio y análisis desde una perspectiva psicológica. *Anales de psicología*, 22, 1, 132-142.
 64. Savelsbergh, G., Williams, A.M., Van der Kamp, J. y Ward, P. (2002). Visual Search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20, 279-287.
 65. Scheiter, K. y Van Gog, T. (2009). Using Eye Tracking in Applied Research to Study and Stimulate the Processing of Information from Multi-representational Sources. *Applied Cognitive Psychology*, 23, 1209-1214.
 66. Schmidt, R. (1988). *Motor control and Learning*. Illinois: Human Kinetics.
 67. Schmidt, R.A. y Wrisberg, C.A. (2008). *Motor learning and performance. A situation-based learning approach*. Champaign: Human Kinetics.
 68. Shim, J., Carlton, L.G., Chow, J.W. y Chae, W.S. (2006). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of motor behaviour*, 37, 2, 164-175.
 69. Starkes, J.L. (1987). Skill in field Hockey: the nature of the cognitive advantage. *Journal of Sport Psychology*, 9, 146-160.
 70. Starkes, J.L., Edwards, P., Dissanayake, P. y Dunn, T. (1995). A new technology and field test of advance cue usage in volleyball. *Research Quarterly for exercise and sport*, 66, 2, 162-167.
 71. Tejero, P. (1999). Panorama histórico-conceptual del estudio de la atención. En Munar, E.; Roselló, J. y Sánchez-Cabaco, A. (cords.) *Atención y percepción* (pp. 33-61). Madrid: Alianza Editorial.
 72. Temprado, J.J. y Famoso, J.P. (1999). Análisis de la dificultad en el tratamiento de la información y descripción de las tareas motrices. En Famoso, J.P. (ed.) *Cognición y rendimiento* (pp. 177-195). Barcelona: INDE.
 73. Tenebaum, G. (2003) Expert athletes: an integrated approach to decision making. En J.L. Starkes y K.A. Ericsson (eds.) *Expert performance in Sports, advances in research on sport expertise*. (pp. 191-218). Champaign: Human Kinetics.



74. Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M. y Philippaerts, R.M. (2007a). Mechanisms underpinning successful decision making in skilled youth soccer players: an analysis of visual search behaviors. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 395-408.
75. Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M., Mazyn, L. y Philippaerts, R.M. (2007b). The effects of task constraints on visual search behaviour and decision-making skill in youth soccer players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 147-169.
76. Vickers, J.N. (1988). Knowledge structures of elite-novice gymnasts. *Human Movement Science*, 7, 47-72.
77. Vickers, J.N. (2007). *Perception, cognition and decision training. The quiet eye in action*. Champaign: Human Kinetics.
78. Vickers, J.N. y Williams, A.M. (2007). Performing under pressure: the effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 381-394.
79. Vila-Maldonado, S., Mata, E., García, L.M., Pastor, J.C. y Contreras, O.R. (2010). *Decision-making and visual perception in youth volleyball players and non-players*. 15 Ecsc Congress. Antalya, Turquía.
80. Vila-Maldonado, S., Ruiz, L.M. y Mata, E. (2006). *Análisis de las capacidades perceptivo visuales en jóvenes practicantes y no practicantes de voleibol*. IV Congreso AECCD. La Coruña, España.
81. Ward, P., Williams, A.M. y Bennett, S. (2002). Visual Search and Biological perception in tennis. *Research Quarterly for sport and exercise*, 73, 107-112.
82. Williams, A.M. y Ford, P.R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1, 4-18.
83. Williams, A.M., Davids, K y Williams, J.G. (1999). *Visual perception & action in sport*. New York: Taylor & Francis.
84. Williams, A.M., Singer, R.N. y Frehlich, S.G. (2002). Quiet eye duration, expertise, and task complexity in near and far aiming task. *Journal of Motor Behavior*, 34, 2, 197-207.
85. Williams, A.M., Ward, P., Smeeton, N.J. y Allen, D. (2004). Developing anticipation skills in tennis using on-court instruction: perception versus perception and action. *Journal of applied sport psychology*, 16, 350-360.
86. Zaccagnini, J.L. y Delclaux, I. (1982). Psicología cognitiva y procesamiento de la información. En Delclaux, I. y Seoane, J. (eds.) *Psicología cognitiva y procesamiento de la información* (pp. 39-61). Madrid: Ediciones pirámide.
87. Zietz, D. y Hollands, M. (2009). Gaze behaviour of young and older adults during stair walking. *Journal of Motor Behavior*, 41, 4, 357-365.
88. Zwierko, T. (2006). Select aspects of anticipation of soccer players. *Studies in physical coulture and tourism*, 13, 189-19.



León, H.H.; Melo, C.E.; Ramírez, J.F. (2012). Role of the myokines production through the exercise. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):157-166.

Review

PAPEL DE LA PRODUCCIÓN DE MIOKINAS A TRAVÉS DEL EJERCICIO

ROLE OF THE MYOKINES PRODUCTION THROUGH THE EXERCISE

León Ariza, H.H.¹; Melo Moreno, C.A.²; Ramírez Villada, J.F.¹

¹Universidad Santo Tomás – Bogotá, Colombia

²Universidad de la Sabana – Bogotá, Colombia

Correspondence to:
Henry Humberto León Ariza
 Universidad Santo Tomás, Bogotá (Col)
 Carrera 9 N° 51-11
 Tel. (57)(1)5878797
 Email: preparacionfisica2@gmail.com
henryleon@usantotomas.edu.co

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



Received: 05-09-2011
 Accepted: 24-12-2011



RESUMEN

En la última década el músculo esquelético ha dejado de ser visto únicamente como un órgano contráctil encargado del movimiento, para ser considerado un órgano endocrino altamente activo, productor gracias al ejercicio de múltiples hormonas con acción tanto endocrina como paracrina denominadas Miokinas. Algunas de estas Miokinas participan en la modulación de procesos inflamatorios como lo hace la Interleucina 6 (IL6), otras contribuyen a la regulación del metabolismo, aumentando la lipólisis y mejorando la sensibilidad a la insulina como la IL6, IL15, BDNF, FGF21 y la Visfatina y otras hormonas a través de su acción paracrina participan en la adaptación muscular como la IL8, LIF y la FGF21. Como algunas de las alteraciones sobre el metabolismo muscular vienen de la producción de hormonas por parte del tejido adiposo denominadas Adipokinas, estas son consideradas antagónicas a las Miokinas en su función. Es importante comprender el papel de las Miokinas para intervenir a través del ejercicio físico de una mejor manera en el manejo de las enfermedades de mayor prevalencia en el mundo como la obesidad y la diabetes.

Palabras clave: Adipokinas, Ejercicio, Inflamación crónica, Miokinas.

ABSTRACT

In the last decade skeletal muscle is no longer seen as just a contractile organ for the movement a body, to be considered a highly active endocrine organ, producing by the exercise multiple hormones with endocrine and paracrine action called Myokines. Some of this Myokines are involved in the modulation of inflammatory processes as does Interleukin 6 (IL6), others contribute to the regulation of metabolism, increasing lipolysis and improving insulin sensitivity such as IL6, IL15, BDNF, FGF21 and visfatin and other hormones through its paracrine action contribute in muscular adaptation as IL8, LIF and FGF21. Adipose tissue produce hormones called Adipokines, that change (damage or alter) muscle metabolism, these are considered antagonistic to Myokines in function. It is important to understand the role of Myokines to intervene through the exercise in a better way to manage the most prevalent diseases in the world as obesity and diabetes

Keywords: Adipokines, Exercise, Chronic inflammation, Myokines



INTRODUCCIÓN

En los últimos 100 años nuestro comportamiento alimentario, acompañado de la disminución en la actividad física diaria, ha llevado a una buena proporción de la población a presentar sobrenutrición; el cual se encuentra relacionado con un estado proinflamatorio continuo y a la vez con una mayor susceptibilidad al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (Hotamisligil, 2006; Hevener & Febbraio, 2010). Este estado proinflamatorio, sin embargo, es diferente al producido por otras causas como los agentes infecciosos, y su principal característica es la alteración de las funciones metabólicas e inmunológicas en diferentes órganos (Handschin, 2009). En el caso propio de la obesidad, enfermedad que en la actualidad ha alcanzado características pandémicas, gran parte de sus consecuencias adversas se deben a la producción, por parte del tejido adiposo, de factores de señalización denominados adipokinas, que aceleran el proceso de inflamación sistémica (Walsh, 2009).

Aunque todos los órganos y sistemas biológicos del cuerpo humano participan significativamente durante el ejercicio físico, al músculo esquelético (uno de los tejidos más abundantes) le es conferido un rol preponderante; ya que es un tejido metabólicamente muy activo, responsable del 20 al 30% del consumo de oxígeno en reposo (Stump, Henriksen, Wei, & Sowers, 2006).

De manera muy amplia, han sido reconocidos los beneficios del ejercicio físico para la salud aún sin cambios significativos en el peso corporal (Warburton, Nicol, & Bredin, 2006), y el papel benéfico que juega en la modificación de múltiples patologías (Stump, Henriksen, Wei, & Sowers, 2006), encontrándose entre otras, asociaciones que muestran que el ejercicio lleva a una reducción de marcadores de inflamación como la proteína C reactiva (PCR) (Stewart et al., 2007), el Factor de Necrosis Tumoral α (TNF- α) y la Interleucina 1 β (IL1 β) (Mathur & Pedersen, 2008); sin que hasta ahora sean claros los mecanismos mediante los cuales el músculo contribuye en dichos beneficios.

Durante la última década y especialmente en los últimos años múltiples investigaciones se han centrado en el papel hormonal del músculo durante la

actividad contráctil, llegándose al descubrimiento de múltiples sustancias químicas de acción tanto endocrina como auto/paracrina denominadas en conjunto como miokinas (Brandt & Pedersen, 2010).

El descubrimiento de la Interleucina 6 (IL6) muscular en el año 2000 como la primera miokina inició una serie de trabajos experimentales, que han permitido que continuamente aparezcan publicaciones que describen nuevas miokinas con propiedades y características interesantes en el proceso de autorregulación corporal y control de la enfermedad.

La presente revisión pretende presentar los hallazgos más recientes y representativos en torno a las miokinas y el papel que juegan a través del ejercicio en el manejo de algunas enfermedades.

EL MÚSCULO COMO ÓRGANO ENDOCRINO

El músculo esquelético es un órgano dinámico, encargado de la locomoción y la generación de calor; además juega un papel fundamental en la homeostasis metabólica, es el principal órgano receptor de insulina y tiene una gran capacidad para oxidar ácidos grasos; además, en la actualidad es considerado un órgano endocrino muy activo, con una capacidad de producción de cientos de proteínas de las cuales solo algunas hasta ahora se conocen (Henningsen, Rigbolt, Blagoev, Pedersen, & Kratchmarova, 2010), muchas de estas proteínas denominadas miokinas actúan como hormonas y lo más interesante, está en que su liberación está mediada por la contracción muscular (Brandt & Pedersen, 2010); hasta donde se ha podido determinar, la mayoría de estas miokinas relacionan de forma importante al ejercicio con el sistema inmune (Pedersen, Akerström, Nielsen, & Fischer, 2007; Nielsen & Pedersen, 2008), cuando las condiciones del ejercicio físico presentan características adecuadas, en términos de intensidad y duración (Handschin, 2009), dichas condiciones con las que debe cumplir el ejercicio hacen parte de investigaciones futuras.

Entre las miokinas parcialmente comprendidas hasta el momento se encuentra la Interleucina 6 (IL6), la cual además de ser la primera descrita, es sobre la que se ha centrado la mayor parte de la información, seguido por otras como las Interleucina 8 y 15 (IL8 e IL15) (Pedersen & Febbraio, 2008), El Factor



Neurotrópico Derivado del Cerebro (BDNF), el Factor Inhibidor de la Leucemia (LIF), recientemente el Factor de Crecimiento Fibroblástico 21 (FGF-21) y la Visfatina (Brandt & Pedersen, 2010). A continuación se presenta una visión general y actualizada de las más importantes miokinas descritas hasta el momento y un resumen esquemático de su función se encuentra en el gráfico 1.

Interleucina 6 (IL6):

La IL6, es una proteína de 212 aminoácidos y un peso de ~26 kDa, producida por diferentes tejidos, siendo el tejido adiposo y el músculo esquelético los más importantes (Glund & Krook, 2008), en la actualidad la isoforma muscular de la IL6 secretada es considerada una sustancia antiinflamatoria y además reguladora de la respuesta inflamatoria aguda, dado que facilita la liberación de IL-1rae e IL10, las cuales son también antiinflamatorias; al mismo tiempo la IL6 inhibe la producción de Factor de Necrosis Tumoral alfa (TNF α) en humanos (Pedersen & Fischer, 2007a). La IL6 posee receptores especialmente a nivel del tejido adiposo, el músculo esquelético y el hígado (Mathur & Pedersen, 2008; Pedersen & Febbraio, 2008). En el tejido adiposo la IL6 incrementa la lipólisis y mejora la sensibilidad a la insulina, (Sarelius & Pohl, 2010), en el hígado la IL6 aumenta la glucogenolisis y en músculo esquelético mejora considerablemente la sensibilidad a la insulina y la glucogénesis (Pedersen & Febbraio, 2008).

Por otro lado, la producción de IL6 tiene una fuerte relación con el ejercicio físico, el cual incrementa en una sesión las concentraciones plasmáticas de IL6 hasta en 100 veces (Pedersen & Fischer, 2007b), lo cual asociado a su acción sobre el tejido adiposo y el hígado aporta al efecto benéfico del ejercicio.

Por último, gracias a sus características antiobesogénicas, la IL6 está siendo considerada como un blanco farmacológico en el tratamiento de la obesidad y la resistencia a la insulina (Hoene & Weigert, 2008), de manera interesante, ahora se sabe que el consumo de glucosa durante el ejercicio atenúa el efecto de la IL6 (Akerstrom, Krogh-Madsen, Petersen, & Pedersen, 2009), lo cual agrega un componente nutricional y probablemente endocrinológico a la regulación de su síntesis.

Sin embargo, gran parte de la discusión de su utilización farmacológica se centra en el hecho de que altas concentraciones de IL6 también se encuentran presentes en condiciones patológicas (Pedersen & Febbraio, 2008); sin embargo, claras diferencias en las respuestas celulares se han encontrado entre la IL6 producida a través del ejercicio, la cual no participa en procesos deletéreos, y la isoforma de IL6 producida en el tejido adiposo (Scheele, Nielsen, & Pedersen, 2009). Para profundizar en la regulación, producción y cascada de señalización intracelular de la IL6 se sugiere consultar la revisión hecha por Pedersen y Febbraio en 2008.

Interleucina 8 (IL8):

La IL8 es un polipéptido con un peso molecular de ~8,3 kDa, pertenece a la familia CXC de quimioquinas que actúan a través de receptores CXCR1, (los cuales inducen efectos quimiotácticos especialmente en neutrófilos y macrófagos) y CXCR2 (expresado en células endoteliales microvasculares) (Pedersen & Fischer, 2007a). El músculo esquelético libera IL8 en respuesta a la contracción muscular, especialmente cuando esta es de tipo excéntrico, pero la función endocrina de la IL8 en el ejercicio no es clara, pues su concentración plasmática aumenta muy poco, lo cual sugiere que su acción es especialmente paracrina (Pedersen & Febbraio, 2008; Nielsen & Pedersen, 2008). Se ha propuesto que la IL8 a largo plazo, dada su interacción con el receptor CXCR2, sea uno de los factores que puede contribuir en el efecto de angiogénesis secundaria al ejercicio (Sarelius & Pohl, 2010).

Al parecer el ejercicio y, especialmente las actividades de fuerza, pueden llevar al aumento de la microvascularización muscular por efecto de la IL8, lo cual a su vez contribuiría en la disminución de la resistencia vascular periférica (disminución de la presión arterial) aumentando el aporte sanguíneo a nivel muscular.

Interleucina 15 (IL 15):

La IL15 es una citoquina de 14 a 15 kDa, descubierta inicialmente en linfocitos T en 1994 (Argilés, López-Soriano, & Busquets, 2009). La IL15 se produce en gran medida como respuesta al entrenamiento de la fuerza (Pedersen & Febbraio, 2008), donde al parecer



inhibe la degradación proteica muscular, estimula la captación de glucosa y facilita la oxidación de ácidos grasos a nivel muscular (Nielsen et al., 2007); representando un fuerte estímulo anabólico: por otro lado, en el tejido adiposo la IL15 contribuye a la lipólisis y a la inhibición en la diferenciación de los preadipocitos (Quinn, Anderson, Strait-Bodey, Stroud, & Argilés, 2008; Quinn, 2008), llevando a cambios en la composición corporal secundarios a la reducción del tejido adiposo. Otros órganos y tejidos también son estimulados en presencia de IL15, en el intestino delgado reduce la absorción de grasas, en el hígado disminuye la lipogénesis y estimula las células endoteliales durante el proceso de angiogénesis (Argilés et al., 2009), en general este conjunto de efectos benéficos ha llevado a que la IL15 también sea considerada en la actualidad una opción terapéutica especialmente para el manejo de la obesidad y sus comorbilidades (Argilés et al., 2009).

Factor Neurotrópico Derivado del Cerebro (BDNF):

El BDNF es un homodímero proteico con un peso de 27 a 30 kDa, producido principalmente por el sistema nervioso central y juega un papel importante en el crecimiento y desarrollo neuronal; recientemente se han encontrado valores más bajos de BDNF en pacientes obesos y con diabetes tipo 2 (Krabbe et al., 2007), el Alzheimer, la depresión y la enfermedad cardiovascular (Pedersen, 2009). Lo interesante es que el músculo esquelético tiene la capacidad para producir BDNF en respuesta al ejercicio (Matthews et al., 2009), con efectos sobre el metabolismo periférico, los cuales incluyen mayor oxidación de grasas y disminución en el tamaño del tejido adiposo (Pedersen, 2009), está pendiente por profundizar la relación entre BDNF y la salud mental, la cual agregaría un elemento más a la relación hormonal músculo-cerebro.

Factor Inhibidor de la Leucemia (LIF):

El LIF es una proteína de 19,7 kDa formada por 181 aminoácidos, recientemente descubierta y descrita en células tumorales astrocitarias. Entre las funciones descritas se encuentra la diferenciación de células mieloides leucémicas, además de actuar como estímulo para la formación plaquetaria y de células hematopoyéticas, entre otras (Broholm & Pedersen, 2010). El músculo esquelético es también productor

de LIF, al parecer su principal función es estimular la proliferación de células satélite, lo cual lleva a procesos adaptativos como la hipertrofia muscular, (Broholm & Pedersen, 2010; Broholm et al., 2008); varias consideraciones adicionales se han hecho de forma reciente, como el papel del ejercicio físico en la producción de LIF, especialmente ante estímulos como el entrenamiento de la fuerza (Broholm et al., 2011), son necesarias más investigaciones para profundizar en el papel del LIF a nivel sistémico y su interacción con otros tejidos.

Factor de Crecimiento Fibroblástico 21 (FGF-21):

El FGF-21, pertenece a la familia de factores de crecimiento fibroblástico, la cual tiene 22 miembros, su peso molecular oscila entre 17–26 kDa y es considerado desde hace tiempo un potente regulador metabólico expresado especialmente en el hígado (Kharitonov et al., 2005), el FGF-21 es también producido por el músculo esquelético durante la contracción muscular, con las mismas propiedades reguladoras sobre el metabolismo de la glucosa, reduciendo los valores plasmáticos de esta y triglicéridos, (Izumiya et al., 2008); Hallazgos recientes sugieren que esta miokina es también producida por acción de la insulina, y participaría en el proceso de hipertrofia muscular y a la mayor utilización del tejido adiposo como fuente energética (Pedersen, 2011). A partir de lo anterior y tras estudios experimentales en ratones, el FGF-21 ha sido propuesto como un importante blanco farmacológico en el manejo de la diabetes (Pedersen, 2011).

Visfatina (Visceral fat – Vis fat):

Visfatina es una proteína citoplasmática de 473 aminoácidos y 52 kDa de peso, es conocida como factor estimulante de colonias celulares pre B (PBEF) y también es fundamental en la síntesis de Nicotinamida Adenina Dinucleótido (NAD), la Visfatina es una proteína multifuncional descrita inicialmente como adipokina la cual se encuentra en mayor cantidad en desordenes de tipo metabólico como la obesidad visceral y la diabetes mellitus tipo 2 (Sandeep, Velmurugan, Deepa, & Mohan, 2007), recientemente la Visfatina fue descrita como miokina en cultivos de células musculares (Wang et al., 2010), y se asocia a un efecto cardioprotector, aumentando la sensibilidad a la insulina por parte de los tejidos y



disminuyendo la glicemia plasmática (Lim et al., 2008), queda por ahondar mucho en la comprensión de la Visfatina, la cual desde ahora es vista como un blanco farmacológico especialmente en el paciente obeso.

Otras miokinas:

De forma muy reciente nuevas miokinas de acción especialmente paracrina y autocrina se han descrito; algunas de ellas son: el Factor similar a la folistatina 1 (Fstl1), el cual promueve la angiogénesis y estimula los procesos de revascularización en respuesta a lesiones de tipo isquémico (Ouchi et al., 2008) o la adiponectina, la cual ha sido descrita como adipokina con características antidiabéticas, en la actualidad, se ha demostrado su producción a nivel muscular (Liu et al., 2009).

