



ISSN: 1577-4015

Apunts Educación Física y Deportes

ISSN: 1577-4015

pubinefc@gencat.cat

Institut Nacional d'Educació Física de  
Catalunya  
España

Quevedo I Junyent, Lluïsa; Castañé I Ferran, Marina; Solé I Fortó, Joan; CARDONA I  
TORRADEFLO, GENÍS

Estudio de la función visual de una población de deportistas de élite  
Apunts Educación Física y Deportes, núm. 116, abril-junio, 2014, pp. 69-79  
Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya  
Barcelona, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551656905007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Estudio de la función visual de una población de deportistas de élite

## *Study of Visual Function in a Population of Elite Athletes*

**LLUÏSA QUEVEDO I JUNYENT**

Facultad de Óptica y Optimetría de Terrassa  
Universitat Politècnica de Catalunya (España)  
Centre de Visió del Centre d'Alt Rendiment (CAR) (España)

**MARINA CASTAÑÉ I FERRAN**

Facultad de Óptica y Optimetría de Terrassa  
Universitat Politècnica de Catalunya (España)

**JOAN SOLÉ I FORTÓ**

Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya - Centro de Barcelona (España)

**GENÍS CARDONA I TORRADEFLOT**

Facultad de Óptica y Optimetría de Terrassa  
Universitat Politècnica de Catalunya (España)

**Correspondencia con autora**

Lluïsa Quevedo i Junyent  
[quevedo@oo.upc.edu](mailto:quevedo@oo.upc.edu)

### Resumen

En el contexto de la optometría deportiva encontramos una cierta controversia sobre si las prestaciones visuales de los deportistas son superiores a las de la población sedentaria. La mayor parte de los estudios en este campo se han dirigido a analizar las habilidades visuales específicas de cada disciplina deportiva. En el presente trabajo hemos evaluado los aspectos más básicos de la función visual (anamnesis, agudeza visual, refracción, acomodación, binocularidad y dominancia oculomaneal) de una muestra de 536 deportistas de élite de  $17,4 \pm 3,7$  años, residentes en el CAR de Sant Cugat del Vallès, para determinar su nivel de desarrollo y compararlo, por una parte, entre los participantes de las diversas modalidades deportivas estudiadas y, por otra, con la población sedentaria, a partir de datos previamente publicados. Los resultados obtenidos muestran que el 28 % de los deportistas evaluados presentaba síntomas visuales y/o oculares y un 18,3 % utilizaba neutralización óptica para el deporte. Respecto a la refracción, el 78,4 % era emélope, el promedio del ojo derecho se sitúa en  $-0,15 \pm 1,05$  D. En cuanto al punto próximo de convergencia y la flexibilidad acomodativa, un 95,6 % y un 70,8 %, respectivamente, superan los valores normativos. En algunas modalidades como el golf se invierten los porcentajes de dominancia oculomaneal determinados para la población en general. La comparación entre deportes evidencia la superioridad visual de los pentatletas por encima del resto.

**Palabras clave:** visión y deporte, perfil visual, exploración visual, dominancia ocular, modalidades deportivas

### Abstract

#### *Study of Visual Function in a Population of Elite Athletes*

*There is some controversy in sports optometry over whether the visual performance of athletes is better than that of the sedentary population. Most of the studies in this field have involved analysing the specific visual skills of each sport. In this paper we have evaluated the most basic aspects of visual function (anamnesis, visual acuity, refraction, accommodation, binocularity and hand-eye dominance) of a sample of 536 elite athletes aged  $17.4 \pm 3.7$  years resident at the High Performance Centre in Sant Cugat to determine their level of development and compare it firstly with participants in the various sports studied and secondly with the sedentary population using previously published data. The results show that 28% of the athletes tested had visual and/or eye symptoms and 18.3% used optical neutralisation for sport. With respect to refraction 78.4% presented emmetropia with the average of the right eye at  $-0.15 \pm 1.05$  D. As for the near point of convergence and accommodative flexibility, 95.6% and 70.8% respectively exceeded the regulatory values. In some sports such as golf the hand-eye dominance percentages for the general population are reversed. The comparison between sports evidences the visual superiority of pentathletes above the rest.*

