



# TERAPIA VISUAL APLICADA AL DEPORTE



Grado en Óptica y optometría

Universidad de Sevilla

Facultad de Farmacia

Rocío Parra Cortés



# TERAPIA VISUAL APLICADA AL DEPORTE

Universidad de Sevilla-Facultad de Farmacia

Grado en óptica y optometría

Trabajo de fin de Grado

(Revisión Bibliográfica)

Rocío Parra Cortés

Sevilla, 7/03/2020

Departamento de Física de la Materia Condensada/Óptica

Alfredo López Muñoz

## Resumen

La terapia visual deportiva se describe como el conjunto de técnicas que se usan con el fin de obtener un máximo rendimiento visual en el ámbito deportivo. Las primeras evidencias de esta disciplina se dieron en los años 50, desde ese momento hasta la actualidad ésta ha ido evolucionando y adquiriendo mayor reconocimiento. Es de vital importancia que se integre el entrenamiento visual y que el optometrista forme parte de un equipo multidisciplinar, en un ámbito tan importante como es el deporte.

Este trabajo ha consistido en una revisión bibliográfica que tiene como objetivo principal mostrar la influencia de la terapia visual sobre el rendimiento deportivo. Para ello, se ha realizado una exhaustiva búsqueda de artículos, de los cuales hemos extraído la información más relevante sobre el tema mediante la base de datos pubmed, scopus, dialnet y buscadores como Google Scholar.

A través de estos artículos se han establecido las principales áreas de actuación sobre las que se intervendrán con el objetivo de alcanzar el máximo rendimiento visual, que son: la educación, la corrección óptica, la protección y la terapia visual. En cuanto, a la terapia se han descrito las habilidades de mayor importancia en el ámbito deportivo y la aparatología que se usa para mejorarlas.

Tras el análisis de los documentos obtenidos se ha llegado a la conclusión de que no hay suficientes evidencias científicas y por ello, es de vital importancia hacer estudios complejos y exhaustivos sobre el tema.

Palabras claves: “visión y deporte”, “terapia visual deportiva” y “optometría deportiva”.

## Índice

Resumen.....	2
1. Introducción .....	4
2. Objetivo de la revisión .....	7
2.1 Objetivo general:.....	7
2.2 Objetivo específico:.....	7
3. Metodología .....	7
4. Resultados y discusión .....	8
4.1 Áreas de actuación .....	8
4.1.1 Educación e información a deportistas, entrenadores, preparadores, etc. ....	8
4.1.2 Protección ocular.....	8
4.1.3 Corrección óptica .....	9
4.1.4 Habilidades visuales en deportistas .....	13
4.1.4.1 Evaluación de las habilidades visuales.....	20
4.1.5 Entrenamiento visual aplicado al deporte .....	21
5. Terapia visual aplicada al deporte: .....	22
5.1 Tipos de terapia visual aplicada al deportista según los aparatos utilizados: .....	23
5.1.1 Técnica con materiales optométricos. ....	23
5.1.2. Gafas especiales. ....	23
5.1.3. Instrumentos con luces. ....	25
5.1.4. Sistemas avanzados. ....	28
6. Conclusión.....	32
7. Bibliografía .....	33

## 1. Introducción

En la actualidad es muy difícil imaginar la vida de los seres humanos aislados los unos de los otros. El ser humano ha tenido que establecer contacto con los de su especie para poder sobrevivir realizando actividades en conjunto. Las primeras civilizaciones eran sedentarias, ya que se dedicaban a la recolección de fruta y a la caza. Después fueron estableciéndose en asentamientos, dedicándose a la cría de animales y al cultivo de alimentos. Fue en ese momento cuando aparece la figura del “jefe” que organizaba las tareas. A partir de ese momento surge el afán del hombre por ser el más poderoso y estas ansias de poder fueron las causantes de las primeras guerras entre las distintas poblaciones. Es entonces cuando nace la necesidad de entrenar tanto física como psíquicamente con el fin de llegar a ser los vencedores. No siempre han sido razones bélicas las que han motivado al ser humano a hacer ejercicio. El hombre realizaba actividad física desde tiempos remotos por varios motivos, entre ellos están tanto entretenerse como mantenerse en forma, ya que vivir de forma colectiva hace que el ser humano se compare los unos con los otros, además de la importancia que adquiería ganar diferentes retos físicos (Rodríguez-Salvador et al., 2010).

Desde entonces el término de actividad deportiva ha ido evolucionando hasta conocerse en la actualidad como una actividad física que se realiza a modo de juego o competición, y cuya ejecución está regulada mediante un conjunto de normas y puede mejorarse mediante entrenamiento.

En los últimos años el deporte ha alcanzado un gran auge social. Solo en Europa aproximadamente el 20% de la población practica deporte (Roncagli, 2006). Este fenómeno ha provocado que cada vez más ciencias se especialicen en esta área, como es el caso de la nutrición, la podología, la psicología, la fisioterapia, la medicina y la optometría deportiva; todas ellas con el fin de mejorar el rendimiento del deportista.

Es evidente la necesidad de tener un buen funcionamiento del sistema muscular, cardiovascular, respiratorio, etc., durante la práctica deportiva, por este motivo se realizan entrenamientos para mejorar su rendimiento. Tan obvio como la necesidad de entrenar estos sistemas lo es entrenar el sistema visual. La visión es esencial en la práctica deportiva, ya que el 85% de los estímulos que controlan los mecanismos de acción son visuales. La visión es esencial en medios dinámicos que están en constante cambio, como es el caso del fútbol donde tanto el balón como los jugadores están en continuo movimiento (Quevedo-Junyent y Seres-Revés, 2007). Por este motivo tiene gran importancia hacer revisiones visuales en los deportistas cada determinado

tiempo, ya que deficiencias en el sistema visual o en el procesamiento cognitivo influirán negativamente en su rendimiento (Erickson, 2007).

Sin embargo, la influencia del sistema visual en la práctica deportiva varía en función de los factores externos y el deporte en cuestión. Es una realidad que la visión no es imprescindible para la práctica deportiva, ya que con un duro entrenamiento y un gran esfuerzo se pueden entrenar otros sentidos como hacen personas con discapacidad visual. Esto no quita relevancia al papel de la visión en el deporte, ni a la capacidad de realizar movimientos precisos que esta le aporta (Zarco-Villarosa y Gallego-Lago, 2010).

Esta relación del sistema visual con la práctica deportiva hizo posible que se desarrollara el término de “optometría deportiva”, cuyo objetivo es corregir las posibles ametropías y potenciar las habilidades visuales mediante un conjunto de técnicas denominadas “terapia visual”. Sin embargo, el sistema visual no tiene gran reconocimiento en la actualidad y muchos escépticos dudan de los efectos beneficiosos de la terapia sobre dicho sistema y la repercusión de este sobre el rendimiento deportivo (Quevedo-Junyent y Solé-Fortó, 1994).

Un claro ejemplo de ello es que en muchas ocasiones los jugadores fallan sin ningún motivo técnico aparente y estos pueden ser atribuidos a errores visuales no corregidos o no potenciados. Por ejemplo, un jugador de fútbol que tarda mucho tiempo en recuperar la visión nítida al cambiar la mirada de cerca hacia lejos debido a una patología acomodativa, lo cual impedirá que el deportista pueda cambiar la visión rápidamente del balón hacia su oponente. En este caso la terapia visual hubiese sido determinante para ganar o perder un partido.

Esta disciplina es relativamente reciente, ya que los primeros estudios realizados datan de principios del siglo XX (García et al., 1993). Se tiene constancia de que ciertos optometristas trataron un equipo de atletismo en los años 50 en EEUU, y una década después, otro grupo de optometristas asesoraron a un equipo de béisbol. En la década de los 70, los optometristas empiezan a prestar sus servicios a los deportistas de manera generalizada y aparecen algunas publicaciones que empiezan a estudiar este ámbito de la optometría y la influencia del entrenamiento visual en el rendimiento deportivo. Fue en EEUU donde se usó por primera vez el término de optometría deportiva. No fue hasta los Juegos Olímpicos de 1984 donde se estableció por primera vez un programa de control visual para los deportistas olímpicos, el cual fue desarrollado por el Comité Olímpico de los Estados Unidos y la AOA (American Optometric Association) (Guerrero-Morilla, 2006).

Años más tarde la Optometría deportiva se extendió por Europa en países como Italia, Holanda, Inglaterra y España. En 1988, fue el año en que se creó en Roma la Academia Europea de la Visión Deportiva, con el fin principal de desarrollar la visión deportiva.

Respecto a la situación en España, en 1987, surge el Centro de Alto Rendimiento para deportistas de élite (CAR) en Sant Cugat del Vallés, con el fin de adquirir las habilidades necesarias para triunfar en las próximas Olimpiadas en Barcelona de 1992. Este mismo año se crea en Madrid, el centro Sport Vision, el cual fue un referente y pionero de la visión deportiva en nuestro país. En este mismo año la empresa de lentes de contacto Bausch y Lomb, crea un Centro Olímpico de Visión en el que se analizaron las habilidades de los deportistas de élite (Classé, 1993). Fue en estas Olimpiadas de Barcelona de 1992 donde un estudio realizado por Roncagli (1992), reveló que aproximadamente el 30% de los deportistas tenían errores refractivos y no alcanzaban su máxima AV. Dos años más tarde, el CAR y la Universidad Politécnica de Cataluña crean un convenio donde fundan el Centro de Visión Especializado Deportivo, ubicado en CAR, con el objetivo de mejorar y cuidar el sistema visual en los deportistas de élite. Este Centro de visión especializado en deporte, aparte de investigar cómo mejorar las habilidades, tiene como objetivo hacer conocer la relevancia que tiene el sistema visual en la práctica deportiva. En este mismo año se añade al plan de estudio de la Universidad de Óptica y Optometría de Terrasa, la Visión y Deporte como una asignatura opcional. Por último, en 1996 se creó el grupo de Visión deportiva especializado fundamentalmente en las modalidades de baloncesto y fútbol, en la Universidad de Valencia (Zarco-Villarosa y Gallego-Lago, 2010).