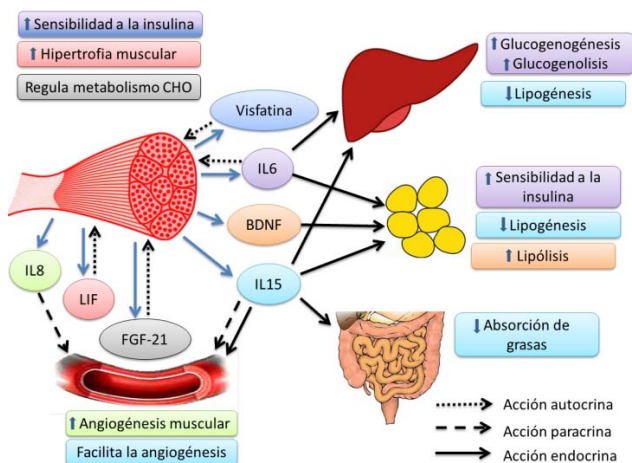


Gráfico 1: Resumen esquemático de las miokinas más estudiadas hasta el momento, el órgano sobre el que actúan y su tipo de acción. Esquema realizado por León, H.H.

Efectos de la relación obesidad-sedentarismo en el músculo esquelético

La relación antagonista entre el tejido adiposo y el tejido muscular esquelético es observable desde la vida intrauterina misma, donde la obesidad materna afecta negativamente el desarrollo muscular fetal (Tong et al., 2009; Du, Yan, Tong, Zhao, & Zhu, 2010). En la edad adulta, el exceso de tejido adiposo especialmente visceral está asociado a la producción de adipocinas, las cuales en su gran mayoría afectan negativamente el comportamiento metabólico del músculo esquelético, dado esto por una reducción en

la capacidad oxidativa de ácidos grasos (Berggren, Boyle, Chapman, & Houmard, 2008), una alteración de la función mitocondrial muscular (Karakelides, Irving, Short, O'Brien, & Nair, 2009), y un aumento en la concentración de lípidos intramusculares, condiciones que llevan a alteraciones en el rendimiento y la fuerza muscular (Hilton, Tuttle, Bohnert, Mueller, & Sinacore, 2008). Además, se ha demostrado que en el paciente sedentario-obeso el músculo esquelético no solo disminuye la producción de miokinas, sino que además contribuye con la producción de factores proinflamatorios como el TNF- α (Handschin, 2009), que sumado a las alteraciones en la sensibilidad de la insulina hacen parte del proceso etiológico del desarrollo de otras enfermedades crónicas como la diabetes tipo 2 y el síndrome metabólico asociado (Kiens, 2006).

CONCLUSIONES

Como se ha podido ver, a través de las miokinas la célula muscular esquelética tiene un papel muy importante en el proceso de regulación metabólica y de control de la inflamación crónica asociada; conociendo que las alteraciones de estas dos condiciones hacen parte del proceso patológico que lleva al desarrollo de la obesidad y consecuentemente a la resistencia a la insulina, la aterosclerosis, la neurodegeneración y el crecimiento tumoral (Brandt & Pedersen, 2010).

El ejercicio físico debe ser un elemento fundamental en la vida de los seres humanos, pero en algunas patologías como la obesidad o la diabetes, éste tiene un papel preponderante en el tratamiento y control de las comorbilidades, a través de la producción de miokinas por parte de la célula muscular esquelética. Por otro lado, el mismo tejido adiposo tiene capacidad de influir sobre el tejido muscular alterando sus características y funcionalidad, lo cual explicaría en parte las dificultades que tienen muchos pacientes obesos para comenzar procesos de entrenamiento físico.

Parte de la investigación en la actualidad, se ha centrado en tratar de develar las características con las que debería contar el ejercicio físico, para optimizar el proceso de producción de miokinas. Además, se adelantan estudios de composición corporal que permitan encontrar las interacciones



que seguramente existe entre la producción adipocinas y miocinas.

Finalmente, el potencial en la investigación de las miocinas se extiende al estudio de asociaciones hormonales entre órganos y al desarrollo de opciones farmacológicas en el tratamiento de la obesidad y de sus enfermedades asociadas, razón por la cual es importante no permanecer ajeno a esta posibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación en ciencias aplicadas al ejercicio físico, el deporte y la salud (GICAEDS), y al laboratorio de ciencias morfofuncionales de la facultad de Cultura Física, Recreación y Deporte de la Universidad Santo Tomás, en Bogotá – Colombia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akerstrom, T. C. A., Krogh-Madsen, R., Petersen, A. M. W., & Pedersen, B. K. (2009). Glucose ingestion during endurance training in men attenuates expression of myokine receptor. *Exp Physiol*, 94(11), 1124-1131. doi:10.1113/expphysiol.2009.048983
2. Argilés, J. M., López-Soriano, F. J., & Busquets, S. (2009). Therapeutic potential of interleukin-15: a myokine involved in muscle wasting and adiposity. *Drug Discov Today*, 14(3/4), 208-213. doi:10.1016/j.drudis.2008.10.010
3. Berggren, J. R., Boyle, K. E., Chapman, W. H., & Houmard, J. A. (2008). Skeletal muscle lipid oxidation and obesity: influence of weight loss and exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 294, E726-E732.
4. Brandt, C., & Pedersen, B. K. (2010). The Role of Exercise-Induced Myokines in Muscle Homeostasis and the Defense against Chronic Diseases. *J Biomed Biotechnol*, 2010(520258), 6 páginas. doi:10.1155/2010/520258
5. Broholm, C., Laye, M. J., Brandt, C., Vadalaetty, R., Pilegaard, H., Pedersen, B. K. et al. (2011). LIF is a contraction-induced myokine stimulating human myocyte proliferation. *J Appl Physiol*, Epub ahead of print.
6. Broholm, C., Mortensen, O. H., Nielsen, S., Akerström, T., Zankari, A., Dahl, B. et al. (2008). Exercise induces expression of leukaemia inhibitory factor in human skeletal muscle. *J Physiol*, 586(8), 2195-2201. doi:10.1113/jphysiol.2007.149781
7. Broholm, C., & Pedersen, B. K. (2010). Leukaemia inhibitory factor-an exercise-induced myokine. *Exerc Immunol Rev*, 16, 77-85.
8. Du, M., Yan, X., Tong, J. F., Zhao, J., & Zhu, M. J. (2010). Maternal Obesity, Inflammation, and Fetal Skeletal Muscle Development. *Biol Reprod*, 82, 4-12.
9. Glund, S., & Krook, A. (2008). Role of interleukin-6 signalling in glucose and lipid metabolism. *Acta Physiol*, 192, 37-48. doi:10.1111/j.1748-1716.2007.01779.x
10. Handschin, C. (2009). Peroxisome proliferator-activated Receptor- α Coactivator-1 α in muscle link metabolism to inflammation. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 36, 1139-1143. doi:10.1111/j.1440-1681.2009.05275.x
11. Henningsen, J., Rigbolt, K. T. G., Blagoev, B., Pedersen, B. K., & Kratchmarova, I. (2010). Dynamics of the skeletal muscle secretome during myoblast differentiation. *Mol Cell Proteomics*, 9, 2482-2496.
12. Hevener, A. L., & Febbraio, M. A. (2010). The 2009 Stock Conference Report: Inflammation, Obesity and Metabolic Disease. *Obes Rev*, 11, 635-644. doi:10.1111/j.1467-789X.2009.00691.x
13. Hilton, T. N., Tuttle, L. J., Bohnert, K. L., Mueller, M. J., & Sinacore, D. R. (2008). Excessive Adipose Tissue Infiltration in Skeletal Muscle in Individuals With Obesity, Diabetes Mellitus, and Peripheral Neuropathy: Association With Performance and Function. *Physical Therapy*, 88, 1336-1344.
14. Hoene, M., & Weigert, C. (2008). The role of interleukin-6 in insulin resistance, body fat



- distribution and energy balance. *Obesity reviews*, 9, 20-29. doi:10.1111/j.1467-789X.2007.00410.x
15. Hotamisligil, G. S. (2006). Inflammation and metabolic disorders. *Nature*, 444, 860-867. doi:10.1038/nature05485
 16. Izumiya, Y., Bina, H. A., Ouchi, N., Akasaki, Y., Kharitonkov, A., & Walsh, B. (2008). FGF21 is an Akt-regulated myokine. *FEBS Lett*, 582, 3805-3810. doi:10.1016/j.febslet.2008.10.021
 17. Karakelides, H., Irving, B. A., Short, K. R., O'Brien, P., & Nair, K. S. (2009). Age, Obesity, and Sex Effects on Insulin Sensitivity and Skeletal Muscle Mitochondrial Function. *Diabetes*, 59, 89-97.
 18. Kharitonkov, A., Shyanova, T. L., Koester, A., Ford, A. M., Micanovic, R., Gakbreath, E. J. et al. (2005). FGF-21 as a novel metabolic regulator. *J.Clin. Invest*, 115, 1627-1635. doi:10.1172/JCI23606
 19. Kiens, B. (2006). Skeletal Muscle Lipid Metabolism in Exercise and Insulin Resistance. *Physiol Rev*, 86, 205-243. doi:10.1152/physrev.00023.2004
 20. Krabbe, K. S., Nielsen, A. R., Krogh-Madsen, R., Plomgaard, P., Rasmussen, P., Erikstrup, C. et al. (2007). Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and type 2 diabetes. *Diabetologia*, 50, 431-438. doi:10.1007/s00125-006-0537-4
 21. Lim, S. Y., Davidson, S. M., Paramanathan, A. J., Smith, C. C. T., Yellon, D. M., & Hausenloy, D. J. (2008). The novel adipocytokine visfatin exerts direct cardioprotective effects. *J Cell Mol Med*, 12(4), 1395-1403. doi:10.1111/j.1582-4934.2008.00332.x
 22. Liu, Y., Chewchuk, Lavigne, C., Brulé, S., Pilon, G., Houde, V. et al. (2009). Functional significance of skeletal muscle adiponectin production, changes in animal models of obesity and diabetes, and regulation by rosiglitazone treatment. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 297, E657-E664. doi:10.1152/ajpendo.00186.2009
 23. Mathur, N., & Pedersen, B. K. (2008). Exercise as a Mean to Control Low-Grade Systemic Inflammation. *Mediators Inflamm*, 2008, 109502.
 24. Matthews, V. B., Aström, M. B., Chan, M. H. S., Bruce, C. R., Krabbe, K. S., Prelovsek, O. et al. (2009). Brain-derived neurotrophic factor is produced by skeletal muscle cells in response to contraction and enhances fat oxidation via activation of AMP-activated protein kinase. *Diabetologia*, 52, 1409-1418. doi:10.1007/s00125-009-1364-1
 25. Nielsen, A. R., Mounier, R., Plomgaard, P., Mortensen, O. H., Penkowa, M., Speerschnieder, T. et al. (2007). Expression of interleukin-15 in human skeletal muscle – effect of exercise and muscle fibre type composition. *J Physiol*, 584(1), 305-312. doi:10.1113/jphysiol.2007.139618
 26. Nielsen, S., & Pedersen, B. K. (2008). Skeletal muscle as an immunogenic organ. *Curr Opin Pharmacol*, 8, 346-351. doi:10.1016/j.coph.2008.02.005
 27. Ouchi, N., Oshima, Y., Ohashi, K., Higuchi, A., Ikegami, C., Izumiya, Y. et al. (2008). Follistatin-like 1, a Secreted Muscle Protein, Promotes Endothelial Cell Function and Revascularization in Ischemic Tissue through a Nitric-oxide Synthase-dependent Mechanism. *J BIOL CHEM*, 283, 32802-32811. doi:10.1074/jbc.M803440200
 28. Pedersen, B. K. (2009). The disease of physical inactivity – and the role of myokines in muscle-fat cross talk. *J Physiol*, 587(23), 5559-5568. doi:10.1113/jphysiol.2009.179515
 29. Pedersen, B. K. (2011). Muscles and their myokines. *J Exp Biol*, 214, 337-346. doi:10.1242/jeb.048074
 30. Pedersen, B. K., Akerström, T. C., Nielsen, A. R., & Fischer, C. P. (2007). Role of myokines in exercise and metabolism. *J Appl Physiol*, 103, 1093-1098.
 31. Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. (2008). Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6. *Physiol Rev*,



- 88, 1379-1406.
doi:10.1152/physrev.90100.2007
32. Pedersen, B. K., & Fischer, C. P. (2007a). Beneficial health effects of exercise – the role of IL-6 as a myokine. *Trends Pharmacol Sci*, 28(4), 152-156. doi:10.1016/j.tips.2007.02.002
 33. Pedersen, B. K., & Fischer, C. P. (2007b). Physiological roles of muscle-derived interleukin-6 in response to exercise. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 10(3), 265-271.
 34. Quinn, L. S. (2008). Interleukin-15: A muscle-derived cytokine regulating fat-to-lean body composition. *J Anim Sci*, 86(E Suppl), E75-E83. doi:10.2527/jas.2007-0458
 35. Quinn, L. S., Anderson, B. G., Strait-Bodey, L., Stroud, A. M., & Argilés, J. M. (2008). Oversecretion of interleukin-15 from skeletal muscle reduces adiposity. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 296, E191-E202.
 36. Sandeep, S., Velmurugan, K., Deepa, R., & Mohan, V. (2007). Serum visfatin in relation to visceral fat, obesity, and type 2 diabetes mellitus in Asian Indians. *Metabolism*, 56(4), 565-570. doi:10.1016/j.metabol.2006.12.005
 37. Sarelius, I., & Pohl, U. (2010). Control of muscle blood flow during exercise: local factors and integrative mechanisms. *Acta Physiol*, 199, 349-365. doi:10.1111/j.1748-1716.2010.02129.x
 38. Scheele, C., Nielsen, S., & Pedersen, B. K. (2009). ROS and myokines promote muscle adaptation to exercise. *Trends Endocrinol Metab*, 20(3), 95-99.
 39. Stewart, L. K., Flynn, M. G., Campbell, W. W., Crain, B. A., Robinson, J. P., Timmerman, K. L. et al. (2007). The influence of exercise training on inflammatory cytokines and C-reactive protein. *Med Sci Sports Exerc*, 39, 1714-1719.
 40. Stump, C. S., Henriksen, E. J., Wei, Y., & Sowers, J. R. (2006). The metabolic syndrome: Role of skeletal muscle metabolism. *Ann Med*, 38, 389-402.
 41. Tong, J. F., Yuan, X., Zhu, M. J., Ford, S. P., Nathanielsz, P. W., & Du, M. (2009). Maternal obesity downregulates myogenesis and -catenin signaling in fetal skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 296, E917-E924.
 42. Walsh, K. (2009). Adipokines, Myokines and Cardiovascular Disease. *Circ J*, 73, 13-18.
 43. Wang, P., Du, H., Zhang, R., Guan, Y., Xu, T., Xu, D. S. et al. (2010). Circulating and local visfatin/Nampt/PBEF levels in spontaneously hypertensive rats, stroke-prone spontaneously hypertensive rats and Wistar-Kyoto rats. *J Physiol Sci*, 60, 317-324. doi: 10.1007/s12576-010-0103-1
 44. Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ*, 174(6), 801-809.



Benito, E.; Lara Sánchez, A.J.; Moral-García, J.E.; Martínez-López, E.J. (2012). Effects of order of application of electrical stimulation and plyometric in the training of hundred speed. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):167-180.

Original

EFECTO DEL ORDEN DE APLICACIÓN DE LA ELECTROESTIMULACIÓN NEUROMUSCULAR Y LA PLIOMETRÍA SOBRE EL ENTRENAMIENTO DE LA PRUEBA DE 100 METROS LISOS

EFFECTS OF ORDER OF APPLICATION OF ELECTRICAL STIMULATION AND PLYOMETRIC IN THE TRAINING OF HUNDRED SPEED

Benito. E.¹; Lara-Sánchez A.J.²; Moral-García J.E.³; Martínez-López E.J.²

¹*Federación Española de Atletismo*

²*Universidad de Jaén*

³*Universidad Pontificia de Salamanca*

Correspondence to:
Elisa Benito
Federación Española de Atletismo
elisabenitomartinez@yahoo.es

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



Received: 16-11-2011
Accepted: 27-03-2012



RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer el orden más adecuado de combinar la pliometría (PT) y la electroestimulación neuromuscular (NM ES) para entrenar la prueba de 100 metros lisos (m.l). Participaron en el estudio 98 atletas de pruebas de velocidad con una edad media de $17.16 \pm 1,42$ años y un índice de masa corporal de 20.37 ± 2.68 , repartidos en un grupo control y tres experimentales en los que se varió la frecuencia de corriente empleada y el orden de aplicación de la NM ES y PT. Se midió el tiempo necesario para recorrer una distancia de 100 m.l así como el tiempo de paso a los 20 m y a los 73 m y el tiempo empleado en recorrer los últimos 27 m. Las medidas se llevaron a cabo en tres momentos diferentes: antes del inicio de los entrenamientos (pre), después de 6 semanas (post) y tras dos semanas de descanso (descanso). Los resultados mostraron un mejor rendimiento en la prueba de 100 m.l del grupo que realizaba la NM ES a 150 Hz combinada de forma simultánea con la PT. Se concluye que el trabajo realizado con NM ES y PT debe variar según la manifestación de la fuerza que quiera ser mejorada. Para mejorar la velocidad en la prueba de 100 m puede aplicarse un complemento al entrenamiento consistente en un entrenamiento simultáneo de NM ES y PT. Las mejoras de los tiempos conseguidas por este entrenamiento se mantienen hasta al menos dos semanas después de la aplicación del mismo.

Palabras clave: Electroestimulación neuromuscular, pliometría, velocidad.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the best order application of plyometric (PT) and neuromuscular electrical stimulation (NM ES) to the training of the event of 100 m.l. 98 sprinter athletes participated in this study. They were aged $17.16 \pm$ years and had a Body Mass Index (BMI) of 20.37 ± 2.68 . The sample was randomized into a control group and three experimental groups with a different frequency and different order application of PT and NM ES. It measured the time at the first 20m, and at 73 m, and the last 27 m and the time at 100 m.l. The measures were carried out in three different moments: before the training (pre), after six weeks of training (post) and after two weeks of detraining (descanso). Improvement were obtained in the simultaneous group (plyometric jump were performed through the passage current). It was concluded that the training with PT and NM ES must be different about the expression strength that will be training. To improve the speed at 100 m.l a complement to the training could be applied a simultaneous training of PT and NM ES. The improvement obtained by this training are kept up two weeks after the application of the same one.

Keywords: Electrical stimulation, plyometric, speed.

INTRODUCCIÓN

La velocidad es entendida como una “capacidad derivada” dependiente de la aplicación de una fuerza y como efecto exclusivo de ésta última por Vittori quien además, clasificó las diferentes expresiones de la cualidad física fundamental de la motricidad, la fuerza (Vittori, 1990).

Así pues, diferenció entre expresiones de la fuerza activa, con un único ciclo de acortamiento, y fuerza reactiva compuesta por dos ciclos: uno previo de estiramiento en el que se acumulan tensiones que se desarrollan en un segundo ciclo de acortamiento.

Dentro de la fuerza activa se engloban dos expresiones de la fuerza: la expresión máxima dinámica de la fuerza, y la expresión explosiva: La expresión máxima dinámica de la fuerza, aquella que desplaza sin limitación de tiempo la resistencia de masa máxima. Es base del resto de manifestaciones aunque su correlación con ellas decrece según disminuye su porcentaje de participación en el total de la expresión expresada (Vittori, 1990).

La expresión explosiva que moverá la carga lo más rápido posible con un único movimiento de acortamiento. Correspondería con el primer impulso de los tacos de la prueba de velocidad de tal modo que existe una correlación entre la altura de salto Squat Jump o salto sin contramovimiento (SJ) con la fase de aceleración de los primeros 15 a 20 m de la prueba de velocidad (Vittori, 1990; Vélez, 1992; Bosco, 1994; Márquez et al., 2005). El mejor orden de aplicación de un entrenamiento de electroestimulación neuromuscular (NM ES) y pliometría (PT) para mejorar esta expresión de la fuerza, es realizar la PT tras la aplicación de la NM ES (Benito et al., 2010).

Al segundo grupo (fuerzas reactivas), pertenecen por un lado la expresión explosivo-elástica, aquella que se desarrolla en acortamiento tras la energía acumulada en el estiramiento previo. Correspondería a los primeros pasos de los velocistas. Aquí existiría también una correlación con la altura del salto contramovimiento (CMJ). Así, Pascua (1994) determinó que a partir de los primeros 30 m, la expresión explosiva de la fuerza pierde protagonismo a favor de la explosivo-elástica. El mejor orden de aplicación de un entrenamiento de NM ES y PT para

mejorar esta expresión de la fuerza es realizar la PT tras la aplicación de la NM ES (Benito et al., 2010).

Por otro lado la expresión elástica-explosiva-reativa que sumaría a la anterior el hecho de realizarse el movimiento con una amplitud determinada. Es la expresión más rápida de la fuerza que se pone de manifiesto en la carrera lanzada y en el test de Drop Jump (DJ) (Contreras et al., 2006; Vélez, 1992; García et al., 1998; Vittori, 1990). En este caso el mejor orden para aplicar los métodos citados anteriormente es el combinado simultáneo, es decir realizar el salto pliométrico cuando se trasmite la corriente eléctrica (Benito et al., 2010).

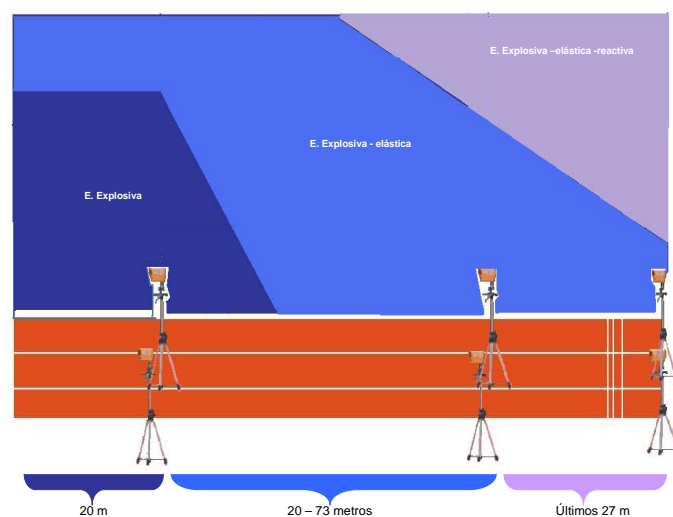


Figura 1. Gráfico de la prueba total de 100 m, distancia de colocación de las células fotoeléctricas y correspondencia con las expresiones de la fuerza (E. Explosiva = expresión explosiva; E. Explosiva - elástica = Expresión explosiva - elástica; E. Explosiva - elástica - reactiva = Expresión explosiva - elástica - reactiva).

