



## GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

TRABAJO FINAL DE GRADO

---

# TÉCNICAS DE ENTRENAMIENTO VISUAL EN OPTOMETRÍA DEPORTIVA



**PAOLA PÉREZ GODOY**

DIRECTORA: LLUÏSA QUEVEDO I JUNYENT  
DEPARTAMENTO DE ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

FECHA DE LECTURA  
27 de Junio de 2013



### GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

La Sra. Lluïsa Quevedo i Junyent, como directora del trabajo,

CERTIFICA

Que,

La Sra. Paola Pérez Godoy ha realizado bajo su supervisión el trabajo *Técnicas de Entrenamiento visual en optometría deportiva* recogido en esta memoria para optar al título de grado en Óptica y Optometría.

Y para que conste, firmo este certificado.



Sra. Lluïsa Quevedo i Junyent  
Directora del trabajo

Terrassa, 27 de Junio de 2013.



## Agradecimientos

Después de tantos meses, todavía me cuesta creer que finalmente, me disponga a redactar este apartado que supone el resumen de todo este esfuerzo y dedicación.

Por dónde empezar,

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi directora Lluïsa Quevedo i Junyent el respaldar este proyecto.

Especialmente, quiero dar las gracias a mi pareja, Isidre, que me ha aportado el apoyo más sincero e incondicional que he podido recibir, tanto por sus palabras de aliento como por sus abrazos en los momentos más difíciles en los que pensaba tirar todo por la borda.

Gracias a mi madre, María, por aguantarme todo este tiempo sin echarme de casa por mis malas formas y mi actitud pedante y repulsiva. Lo siento, mami, ya sé que he sido insoportable.

Y por último, pero no menos importante, gracias a todas mis amigas por brindarme la oportunidad de seguir manteniendo nuestra amistad a pesar de no haberos dedicado ni un sólo minuto de mi tiempo, en el último medio año.

Mil gracias a todos.

*El éxito no se logra sólo con cualidades especiales. Es sobre todo un trabajo de constancia, de método y de organización,*

J.P. Sergent



## GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

# TÉCNICAS DE ENTRENAMIENTO VISUAL EN OPTOMETRÍA DEPORTIVA

### RESUMEN

En ocasiones, la pasión por el deporte es tan grande que muchas personas se dedican a él profesionalmente. Por ese motivo, incluir programas de entrenamiento visual en las rutinas de entrenamiento habituales, puede ser una opción inteligente para alcanzar el éxito. El objetivo de este trabajo es recoger las técnicas más conocidas empleadas en el campo de la optometría deportiva para mejorar el rendimiento deportivo y permitir al atleta expresar todo su potencial.

**Palabras clave:** *deporte, visión, entrenamiento, técnicas, rendimiento.*

### RESUM

A voltes, la passió per l'esport és tan gran que moltes persones s'hi dediquen professionalment. Per aquest motiu, incloure programes d'entrenament visual dins les rutines d'entrenament habituals, pot ser una opció intel·ligent per a assolir l'èxit. L'objectiu d'aquest treball és reunir les tècniques més conegudes emprades al camp de l'optometria esportiva per a millorar el rendiment esportiu i garantir esprémer tot el potencial de l'atleta.

**Paraules clau:** *esport, visió, entrenament, tècniques, rendiment.*

### ABSTRACT

Passion for sport is occasionally so great that many people engage in it professionally. Therefore, including visual training programs in regular workout routines could be a smart way for success. The aim of this paper is to collect the best-known techniques used in sports vision area to improve athletic performance and allow the athletes to use up their full potential.

**Key words:** *sport, vision, training, techniques, performance.*

## **ABSTRACT (extended)**

Sports practice is something present in the human history that has been evolved for more than 25,000 years (Rodriguez, 2000) and nowadays it still takes part of our time because of several reasons: to preserve our health (Weineck, 2001), to develop our personality (Jackson, 2002), to fill our spare time (Camerino, 2000) and even in the case of professional athletes to be their job (Valdes, 2008).

Elite athletes perform intense workouts that are adaptive processes in which the environment-organism system is constantly interacting in order to get the best results at competition levels (Zhelyazkov, 2001).

To achieve an appropriate sport performance is very important to take care of the eyes health and provide an optimal development of the visual system, so 80% of the information that the athlete receives from the environment comes through the visual system (Llouquet, 2001). If there is any visual skill that is involved in Sports performance it will influence negatively over the results.

Because of this need, sports optometry originated in the United States (Rodriquez, Gallego & Zarco, 2010) after studies such as Abel (1924) and Fullerton (1925) who were interested in the relation between vision and elite sports performance and later it spread through Canada, Europe and Australia (Erikson, 2007).

There are many clubs around the world that incorporate visual training programs within their routine training programs to enhance physical and tactical training by improving athletes visual skills (Reichow & Stoner, 1993; Sanet, 1991, 1992; Roncagli, 1990) so they have to follow some guidelines if they want the training to be effective.

There are infinite visual techniques and procedures to perform visual training at sports. Some of these procedures are more complex than others, but in one way or another all of them will help the athlete to succeed at sports as a complement of their training routine.

First of all, it is critical that optometrists, opticians, ophthalmologists, athletes, coaches and organizations to become aware about the benefits of an efficient and safe vision at sports (Blázquez & Merayo-Lloves, 2006).

In order to be effective, before starting visual training it is necessary the subjects have their refractive error corrected taking into account that the evaluation of visual skills in sports vision differs slightly from the usual visual evaluation (Quevedo, 2010) and that the needs of the athletes are different for each sport (Alonso & Lleó, 2010), so it is important to set factors such as size, position and speed of the target, the speed of the athlete, the target-background contrast, the levels and the position of ambient lighting, environmental pollution, weather conditions such as rain and speed wind, the reflection from the surface of the pitch and its surroundings, environmental distracters and the duration and physical demands of competition (Quevedo, 2010).

On the other hand, we must not forget the recommended eye protection in each case to avoid unnecessary traumas (Salas & Vidal, 2007).

Once we have considered these factors it is possible to start visual training. The process is structured into three phases: general (Cohen, 1988), specific (Garcia, Martin & Nieto, 1993) and integrated (Guerrero, 2006), ranging from nonspecific exercises to specific ones.

Integrated visual training is multisensory so more than one visual skill can be enhanced. It allows more motivating, complete and specific workouts (Calder, 1998; Cardenas, 1999; Williams & Grant, 1999; Wilson & Falkel, 2004).

We can not forget a set of principles to be observed in any visual training if we want it to be effective: the principle of active and conscious visual training, multilateral development principle, principle of specialization, individualization principle, principle of variety, modelling principle, principle of progression, continuity principle and principle of the reverse action (Quevedo & Solé, 2010).

Thanks to visual training at sports, visual skills such as contrast sensitivity, dynamic visual acuity, saccadic eye movements and tracking, accommodation, depth perception, peripheral vision, visualization, imagery, visual anticipation, speed

recognition, reaction time and response time, visuomotor coordination and ocular dominance can be developed.

The range of possibilities in training exercises approach in sports vision is infinite (Cardenas, 1999). Everything will depend on the objectives of the training program, the creative capacity of the joint work of the coach-optometrist-psychologist and finally, the available material to carry it out.

The materials used in sports vision training can be both simple and sophisticated systems, but all have a common goal: improving the athlete's performance.

The procedures and technologies currently available developed in the last years which are described in this paper are based on sports own materials, devices with flashing lights, glasses and advanced systems.

In addition to the common materials used in sports visual training, there are slightly modified materials to develop visual specifically athlete skills like iBall, iTrac and MVP Grip Ripe Bats with the optional support of Exercise FitDeck Playing Cards to develop more integrated and stimulating training exercises.

Above all, iBall, is a black rugby ball with colors, dots, lines and numbers on the end of it that allows multiple visual training possibilities to improve reaction time, focus, hand-eye coordination and eye movement.

In addition to iBall, there is another modified material available for baseball, known as iTrac. It consists on a cannon that through balls as the usual ones which baseball players usually apply to their routine trainings but the balls it throws have a red or a Black number drawn in one side which the player has to detect before batting. Using iTrac the athlete will improve dynamic visual acuity whose values are generally lower than static visual acuity ones values (Long & Riggs, 1990), the visual information processing, reaction time, dynamic visual acuity, eye movements, depth perception, peripheral vision, spatial awareness, attention and concentration that can directly impact in the batting moment.

Based on the same idea, the MVP Grip Ripe Bats are made of a specific material (wood, plastic, etc.) and have characteristic properties (holes, colors, etc). These bats attach colored balls and anaglyph glasses that allow developing very specific

exercises to improve hand-eye coordination, ocular motility, depth perception and attention.

Even though, there are also available devices based on flashing lights like *Eyeport Dynavision D2*, *Vision Coach*, *AcuVision 2000*, *Octopus Trainer*, *Trainer fitLight*, *Batak*, *Visual Stick-Ups* Wayne Wayne *Saccadic Fixator*), *Makoto Arena II* and *Sicropat*.

Excepting Eyeport, which is the automated version of the Brock string and the Sicropat Doll that has lights with the purpose of signalling what way the athlete has to go, the other devices incorporate a number of lights that have to be turned off by contact when the athlete detects that one of the lights is on. As a light is turned off, another one is turned on. This procedure can increase the accuracy and speed of hand-eye coordination and eye-foot coordination, enhance visual and cognitive skills such as saccades, visual memory, vision and peripheral awareness, anticipation, reaction time, sequencing, directionality, concentration and decision making.

On the other side, there are specific glasses for sports vision training such as: *Nike SPARQ Vapor Strobe Eyewear*, *Impulse Strobe Glasses*, *I-ON Glasses* and *Eyelight Xtreme Training*.

In this section, pinhole glasses (*I-ON Glasses Training*) and stroboscopic glasses based on the principle of light stimuli therapy (*Nike SPARQ Vapor Strobe Eyewear*, *Impulse Strobe Glasses*, *Eyelight Xtreme*) are included.

*I-ON Training Glasses* which have a pinhole in every lens can enhance accuracy and speed of hand-eye coordination and eye-foot coordination, while *Nike SPARQ Vapor Strobe Eyewear* and *Impulse Strobe Glasses* block received visual information and allow to capture subtle motion, optimize visual information process and develop the motor skills to achieve shorter reaction times, reaching improvements in anticipation, concentration and eye-hand coordination. Instead, *Eyelight Xtreme* looks after body balance offering physically and psychologically improvements of athlete's performance.

Finally, there are some advanced systems: *Tachistoscope*, first person shooter video games, *VEPT (Vizual Edge Performance Trainer)*, *SPEESION*, *Hawk-Eye Sports*



*Simulators, Nike SPARQ Sensory Training Station, 3D NeuroTracker, SVI (Sanet Vision Integrator) VMET (Vision enhancement Motor Trainer* which include computer programs and devices with specialized software that offer many possibilities to improve most visual skills.

Furthermore, all the tools which have been appointed above can be combined with accessories such as Quickboard, Slideboard, BalanceBoard, Pilates balls, trampolines, agility/speed ladders, etc. to create the most similar conditions to the field environment for each sport, without forgetting the techniques and tools used in a conventional therapy.