En la actualidad varios autores trabajan en este ámbito creando contenido para que la optometría deportiva se haga a conocer, como es el caso de las Jornadas Nacionales de Visión y Deporte realizadas en Lleida en el año 2006, donde se decidió crear un monográfico publicado en la revista de Apunts. Educación Física y Deportes del INEFC (Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña).

Gracias a la tecnología y a la investigación, en la actualidad se han creado instrumentos específicos para el entrenamiento visual y para valorar las habilidades visuales como el DinVA 3.O. Pese al interés que ha surgido y los avances en los últimos años, esta disciplina sigue sin tener el reconocimiento que se merece.

## 2. Objetivo de la revisión

### 2.1 Objetivo general:

- ✓ Validar el efecto que produce la mejora de las habilidades visuales sobre el rendimiento deportivo.

### 2.2 Objetivo específico:

- ✓ Indicar la importancia de la visión en el deporte.
- ✓ Situar la optometría deportiva en el contexto histórico.
- ✓ Determinar las habilidades visuales más importante en el deporte.
- ✓ Conocer los aparatos más usados en la terapia visual aplicada al deporte.
- ✓ Estudiar los efectos de la terapia visual sobre las habilidades visuales.

## 3. Metodología

Para comenzar la revisión bibliográfica y alcanzar los objetivos propuesto se empezó examinando en el buscador Google Scholar las palabras “sport and vision”, lo que nos llevó a un gran número de artículos que citaban constantemente al libro titulado “Visión y deporte” de Vicente Rodriguez (2010). Se obtuvo un ejemplar de este libro y fue de donde se tomó gran parte de la estructura general del trabajo. Con esa misma palabra clave se halló el libro titulado “Sport Vision” (Erickson,2007), y de este se obtuvo información de gran relevancia para redactar el apartado cuatro. Una vez que se había realizado la estructura se empezó a buscar en las siguientes bases de datos:

-PubMed

-Scopus

-Dialnet

Con el objetivo de hallar los aparatos más usados y la repercusión de estos sobre las mejoras de las habilidades visuales, se utilizaron las siguientes palabras clave en estas bases de datos: “visual enhancements”, “visual performance”, “sport visual training”. Mucha de la información recogida pertenece a fuentes no tan recientes, ya que parecían más fidedignas y relevantes. Una vez que se halló los instrumentos más usado y novedosos en este ámbito, el objetivo fue determinar qué habilidades visuales se mejoraba con dichos aparatos. Para ello, las palabras



claves que se habían usado fueron el nombre del dispositivo acompañada de la palabra “visual training” AND “sport”.

Desafortunadamente no se habían realizado estudios sobre la eficacia de algunos de los aparatos y, además, parte de la información que se expuso de alguno de ellos fue adquirida de la página web oficial.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Áreas de actuación

Para alcanzar el máximo rendimiento visual debemos actuar sobre distintos aspectos como son: la educación e información a deportistas, entrenadores, preparadores, etc., protección ocular, corrección óptica y el entrenamiento visual.

#### 4.1.1 Educación e información a deportistas, entrenadores, preparadores, etc.

La visión en el ámbito deportivo no adquiere la relevancia que realmente le corresponde. Las investigaciones sobre este tema son relativamente escasas, por eso, muchos de los deportistas no se han sometido a un examen visual y la gran mayoría encuentran el entrenamiento visual como no efectivo. Sin embargo, la visión es responsable del 80% de la información que se recibe del exterior, lo que significa que una alteración del sistema visual (mala percepción de la profundidad, de colores, ametropías, etc.) podría dar lugar a una mala práctica deportiva.

Crear conciencia de la importancia del sistema visual en la práctica deportiva es esencial para que muchos deportistas se sometan a exámenes visuales profundos y puedan mejorar su rendimiento mediante el entrenamiento visual (Guerrero-Morilla, 2006).

#### 4.1.2 Protección ocular

Se estima que el 90% de las lesiones oculares que se producen en el deporte podría evitarse por medio de protección ocular. Muchos de estos medios no se usan, ya que afecta psicológicamente al deportista, limita su campo visual o simplemente no se sienten cómodos con ella (Morales-Acuña et al. , 2018).

Cada deporte se expone con más frecuencia a un determinado tipo de lesiones, variando, por lo tanto, las necesidades de protección en cada una de ellos. Las lesiones que se producen pueden ser de naturaleza física, química, o bien mecánicas.

El ser humano dispone de medios de protección naturales. En el caso de los ojos, están protegidos por las cejas, párpados, pómulos y nariz (Quevedo-Junyent, Seres-Revés, 2007). Durante la práctica de determinados deportes esta protección es insuficiente y se pueden llegar a producir dos tipos de **lesiones mecánicas**: traumatismos (ocasionado por golpes del oponente, raquetas, etc.) y lesiones penetrantes (frecuentes en tiro con arco o jabalinas). Para prevenirlas existen gafas de protección que intentan disipar uniformemente la fuerza del impacto y en el caso de las segundas se utilizarían gafas de protección, mallas protectoras oculares y faciales.

Las menos frecuentes son las **lesiones químicas**. Suelen darse en deportes acuáticos debido al cloro y los productos de conservación del agua. Para evitar estas lesiones se usan gafas protectoras adaptadas a este tipo de deportes.

Por último, están las **lesiones físicas** producidas por radiación. Como bien sabemos la radiación UV produce efectos nocivos a largo plazo como la queratitis, cataratas, pinguécula, riesgo de melanoma, etc. Por este motivo se recomiendan gafas de protección UV envolventes para deportes al aire libre. (Rousselot-Ascarza y Hoskin, 2020)

Es necesario que se cumplan unas series de medidas para que la protección sea cómoda, no se restrinja el campo visual y se respete el aspecto del deportista (Elizalde, 2011). Para que se cumplan todas estas características existen unas normativas europeas específicas que facilitan un uso seguro. Dichas normativas son:

- UNE-EN 166:2002. Protección individual de los ojos. Especificaciones.
- UNE-EN 174:2001. Protección personal de los ojos. Gafas integrales para esquí alpino.
- UNE-EN 1731:2007. Protección individual de los ojos. Protectores oculares y faciales de malla.
- UNE-EN 13178:2000. Protección individual de los ojos. Protectores oculares para usuarios de motos de nieve.

#### 4.1.3 Corrección óptica

Tener una buena agudeza visual (AV) es esencial en la práctica deportiva. Aunque las capacidades visuales de los deportistas son superiores, la incidencia de ametropías en este grupo son muy similares a la de la población sedentaria (Quevedo-Junyent y Solé-Fortó, 2007). La función del optometrista en este caso es estudiar las necesidades principales del deportista y encontrar la corrección óptica más adecuada en cada caso. Es importante no desechar los

defectos refractivos pequeños para que el deportista alcance su máxima AV (Mohammadi et al., 2016), ya que una dioptría miópica puede suponer una pérdida visual del 10%.

Los tres medios de corrección principal son: las gafas, las lentes de contacto y la cirugía refractiva. En los últimos años, estos métodos se han ido desarrollando para que sean útiles y cómodos en todo tipo de prácticas deportivas. En este caso estudiaremos las ventajas y desventajas de cada uno de ellos en la práctica deportiva:

- *Cirugía refractiva:*

Modalidad de la oftalmología más solicitada por los pacientes debido a la posibilidad de prescindir de gafas o lentes de contacto. En los deportistas practicar deporte sin medio de corrección supone una gran ventaja, pero no en todos los casos es posible y en ciertas ocasiones no suele ser la mejor opción.

Hay varias técnicas quirúrgicas las cuales estarán indicadas para determinados pacientes según las características del mismo y el deporte que practique. Para saber si se puede realizar una intervención quirúrgica o no, lo primero es hacer un examen exhaustivo y ver si el paciente entra dentro de los criterios de inclusión. Después hay que tener en cuenta el deporte que practica y si es profesional o aficionado. El tiempo de recuperación es un factor que se relaciona con el tipo de deporte y que debe de tenerse en cuenta, pues si practica un deporte de contacto este será de aproximadamente 3 meses, mientras que si el deporte no implica riesgo de traumatismo el tiempo de recuperación se reduciría a 15 días. Según todos estos datos se elegirá una técnica quirúrgica u otra. Por otro lado, habrá ocasiones en las que determinadas ametropías solo podrán ser intervenidas por una única técnica, como, por ejemplo, las grandes miopías (más de 10'00D) donde solo se podrá poner lente intraocular fáquica para corregir la ametropía.

Otro ejemplo de limitación sería el caso de realizar deportes colectivos o de contacto en cuyo caso no podrían ser intervenidos con la técnica LASIK, pues corren riesgo de que el colgajo se desprenda aún habiendo pasado años desde la intervención. En la siguiente tabla (Tabla 1) se exponen algunas de las ventajas e inconvenientes de cada intervención quirúrgica que limitaran su uso (Alonso-Muñoz y Lleó-Peréz, 2010).