La mayoría de los estudios no tienen en cuenta la expresión de la fuerza que quiere ser mejorada o únicamente miden alguna parte de la prueba total de 100 m. El objetivo de este estudio será encontrar el orden adecuado entre NM ES y PT y la frecuencia más apropiada que permita mejorar el cómputo total de la prueba de 100 metros lisos (m.l) y demostrar como cada expresión de la fuerza debe ser mejorada a través de protocolos diferentes.



MATERIAL Y MÉTODOS

Experimental Approach to the problem

Completamos durante 8 semanas un estudio cuantitativo cuasiexperimental con tres medidas de resultados medida inicial (Pre); Medida final tras 6 semanas de entrenamiento (Post) y (descanso) tras dos semanas en las que no se aplica ningún tratamiento. Se aplicó un protocolo de NM ES y saltos pliométricos a cuatro grupos de atletas, diferenciándose entre ellos el orden de aplicación y la frecuencia de corriente. En cada medida se registró el tiempo empleado en recorrer la distancia de 100 m.l con el fin de demostrar la hipótesis de partida, que el entrenamiento que realiza la NM ES a 150 Hz combinado simultáneamente con la PT es el que obtiene mejores resultados en el computo total de la prueba de 100 m.l. Así mismo se medirán los tiempos de paso por los 20 primeros metros, entre los 20 y los 73 m y en los últimos 27 m con el fin de demostrar que cada expresión de la fuerza debe ser trabajada de diferente manera.

Participantes

Participaron 97 atletas de nivel medio, 47 mujeres y 50 hombres, procedentes de disciplinas de velocidad (100 y 200 m.l y 100 y 110 m vallas). Las características del grupo son las siguientes: una edad de $17,16 \pm 1,42$ años; un IMC de $20,37 \pm 2,68$, una masa de $57,72 \pm 7,63$ kg; y una estatura de $1,63 \pm 7,87$ m. La media de tiempo que llevaban entrenando los participantes en su disciplina es de $5,16 \pm 2,56$ años. Ningún atleta había experimentado previamente con entrenamiento de NM ES y se incluyó como criterio de exclusión cualquier tipo de lesión en miembros inferiores en los últimos seis meses.

Se explicó previamente al comienzo del estudio a los atletas en que consistían los entrenamientos y la prueba de 100 m, y se pidió el consentimiento informado por escrito de los atletas, tutores legales y entrenador. El protocolo de investigación fue aprobado por el comité ético de la Universidad de Jaén (España) de acuerdo con la declaración de Helsinki (modificada en Octubre de 2008).

Instrumentos

Se empleó un electroestimulador de la marca Medicarim 313 P4 Sport fabricado en Francia para aplicar el protocolo de NM ES.

Así mismo se utilizaron tres pares de células fotoeléctricas de la marca Eleiko Sport RS 232 MAT fabricadas en Suecia para medir los pasos por los diferentes puntos de los 100 m.l (a los 20 m, a los 73 m y a los 100 m).

Procedimiento

Se dividió la muestra total de forma aleatoria en 4 grupos con la siguiente distribución:

Grupo 1º control (GC): Formado por 24 atletas (12 mujeres y 12 hombres) de $17,4 \pm 1,42$ años, con un IMC de $18,59 \pm 2,45$. Estos atletas realizaron dos veces por semana los saltos pliométricos pautados y recibieron como placebo una corriente analgésica del tipo TENS (Hansson, 1983). En ningún caso se informó a los atletas de la diferencia respecto al tipo de corriente aplicada para eliminar posibles errores derivados del hecho. Se aplicó tanto la NM ES como la corriente TENS con el mismo aparato de electroterapia y se utilizó la corriente TENS de forma pulsátil. De este modo, aunque una corriente, la NM ES, tenía como finalidad el desarrollo de la fuerza y la otra, TENS, era meramente analgésica, los atletas percibían en ambos casos la contracción muscular salvándose así posibles errores derivados del hecho de conocer los atletas el tipo de corriente aplicada.

Grupo 2 (GE1): Formado por 27 atletas (12 mujeres y 15 hombres) de $17,01 \pm 1,4$ años y un IMC de $21,24 \pm 2,3$. Este grupo recibió de forma simultánea y combinada ambos tratamientos, es decir, realizan el mismo protocolo de saltos pliométricos que los otros tres grupos pero al mismo tiempo que la NM ES, el atleta realizaba el salto cuando sentía la corriente eléctrica, y descansaba en el tiempo de reposo de la misma. En este grupo la corriente se aplicó con una frecuencia de 150 Hz.

Grupo 3 (GE2): Compuesto por 23 atletas (11 mujeres y 12 hombres) de $17,32 \pm 1,39$ años y $21,03 \pm 2,2$ de IMC. Este grupo recibió primero el entrenamiento de NM ES y posteriormente realizó el protocolo de saltos pliométricos. En este caso la frecuencia de la corriente fue de 85 Hz.



Grupo 4 (GE3): Formado por 24 atletas (12 mujeres y 12 hombres), con una edad de $17,4 \pm 1,5$ años y un IMC de $20,7 \pm 2,7$. Este grupo realizó el entrenamiento del GE1 y GE2 alternativamente, es decir de los dos días de entrenamiento semanales, uno de ellos realizó el entrenamiento del GE1 y el segundo día realizó el del GE2.

A continuación se describen los protocolos seguidos de NM ES y PT. Entre la aplicación de la NM ES y PT se estableció una recuperación de diez minutos en los GC, GE2 y en el GE3 para los días en que realizaban el entrenamiento del GE2.

1. Protocolo de NM ES

Se utilizaron electrodos adhesivos, tres de ellos de $5 \times 5 \text{ cm}^2$ de tamaño y uno de $10 \times 5 \text{ cm}^2$. Se colocaron a través de dos canales diferentes, uno para el vasto externo y otro para vasto interno y recto anterior. El electrodo proximal constaba de dos salidas, una de ellas conectaba con el electrodo del vasto externo para formar el canal 1 y la otra se unía mediante un cable bifurcado a los electrodos distales del vasto medial y del recto anterior formando el canal 2 (Basas et al., 2003). Se realizó el anterior procedimiento debido a que las diferencias de excitabilidad del vasto interno y el externo hacen necesaria la utilización de dos canales diferentes de NM ES (Coarsa et al., 2000), ya que la utilización de un sólo canal podría provocar desequilibrios musculares (Cometti, 2002). Se colocó el electrodo activo en el punto motor del músculo (Babault et al., 2007), y el otro en la zona proximal, a la altura del triángulo femoral (Vanderthommen et al., 2001).

Los parámetros de corriente utilizados fueron los siguientes: frecuencia de 150 Hz para el grupo 2 y 85 Hz para el grupo 3. El empleo de dos frecuencias diferentes se debe al hecho de que en un estudio previo (Benito et al., 2010) se comprobó como frecuencias de 85 Hz conseguían mejoras en la capacidad de salto Contramovimiento a través del entrenamiento de la manifestación explosiva –elástica de la fuerza presente en dicho salto y en los primeros 73 m de la prueba de 100 m.l. Por otro lado para la mejora de los últimos 27 m de la prueba en la que toma mayor protagonismo la manifestación explosiva –elástica –reactiva de la fuerza es preciso utilizar una frecuencia de 150 Hz (Meaños et al.,

2002). Utilizaremos una frecuencia para cada grupo y un tercer grupo que combinará ambas con el objetivo de saber cual de los entrenamientos es el más apropiada para entrenar el cómputo total de la prueba de velocidad. El resto de parámetros serán los mismos en todos los grupos experimentales utilizándose un ancho de impulso de 400 milisegundos (mseg.), un tiempo de contracción –reposo de 3 – 12 segundos (s), una posología de 2 días a la semana y un tiempo total de aplicación de 12 minutos (min). El ejercicio combinado con la NM ES se basó en ejercicios pliométricos y la intensidad de corriente aplicada fue la máxima tolerada por el atleta.

En el caso del grupo control se aplica una corriente analgésica tipo TENS (frecuencia 100 Hz, ancho impulso 100 (mseg), modo Burst y tiempo total de entrenamiento 12 min.)

2. Protocolo de pliométricos

Los atletas realizaron un periodo de familiarización previamente al entrenamiento, se les demostró visualmente y explicó repetidas veces la técnica de ejecución del salto pliométrico hasta que realizaron una correcta ejecución.

1º Ejercicio: Consistió en 2 series de 8 repeticiones de saltos máximos elevando las rodillas hacia el pecho. No se permitió realizar botes pequeños en la recepción de los mismos, siendo la fase de amortiguación de un salto la fase excéntrica del siguiente salto. En el caso del GE1 y en los días correspondientes del GE3 con el entrenamiento del GE1, este ejercicio se hacía de forma aislada, es decir, sin superponer la corriente eléctrica por la imposibilidad de cumplir el tiempo de recuperación del impulso eléctrico entre cada salto.



Figura 2. 1º ejercicio de pliometría

2º Ejercicio: Consistió en 2 series de saltos de 8 repeticiones partiendo desde la posición de cuclillas (flexión de rodillas y caderas manteniendo un ángulo libre de flexión pero siempre superior a 100°), donde se realizaban tres pequeños saltos previos a un cuarto salto máximo, ayudándose del impulso de las extremidades superiores. La amortiguación del mismo se hacía in situ, y se realizaban tres pequeños saltos de nuevo. En el GE1 y días correspondientes de GE3 el atleta realizaba el salto máximo cuando sentía el paso de la corriente eléctrica.



Figura 3. 2º ejercicio pliometría

3º Ejercicio: Incluyó 2 series de 8 repeticiones. Se realizó igual que el 2º ejercicio, con la salvedad de que la recepción del salto se efectuaba con una de las extremidades inferiores adelantada y en el primer pequeño rebote volvían a colocarse de forma paralela para realizar los otros dos botes desde esa posición.



Figura 4. 3º ejercicio de biometría

3. Aplicación de test de 100 m.l

Se realizó test de velocidad de 100 m.l. Se repitió desde el día de inicio del experimento hasta la finalización del mismo cada dos semanas, dejando al

menos 48 h de descanso, obteniéndose un total de tres medidas.

Tras un calentamiento reglado consistente en una carrera continua de 10 min seguida de 8 ejercicios de estiramientos y 15 de técnica de carrera, se realizaron dos test de 100 m por atleta con un descanso entre test de 5 min (Vittori, 1990). Se tuvo en cuenta el mejor resultado.

Para la realización de la prueba de 100 m se utilizaron tres pares de células fotoeléctricas colocadas a los 20 m de la línea de salida, a los 73 m y a los 100 m, correspondiéndose cada paso intermedio con una expresión diferente de la fuerza.

Variables dependientes y análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el SPSS v. 15. Se realizó análisis de varianza ANOVA mediante medidas repetidas en Modelo Lineal General. Se utilizó como variable dependiente el tiempo empleado en recorrer las diferentes etapas de la prueba de 100 m (paso por los 20 m, tiempo empleado en recorrer de los 20 a los 73 m, tiempo empleado en recorrer de los 73 a los 100 m y tiempo total en los 100 m), y como variable independiente el tipo de entrenamiento. El criterio de rechazo tanto para establecer las correlaciones como las diferencias significativas quedó establecido en el nivel convencional de 0.05.

RESULTADOS

Los atletas partieron de un nivel de entrenamiento diferente pero que no presentó diferencias estadísticamente significativas.

En la Figura 5 se representa el tiempo empleado en recorrer la distancia de 20 m en cada grupo de atletas. Se obtuvieron los mayores rendimientos en el grupo 4 tanto entre las medidas pre y post como entre las pre y descanso, un 14.76% y un 4.48% respectivamente, seguidos de las mejoras conseguidas por el grupo 3 un 3.15% y un 3.43% y por último del grupo 2 un 0.28% y un 2.58% respectivamente.

El ANOVA 4 (grupo) x 4 (tiempo de paso 20 m) indicó que el tiempo de los 20 m fue diferente según los grupos ($F(1,90) = 40107.870$ ($MSE = 0.085$), $p < 0.001$). y más concretamente, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las

medidas del GC ($P < 0.001$), del GE1 ($p < 0.001$), del GE2 ($p < 0.001$) y del GE ($p < 0.001$).

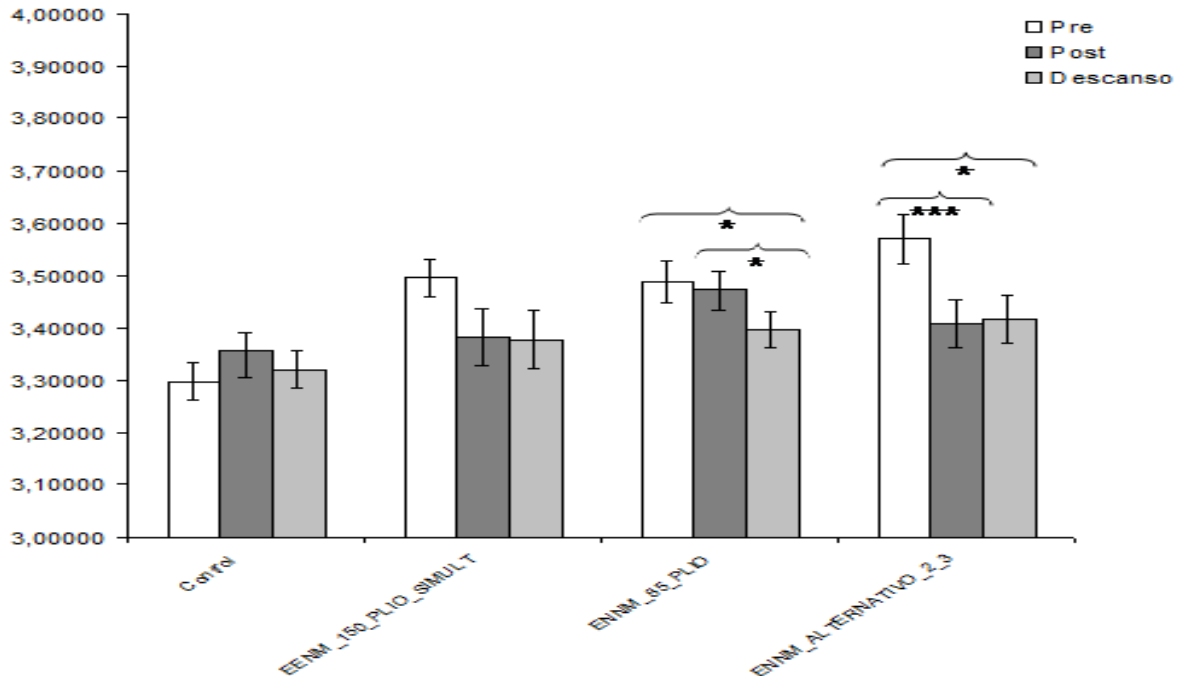


Figura 5. Representación gráfica de las medidas del tiempo empleado en recorrer 20 m y de la desviación típica, M1 (pre), M2 (post) y M3 (tras descanso). Efecto producido en cada grupo de atletas. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

En la Figura 6 se representa el tiempo empleado en recorrer de los 20 a los 73 m en cada grupo de atletas. Se encontraron mejoras significativas del tiempo de 20 a los 73 m principalmente en el conjunto de atletas que llevó a cabo un entrenamiento que combinó simultáneamente la NM ES a 150 Hz y la PT del 4.11% y del 2.61% entre las medidas pre y post y las medidas pre y descanso respectivamente, seguido del grupo de NM ES a 85 Hz + PT (1.67%) para las medidas pre y descanso, y del grupo 4 para las medidas pre y post (1.55%).

El ANOVA 4 (grupo) x 4 (Tiempo de 20 a 73 m) indicó que el tiempo empleado fue diferente según los grupos ($F(1,90) = 15226.665$ ($MSE = 0.535$), $p < 0.001$). Más concretamente se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas del GC ($p < 0.001$), del GE1 ($p < 0.001$), del GE2 ($p < 0.001$), y del GE3 ($p < 0.001$).

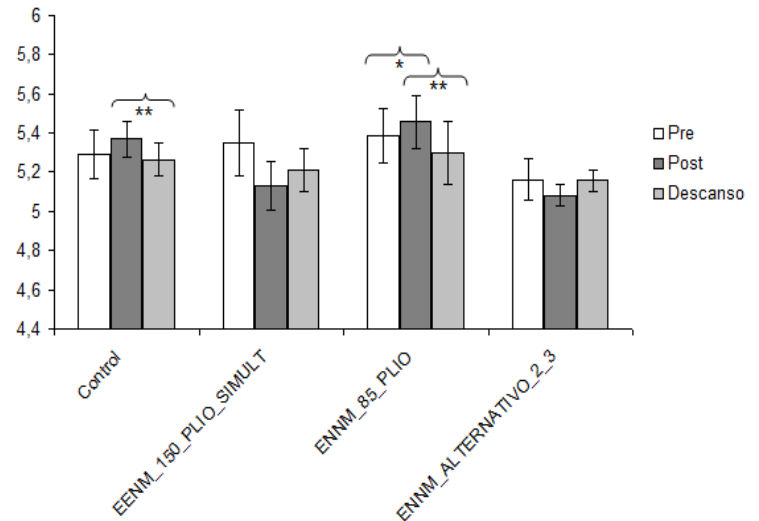


Figura 6. Representación gráfica de las medidas de tiempo de paso y de la desviación típica entre los 20 a 73 m (pre), (post) y (descanso = tras 2 semanas sin NM ERS ni PT). Efecto producido por el entrenamiento en cada grupo de atletas. Grupo 1 = Control, Grupo 2 = NM ES a 150 Hz + PT combinada simultáneamente, Grupo 3 = NM ES a 85 Hz + PT y Grupo 4 = Alternativo de grupos 2 y 3. * = $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.



En la Figura 7 se representa el tiempo empleado en recorrer los últimos 27 m de la prueba en cada grupo de atletas. Se encontraron mejoras significativas del tiempo de los últimos 27 m especialmente en el conjunto de atletas que llevó a cabo un entrenamiento que combinó simultáneamente la NM ES a 150 Hz y la PT entre las medidas pre y descanso (1.12%) y del grupo 4 entre las medidas pre y post (2.53%).

El ANOVA 4 (grupo) x 4 (Tiempo de 27 últimos metros) indicó que la altura de salto fue diferente según los grupos ($F(1,90) = 17023.236$ ($MSE = 0.482$), $p < 0.001$). Más concretamente, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas del GC ($p < 0.001$), del GE1 ($p < 0.001$), del GE2 ($p < 0.001$), y del GE3 ($p < 0.001$).

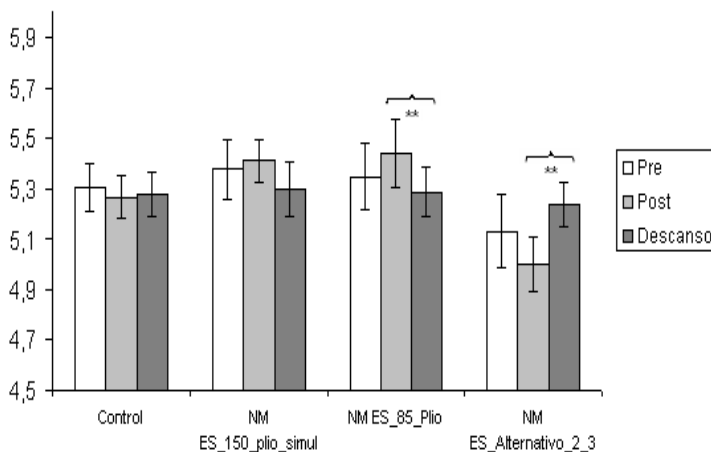


Figura 7. Representación gráfica de las medidas de paso de los últimos 27 m y de la desviación típica (pre), (post) y (descanso = tras 2 semanas sin NM ES ni PT). Efecto producido por el entrenamiento en cada grupo de atletas. Grupo 1 = Control, Grupo 2 = NM ES a 150 Hz + PT combinada simultáneamente, Grupo 3 = NM ES a 85 Hz + PT y Grupo 4 = Alternativo de grupos 2 y 3. ** $p < 0.01$.

Por último en la Figura 8 se representa el tiempo empleado en recorrer los 100 m en cada grupo de atletas. Se encontraron mejoras significativas del tiempo de 100 m principalmente en el conjunto de atletas que llevó a cabo un entrenamiento que combinó simultáneamente la NM ES a 150 Hz y PT (un 2.1% entre las medidas pre y post y un 2.32% entre las medidas pre y descanso), seguido del grupo

de NM ES a 85 Hz + PT para las medidas pre y descanso (1.68%) y del grupo combinado entre grupo 2 y 3 para las medidas pre y post (1.81%).

El ANOVA 4 (grupo) x 4 (Tiempo de 100 m) indicó que el tiempo empleado fue diferente según los grupos ($F(1,90) = 57134.949$ ($MSE = 1.885$), $p < 0.001$). Más concretamente, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas del GC ($p < 0.001$), del GE1 ($p < 0.001$), del GE2 ($p < 0.001$), y del GE3 ($p < 0.001$).