**Keywords:** vision and sport, visual profile, visual examination, ocular dominance, types of sports

## Introducción

La visión resulta esencial para la adaptación al medio cambiante y dinámico que nos rodea, y es uno de los principales mecanismos de control de la acción (Goodale & Milner, 1992). En el contexto deportivo, en concreto, la visión suele ser el canal de llegada de la mayor parte de información a la cual debe responder el deportista. Las necesidades visuales pueden variar enormemente entre las distintas disciplinas. Laby & Kirschner (2011) nos recuerdan que algunos deportes requieren el control de objetos en movimiento, mientras que, en otros, son estáticos. Algunas modalidades necesitan máxima visión central, mientras en otras hace falta una visión periférica más desarrollada. Unos implican objetivos pequeños que se mueven muy rápido en distancias cortas, y otros, objetos más grandes desplazándose en distancias mayores. Las habilidades visuales requeridas serían diferentes aunque, en la mayoría de casos, las demandas sobre el sistema visual durante la actividad deportiva suelen ser exigentes (Hitzeman & Beckerman, 1993). Por ello, es lógico que se hayan desarrollado diversas investigaciones para determinar la relación entre visión y rendimiento deportivo. Por ejemplo, numerosos autores resaltan la superioridad visual de los deportistas de diversas disciplinas con referencia a la población sedentaria (Ando, Kida, & Oda, 2001; Boden, Rosegren, Martin, Scott, & Moden, 2009; Jafarzadehpur & Yarigholi, 2004; Quevedo, 2007; Sillero & Sampedro, 2002; Stine, Arterburn & Stern 1982). Adicionalmente, también se han encontrado evidencias de que diferentes deportes conllevan el desarrollo de diversas habilidades visuales en función de sus características (De Teresa, 1992; Tidow, Wühst, & De Marées, 1984).

Gilman y Getman (1984), entre otros, sugieren que el sistema visual humano tiene capacidad para adaptarse al tipo de actividad a la que se expone, lo que conllevaría algún tipo de especialización visual que establecería diferencias entre las diversas modalidades deportivas (por ejemplo, de equipo, con referencia a individuales). Es decir, se evidenciaría que, a pesar de que el deportista pueda partir, genéticamente, de un sistema visual superior, con el paso de los años, y hasta llegar a la élite, puede haber estado realizando una especie de “entrenamiento visual implícito” al ejecutar miles de repeticiones de alguna tarea específica que conlleva unas habilidades visuales, como la flexibilidad acomodativa o los movimientos oculares (Ciuffreda & Wang, 2004).

Por último, somos conscientes de que, desde el área de conocimiento de la planificación y el entrenamiento

deportivo, la formulación de los objetivos se convierte en una de las fases más importantes en el proceso del entrenamiento (Solé, 2006). Para poder definir estos objetivos de forma concreta, el entrenador requiere de valores de referencia, los cuales vienen dados por los registros obtenidos de los mejores deportistas de las diversas disciplinas. Por este motivo, la bibliografía especializada en este campo ha ido definiendo diferentes modelos en función de los diferentes tipos de preparación. Así, aunque en estos momentos podemos encontrar perfiles de las cualidades físicas, técnicas, tácticas y psicológicas de los mejores deportistas que practican las diversas disciplinas deportivas (Krueger, Focke, Sperlich, Zinner & Mester, 2010), en el caso de la visión no hay muchos estudios que hayan buscado determinar el grado de desarrollo óptimo de las diversas habilidades visuales. En este punto, destacamos la iniciativa desarrollada por la empresa Bausch and Lomb en los Juegos Olímpicos de 1992 en Albertville y Barcelona, donde se habilitaron centros especializados en visión deportiva para analizar las habilidades visuales de los deportistas de élite de distintos deportes (Classé, 1993). También Coffey y Reichow (1990a) presentan resultados sobre las habilidades visuales de 650 deportistas de alto nivel de los Estados Unidos. En esta línea, Buys (2002) ofrece datos normalizados sobre las habilidades visuales de 170 deportistas de élite de Sudáfrica. En España, la tesis de Pilar Plou (2001) establece los niveles de habilidades visuales como agudeza visual estática y dinámica, visión cromática, sensibilidad al contraste, flexibilidad acomodativa, etc. en una muestra de 52 deportistas del equipo nacional de tiro olímpico en las disciplinas de precisión y plato. Más recientemente, Sillero, Refoyo, Lorenzo y Sampedro (2007) publicaron los resultados de los controles visuales de los mejores jugadores infantiles de baloncesto concentrados por la Federación Española. A partir de este estudio, presentan datos sobre agudeza visual estática, visión periférica, tiempo de reacción visual y dominancia ocular, estableciendo una serie de valores de referencia que pueden ser utilizados por los distintos profesionales que trabajan con jugadores de estas edades. Adicionalmente, y con el objeto de determinar la prevalencia de problemas visuales, Beckerman y Hitzeman (2001) evaluaron, entre otros, el estado refractivo y la agudeza visual de 939 jóvenes deportistas de 22 modalidades y categorías diferentes constatando que un 31 % manifestaba síntomas visuales y el 28 % practicaba su deporte con una agudeza visual inferior a 0,8. Sin embargo, comparando sus resultados con los de