## Índice de contenidos

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>3. Método</b>	<b>3</b>
<b>4. La visión en actividades deportivas</b>	<b>4</b>
<b>5. Historia de la Optometría Deportiva</b>	<b>5</b>
<b>6. Áreas de actuación</b>	<b>6</b>
<b>6.1. La educación e información a deportistas, entrenadores, preparadores, etc.</b>	<b>6</b>
<b>6.2. Protección ocular</b>	<b>6</b>
<b>6.3. Neutralización</b>	<b>7</b>
<b>6.4. Evaluación de las habilidades visuales</b>	<b>7</b>
<b>6.5 Entrenamiento visual en optometría deportiva</b>	<b>8</b>
<i>6.5.1. Evidencias científicas sobre entrenamiento visual en optometría deportiva</i>	<b>8</b>
<i>6.5.1. Principios y fases del entrenamiento visual en optometría deportiva</i>	<b>11</b>
<b>7. Técnicas de entrenamiento visual en optometría deportiva</b>	<b>13</b>
<b>7.1. Técnicas de entrenamiento visual con materiales propios de la disciplina deportiva</b>	<b>14</b>
<i>7.1.1. Materiales habituales</i>	<b>14</b>
<i>7.1.2. Materiales modificados</i>	<b>15</b>
<b>7.2. Gafas para el entrenamiento visual</b>	<b>19</b>
<b>7.3. Aparatos con luces intermitentes</b>	<b>22</b>
<b>7.4. Sistemas avanzados</b>	<b>33</b>



<b>7.5. Complementos para el entrenamiento visual</b>	<b>39</b>
<b>7.6. Otros ejercicios para el entrenamiento visual</b>	<b>40</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>41</b>
<b>9. Implicaciones éticas, legales y de protección de datos</b>	<b>42</b>
<b>10. Referencias Bibliográficas</b>	<b>42</b>

## 1. Introducción

El deporte es una actividad que se practica desde hace unos 25.000 años. En las civilizaciones más primitivas de aborígenes australianos y esquimales ya estaba presente y a lo largo de la historia las formas de deporte han ido evolucionando conforme lo ha hecho la sociedad, siempre reforzando los principios de organización social (Rodríguez, 2000).

En la actualidad, el deporte forma parte de nuestras vidas. Millones de personas de todas las edades, en todo el mundo, dedican parte de su tiempo a realizar actividades deportivas con fines muy diversos, por ejemplo, para mantener un buen estado de salud y una buena forma física combatiendo las conocidas enfermedades del bienestar como la diabetes mellitus, la obesidad, la hipertensión arterial, el estrés, la depresión, etc. (Weineck, 2001).

Sin embargo, el deporte no puede definirse sólo basándose en la actividad física, ya que existen deportes que no requieren movimiento (Valdés, 1998).

Además, la actividad deportiva permite desarrollar nuestra personalidad, relacionarnos con otras personas que practiquen la misma actividad. En definitiva, tiene un fuerte impacto a nivel psicológico porque ofrece la posibilidad de sentirse en sintonía con la actividad que se está realizando (Jackson, 2002). Según Maguire (1992), citado por Dunning (2003), implica sobre todo una “búsqueda de la importancia de las emociones”.

De la misma manera, el deporte puede formar parte de nuestro tiempo libre convirtiéndose en una actividad de ocio (Camerino, 2000). Como afirma Fiske “una de las razones de la popularidad del deporte como actividad contemplativa es su capacidad para desconectar el mecanismo disciplinario del mundo laboral” (Dunning, 2003).

Los avances en tecnología y comunicación han provocado que el mundo del deporte se profesionalice. Por consiguiente, ha aumentado el carácter competitivo del deporte no sólo entre personas y grupos, sino entre regiones y países cuyo objetivo es luchar por conseguir los mejores puestos (Valdés, 1998).

Con el objetivo de obtener los máximos resultados deportivos, principalmente en deportes de alto rendimiento, los atletas realizan entrenamientos y competiciones sistemáticos e intensivos (Zhelyazkov, 2001).

El entrenamiento es un complejo proceso adaptativo en el que interactúa el sistema ambiente-organismo. Leontiev (1966) señala que “se producen transformaciones estructurales y funcionales en el organismo que no surgen de la influencia, sino de la interacción entre la influencia de los factores externos sobre el sistema vivo y la actividad del propio sistema respecto a dichos factores” según Zhelyazkov (2001) en *Bases del entrenamiento deportivo*.

Es por eso, que la visión adquiere vital importancia en la práctica deportiva, ya que más del 80% de la información que el sujeto recibe de su entorno llega a través de los ojos (Llouquet, 2001). Por ende, cualquier problema relacionado con el sistema visual y el procesamiento de la información a nivel cognitivo repercute negativamente en el rendimiento deportivo del atleta.

Así pues, es interesante incluir revisiones visuales periódicas en los programas de entrenamiento sistemático para deportistas con el fin de evitar deficiencias visuales que desemboquen en un rendimiento deportivo insuficiente del atleta (Erikson, 2007).

Llegado a este punto, y conocido el importante papel del deporte en nuestra sociedad y la relación que parece existir entre el sistema visual y el rendimiento deportivo, nos planteamos la posibilidad de reforzar las habilidades visuales del sujeto a base de entrenamiento, del mismo modo que se hace a nivel físico, táctico, técnico y psicológico para alcanzar el máximo rendimiento del deportista en su disciplina deportiva (Quevedo & Solé, 1995; Reichow & Stoner, 1993; Roncagli, 1990; Sanet, 1991, 1992).

El presente trabajo, se centra en las técnicas de entrenamiento visual en el deporte que pueden emplearse para llevarlo a cabo de forma eficaz, obteniendo resultados notables en el rendimiento deportivo de los atletas y asegurando el éxito del proceso (Wilson & Falkel, 2004).

## 2. Objetivos

- ✓ Introducir el concepto de optometría deportiva y situarlo en un contexto histórico.
- ✓ Explicar brevemente las competencias de la optometría deportiva.
- ✓ Recopilar los estudios más relevantes a nivel científico que evidencien los resultados positivos sobre la eficacia del entrenamiento visual en la actividad deportiva.
- ✓ Describir los principales aspectos que debe cumplir un programa de entrenamiento visual en el ámbito deportivo.
- ✓ Favorecer el acceso al conocimiento de algunas de las técnicas más avanzadas y novedosas empleadas en el entrenamiento visual a nivel deportivo en la actualidad.

## 3. Método

Para alcanzar los objetivos del presente trabajo se ha procedido a la búsqueda exhaustiva de información en libros, artículos, revistas, etc. con el objetivo de conocer el estado del arte y determinar si existe relación entre el entrenamiento de las habilidades visuales y el rendimiento deportivo.

A continuación, advertimos que los artículos recogen sólo algunas de las técnicas que se han utilizado en los últimos años en el entrenamiento visual aplicado al ámbito deportivo, pero no disponemos de estudios con base científica acerca de las más novedosas.

Tras documentarnos, asistimos a varios entrenamientos visuales llevados a cabo en el Centro de Alto Rendimiento (CAR) de Sant Cugat del Vallés para reforzar nuestros conocimientos sobre la disciplina.

Como lamentablemente, no disponemos de ninguna fuente de información actualizada que recoja los avances tecnológicos en este campo sobre las técnicas empleadas en el entrenamiento visual en el contexto deportivo, ni de textos científicos que evidencien su eficacia, la información sobre las técnicas más novedosas se ha obtenido por medio de recursos electrónicos encontrados en sitios Web como reproductores en línea (YouTube), en los que se alojan gran cantidad de vídeos sobre el tema, o las páginas Web oficiales de cada uno de los sistemas descritos.

## 4. La visión en actividades deportivas

La visión deportiva es un campo multidisciplinar, relativamente nuevo en atención visual, que se está expandiendo muy rápidamente para ofrecer a los deportistas servicios integrales de atención oftalmológica y optométrica con baterías de exámenes completas para el cuidado de la visión en el ámbito deportivo (Loran & MacEwen, 1995).

Optometristas, ópticos, oftalmólogos, deportistas, organizaciones y entrenadores deben tomar conciencia de las ventajas de una visión eficiente y segura en el deporte (Blázquez & Merayo-Lloves, 2006).

Para un óptimo rendimiento visual es necesario que exista transparencia en los medios oculares, es decir, que la salud ocular sea buena y la imagen retinal clara. Y, por supuesto, que el sistema visual sea capaz de enviar la información recibida hasta la corteza cerebral primaria a través de las vías visuales que posteriormente, será distribuida hacia las distintas áreas de asociación cerebrales e integrada con las habilidades sensoriales, motoras, perceptivas y cognitivas del individuo, que se traduce en tener una buena estabilidad de fijación, unos movimientos oculares precisos, una amplia capacidad de acomodación, vergencias y fusión y que el procesamiento visual, la interpretación y la toma de decisiones sean eficaces y precisos (Erickson, 2007).

Cualquier respuesta motora es precedida por un procesamiento de dicha información, por tanto, la visión tiene un papel sumamente importante, ya que el 80% de la información que recibe el individuo es visual (Llouquet, 2001).

Este proceso es complejo y puede dividirse en tres etapas que repercuten en aspectos cognitivos como la orientación espacial, la anticipación, el tiempo de reacción, el tiempo de respuesta, la coordinación visuomotora y el equilibrio estático y dinámico del deportista (Zarco & Gallego, 2010): percepción, integración y respuesta motora (Semino & Rodríguez, 2010).

El término visión deportiva es definido por Quevedo y Solé (1995) como:

“ las técnicas encaminadas a preservar y mejorar la función visual en su conjunto con el fin de incrementar el rendimiento deportivo”.

## 5. Historia de la Optometría Deportiva

La necesidad del hombre de practicar actividades deportivas surge en las sociedades más primitivas y 25.000 años más tarde, en el siglo XXI, todavía seguimos practicando deporte con fines diversos.

En 1978, nace la optometría deportiva con la finalidad de conseguir el máximo rendimiento del sistema visual del deportista (Rodríguez, Gallego & Zarco, 2010), impulsada por artículos publicados por Abel (1924) y Fullerton (1925) en los que se relaciona el procesamiento de la información visual con el éxito en el béisbol.

Se crea el departamento de Visión y Deporte de la Asociación Americana de Optometristas (AOA) en Estados Unidos y se difunde por Canadá, por algunos países de Europa (Inglaterra, Italia, Holanda y España) y por Australia (Erikson, 2007).

En 1988, la Academia Internacional de Visión y Deporte respalda la iniciativa de la AOA de promover el estudio en el campo de la visión y el deporte y edita una revista dedicada exclusivamente a trabajos de investigación relacionados con este campo; la *International Journal of Sports Vision* (Hitzeman & Beckerman, 1993). En ese mismo año, selecciones deportivas estadounidenses realizan entrenamientos visuales para participar en los Juegos Olímpicos de Seúl (Reichow & Coffey, 1992). Más tarde, se inaugura en España el Sports Vision Madrid (1992) en el Centro de Optometría Internacional, que se ha convertido en un referente en el campo de la visión deportiva.

En 1994, gracias a un convenio entre la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y el CAR de Sant Cugat del Vallés, se crea el Centro de Visión Especializado ubicado en las dependencias del CAR de Sant Cugat para velar por la función visual de los deportistas de élite.

Paralelamente, se implanta la asignatura optativa de Visión y Deporte en el programa de diplomatura de Óptica y Optometría en la Escuela de Óptica y Optometría de Terrassa en Barcelona (Quevedo & Solé, 2010).

## 6. Áreas de Actuación

La optometría deportiva engloba una serie de aspectos a nivel visual que hay que tener en cuenta para que el deportista alcance un rendimiento óptimo en la actividad que lleva a cabo.

Estos aspectos son: la educación e información a deportistas, entrenadores, preparadores, etc., la prevención y protección ocular, la corrección óptica, la evaluación de las habilidades visuales y la mejora del rendimiento (Zarco & Gallego, 2010).

### 6.1. La educación e información a deportistas, entrenadores, preparadores, etc.

Una tercera parte de los atletas que participaron en los Juegos Olímpicos Especiales Internacionales de 1991, no llevaba corregido el error refractivo; y un elevado porcentaje, nunca se había sometido a una revisión visual, según la AOA (Hitzeman & Beckerman, 1993).

Por consiguiente, los profesionales involucrados en la actividad deportiva deben tener en cuenta que el buen funcionamiento del sistema visual del atleta es vital para su desarrollo deportivo y para obtener un rendimiento óptimo, debido a que la visión constituye una herramienta de enorme importancia en la práctica deportiva, por lo que su educación debe ocupar un apartado especial en el entrenamiento del deportista (García Manso, 1999).

### 6.2. Protección ocular

Son muchos los traumatismos oculares que puede sufrir un deportista durante su actividad deportiva, pero la mayoría pueden evitarse mediante el uso de la protección adecuada.

Según Salas y Vidal (2007) del Instituto ILO de Oftalmología, la protección más idónea para el atleta depende del origen del traumatismo al que se expone: mecánico, físico y/o químico.

Los sistemas de protección más empleados para evitar lesiones son gafas, pantallas protectoras, filtros de protección, máscaras, etc. (Blázquez & Merayo-Lloves, 2006).