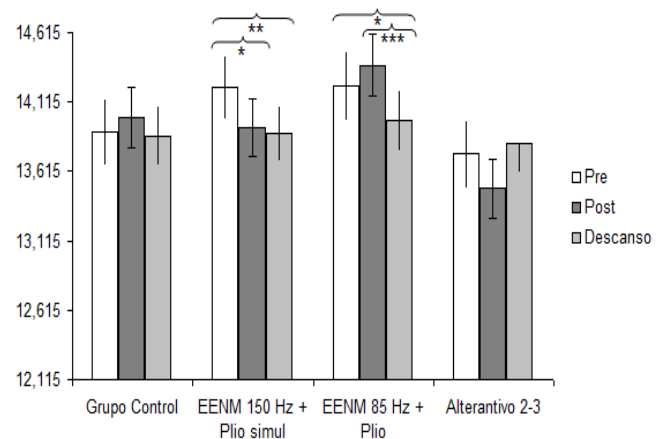


Figura 8. Representación gráfica de las medidas de tiempo de paso de los 100 m y de la desviación típica (pre), (post) y (descanso = tras 2 semanas sin NM ES ni PT). Efecto producido por el entrenamiento en cada grupo de atletas. Grupo 1 = Control, Grupo 2 = NM ES a 150 Hz + PT combinada simultáneamente, Grupo 3 = NM ES a 85 Hz + PT y Grupo 4 = Alternativo de grupos 2 y 3. * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

En las figuras 9 y 10 se muestra la importancia de cada tipo de entrenamiento según las diferentes etapas de la prueba de 100 m.l en las medidas pre y post y pre y descanso.

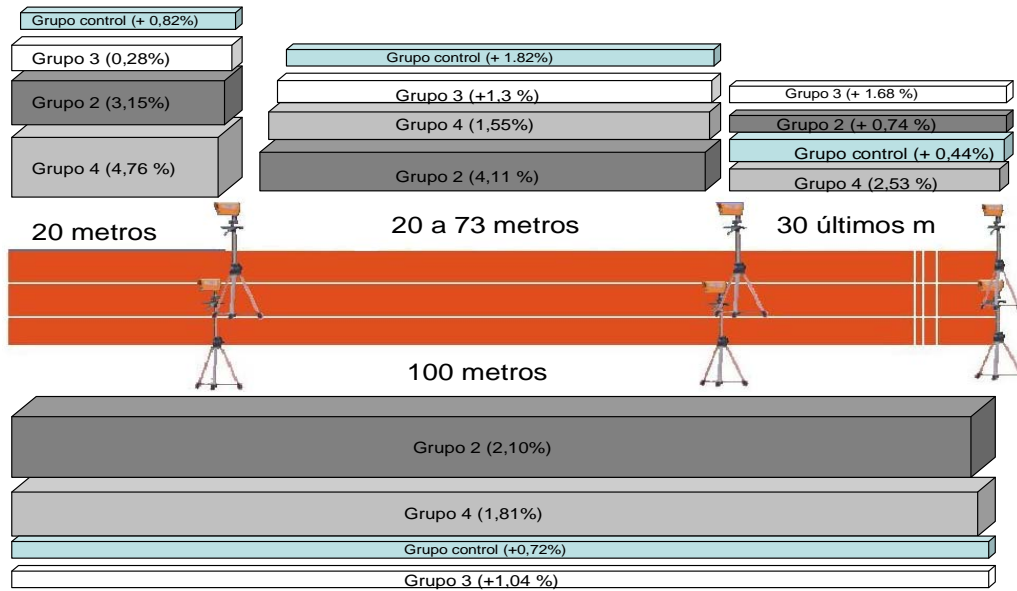


Figura 9. Importancia de cada tipo de entrenamiento en relación a las diferentes etapas de la prueba según los porcentajes de mejora entre las medidas Pre y Post

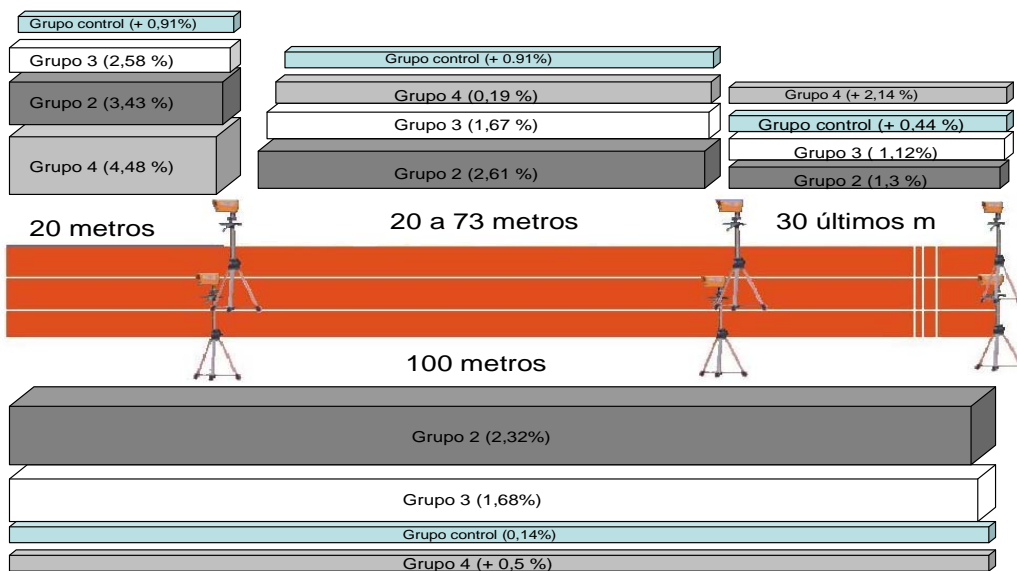


Figura 10. Importancia de cada tipo de entrenamiento en relación a las diferentes etapas de la prueba según los porcentajes de mejora entre las medidas Post y Descanso.



DISCUSIÓN

El análisis de resultados permitió informar de dos aspectos importantes. Primero, que la frecuencia de corriente y el momento en el que se realiza la

pliometría debe depender de la expresión de la fuerza que quiera ser entrenada. Así Little et al. (2005) concluyeron que los test específicos y los entrenamientos deberían adecuarse al componente de la velocidad que quiera ser testado o mejorado. Por su parte, Young et al. (2002) comprobaron que entrenando de forma específica una forma de velocidad durante 6 semanas, podría perjudicarse los niveles de otra expresión. Por otro lado, González y Gorstiaga (2002) demostraron que el entrenamiento que influye directamente en una manifestación de la fuerza, no afecta a las otras y que la independencia de las diferentes manifestaciones aumenta en los deportistas entrenados. Esto estaría de acuerdo con los resultados del presente estudio en los que se demuestra que para mejorar los primeros 20 m de la prueba global de 100 m, se emplea una frecuencia y orden de NM ES y PT diferentes de los ideales para mejorar en los últimos metros de la prueba. De forma más detallada se observa que los primeros 20 m de la prueba, basados en la expresión explosiva de la fuerza, mejoran de una forma más significativa con el GE3 (combinación a días alternos del entrenamiento del GE1 y GE2). El hecho de que el grupo que combina ambos entrenamientos obtenga porcentajes de resultado mayores (14.76%) puede deberse a que en los primeros 20 m, además de la fuerza explosiva necesaria en los primeros metros de carrera, comienza a adquirir protagonismo la manifestación explosiva-elástica para la cual es más adecuado trabajar de forma simultánea la NM ES y la PT (Benito et al., 2010) y con una frecuencia de corriente mayor (Meaños et al., 2002). Son varios los autores que parecen estar de acuerdo con esta forma de entrenamiento para trabajar la manifestación explosiva de la fuerza. En este sentido Ortiz (1999) y García-Manso (1999) hablan del método combinado en el que se utilizan cargas pesadas en un 1º estadio (en este caso la NM ES), seguidas de un 2º estadio de cargas ligeras o ejercicios pliométricos. En el 1º estadio se actuaría sobre la coordinación intramuscular y la inhibición neuromuscular, y en el 2º sobre los componentes elásticos y la coordinación intermuscular. En cada fase se varía el carácter de la

tensión muscular evitando la acomodación del sistema nervioso al tipo de entrenamiento y produciendo una mayor incitación de los factores neuronales, de los que depende la fuerza explosiva (Ortiz, 1999). Por otro lado, Brocherie et al. (2005) obtiene resultados significativos positivos con una frecuencia de corriente de 85 Hz en la prueba de 10 m, pero no en la de 30 m posiblemente debido a que en esta última, la expresión explosiva –elástica adquiere un mayor protagonismo que la explosiva y debiera ser trabajada con una frecuencia diferente (Meaños et al., 2002; Little y Williams, 2005). Igualmente Maffiuletti et al. (2009) obtienen mejoras del 3.3 % en la prueba de 10 m con una frecuencia de 85 Hz. Por otro lado, hay autores que no coinciden con estos resultados: Billot et al. (2010) no encuentran resultados significativos en la prueba de 10 m, al igual que Herrero et al. (2010) en la prueba de 20 m. Esto posiblemente pueda ser debido a las altas frecuencias de corriente empleadas en estos estudios (100 Hz y 120 Hz respectivamente) que se corresponden con un entrenamiento específico de la manifestación explosivo-elástica de la fuerza.

Respecto a la manifestación explosiva-elástica-reactiva, estaría representada en los últimos 27 m de carrera (Vittori, 1990; Cronin y Hansen, 2005; González y Gorstiaga, 2002). En este caso la aplicación de la NM ES a 150 Hz de frecuencia combinada simultáneamente con pliometría, parece ser el método más adecuado. Así autores como Maffiuletti et al. (2002) que emplearon una frecuencia de 120 Hz, o Benito et al. (2010) que realizaron la aplicación simultánea de ambos métodos, parecen estar de acuerdo con estos resultados.

En cuanto a los metros intermedios de la carrera (20 – 73 m) donde la manifestación explosiva-elástica toma más importancia (Vittori, 1990; Cronin y Hansen, 2005; González y Gorstiaga, 2002), nuestros resultados muestran como el grupo 2 (NM ES a 150 Hz combinada simultáneamente con PT) obtiene resultados más significativos. En esta fase el reclutamiento y la sincronización instantánea del mayor número de unidades motoras es menos importante, cobrando mayor relevancia el componente elástico (Gonzalez y Gorstiaga, 2002) que se pierde con la NM ES (Maffiuletti et al., 2000) por lo que es importante la aplicación de la PT



simultánea para mantener la transferencia (Benito et al., 2010; González y Gorsitaga, 2002). Por otro lado, los resultados de Babault et al. (2007) no concuerdan con los del presente estudio al no obtener con una frecuencia de 100 Hz mejoría en la prueba de 50 m, quizá debido a que no emplearon ningún ejercicio de transferencia que preservará el componente elástico. En segundo lugar se observa, que el entrenamiento del GE1 (NM ES a 150 Hz con PT aplicada de forma simultánea) supone un empeoramiento en todas las fases de la prueba de velocidad tras las dos semanas de descanso. Esto puede deberse al hecho de que la realización combinada de ambos métodos supone una caída desmesurada en las concentraciones de fosfocreatina (PC) y adenosín trifosfato (ATP) (Vanderthommen et al., 2001 y Wigerstand-Lossing et al., 1988), la adaptación se produce durante las 6 primeras semanas pero no en la 7 al no realizarse ningún aumento en la carga de trabajo o una etapa de descanso activo en el entrenamiento, se “agota” la capacidad de adaptación y las mejoras conseguidas en los tiempos de carrera durante las primeras 6 semanas decrecen. Esto no se produce en el GE2 en el que se obtienen mejoras de los resultados tras las 2 semanas de descanso en todas las fases de la prueba debido a que el ejercicio voluntario se realiza siempre en condiciones de agotamiento previo de los niveles de PC y ATP por la realización previa de la NM ES.

En el tiempo de la NM ES el músculo acaba con sus reservas de PC y ATP de forma más desmesurada a como lo haría si se tratara de un ejercicio voluntario, lo que hace que al introducirse la transferencia con los saltos pliométricos, el cuerpo trabaje con una mayor activación de la enzima kreatinquinasa (Chicharro y Fernández, 2006; Calderón, 2007) y la adaptación se produce a la largo de más tiempo sin necesidad de aumentas las cargas. Esto estaría de acuerdo con los trabajos de Maffiuletti et al. (2000 y 2009) y Herrero et al. (2010) que obtienen mejores resultados tras el descanso de 2 semanas. En la Tabla 1 puede verse los resultados obtenidos por varios autores.

Autor	N	Participantes	Training Type	Training time	Frecuencia Ancho Impulso Tiempo/Sesión	Tiempo					
						10 m	20 m	30 m	50 m	73 m	100 m
Biocherie et al. 2005			NM ES	3 weeks: 3 training sessions per week	85 Hz 230 msec 12 min	4,80%		No sig.			
Babault et al. 2007	25	Elite rugby players	NM ES + Voluntary exercise	12 weeks: During the first 6 weeks 3 sessions per week and during the last 6 week once a week	100 Hz 300-400 msec 12 min		No sig.		No sig.		
Maffiuletti et al. 2009	12	competitive tennis players	NM ES + entrenamiento muscular variado	7 Weeks: 3 weeks of ES NM sessions were integrated into weeks tennis training sessions	85 Hz 400 msec 16 min	3,30%					
Billot et al. 2010		Amateur Soccer players	NM ES	5 weeks: 3 training sessions per week	100 Hz 400 msec 12 min		No sig.				
Herrero et al. 2010 (Parte I)	28	Estudiantes educación física	Weight + NM ES	6 Weeks: 4 training sessions per week during 4 weeks + 2 weeks detraining	120 Hz 400 msec 12 min		No sig.				
Actual 2011 (GE1)	27		ES NM + Phyo (Aplicación simultánea)	6 weeks training program: 2 sessions per week	130 Hz 400 msec 12 min	2,32%			2,31%	2,21%	
Actual 2011 (GE2)	23	Atletas nivel medio de velocidad	ES NM + Phyo		85 Hz 400 msec 12 min	3,28%			2,23%	1,14%	
Actual 2011 (GE3)	24		Combinado (Grupo 2 + 3)		130 + 85 Hz 400 msec 12 min	4,03%			1,84%		

Tabla 1. Valores reportados por diferentes autores.

Por último se debe reseñar que cuando se tiene en cuenta el computo global del a prueba de 100 m, el método de entrenamiento que obtiene mejoras más significativas es el GE1 con un 2.32% de mejora frente al 1.68 % del GE2. Esto se debe a la mayor influencia de las expresiones reactivas de la fuerza en la prueba de 100 m que las activas (Vittori, 1990) por lo que un entrenamiento como el del GE1, específico para este tipo de expresiones (Benito et al., 2010, Meañes et al., 2002) obtendrá mejores resultados que el basado en las expresiones activas (GE2) presentes casi de forma exclusiva en los primeros 20 m de la prueba (Vittori, 1990; Cronin y Hansen, 2005; González y Gorstiga, 2002).

CONCLUSIONES

El trabajo realizado con NM ES y PT debe variar según la manifestación de la fuerza que quiera ser mejorada. Además para mejorar el cómputo total de la prueba de 100 m, debe trabajarse de forma simultánea y combinada la NM ES a 150 Hz y la PT. Para mejorar la velocidad en la prueba de 100 m puede aplicarse un complemento al entrenamiento consistente en un entrenamiento simultáneo de NM ES y PT. Las mejoras de los tiempos conseguidas por este entrenamiento se mantienen hasta al menos dos semanas después de la aplicación del mismo.



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos su colaboración en el estudio a todos los atletas participantes así como al Dr. Rocandio y a D. Agustín Pérez Barroso por su incansable colaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Babault, N.; Cometti, G.; Bernardin, M.; Pousson, M.; Chatard, JC. (2007). Effects of the training on muscle strength and power of elite rugby players. *J Strength Cond Res.* 21: 431- 437.
- Basas, A.; Fernández, C.; Martín, JA. (2003). *Técnicas Fisioterápicas aplicadas en el tratamiento de la patología de rodilla*. Madrid: MC Graw Hill. Interamericana.
- Benito, E.; Lara, A.; Martínez- López, EJ. (2010). Effect of combined plyometric and electrostimulation training on vertical jump. *Ricyde.* 6: 322-334.
- Billot, M.; Alain, M.; Cristos, P.; Cometti, C.; Babault, N. (2010) Effects for an electrostimulation training program on strength, jumping and kicking capacities in soccer players. *J Strength Cond Res.* 24 (5): 1407-1413.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Brocherie, F.; Babault, N.; Cometti, G.; Maffiuletti, N.; Chatard, JC. (2005) Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. *Med. Sci. Sports. Exerc* 37 (3): 455-460.
- Calderón, J. (2007). *Fisiología aplicada al deporte*. Madrid: Tebar.
- Chicharro, JL.; Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Barcelona: Panamericana.
- Coarsa, A.; Moros, T.; Marcos, C.; Mantilla, C. (2000). Beneficio potencial de la Electroestimulación neuromuscular del cuádriceps femoral para el fortalecimiento. *Archivos de medicina del deporte.* 17: 405-412.
- Cometti, G. (2002) *El entrenamiento de la velocidad*. Barcelona: Paidotribo.
- Contreras, D.; Vera, OG.; Díaz GD. (2006) Análisis del índice de elasticidad y fuerza reactiva bajo el concepto de longitudes y masas segmentales de los miembros inferiores. *Revista digital efdeportes.com* 11 (96). Available in: <http://www.efdeportes.com/efd96/masas.htm>. [access date: 03 2009]
- Cronin, JB.; Hansen, KT. (2005) Strength and power predictors of sport speed. *J Strength Cond Res.* 19: 349-357.
- Fernández, JC.; Beas, MA.; Martín, FJ.; Reina, A. (2007) Fatigue and performance in the Speed and jump. *Rev int med cienc act fis deporte.* 7: 99-110.
- García, JM.; Navarro, M., Ruiz, JA.; Martín AR. (1998) *La velocidad, la mejora del rendimiento en los deportes de velocidad*. Madrid: Gimnos.
- García-Manso, JM. (1999) *La adaptación y la excelencia deportiva*. Madrid: GYMNOS.
- González, JJ.; Gorostiaga, A. (2002) *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Madrid: INDE.
- Hansson, P.; Ekblom, A. (1983) Transcutaneous electro nerve stimulation as compared to placebo TENS for the relief of acute oro-facial. *Pain.* 15 (1 - 4): 157-165.
- Herrero, A.; Martin, J.; Martin, T.; Abadia, O., Fernandez, B.; García-López, D. (2010) Short-term effect of strength training with and without superimposed electrical stimulation on muscle strength and aerobic performance. A randomized controlled trial. Part I. *J Strength Cond Res* 24 (6): 1609-1615.
- Little, T.; Williams, AG. (2005) Specificity of acceleration maximum speed and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 19 (1): 76-78.
- Maffiuletti, NA.; Cometti, G.; Amiridis, IG.; Martin, A.; Pousson, M.; Chatard, JC. (2000) The effects of the training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *Int J sport Med.* 21 (6): 437 -443.



21. Maffiuletti, NA.; Dugnani, S.; Folz, M; Di Pierno, E.; Mauro, F. (2002) Effects of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 34 (10):1638-1644.
22. Maffiuletti, NA.; Bramante, J.; Jubeau, M.; Bizzini, M.; Deley, G.; Cometti, G. (2009) Feasibility and efficacy on progressive electrostimulation strength training for competitive tennis players. *J Strength Cond Res*. 23 (2): 677-682.
23. Márquez, FJ.; Orihuela, A.; Jiménez, A.; Fernández, JC. (2005) Effects of the muscle fatigue on power in squat jump and Speedy. *Revista digital Buenos Aires* 10 (88). Available in: www.efdeportes.com/efd88/squat.htm [access date: 06 2010]
24. Meañes, E.; Alonso, P.; Sánchez, J.; Téllez, G. (2002) *Electroestimulación aplicada*. Madrid: Fundación para el desarrollo de la formación continuada.
25. Ortiz, V. (1999) *Entrenamiento de la fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición*. Barcelona: INDE
26. Pascua, M. (1994) *Carreras de velocidad*. In Pascua, M. *Atletismo I: Carreras*. España: COE. Real Federación Española de Atletismo.
27. Vanderthommen, M.; Crielaard, JM. (2001) Electromyostimulation en medicine du sport. *Rev Med Liege*. 56: 391-395.
28. Vélez, M. (1992) El entrenamiento de la fuerza para la mejora del salto. *Apunts*. 29: 139-156.
29. Vittori, C. (1990) El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *Revista de entrenamiento deportivo* IV: 2-8.
30. Wigerstad-lossing, I.; Grimby, G.; Jonsson, T.; Morelli, B.; Peterson, L.; Renström, P. (1988) Effects of electrical muscle stimulation combined with voluntary contractions after knee ligament surgery. *Sport Med*. 20: 93-98.
31. Young, WB.; James, R.; Montgomery, I. (2002) Is muscle power related to running speed with changes of direction? *J Sports Med Phys fitness*. 42(3): 282-8.



Cárdenas, D.; Piñar, M.; Llorca-Miralles, J.; Ortega, E.; Courel, J. (2012). Influence of the form of use of space on fastbreak effectiveness in high performance male basketball. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):181-190.