la población general, encontraron una incidencia similar de error refractivo (miopía, hipermetropía y astigmatismo). A pesar de estos esfuerzos, todavía hacen falta estudios científicos que permitan reducir las carencias en este área e ir estableciendo modelos visuales que, como se ha mencionado, ya existen en otras ciencias del deporte, y que, en definitiva, ponen de manifiesto una especialización de los diferentes sistemas del organismo.

Partiendo de la premisa de que realmente existe una especialización del sistema visual según las características del deporte y requerimientos visuales impuestos al deportista en su práctica sistemática, entendemos que es importante contribuir a la determinación del perfil visual de los mejores deportistas para conocer el nivel óptimo de funcionalidad del sistema visual para la práctica de una disciplina deportiva con el objeto de evaluar y diseñar programas de entrenamiento visual con más garantías.

Así pues, teniendo en cuenta la bibliografía especializada planteamos el siguiente estudio de corte retrospectivo, a partir del análisis de los datos obtenidos en los controles visuales realizados a los deportistas de élite del Centro de Alto Rendimiento Deportivo (CAR) de Sant Cugat del Vallès, durante los años 2008-2012.

Los objetivos de este estudio observacional se concretan en establecer rasgos del perfil visual de una población de deportistas de élite del país, a nivel general, y los rasgos más diferenciales de cada modalidad deportiva, que sirvan como referencia para los profesionales que trabajan en este ámbito; comparar el nivel de desarrollo de la función visual entre participantes de las diversas disciplinas deportivas y, por último, comparar el nivel de desarrollo de la función visual de los deportistas con la población sedentaria a partir de los datos publicados por los diversos autores.

## Método

### Participantes

Se han evaluado 536 deportistas de élite del CAR de Sant Cugat del Vallès, 221 mujeres (41,2 %) y 315 hombres (58,8 %), de distintas especialidades individuales y de equipo. Sus edades estaban comprendidas entre los 11 y 33 años ( $X = 17,4$   $DS = 3,7$ ).

Hemos agrupado los participantes en diversas modalidades deportivas según sus características comunes y rasgos diferenciales más destacables, especialmente en lo que se refiere a la implicación de la visión (ver *tabla 1*).

Deportes	Participantes
Acrobáticos (gimnasia y sincronizada)	54 (10,1 %)
Combate (taekwondo, lucha y judo)	61 (11,4 %)
Equipo (fútbol, voleibol, balonmano, baloncesto, hockey, softball y waterpolo)	125 (23,3 %)
Esquí (alpino y de fondo)	23 (4,3 %)
Motor (automovilismo y motociclismo)	27 (5 %)
Pentatlón moderno (esgrima, tiro, natación, cros y equitación)	46 (8,6 %)
Precisión (golf y tiro)	79 (14,7 %)
Prestación física (natación, atletismo y halterofilia)	73 (13,6 %)
Raqueta (tenis y tenis de mesa)	48 (9 %)
Total	536 (100 %)

**Tabla 1.** Clasificación de deportes y participantes

## Procedimiento

Para llevar a cabo el estudio descriptivo del perfil visual de los deportistas, los datos analizados han sido obtenidos de los registros del examen optométrico general que los deportistas del CAR deben hacerse anualmente, como parte de la revisión médica y obteniendo el consentimiento informado. Todas las pruebas han sido realizadas por un único optometrista en las condiciones de la práctica deportiva, es decir, si el deportista utilizaba algún tipo de neutralización óptica (lentes de contacto o gafas), esta se llevaba en el examen visual. Por término medio, la duración de toda la evaluación fue de unos 25 minutos.