Un ejemplo más avanzado de protección ocular es el que ofrece la empresa *Dynamic Eye, Inc.* (<http://www.dyneye.com>) que ha desarrollado unas gafas que se oscurecen sólo por las zonas donde detectan que se produce deslumbramiento, conocidas como *Dynamic Eye Sunglasses* (Vídeo 1).

### 6.3. Neutralización

La corrección del defecto refractivo del atleta es fundamental para obtener un buen rendimiento deportivo, por tanto, es vital que el óptico-optometrista conozca e informe de las ventajas y desventajas que supone la elección de cada tratamiento: gafas, lentes de contacto, ortoqueratología o cirugía refractiva mediante Lasik/LIO, en función de las necesidades del atleta en la disciplina deportiva que practique (Alonso & Lleó, 2010).

La elección del tratamiento dependerá de una serie de factores que requieren especial atención en la prescripción óptica deportiva como la acción, condiciones ambientales, etc., por lo que puede ser algo inusual.

A su vez, el deportista, generalmente, tiene unas expectativas muy altas y una prescripción que no sea la adecuada puede ocasionar al optometrista más problemas de lo habitual (Loran & McEwen, 1997).

### 6.4. Evaluación de las habilidades visuales

Optometristas, científicos e investigadores muestran especial interés por las habilidades visuales que se asocian al éxito en el deporte para refinar y mejorar los procedimientos a través de los cuales se evalúa la calidad de dichas habilidades.

Para la óptima evaluación de las habilidades visuales del deportista, los profesionales de la salud ocular deben conocer el estado de salud general y ocular del paciente, además de la eficiencia y precisión de su sistema de input y output mediante un examen visual completo que difiere ligeramente del examen visual estándar (Quevedo, 2010).

En esta línea, el examen optométrico requiere que se realicen las pruebas bajo unas condiciones específicas de iluminación, contraste, distancia, dinamismo, distractores, etc. que sean muy similares al marco en que se va a llevar a cabo la función visual (Loran & MacEwen, 2007).

## **6.5. Entrenamiento visual en optometría deportiva**

A pesar del desconocimiento generalizado sobre el entrenamiento visual dentro del ámbito deportivo; en la actualidad, este área de actuación resulta una de las más fascinantes y prometedoras (Wilson & Falke, 2004).

Todos los procesos relacionados con las habilidades visuales de los seres humanos no sólo se heredan a través de la información genética, sino que pueden aprenderse por medio de entrenamiento con el fin de obtener un mayor rendimiento deportivo (Cohen, 1988; Gilman, 1988).

### ***6.5.1. Evidencias científicas sobre entrenamiento visual en optometría deportiva***

Numerosos estudios confirman que el entrenamiento visual específico para un deporte determinado, no sólo mejora las capacidades visuales, sino también mejora las habilidades motoras y el rendimiento atlético (Balasaheb, Maman & Sandhu 2008; Fowler & du Toit, 2009).

Tras realizar una revisión bibliográfica, Sherman (1980) sugiere que habilidades visuales como la agudeza visual dinámica, la percepción de la profundidad, la visión periférica y la precisión/velocidad de los movimientos oculares podrían ser importantes en el deporte y que además, podrían mejorarse con un entrenamiento apropiado.

Sumándose a la iniciativa, Stine y Arterburn (1982) analizan la misma hipótesis y añaden que las habilidades visuales de los atletas son mejores que las de los sedentarios y que las de los atletas de élite son aún mejores.

Sin embargo, el deportista experto muestra una menor dependencia de la información visual y consigue un mejor aprovechamiento del resto de información sensorial cuando la visión está reducida o las características deportivas impiden su uso (Morenilla, López Bedoya & Cudeiro, 2000).

Knudson y Kluka (1997) publican un artículo sobre el impacto del entrenamiento visual en el rendimiento deportivo dando importancia a cómo el atleta integra, interpreta y desarrolla la acción y la influencia que tiene esta secuencia en el éxito deportivo. En el artículo se presenta una sección con ejercicios sobre acomodación, contraste, atención focalizada, concentración visual y reacción para lograr mejoras en la visión, en el proceso de aprendizaje y en el rendimiento deportivo.

Con motivo de la proliferación de centros dedicados a la optometría deportiva, se han desarrollado estudios sobre las habilidades visuales susceptibles de ser entrenadas para mejorar el rendimiento deportivo en disciplinas de carácter abierto y mayoritariamente basadas en el juego colectivo (Zarco & Gallego, 2010), como:

Béisbol y *softball* (Bowen & Horth, 2005; Clark, Ellis, Bench, Khoury & Graman, 2012; Spaniol, 2011; Woodworth-Hobbs, Hobbs, Mayle, Haff & Bryner, 2008), fútbol americano (Gregg, 1987), balonmano (Antón, 1992; Espar, 2002), voleibol (Cebeira, 1997; Pittera & Riva, 1980), baloncesto (Cárdenas, 1999; Quevedo & Solé, 1990), fútbol (Fradua, 1993; McLeod, 1991), tenis (Farrow, Chivers, Hardingham & Sachse, 1998; Farrow & Abernethy, 2002; Williams, Ward, Knowles & Smeeton, 2002), jockey (Calder, 1998; Schawaband & Memmert, 2012) o esquí (Seiller, 1995).

La mayoría de disciplinas deportivas se basan en blancos móviles o en proyección que el deportista debe perseguir o alcanzar, lo que supone que esté en constante movimiento, por ello es importante que el entrenamiento de la AV dinámica se incluya en los programas de acondicionamiento para atletas (Long & Rourke, 1989; Longs & Riggs, 1991; Ludvigh & Miller, 1958; Morris & Kreighbaum, 1977).

Aunque la posibilidad de mejorar la AV estática y la sensibilidad al contraste también es posible a través de entrenamiento visual (Lasky & Lasky, 1990; McKee & Westheimer, 1978; Quevedo & Solé, 1995), una deficiencia en la sensibilidad al contraste puede interferir con el rendimiento deportivo, enturbiando la información visual recibida del entorno.

Al mismo tiempo, se ha demostrado que los movimientos oculares también son susceptibles de mejora mediante entrenamiento visual, si se ajustan a la velocidad del objetivo y se reduce la latencia (Balasaheb, Maman & Sandhu, 2008; McHugh & Bahill, 1985; Schalen, 1980).

Por su parte, la visión periférica también puede mejorar, ya que el entrenamiento visual permite desarrollar campos visuales más amplios a nivel funcional (Calder, 1998; Fowler & du Toit, 2009; Quevedo, Solé & Palomar, 2002; Stroup, 1957).

Por otro lado, la percepción de la profundidad es otra habilidad visual que puede entrenarse para mejorar el rendimiento deportivo (Balasaheb, Maman & Sandhu, 2008).

Además, en deportes en los que la pelota alcanza grandes velocidades es posible el adiestramiento de la anticipación visual, que es clave frente al oponente para alcanzar un alto rendimiento (Abernethy, 1986; Fowler & du Toit, 2009).

De igual manera, un 60% de atletas necesitan mejorar el tiempo de reacción y la coordinación visuomotora por medio de entrenamiento visual (Sherman, 1980). Por ese motivo, muchos investigadores han destinado sus trabajos al estudio de la relación entre la coordinación ojo-mano/pie y el entrenamiento visual en deportistas, obteniendo que el entrenamiento visual mejora dicha coordinación (Balasaheb, Maman & Sandhu, 2008; Conde, 1996; Fowler & du Toit, 2009; ; McLeod, 1991).

Existe un listado de clubes de todo el mundo que ya incorporan rutinas de entrenamiento visual en sus sesiones de entrenamiento habitual publicado en la revista *Sports Vision Magazine* (<http://www.sportsvisionmagazine.com/>), ya que el hecho de poder procesar la información visual en periodos mucho más cortos les permite elaborar respuestas que les sitúa con ventaja frente a la competencia.

La tendencia indica que cada vez se realizaran más entrenamientos visuales específicos para cada disciplina deportiva como ya sucede a nivel militar.

### 6.5.2. Principios y fases del entrenamiento visual en optometría deportiva

Para garantizar la aplicación óptima del programa de entrenamiento visual en el deporte es necesario seguir unos principios adaptados a esta disciplina y relacionados entre sí, que se fundamentan en leyes teóricas y prácticas proporcionadas por la ciencia (Quevedo & Solé, 1995).

Los principios del entrenamiento visual son: principio de participación activa y consciente del entrenamiento visual, del desarrollo multilateral, especialización, individualización, de la variedad, modelación, progresión, continuidad y de la acción inversa.

Según Guerrero (2006), en un entrenamiento visual completo para un deporte específico podemos distinguir tres fases que van de entrenamientos más inespecíficos a más específicos (Figura 1):

- Fase I o Entrenamiento visual general
- Fase II o Entrenamiento visual específico
- Fase III o Entrenamiento visual integrado

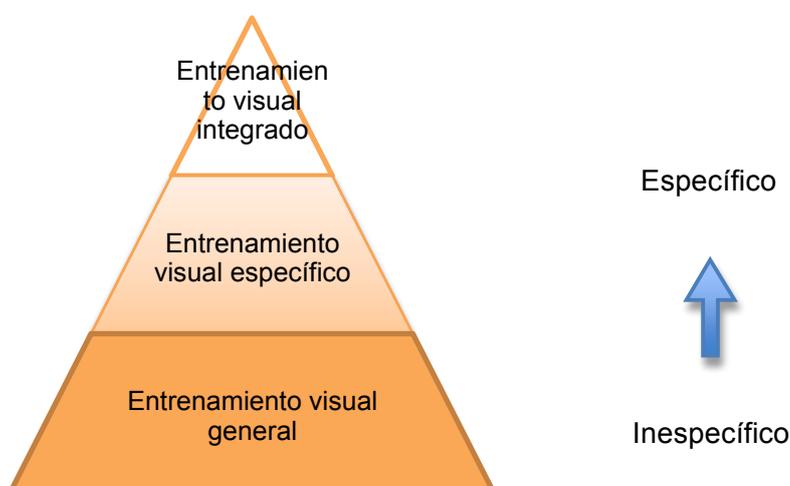


Figura 1. Fases del entrenamiento visual en optometría deportiva. Fuente: Guerrero, R.R. (2006). *Visión Deportiva* (p.44). Sevilla: Wanceulen editorial deportiva.

La fase de entrenamiento visual integrado permite realizar entrenamientos más motivantes, completos y específicos (Calder, 1998; Cárdenas, 1999; Williams & Grant, 1999; Wilson & Falkel, 2004), ya que se realiza en el propio terreno de juego y se adapta a las características técnicas y tácticas de la práctica deportiva (Guerrero, 2006).

El objetivo en esta fase es enseñar o modificar determinados comportamientos visuales específicos y entrenar las habilidades visuales de forma integrada con las capacidades psicológicas (atención, activación...) y físicas (fuerza, resistencia...), así como con las acciones técnicas y tácticas de la disciplina deportiva en cuestión con la finalidad de conseguir que la mejora en el rendimiento visual tenga transferencia real en el rendimiento deportivo (Quevedo & Solé, 1995).

Para llevarla a cabo, se utiliza material concreto de la disciplina deportiva practicada (pelota, canasta), donde la labor del entrenador resulta más determinante para que, asesorado por otros especialistas como optometristas, psicólogos, etc. pueda diseñar ejercicios que enseñen a los jugadores a utilizar la visión de la forma más efectiva para conseguir los resultados esperados (Solé, Quevedo & Massafret, 1999).

El libro *El entrenamiento integrado de las habilidades visuales en la iniciación deportiva* (Cárdenas, 2000) ofrece un amplio abanico de ejercicios que pueden adaptarse a cualquier disciplina deportiva.

En el siguiente capítulo, se desarrolla el tema que nos ocupa y en él se describen las técnicas más utilizadas en la actualidad para llevar a cabo entrenamientos visuales en el campo de la optometría deportiva.



## 7. Técnicas de entrenamiento visual en optometría deportiva

---

El abanico de posibilidades en el planteamiento de ejercicios para el entrenamiento de la visión en el deporte es infinito (Cárdenas, 1999). Todo dependerá de los objetivos establecidos en el programa de entrenamiento, de la capacidad creativa del trabajo conjunto del entrenador-optometrista-psicólogo y por último, del material disponible para llevarlo a cabo.