Original

INFLUENCIA DE LA FORMA DE UTILIZACIÓN DEL ESPACIO EN LA EFICACIA DEL CONTRAATAQUE EN EL BALONCESTO MASCULINO DE ALTO RENDIMIENTO

INFLUENCE OF THE FORM OF USE OF SPACE ON FASTBREAK EFFECTIVNESS IN HIGH PERFORMANCE MALE BASKETBALL

Cárdenas, D.¹; Piñar, M.¹; Llorca-Miralles, J.¹; Ortega, E.²; Courel, J.¹

¹Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada

²Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia

Correspondence to:
David Cárdenas Vélez.
Universidad de Granada.
Facultad de Ciencias de la Actividad
Física y del Deporte. Ctra. de Alfacar,
s/n. 18011 Granada
dcardenas@ugr.es

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



Received: 28-05-2011
Accepted: 23-01-2012



RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el uso de las zonas de recuperación del balón, de recepción del primer pase, de tránsito y finalización del contraataque de los partidos de la fase final del Eurobasket masculino de Polonia de 2009, y su influencia en la eficacia. Se realizó un análisis comparativo de dichas variables entre equipos ganadores y perdedores. Se analizaron ocho equipos con una muestra total de 169 contraataques correspondientes a los doce partidos de la fase final del campeonato. Se aplicó una metodología observacional. Los resultados obtenidos muestran que (a) tanto ganadores como perdedores recuperan el balón en la zona trasera, y los primeros utilizan más las zonas traseras laterales (26.4% frente al 10.2% en perdedores); (b) los equipos ganadores reciben el primer pase de contraataque en zonas las zonas 10, 11 y 12 (50,9% frente al 31%); (c) en las zonas de tránsito no se aprecian diferencias significativas entre ganadores y perdedores ocurriendo lo mismo en contraataques eficaces y no eficaces; (d) los equipos ganadores tienen mayor eficacia (61,4% frente al 48,1) en las zona de finalización más cercanas al aro contrario. Los equipos ganadores realizan más contraataques y más eficaces que los equipos perdedores.

Palabras clave: video-análisis, táctica, ataque, transición

ABSTRACT

The aim of this study was to analyse the influence of the use of spatial variables on fastbreak performance at the Eurobasket finals in Poland 2009. We studied the zones in which the players recovered the ball, received the first pass, moved to the offence court and finished the fastbreak. We performed a comparative analysis of these variables between winning and losing teams. We analyzed eight teams. The sample consisted of 169 fastbreaks in the twelve matches in the championship final. Observational methodology was applied. The results showed that (a) winners and losers recovered the ball in the back zone, and the former used more side back areas (26.4% versus 10.2% losers), (b) the winning teams received fastbreak first passes in more forward zones, (c) there were no significant differences between winners and losers in the transit zones, being the same in both effective and ineffective fastbreaks, (d) the winning teams were more effective in the end zone near the opponent's basket. Winning teams made more fastbreaks and were more effective than losing teams.

Keywords: match analysis, tactics, attack, transition.



INTRODUCCIÓN

El baloncesto se estructura en fases, diferenciadas fundamentalmente por la posesión del balón. La fase del juego en la que los equipos obtienen un mayor porcentaje de efectividad es el contraataque (Bazanov, 2007).

El contraataque es la fase de transición rápida entre la defensa y el ataque posicional, que persigue la creación de una situación de superioridad numérica, o la obtención de ventaja posicional o táctica (Pintor, 1988; Alarcón, Cárdenas y Miranda 2010). Como se desprende de esta definición, se basa en la rapidez para sorprender a los oponentes e impedirles que tengan tiempo para organizar su defensa (Garefis, Tsitskaris, Mexas, y Kyriakou, 2007).

Su estudio está justificado ya que ayuda a crear y aprovechar oportunidades de anotar con relativa facilidad (Refoyo, Romarís, y Sampedro, 2009), aumenta la eficacia del lanzamiento del equipo (Evangelos, Alexandros y Nikolaos, 2005), y es más eficaz que el ataque posicional (Bazanov, 2007; Fotinakis, Karipidis y Taxildaris, 2002; Ortega, Palao, Gómez, Lorenzo, y Cárdenas, 2007).

La investigación existente relacionada con la fase de ataque abarca el estudio tanto de aspectos individuales del juego, como de algunos colectivos. Entre los primeros se han realizado estudios sobre la eficacia en los tiros libres, tiros de dos y tres puntos, rebotes ofensivos y defensivos, asistencias y faltas personales (Csataljay, O'Donoghue, Hughes y Dancs, 2009; Trnicic, Dizdar y Luksić, 2002). Entre los colectivos podemos citar la eficacia de la transición (Separovic y Nuhanovic, 2008) o el número de posesiones y su duración (Ortega Cárdenas, Sainz, y Palao, 2006). También se ha analizado el proceso ofensivo en categorías de formación (Tavares y Gomes, 2003). Curiosamente y pese a la influencia que pueda tener en el resultado, son pocos los que estudian el contraataque (Cárdenas, Moreno y Almendral, 1995; Garefis et al., 2007; Refoyo et al., 2009).

Los factores que afectan a la efectividad del contraataque, al igual que en otras facetas del juego, pueden ser de diversa naturaleza: espaciales, temporales y motrices y reflejan la capacidad de los

jugadores del equipo que lo realiza para cambiar de rol. Por ello sería necesario que los jugadores llevaran a cabo acciones motrices encaminadas a la reducción del tiempo global de ejecución y el aprovechamiento del espacio disponible, dificultando la labor defensiva e incrementando las posibilidades de obtener éxito.

Entre los factores espaciales que pueden afectar al rendimiento del contraataque se encuentran: la zona donde tiene lugar la recuperación del balón, la zona de recepción del primer pase, los microespacios. Según los datos de Refoyo et al. (2009) en el 53.5% de las ocasiones se produce en pista trasera. La zona de recepción del primer pase; esta variable es clave ya que si el contraataque se realiza a través de un pase, en vez de conduciendo el balón, se reduce el tiempo total del contraataque, lo que es una característica inherente a este tipo de ataque. Los datos de Cárdenas et al. (1995) mostraban que la zona más eficaz de recepción del primer pase es la zona más cercana al aro rival. Con respecto a las investigaciones que estudian el contraataque, sólo Refoyo et al. (2009) analizan los espacios utilizados para transitar de pista trasera a delantera con balón. Sus resultados muestran que en el 66.9% de los contraataques se utilizan las llamadas funcionalmente "calles" laterales. Y por último, los microespacios utilizados para culminar el ataque. El análisis de la zona de finalización se ve dificultada ligeramente, ya que no existe un único criterio para realizar una división del campo. De cualquier modo, los datos demuestran que la zona más eficaz es la zona más cercana al aro rival.

Este estudio tiene el objetivo de analizar las variables espaciales (zona de recuperación del balón, zona de recepción del primer pase, zona de transición con y sin balón y zona de finalización) y observar su influencia sobre el rendimiento del contraataque en equipos de alto nivel.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó un muestro intencional, registrando aquellos partidos en los que la grabación fue integra. La muestra analizada en el presente estudio estuvo formada por el total de contraataques (n=169)



observados en doce partidos disputados en la fase final del Eurobasket de Polonia 2009. En concreto se analizaron los siguientes partidos: el de la final, tercer y cuarto puesto, los de semifinales, cuartos y los cuatro partidos de la fase previa, correspondientes a los equipos que se clasificaron en la fase final.

Se consideró contraataque a toda transición rápida entre fase defensiva y atacante que se produce a máxima velocidad y en la que se conseguía ventaja numérica, posicional o táctica.

El diseño utilizado en este trabajo ha sido descriptivo y basado en una metodología observacional aplicada a la adquisición de datos (Hughes y Frank, 2004).

Para la validez de contenidos se utilizó la técnica de "Grupos de Expertos", para lo cual tres expertos, doctores en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, entrenadores superiores de baloncesto y con una experiencia práctica de más de diez años como entrenadores, definieron y delimitaron las siguientes variables objeto de estudio.

1. Zona de recuperación del balón: se registró la zona en la que se obtiene el control de balón (regla FIBA 2008, artículo 14)
2. Zona de recepción del primer pase: zona en la que se recibe el primer pase desde que se obtiene el control del balón.
3. Zona de tránsito del balón: se registraron aquellas zonas en la transición en las que hubo control de balón. En un pase se registró la zona de salida del balón y la zona de recepción.
4. Zona de finalización: se registró la zona desde donde se realizó el tiro o donde se cometía una falta o una violación.
5. Resultado final del partido (Ganador-Perdedor).
6. Eficacia del contraataque (Eficaz - No eficaz). Se consideró que un contraataque era eficaz, si el equipo atacante obtenía algún punto o recibía una falta personal del equipo defensor.

Para realizar la observación el campo se dividió en doce zonas (figura 1).



Figura 1. Zonas utilizadas para el análisis del contraataque.

Para el control de la fiabilidad, se llevó a cabo el entrenamiento de observadores, siguiendo la metodología propuesta de Behar (1993). En concreto participaron cuatro observadores que cumplían los siguientes requisitos: ser licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y tener una experiencia mínima de dos años como entrenador. Los observadores obtuvieron una fiabilidad mínima del 0.99 a nivel inter e intra-observador (índice de Kappa).

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 17.0, en concreto el comando Crosstabs y la prueba Chi-cuadrado de Pearson y el coeficiente de Phi (Φ). Todos los análisis estadísticos se han realizado con un nivel de significación de $p \leq 0.05$ (Ntoumais, 2001). El estudio se realizó con el programa específico de análisis de video SportCode Gamebreaker®, y un ordenador MacBook Pro®.



RESULTADOS

En la tabla 1 se aprecian los porcentajes de uso y eficacia de los diversos microespacios objeto de estudio diferenciando entre equipos ganadores y perdedores.

Desde una perspectiva general, los equipos ganadores realizan un porcentaje más elevado de contraataques que los perdedores (54.1% frente a 45.9%). Además obtienen un porcentaje de eficacia mayor (57% frente a 45.6%), si bien no se aprecian relaciones estadísticamente significativas entre resultado final del partido y eficacia del contraataque ($\chi^2 (1, N=169) = 2.231, \Phi=0$).

Al analizar la zona de recuperación del balón y el resultado final del partido, se aprecian tendencias a relaciones estadísticamente significativas ($\chi^2 (6, N=169) = 12.053, \Phi=0.27, p = .061$). Los datos de la tabla 1 reflejan que tanto los ganadores como los perdedores recuperan el balón en un porcentaje similar de ocasiones en la zona trasera (78% y 74%, respectivamente). En cambio, se observa que los equipos ganadores lo hacen más en las zonas laterales traseras que los equipos perdedores (26.4% y 10.4% respectivamente). Estos resultados se repiten en el uso de las zonas intermedias. En concreto los equipos ganadores tienen un mayor porcentaje de eficacia que los perdedores cuando la recuperación del balón tiene lugar en las zonas trasera e intermedia trasera derecha. No se apreciaron relaciones estadísticamente significativas entre la zona de recuperación del balón y el tipo de eficacia del contraataque, en equipos ganadores ($\chi^2 (5, N=91) = 2.856, \Phi=0.18, p = .722$), pero sí en equipos perdedores ($\chi^2 (6, N=78) = 14.053, \Phi=0.42, p = .029$). En concreto, en equipos perdedores se aprecia que cuando se recupera el balón en la zona trasera central se tiende a no obtener eficacia, mientras que cuando se recupera en la zona intermedia trasera central, se tiende a lograrla. Con respecto a la eficacia, desde una perspectiva global se aprecian tendencias a relaciones estadísticamente significativas entre la zona de recuperación del balón y la eficacia del contraataque ($\chi^2 (6, N=169) = 10.692, \Phi=0.26, p = .098$).

El análisis de la interacción entre la zona de recepción del primer pase y el resultado final del partido muestra relaciones estadísticamente

significativas ($\chi^2 (11, N=115) = 9.019, \Phi=0.28, p = .029$). Concretamente, se aprecia que los equipos ganadores reciben el primer pase en zonas delanteras en mayor medida que los equipos perdedores, mientras que los perdedores lo realizan en zonas intermedias traseras.

Con respecto a la eficacia del contraataque, no se aprecian relaciones estadísticamente significativas con la zona de recepción del primer pase ($\chi^2 (3, N=115) = 3.951, \Phi=0.19, p = .267$). En concreto los equipos ganadores tienen mejor porcentaje que los perdedores cuando el primer pase se produce en las zonas trasera e intermedia trasera, mientras que los perdedores en intermedia delantera y delantera. No se apreciaron relaciones estadísticamente significativas entre la zona de recepción del primer pase y la eficacia del contraataque en equipos ganadores ($\chi^2 (3, N=57) = 3.763, \Phi=0.26, p = .288$), pero sí en equipos perdedores ($\chi^2 (3, N=58) = 10.677, \Phi=0.43, p = .014$). En concreto, los equipos perdedores obtienen mayores porcentajes de eficacia cuando el primer pase se recibe en la zona intermedia delantera o intermedia trasera.

Con respecto a la zona de tránsito y el resultado final del partido, no se aprecian relaciones estadísticamente significativas ($\chi^2 (9, N=152) = 11.290, \Phi=0.28, p = .256$). Con respecto a la eficacia, desde una perspectiva global tampoco se aprecian relaciones estadísticamente significativas entre la zona de tránsito del balón y la eficacia del contraataque ($\chi^2 (9, N=152) = 12.653, \Phi=0.29, p = .179$). En concreto los equipos ganadores tienen mejor porcentaje que los perdedores cuando el balón transita por las zonas traseras e intermedias, mientras que los perdedores por las zonas delanteras. No se apreciaron relaciones estadísticamente significativas entre la zona de tránsito y el tipo de eficacia del contraataque en equipos ganadores ($\chi^2 (3, N=57) = 3.763, \Phi=0.32, p = .529$), pero sí en equipos perdedores ($\chi^2 (8, N=73) = 16.013, \Phi=0.47, p = .042$); los equipos perdedores obtienen mayores porcentajes de eficacia cuando se transita por la zona intermedia delantera.

En el análisis de la interacción entre zona de finalización y el resultado del partido, no se aprecian relaciones estadísticamente significativas ($\chi^2 (3, N=165) = .382, \Phi=0.17, p = .223$).



Tabla 1.- Porcentaje de uso y de eficacia de las variables espaciales objeto de estudio

VARIABLE	CATEGORÍA	EQUIPOS GANADORES		EQUIPOS PERDEDORES		USO GLOBAL N=169	EFICACIA GLOBAL N=85
		USO N=91	EFICACIA N=51	USO N=78	EFICACIA N=34		
Zona de Recuperación del balón	Trasera Derecha (Z:1)	13.2%	75.0%	5.2%	25.0%	9.52%	62.5%
	Trasera Central (Z:2)	51.6%	53.2%	64.9%	34.0%	57.74%	43.3%
	Trasera Izquierda (Z:3)	13.2%	50.0%	5.2%	50.0%	9.52%	50.0%
	Intermedia (Z:4)	7.7%	42.9%	3.9%	33.3%	5.95%	40.0%
	Trasera Derecha Intermedia (Z:5)	7.7%	57.1%	14.3%	72.7%	10.71%	66.7%
	Trasera Central Intermedia (Z:6)	6.6%	66.7%	5.2%	100%	5.95%	80.0%
	Trasera Izquierda (Z:6)	6.6%	66.7%	5.2%	100%	5.95%	80.0%
	Resto de Zonas	.0%	.0%	2.6%	100%	1.2%	100%
Zona de recepción del primer pase	Trasera (Z:1,2 y 3)	19.3%	63.7%	29.3%	23.5%	24.3%	39.3%
	Intermedia Trasera (Z:4,5 y 6)	12.3%	71.4%	29.3%	35.3%	20.9%	45.8%
	Intermedia Delantera (Z:7,8 y 9)	17.5%	30.0%	10.3%	83.3%	13.9%	50%
	Delantera (Z:10,11 y 12)	0	58.6%	31.0%	66.7%	40.9%	61.7%
Zona de tránsito del balón	Trasera Derecha (Z:1)	1.3%	100%	9.0%	66.7%	4.90%	71.4%
	Trasera Central (Z:2)	2.6%	100%	.0%	.0%	1.40%	100%
	Trasera Izquierda (Z:3)	2.6%	50.0%	7.5%	80.0%	4.90%	71.4%
	Intermedia Trasera Derecha (Z:4)	21.1%	68.8%	13.4%	33.3%	17.48%	56.0%
	Intermedia Trasera Central (Z:5)	27.6%	61.9%	26.9%	22.2%	27.27%	43.6%
	Intermedia Trasera Izquierda (Z:6)	21.1%	37.5%	14.9%	20.0%	18.18%	30.8%
	Intermedia Delantera Derecha (Z:7)	6.6%	40.0%	9.0%	50.0%	7.69%	45.5%
	Intermedia Delantera Central (Z:8)	5.3%	50.0%	10.4%	85.7%	7.69%	72.7%
	Intermedia Delantera Izquierda (Z:9)	7.9%	66.7%	7.5%	60.0%	7.69%	63.6%
	Resto de Zonas (Z:10,11 y 12)	7.6%	33.3%	9.6%	57.1%	8.6%	
Zona de finalización	Delantera Derecha (Z:10)	15.9%	42.9%	6.5%	40.0%	11.52%	42.1%
	Delantera Central (Z:11)	64.8%	61.4%	70.1%	48.1%	67.27%	55.0%
	Delantera Izquierda (Z:12)	11.4%	60.0%	10.4%	25.0%	10.91%	44.4%
	Resto de Zonas (Z:7,8 y 9)	8.0%	33.3%	13.0%	50.0%	10.3%	41.2%

Nota: El símbolo "Z", acompañada de un número, en la columna correspondiente a "categoría", refleja la zona concreta donde se desarrolla la acción. Como se puede comprobar en algunos casos se han agrupado varias zonas para tener datos suficientes para el análisis estadístico.



Con respecto a la eficacia del contraataque, desde una perspectiva global tampoco se aprecian relaciones estadísticamente significativas entre la zona de finalización y la eficacia del contraataque ($\chi^2(3, N=165) = 2.262, \Phi=0.12, p = .520$). En este sentido los equipos ganadores tienen mejor porcentaje que los perdedores cuando la fase de finalización tiene lugar en las zonas delanteras (zonas 10, 11 y 12), y los perdedores en las zonas intermedias delanteras (resto de zonas). No se apreciaron relaciones estadísticamente significativas entre la zona de finalización y el tipo de eficacia del contraataque, ni en equipos ganadores ($\chi^2(3, N=88) = 3.850, \Phi=0.21, p=.278$), ni en equipos perdedores ($\chi^2(3, N=77) = 1.651, \Phi=0.15, p = .648$).

DISCUSIÓN

Una de las primeras observaciones es que los equipos ganadores realizan más contraataques (54.1% frente a 45.9%) y más eficaces (57% frente a 45.6%) que los equipos perdedores. Con estos datos se reafirma la importancia del contraataque en el rendimiento colectivo de los equipos en competición, al igual que indican otros autores como Cárdenas et al. (1995), Bazanov (2007) y Refoyo et al. (2009). De las fases totales de ataque observadas el 12% se desarrollaron en forma de contraataque. En otros estudios el porcentaje de los contraataques respecto a las fases totales fueron el 21,56%, en el campeonato mundial de Argentina de 1990 (Cárdenas et al., 1995), el 12% en el campeonato mundial de 2002 (Junior et al., 2006). Si se comparan los campeonatos mundiales, se observa que hay una disminución en el porcentaje de los contraataques. Nuestro análisis no nos permite conocer las causas de esta disminución en el porcentaje, pero resalta la poca influencia que ha tenido la reducción del tiempo de posesión colectiva a 24 segundos en cuanto al ritmo de juego.

Las zonas donde se produce mayoritariamente (76,78%) la recuperación del balón son las traseras (zonas 1, 2 y 3). Este dato difiere considerablemente del 53% registrado por Refoyo et al. (2009), lo que indica la necesidad de evaluar las condiciones exactas de la competición en la que se quiere participar para garantizar mayor probabilidades de éxito.

Si se diferencia en función del resultado del partido, los equipos ganadores recuperan más veces el balón

en las zonas laterales traseras (zonas 1 y 3). Sería necesario realizar más estudios para conocer las causas exactas de una mayor recuperación en las zonas laterales traseras.

En los equipos perdedores se observan diferencias en la eficacia del contraataque según la zona de recuperación, siendo más eficaces cuando tiene lugar en la zona intermedia trasera (zonas 4, 5 y 6), es decir, necesitan iniciar el contraataque desde zonas más adelantadas para poder encestar. Esto parece lógico si se piensa que las posibilidades de construir un contraataque efectivo dependen en gran medida del tiempo invertido en alcanzar las zonas próximas a la canasta contraria con ventaja numérica, posicional o táctica (Cárdenas et al., 1995, Tavares et al., 2003).

Cuanto más próximo se produzca la recuperación del aro rival, menos distancia a recorrer y tiempo a invertir. Sin embargo, en los equipos ganadores no se observan diferencias entre las zonas de recuperación en función de la eficacia del contraataque, lo que indica que ésta es independiente de la zona de recuperación del balón. No obstante, sí influyen otros factores asociados al espacio como la zona de recepción del primer pase. En este sentido, creemos que tanto en el proceso de enseñanza-aprendizaje como en el entrenamiento de alto rendimiento, los ejercicios deben diseñarse de forma que se garantice una gran variedad de zonas de recuperación del balón para construir el contraataque, predominando las zonas traseras.

En cuanto a los espacios de recepción del primer pase se observa que los equipos ganadores reciben en zonas más adelantadas (zonas 10, 11 y 12), es decir, más cerca de la canasta contraria, lo que reduce la duración del contraataque y dificulta la acción defensiva. Coincide con los datos de Cárdenas et al. (1995), que reflejan que la zona más eficaz de recepción del primer pase es la más cercana al aro rival. Por el contrario, los equipos perdedores al recibir en zonas intermedias delanteras (zonas 7, 8 y 9) han de avanzar más distancia botando, con lo que aumenta la duración del ataque, la posibilidad de robo y la pérdida del balón o de cometer una violación, e incluso que el equipo rival realice un buen balance y anule el contraataque. También destaca en los resultados el que independientemente de qué grupo de equipos se trata, y por lo tanto atendiendo sólo a la eficacia, resulta más rentable



pasar el balón lo más adelantado que permitan las circunstancias de partido.

Por otro lado, no se observan diferencias entre ganadores y perdedores con respecto a las zonas de transición utilizadas. Sí se aprecia que en un 60,84% de contraataques el balón transita por las franjas laterales, lo que coincide globalmente con los datos obtenidos por Refoyo et al. (2009) (66,3%). Este dato es comprensible si se tiene en consideración que la amplitud del espacio funcional de juego incrementa la dificultad del juego defensivo, lo que mueve a los equipos a jugar en anchura.