## Pruebas

Las pruebas realizadas fueron:

a) *Anamnesis*. Se registró la edad, sexo, modalidad deportiva y existencia o no de sintomatología.

b) *Dominancia ocular en visión de lejos*. Se determinó con el test de alineamiento, el más comúnmente utilizado (Laby & Kirschen, 2011).

c) *Dominancia manual*. Se preguntó la mano utilizada para escribir y manejar la pelota. Se registraron el ojo y mano dominante, y si presentaban dominancia homolateral o cruzada.

d) *Agudeza visual estática habitual de lejos (5 metros)*. Se evaluó con el test de Snellen a 5 metros, anotando valores mono y binoculares. El criterio de categorización seguido fue: excelente ( $\geq 110$  %), normal (90-100 %),

regular (70-90 %) y baja ( $\leq 70$  %). Finalmente, también se registraron los porcentajes de deportistas con agudeza inferior al 40 % en un ojo, considerado por Obstfeld (2003) como discapacidad visual.

e) *Refracción*. Los criterios de clasificación establecidos, basándonos en las aportaciones de Beckerman y Hitzeman (2001) en el contexto deportivo, fueron: emetropía (E) (ausencia de error refractivo), miopía (M) leve ( $\leq -0,50$  dioptrías), media-moderada ( $-0,75$  a  $-5,75$  D) y alta ( $\geq -6,00$  D), hipermetropía (HP) leve ( $+0,75$  a  $+1,75$  D) y media ( $\geq +2,00$  D) y astigmatismo leve ( $< -0,75$  D), medio ( $-0,75$  a  $-2,25$  D) y alto ( $> -2,25$  D).

f) *Flexibilidad de acomodación (FA)*. Se evaluó con lentes de oscilación o *flippers* (presentación rápida de lentes positivas y negativas) para visión lejana y próxima en cada ojo y binocularmente. El criterio de clasificación seguido fue sobre la norma ( $\geq 12$  ciclos por minuto), en la norma (7-11 cpm) y bajo norma ( $< 7$  cpm) (Scheiman & Wick, 2008).

g) *Visión binocular*

*Punto próximo de convergencia (PPC)*. Hemos determinado el punto de ruptura (cuando ve doble) y recuperación (cuando vuelve a ver simple) con la regla de punto próximo RAF (Adler, 2004). En algunos casos sin ruptura se anotaba 0. Se registraba el promedio de los resultados obtenidos al realizar el test tres veces. En el contexto deportivo Hoffman y Rouse (1980) establecieron la normalidad de la ruptura ( $R$ ) a 5 o menos centímetros y la recuperación ( $r$ ) a 8 cm. Basándonos en sus aportaciones establecemos: Sobre norma ( $R < 5$ ,  $r < 8$ ), norma ( $R$ : 5-8,  $r$ : 8-11) y bajo norma ( $R > 8$ ,  $r > 11$ ).

*Forias horizontales*. Se valoraron con prismas anotando el promedio de resultados obtenidos en 3 medidas en dioptrías prismáticas ( $\Delta$ ). En el ámbito deportivo, Stine et al. (1982), informan de forias más pequeñas en comparación a la población sedentaria. El criterio de clasificación fue ortoforia (ausencia), exoforia (valores positivos) y endoforia (valores negativos).

*Reservas de fusión*. Se determinaron aumentando los prismas en convergencia y divergencia en ambos ojos hasta que el deportista indicaba visión borrosa (punto borrosidad) y visión doble (punto de ruptura). Posteriormente, se reducía el valor prismático hasta que el observador recuperaba la visión binocular y volvía a ver simple (punto de recuperación). Las medidas se dan en dioptrías prismáticas ( $\Delta$ ). Según Coffey y Reichow (1990b) los rangos de vergencia suelen ser más estrechos en los deportistas.

- *Estereopsis en visión de cerca*. Fue medida con los puntos de Wirt del test Titmus a 40 cm. Se anotaban las respuestas del observador traducidas a agudeza estereoscópica (segundos de arco), así como el tiempo de respuesta en segundos. Coffey y Reichow (1990b) o Boden, Rosegren, Martin y Boden (2009), encuentran que esta habilidad es superior en deportistas que en sedentarios. Por otro lado, varios autores han enfatizado la importancia de medir el tiempo de respuesta en el contexto deportivo, como elemento de valoración cualitativa (Planer, 1994). El criterio de categorización se estableció en rápido ( $< 6$  segundos), medio (6-12 segundos) y lento ( $> 12$  segundos).