TÉCNICA QUIRÚRGICAS		VENTAJAS		INCONVENIENTES
Técnicas extraoculares	Técnicas incisionales: queratotomía radial, etc.			Contraindicada en deportista (sobre todo en deportes de contacto).
	Técnicas con láser excímero	Técnicas de superficie:	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No colgajo corneal</li> <li>○ ↓ Riesgo de ectasia</li> <li>○ Se puede realizar en pacientes con córneas más delgadas y queratometrías extremas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Molestias postoperatorias</li> <li>○ Haze</li> <li>○ ↓ AV (por la aparición de complicaciones como halos, deslumbramiento, alteración de la visión nocturna, etc.)</li> </ul>
		LASIK	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Recuperación rápida</li> <li>○ Ausencia de dolor</li> <li>○ Corrige defectos refractivos altos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ↓ Sensibilidad al contraste</li> <li>○ Riesgo de sufrir alteraciones por desprendimiento de colgajo (incluso años después de la cirugía)</li> </ul>
	Termoqueratoplastia	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seguros</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ↑ Riesgo de regresión del defecto refractivo</li> </ul>
	Técnicas con anillo intraestromales 8en queratoconos y ectasias corneales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se realizan en ambulatorios</li> <li>○ Indoloros</li> <li>○ Recuperación rápida</li> </ul>		
Técnicas intraoculares	Implantes de lentes tras extracción del cristalino	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pacientes jóvenes con cataratas</li> <li>○ Pacientes mayores con defectos refractivos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mala visión intermedia</li> <li>○ Pupilo dependiente</li> <li>○ Necesita buena iluminación</li> <li>○ Halos nocturnos</li> </ul>
	Implante de lentes fáquicas	Pacientes menores de 45 años con grandes errores refractivos que no pueden ser intervenido con otra técnica		Está en desuso

*Tabla 1: Ventajas e inconvenientes de las distintas intervenciones quirúrgicas sobre el rendimiento deportivo. (Alonso-Muñoz L., Lleo-Peréz A., 2010).*

- *Gafas:*

Protegen al ojo de lesiones y corrigen ametropías. Este tipo de medio de corrección está muy limitado por sus características, ya que reducen el campo visual, provocan efectos prismáticos, pueden ser empañadas por el sudor o el vapor, y pueden producir aberraciones. El llevar gafas en deportes de contacto puede suponer un riesgo intrínseco. Sin embargo, aportan una AV estable, lo que hace que sean elegidas por muchos deportes, como sería el caso del tiro con arco o tiro olímpico (Quevedo-Junyent y Sere-Revés, 2007). Además, mediante el coloreado de sus lentes también se aumentará el confort y el rendimiento deportivo (Alonso-Muñoz y Lleó-Peréz, 2010).

Los fabricantes están estudiando continuamente para crear modelos que sean cada vez más eficientes y que se adapten mejor a cada disciplina. Para que las gafas sean funcionales deberían tener una serie de características como serían la resistencia a los impactos o la ligereza del material, entre otros.

- *Lentes de contacto:*

Las lentes de contacto (LC) son consideradas por muchos autores como Quevedo-Junyent y Sere-Revés, 2007, y Erickson, 2007, el mejor método de corrección para los deportistas. En 2003, Griffiths realizó un estudio donde contabilizó que aproximadamente 9 millones de personas podrían mejorar su visión hasta un 25 % con el uso de LC. Estas eliminan los inconvenientes de otros medios de corrección, aumentan el campo visual periférico hasta un 15%, evitan los reflejos, etc.

Aunque existen varios tipos de LC como las rígidas o las híbridas, las más utilizadas en la práctica deportiva son las blandas y dentro de estas, las desechables. La preferencia por estas lentes se debe a que aportan una alta calidad visual y un buen confort para el deportista, y, además, no requieren de mantenimiento. En el caso de astigmatismos elevados solo se podrán usar lentes rígidas, que proporcionarán una mejor AV en estos casos. Dentro de las lentes de contacto rígidas están las lentes de orto-k. Esta lente se coloca de noche y aplanan la curvatura de la córnea corrigiendo miopías de hasta cuatro dioptrías y astigmatismo hasta uno y medio. La desventaja de este método es el aumento de aberraciones de alto orden, provocando de este modo la disminución de la AV (Erickson, 2007).

Nike Maxsight son un tipo de LC blandas que se han creado específicamente por las empresas Bausch and Lomb y Nike, para ser usadas durante la práctica deportiva. Gracias a sus tintes

pueden filtrar determinadas longitudes de ondas y de este modo aumenta el contraste y reducen los deslumbramientos, además, eliminan entorno al 95% de la radiación UV. Se crearon dos tipos de lentes: una de color ámbar usadas para destacar el objetivo del fondo, y, por otro lado, las de tinte verde-grisáceo para deportes que se realizan al aire libre con luz intensa (Alonso-Muñoz y Lleó-Peréz, 2010).

Las consideraciones a tener en cuenta para elegir el tipo de LC serían, en primer lugar, las condiciones ambientales donde se realiza el deporte, el tipo de deporte y sus exigencias; y las circunstancias personales de cada atleta. Por lo general, en ambientes seco o fríos se suelen recomendar lentes de bajo contenido acuoso para evitar la deshidratación de la lente. Para deportes donde requieran movimientos oculares excesivos se recomiendan lentes de gran diámetro para evitar la caída y movimiento de la lente. En el caso de los deportes acuáticos, también se recomiendan diámetros grandes para que se adhiera mejor al ojo y evitar su pérdida. Aunque en este tipo de deportes existe una gran controversia en si es o no adecuado el uso de LC en el agua. Muchos fabricantes desaconsejan su uso en los deportes acuáticos (IACLE, 1998), debido a los daños que pueden causar el acumulo de cloro, u otros elementos en las lentes. Además, se pueden producir queratitis por acanthamoeba (Gornik y Kuna-Grygiel, 2004). Por eso en el caso de usarlas se recomienda el uso de gafas herméticas que eviten que la lente entre en contacto con el agua y de este modo quede exenta de problemas (Spinnell, 1993).

No hay que olvidar que este tipo de corrección puede producir complicaciones como queratitis, conjuntivitis, etc., si no se le da un uso adecuado. Es esencial llevar una buena higiene, respetar el reemplazo recomendado por el óptico y no llevar la lente más tiempo del indicado. Si a pesar de estas indicaciones se siente algún tipo de molestias es esencial consultarlo con su óptico.

#### 4.1.4 Habilidades visuales en deportistas

El ser humano está capacitado de determinadas habilidades visuales que le aportan una correcta visión. Estas habilidades se heredan, pero también pueden aprenderse y mejorarse mediante terapia visual. Según la modalidad deportiva que se realice, determinadas habilidades visuales cobrarán mayor relevancia que otras (tabla 2).

Las habilidades que influyen en el deporte son: agudeza visual estática, agudeza visual dinámica, acomodación-convergencia, visión binocular, coordinación óculo-segmentaria, tiempo de reacción visual, sensibilidad al contraste, campo visual, visión cromática, motilidad ocular y concentración visual.

Algunos estudios afirman la superioridad visual de los deportistas frente a la población sedentaria como son los casos de Boden et al. (2009). Esto puede ser motivado porque el deportista posee genéticamente habilidades visuales superiores o al realizar ejercicio se ha realizado un entrenamiento visual de manera implícita mediante las repeticiones, o ambas a la vez (Ciuffreda y Wang, 2004).

	AVE	AVD	CS	VA	SA	EM	ACC	E-H,E-F	VF
Golf	3	1	1	3	5	2	3	5	2
Beisbol	3	4	1	1	5	5	3	5	5
Fútbol americano	4	5	2	1	5	5	4	5	5
Baloncesto	4	5	1	1	5	5	3	5	5
Tenis	4	5	2	1	5	5	3	5	3
Fútbol	3	5	1	1	4	5	3	5	3

(AVE) agudeza visual estática, (AVD) agudeza visual dinámica, (CS) sensibilidad al contraste, (VA) agudeza visual de vernier, (SA) agudeza visual estereoscópica, (EM) motilidad ocular, (ACC) Acomodación, (E-H) Coordinación ojo-mano, (E-F) Coordinación ojo-pie y (VF) Campo visual. Donde 5 es muy importante y 1 no es importante

*Tabla 2: La importancia relativa de determinadas habilidades visuales para los deportes comunes en los EE.UU. (Ciuffreda y Wang, 2004).*

○ *Agudeza visual estática*

La agudeza visual estática (AVE), se define como la capacidad de distinguir con nitidez las imágenes de objetos cuando, tanto el sujeto implícito como el objeto observado, permanecen estáticos o en estado de reposo. Esta es la base del resto de habilidades. La AVE se ve afectada por varios aspectos como: contraste, iluminación, tiempo de observación, edad y colores.

○ *Agudeza visual dinámica*

Agudeza visual dinámica (AVD) se define como la capacidad de distinguir con nitidez las imágenes de objetos cuando existe movimiento relativo del sujeto implícito, del móvil observado o de ambos.

El sistema visual es muy importante para guiar los actos y conductas motoras del ser humano en su hábitat. En concreto, la visión dinámica es sumamente importante para realizar distintas actividades como es el caso de la práctica deportiva, donde existen una gran cantidad de estímulos en movimientos.

La AVD se ve afectada por determinados factores externos como son:

- Luminancia: es otro factor que afecta a la AVD, cuando la iluminación no es excesiva, ni tampoco es escasa, la AVD será mayor.
- Contraste: a mayor contraste entre el móvil y el fondo mejor será la AVD.
- Trayectoria del móvil: las trayectorias irregulares proporcionarán peor AVD que las trayectorias rectilíneas.
- Edad: la AVD empieza a disminuir aproximadamente a partir de los 20 años de edad (Burg, 1966).
- Tiempo de exposición del objeto: a menor tiempo de visualización del estímulo visual más baja será la AVD.
- Velocidad: al aumentar la velocidad del estímulo la AVD se ve afectada negativamente. Muchos estudios difieren a partir de que velocidad angular se empieza a ver afectada la AVD. Este deterioro se debe a que la AVD aparte de depender de la resolución ocular como es el caso de la AVE, también depende de la motilidad ocular, es decir de la velocidad a la que los ojos se mueven para seguir al estímulo. Según autores como (Gresty y Leech, 1977), los ojos pueden seguir al estímulo aproximadamente hasta una velocidad de 30°/seg. Cuando la velocidad del estímulo supera esta velocidad los ojos no pueden seguir al estímulo mediante movimiento de seguimientos, entonces entran también en juego los movimientos sacádicos para evitar la errónea posición de la imagen retiniana. Por este motivo habrá personas que serán capaces de seguir al objeto hasta altas velocidades debido a su elevado desarrollo de los movimientos de seguimientos, mientras que otras que en cuanto empieza a aumentar la velocidad del estímulo inmediatamente dejan de verlo.