En cuanto a la eficacia del contraataque, no se encuentran diferencias en equipos ganadores cuando se analizan las zonas de tránsito, lo que indica que estos equipos son capaces de realizar un contraataque eficaz desplazándose por cualquier parte del campo. Los equipos perdedores poseen mayor eficacia cuando transitan por las zonas 6, 7 y 8, es decir, las más próximas a las de recuperación. Dado que la recuperación se producía en zonas próximas a la línea central del campo tiene sentido que la transición hacia pista delantera se produzca por las zonas contiguas.

En función de los datos de los equipos ganadores, los cuales consiguen mayor eficacia independientemente de las zonas de recuperación y tránsito, podríamos contemplar como requisito del proceso de entrenamiento garantizar un elevado grado de variabilidad de ambos factores. Esta característica del aprendizaje, ampliamente justificada en la literatura científica en otros contextos (Boyce, Coker y Bunker, 2006; Schmidt, 1975; Williams y Hodges, 2005), se ve reforzada con los datos del presente estudio.

Por último, no se observan diferencias en la zona de finalización con respecto al resultado del partido.

La principal zona de finalización es la más cercana al aro con un 67,27%, y aunque con algunas diferencias en cuanto a la delimitación espacial exacta, coincide con los datos obtenidos por Refoyo et al. (2009) en la zona más próxima al aro (88,1%) y Garefis et al. (2007) en la zona restringida de tres segundos (82%). Pero sí que se observan diferencias en la eficacia, ya que los equipos ganadores poseen mayor eficacia en zonas delanteras (zonas 10, 11 y 12), donde resulta más sencillo encestar.

CONCLUSIONES

La eficacia en el juego parece estar determinada por la capacidad colectiva para realizar un mayor número de contraataques, así como para desarrollarlos de forma más efectiva.

Igualmente, la posibilidad de ganar el partido parece estar asociada a la variabilidad de las zonas de recuperación del balón.

Los equipos ganadores muestran mayor eficacia en el contraataque independientemente de la zona de recepción del primer pase y de tránsito, lo que indica la necesidad de una gran variabilidad espacial en el desarrollo del ataque rápido.

La eficacia del contraataque parece estar asociada a la zona donde se produce la recepción del primer pase, así como a la de finalización, siendo recomendable que sean las más próximas al aro rival para reducir la duración global y dificultar el balance defensivo.

Esta información debe servir de base para el diseño de tareas de entrenamiento más eficaces y mejorar así el proceso de formación deportiva.

Se recomienda seguir realizando estudios del contraataque en campeonatos futuros así como en ligas regulares, para observar las posibles evoluciones que sufra el contraataque con el paso del tiempo, y seguir adaptando el entrenamiento a las nuevas necesidades para la mejora del rendimiento.

En cuanto a las limitaciones del estudio indicar que sólo se han tenido en cuenta las variables espaciales, por lo que en futuras investigaciones sería recomendable tener en cuenta los factores temporales o motrices que pudieran resultar determinantes para la eficacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alarcón, F., Cárdenas, D. y Miranda, M. T. (2010). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de la táctica en baloncesto*. Murcia: Diego Marín.
2. Bazanov, B. (2007). Integrative approach of the technical and tactical aspects in basketball



- coaching. *Abstract. Tallinn University. Dissertations on Social Sciences*, 30, 1736-3675.
3. Behar, J. (1993). Sesgos del observador. *Metodología Observacional En La Investigación Psicológica*, 2, 27-76.
 4. Boyce, B.A. Coker, C.A. & Bunker, L.K. (2006). Implications for variability of practice from pedagogy and motor learning perspectives: finding a common ground. *Quest*, 58, 330-343.
 5. Cárdenas, D. Moreno, M.I. y Almendral, P. (1995). Análisis de los factores que inciden en la eficacia del contraataque en baloncesto. *Revista de entrenamiento deportivo*, 9(4), 11-16.
 6. Csataljay, G., O'Donoghue, P., Hughes, M. y Dancs, H. (2009). Performance indicators that distinguish winning and losing teams in basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(1), 60-66.
 7. Evangelos, T., Alexandros, K. & Nikolaos, A. (2005). Analysis of fast breaks in basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(2), 17-22.
 8. Fotinakis, P. Karipidis, A. & Taxildaris, K. (2002). Factors characterising the transition game in european basketball. *Journal of Human Movement Studies*, 42(4), 305-316.
 9. Garefis, A. Tsitskaris, G. Mexas, K. & Kyriakou, D. (2007). Comparison of the effectiveness of fast breaks in two high level basketball championships. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(3), 9-17.
 10. Hughes, M.D.(1996). *Notational analysis*. In T. Reilly (Ed), *Science and Soccer* (pp.343-361).London: E, & F.N. Spon.
 11. Hughes, M. & Franks, I. M. (2004). *Notational analysis of sport: Systems for better coaching and performance in sport*. London: Ed. Routledge.
 12. Ortega, E. Palao, J. M. Gómez, M. Á. Lorenzo, A. y Cárdenas, D. (2007). Analysis of the efficacy of posesions in boys'16 and under basketball teams: differences between winning and losing teams 1, 2. *Perceptual and Motor Skills*, 104(3), 961-964.
 13. Ortega, E., Cárdenas, D., Sainz, d. B. y Palao, J. M. (2006). Differences between winning and losing teams in youth basketball games (14-16 years old). *International Journal of Applied Sports Sciences*, 18(2), 1-11.
 14. Pintor, D. (1988). *Principios de elaboración, desarrollo y ejecución de los sistemas de juego en la fase de ataque*. Curso Superior de Entrenadores de Baloncesto. Toledo. Federación Española de Baloncesto.
 15. Refoyo, I., Romarís, I. U. y Sampedro, J. (2009). Analysis of men's and women's basketball fast-breaks. *Revista De Psicología Del Deporte*, 18(SUPPL.), 439-444.
 16. Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
 17. Šeparović, V. y Nuhanović, A. (2008). Nonstandard indicators of the offensive effectiveness in basketball and successfulness of basketball teams. / nestandardni indikatori NapadaČke efikasnosti U KoŠarci i UspjeŠnosti KoŠarkaŠkih ekipa. *Sport Science*, 1(2), 7-11.
 18. Tavares, F. & Gomes, N. (2003). The offensive process in basketball-a study in high performance junior teams. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 3(1), 34-39.
 19. Trninić, S. Dizdar, D. & Luksić, E. (2002). Differences between winning and defeated top quality basketball teams in final tournaments of european club championship. *Collegium Antropologicum*, 26(2), 521-531.
 20. Williams, A.M. & Hodges, N.J. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: challenging tradition. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 637-650.



Carrasco, M.; Romero, E.; Martínez, I.; Fernández, I. (2012). Incidence and diagnosis of injuries in a Valencia honor first division water polo team. *Journal of Sport and Health Research*. 4(2):191-198.

Original

INCIDENCIA Y DIAGNÓSTICO DE LAS LESIONES EN UN EQUIPO DE WATERPOLO DE DIVISIÓN DE HONOR VALENCIANA

INCIDENCE AND DIAGNOSIS OF INJURIES IN A VALENCIA HONOR FIRST DIVISION WATER POLO TEAM

Carrasco, M.¹; Romero, E.¹; Martínez, I.²; Fernández, I.².

¹ *Facultad de Ciencias del Deporte. Grupo de Investigación Ejercicio Físico y Rendimiento Humano. Universidad de Murcia*

² *Facultad de Medicina. Grupo de Investigación Ejercicio Físico y Rendimiento Humano. Universidad de Murcia.*

Correspondence to:
María Carrasco Poyatos
 Facultad de Ciencias del Deporte.
 C/Argentina, S/N. 30720. Santiago de la Rivera-San Javier (Murcia)
 Tel. 868888824
 Email: mariacarrasco@um.es

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



Received: 30-06-2011
 Accepted: 07-12-2012



RESUMEN

Antecedentes: la práctica del waterpolo genera con frecuencia lesiones. Un diagnóstico específico de las mismas es fundamental para optimizar el rendimiento y la salud de los jugadores.

Objetivo: el presente estudio tuvo como objetivo registrar la incidencia de lesiones en un equipo de waterpolo, su diagnóstico y sus consecuencias respecto a la continuidad de práctica.

Participantes: la muestra la formó el equipo masculino de waterpolo de San Javier (Murcia) (n= 13), perteneciente a la Primera División de Honor valenciana.

Método: se realizó un seguimiento a los jugadores del CW San Javier durante la temporada competitiva 2009-2010. Después de los partidos y los entrenamientos se anotaron los datos en una planilla estandarizada diseñada por el Medical Assessment and Research Centre de la FIFA, diseñada para contabilizar lesiones en waterpolo y en otros deportes de equipo.

Resultados: se produjeron un total de 14 lesiones. La mayoría se localizaron en las regiones del hombro y el muslo (4 y 4 respectivamente). Dos de las lesiones totales fueron diagnosticadas y cuatro obligaron al jugador a permanecer de baja deportiva.

Conclusiones: el diagnóstico de las lesiones en el waterpolo es escaso. Realizarlo con mayor frecuencia ayudaría a preservar la continuidad de práctica y la salud de los jugadores.

Palabras clave: seguimiento, registro, deporte.

ABSTRACT

Background: water polo practice often leads to injuries. A specific diagnosis of them is essential to optimize the performance and health of the players.

Objective: the aim of the present study was to record the incidence of injuries not needed in a water polo team, their diagnosis and the limitation of player's training.

Participants: the sample was composed by the Valencia Honor First Division water polo men's team of San Javier (Murcia) (n= 13).

Methods: injuries were recorded during the competitive season 2009-2010. A standardized injuries report form was completed after every train or match. It was designed by the Medical Assessment and Research Centre of the FIFA to assess injuries in water polo and other team sports.

Results: a total of 14 injuries were reported. Most of all affected the shoulder and the thigh (4 and 4 respectively). Only two of all injuries were diagnosed. Four of the total of injuries limited the player's training for some days.

Conclusion: our study suggests that injuries in water polo are not often diagnosed. This could be the key to preserve player's performance and health

Keywords: monitoring, record, sport.



INTRODUCCIÓN

El waterpolo es un deporte que poco a poco va adquiriendo más adeptos gracias a su espectacularidad y a lo completo de su práctica. Tiene todas las dificultades técnicas de los deportes de equipo con balón y las características físicas y técnicas de la natación, lo que lo convierte en un juego duro, de contacto y que requiere de una buena forma física.

La práctica deportiva inevitablemente conlleva un riesgo de lesión. Según Osorio y col. (2007), se pueden encontrar tasas de 90,9 lesiones por 1000 horas de entrenamiento o 54,8 lesiones por 1000 horas de competición en deportistas, frente a tasas de 15,4 lesiones por 1000 horas en la población general. El waterpolo, por sus características, es responsable de la aparición de un gran número de lesiones (Webster, Morris, & Galna, 2009). Por tanto, cualquier gesto técnico debe ser lo más eficiente posible ya que una mala coordinación del mismo puede conllevar una lesión de carácter intrínseco (Cruz y col., 2009), entendiéndose como tal aquella que ocurre cuando los atletas están expuestos a la práctica del deporte y se produce alteración o daño de un tejido afectando al funcionamiento de la estructura (Osorio, Clavijo, Arango, Patiño, & Gallego, 2007).

El hombro es la región anatómica donde se encuentra la mayor incidencia de lesiones en el waterpolo (Webster y col., 2009), obligando al jugador a estar apartado del deporte de forma más continua que otras lesiones (Wolf, Ebinger, Lawler, & Britton, 2009). Actualmente, se considera que el origen es multifactorial, aunque los mecanismos desencadenantes específicos permanecen inciertos (Webster y col., 2009). Entre las posibles causas se han propuesto el nivel y los años de práctica del waterpolo (Franić, Ivković, & Rudic, 2007), los movimientos cíclicos característicos del nado o la patada de waterpolo (Franić, Ivković, & Rudic, 2007; Wolf y col., 2009), los lanzamientos repetidos que tienen que ser realizados sobre una base inestable -lo que origina mayores sobrecargas en la articulación glenohumeral- (McMaster, Long, & Caiozzo, 1991), y los desbalances musculares entre los músculos que integran el manguito de los rotadores (Campos, Petrone, Navega, Renner, & Mattiello-Rosa, 2005;

Colville & Markman, 1999; McMaster y col., 1991; Tsekouras y col., 2005).

La dinámica del waterpolo implica un contacto físico entre los componentes de los equipos que se enfrentan, que se verá incrementado por la dificultad que entraña el arbitraje dada la escasa visibilidad que tienen los jueces de lo que ocurre bajo el agua. Según Van Der Wende (2005), dicho contacto está asociado a la ejecución de acciones tales como bloqueos, agarres, contactos y empujones, que ponen en riesgo a los jugadores por la mayor probabilidad de recibir un golpe y sufrir una lesión de carácter extrínseco. Existen numerosas lesiones de este tipo localizadas en las extremidades inferiores, columna y cara. En esta zona, debido al contacto con otros jugadores o incluso con el balón, pueden producirse fracturas (Franić y col., 2007).

Las lesiones que se producen en el waterpolo, sea cual sea su naturaleza, pueden ir asociadas a una serie de consecuencias negativas tanto para el rendimiento como para la salud del jugador. Si la lesión no es valorada por un profesional médico, el deportista puede ver retardada la vuelta a su actividad deportiva durante semanas o incluso meses. Además, si la lesión no es diagnosticada puede que el lesionado siga jugando, incrementando el riesgo de agravar las consecuencias (Olsen, Myklebust, Engebretsen, & Bahr, 2006). Por tanto, la implicación de médicos y fisioterapeutas en la detección y tratamiento de las mismas puede ser crucial.

El objetivo del presente estudio fue determinar la incidencia de las lesiones en un equipo de waterpolo perteneciente a la División de Honor Valenciana durante la temporada competitiva 2009-2010. Centrando principalmente la atención en la localización de la lesión, su diagnóstico y sus consecuencias respecto a la continuidad de práctica.

MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra se formó con los 13 jugadores pertenecientes al equipo masculino del Club Waterpolo San Javier (CW San Javier) de la localidad de San Javier (Murcia), que compitió en la categoría División de Honor Valenciana durante la temporada 2009-2010. Las características se presentan en la tabla 1.



TABLA 1. Estadísticos descriptivos.

Grupo	N	Estadísticos	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)	Envergadura (cm)
CW San Javier	13	Media	26,13	78,62	177,3	183,2
		Desv. Tip.	5,9	12,2	8,5	10,1
		Mínimo	16	54	157,9	159,7
		Máximo	39	98	187,7	192,5

El responsable del equipo y cada uno de los jugadores firmaron un consentimiento informado en el que aceptaron las condiciones del estudio y la posterior divulgación de los resultados obtenidos. En la valoración inicial, se registraron las variables antropométricas descriptivas de la muestra y las posibles lesiones previas que pudieran presentar los jugadores.

Se tomaron las variables antropométricas peso, talla y envergadura. El peso se valoró con una báscula SECA con precisión de 0,1 kg. Para la medición de la talla se empleó un tallímetro Año Sayol con precisión de 0,01 m. La envergadura se midió con una cinta métrica Harpenden Anthropometric Tape (Holtain LTD). Para conocer el estado previo de los jugadores en cuanto a lesiones se refiere, se diseñó una planilla de recogida de datos que se cumplimentó mediante una entrevista personal llevada a cabo por el evaluador responsable. En esta planilla, además de los datos de contacto, se incluyeron cuestiones acerca de la demarcación y la existencia de lesiones conocidas o dolor en alguna región corporal en ese preciso momento. En caso afirmativo, se preguntó al entrevistado cuál era su localización, si había sido diagnosticada por un médico, el diagnóstico correspondiente y su tratamiento, y si el jugador permanecía en aquel momento de baja deportiva a causa de la lesión.

La recogida de datos se realizó entre los meses de noviembre de 2009 y abril de 2010. Ésta se llevó a cabo mediante la técnica de investigación observacional, a través de la cual el observador responsable, acudiendo tanto a entrenamientos como a partidos, anotó las lesiones que se produjeron durante toda la temporada competitiva. Para tal efecto y con el objeto de homogeneizar los resultados con los de otros estudios, se adaptó una planilla de registro de datos estandarizada diseñada por el Medical Assessment and Research Centre de la Federación Internacional de Fútbol Asociación

(FIFA) (Junge y col., 2006) para apuntar la cantidad de lesiones ocurridas en deportes de equipo durante los Juegos Olímpicos de 2004, en los que se incluía el waterpolo. Del mismo modo, se emplearon los mismos códigos para registrar la localización de la lesión, el diagnóstico y los días de baja. La planilla de recogida de datos que se utilizó en el presente estudio se muestra en el anexo 1.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows. La descripción de las variables cuantitativas se expresó como media, desviación típica y rango. La descripción de las variables cualitativas se expresó como frecuencia absoluta y relativa.

RESULTADOS

Al final de la temporada competitiva 2009-2010, se registraron un total de 14 lesiones. La naturaleza de las mismas (intrínseca –agudas y crónicas-, y extrínseca) se muestra en la figura 1. Tres de las lesiones se localizaron en el hombro y se produjeron por la ejecución de un lanzamiento. Éste también fue la causa de una lesión en el brazo y otra en el cuello/columna cervical. Otras tres lesiones se produjeron en el muslo, durante la ejecución de la patada de waterpolo. Un golpe originó 2 lesiones en la cabeza/cara y 1 en el dedo pulgar de la mano. En la parte sural se registraron 2 lesiones producidas por la patada de waterpolo y el nado ofensivo. La patada de waterpolo también originó una lesión en el pie. La demarcación de los jugadores y las lesiones que experimentaron durante el estudio se muestran en la tabla 2.

De todas las lesiones registradas, solamente dos recibieron un diagnóstico específico: una contractura del deltoides, y una rotura del tabique nasal.

La rotura del tabique nasal y otras tres lesiones más localizadas en el dedo pulgar, el brazo y el cuello/columna cervical requirieron que los jugadores permanecieran 30, 2, 3 y 1 días de baja deportiva respectivamente.

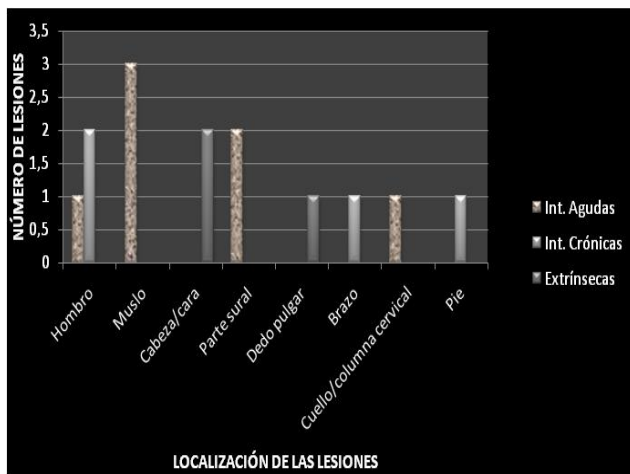


Figura 1. Número de lesiones ocurridas en el equipo de acuerdo con su naturaleza.

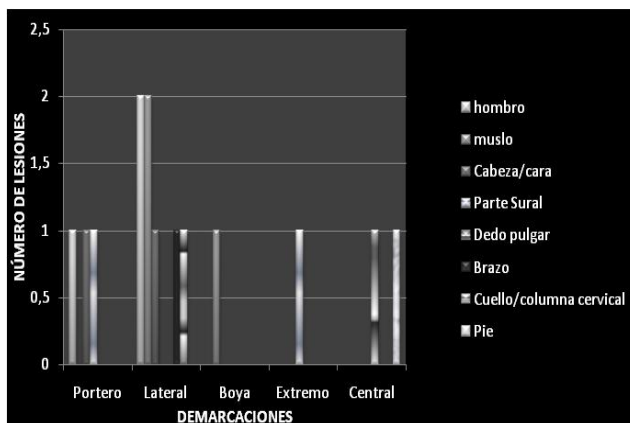


Figura 2. Número de lesiones atendiendo a la demarcación de los jugadores.

DISCUSIÓN

Al finalizar la temporada competitiva 2009-2010, los jugadores del CW San Javier acumularon un total de 14 lesiones que se localizaron en su mayoría en la región del hombro y el muslo. Algunas no tuvieron implicaciones serias respecto al rendimiento de los jugadores pero otras, debido a su cronicidad y a que no fueron diagnosticadas ni tratadas, les obligaron a seguir jugando con dolor.

Las 3 lesiones halladas en el hombro, sumadas a la del brazo y la del dedo pulgar, hacen que sea en la extremidad superior donde se centren la mayoría de las lesiones registradas, coincidiendo con Junge y col. (2006). Todas ellas, a excepción de la del dedo pulgar, fueron de carácter intrínseco y se produjeron a causa de un lanzamiento, en lo que coincidimos con el estudio de Webster y col. (2009), donde indicaron

que en waterpolo los lanzamientos son la causa más frecuente de lesiones en el hombro y que éstas suelen ser de carácter intrínseco, relacionándose con la laxitud articular o el desequilibrio muscular del hombro. Es más, los gestos técnico-tácticos que se realizan por encima de la cabeza están muy relacionados con el riesgo de lesión (Scher y col., 2010).