En primer lugar, disponemos de procedimientos de entrenamiento que actúan a nivel multisensorial, de manera que cuando el objetivo es entrenar un aspecto determinado, hay otros que también se ven involucrados, por lo que los niveles de integración pueden llegar a ser muy elevados, alcanzando los objetivos establecidos con mayor efectividad.

Los ejercicios de entrenamiento visual pueden realizarse con ayuda de materiales específicos del deporte de interés, pero también por medio de aparatos más sofisticados.

Las técnicas descritas en este trabajo, destinadas a la mejora del rendimiento deportivo, se clasifican en: técnicas con material propio de la disciplina deportiva, gafas, aparatos con luces intermitentes y sistemas avanzados, sin olvidarnos de los complementos que pueden utilizarse combinados con cada una de ellas para alcanzar niveles altos de integración, ni de los materiales empleados en la terapia visual convencional.

## **7.1. Técnicas de entrenamiento visual con materiales propios de la disciplina deportiva**

### *7.1.1. Materiales habituales*

A continuación, se presentan algunos ejemplos de posibles ejercicios técnico-táctico-físico-psicológicos con carga visual adaptados a la disciplina deportiva de interés, propuestos por varios autores (Vídeos 2, 3).

\* *Ejercicio 1.* Visión periférica, tiempo de reacción, coordinación oculomotora

Los jugadores 1 y 2 realizan pases continuamente sin mirar el balón y fijando la mirada, respectivamente, en los ojos del compañero. Simultáneamente, el jugador

número 1 debe controlar con su visión periférica al jugador número 3, de forma que en el momento que éste lance el balón, el número 1 lo recupera y se lo devuelve sin dejar de atender a los pases que realiza con el compañero número 2. (Figura 2). Dicho ejercicio fue propuesto por De Jorge (2004) y adaptado por Quevedo y Solé (2010) en *Visión y Deporte*.

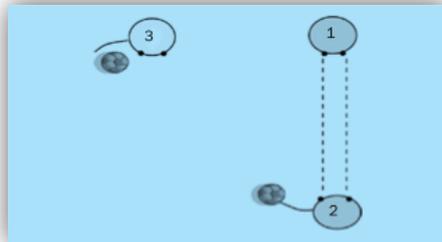


Figura 2. Ejemplo de ejercicio para entrenamiento visual con material propio de la disciplina deportiva. Fuente: Quevedo, Ll., Solé, J. (2010) *Entrenamiento visual en el deporte*. En Vicente Rodríguez Salvador, Irene Gallego Lago y Diego Zarco Villarosa (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 93-102). Barcelona: Editorial Glosa.

\* *Ejercicio 2. Visión periférica, tiempo de reacción y coordinación oculomotora*

Cada jugador, conduciendo una pelota, debe intentar quitar la pelota a los demás y llevar dos a la vez. Este ejercicio propuesto por Guerrero (2006) puede aplicarse en deportes como fútbol y baloncesto.

\* *Ejercicio 3. Sensibilidad al contraste y coordinación oculomotora*

Un partido entre dos equipos de 5 jugadores con camisetas de color y luminosidad muy parecidos y con la pelota del mismo color. Este otro ejercicio también propuesto por Guerrero (2006) puede aplicarse en deportes de situación como fútbol, baloncesto, balonmano, voleibol, etc.

### 7.1.2. Materiales modificados

\* *iTrac Vision Training System*

En 1999, Carlos Beltrán de la Academia Nacional de Béisbol y *Softball* de Illinois, Estados Unidos, introdujo por primera vez un sistema de entrenamiento visual para

bateadores de béisbol y *softball* que actualmente se conoce como *iTrac Vision Training System*.

Es un dispositivo (Figura 3) que lanza pelotas de tenis marcadas con letras y números rojos y negros de 2,5 cm a velocidades que pueden alcanzar los 240 km/h (Figura 4).



Figura 3. Dispositivo lanza pelotas iTrac. Fuente: McArdle, J. (2008). Seeing is believing. *Chicago Cubs Vine Line*, 23(9), 37.



Figura 4. Pelotas marcadas con números rojos y negros. Fuente: McArdle, J. (2008). Seeing is believing. *Chicago Cubs Vine Line*, 23(9), 37.

El ejercicio consiste en que los jugadores en posición de bateo, situados a la distancia que indique el entrenador, focalicen las pelotas que se desplazan a gran velocidad e intenten decir la letra o el número que hay escrito. Como a esa velocidad es prácticamente imposible detectar el número o la letra, los jugadores diferencian los colores (Vídeo 4).

Una vez se han acostumbrado a seguir pelotas a 240 km/h, a los jugadores les es más fácil batearlas a 145 km/h, suprimiendo la zona ciega de bateo que corresponde a la zona amarilla de la Figura 5 y manteniendo el objeto de interés (pelota) enfocado en la retina central para evitar el fenómeno *curveball* descrito por Arthur Shapiro de la Universidad Bucknell de Pensilvania y que como podemos ver en su

página web de demostración (<http://www.shapirolab.net/IllusionScience/CurveBallShapiroIC2009.swf>) describe un movimiento rectilíneo si se focaliza en retina central, pero si se focaliza en la retina periférica, su trayectoria se percibe oblicua.



Figura 5. Trayectoria del bateo y sus zonas en relación con la visión. Fuente: iTrac (<http://www.itracvision.com>)

Gracias al entrenamiento visual integrado con *iTrac Training System* el deportista puede mejorar su agudeza visual dinámica, cuyos valores se sitúan por debajo de los de la agudeza visual estática (Long & Riggs, 1991). Y además, el procesamiento de la información visual, el tiempo de reacción, los movimientos oculares, la percepción de la profundidad, la visión periférica, la conciencia espacial, la atención y la concentración que repercutirán directamente en el momento del bateo.

La página web oficial de *iTrac* (<http://www.itracvision.com>) ofrece más información acerca de esta herramienta.

\* *iBall*

Bowen Shea (2008) publicó un artículo en la SPARQ Magazine sobre una herramienta creada por un físico optometrista, el Dr. Bruce Wojciechowski de la compañía SPARQ.

iBall es una pelota de rugby negra con colores, puntos, líneas y números en su extremo (Figura 6) que permite realizar entrenamientos visuales con múltiples posibilidades mientras está en el aire.

El jugador debe decir el color del extremo de la pelota mientras se dirige hacia él y el número una vez recepcionada, con el objetivo de mantener la concentración en la pelota y controlarla hasta el final de su recorrido (Vídeo 5).

Gracias a iBall el deportista puede conocer sus debilidades y al mismo tiempo mejorar el tiempo de reacción, la focalización, la coordinación ojo-mano y la motilidad ocular.



Figura 6. iBall. Fuente: See the ball. *SPARQ Magazine*, Verano 2008.

\* *MVP Grip Ripe Bats*

Los MVP Grip Ripe Bats son un conjunto de bates de béisbol y *softball* ideados por el presidente de *HRA Sports*, Harvey Ratner y por el gerente de *Hitters SportsPlex*, Chris McNight, que pueden utilizarse en el entrenamiento visual de estas disciplinas deportivas.

Cada uno de los bates está fabricado con un material (madera, plástico, etc.) y con unas propiedades características (agujeros, colores, etc.) (Figura 7) que permiten realizar ejercicios muy específicos al incorporar bolas de colores para mejorar la velocidad de reconocimiento y gafas anaglíficas con bolas rojas y verdes para realizar un entrenamiento de la estereopsis y de la visión de la profundidad más eficaz.

El entrenamiento mediante *MVP Grip Ripe Bats* permite al deportista mejorar la coordinación ojo-mano, la motilidad ocular, la percepción de profundidad y la atención visual.

En la página Web oficial de *MVP Grip Rite Bats* (<http://www.mvpgripbatebats.com/video.htm>) podemos encontrar un vídeo en el que se detalla cada uno de los ejercicios que se pueden llevar a cabo en el entrenamiento visual con estos bates.



Figura 7. MVP Grip Rite Bats con diferentes características. Fuente: MVP Gripe Rite Bats (<http://www.mvpgripbatebats.com>)

## 7.2. Gafas para el entrenamiento visual

### \* *Nike SPARQ Vapor Strobe Eyewear*

Uno de los dispositivos que nos ofrece Nike y SPARQ para el entrenamiento visual son las gafas *Nike SPARQ Vapor Strobe* de cristal líquido desarrolladas en 2011 (Figura 8). Utilizan una luz estroboscópica de velocidad variable para bloquear la información visual que recibe el deportista mejorando el proceso cognitivo visual (Appelbaum, Cain, Schroeder, Darling & Mitroff, 2011).

El efecto claridad/oscuridad de la luz estroboscópica (Vídeos 6 y 7) permite al atleta potenciar su capacidad para captar estímulos sutiles de movimiento, optimizar el procesamiento de la información visual recibida y desarrollar sus habilidades motoras para alcanzar tiempos de reacción más cortos. Consecuentemente, se observarán mejoras en la anticipación visual (Smith & Mitroff, 2011).



Figura 8. Gafas Vapor Strobe de Nike SPARQ. Fuente: Sport Vision Marketing (<http://www.sportvisionmarketing.com/information/>)

\* *Impulse Strobe Glasses*

Otro sistema que funciona basándose en el mismo principio que el de las gafas de Nike SPARQ son las *Impulse Strobe Glasses* (Figura 9) (Vídeo 8) de la empresa *MJ Impulse Sports* (<http://www.mjimpulse.com>).



Figura 9. Gafas Impulse Strobe de MJ Impulse Sports. Fuente: MJ Impulse Sports ([www.mjimpulse.com](http://www.mjimpulse.com)).

\* *I-ON Training Glasses*

Tras 20 años de investigación, el optometrista Gregory S. Moore de *MSS Performance* junto al oftalmólogo de los Chicago Cubs y otro optometrista, desarrollaron las gafas de entrenamiento visual *I-ON* (Vídeo 9) para béisbol y *softball*.

Para llevar a cabo el entrenamiento, el bateador se pone las gafas, que disponen de un agujero de diámetro algo mayor al de un agujero estenoico (Figura 10). De esta manera, se bloquea con eficacia la visión periférica del bateador obligándole a

Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa

concentrarse en la pelota y a seguir su trayectoria hasta el área de impacto (Figura 5) evitando el fenómeno *curveball* descrito con anterioridad.

Los beneficios visuales y cognitivos que el jugador obtiene, entre otros físicos y psicológicos, se reflejan en los niveles de concentración y en la coordinación ojo-mano.

En la página web de *I-ON Training Glasses* (<http://www.theinternethittingcoach.com/eye-on-the-ball.html>) podemos encontrar más información acerca de esta herramienta.



Figura 10. Gafas de entrenamiento I-ON. Fuente: I-ON Training Glasses (<http://www.theinternethittingcoach.com/eye-on-the-ball.html>)

\* *EyeLights Xtreme*

En 1995, el Dr. Jailliet del *Brain Based Learning Labs Inc.* en Carrollton (Estados Unidos), basándose en que la terapia mediante estímulos luminosos mejoraba el rendimiento atlético, desarrolló el primer prototipo de lo que actualmente son las gafas *EyeLights Xtreme*.

Estas gafas disponen de un soporte con luces intermitentes que se adapta en la zona posterior de la lente (Figura 11). El dispositivo se puede programar (intensidad, frecuencia, patrón, etc. de los pulsos de luz) para estimular el ojo no dominante del deportista con el objetivo de ejercitar el hemisferio cerebral no dominante y así mejorar el rendimiento del sujeto. Además, el color de las lentes también puede personalizarse en función de las necesidades del atleta y los beneficios que aporta cada uno de ellos se describen en la página oficial de *EyeLights* (<http://www.eyelights.com>).

La función principal de este dispositivo es estabilizar la línea media corporal para que ambos lados se igualen ofreciendo mejoras en el rendimiento del deportista a nivel físico y psicológico.



Figura 11. Gafas EyeLights Xtreme. Fuente: EyeLights (<http://www.eyelights.com>).

### 7.3. Aparatos con luces intermitentes

#### \* *Eyeport*

Este aparato es la versión automatizada con luces de colores de la cuerda de Brock (Figura 12). Fue diseñado por el Dr. Jacob Liberman en 2001 de la compañía *Exercise Your Eyes, Inc.* y puede emplearse en cualquier entrenamiento visual general.