Existen varios estudios donde se demuestra que la AVD es superior en deportistas que en la población sedentaria (Uchida et al., 2012), (Ishigaki y Miyao, 1993) y (Uchida et al., 2013).



○ *Motilidad ocular*

Cualidad del sistema visual que permite dirigir la mirada en todas las direcciones del espacio para poder observar los objetos en movimiento de forma nítida, ya que gracias a estos movimientos la imagen se sitúa sobre la fovea en todo momento.

Como se ha mencionado anteriormente, la motilidad ocular es muy relevante en deportes donde existen estímulos en movimientos y que implica, por lo tanto, la intervención AVD.

Existen tres tipos principales de movimientos oculares voluntarios:

- Seguimiento: son movimientos conjugados de ambos ojos que permiten ver nítidamente objetos en movimiento gracias a que estos pueden perseguir al objeto durante la trayectoria. Estos movimientos alcanzan la velocidad del estímulo móvil, hasta que superan los 45°/s. Hay deportes como el fútbol o el rugby donde hay que seguir continuamente estímulos, y son en estos deportes donde se ha demostrado que el rendimiento de los movimientos de seguimientos es mejor que en otras modalidades como la natación. Además, muchos estudios afirman que los movimientos de seguimientos son susceptibles a la mejora mediante el entrenamiento visual (Harris et al., 2020).
- Sacádicos: son movimientos rápidos (700-1000°/seg) de ambos ojos, que permiten cambiar la fijación de un punto a otro en el espacio donde se encuentra otro estímulo visual y llevar a la fovea rápidamente. En multitud de disciplinas deportivas necesitan seguir estímulos visuales que alcanzan grandes velocidades. Como es el caso del voleibol (remate, saque, etc), donde los estímulos alcanzan velocidades de 500°/seg y no pueden ser seguidos mediante movimientos de seguimiento. A altas velocidades es imposible enfocar los objetos para ser vistos nítidamente, pero si se puede seguir su trayectoria mediante movimientos sacádicos (Ridgway y Kluka, 1987).
- Fijación: el número de fijaciones se ve significativamente reducido cuando se trata de deportistas expertos con una alta experiencia, ya que conocen el entorno y las acciones relacionadas (Brad y Fleury, 1976).

○ *Sensibilidad al contraste*

La sensibilidad al contraste se define como “la capacidad del ser humano de discriminar diferencias de iluminación entre áreas adyacentes” (Leat et al., 1999). Esta habilidad se ve influenciada por determinados factores como el ángulo de visión, que cuanto mayor sea mayor

será la sensibilidad. Otro factor es la edad, ya que a mayor edad peor será la sensibilidad al contraste (Gálvez-González et al., 2014). La iluminación también le afectará, pues a mayor iluminación mayor será el contraste (sin pasar el nivel umbral).

Cuando se valora la sensibilidad al contraste se mide el umbral de sensibilidad mínimo que el sujeto necesita para distinguir un objeto del fondo sobre el que se sitúa. Variar el contraste durante la evaluación del resto de habilidades visuales, simulando las condiciones de contraste de la práctica deportiva, nos aportará medidas más objetivas.

Esta habilidad es especialmente importante en modalidades deportivas como son el ciclismo o el automovilismo, donde una buena sensibilidad al contraste puede evitar accidentes causados por la falta de discriminación de luminancia en la carretera (Guerrero-Morilla, 2006).

Siempre que la modalidad deportiva lo permita, esta habilidad puede mejorarse mediante el uso de LC o gafas con tintes especiales para ello. Varios estudios corroboran que esta habilidad puede ser mejorada también mediante entrenamientos (Gálvez-González et al., 2014).

- *Campo visual*

El campo visual se define como el espacio que es capaz de percibir el sistema visual sin necesidad de movimiento. El campo visual total está formado por la superposición de los campos monoculares. Las dimensiones del campo visual son: 150-160° Horizontal (90°-100° temporales y 60° nasal) y 130-135° vertical (60°-75°). Estas pueden variar según la anatomía de cada persona (ojos más hundidos o nariz más grande, pueden reducir el campo visual). A parte de esta limitación hay otro factor que influye sobre esta habilidad. Se trata de la velocidad, que cuanto mayor sea más se reducirá el campo visual. Dentro del campo visual se distinguen dos tipos: el central y el periférico.

- **Campo visual central:** es proporcionado por la mácula, esta es la zona de mayor número de conos de toda la retina. Gracias a esto el campo visual central proporciona la mayor AV y tiene una expresión visual cromática máxima. Este campo mide 40°.
- **Campo visual periférico:** este campo visual abarca toda la retina a excepción de la fovea. Proporciona la habilidad de reconocer, localizar y responder a estímulos visuales que se presentan por las distintas zonas del campo visual entorno al objeto en el que se ha fijado la mirada. La característica más destacable es la sensibilidad a movimientos.

En el caso de los deportistas es sumamente importante tener una buena simultaneidad del centro-periferia. Por ejemplo, en el caso del fútbol es muy importante fijar la mirada en el objetivo como puede ser un balón y ver el resto del campo visual como puede ser el jugador adversario. En diversos estudios se afirma que la sensibilidad de movimiento del campo visual periférico se puede mejorar mediante entrenamiento (Appelbaum1 et al., 2011).

- *Acomodación-convergencia*

Los sistemas vergenciales y acomodativos están íntimamente relacionados. La acomodación es la capacidad del sistema visual de aumentar su potencia con el objetivo de enfocar objetos a distintas distancias. Para poder ver objetos próximos, además de entrar en juego la acomodación también interviene la convergencia, que consiste en el movimiento de ambos ojos hacia la nariz a medida que el objeto se aproxima. Por último, también interviene la miosis que es la contracción de la pupila. Estos tres procesos reciben el nombre de triada acomodativa. Cuando el objeto se aleja se produce una relajación de sistema acomodativo, la divergencia y midriasis.

En el caso del deporte es sumamente importante que ambos sistemas funcionen en concordancia y adecuadamente, ya que en la mayoría necesitan seguir estímulos a distintas distancias, como es el caso del balonmano; o bien trabajar todo el rato a distancias medias y cortas, tal y como pasa en el caso del ping-pong. En deportes como el ping-pong pueden producirse fatiga de la flexibilidad acomodativa. Una deficiencia como esta puede hacer que el deportista falle continuamente. Es por tanto fundamental que el sistema acomodativo y el vergencial trabajen óptimamente y, para ello, se puede realizar terapia que mejore estas habilidades y de este modo sacar el máximo rendimiento.

En el estudio realizado por Roberts et al. (2017) demostraron que las habilidades de los jugadores de fútbol de la Premier League inglesa eran superiores a la del grupo que no hacían deporte, pero la vergencia acomodativa era especialmente rápida en los en los jugadores defensivos.

- *Visión binocular*

La visión binocular es aquella que se obtiene a partir de las dos imágenes que proceden de cada ojo y el cerebro fusiona creando una única.

Niveles de binocularidad

- Supresión: fijación monocular: los ojos funciona al mismo nivel.

- Visión simultánea: visión binocular sin fusión: cada ojo por separado recibe una imagen.
- Fusión plana: fusión de imágenes y campos sin estereopsis: fenómeno perceptivo que se produce a nivel cortical. Esta fusión plana permite a partir de la estimulación de ambos ojos que se produzca la integración de ambas imágenes, percibiendo de este modo una única imagen de un objeto.
- Estereopsis: percepción tridimensional: percepción de las tres dimensiones. Se debe a la disparidad retiniana horizontal.

La estereopsis es muy importante para los deportistas, pues gracias a la percepción tridimensional pueden deducir donde se encuentran los estímulos visuales durante la práctica deportiva, que serán necesario para calcular la fuerza con la que tirar un balón, la fuerza con la que golpear con una raqueta, una pelota, etc.

Para que se pueda dar es necesario corregir las posibles ametropías, tener una motilidad y fijación binocular correcta.

Varios estudios han demostrado que la estereopsis es mayor en deportistas de élite que en población sedentaria (Bonden et al., 2009) y que esta puede mejorarse mediante entrenamiento específico (Zwierko et al., 2015).

○ *Coordinación oculo-segmentaria:*

A pesar de que las respuestas motoras en el deporte pueden ser desencadenadas por distintos estímulos como los auditivos, la mayoría de veces son los estímulos visuales los que producen. Por este motivo, adquiere gran importancia la coordinación óculo-segmentaria, que se define como la capacidad del sistema visual de guiar los movimientos

El tiempo de reacción se define como el tiempo que tarda el sistema visual en captar la información procedente del exterior. Podemos distinguir dos tiempos de reacción: el sensitivo, siendo el tiempo que tarda el sistema visual en captar la información; y el motor, el tiempo que tarda en efectuarse una respuesta frente a ese estímulo. El tiempo de duración de estas fases aumentaran cuanto más difícil sea la tarea (Temprado y Famose, 1999).

La toma de decisiones es la habilidad de elegir entre todas las opciones posibles la más adecuada. Esta es la habilidad cognitiva y perceptiva, siendo la más crítica dentro del deporte.

Cuando el tiempo del que se dispone para tomar una decisión es breve (como por ejemplo los deportes con balón), el deportista debe de gestionar bien el tiempo, disminuyendo el tiempo de reacción o el tiempo de ejecución del movimiento (Durand et al., 1999).

Para minimizar el tiempo de reacción es necesario entrenar la toma de decisiones y para ello habrá que conocer las decisiones que los deportistas tendrán que tomar durante la práctica deportiva. La primera decisión que tiene que tomar el deportista es qué información es la más relevante dentro de su entorno para poder desechar las que tengan menor relevancia. Una vez haya seleccionado la información relevante puede usarla para anticiparse a las distintas circunstancias que se puedan dar (Tenebaum, 2003). En esta toma de decisiones también entran en juego muchos factores como la experiencia del deportista, los conocimientos del mismo, la estrategia individual, la ubicación del jugador, la concentración visual etc. (Grehaigine et al., 2001).