## Análisis estadístico

Los datos obtenidos han sido analizados mediante el programa estadístico SPSS v19.

Se ha realizado una estadística descriptiva obteniendo las medias y desviaciones estándar de las variables cuantitativas, así como los totales de las frecuencias de aparición de las variables cualitativas.

En primer lugar, se ha constatado que se cumple en todos los casos la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. Posteriormente, mediante el análisis de varianza de un factor (modalidad deportiva) hemos comparado los grupos de deportistas con referencia a las diferentes variables visuales cuantitativas medidas. Para examinar el origen de las diferencias entre las distintas modalidades deportivas, de existir, se utilizó el test *post-hoc* de Bonferroni. De forma similar, para las variables no cuantitativas, se utilizó el test de Friedman y se valoraron las diferencias de las modalidades deportivas a pares con el test de Wilcoxon. El nivel de significación estadística se estableció en  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados

Presentamos los resultados de forma estructurada, de acuerdo con los objetivos planteados:

### Resultados generales

*Motivo de la visita*. Un 29 % de los deportistas manifiestan alguna queja relativa a síntomas visuales (visión borrosa, erosiones corneales, queratocono, conjuntivitis, ambliopía, etc.), mientras el 71 % restante demandan un control rutinario. Contabilizamos un total de 3 deportistas (todos hombres) con problemas de visión del color



(2 automovilistas y 1 luchador), y sólo 4 jugadores (básquet y fútbol) intervenidos de cirugía refractiva.

**Tratamiento.** En el 29,3 % de los casos no hacemos ninguna intervención, cambiamos la refracción (ya sea en gafas y/o lentes de contacto) al 15,3 %, recomendamos algún tipo de terapia visual en un 13,2 %, y referimos 14 deportistas (2,6 %) al oftalmólogo.

**Sistemas de neutralización.** Sólo un 18,3 % de la muestra evaluada utiliza algún tipo de compensación óptica durante la práctica deportiva. De estos, un 1,3 % lleva gafas y un 17 % usa lentes de contacto blandas o de hidrogel, mensuales o diarias.

**Preferencia ocular y manual.** El 60,1 % tiene dominancia ocular derecha, el 39,5 % izquierda y un deportista (0,3 %) no manifestó ninguna preferencia. Asimismo, un 85,5 % de los deportistas evaluados eran diestros, un 14 % zurdos y un 0,7 % ambidiestros. Por último, el 60,1 % tenía dominancia homolateral (tanto ojo derecho/mano derecha, como ojo izquierdo/mano izquierda) y el 39,9 % contralateral (ojo y mano de lados contrarios).

**Agudeza visual habitual.** En la *tabla 2* presentamos los valores obtenidos a nivel cualitativo, según el criterio de clasificación utilizado.

**Refracción.** A nivel cualitativo, en la *tabla 3* presentamos las frecuencias observadas de las diversas categorías establecidas a nivel de ametropías esféricas, únicamente en el ojo derecho dado que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos ojos ( $p = 0,37$ ).

En la *tabla 4* presentamos las frecuencias observadas de las diversas categorías establecidas a nivel de refracción astigmática.

**Punto próximo de convergencia.** Constatamos que un 4,4 % (21 deportistas) presentan un valor de Ruptura bajo la norma, un 30,6 % (146) se sitúan dentro de la norma, y el 65 % restante se encuentra por encima de la norma. Con referencia al punto de recuperación, un 9,5 % no llegan a los valores normativos, el 36 % se sitúa dentro de la norma y el 54,5 % está por encima.

**Flexibilidad acomodativa.** Binocularmente, en visión de lejos, el 29,2 % no alcanza el valor normativo establecido, el 27,3 % se sitúa dentro de la norma, y el 43,5 % restante está por encima. En visión próxima, el 29,3 % está por debajo del criterio empleado, el 31,9 % en la norma y el 38,7 % por encima.