En relación al diagnóstico de estas lesiones, y debido a la falta de revisiones llevadas a cabo por especialistas, en el presente estudio solo se puede afirmar que una de las lesiones producidas en el hombro ocasionó una contractura en el deltoides. Las teorías más aceptadas para explicar el dolor en la cara anterior del hombro son las tendinopatías del manguito de los rotadores, las inestabilidades glenohumorales consecuencia de microtraumatismos repetidos y el conflicto subacromial o externo (Jerosch, Castro, Drescher, & Assheuer, 1993). Aunque la mayoría de los autores consideran que la causa más frecuente de dolor en el hombro relacionado con el waterpolo sería el conflicto posterosuperior o interno, producido por los movimientos repetidos en abducción y rotación externa máxima (Colville & Markman, 1999; Franić y col., 2007; Giombini, Rossi, Pettrone, & Dragoni, 1997). Sobre el resto de lesiones no se puede determinar un diagnóstico exacto, pero sí indicar que 2 de las lesiones del hombro y la del brazo fueron de carácter crónico y obligaron a los jugadores a permanecer entrenando y jugando partidos con dolor.

En el miembro inferior se registraron el mismo número de lesiones que en el superior, y se centraron en el muslo y en la parte sural. Todas ellas fueron originadas al ejecutar la patada de waterpolo. Según Franić y col. (2007) esta ejecución técnica es muy similar a la patada del estilo braza, realizada en posición vertical del cuerpo y, junto con la patada de tijera, tiene un carácter lesional importante. Estas lesiones fueron de carácter agudo, desapareciendo el dolor tras un periodo de reposo y no volviendo a repetirse en sucesivas ejecuciones. Debido a que la mayoría de las lesiones de carácter agudo se produjeron en el tren inferior, estos resultados no coinciden con los de Ristolainen y col. (2010), que catalogan la espalda como el sitio anatómico más común donde se producen lesiones agudas, ni con los de Junge y col. (2006), que registraron mayor



incidencia de lesiones agudas en la cabeza y el cuello. Sin embargo, la única lesión de la zona del cuello/columna cervical registrada en el presente estudio sí fue de carácter agudo. Esta se produjo a causa de un lanzamiento, y por tanto no coincidimos con Fráncic y col. (2007) que determinaron el origen de las lesiones de cuello/columna cervical en las continuas rotaciones de cabeza que requiere la práctica del propio deporte, y que pueden tener como consecuencia el daño cervical.

Con respecto a la cabeza-cara, las dos lesiones de los jugadores del CW San Javier fueron consecuencia de un golpe, por tanto las consideramos como lesiones extrínsecas. Las lesiones que tienen una causa externa es decir, que se producen por contacto, son la principal causa de lesión en la cabeza (Fráncic y col., 2007). Por su parte, Junge y col. (2006) indican que existe un predominio del carácter intrínseco de las lesiones en esta región corporal, y por tanto sus consideraciones no coinciden con los resultados obtenidos en el presente estudio. Según Junge y col. (2006) y Osorio y col. (2007), las lesiones producidas por contacto externo son más frecuentes en los partidos que en los entrenamientos debido al aumento de la intensidad de juego. Nuestros resultados muestran que una de las lesiones se produjo en un entrenamiento y la otra en un partido, sin embargo la del partido tuvo como consecuencia la fractura del tabique nasal y ocasionó 30 días de baja al jugador, mientras que la del entrenamiento no fue diagnosticada ni necesitó días de baja. Nuestros resultados, por tanto, no se pueden relacionar con la frecuencia de las lesiones pero sí con la gravedad de las mismas, siendo en los partidos donde se originan lesiones de consecuencias más peligrosas debido a la mayor intensidad de juego.

Centrándonos en el periodo de baja y la gravedad de las lesiones de los jugadores del presente estudio, y teniendo en cuenta que solo dos de las lesiones que se produjeron fueron diagnosticadas, coincidimos con las afirmaciones de Díaz, Buceta y Bueno (2004) en cuanto a que la lesión más grave fue la que mantuvo al jugador más tiempo apartado de la práctica deportiva. En nuestro caso esta lesión fue la fractura del tabique nasal, que mantuvo al jugador 30 días sin entrenar o competir. La otra lesión diagnosticada fue una contractura del deltoides que no requirió tiempo de baja. Con respecto a estas lesiones, se puede

indicar que su gravedad fue menor que las encontradas en el estudio de Junge y col. (2006) entre las que se encontraron luxaciones de hombro y fractura del esternón, dando de baja al jugador durante 30 días, así como rotura del tímpano, contusiones en los ojos y laceraciones en la cara, apartando del juego a los jugadores entre 2 y 7 días. Esto puede tener relación con los niveles competitivos a los que se desarrollaron ambos estudios, ya que nuestros jugadores pertenecieron a la División de Honor Valenciana y los valorados en el estudio de Junge y col. (2006) fueron jugadores olímpicos. Por tanto, el nivel competitivo es un factor que puede influir en la gravedad de las lesiones.

Por otro lado, en el presente estudio la mayoría de las lesiones no recibió un diagnóstico específico. Esto puede repercutir en problemas de salud a largo plazo ya que según Olsen (2006) la gravedad de muchas de las lesiones pasa desapercibida no siendo examinadas por profesionales y manteniendo la continuidad de práctica deportiva del jugador.

Para futuros estudios sobre lesiones en el waterpolo, autores como Cruz y col. (2009) y Webster y col. (2009) indican la necesidad de explorar la contribución de la laxitud articular y el desequilibrio de la fuerza muscular como causas más comunes en las lesiones de hombro en waterpolo. Por otro lado, sería interesante investigar sobre actividades o ejercicios dirigidos a la prevención ya que, siguiendo las consideraciones de Olsen (2006), los efectos preventivos pueden disminuir el riesgo o la severidad de lesión.

CONCLUSIONES

Las lesiones más frecuentes se localizaron en las regiones del hombro y del muslo. La mayoría del total de lesiones fueron de carácter intrínseco y crónico. Muchas de ellas requirieron la baja deportiva del jugador durante varios días, aunque es difícil determinar la gravedad de las mismas debido a la falta de un diagnóstico específico. Consideramos que para precisar la naturaleza y el alcance de las lesiones y mejorar el control sobre la salud y los cuidados de estos deportistas es necesaria una mayor comunicación y relación entre técnicos y jugadores con médicos y fisioterapeutas. Es necesario indicar que estos resultados se refieren solo a un equipo de



waterpolo, y sería necesario ampliar la muestra para poder generalizarlos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al equipo de waterpolo de San Javier su colaboración en el proceso de recogida de datos durante toda la temporada competitiva. Esto ha hecho posible la realización de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campos, T. F., Petrone, K. C. O., Navega, M. T., Renner, A. F. E., & Mattiello-Rosa, S. M. (2005). Estudio dos picos de torque concêntrico e excêntrico dos rotadores mediais e laterais do ombro de atletas do pólo aquático. *Revista brasileira de fisioterapia* 9(2), 173-143.
- Colville, J. M., & Markman, B. S. (1999). Competitive water polo. Upper extremity injuries. *Clinics in sports medicine*, 18(2), 305-312.
- Cruz, F., Almazán, A., Perez, F., Sierra, L., Villalobos, E., González, H., et al. (2009). Lesiones en el hombro ocurridas durante la práctica de deportes. *Mediagraphic Artemisa*, 5(1), 65-78.
- Díaz, P., Buceta J. M., & Bueno A. M. (2004). Situaciones estresantes y vulnerabilidad a las lesiones deportivas: un estudio con deportistas de equipo. *Revista de Psicología del Deporte*, 14(1), 7-24.
- Franíc, M., Ivkovic, A., & Rudic, R. (2007). Injuries in water polo. *Croatian Medical Journal*, 48(3), 281-288.
- Giombini, A., Rossi, F., Petrone, F. A., & Dragoni, S. (1997). Posterosuperior glenoid rim impingement as a cause of shoulder pain in top level waterpolo players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 37(4), 273-278.
- Jerosch, J., Castro, W. H., Drescher, H., & Assheuer, J. (1993). Magnetic resonance morphologic changes in shoulder joints of world class water polo players. *Sportverletz Sportschaden*, 7(3), 109-114.
- Junge, A., Langevoort, G., Pipe, A., Peytavin, A., Wong, F., Mountjoy, M., et al. (2006). Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *American Journal of Sports Medicine*, 34(4), 565-576.
- McMaster, W. C., Long, S. C., & Caiozzo, V. J. (1991). Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. *The American journal of sports medicine.*, 19(1), 72-75.
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2006). Injury pattern in youth team handball: a comparison of two prospective registration methods. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16, 426-432.
- Osorio, J. A., Clavijo, M. P., Arango, E., Patiño, S., & Gallego, I. C. (2007). Lesiones deportivas. *IATREIA*, 20(2), 167-177.
- Ristolainen, L., Heinonen, A., Turunen, H., Mannström, H., Waller, B., Kettunen, J.A., Kujala, U.M. (2010). Type of sport is related to injury profile: A study on cross country skiers, swimmers, long-distance runners and soccer players. A retrospective 12-months study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 384-393.
- Scher, S., Anderson, K., Weber, N., Bajorek, J., Rand, K., & Bey, M. J. (2010). Associations among hip and shoulder range of motion and shoulder injury in professional baseball players. *Journal of Athletic Training*, 45(2), 191-197.
- Tsekouras, Y. E., Kavouras, S. A., Campagna, A., Kotsis, Y. P., Syntosi, S. S., Papazoglolu, K., et al. (2005). The anthropometrical and physiological characteristics of elite water polo players. *European journal of applied physiology*, 95(1), 35-41.
- Van der Wende, K. (2005). The effects of game specific task constraints on the outcome of the water polo shot. Auckland University of Technology. Tesis doctoral sin publicar. http://aut.researchgateway.ac.nz/bitstream/10292/98/1/vanderWendeK_a.pdf
- Webster, M. J., Morris, M. E., & Galna, B. (2009). Shoulder pain in water polo: A systematic review of the literature. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 3-11.
- Wolf, B. R., Ebinger, A. E., Lawler, M. P., & Britton, C. L. (2009). Injury patterns in division I



collegiate swimming. *American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 2037.



Molero, D.; Belchi-Reyes, M.; Torres-Luque, G. (2012). Socio-emotional competences in mountain Sports. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2):199-208.

Original

COMPETENCIAS SOCIOEMOCIONALES EN PRACTICANTES DE DEPORTES DE MONTAÑA

SOCIOEMOTIONAL COMPETENCES PRACTITIONERS IN MOUNTAIN SPORTS

Molero, D.¹; Belchi-Reyes, M.²; Torres-Luque, G.¹

¹*Universidad de Jaén (España)*

²*Doctorando de la Universidad de Jaén (España)*

Correspondence to:
David Molero López-Barajas
 Universidad de Jaén. Facultad de Humanidades y CCEE.
 Edif. C5 -23071- Jaén (España)
 Tel. (+34) 953213436
 Email : dmolero@ujaen.es

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



Received: 15-01-2012
Accepted: 20-03-2012



RESUMEN

(Objetivos) El presente trabajo pretende describir las competencias socioemocionales de una muestra de practicantes de deportes en el medio natural, establecer diferencias entre estas competencias y las variables sexo, edad y nivel deportivo de los participantes. *(Método)* La muestra del estudio estuvo compuesta por 95 sujetos practicantes de las actividades deportivas en el medio natural que ofrece el servicio de deportes de la Universidad de Jaén. A todos ellos se les administró la Escala de Competencias Socioemocionales ECSE, después de la realización de actividades en el medio natural. *(Resultados)* Las competencias socioemocionales más valoradas han sido motivación y empatía; autoconciencia, resolución de conflictos y trabajo en equipo obtienen valoraciones intermedia, mientras que autorregulación y regulación interpersonal son las menos valoradas. *(Conclusiones)* Los resultados mostraron que se obtienen diferencias significativas entre las competencias socioemocionales en función del género de los participantes a favor de las mujeres.

Palabras clave: Actividad física, deportes en el medio natural, competencias emocionales, inteligencia emocional.

ABSTRACT

(Objectives) This paper aims to describe the socio-emotional competences of a sample of practicing sports in the natural environment, establish relationships between these competences and the variables sex, age and fitness level of participants. *(Method)* The sample consisted 95 subjects by practitioners of the sport in the natural environment offers the sports department of the University of Jaén. All of them are given the scale ECSE, after activities in the wild. *(Results)* The powers have been most valued motivation and empathy, self-awareness, conflict resolution and teamwork ratings obtained intermediate, while interpersonal self-regulation and regulation are the least valued. *(Conclusions)* The results obtained showed significant differences between socioemotional competences depending on the gender of participants in favor of women.

Keywords: Physical activity, outdoor sports, emotional competences, emotional intelligence.



INTRODUCCIÓN

Conocerse a uno mismo, saber cómo se ve y qué se piensa de uno mismo, relacionarse con los demás, conocer sus problemas y ayudarles a superarlos, juegan un papel importante en el bienestar y en el desarrollo de competencias emocionales. Nadie duda de su relevancia y la estrecha relación que guardan estas competencias con la actividad física y con el deporte. En nuestro trabajo analizaremos diversos estudios que han incidido en asunto como nexo positivo entre la actividad física, el deporte y la posibilidad de mejora de las competencias socioemocionales (Brackett *et al.*, 2006; González, 2011; Meyer y Zizzi, 2007).

En un estudio realizado por Hernández y Rodríguez-Mateo (2005), con jugadores federados de ajedrez, se concluyó que los buenos jugadores, en términos generales, se caracterizaban por una mayor capacidad para afrontar la realidad, por ser suficientemente operativos, por ser ponderados con sus aspiraciones y por encontrar explicaciones constructivas ante los fracasos. Así mismo, los jugadores de mayor éxito poseían moldes más realistas, positivos y reguladores de las emociones.

En el ámbito del deporte ha sido poco estudiada la inteligencia emocional, ya que los investigadores se han centrado más en el rendimiento académico desde una perspectiva profundamente cognitiva, aunque en los últimos años se puede observar como la dimensión afectiva así como todo lo relacionado con las competencias socioemocionales y la inteligencia emocional ha sido revalorizada en la investigación en actividad física y salud (Zagalaz, 2011).

La investigación en el ámbito de la Psicología del Deporte ha sido abundante en el pasado más próximo, para lo cual se ha examinado a numerosos deportistas, para conocer más sobre los estados de ánimo, sobre los momentos clave de su rendimiento, sobre sus estados de ansiedad o de bloqueo, en definitiva sobre el dinamismo psicológico más estrechamente relacionado con el rendimiento. Junto con el empleo de tests y cuestionarios, el predominio ha sido el uso de la entrevista como procedimiento principal (Culver, Gilbert y Trudel, 2003), todo ello para conocer las cualidades psicológicas de los deportistas.

Estudios como los de Lidor y Lavyan (2002), Ungerleider y Golding (1992), Vanden Auweele, Nys, Rzewnicki y Van Mele (2001), han permitido establecer un conjunto de cualidades psicológicas que representarían al deportista, cualidades tales como la motivación y el compromiso, el control de la ansiedad, la concentración, el control de la atención, la imaginación, el establecimiento de objetivos, la planificación de entrenamientos (Tkachuck, Toogood y Martín, 2003), todo esto estrechamente relacionado con la inteligencia emocional así como con las competencias que se le atribuyen.

Zizzy, Deaner y Hischron (2003) realizaron uno de los primeros trabajos basados en la relación existente entre la inteligencia emocional y el rendimiento en el deporte. Estos autores evaluaron la inteligencia emocional a través de la escala de autoinforme de Schutte (Schutte *et al.*, 1998) y el rendimiento a lo largo de una temporada deportiva de 61 jugadores de béisbol, 20 lanzadores y 41 bateadores. Encontraron que la puntuación en la escala de inteligencia emocional correlacionaba positivamente con el número de *strikes* y *walks* (carreras) que provocaron los lanzadores, pero no correlacionaba con ninguna medida de los bateadores. Los autores argumentan que los bateadores tienen menos tiempo para pensar en su ejecución que los lanzadores y, para rendir con eficacia, los primeros requieren tiempos de reacción bajos, coordinación, potencia y buena técnica para realizar una buena jugada, mientras que los lanzadores, al ser ellos mismos los que inician la jugada, requieren mayores habilidades personales e interpersonales.

Respecto a las habilidades personales, los autores sugieren que el procesamiento adecuado de los estados emocionales (percepción y regulación de las emociones) y la posibilidad de elegir la conducta adecuada en función de cada situación se benefician de altas puntuaciones en inteligencia emocional. En cuanto a las habilidades interpersonales, Zizzy *et al.* (2003) argumentan que los lanzadores deben tener en cuenta las bases en las que están sus compañeros así como comunicarse adecuadamente con los recibidores, por lo que es comprensible que altas puntuaciones en inteligencia emocional ayude a los lanzadores pero no a los bateadores.

Crombie, Lombard y Noakes (2009) han hallado relaciones entre la inteligencia emocional y el



rendimiento deportivo. Estos autores, analizaron, seis equipos de la liga nacional de Sudáfrica de cricket, la puntuación media del equipo en inteligencia emocional, empleando como instrumento de medida la escala MSCEIT (*Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test*), uno de los más indicados para evaluar la inteligencia emocional (Brackett *et al.*, 2006). Encontraron una correlación positiva ($r = .69$; $p < .05$) entre el número de *logs* y la puntuación media del equipo en inteligencia emocional. Concluyeron tres aspectos importantes: primero, que jugadores con altas puntuaciones en el MSCEIT tienen mayores capacidades/habilidades para rendir bajo condiciones de alto estrés, y por lo tanto, pueden optimizar sus emociones para lograr un mayor rendimiento durante los partidos. Segundo, que el rendimiento a lo largo de varios partidos estará determinado por los estados de forma de los jugadores y por el efecto que puede tener la derrota, así, equipos con altas puntuaciones podrán tener en cuenta estos factores y no dejarse influir negativamente, en la misma medida que el resto de los equipos. Por último, argumentan que los equipos con altas puntuaciones en inteligencia emocional podrán sobreponerse con mayor facilidad a contrariedades específicas del cricket.

Lane, Thelwell, Lowther y Devonport (2009) estudiaron la relación entre la inteligencia emocional, evaluada a través de la escala de EQi (Emotional Quotient Inventory (Bar-On, & Parker, 2000)), y ocho tipos de estrategias psicológicas que se pueden utilizar durante la competición y durante el entrenamiento, medidas a través del test de estrategias de rendimiento TOPS (Thomas, Murphy y Hardy, 1999) en una muestra de 54 estudiantes que jugaban al fútbol, hockey y rugby. Hallaron relaciones positivas y significativas entre estrategias de competición y habilidades de inteligencia emocional, auto-conversación y evaluación de las emociones propias, evaluación de las emociones de los demás, regulación y utilización, establecimiento de objetivos y utilización, imaginación y regulación, activación y evaluación de las emociones de los demás, relajación y regulación.

En cuanto a las relaciones entre las estrategias de entrenamiento y las habilidades de inteligencia emocional evaluadas a través del instrumento de Bar-On y Parker (2000), el EQi, las relaciones

significativas encontradas fueron entre auto-conversación y evaluación de las emociones propias y regulación, control emocional y evaluación de las emociones de los demás, imaginación y regulación, activación y regulación y relajación y utilización. Los autores concluyen que existe relación entre la inteligencia emocional y las estrategias deportivas, por lo que invitan a los entrenadores a fomentar la inteligencia emocional al trabajar con deportistas.

Son varios los autores que han tratado de relacionar las habilidades emocionales incluidas en la inteligencia emocional (IE) con parámetros de rendimiento objetivo (porcentaje de bateos o lanzamientos, minutos jugados, etc.). González (2011) en un reciente estudio presenta un minucioso repaso de los trabajos realizados en este sentido. La mayor parte de estas investigaciones, se han llevado a cabo en EEUU y en deportes algo desconocidos en nuestro contexto como el béisbol, el cricket o el hockey sobre hielo. Los estudios de Totterdell (1999, 2000) y de Totterdell y Leach (2001) con jugadores profesionales de cricket. Y el de Perlini, Halverson y Trevor (2006) con jugadores de la National Hockey League NHL, concluyen que los componentes de la IE parecen estar relacionados moderadamente con el rendimiento óptimo de los lanzadores, pero no relacionado con el funcionamiento de los bateadores.

Pero la gran mayoría de los estudios descritos se han centrado en distintas actividades deportivas que no se desarrollan en entornos tan variables como es la naturaleza y las actividades deportivas al aire libre las cuales se desarrollan en contextos naturales caracterizados por la presencia de potenciales peligros, los cuales pueden generar estrés en los deportistas (Fuster y Elizalde, 1995; Montalbetti y Chamoro, 2010).

En esta línea Azar, Mullet y Vinsonneau (1999) ha mostrado el beneficio que para la salud estas actividades siendo esencial el papel de las relaciones interpersonales para su mejora, o el efecto adictivo de los deportes de montaña (Muñoz, Mullet y Sorum, 2000) y la mejora para la toma de decisiones al practicar estas actividades en el medio natural (Rulence *et al.*, 2005). La importancia de la inteligencia emocional y el desarrollo de las habilidades psicológicas han mostrado que los practicantes de deportes con contacto con la naturaleza con más experiencia desarrollan



habilidades específicas para interactuar con el entorno de manera eficiente (Chamaro, Rovira y Fernández-Castro, 2010; Eccles, Walsh y Ingledew, 2002).

En los últimos años existe una preocupación sobre la IE, fundamentalmente en EEUU (Meyer y Zizzi, 2007), siendo necesaria más literatura científica al respecto (Clements, 2005; Dunedin, 2002; González, 2011; Morgan, 2001). Merece especial mención el trabajo Hernández, Guerrero y Arjona (2000) en el que se estudia la relación existente entre el concepto de IE (medido mediante el TMMS – *Trait Meta-Mood Scale*-) y los diferentes “Estados de humor” (medido a través del POMS –*Profile of Mood Startes*-). Los resultados no encuentran correlación alguna entre ambos constructos y estos autores además resaltan en sus conclusiones que el concepto de IE es más bien un concepto sociológico que científico.