Se ha demostrado que la coordinación óculo-segmentaria puede mejorarse mediante entrenamiento, tal y como se muestra en el estudio realizado por Sáez Gallego et al. (2018), donde analizaron la eficacia de un programa que consistía en la orientación de la atención para mejorar la toma de decisiones y el rendimiento en la acción de bloqueo de voleibol. Los resultados mostraban que el tiempo de reacción de los deportistas había disminuido y como consecuencia se produjo la mejora de la toma de decisiones.

#### 4.1.4.1 Evaluación de las habilidades visuales.

Es importante reconocer las habilidades visuales que entran en juego durante la práctica deportiva en cada modalidad para así ser evaluadas por especialistas antes de poner en marcha el entrenamiento visual. El examen visual no se limita únicamente a valorar la AV estática como sucede en muchos casos, sino todas estas habilidades. De este modo se aseguran que el deportista posee una buena salud ocular y un correcto funcionamiento del sistema visual. Además, en el caso de encontrar alguna anomalía o deficiencia, el optometrista podrá poner en marcha el tratamiento o las pautas que la mejoren.

Para que el examen visual sea óptimo se requiere condiciones similares a las que se dan durante la práctica deportiva tanto en iluminación, contraste, distancias, movimiento, etc.

#### 4.1.5 Entrenamiento visual aplicado al deporte

El entrenamiento visual deportivo consiste en un conjunto de técnicas que están diseñadas y puesta en marcha de manera personalizada, con el objetivo de mejorar las habilidades visuales y por consiguiente alcanzar el máximo partido a nuestro sistema visual.

Como bien se ha mencionado anteriormente, el entrenamiento visual es personalizado para cada caso, ya que las habilidades visuales a mejorar serán distintas dependiendo de la modalidad deportiva practicada. Existen deportes en los que el objetivo está estático, como en el tiro con arco, y otros en los que se requiere el control de objetos en movimiento, como es el caso del balonmano.

La planificación del entrenamiento es esencial para alcanzar la mejora de las habilidades visuales. Hay que establecer unos objetivos para poder organizar el entrenamiento, y para por ello es necesario conocer los valores de referencia. En este caso se usarán los obtenidos en los deportistas de élite. El problema es la escasez de estos estudios que proporcione valores visuales óptimos. Autores como Coffey y Reichow (1990), Pilar PLou (2001), Sillero et al. (2007) han aportado estudios experimentales donde han medido las habilidades visuales de deportistas de alto nivel.

Previamente al entrenamiento visual es esencial realizar una evaluación completa de las habilidades visuales y, en especial, las que intervienen durante la práctica deportiva que realice el sujeto en cuestión. De este modo se analizará el rendimiento visual para marcar unos objetivos.

El proceso de entrenamiento se divide en tres fases (Quevedo-Junyent y Solé-Fortó,1995):

- **Entrenamiento visual general:** En esta fase se corrigen las posibles ametropías por el método que más se ajuste a la modalidad deportiva que practique. El fin es que el sistema visual funcione de manera óptima.  
Por ejemplo: jugador de ping-pong con una insuficiencia acomodativa. El objetivo en esta fase es conocer la causa que la produce para después restablecer los valores normales acomodativos mediante terapia visual.
- **Entrenamiento visual específico:** En esta segunda fase del entrenamiento se pretende potenciar las habilidades visuales específicas del deporte en cuestión. Esta fase se realiza en los gabinetes de optometría, donde se usan material específico para ello. Es

importante que durante la realización de los ejercicios se simulen las características de cada deporte, con la integración de motilidad ocular concreta.

- **Entrenamiento visual integrado:** Esta es la última fase y la más específica de todas. Esta fase, a diferencia del resto, se realiza en las instalaciones deportivas y con material deportivo. El objetivo principal de esta fase es:
  - Cambiar conductas visuales concretas.
  - Entrenar habilidades visuales e integrarlas en la práctica deportiva:
    - ✓ Tácticas (toma de decisiones).
    - ✓ Psicológicas (concentración, atención, etc.).
    - ✓ Físicas (fuerzas, resistencias, etc.).
    - ✓ Técnicas.

## 5. Terapia visual aplicada al deporte:

La terapia visual aplicada al deporte tiene como objetivo trasladar la terapia al mundo deportivo como bien indica su nombre. Se define como el conjunto de técnicas con las que se esperan conseguir una visión de máxima calidad, confortable y que no requiera esfuerzo durante la práctica deportiva, con el objetivo de mejorar el rendimiento deportivo (Erickson, 2007).

Antes de explicar los efectos de la terapia visual sobre el sistema visual, es importante comprender el proceso de la visión a nivel fisiológico. La luz atraviesa el globo ocular hasta llegar a la retina, una vez en la retina la energía luminosa es captada por los fotorreceptores y en ellos se produce la transducción de la energía luminosa en señales eléctricas. Estas señales eléctricas hacen sinapsis por las distintas células de la retina hasta llegar a las células ganglionares cuyos axones forman el nervio óptico. La señal eléctrica viaja por las células ganglionares hasta llegar al núcleo geniculado y en última instancia a la corteza visual primaria, donde procesan la información (vía aferente). Los mapas corticales están organizados en columnas de orientación y de dominancia o predominio ocular (procesan las aferencias que proceden de cada ojo). Una vez se ha procesado la información en la corteza se produce una señal eléctrica que se dirige al órgano efector (vía eferente).

La mejora de las habilidades visuales que produce la terapia visual se debe a la plasticidad cortical, esta es responsable de los cambios que pueden darse a largo plazo en los mapas corticales debido al aprendizaje repetitivo y la práctica. Cuando la práctica repetitiva cesa pueden revertirse los cambios en un determinado periodo (Merzenich y Decharms, 2006).

En varias ocasiones se ha demostrado la eficacia de la terapia visual sobre el sistema visual. La cuestión principal que aquí se plantea es si la mejora de estas habilidades repercute positivamente en el rendimiento de los deportistas, ya que en la actualidad hay pocos estudios que lo validan (Erickson, 2007).

#### 5.1 Tipos de terapia visual aplicada al deportista según los aparatos utilizados:

A continuación, vamos a recopilar algunos de los instrumentos más usados en la terapia visual aplicada al deporte.

##### 5.1.1 Técnica con materiales optométricos.

###### ➤ Cerdn de Brock

Consiste en una cuerda blanca con tres bolas de colores. El paciente debe colocarse una de las puntas de la cuerda en la nariz y la otra debe estar sujeta de manera que la cuerda quede extendida. A travs de este ejercicio podr mejorar su convergencia bien mirando la primera bola e intentando fusionar las bolas de fondo o bien dando saltos, es decir, mirando de una bola a otra. Este tipo de ejercicio se utiliza con mucha frecuencia en la optometría.

Se ha demostrado la eficacia del entrenamiento visual mediante el cordn de brock el cual produce mejoras significativas sobre la profundidad de campo y como consecuencia, en el rendimiento deportivo (Patti Andrich et al., 2017).

##### 5.1.2. Gafas especiales.

Vamos a mencionar tres de las gafas que se han desarrollado para realizar entrenamiento estraboscópico, a pesar de que existan otros tipos con finalidades distintas.

###### Entrenamiento estroboscópico.

El entrenamiento estroboscópico consiste en la interrupción visual durante la prctica deportiva, es decir, en trabajar en condiciones visuales deficientes con el fin de mejorar el rendimiento visual. El entrenamiento estroboscópico se puede llevar a cabo mediante luz estroboscópica (Figura 1) o gafas de control digital como son las gafas Nike Vapor Strobe (Figura 2), Impulse Strobe Glasses o Senaptec strobe (Figura 3).

En 2011 Nike desarrollo las gafas Nike Vapor Strobe, las cuales son las más usadas. Estas gafas usan un cristal líquido que tiene la capacidad de ponerse transparente u opaca, controlado



por dos botones. Nike ha dejado de fabricar este modelo, pero se ha creado uno nuevo llamado Senaptec strobe. Este modelo tiene algunas ventajas como el control programable de la secuencia y lentes aún más opacas con el objetivo de ser utilizado en ambientes muy luminosos.

La empresa *MJ Impulse Sports* desarrolló otro modelo llamado Impulse Strobe Glasses. Estas permiten programar la transmisión de opaco a transparente (Appelbaum y Erickson, 2016).



*Figura 1: Luz estroboscópica.*

*Figura 2: Gafas Nike Vapor Strobe.*

*Figura 3: Senaptec strobe.*

Estudios como los realizados por Appelbaum et al. (2011) demostraron la eficacia de las gafas Nike Strobe, ya que los jugadores que entrenaron con ellas experimentaron una mejora significativa en sus habilidades de sensibilidad al movimiento y atención en el campo central. Un año más tarde, Appelbaum et al., (2012) realizó otro estudio donde el grupo experimental entrenado con Nike Vapor Strobe habían mejorado la memoria a corto plazo tras este entrenamiento. En este mismo año, Smith y Mictroff (2012) comprobaron que tras el uso de Nikes Vapor Strobe mejoró la anticipación justo después del entrenamiento.

Holliday (2013) comprobó en su tesis que una semana de entrenamiento estroboscópico con las gafas Nike Vapor Strobe influía positivamente sobre la AVD.

Estos son algunas de las mejoras de las habilidades visuales originadas gracias al entrenamiento estroboscópico. Sin embargo, hay artículos como el de Mitroff et al. (2013) donde se estudia la influencia del entrenamiento sobre el rendimiento y se comprueba la mejora de la precisión con la que se lanzaba los discos en un equipo de hockey, tras el entrenamiento con Nike Vapor Strobe.

En la actualidad un estudio realizado por Ellison et al. (2020) demostró la mejora de la coordinación ojo-mano tras el entrenamiento estroboscópico llevado a cabo durante 10 días con Nike Vapor Strobe.