**Visión binocular.** Para las forias, en visión de lejos tenemos una distribución de 23,7 % de endoforia,

		Excelente	Normal	Regular	Baja	Total
Total	Recuento	342	125	42	27	536
	%	63,8 %	23,3 %	7,8 %	5 %	100,0 %

**Tabla 2.** Frecuencias de aparición en cada categoría de agudeza visual

	Frecuencia	Porcentaje
E	420	78,4
Hipermetropía alta	1	,2
Miopía alta	2	,4
Hipermetropía baja	19	3,5
Miopía baja	50	9,3
Hipermetropía media	8	1,5
Miopía media	27	5,0
Miopía moderada	9	1,7

**Tabla 3.** Frecuencias ametropías esféricas en ojo derecho

	Frecuencia	Porcentaje
Sin astigmatismo	385	71,8
Alto	4	0,7
Bajo	102	19,0
Medio	45	8,4
Total	536	100

**Tabla 4.** Frecuencias astigmatismo en ojo derecho

54,1 % de exoforia y un 22,3 % de ortoforia. Con referencia a la visión cercana, los porcentajes son: 9 % de endoforia, 0,3 % de endotropía, 86 % de exoforia y un 4,4 % de ortoforia. Con referencia a las reservas fusionales en visión lejana y cercana las determinamos en la norma y por encima en la mayor parte de casos.

Finalmente, para la estereopsis y velocidad de respuesta el promedio obtenido es de  $43,24 \pm 3,9$  segundos de arco. A nivel cualitativo, un 12 % son calificados como lentos, un 61,4 % son rápidos y el 26,3 % restante habría completado el test a una velocidad media.

### Específico para cada modalidad deportiva

En la *tabla 5* presentamos las variables en las que el ANOVA intergrupos ha evidenciado diferencias estadísticamente significativas entre las nueve modalidades deportivas estudiadas.

	Total Media y SD	F	P	Deportes con mayor contraste	Media y SD	p
Agudeza visual binocular sin corrección óptica	1,22±0,29	2,44	0,013	<i>Pentatlón</i> Combate	1,32±0,18 1,17±0,22	<0,001
Agudeza visual binocular con corrección óptica	1,24±0,2	4,62	<0,001	<i>Pentatlón</i> Combate	1,35±0,13 1,18±0,22	<0,001
Punto próximo de convergencia (Ruptura)	3,33±2,94	2,10	0,013	<i>Acrobático</i> Equipo	2,28±2,52 4,05±2,99	<0,05
Punto próximo de convergencia (recuperación)	6,82±4,14	2,91	0,004	<i>Combate</i> Equipo	5,42±4,66 7,94±4,58	<0,05
Flexibilidad acomodativa binocular en visión de lejos	10,49±5,86	4,79	<0,001	<i>Pentatlón</i> PF	15,13±6,81 8,34±5,63	<0,001
Flexibilidad acomodativa binocular en visión próxima	9,67±5,07	2,24	0,024	<i>Pentatlón</i> PF	11,62±6,38 7,91±5,18	<0,05
Foria. Visión de lejos	,62±2,01	3,25	0,042	<i>Raqueta</i> Pentatlón	,20±2,44 1,50±3,24	<0,05
Ruptura en convergencia en visión de lejos	20,78±6,05	3,15	0,002	<i>Pentatlón</i> Tiro	24,00±7,19 17,42±6,71	<0,05
Borrosidad en divergencia en visión próxima	10,12±1,61	2,60	0,011	<i>Pentatlón</i> Tiro	10,86±1,52 9,29±1,89	<0,05
Estereopsis de cerca	47,37±36,22	3,04	0,032	<i>Esquí</i> Golf	40,00±0,00 54,15±61,36	<0,05

**Tabla 5.** Mostramos el deporte con los mejores (cursiva) y los peores resultados en las diversas habilidades, así como las principales variables cuantitativas que presentan diferencias estadísticamente significativas

**Motivo de la visita.** La significación estadística mediante el test de Wilcoxon ( $\chi^2 = 50,662$ ;  $p < 0,001$ ) evidencia que la probabilidad de presentar algún síntoma estaría relacionada con el tipo de disciplina deportiva.

**Dominancia ocular.** La significación estadística pone de manifiesto la relación entre el tipo de preferencia ocular y la práctica de las diversas modalidades deportivas. En casi todos los deportes hay un porcentaje más alto de deportistas con ojo derecho dominante, yendo desde el tiro, donde encontramos un 96,6 %, hasta la gimnasia o el motor, donde se invierte el patrón, presentando, respectivamente, un 43,8 % y un 45,5 % de ojo derecho dominante ( $\chi^2 = 30,016$ ;  $p = 0,009$ ).