*Eyeport* (Vídeo 10) permite mejorar la flexibilidad de vergencias y los movimientos sacádicos horizontales y verticales.

El instrumento se utilizó en el entrenamiento visual de jugadores de una pequeña liga de béisbol en los que se demostró la importancia de la fijación, el enfoque y los movimientos oculares en la habilidad para batear (Bowen, 2005).

La página web oficial de *Exercise Yours Eyes, Inc.* (<http://www.exerciseyoureyes.com/index.php>) ofrece información detallada acerca del dispositivo.



Figura 12. Eyeport de Exercise Your Eyes, Inc. Fuente: STACK (<http://www.stack.com/2013/02/04/better-vision/>)

### \* *Dynavision D2*

La idea para desarrollar *Dynavision D2* surgió en el año 1986, cuando un equipo de fútbol canadiense realizaba entrenamientos visuales con un dispositivo llamado *Eyespan* con el objetivo de mejorar el tiempo de reacción y otras habilidades visuales dinámicas de los atletas, como la velocidad de reconocimiento y la visión periférica.

Tras comprobar en primera persona los beneficios que el dispositivo ofrecía, Phil Jones, uno de los jugadores, reunió a un equipo multidisciplinar compuesto por oftalmólogos, ingenieros, entrenadores deportivos, etc. para desarrollar *Dynavision 2000*, diseñado para incrementar la conciencia visual de los atletas y muy útil en procesos de rehabilitación (Klavora, 1996).

A partir de *Dynavision 2000*, se optimizó el dispositivo y se creó *Dynavision D2*, que dispone de nuevos programas y está fabricado con otros materiales, ofreciendo mejoras en el entrenamiento de habilidades visuales como la visión periférica, la concentración visual, la atención dividida, el tiempo de reacción, la toma de decisiones y el procesamiento visual.

Esta herramienta se utiliza, preferiblemente, en condiciones escotópicas. Está formada por un conjunto de leds que se disponen concéntricamente (Figura 13). El sujeto que está realizando el ejercicio debe detectar los leds que se iluminan mientras el programa registra los resultados para analizar la progresión del deportista, posteriormente (Vídeo 11).

Para más información se puede consultar la página web de *Dynavision* (<http://dynavisiond2.com>).



Figura 13. Entrenamiento visual con Dynavision D2. Fuente: Dynavision D2 (<http://dynavisiond2.com>).

\* *Octopus Trainer y fitLight Trainer™*

En 2007, Erik Veje Rasmussen, un jugador profesional de balonmano, desarrolló una herramienta para el entrenamiento deportivo, el *Octopus Trainer* (Figura 14). Rasmussen fue perfeccionando el sistema hasta crear un nuevo dispositivo, el *fitLight Trainer*.



Figura 14. Entrenamiento visuomotor con OctopusTrainer. Fuente: Octopus Trainer High-Tech training equipment (<http://octopustrainer.webcindario.com/octopustrainer.webcindario.com/Fotos.html>)

Se basa en *Octopus Trainer* (Vídeo 12), pero a diferencia del primero, éste es inalámbrico por lo que puede configurarse y adaptarse para cualquier disciplina deportiva. Consta de varios dispositivos que se colocan estratégicamente según la disciplina, las necesidades del deportista que realiza el entrenamiento y los ejercicios elaborados por los profesionales que se encarguen

Los dispositivos se van iluminado a medida que se realiza el ejercicio y el atleta debe desactivarlos por contacto directo o por proximidad según indique el plan de entrenamiento establecido, por medio de las manos, los pies, la cabeza, materiales específicos del deporte, etc. (Figura 15) (Vídeo 13) .



Figura 15. Entrenamiento con fitLight inalámbrico. Fuente: fitLight Trainer (<http://fitlight.ca>)

Tanto *fitLight Trainer* como *Octopus Trainer* ofrecen a los atletas la posibilidad de mejorar habilidades visuales y cognitivas como la concentración y la toma de decisiones, la coordinación visuomotora, el procesamiento de la información visual a nivel cognitivo, la visión periférica y el seguimiento de objetos.

Puede utilizarse tanto horizontalmente en ejercicios de suelo como verticalmente donde las luces se montan con accesorios que se pueden adquirir en la página oficial del producto.

Con ambos, se pueden registrar los tiempos y la progresión del ejercicio que se está ejecutando. Disponen de un software para ordenador que permite motorizar los resultados para uno o más usuarios. Esto permite detectar los puntos fuertes/débiles del deportista al realizar un movimiento específico.

La página web oficial de *fitLight Trainer* (<http://fitlight.ca>) ofrece información detallada acerca del dispositivo

\* *Batak*

Otro aparato disponible en el mercado que se basa en el mismo principio de *fitLight Trainer* y de *Octopus Trainer* es *Batak* (<http://www.bataklite.com>) (Figura 16) (Video 14).

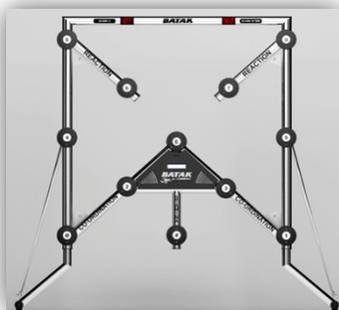


Figura 16. Batak. Fuente: Batak (<http://www.bataklite.com>).

\* *Wayne Visual Stick-Ups*

Otro aparato disponible en el mercado que se basa en el mismo principio de *fitLight Trainer*, *Octopus Trainer* y *Batak* es *Wayne Visual Stick-Ups* (<http://www.bernell.com>) (Figura 17).



Figura 17. Wayne Visual Stick-Ups . Fuente: Bernell VT Sports Vision (<http://www.bernell.com>).

\* *Sports Vision Trainer (SVT™)*

Otro instrumento innovador actualizado en 2012 y desarrollado por Pierre Elmurr de la compañía australiana *Sports Vision Pty Ltd* para el entrenamiento visual deportivo es el sistema *Sports Vision Trainer (SVT™)* que se presenta en dos versiones: la fija de 80 luces (80 light SVT™) (Figura 18) y la portátil de 32 luces (32 light SVT™) (Figura 19) con la posibilidad de modificar sus colores y pudiendo posicionarse vertical u horizontalmente, en gabinete o en exteriores (en campo).

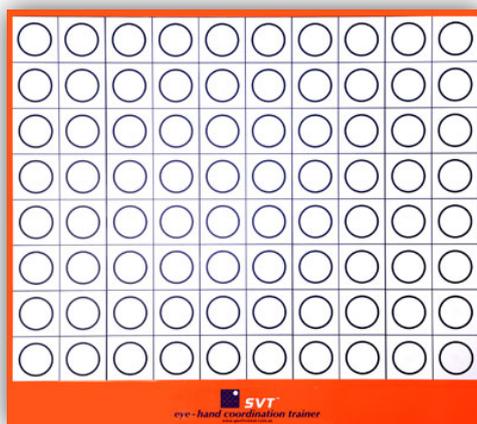


Figura 18. Tabla SVT de 80 luces fija. Fuente: SVT eye-hand coordination trainer (<http://www.sportsvision.com.au/svt/>)

El objetivo del deportista que se entrena con esta técnica es desactivar las luces que se encienden en la tabla (Figura 17) (Vídeo 15).



Figura 19. Entrenamiento en posición horizontal con tabla SVT de 32 luces portátil. Fuente: SVT eye-hand coordination trainer (<http://www.sportsvision.com.au/svt/>)

Con esta técnica el atleta logra mejorar significativamente habilidades relacionadas con la motilidad ocular, el tiempo de reacción, la coordinación ojo-mano, y la toma de decisiones.

La página web oficial de SVT™ *Eye-hand coordination trainer* (<http://www.sportsvision.com.au>) ofrece información detallada acerca del dispositivo.

\* *Wayne Saccadic Fixator*

*Wayne Saccadic Fixator* fue creado por *Wayne Engineering* y se emplea desde hace unos 40 años, aproximadamente. Además de utilizarse para entrenamientos visuales específicos, se utiliza en Optometría del comportamiento y del desarrollo, en la evaluación y el entrenamiento de las habilidades visuales, en la educación especial y en terapias físicas y ocupacionales.

Según Kirscher (1993), este aparato dispone de ejercicios de coordinación que tienen como objetivo aumentar la precisión y la velocidad de la coordinación ojo-mano/pie, principalmente, pero también para mejorar habilidades visuales y cognitivas como los movimientos sacádicos, la memoria visual, la conciencia periférica, la anticipación, el tiempo de reacción, la secuenciación, la direccionalidad, etc.



Figura 20. Entrenamiento con Wayne Saccadic Fixator. Fuente: COI ([http://www.coivision.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=1111&language=es](http://www.coivision.com/index.php?main_page=product_info&products_id=1111&language=es)).

Para el entrenamiento de la coordinación ojo-mano se utiliza una pantalla con 33 luces concéntricas sensibles a la presión de manera que cada una de las luces se comporta como un estímulo y como un medio de grabación de la respuesta del deportista. El sujeto debe ir tocando las luces a medida que se iluminan (Figura 20).

Para el entrenamiento de la coordinación ojo-pie se utiliza un procedimiento más avanzado en el que el deportista se sitúa sobre una tabla (Figura 34) que se balancea conectada a la pantalla mencionada anteriormente.

Dispone de dos modos de entrenamiento: uno reactivo y otro proactivo, que según el Dr. Jack Gardner, es el más recomendado para el entrenamiento visual específico en el deporte porque la precisión y la velocidad de respuesta del deportista determinarán la velocidad de la prueba, o lo que es lo mismo, cuanto más rápido sea él, más rápida será ésta (al tocar una luz, se enciende otra).

\* *Wayne Peripheral Awareness (PAT)*

Otro aparato similar a *Wayne Saccadic Fixator* es *Wayne Peripheral Awareness Trainer (PAT)* o *Spider* (Figura 21) cuyas características pueden consultarse en la página web de *Bernell VT Sports Vision* (<http://www.bernell.com>).



Figura 21. PAT o Spider. Fuente: Bernell VT Sports Vision (<http://www.bernell.com>)

\* *AcuVision 2000*

Esta herramienta fue desarrollada en los años 90 por *AcuVision Systems Inc.* en Carlsbad, California (Estados Unidos) con el objetivo de mejorar la coordinación

visuomotora del deportista. AcuVision 2000 es la última versión disponible del aparato en el mercado.

El dispositivo consta de una pantalla que normalmente se coloca en la pared con luces que se encienden y apagan a distintas velocidades programables. El deportista debe fijar la luz central. Si está encendida, intentará tocar las luces que van activándose alrededor. Sin embargo, si está apagada, no debe tocar ninguna luz, ya que de lo contrario penaliza (Figura 22).



Figura 22. Entrenamiento visual con AcuVision 2000. Fuente: Dynamic Eye (<http://www.dynamic-eye.de>)

Tras realizar algunos estudios (Beckerman & Fornes, 1997) para valorar la eficacia de *AcuVision* se llegó a la conclusión que al entrenar con esta herramienta el atleta mejoraba habilidades visuales dinámicas como los movimientos oculares, el tiempo de reacción, la visión periférica y sobre todo, la coordinación ojo-mano.

\* *Vision Coach™*

En la página web de *Vision Coach™* (Vídeo 16). (<http://www.visioncoachtrainer.com/about-us.html>) se encuentra otro dispositivo de funcionamiento similar a *AcuVision 2000*, *Vision Coach™ Interactive Light Board* (Figura 23); desarrollado por la empresa *Perceptual Testing, Inc.*



Figura 23. Entrenamiento visual con Vision Coach Interactive Light Board. Fuente: Vision Coach (<http://www.visioncoachtrainer.com/about-us.html>)

### \* *Makoto Arena II*

En 1990, la compañía *Makoto USA, Inc.* en Denver, Colorado (Estados Unidos), desarrolló el dispositivo Makoto Arena. Se utiliza desde 2006 en entrenamientos militares, en terapias de integración sensorial, en problemas de aprendizaje y en rendimiento deportivo. En 2012 y tras años de investigación, se rediseñó pasando a ser *Makoto Arena II*.