### 5.13. Instrumentos con luces.

Estos son algunos de los aparatos que se han creado con el fin de evaluar y entrenar la reacción motora visual y la velocidad de respuesta:

#### ➤ Dynavision D2

Dynavision D2 (Figura 4) es el resultado de la evolución y modificaciones llevadas a cabo hasta llegar al modelo actual, que consiste en un tablero luminoso que consta de 64 luces LEDS que se encuentran repartidas a lo largo del mismo, formando círculos concéntricos. El sujeto debe colocarse frente al aparato y tocar los objetivos lo más rápido posible a medida que van iluminándose, usando la visión central y periférica. Se puede añadir dificultad al ejercicio mediante tareas de equilibrio, verbales, etc. (Clark J et al., 2020).

Este dispositivo tiene dos usos principales: puede evaluar las habilidades visuales (registra los resultados) o entrenar la fusión visual, cognitiva y motora. En el ámbito deportivo se usa con el fin de acrecentar la conciencia visual, la coordinación mano-ojo y mejorar el tiempo de reacción. Se ha demostrado que el uso de Dynavision D2 reduce significativamente el riesgo de sufrir conmociones cerebrales en los jugadores (Clark et al., 2015). Aunque aún son escasos los estudios que demuestren los efectos del Dynavision D2 sobre las habilidades visuales en los deportistas, algunos artículos como el de Clark et al. (2015) y Feldhacker et al. (2019) han evidenciado la mejora del tiempo de reacción en ellos, y este último probó que los efectos duran hasta dos meses después del entrenamiento.



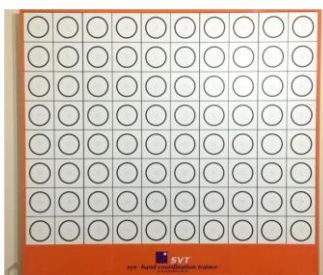
*Figura 4: Dynavision D2 (Mille et al., 2019)*

#### ➤ Sport Vision Trainer (SVT)

Sport Vision Trainer (SVT) (Figura 5) es un sistema creado por Pierre Elmurr con el fin de evaluar y entrenar la coordinación ojo-mano y la toma de decisiones. Existen dos versiones: una portátil con unas dimensiones de 135cmx60cm y 32 luces; y otra cuyas dimensiones son de

1.25mx1.25m y unas 80 luces. El color de las luces en ambos modelos puede cambiar (roja, verde y azul). El sujeto debe situarse delante del SVT y a medida que se van encendiendo las luces este debe tocarlas lo antes posible. Cada vez irá aumentando más la velocidad de aparición. (Página web oficial)

A pesar de los escasos artículos que validan la efectividad del SVT, Zupan et al., (2006) realizaron un estudio donde se entrenaban algunas habilidades con diversos aparatos, entre los que estaba SVT, y se demostró que el tiempo de coordinación ojo-mano se reducía significativamente a medida que aumentaba el número de secciones.



*Figura 5: Sport Vision Trainer (Zupan et al., 2006).*

#### ➤ Eyeport

Eyeport (Figura 6) fue diseñado en 2001 por Jacob Liberman. Consiste en un aparato alargado de unos 91 cm de longitud, compuesto por doce diodos puestos en fila a lo largo del mismo. Su posición puede ser modificada (horizontal, vertical y diagonalmente). Estos diodos emiten luz led roja y azul de forma alternante según su programación. Tiene tres modos diferentes con distintos patrones y diez velocidades. La razón de estos colores es que la luz roja estimula a la acomodación y la azul la relajación. Este instrumento va acompañado de unas gafas para que el aparato pueda usarse de manera monocular (una lente roja y otra azul).

El paciente debe acompañar visualmente a las luces que se vayan encendiendo, lo más rápido posible (Liberman y Horth, 2006) con el objetivo principal de aumentar la velocidad de procesamiento, la flexibilidad acomodativa y la eficacia de los movimientos sacádicos tanto horizontales como verticales.



*Figura 6: EyeportTM en posición horizontal (Lalama Guerrero, 2011)*

En 2011, Lalama Guerrero presentó un estudio que tenía como objetivo validar la efectividad del Eyeport sobre los lanzamientos de unos jugadores infantiles de tenis de mesa. Al analizar los resultados se aprecia un mejor rendimiento en los lanzamientos, pero existen algunas limitaciones en el estudio, ya que el grupo estudiado era tan solo de 10 personas y no había grupo control. Estas limitaciones hacen que los datos hallados sean menos objetivos (Lalama-Guerrero, 2011).

➤ **Wayne Sacadic Fixator**

El Wayne Sacadic Fixator (Figura 7) es un panel sensible al tacto compuesto por 33 luces LED repartidas formando circunferencias. Se puede colgar en la pared. Este aparato se usa con dos fines: evaluar o desarrollar la coordinación ojo-mano precisa, la conciencia central periférica y los tiempos de respuesta (Bernell, 2020).

El aparato consta de diferentes tipos de programas donde se pueden medir las distintas habilidades (puede variar la velocidad, el número de luces, etc.). Por ejemplo, para evaluar la conciencia central periférica se debe fijar la visión en la luz central y, mediante su visión periférica, localizar las luces que se encendían a su alrededor y tocarlas (Katie Foreman et al., 2016)



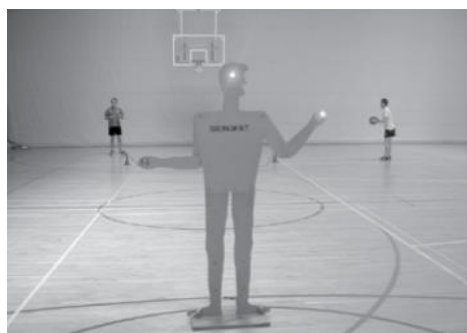
*Figura 7: Wayne Sacadic Fixator (Erickson, 2007)*

### ➤ Sicropat

En 1994, Quevedo y Solé crearon el muñeco de entrenamiento visual “Sicropat” (Figura 8). Fue diseñado para combinar el entrenamiento táctico, técnico, físico y psicológico con el visual. En cuanto al entrenamiento visual se pretende mejorar la visión periférica, el tiempo de reacción visual y los movimientos sacádicos.

El dispositivo mide 1,85 m y está dispuesto de unos pilotos luminosos (situados en la cabeza, manos y pies del muñeco), que son controlados mediante un programa informático. Al iluminarse las luces el deportista debe ejecutar una actividad en concreto, por ejemplo, si se ilumina la cabeza el sujeto debe fijar la mirada, si se ilumina los pies se debe hacer un tiro en suspensión y, por último, si se enciende la mano derecha se debe hacer una entrada por la izquierda.

Este método fue diseñado para ser ejecutado en la modalidad de baloncesto, pero puede ser usado en otras. Este dispositivo permite llevar a cabo entrenamientos más completos en todos los aspectos (Fortó y Quevedo, 1999).



*Figura 8: Muñeco de entrenamiento visual “Sicropat (Fortó y Quevedo, 1999).*

#### 5.14. Sistemas avanzados.

### ➤ Neurotracker 3D-MOT

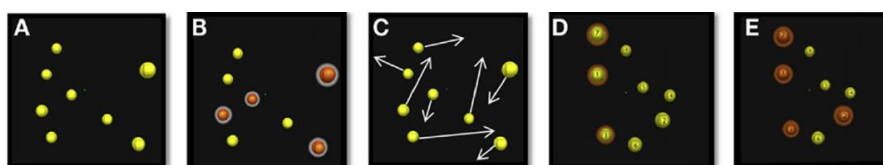
El Neurotracker es el nombre comercial que se le otorgó al programa de entrenamiento llamado *Seguimiento de Objetivos Múltiples Tridimensionales (MOT-3D)*. Este fue desarrollado tras 20 años de investigación por Dr. Jocelyn Faubert de la Universidad de Montreal. Consiste en un nuevo programa de entrenamiento 3D que tiene como objetivo la mejora de las habilidades perceptivas y cognitivas. Este dispositivo fue usado en varios ámbitos, pero tuvo una gran repercusión en el deportivo.

Para lograr la mejora de las habilidades visuales es esencial que las condiciones del entrenamiento sean óptimas, por ello el 3D-MOT se basa 4 características esenciales (Quevedo-Junyent et al, 2015):

- MOT (Trayectorial múltiple del objetivo).
- Campo visual amplio
- Umbrales de velocidad
- Estereopsis o percepción de la profundidad

Esta metodología hace que se cree escenas dinámicas que recrean algunas demandas fundamentales y de atención similares a la de las modalidades deportiva (Romeas et al., 2019).

Según el programa elegido hay que llevar a cabo una serie de tareas. En el entrenamiento realizado se escogió el programa 3D-MOT CORE, que consta de las siguientes fases (Figura 9) (Quevedo-Junyent et al, 2015):



*Figura 9: Fases del entrenamiento 3D-MOT (Romeas et al. 2016).*

- A) Se presenta 8 esferas de manera aleatoria por el espacio tridimensional virtual.
- B) El deportista debe identificar las 4 esferas que cambian de color (en 2 segundos), se explica al paciente que debe seguirla durante el proceso.
- C) Tras observarlo durante un breve tiempo estas vuelven al color que tenía en la fase A y se producen interacciones entre estas en el medio tridimensional durante 8 segundos (chocan las unas con las otras, se mueven y cambian su trayectoria).
- D) Las esferas en esta fase vuelven al estado de reposo y el deportista debe identificar y marcar las esferas que en la fase B habían cambiado de color.
- E) Retroalimentación. Si ha aceptado las 4 esferas se vuelve a repetir el proceso, pero esta vez aumentado un poco la velocidad con las que se mueve las esferas. En el caso contrario se disminuye la velocidad hasta que pueda identificarlas.

En 2015, Quevedo-Junyent et al. demostró que tras el entrenamiento llevado a cabo con Neurotracker en deportistas de distintas modalidades (Waterpolo, tenis y taekondo), se habían producido mejoras significativas en la mayor parte de las habilidades que se sometieron a

estudio (AVE, movimientos sacádicos, estereopsis y sensibilidad al contraste, atención selectiva) y como consecuencia se había mejorado el rendimiento deportivo (concentración visual, velocidad perceptiva y conciencia periférica del juego). Sin embargo, el estudio realizado por Frode-Moen et al. (2018) afirma que los resultados obtenidos tras el entrenamiento con Neurotracker MOT-3D producen mejoras específicas, pero estas no se transfieren a otras tareas del cerebro.