En otra dirección se dirige el trabajo iniciado por algunos investigadores (Arruza, Arribas, González, Romero y Ruiz, 2005; Arruza y Ugalde, 2002) en los que se querían correlacionar medidas de IE con parámetros de rendimiento atlético, recurriendo a cuestionarios ya validados empleados habitualmente en el ámbito laboral y en el de los recursos humanos. Estos investigadores intentan desarrollar un instrumento que mida el nivel de IE de los deportistas, específico para este contexto. Consideran que una óptima gestión emocional, tanto intrapersonal como interpersonal, puede optimizar los recursos de los deportistas tanto en deportes de carácter individual como colectivo.

Por tanto, con carácter general, el presente trabajo pretende los siguientes objetivos: (1) Describir las valoraciones de las competencias emocionales de un grupo de practicantes de deportes en el medio natural; y (2) Determinar la existencia de posibles diferencias estadísticamente significativas, en cada sub-escala del instrumento considerado, en función de las variables *sexo*, *edad* y *nivel deportivo*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

Los participantes de este estudio son una muestra de practicantes de deportes en el medio natural, que han participado en alguna de las actividades realizadas por el Servicio de Actividades Físicas y Deportivas

de la Universidad de Jaén. Se seleccionaron seis actividades entre las programadas por el citado servicio contemplado que las mismas fueran de distintas dificultades y con participantes de 3 distintos niveles: -1- *inicial* (paseos por parques periurbanos, y pequeñas marchas de medio día de duración), -2- *medio* (marchas a pie y bicicleta de montaña por zona de media montaña con una duración de uno a dos días e iniciación a la escalada deportiva en roca utilizando el sistema *top-rote* o “cuerda arriba” de dificultad inferior a 5º grado) y -3- *avanzado* (ascensiones a cumbres de más de 3000 m.s.n.m., actividades invernales en zonas de alta montaña con travesías con pernocta o *vivac* y escalada deportiva en roca sistema *top-rote* de dificultad superior a 5º grado).

Se ha empleado un muestreo no probabilístico, de tipo incidental o causal, estando compuesta la muestra por 95 sujetos, con una media de edad de 28.94 años (DT=± 8.58 años, rango 18-55 años), distribuidos en tres grupos de edad: menos de 25 años (42 casos -44.2%-), 25-34 años (31 sujetos-32.6%-) y mayores de 35 años (22 casos-23.2%-). El 64.2% de la muestra son hombres (61) y el 35.8% son mujeres (34). Asimismo, los participantes se han clasificado en tres niveles de experiencia deportiva: inicial (38 sujetos -37.9%-), medio (53 casos -55.8%) y avanzado (4 sujetos -4.2%), coincidiendo con los niveles establecidos por la entidad organizadora de las actividades, descritos con anterioridad, y con los empleados en otros estudios similares (Montalbetti y Chamorro, 2010) en función de la experiencia de los mismos.

Instrumento

En relación con las variables empleadas, se diferenciaron entre variables sociodemográficas: *edad* (dividida en tres grupos, menos de 25 años, 25-34 años y mayores de 35 años), *sexo* (hombre o mujer) y *nivel deportivo* (inicial, medio y avanzado); y las distintas sub-escalas del instrumento: Autoconciencia (AC), Autoregulación Emocional (AR), Regulación Interpersonal (RI), Empatía (E), Motivación (M), Trabajo en Equipo (TE) y Resolución de Conflictos (RC).

Para valorar las competencias socioemocionales de los sujetos que han participado en el estudio, hemos utilizado la Escala de Competencias Socio-Emocionales –ECSE- (Repetto, *et al.*, 2009). Está



compuesta por 38 ítems agrupados en siete sub-escalas de tipo auto-informe que miden cada una de ellas una competencia socioemocional (Repetto *et al.*, 2009). La fiabilidad informada (alfa de Cronbach) para cada una de las dimensiones es: AC (.787), AR (.642), RI (.724), E (.701), M (.776), TE (.748) y RC (.645). La fiabilidad total del instrumento es de .895.

Procedimiento

Miembros del equipo de investigación se desplazaron a las actividades en la naturaleza en las que participaban los sujetos de la muestra (paseos por parques periurbanos, pequeñas marchas de medio día de duración, bicicleta de montaña por zona de media montaña, escalada deportiva en roca y ascensiones a cumbres de más de 3000 m.s.n.m.).

En cada una de esas actividades se siguió el mismo protocolo para que los participantes contestaran correctamente la escala empleada. Los cuestionarios se cumplimentaron al final de cada actividad, momento en el que se informó a los participantes de cuál era el propósito de la investigación para que tomaran conciencia de la importancia de sus valoraciones y se resolvieron las dudas que surgieron en torno a la respuesta del instrumento. Una vez recogidos los cuestionarios se rellenó la matriz de datos y finalmente se procedió a realizar el análisis estadístico de los mismos.

Análisis estadístico de los datos

Los análisis realizados se basan en un estudio de las valoraciones obtenidas mediante el cálculo de estadísticos descriptivos (medias y desviaciones típicas) de cada una de las dimensiones de la escala empleada. Asimismo, se realizan distintas comparaciones para analizar la existencia de diferencias significativas entre las variables sociodemográficas y las puntuaciones de cada sub-escala. Estas se realizan a través de una prueba de Diferencia de Medias (DM) en el caso de la variable sociodemográfica que posee dos alternativas de respuesta (*sexo*) y de diversos análisis de la varianza (ANOVA) en las variables con más de dos alternativas o categorías (*edad* y *nivel deportivo en montaña*). No fue preciso realizar pruebas a posteriori o *post hoc* mediante la prueba de Bonferroni, para establecer entre qué grupos se daban estas diferencias, ya que se no se apreciaron en ningún caso en los ANOVA calculados.

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico PASW (Predictive Analytics Software v.18.0 SPSS), siendo el nivel de confianza o significación estadística del 95% ($p < .05$).

RESULTADOS

Se presentan los resultados diferenciándolos en los siguientes apartados:

Valoración de las competencias socioemocionales

En cuanto a los análisis descriptivos de cada una de las dimensiones del cuestionario, de acuerdo con el primer objetivo de la investigación, se han obtenido los siguientes resultados (véase Tabla 1).

	Media	Desv. Típica
Autoconciencia (AC)	3.89	.66
Autorregulación (AR)	3.48	.40
Regulación Interpersonal (RI)	3.40	.46
Empatía (E)	3.97	.61
Motivación (M)	4.11	.49
Resolución Conflicto (RC)	3.61	.47
Trabajo Equipo (TE)	3.83	.54

Tabla 1. Estadísticos descriptivos por dimensiones (ECSE)

Se puede apreciar como la puntuación media más elevada se encuentra en la dimensión Motivación -M- con una puntuación media de 4.11 ($DT = \pm .49$), seguida de la Empatía -E- ($M = 3.97$, $DT = \pm .61$). Las menores valoraciones obtenidas por los participantes se encuentran en la Regulación Interpersonal -RI- ($M = 3.40$, $DT = \pm .46$) y Autorregulación -AR- ($M = 3.48$, $DT = \pm .40$).

Diferencias entre las variables socio demográficas y las competencias socioemocionales

En esta segunda parte del análisis de los resultados, tal y como pretende el segundo objetivo de investigación, se establece la existencia de diferencias significativas entre las dimensiones de la escala ECSE y las variables sociodemográficas consideradas: *sexo* (hombre vs. mujer), *edad* (menores de 25 años, 25-34 años y mayores de 35 años) y *nivel deportivo en montaña* (inicial, medio y avanzado).



Sexo y dimensiones de la escala ECSE

Tras la realización de diversas pruebas de diferencias de medias (prueba *t*) entre la variable *sexo* de los participantes y las puntuaciones de las dimensiones del instrumento considerado, hemos obtenido diferencias estadísticamente significativas entre el *sexo* y la dimensión Empatía [*sexo/E p*=.024 *], siendo esta diferencia favorable a las mujeres (Media mujeres= 4.15 vs. Media hombres 3.87).

En ninguna de las restantes sub-escalas hemos encontrado significatividad en las diferencias en función del *sexo* (*t*<1, *p*>.05 *ns.*)

Edad y dimensiones de la escala ECSE

No se encuentran relaciones significativas en ninguna de las 7 sub-escalas del instrumento en función de los tres grupos de *edad* considerados (menores de 25 años, 25-34 años y mayores de 35 años) en los ANOVA realizados entre estas variables [*F*(1-93)<1; *p*>.05 *ns.*].

Nivel deportivo y dimensiones de la escala ECSE

Tras realizar un ANOVA entre la variable *nivel deportivo* de los participantes (inicial, medio y avanzado) y las 7 dimensiones o sub-escalas del ECSE, no se han observado diferencias significativas en ningún caso en función de los grados de libertad considerados [*F*(1-93)<1; *p*>.05 *ns.*].

DISCUSIÓN

En las actividades deportivas analizadas, senderismo, actividades de escalada y de alta montaña, la participación, tradicionalmente, ha sido mayoritariamente masculina, no obstante, en nuestro trabajo se ha comprobado que el 35.8% de los sujetos eran mujeres. Este dato nos anima a seguir indagando sobre la creciente inquietud femenina por las actividades que se realizan en el medio natural, siendo esta proporción mayor que otras actividades como los deportes de equipo. Sin duda, la difusión en los medios de comunicación de algunos éxitos deportivos de mujeres en este ámbito, como los recientemente conseguidos por Edurne Pasabán (primera mujer en conseguir ascender a las catorce montañas de más de 8000 m.s.n.m.), favorece el aumento de participantes entre la población femenina.

En relación con la edad de los participantes, inicialmente podíamos esperar que el rango de edad estuviese entre los 18 y 25 años, teniendo en cuenta que la mayoría de la comunidad universitaria son estudiantes que circundan esas edades. Pero la edad media de los sujetos ha sido de 28.94 años (desviación típica ±8.58), por lo que se puede afirmar, siempre con cautela, que este estudio se realiza con personas de diferentes edades, estando comprendidas las mismas entre el final de la adolescencia, adultos jóvenes y adultos mediana edad. No obstante se ha comprobado a través de los distintos análisis de la varianza realizados que no existen diferencias significativas en los datos obtenidos entre los tres grupos de edad considerados (menores de 25 años, 25-34 años y mayores de 35 años).

A su vez, era relevante para el estudio conocer cuál era el nivel deportivo en la práctica de deportes de montaña. La mayoría de los participantes se encuentra en un nivel deportivo inicial (37.9%) y medio (55.8%), siendo muy pocas las que han considerado estar en un nivel avanzado (4.2%). A pesar de recoger información en actividades que podían considerarse de un nivel de exigencia elevado en el medio natural (escalada, alta montañas, etc.), los usuarios de este tipo de oferta deportiva tienen un perfil inicial-básico y medio, dato que nos ofrece la demanda de estas actividades entre la comunidad universitaria.

La evaluación de las competencias socioemocionales a través de la escala empleada (ECSE), nos muestra que las mayores puntuaciones medias se han reflejado en las dimensiones de Motivación (M) y Empatía (E), respectivamente. Autoconciencia (AC), Resolución de Conflictos (RC) y Trabajo en Equipo (TE) han mantenido unas puntuaciones intermedias, mientras que las peores valoraciones se han dado en las subescalas Autorregulación (AR) y Regulación Interpersonal (RI).

Es preciso destacar que las tres dimensiones menos valoradas están relacionadas con aspectos similares, basados en distintos tipos de control o regulación individual o grupal (AR o RI) y con conflictos grupales o interpersonales (RC); mientras que las que han obtenido puntuaciones más altas se centran en aspectos que favorecen los logros individuales (AC y M) y sensibilidad a los intereses de los demás (E y



TE), tal vez pueda deberse a que la relación que existe entre el bienestar y la satisfacción de los deportistas provoca un aumento en la motivación de los mismos (Balaguer, Castillo y Duda, 2008). Pero no podemos olvidar que a pesar de ser las actitudes analizadas individuales, los logros se consiguen en muchos casos gracias a la colaboración de los compañeros (pareja de cordada, guía del grupo, etc.). Los resultados de estas sub-escalas, parecen bastante coherentes ya que van en consonancia con la actividad practicada.

Las actividades deportivas realizadas en el medio natural, tienen un alto componente de trabajo en equipo y solidaridad, que presupone puntuaciones altas en estas dimensiones. Ryan y Deci (2000) consideran que la motivación intrínseca guarda relación con la solidaridad y las relaciones interpersonales. En nuestro caso se la puntuación más elevada se da en Motivación (M). Los monitores responsables de las actividades analizadas en el estudio tienen como norma reforzar las metas de logro de los participantes, con reforzadores de actividades, es decir, se habilita a los participantes que consiguen los objetivos de la actividad a que realicen, siempre que lo deseen, otras de mayor dificultad (además de ser un requisito para su inscripción en una actividad de dificultad mayor).

Este aspecto es enriquecedor, ya que quizá debido a la relación que se establece entre la orientación de la tarea y el clima motivacional de la propia actividad, tal y como argumenta Cervelló (1999). Un deportista orientado a la tarea practicará la actividad para conseguir los propios objetivos. Podemos relacionar este argumento con la importancia que posee la motivación intrínseca hacia el logro (Hellín, 2007; Ryan y Deci, 2000).

Es preciso destacar que tan sólo se han encontrado diferencias significativas entre una de las dimensiones de la escala ECSE y una sola de las variables sociodemográficas consideradas, *sexo* (hombre vs. Mujer) y la dimensión Empatía (E), siendo favorable a las mujeres. Este resultado coincide con distintos trabajos en contextos similares al nuestro en los que las mujeres tienen mayor capacidad para dar respuesta adecuada a los demás a través de la comprensión de las emociones (Repetto *et al.*, 2009; Molero, Ortega y Moreno, 2010).

CONCLUSIONES

No podemos finalizar este trabajo sin reflexionar sobre las limitaciones del mismo, siendo conscientes que los resultados obtenidos en el mismo no pueden ser generalizables a otros contextos.

En el futuro se podrían acometer otros estudios de carácter longitudinal que valoraran la evolución o mejora de las competencias socioemocionales con medida de las mismas en los sujetos en distintos momentos. Así mismo, sería de gran ayuda complementar la recogida de datos realizada con otros instrumentos de medida que no se basen exclusivamente en competencias socioemocionales autoinformadas sino en otras vías, que además contemplen el desarrollo de habilidades. De esta manera se podrían realizar evaluaciones conocidas como 360°, es decir contemplado la autovaloración y el desarrollo de habilidades emocionales de tanto interés para la práctica de deportes de montaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arruza, J. A., Arribas, S., González, O., Romero, S. y Ruiz, L. M. (2005). Desarrollo y validación de una versión preliminar de la escala de competencia emocional en el deporte (ECE-D). *Motricidad, 14*, 153-163.
2. Arruza, J.A. y Ugalde, D. (2002). Las emociones orientadas hacia la acción en el contexto de la actividad física y el deporte. *Tándem, 7*, 56-74.
3. Azar, F., Mullet, E. Y Visonneau, G. (1999). The propensity to forgive: Findings from Lebanon. *Journal of Peace Research, 36* (2), 169-181.
4. Balaguer, I., Castillo, I., y Duda, J. L. (2008). Apoyo a la autonomía, satisfacción de las necesidades, motivación y bienestar en deportistas de competición: Un análisis de la Teoría de la Autodeterminación. *Revista de Psicología del Deporte, 17*, 123-139.
5. Bar-On, R. & Parker, J. D. A. (2000). *The Handbook of Emotional Intelligence. Theory, Development, Assessment, and Application at Home, School, and in the Workplace*. San Francisco, Ca: Jossey-Bass.



6. Brackett, M.A., Rivers, S.E., Shiffman, S., Lerner, N. y Salovey, P. (2006). Relating Emotional Abilities to Social Functioning: A Comparison of Self-Report and Performance Measures of Emotional Intelligence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91, 780-795.
7. Cervelló, E. M. (1999). Variables psicológicas relacionadas con la elección de tareas con diferente nivel de dificultad: Implicaciones para el desarrollo de programas motivacionales de entrenamiento psicológico en el deporte. *Motricidad*, 5, 35-52.
8. Chamarro, A. Rovira, T. y Fernández-Castro, J. (2010). Juicios de riesgo en el deporte: una aproximación experimental en excursionistas. *Revista de Psicología del Deporte*, 9 (2), 203-217.
9. Clements, M. (2005) Emotional intelligence: could it be the answer to the age old problem of emotion impacting on athletic performance? *Sports Coach*, 28, 24-25.
10. Crombie, D. Lombard, C. y Noakes, T. (2009). Emotional Intelligence Scores Predict Team Sports Performance in a National Cricket Competition. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 4(2), 209-224.
11. Culver, D.M., Gilbert, W. y Trudel, P. (2003). A decade of qualitative re- search in sport psychology journals: 1990-1999. *The Sport Psychologist*, 17, 1-15.
12. Dunedin, N.Z. (2002). Facilitating emotional intelligence in elite sport. *New Zealand Journal of Sports Medicine*, 30, 102-105.
13. Fuster, J. y Elizalde, B. (1995). Riesgo y actividades físicas en el medio natural: un enfoque multidimensional. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 41, 94-107.
14. González, O. (2011). *Análisis y validación de un cuestionario de inteligencia emocional en diferentes contextos deportivos*. Bilbao: Editorial Universidad del País Vasco.
15. Hellín, M.G. (2007). *Motivación, Autoconcepto Físico, Disciplina y Orientación Disposicional en estudiantes de Educación Física*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
16. Hernández, A., Guerrero, S., Arjona, J.F. (2000). Inteligencia emocional versus inteligencia social: datos para un estudio con deportistas. *Revista digital Lecturas: Educación física y deportes*, 23. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd23a/iemoc.htm> [Consultado el 23 de diciembre de 2011].
17. Hernández, P., y Rodríguez-Mateo, H., (2005). Success in chess modifying the molds of thought. Symposium "Emotional intelligence and mental molds on the subjective well-being and the achievement". Congress Topic: Emotion and Motivation Book of abstracts. July 2005, Granada: 9th European Congress of Psychology.
18. Lane, A. M., Thelwell, R. C., Lowther, J. y Devonport, T. J. (2009). Emotional intelligence and psychological skills use among athletes. *Social Behavior and Personality*, 37(2), 195-202.
19. Lidor, R. y Lavyan, N. (2002). A retrospective picture of early sport experiences among elite and near-elite Israeli athletes: Developmental and Psychological perspectives. *International Journal of Sport Psychology*, 33, 269- 289.
20. Meyer, B. y Zizzi, S. (2007). Emotional Intelligence in sport: conceptual, methodological, and applied issues. En Andrew, M. Lane (Eds.), *Mood and human performance: conceptual, measurement and applied issues* (pp. 131-152). New York: Nova Science Publishers.
21. Molero, D., Ortega, F. y Moreno, R. (2010). Diferencias en la adquisición de competencias emocionales en función del género. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)*, 3, 165-172.
22. Montalbetti, T. y Chamarro, A. (2010). Construcción y validación del cuestionario de percepción de riesgo en escalada de roca.



- Cuadernos de Psicología del Deporte*, 10 (2), 43-56.
23. Morgan, W.P. (2001). Emotional Intelligence and performance: why do the most gifted athletes often fail to be the best performers? *The Coach*, 5, 27-30.
 24. Muñoz, M.T., Mullet, E. Y Sorum, P.C. (2000). Self-assessment of inebriation from external indices. *Addictive Behaviors*, 25 (5), 663-681.
 25. Perlini, A., Halverson, H. y Trevor, R. (2006). Emotional Intelligence in the National Hockey League. *Canadian Journal of Behavioral Science*, 38(2), 109-119.
 26. Repetto, E. (Coorda.) (2009). *Formación en competencias socioemocionales*. Madrid: La Muralla.
 27. Rulence, P., Fruchart, E., Dru, V. Y Mullet, E. (2005). Cognitive algebra un sport decision-making. *Theory and Decision*, 58, 387-406.
 28. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68-78.
 29. Schutte, N. S., Maloouff, J. M., Hall, L. E., Haggerty, D. J., Cooper, J. T., Golden C. J. y Dornheim, L. (1998). *Development and validation of measure of emotional intelligence*. *Personality and Individual Differences*, 25, 167-177.
 30. Thomas, P. R., Murphy, S. M. y Hardy, L. (1999). Test of performance strategies: Development and preliminary validation of a comprehensive measure of athletes' psychological skills. *Journal of Sports Sciences*, 17(9), 697-711.
 31. Tkachuk, G., Toogood, A.L. y Martin, G. (2003). Behavioural assessment in Sport Psychology. *The Sport Psychologist*, 17, 104-117.
 32. Totterdell, P. (1999). Mood scores: Mood and performance in professional cricketers. *British Journal of Psychology*, 90(3), 317-332.
 33. Totterdell, P. (2000). Catching moods and hitting runs: Mood linkage and subjective performance in professional sport teams. *Journal of Applied Psychology*, 85(6), 848-859.
 34. Totterdell, P. y Leach, D. (2001). Negative mood regulation expectancies and sports performance: An investigation involving professional cricketers. *Psychology of Sport and Exercise*, 2(4), 249-265.
 35. Ungerleider, S. y Golding, J. (1992). *Beyond strength: Psychological profiles of Olympic athletes*. Dubuque, IA: Wm. C. Brown Publishers.
 36. Vanden Auweele, Y., Nys, K., Rzewnicki, R. y Van Mele, V. (2001). Personality and the Athlete. En R.N. Singer, H. A. Hausenblas y C. M. Janelle (Eds.), *Handbook of Sport Psychology*. 2nd Ed. (pp. 239-268). New York: Wiley.
 37. Zagalaz, M.L. (2011). Thinking about how it changed the concept of physical activity. *Journal of Sport and Health Research*, 3(3), 165-168.
 38. Zizzi, S. J., Deaner, H. R., y Hirschhorn, D. K. (2003). The relationship between emotional intelligence and performance among college baseball players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 15, 262-269.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del este artículo quieren agradecer al Servicio de Actividades Físicas y Deportivas de la Universidad de Jaén (España) la colaboración prestada en la realización de esta investigación, es especial a los técnicos de las actividades en la naturaleza.