El sistema consta de 3 paneles que se sitúan alrededor del atleta que realiza el entrenamiento. Cada panel tiene 12 luces de distintos colores alineadas en sentido vertical, agrupadas en grupos de 4 del mismo color (Figura 24).

Durante el ejercicio las luces que se encienden deben ser desactivadas por el sujeto por contacto directo. Existen varias opciones de entrenamiento como asociar señales auditivas a los estímulos visuales o registrar los resultados a nivel individual o de grupo (Vídeo 17).

Con este dispositivo de entrenamiento el deportista obtiene mejoras principalmente en el tiempo de reacción, la coordinación visuomotora y la concentración.

Disponemos de información más detallada sobre las características y las posibilidades que ofrece el aparato en la página web oficial de *Makoto USA, Inc.* (<http://www.makotousa.com>).

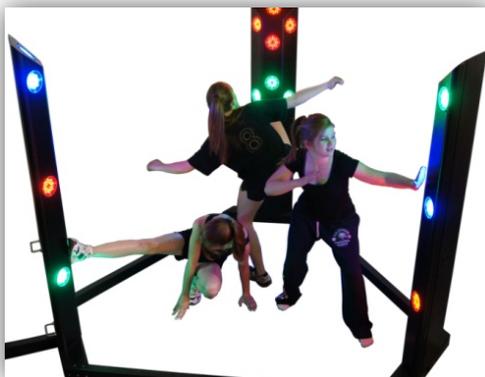


Figura 24. Entrenamiento visuomotor con Makoto Arena II. Fuente: Makoto USA, Inc. (<http://www.makotousa.com>)

\* *Sicropat*

Es un dispositivo desarrollado por Quevedo y Solé (1995) con el fin de integrar el entrenamiento visual con el entrenamiento técnico, táctico, físico y psicológico.

Se trata de un muñeco de 1,85 m de altura con brazos y piernas articulados. En cada mano y pie tiene instalado un piloto luminoso de 3W de potencia. Del mismo modo, tiene un piloto luminoso en el centro del rostro (Figura 25). La activación y desactivación de los pilotos luminosos se realiza mediante un programa informático específicamente diseñado para su uso.



Figura 25. Sicropat. Fuente: Quevedo, Ll., Solé, J. (2010) *Entrenamiento visual en el deporte*. En Vicente Rodríguez Salvador, Irene Gallego Lago y Diego Zarco Villarosa (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 93-102). Barcelona: Editorial Glosa.

## 7.4. Sistemas avanzados

### \* *Videojuegos*

Mediante videojuegos de acción en primera persona como *Unreal Tournament 2004* y *Call of Duty 2* (Vídeo 18) mejoró la sensibilidad al contraste hasta en un 58% de los sujetos participantes en el estudio y esta mejora se mantenía transcurridos varios meses (Bavelier, 2009).

Por otro lado, *NBC News* y *CBS News* publicaron un artículo que habla sobre la eficacia de los videojuegos en la coordinación ojo-mano que se obtuvo en un estudio llevado a cabo por el Dr. James Butch Rosser (2004) y de los beneficios que esto suponía, también, a la hora de realizar intervenciones quirúrgicas (Dovnik, 2004).

### \* *Vizual Edge Performance Trainer (VEPT)*

En 1989, el oftalmólogo Barry L. Seiller del Instituto de Entrenamiento Visual de Vernon Hills (Estados Unidos), se interesó por el entrenamiento de las habilidades visuales de los atletas realizando ejercicios visuales cuidadosamente diseñados para universidades, equipos olímpicos o individuales y deportistas de élite. Seiller creó un programa informático para desarrollar las habilidades visuales de los atletas, el *Vizual Edge Performance Trainer (VEPT)*.

VEPT está basado en la tecnología 3D y destinado a mejorar el sistema visual en general, la percepción visual y la toma de decisiones, gracias al entrenamiento de la velocidad de reconocimiento, la eficiencia de los movimientos oculares, la percepción de la profundidad, el tiempo de reacción y la precisión de las respuestas (Seiller, 1995).

El software es compatible con cualquier sistema operativo de Windows (Figura 26) y los ejercicios que incluye están diseñados para optimizar la alineación de los ejes visuales, la estereopsis, la flexibilidad acomodativa y de vergencias y la memoria visual.



Figura 26. Entrenamiento visual en 3D con VEPT en un ordenador. Fuente: Vizual Edge (<http://www.vizualedge.com>)

Los beneficios de VEPT están probados en varios estudios llevados a cabo por Spaniol (2011) con jugadores de béisbol y *softball*.

Para obtener información más detallada se puede consultar la página web oficial de *VizualEdge* (<http://www.vizualedge.com>).

#### \* *SPEESION*

*SPEESION* es un programa de ordenador diseñado por *ASICS Corporation* destinado al entrenamiento visual, y aunque disponemos de muy poca información acerca de su funcionamiento, Kohmura y Yoshigui (2004) llevaron a cabo un estudio en el que obtuvieron que la inclusión de este software en los entrenamientos habituales de jugadores de baloncesto daba lugar a mejoras generales en la función visual y en el rendimiento deportivo de éstos.

#### \* *Hawk-Eye Sports Simulators*

Otra técnica utilizada para el entrenamiento de deportistas de élite en muchos deportes de grupo e individuales que, tras 13 años de investigación, fue autorizada por la FIFA en Octubre de 2012, son los simuladores de *Hawk-Eye* (Vídeo 19) creados por Paul Hawkins, fundador de la compañía *Hawk-Eye Innovations* en Basingstoke (Reino Unido), y su equipo.

Los simuladores de *Hawk-Eye* sumergen al deportista en situaciones de juego semejantes a las situaciones reales en competición desde cualquier ángulo de visión poniendo a prueba sus habilidades y su capacidad para contener emociones (Figura

27) (Vídeo 20). Toda la información sobre los resultados y el progreso pueden almacenarse en un dispositivo USB.



Figura 27. Simulador Hawk-Eye. Fuente: Hawk-Eye (<http://www.hawkeyeinnovations.co.uk>).

Gracias a la fidelidad con el entorno y requerimientos reales, con estos simuladores de la competición, el jugador optimizará todas sus habilidades visuales.

Para información detallada sobre aplicaciones de los simuladores *Hawk-Eye* se puede consultar el sitio Web oficial de *Hawk-Eye Innovations* (<http://www.hawkeyeinnovations.co.uk>).

\* *Nike SPARQ Sensory Training Station*

Este programa es un módulo del sistema de *Nike SPARQ Sensory Stations* (Vídeo 21) desarrollado en 2011 y que consta de una pantalla táctil e interactiva (Figura 28). Está destinado a mejorar la coordinación ojo-mano, la toma de decisiones, la atención dividida y la percepción de profundidad.



Figura 28. Nike SPARQ Sensory Stations. Fuente: Sensory Speed Incorporated (<http://www.sensorspeed.com/sparq.html>)

Entre muchas de las ventajas que nos ofrece este módulo, está la de entrenar a dos atletas al mismo tiempo. De esta manera y cumpliendo con el principio de variedad, se consigue mantener un elevado nivel de motivación.

Además, cabe la posibilidad de instalar un paquete adicional que contiene una unidad específica para el entrenamiento de la AV dinámica, la acomodación y la convergencia.

\* *NeuroTracker 3D Perceptual-Cognitive Training*

*NeuroTracker* es un producto de *Cognisens Athletics Inc.* desarrollado con la colaboración de un neurofisiólogo: el Dr. Faubert. El sistema permite entrenar las habilidades de los atletas, principalmente, de deportes grupales.

Se basa en el seguimiento de varias bolas que se mueven simultáneamente a grandes velocidades en una pantalla en 3D. Los sujetos deben ser capaces de controlar una, dos, etc. para estimar una situación y tomar decisiones efectivas rápidamente por medio de una pantalla con visión 3D (Figura 29) (Vídeo 22).

El entrenamiento con *NeuroTracker* supuso diferencias estadísticamente significativas antes-después en los 42 deportistas que participaron en un estudio que, lamentablemente, aún no ha sido publicado (Padrós, 2011).

Además, las Fuerzas Especiales de los Estados Unidos y muchos equipos de élite utilizan *NeuroTracker* para reducir el riesgo de lesiones de sus jugadores y para rehabilitación durante los periodos de lesiones, para valorar las habilidades visuales de los atletas y para el entrenamiento físico-congnitivo de éstos.

Las páginas Web oficiales de *Cognisens Athletics Inc.* (<http://cognisensathletics.com>) y de *NeuroTracker* (<http://neurotracker.net>) ofrecen información y vídeos de interés acerca del dispositivo.



Figura 29. Jugador de jockey en un entrenamiento visual con NeuroTracker. Fuente: Neurotracker (<http://neurotracker.net/#/training/4554099917>)

\* *VMET Vision Motor Enhancement Training*

Otro producto destinado al entrenamiento visual específico e integrado es *VMET Vision Motor Enhancement Training* desarrollado por *High Tech Eye Tech* en 2011.

VMET simula las exigencias visuales del atleta en la mayor medida posible, aunque también puede utilizarse en rehabilitación. Los programas se pueden personalizar con los objetivos y los fondos específicos de un deporte concreto y se pueden incorporar oponentes y datos acerca de la posición (Figura 30).

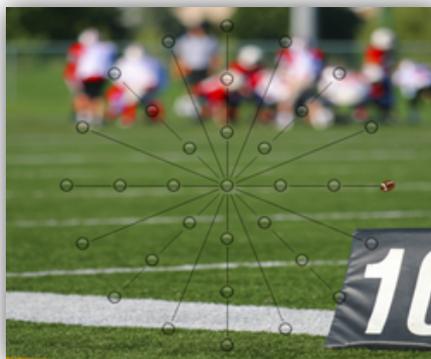


Figura 30. Demostración Software VMET. Fuente: High Tech Eye Tech (<http://www.hightecheyetech.com>).

Con este programa, además de trabajar la flexibilidad de vergencias y el cambio de posición del sujeto que entrena, también se mejora la memoria visual y la coordinación visuomotora.

Tanto la página Web oficial de *Bernell* ([www.bernell.com](http://www.bernell.com)) como la de *High Tech Eye Tech* (<http://www.hightecheyetech.com>) proporcionan información de interés acerca del programa.

\* *Sanet Vision Integrator (SVI)*

SVI es un sistema desarrollado por el Dr. Robert B. Sanet de la compañía *HTS vision*. Está formado por una pantalla táctil e interactiva ajustable en altura (Figura 31) que ofrece una gama amplia de posibilidades en cuanto a la problemática del paciente y ejercicios para realizar muchos tipos de entrenamiento para la mejora de la función visual, entre los cuales, en el ámbito deportivo.

Incorpora contenidos para entrenar movimientos sacádicos, el rotador virtual, un metrónomo programable y el taquitoscopio destinado a mejorar la velocidad de reconocimiento y la concentración del deportista (Berens, Girard, Fonda & Sells, 1957; Harris & Blum, 1984; Kirscher, 1993; Quevedo & Solé, 1995; Whetstone, 1995).



Figura 31. Sanet Vision Integrator. Fuente: SVI (<http://www.svision.com>)

El SVI está diseñado para optimizar la visión en el deporte actuando sobre la latencia motora, la velocidad manual, la integración centro-periferia, la anticipación, la velocidad, la precisión de los movimientos oculares, la atención visual sostenida y la coordinación ojo-mano.

La página web oficial de *Sanet Vision Integrator* (<http://www.svision.com>) facilita información detallada sobre las posibilidades que ofrece el sistema.

## 7.5. Complementos para el entrenamiento visual

Existen complementos que pueden utilizarse casi con cualquier técnica de entrenamiento visual en el deporte para ofrecer unas condiciones similares a las reales y más dinamismo a los ejercicios relacionados con la disciplina deportiva del atleta.

Algunos de estos complementos son: *QuickBoard* (Figura 32) (Vídeo 23), *SlideBoard* (Figura 33), balones de Pilates (Figura 34), *BalanceBoard* (Figura 35), trampolines (Figura 36), escaleras de agilidad/velocidad (Figura 37), etc.