Con motivo de aumentar la transferencia de aprendizaje y mejorar la capacidad atlética se ha desarrollado otros estudios como el realizado por Romeas et al. (2019), donde se realizan estudios de doble tarea en los cuales se combina el entrenamiento perceptivo-cognitivo con la toma de decisiones motrices o perceptivas. Se demostró una mejora en el rendimiento deportivo en el grupo que combinaba el 3D-MOT con la toma de decisiones motrices.

#### ➤ Nike SPARQ Sensory Training Station

Nike SPARQ Sensory Training Station fue creada por Nike en 2011, con el objetivo de evaluar las habilidades visuales, perceptivas y motoras en los deportistas. Antes de evaluar al deportista se deben tomar los datos correspondientes a la demografía, a la modalidad deportiva, el historial de conmociones cerebrales y las cualidades visuales del individuo. Además, se creó una batería de pruebas digitales, que medía nueve habilidades visuales, las cuales eran: AVE, AVE, SC, percepción de la profundidad, coordinación ojo-mano, tiempos de respuesta, amplitud de percepción, flexibilidad acomodativa y prueba Go/No Go. El objetivo de crear dicha batería de pruebas era poder crear una base de datos donde poder guardar todos los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas a los deportistas de elite durante los años 2011 a 2015. Dichas habilidades visuales representaban el valor óptimo en el cual basarse a la hora de realizar nuevos entrenamientos.

Estudios como el de Erickson et al. (2011) y Wang et al. (2015) demostraron que la evaluación de las habilidades era fidedigna.

Otros autores como Appelbaum et al. (2016) y Krasich et al., (2016) comprobaron que algunas habilidades visuales podían mejorarse mediante las múltiples repeticiones de determinadas tareas. Por lo que, Estación Nike SPARQ puede ser usado para mejorar determinadas habilidades visuales.

## ➤ Plataformas de simulaciones.

Trabajar las habilidades visuales en el campo de juego es de gran importancia, pero en determinadas ocasiones no es posible.

Gracias al avance tecnológico se han creado plataformas de realidad virtual que pueden recrear entornos tridimensionales o bidimensionales con características similares al juego real y así promover ciertas habilidades visual-cognitivas específicas. Otros simuladores virtuales más económicos respecto a los anteriores son los dispositivos como Xbox o Nintendo Wii, pero presentan el inconveniente de que la recreación del juego es menos realista.

La incorporación de estas plataformas de simulación virtual al entrenamiento deportivo ha sido reciente. Empresas como Eon Sports VR, StriVR Labs y Axon Sports, han desarrollado simuladores digitales con el objetivo de ser empleados en el ámbito deportivo. A continuación, se exponen algunas de las funciones que realizan estas empresas.

### ▪ *Eon Deportes VR*

Ofrece simulaciones de béisbol y fútbol americano. La programación puede ser personalizada para que las condiciones imiten aún más a la de la práctica deportiva. Debido a sus actualizaciones permite observar con mayor exactitud la jugada del contrario.

En 2015, parte del equipo de Eon Sports realizó un experimento en el que participó 17 jugadores de fútbol. Dichos jugadores observaron varias repeticiones de jugadas durante tres días, provocando después una mejora en la toma de decisiones (Huang et al., 2015).

### ▪ *StriVRLabs*

Realizó simulaciones de realidad virtual para fútbol, baloncesto, béisbol y hockey. Las imágenes de estas simulaciones fueron tomadas durante la práctica deportiva física real, que luego serán proyectadas en pantallas que se colocan delante de los ojos.

### ▪ *Axon Deporte*

Está asociado con un gran número de instalaciones que se dedican al entrenamiento de deportistas, de este modo llegó a ser uno de los líderes en el entrenamiento cognitivo en deportistas. Ofrecen simulaciones de béisbol y fútbol en un programa personalizado (posición y modalidad deportiva).



Hay un gran número de simuladores virtuales que se emplean en el deporte como RunVirtual360, Beyond Sports, Swing-Track™, etc (Appelbaum, y Erickson, 2016).

A pesar del gran avance no se han encontrado artículos que estudien y validen la influencia del entrenamiento visual a través de realidad virtual.

## 6. Conclusión

Tras un exhaustivo estudio donde se ha seleccionado la información más relevante, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se ha producido un gran avance en la terapia visual deportiva en los últimos años, con gran desarrollo de aparatos especializados.
2. Se ha demostrado la influencia positiva que produce la terapia visual en las habilidades visuales de los deportistas.
3. A pesar de las evidencias de la influencia que ejerce la terapia visual sobre el rendimiento deportivo, los estudios son escasos y además presentan muchas limitaciones y poca especificidad.
4. Se presenta la necesidad de realizar futuras investigaciones que se enfoquen en:
  - Demostrar la influencia positiva de la mejora de habilidades visuales sobre el rendimiento deportivo.
  - Determinar aquellas habilidades más eficientes que produzcan mayores efectos en el rendimiento.
  - Crear métodos de entrenamiento más efectivos y concretos dependiendo de cada caso a tratar.
  - Crear una base de datos de población deportiva (capacidades visuales superiores) para marcar los objetivos a superar en cada entrenamiento.

## 7. Bibliografía

Alonso Muñoz L, Lleó Pérez A. Defectos refractivos y práctica deportiva. Corrección de ametropías. En: Rodríguez-Salvador V, Gallego Lago I, Zarco Villosa D. *Visión y Deporte*. Barcelona: Glosa; 2010:207-226.

Appelbaum LG, Erickson G. Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques. *Int Rev Sport Exerc Psychol*. 2016;11(1): 160–189.

Appelbaum LG, Lu Y, Khanna R, Detwiler K. The effects of sports vision training on sensorimotor abilities in collegiate softball athletes. *Athl. Train. Sports Health Care*. 2016; 8(4): 154–163.

Appelbaum LG, Schroeder JE, Cain MS, Mitroff SR. Improved Visual Cognition through Stroboscopic Training. *Front psychol*. 2011; 2(276): 1-13.

Bard C, Fleury M. Analysis of visual search activity during sport problem situations. *J Hum Mov Stud*. 1976; 3: 214-222.

Bernell. Bernell.com, Wayne Saccadic Fixator[Internet].Mishawaka, USA: Bernell.com; [Actualizado en 2020; citado el 12 de junio de 2020].Disponible en: <https://www.bernell.com/product/WAYNEFIX/Wayne>

Boden LM, Rosengren KJ, Martin DF, Boden SD. A comparison of static near stereo acuity in youth baseball/softball players and non–ball players. *J Am Optom Assoc*. 2009; 80(3):121-125.

Burg A. Visual acuity as measured by dynamic and static tests: A comparative evaluation. *Journal of Applied Psychophysics*. 1966; 18(6): 441-446.

Ciuffreda KJ, Wang B. Vision training and sports. En: Hung GK, Pallis JM. *Biomedical engineering principles in sports*. New York, NY: Kluwer Academic/ Plenum Publishers; 2004. 407-433.

Classé JG. *Optometry Clinics. Sports Vision*. Norwalk, CT. Appleton & Lange. 1993; 3(1):84-88.

Clark JF, Graman P, Ellis JK, Mangine RE, Rauch JT, Bixenmann B. et al. An Exploratory study of the potential side effects of vision training on concussion incidence in football. *OVP*. 2015; 3(2):116-125.

Clark J, Betz B, Borders L, Kuehn Himmler A, Hasselfeld K, Divine J. Vision Training and Reaction Training for Improving Performance and Reducing Injury Risk in Athletes. *JSPV*. 2020; 2(1): e8-e16.

Coffey B, Reichow AW. Optometric evaluation of the elite athlete. *Problems in Optometry*. 1990; 2: 33-58.

Durand M, Geoffroi V, Jacquemond L. Constancia y estabilidad de las tareas, invarianza de las adaptaciones motrices y técnica deportiva. En: Famose JP. *Cognición y rendimiento*. Barcelona: INDE; 1999. 155-175.

Elizalde J. Traumatismos oculares en el deporte. *Apunts. Educ. Fís. Deportes*. 2007; 88: 15-23.

Ellison P, Jones C, Sparks SA, Murphy PN, Page RM, Carnegie E, Marchant DC. The effect of stroboscopic visual training on eye–hand coordination. *Sport Sci Health*. 2020: 1- 10.

Erickson GB. Enhancement of Visual Skill in Sports En: Erickson GB. *Sport Vision. Vision care for the enhancement of sports performance*. Filadelfia: Butterworth & Heinemann; 2007. 183-221.

Erickson GB. Prescribing for the Athlete. En: Erickson GB. *Sport Vision. Vision care for the enhancement of sports performance*. Filadelfia: Butterworth & Heinemann; 2007. 94-138.

Erickson GB. Visual Performance. En: Erickson GB. *Sport Vision. Vision care for the enhancement of sports performance*. Filadelfia: Butterworth & Heinemann; 2007. 45-83.

Erickson G, Citek K, Cove M, Wilczek J, Linster C, Bjarnason B, Langemo N. Reliability of a computer-based system for measuring visual performance skills. *J Am Optom Assoc*. 2011; 82(9): 528–542.

Feldhacker DR, Molitor WL, Athmann A, Boell M, Kaiser A, Musch A, Willhite L. Efficacy of High-performance Vision Training on Improving the Reaction Time of Collegiate Softball Athletes: A Randomized Trial. *JSMASHS*. 2019; 4(6): 1-12.

Fortó JS, Quevedo L. Visión y deporte: hacia una metodología integradora. Un ejemplo en el baloncesto. *Apunts. Educ. Fís. Deportes*. 1999; 1(55): 85-89.