Figura 32. QuickBoard



Figura 33. SlideBoard



Figura 34. Balones de pilates



Figura 35. BalaceBoard



Figura 36. Trampolín



Figura 37. Escalera de a/v

### \* *FitDeck Exercise Playing Cards*

Las cartas FitDeck, aunque no están pensadas específicamente para el entrenamiento visual, pueden aportarnos ideas sobre posibles ejercicios para el

entrenamiento de un extenso listado de disciplinas deportivas que pueden adaptarse al entrenamiento en optometría deportiva añadiendo cargas visuales, siguiendo el principio de progresión y asegurando el principio de variedad tal y como se muestra en las pautas de los ejercicios anteriores.

Para información más detallada se puede consultar la web de FitDeck (<http://fitdeck.com/train>).

## 7.6. Otros ejercicios para el entrenamiento visual

A continuación, detallamos un listado de Webs en las que se pueden encontrar ejercicios (Vídeo 24) con materiales propios de varias disciplina deportiva

- Sports Eye Site (<http://sportseyesite.com>)
- STACK:
  - (<http://www.stack.com/2011/07/19/exercise-your-eyes-to-increase-peripheral-vision-for-athletics/>)
  - <http://www.stack.com/2011/12/12/improve-eye-focus-with-this-vision-training-drill/>
  - <http://www.stack.com/2012/12/01/air-force-vision-training-drills/>
- Sports Vision Magazine (<http://www.sportsvisionmagazine.com/index.html>)
- QuickBoard (<http://www.thequickboard.com/drills>)
- 3B Scientific ([http://www.a3bs.com/offers/BG\\_balanceboard.pdf](http://www.a3bs.com/offers/BG_balanceboard.pdf))
- Octopustrainer(<http://octopustrainer.webcindario.com/octopustrainer.webcindario.com/Inicio.html>)
- MVP Grip Rite Bats:
  - <http://www.mvpgripritebats.com/recognitiondrill.htm>
  - <http://www.mvpgripritebats.com/hittingdrill.htm>
  - <http://www.mvpgripritebats.com/video.htm>
- H.R.A. Sports Vision (<http://www.hrasportsvision.com>)

## 8. Conclusiones

En cada uno de los apartados presentados se ha hablado sobre los aspectos más importantes de la optometría deportiva y más concretamente del entrenamiento visual en el ámbito de la visión y el deporte y de las técnicas más avanzadas que permiten obtener resultados positivos en el desarrollo de las habilidades visuales.

En el presente apartado, se sintetizan los aspectos más relevantes que se extraen del trabajo.

1. El campo de la optometría deportiva es relativamente nuevo, en consecuencia, requiere que se desarrollen más estudios científicos que corroboren la eficacia del entrenamiento visual en el ámbito deportivo.
2. Es sustancial concienciar a toda persona involucrada en el ámbito deportivo sobre la importancia del sistema visual y la repercusión que éste tiene sobre el rendimiento deportivo, empezando por una revisión básica para corregir posibles defectos refractivos.
3. El entrenamiento visual en el ámbito deportivo debe elaborarse siguiendo unos principios que aseguren el éxito del proceso gracias al trabajo coordinado de entrenadores, optometristas y psicólogos.
4. Para llevar a cabo el entrenamiento visual deportivo existe un amplio abanico de posibilidades que van desde la aplicación de materiales propios de la disciplina deportiva en cuestión, hasta técnicas más novedosas y avanzadas mediante los aparatos y sistemas desarrollados en los últimos años, sin olvidar los materiales que se emplean habitualmente en la terapia visual convencional.
5. La elaboración de los ejercicios depende de la creatividad de los profesionales que intervienen en el entrenamiento visual, ya que las combinaciones son infinitas.
6. La solución más efectiva y eficaz es llevar a cabo un entrenamiento visual multisensorial e integrado en el que se trabajen diversos aspectos simultáneamente y preferiblemente, sobre el terreno de juego.

## 9. Implicaciones éticas, legales y de protección de datos

El presente trabajo es estrictamente fiel a la ley orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de carácter personal que garantiza y protege, en lo que concierne al tratamiento de los datos personales, las libertades públicas y los derechos fundamentales de las personas físicas que hayan participado en la labor, y especialmente, de su honor e intimidad personal y familiar. así como al Código Deontológico y manual de buenas prácticas clínicas del Óptico-Optometrista de 2006.

## 10. Referencias bibliográficas

- Abel, O. (1924). Eyes and baseball. *Western Optometry World*, 12(1), 401-402.
- Abernethy, B. (1986). Enhancing sports performance through clinical and experimental optometry. *Clinical and Experimental Optometry*, 69 (5), 189-196.
- Alonso, L., Lleó, A. (2010). Defectos refractivos y práctica deportiva. Corrección de ametropías. En Vicente Rodríguez Salvador, Irene Gallego Lago y Diego Zarco Villarosa (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 207-226). Barcelona: Editorial Glosa.
- Antón, J. (1992). *Los efectos de un aprendizaje táctico-estratégico individual sobre la optimización del lanzamiento de siete metros en balonmano en función del análisis de las conductas de la interacción en competición*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Appelbaum, L. G., Cain, M. S., Schroeder, J. E., Darling, E. F., & Mitroff, S. R. (2011). Stroboscopic visual training improves information encoding in short-term memory. *Attention, Perception, & Psychophysics*.
- Balasaheb, T., Maman, P., Sandhu, J.S. (2008). The impact of visual skills training program on batting performance cricketers. *Serbian Journal of Sports Sciences* 2(1), 17-23.
- Bavelier, D. (2009). Enhancing the contrast sensitivity function through video game training. *Nature Neuroscience*, Marzo.
- Beckerman, S., Fornes, A.M. (1997). Effects of changes in lighting level on performance with the AcuVision 1000. *J Am Optom Assoc* 68(4), 243-249.
- Berens C., Girard, L.J., Fonda G., Sells S.B. (1957) Effects of tachistoscopic training on visual functions in myopic patients. *Am. J. Ophth.* 44(3), 1-48.
- Blázquez, V., Merayo-Llodes, J. (2006). *Visión y deportes*. Madrid: ICM.
- Bowen Shea, S. (2008). See the ball: how good is your sports vision?. *SPARQ Magazine*, Verano 2008.

Bowen, T., Horth, L. (2005). Use of the EYEPOR Vision Training System to enhance the visual performance of little league baseball players. *Journal of Behavioral Optometry*, 16(6), 143-148.

Calder, Ch. (1998). A specific visual skills training program improves field hockey performance. *International Journal of Sports Vision*, 1 (5), 3-10.

Camerino, O. (2000). *Deporte recreativo*. Barcelona: INDE.

Cárdenas, D. (1999). El entrenamiento de la visión periférica en baloncesto. *Revista de Entrenamiento Deportivo, RED*, 2 (13), 6-10.

Cárdenas, D. (2000). *El entrenamiento visual integrado de las habilidades visuales en la iniciación deportiva*. Málaga: Algibe.

Cebeira, J. (1997). *Estudio de la estrategia espacial defensiva y efecto de un programa de entrenamiento perceptivo-motor en el acto táctico del jugador de voleibol*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

Clark, J.F., Ellis, J.K., Bench, J., Khoury, J., Graman, P. (2012, Enero). *High-performance vision training improves batting statistics for University of Cincinnati baseball players*. Cincinnati, Ohio: Lucía, A. Recuperado el [3, abril, 2013] desde la base de datos [PubMed] en Internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22276103>

Cohen, A.H. (1988). The efficacy of optometric vision therapy. *J Am Optom Ass* (59) 2, 95-105.

Conde, J.L. (1996). *Valoración de los efectos de un programa de entrenamiento perceptivo-motor para la mejora de las habilidades motrices y visuales en niños*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

Dovnik, V. (2004). Surgeons may err less by playing video games. NBC News. Revisado el 10 de enero de 2013 desde Internet: <http://www.nbcnews.com/id/4685909/#.UbDIeqXNr9D>

Dunning, E. (2003). *El fenómeno deportivo*. Barcelona: Paidotribo.

Erickson, G. B. (2007). *Sports Vision: Vision care for the enhancement of Sports performance*. St. Louis, Missouri: Butterworth Heinemann.

Espar, X. (2002). Relaciones preferenciales en el entrenamiento integrado en balonmano. *Rendimiento Deportivo*, 3.

Farrow, D. Chivers, P. Hardingham, C. y Sachse, S. (1998). The effect of video-based perceptual training on the tennis return of serve. *International journal of sport psychology*, 29(3), 231-242.

Farrow, D., Abernethy, B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video based perceptual training?. *Journal of sport sciences*, 20(6), 471-485.

Fowler, K.F., du Toit, P.J. (2009). *Exercise performance and sports-vision testing under more realistic testing conditions*. Póster. Universidad de Pretoria.

Fradua, J.L. (1993). *Efectos del entrenamiento de la visión periférica en el rendimiento del jugador de fútbol*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

- Fullerton, C. (1925). Eye, ear, brain and muscle tests on Babe Ruth. *Western Optometry World*, 13(4), 160-161.
- Garcia Manso, J.M. (1999). *Alto rendimiento. La adaptación y la excelencia deportiva*. Madrid: Editorial Gymnos
- Gilman, G. (1988). *Behavioral Optometry*. Quincy, California: Paradox Publishing.
- Gregg, J. (1987). *Vision and Sports: An introduction*. Boston: Butterworths.
- Guerrero, R.R. (2006). *Visión Deportiva*. Sevilla: Wanceulen editorial deportiva.
- Harris, P. A., Blum, D.S. (1984). AOA Sports Vision Section screening of basketball officials. *Journal of the American Optometric Association*, 55.
- Hitzeman, S.A., Beckerman, S.A. (1993) *What the literature says about sports vision*. En John G. Classé (Ed.), *Optometry Clinics*, Vol. 3, Pt. 1, (pp.145-169). Norwalk, Connecticut: Appleton & Lange.
- Jackson, S.S. (2002). *Fluir en el deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Kirscher, D.W. (1993). *Sports Vision Training Procedures*. En John G. Classé (Ed.), *Optometry Clinics*, Vol. 3, Pt. 1, (pp.171-188). Norwalk, Connecticut: Appleton & Lange.
- Khomura, Y., Yoshigi, H. (2004). Training Effects of Visual Function on College Baseball Player. *Human Performance Measurement* 1, 15-23.
- Klavora, P., Warren, M., Leung, M. (1996). Dynavision for rehabilitation of visual and motor deficits: A User's Guide.
- Knudson, D., Kluka, D.A. (1997). The impact of vision and vision training in sport performance. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*. April, 10- 20.
- Lasky, D.I., Lasky, A.M. (1990). Stereoscopic eye exercises and visual acuity. *Perceptual and Motor skills*, 71, 1055-1058.
- Llouquet, J.L. (2001). Fonction visuelle et sport. *Cinesiologie*, 40(195), 28.
- Long, G.M., Rourke, D.A. (1989). Training effects on the resolution of moving targets-dynamic visual acuity. *Human factors*, 31, 443-451.
- Long, G.M., Riggs, C.A. (1991). Training effects on dynamic visual acuity with free-head viewing. *Perception*, 20, 363-371.
- Loran, D., MacEwen, C. (1995) *Sports Vision*. Oxford: Butterworth&Heinemann.
- Ludvigh, E., Miller, J.W. (1958). Study of visual acuity during the ocular pursuit of moving test objects I. Introduction. *Journal of the Optical Society of America*, 11(48), 799-802.
- McArdle, J. (2008). Seeing is believing. *Chicago Cubs Vine Line*, 23(9), 37.
- McHugh, D.E., Bahill, A.T. (1985) Learning to track predictable target waveforms without a time delay. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 26, 932-941.

McKee, S., Westheimer, G. (1978) Improvement in vernier acuity with practice. *Perception and Psychophysics*, 24(3), 258-262.

McLeod, B. (1991). Effects of Eyerobics visual skills training on selected performance measures of female varsity soccer players. *Perceptual and motor skills*, 72: 863-866.

Morenilla, L., López Bedoya, J., Cudeiro, J. (2000). Influencia de la información visual disponible sobre el aprendizaje de elementos gimnásticos acrobáticos. En: Fuentes, J. y Macías, M. (coord.), *Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte* (1, pp. 99 – 108). Cáceres: Universidad de Extremadura.