Moen F, Hrozanova M, Stiles T. The effects of perceptual cognitive training with Neurotracker on executive brain functions among elite athletes. *Cogent OA*. 2018; 5(1): 1-13.

Gálvez González J, Jaenes Sánchez JC, Caracuel Tubío JC. Efectos de un entrenamiento visual sobre la visión dinámica en mujeres mayores. *RMIP*. 2014; 31(1): 11-16.

García T, Martín Y, Nieto A. Visión deportiva. *Gaceta*. 1993; 273 (Supl).

Gornik K, Kuzna Grygiel W. Presence of virulent strains of amphioc amoebae in swimming pools of the city of Szczecin. *Ann Agric Environ Med*. 2004; 11: 233-6.

Grehaighe JF, Godbout P, Boutier D. The teaching and learning of Decision Making in Team Sports. *Quest*. 2001; 53: 59-76.

Gresty M, Leech J. Coordination of the head and eyes in pursuit of predictable and random target motion. *Aviat Space Environ Med*. 1977;48(8):741-744.

Griffiths G. Eye dominance in sport A comparative study Case study. 2003:34-40.

Guerrero Morilla RR. Habilidades visuales. En: Guerrero Morilla RR. Visión deportiva. Sevilla: Wanceulen Editorial; 2006. 20-21.

Guerrero Morilla RR. Introducción. En: Guerrero Morilla RR. Visión deportiva. Sevilla: Wanceulen Editorial; 2006. 9-14.

Harris DJ, Wilson MR, Crowe EM, Vine SJ. Examining the roles of working memory and visual attention in multiple object tracking expertise. *Cognitive processing*. 2020; 21(2): 209–222.

Holliday J, "Effect of Stroboscopic Vision Training on Dynamic Visual Acuity Scores: Nike Vapor Strobe® Eyewear". [Master Thesis]. Utah State University. 2013.

Huang Y, Churches L, Reilly B. A Case Study on Virtual Reality American Football Training. In Proceedings of the 2015 Virtual Reality International Conference (VRIC '15). New York, USA: Association for Computing Machinery; 2015.

IACLE. Contact lenses for sporting activities. International Association of Contact lens Educators. 1st Edition, IACLE, 1998; 89-108.

Ishigaki H, Miyao M. Differences in Dynamic Visual Acuity between Athletes and Nonathletes. *Percept. Mot. Ski.* 1993; 77(3): 835–839.

Katie Foreman OD, Bakkum BW, Stephen Beckerman OD. Article Test-Retest Reliability on the Wayne Saccadic Fixator in Professional Soccer Players. *OVP.* 2016; 4: 103-106.

Krasich K, Ramger B, Holton L, Wang L, Mitroff S, Appelbaum L. Sensorimotor learning in a computerized athletic training battery. *J. Mot. Behav.* 2016;48(5): 401–412.

Lalama Guerrero G.A. Uso del sistema de entrenamiento visual Eyeport™ para potenciar el desempeño visual en jugadores infantiles de tenis de mesa. *Cienc. tecnol. salud vis. Ocul.* 2011 ; 9(2): 45-53.

Leat S, Wegmann D. Clinical testing of contrast sensitivity in children: Age-related norms and validity. *Optom Vis Sci.* 2004; 81: 245-253.

Lieberman J, Horth, L. Use of the EYEPOR T Vision Training System to Enhance the Visual Performance of Police Recruits a Pilot Study. *J. Behav. Optom.* 2006;17(4): 87-92.

Miller RA., Rogers RR, Williams TD, Marshall MR, Moody JR, Hensarling RW, et al. Effects of Protective American Football Headgear on Peripheral Vision Reaction Time and Visual Target Detection in Division I NCAA Football Players. *Sports (Basel, Switzerland).* 2019; 7(9), 213.

Mohammadi SF, Amiri MA, Naderifar H, Rakhshi E, Vakilian B, Ashrafi E, et al. Vision examination protocol for archery athletes along with an introduction to sports vision. *Asian J Sports Med.* 2016;7:1-9.

Morales Acuña F., Mantelli E, García R. Trauma ocular en el deporte. Guía de manejo práctico. *SOCHMEDEP.* 2018; 62(2): 7-21.

Patti Andrich OT, Roylton N, & Motz OVA. Article 4 Comparison of Three Types of Vision Therapy Exercises on Visual Skills of Sports Performance. *OVP*. 2017; 5:21-26.

Plou P. *Visión y Tiro Olímpico: implicaciones y criterios de normalización en las pruebas visuales*. [Tesis doctoral]. Oxford University: 2001.

Protección individual de los ojos. Asociación Española de normalización (UNE): Comité técnico de normalización; 2002.

Protección personal de los ojos. Gafas integrales para esquí alpino. Asociación Española de normalización (UNE): Comité técnico de normalización; 2001.

Protección individual de los ojos. Protectores oculares y faciales de malla. Asociación Española de normalización (UNE): Comité técnico de normalización; 2007.

Protección individual de los ojos. Protectores oculares para usuarios de motos de nieve. Protectores oculares y faciales de malla. Asociación Española de normalización (UNE): Comité técnico de normalización; 2000.

Quevedo Junyent L, Seres Revés C. Lentes de contacto en el deporte. *Apunt .Educ. Fís. Deportes*. 2007; 88:49-53.

Quevedo Junyent L, Padrós Blázquez A, Solé Fortó J, Cardona Torradeflot G. Perceptual-cognitive Training with the Neurotracker 3D-MOT to Improve Performance in Three Different Sports. *Apunts. Educ. Fís. Deportes*. 2015; 119: 97-108.

Quevedo Junyent L, Solé Fortó J. La visión en el baloncesto. *AMD*. 2007; 24(120): 262-9.

Quevedo Junyent L, Solé Foró J. Metodología del entrenamiento visual aplicada al deporte. *Gaceta óptica*. 1994; 281: 12-16

Quevedo Juyent L, Solé Fortó J. Visual training programme applied to precision shooting. *Ophtahl Physiol Opt*. 1995; (15) 5: 519-523.

Ridgway MD, Kluka D. The research/coach relationship: how to enhance it. In *Southern District AHPERD Convention, Place, St*; 1987.

Roberts JW, Strudwick AJ, Bennett SJ. Visual function of English Premier League soccer players. *Science and Medicine in Football*. 2017; 1(2); 178-182

Rodríguez Salvador V, Gallego Lago I, Zarco Villarosa D. Deporte y ser humano. En: Rodríguez Salvador V, Gallego Lago I, Zarco Villosa D. *Visión y Deporte*. Barcelona: Glosa; 2010. 7-22.

Romeas T, Chaumillon R, Labbé D, Faubert J. Combining 3D-MOT With Sport Decision-Making for Perceptual-Cognitive Training in Virtual Reality. *Percept. Mot. Ski*. 2019; 126(5): 922–948.

Romeas T, Guldner A., Faubert J. 3D-Multiple Object Tracking training task improves passing decision-making accuracy in soccer players. *Psychol Sport Exerc*. 2016; 22: 1-9.

Roncagli V. *Sports Vision*. 15th European Symposium on Contact Lenses. Burdeos: Baush and Lomb; 1992.

Roncagli V. *Sports Vision in your practice*. Gobar Symposium on Vision Correction. Athens: Bausch and Lomb; 2006.

Rousselot Ascarza AM, Hoskin AK. Prevention of Sports-related Eye Injuries. En: Yan H. *Sports-related Eye Injuries*. Tianjin, China: Springer; 2020. 95-106.

Sáez Gallego NM, Vila Maldonado S, Abellán J, Contreras OR. El entrenamiento perceptivo de bloqueadoras juveniles de voleibol. *RIMCAFD*. 2018; 18 (69): 151-166.

Sillero M, Refoyo I, Lorenzo A, Sampedro J. Perceptual Visual Skills in Young Highly Skilled Basketball Players. *Percept Mot Skills*. 2007;104(2): 547-561.

Spinell MR Contact lenses for athletes. *Opton Clin*. 1993;3: 57-76.

SVT™. Sportsvision.com.au, SVT™ Hardware [Internet]. Australian Institute of Sport Vision: Sportvision.com.au;[actualizado en 2020; citado el documento el 20 de junio de 2020].Disponible en: <https://www.sportsvision.com.au/>

Temprado JJ, Famose JP. Análisis de la dificultad en el tratamiento de la información y descripción de las tareas motrices. En: Famose JP. *Cognición y rendimiento*. Barcelona: INDIE; 1999. 177-195.

Tenebaum G. Expert athletes: an integrated approach to decision making. En: Starkes JL,

Ericsson KA. Expert performance in Sports, advances in research on sport expertise. Champaign: Human Kinetics; 2003. 191-218.

Uchida Y, Kudoh D, Higuchi T, Honda M, Kanosue K. Dynamic visual acuity in baseball players is due to superior tracking abilities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2013; 45(2): 319-325.

Uchida Y, Kudoh D, Murakami A, Honda M, Kitazawa S. Origins of Superior Dynamic Visual Acuity in Baseball Players: Superior Eye Movements or Superior Image Processing. *PLoS ONE*. 2012; 7(2): e31530.

Wang L, Krasich K, Bel Bahar T, Hughes L, Mitroff S, Appelbaum L. Mapping the structure of perceptual and visual-motor abilities in healthy young adults. *Acta Psychologica*. 2015; 157:74–84.

Zarco Villarosa D., Gallego Lago I. Actividad deportiva y visión. En: Rodríguez Salvador V, Gallego Lago I, Zarco Villosa D. *Visión y Deporte*. Barcelona: Glosa; 2010: 23-30.

Zupan M F, Arata AW, Wile A, Parker R. Visual adaptations to sports vision enhancement training. *OT*. 2006; 1: 43-48.

Zwierko T., Puchalska-Niedbał L., Krzepota J., Markiewicz M., Woźniak J., Lubiński W. The Effects of Sports Vision Training on Binocular Vision Function in Female University Athletes, *Journal of Human Kinetics*. 2015; 49(1): 287-296.