Morris, G.S., Kreighbaum, E. (1977). Dynamic visual acuity of varsity women volleyball and basketball players. *Research Quarterly*, 48(2), 480-83.

Padrós, A. (2011). Efectivitat d'un entrenament perceptiu-cognitiu amb el neurotracker 3D-MOT en la millora del rendiment en diverses disciplines esportives. Barcelona: Departament d'Òptica i Optometria, Universitat Politècnica de Catalunya (inédito).

Pittera, C., Riva, D. (1980). *Voleibol dentro del movimiento*. Roma: Triangle.

Quevedo, LL., Solé, J. (1990). Baloncesto: Habilidades visuales y su entrenamiento. *Revista de entrenamiento deportivo*, 6(4), 9-19.

Quevedo, LL., Solé, J. (1995). Metodología del entrenamiento visual aplicada al deporte. *Gaceta Óptica*, 281, 12-16.

Quevedo, LL., Solé, J. (1995) Visual training programme applied to precision shooting. *Ophthalm Physiol Opt*, 15(5), 519-523.

Quevedo, LI., Solé, J., Palomar, F.J. (2002). Visió perifèrica: Proposta d'entrenament. *Gaceta Óptica*, 281, 12-16.

Quevedo, LI. (2007). *Evaluación de la agudeza visual dinámica: una aplicación al contexto deportivo*. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya.

Quevedo, LI. (2010). *Evaluación de las habilidades visuales en el deporte*. En Vicente Rodríguez Salvador, Irene Gallego Lago y Diego Zarco Villarosa (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 69-92). Barcelona: Editorial Glosa.

Quevedo, LI., Solé, J. (2010) *Entrenamiento visual en el deporte*. En Vicente Rodríguez Salvador, Irene Gallego Lago y Diego Zarco Villarosa (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 93-102). Barcelona: Editorial Glosa.

Reichow, A.R., Coffey, B.A. (1992). Sports Vision seminar. European Academy of SportsVision: Cervia.

Reichow, A.W., Stoner, M.W. (1993) *Sports Vision: Introduction to Behavioral Optometry*. Santa Ana, California: Optometric Extension Program.

Roncagli, V. (1990) *Sports Vision*. Bologna: Calderini.

Rodríguez López, J. (2000). *Historia del deporte* (3ª ed.). (pp.11-13). Barcelona: INDE Publicaciones.

Rodríguez Salvador, V., Gallego, I., Zarco, D. (2010). *Deporte y ser humano*. En Vicente Rodríguez Salvador, Irene Gallego Lago y Diego Zarco Villarosa (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 7-22). Barcelona: Editorial Glosa.

Salas, A., Vidal, S. (2007). Neutralización y protección ocular en el deporte. *Apuntes de Educación física y deporte*. Ed. Instituto ILO Oftalmología, Lleida.

Sanet, R.B. (1991) *Sports Vision. VIII Sports Vision Symposium*. Dallas: American Optometric Association.

Sanet, R.B. (1992) Seminario: *La Visión Deportiva*. Madrid: Centro de Optometría Internacional.

Schalen, L. (1980). Quantification of tracking eye movements in normal subjects, *Acta Otolaryngol*, 90, 404-416.

Schawaband, D., Memmert, D. (2012). The impact of a sports vision training program in youth field hockey players. *Journal of Sports Science and Medicine* 11, 624-631.

Semino, E., Rodríguez Salvador, V. *Procesamiento de la información visual durante la actividad física*. En Vicente Rodríguez Salvador, Irene Gallego Lago y Diego Zarco Villarosa (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 63-68). Barcelona: Editorial Glosa.

Seiller, B. (1995). See Better Ski Better. *American Ski Coach*, 17(1),17-19.

Sherman, A. (1980). Overview of research information regarding vision and Sports. *J Am Optom Assoc* 51(661), 66.

Smith, T.Q., Mitroff, S.R. (2011). Stroboscopic Training Enhances Anticipatory Timing. *International Journal of Exercise Science*.

Solé, J., Quevedo, Ll., Massafret, M. (1999). Visión y deporte : hacia una metodología integradora. Un ejemplo en baloncesto. *Apuntes. Educación Física y Deportes* (55), 85-89.

Spaniol, F.J. (2011). Perceptions and attitudes of collage softball players participating in VEPT. *Vizual Edge*. Revisado el 25 de diciembre de 2012 desde Internet: [http://www.vizualedge.com/sports-vision-training/article/41/perceptions\\_and\\_attitudes\\_of\\_college\\_softball\\_players\\_participating\\_in\\_vept](http://www.vizualedge.com/sports-vision-training/article/41/perceptions_and_attitudes_of_college_softball_players_participating_in_vept)

Stine, C.D., Arterburn, M.R., Stern, N.S. (1982). Vision and Sports: a review of literature. *J Am Optom Assoc* 53(285), 92.

Stroup, F. (1957). Relationship between measurements of field of motion perception and basketball ability in college men. *Res Q Am Assoc Health Phys Educ*, 28, 72-76.

Valdés, H.M. (1998). *Personalidad y Deporte*. Barcelona: INDE Publicaciones.

Weineck, J. (2001). *Salud, Ejercicio y Deporte*. Barcelona: Paidotribo.

Whetstone, T.S. (1995). Enhancing psicomotor Skill development through the use of mental practice. *Journal of Industrial Teacher Education*, 32 (4).

Williams, A. M., Grant (1999) Training perceptual skill in sports. *International J of Sport and Exercise Psychology*, 30,194-220.

Williams, A.M. Ward, P. Knowles, J.M. y Smeeton, N.J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of experimental psychology*, 8(4), 259-70.

Wilson, T.A., Falkel, J. (2004). *Sports Vision: Training for better performance*. Champaign, Illionis: Human Kinetics.

Woodworth-Hobbs, M.E, Hobbs, T.Y., Mayle, M.D., Haff, G.G., Bryner, R.W. (2008). Effects of Sports vision enhancement training on softball athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Excercise* 40(5), 381.

Zarco, D., Gallego, I. (2010). *Actividad deportiva y visión*. En Vicente Rodríguez Salvador, Irene Gallego Lago y Diego Zarco Villarosa (Comps.), *Visión y Deporte* (pp. 23-29). Barcelona: Editorial Glosa.

Zhelyazkov, T. *Bases del entrenamiento deportivo*. (p. 67). Barcelona: Paidotribo

#### \* Recursos multimedia: Vídeos

1. Cinu34 (2008, Octubre 2008). *Dynamic Eye Glasses*. [video] Recuperado Diciembre 10, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=19FNdwKPHtw>
2. Jasmine12298 (2009, 25 Septiembre). *Reaction Ball*. [video] Recuperado Marzo 3, 2013 desde <http://www.youtube.com/watch?v=Q-SuMLI7qJA>
3. Slow The Game Down 1 (2007, Mayo 22). *Visual Performance X-Trainer*. [video] Recuperado Agosto 20, 2012, desde [http://www.youtube.com/watch?v=\\_GEjWS\\_ytJo&feature=player\\_embedded#!](http://www.youtube.com/watch?v=_GEjWS_ytJo&feature=player_embedded#!)
4. Drive Performance (2011, Noviembre 16). *iTrac Vision Training Highlights*. [video] Recuperado Mayo 3, 2013, desde <http://www.youtube.com/watch?v=TryDKfZ0Hs8>
5. SPARQ iBall. *SPARQ iBall*. [vídeo] Recuperado Marzo 3, 2013, desde <http://video.eastbay.com/?video=SPARQ-iBall&cat=Brands&catId=1030&vidId=10231&catTitle=SPARQ&Start=1>
6. Athletic Republic (2011, Septiembre 15). *Transferring Visual Skills to Sports Performance - Nike Vapor Strobes*. [video] Recuperado Diciembre 10, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=jPlmsuwtd78>
7. Robinson, B. (2011, Octubre 11). *Nike Strobe Goggles - Nike SPARQ Vapor Strobe Goggles*. [video] Recuperado Febrero 15, 2013, desde [http://www.youtube.com/watch?v=4txQ\\_ZWfsZI](http://www.youtube.com/watch?v=4txQ_ZWfsZI)

8. White, B. (2010, Agosto 27). *Training Athletes - Impulse Strobe Glasses - MJ-01S* - [www.mjimpulse.com](http://www.mjimpulse.com). [video] Recuperado Febrero 15, 2013, desde [http://www.youtube.com/watch?v=SWI4otWNYXs&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=SWI4otWNYXs&feature=player_embedded)
9. Gsu4321 (2006, 17 Octubre). *I-ON Eye Trainer TV Commercial*. [video] Recuperado Agosto 20, 2012, desde [http://www.youtube.com/watch?v=ljstkEVS\\_N0](http://www.youtube.com/watch?v=ljstkEVS_N0)
10. Maui Films (2008, 3 de Diciembre). Exercise your eyes with Dr. Jacob Liberman. [video] Recuperado Octubre 24, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=hQEbdD2ZfQQ>
11. Dynavision 123 (2013, Febrero 4). *Dynavision D2 Board Debuts at FSU with Phil Jones*. [video] Recuperado Diciembre 10, 2012, desde [http://www.youtube.com/watch?v=KzM-zFSR1Vg&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=KzM-zFSR1Vg&feature=player_embedded)
12. Octopus Trainer Aps (2009, Octubre 30). *Octopustrainer Video*. [video] Recuperado Febrero 15, 2013, desde <http://www.youtube.com/watch?v=XVAnlgzKYJU>
13. Fit Light Sports (2012, Octubre 29). *fitLight Trainer™ sample v 3.0 HD*. [video] Recuperado Febrero 15, 2013, desde [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=FTT4gFy\\_tyk#!](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=FTT4gFy_tyk#!)
14. Menkes76 (2009, Septiembre 18). *BATAK Pro reaction test, 138 in 60 seconds*. [video] Recuperado Noviembre 8, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=wQ93sSaw78M&feature=related>
15. Scott, S. (2013, Enero 14). *Sports Vision Training for Regular Kids & Elite Athletes*. Recuperado Febrero 15, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=kWxu2AhYoZo>
16. Visioncoach33 (2010, Enero 13). Vision Coach Interactive Light Board. [video] Recuperado Agosto 20, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=kbcXr5lxXAM>
17. Acceleration Naperville (2013, Abril 1). *Reaction Sports Training At Acceleration* [video]. Recuperado Mayo 12, 2013, desde [http://www.youtube.com/watch?v=pumGCLtvPVA&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=pumGCLtvPVA&feature=player_embedded)
18. FearZoneTV (2010, Abril 1). *Call of Duty 2 Gameplay HD* [video]. Recuperado Mayo 20, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=1Wp774bUvV4>
19. Pulse Coach2364 (2010, Abril 9). *Hawk Eye 2*. [video] Recuperado Febrero 15, 2013 desde <http://www.youtube.com/watch?v=N3Klpw2k20A>
20. Hawk-Eye (2012, Septiembre 18). *Hawk-Eye Cricket Simulator*. [video] Recuperado Noviembre 20, 2012, desde <http://vimeo.com/49668719>
21. Aroc0802 (2009, Octubre 6). *Nike SPARQ Sensory Training Train your brain to be clearer, quicker, faster*. [video] Recuperado Agosto 20, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=U5pbAisrrXc>

22. Rehnberg, F. (2012, Septiembre 3). *Getting Started With NeuroTracker Training*. [video] Recuperado Diciembre 10, 2012, desde <http://www.youtube.com/watch?v=HRP4gsKXXGQ>
23. TheQuick Board (2013, Mayo 6). *Sequence Drill*. [video] Recuperado Mayo 18, 2013, desde [http://www.youtube.com/watch?v=SeHI2hJzivY&list=UUJuYKMeW5FDXm8Or\\_2MM35g&index=1](http://www.youtube.com/watch?v=SeHI2hJzivY&list=UUJuYKMeW5FDXm8Or_2MM35g&index=1)
24. White, B. (2010, Septiembre 14). *John Wall's remarkable peripheral vision skills...* [video] Recuperado Febrero 15, 2013, desde [http://www.youtube.com/watch?v=xcnLJ\\_-y76o&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=xcnLJ_-y76o&feature=player_embedded)