**Dominancia homolateral.** Como en el caso anterior, la significación estadística alcanzada

( $\chi^2 = 24,057$ ,  $p = 0,004$ ) muestra que hay relación entre el tipo de dominancia óculo-manual y la práctica de las diversas modalidades deportivas. En casi todos los deportes hay un porcentaje más alto de deportistas con dominancia homolateral (tiro: 93,1 %). En el caso de acrobáticos (50 %) y equipo (50,7 %) la ratio se equilibra, mientras que, con referencia al golf (55,19 %), es superior el número de jugadores con dominancia cruzada.

**Agudeza visual habitual (AV).** Al clasificar la AV binocular habitual en categorías, encontramos que también hay relación estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 41,805$ ,  $p = 0,034$ ), entre esta variable y el tipo de disciplina. Los deportistas con mayor frecuencia de AV excelente son los de pentatlón (87 %), motor (74 %), tiro (72 %) y equipo (67 %). Por otro lado, a los que se les determina

menor porcentaje con AV excelente son los que practican deportes de combate (47 %) y acrobáticos (46 %).

*Agudeza visual inferior a 0,4 en un ojo.* Un total de 32 participantes (6 %) tienen una AV inferior al 40 % en un ojo y practican su deporte en estas condiciones. Concretamente, pertenecen a acrobáticos (14,8 %), combate (9,8 %), raqueta (8,3 %) y equipo (3,2 %), mientras que en tiro ninguno, y en pentatlón y motor un 2,2 % y un 3,7 %, respectivamente.

*Flexibilidad acomodativa.* Las tablas de contingencia correspondientes han puesto de manifiesto la relación estadísticamente significativa entre la flexibilidad acomodativa binocular en visión de lejos ( $\chi^2 = 51,559$ ,  $p < 0,001$ ) y de cerca ( $\chi^2 = 33,95$ ,  $p = 0,013$ ) y la práctica de las diversas disciplinas deportivas estudiadas. Según los resultados obtenidos, los porcentajes más elevados de flexibilidad acomodativa sobre la norma pertenecen a los deportes pentatlón (71,1 % en VL y 55,6 % de en VP) y tiro (65,5 % de en VL y 51,7 en VP). Por otra parte, donde más cantidad de deportistas por debajo de la norma encontramos es en prestación física (VL: 50 % y VP: 38,6 %), motor (VL: 47,6 %) y golf (VL: 40 % y VP: 45,2 %).

Finalmente, para el *punto próximo de convergencia* también se pone de relieve la existencia de una relación estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 31,285$ ,  $p = 0,027$ ), entre esta variable y el tipo de disciplina. El deporte con mayor frecuencia de convergencia sobre la norma es, de nuevo, el pentatlón (84,4 %). Para la recuperación de la visión simple se establecen relaciones muy similares, y estadísticamente significativas ( $\chi^2 = 75,44$ ;  $p < 0,001$ ).

## Discusión y conclusiones

El principal objetivo de este trabajo fue establecer los rasgos más destacables del perfil visual de una población de deportistas de élite, tanto a nivel global, como específico de cada modalidad. A continuación, se analizan y contextualizan los resultados obtenidos en cada habilidad por separado, para acabar haciendo una valoración conjunta de los principales hallazgos.

*Motivo de la visita.* El 29 % de los deportistas manifestó alguna queja relativa a síntomas o signos visuales y/u oculares. Este porcentaje fue cercano al 31 % determinado por Beckerman y Hitzeman (2001). Los deportistas con mayor número de síntomas han sido los incluidos dentro de la modalidad de raqueta y esquí (48 %), y los que menos incidencia de quejas han presentado son

los pentatletas, evidenciados según los resultados de este estudio, como los que tienen prestaciones visuales básicas más sobresalientes. Por otra parte, aunque la significación estadística ha puesto de manifiesto que la probabilidad de presentar algún síntoma estaría relacionada con el tipo de disciplina deportiva, este hecho debe interpretarse con precaución dado que la muestra está muy segmentada. Sólo se encontró un 0,3 % de deportistas, todos hombres, con problemas de visión del color. Este porcentaje es sorprendentemente bajo si lo comparamos con el determinado por la población masculina en general (8 %) según Grosvenor (2004). También resulta mínimo el número de personas intervenidas de cirugía refractiva (0,74 %). Este hecho, sin embargo, tiene una explicación obvia si consideramos que la edad media de la muestra no llega a los 18 años.

Con referencia a los sistemas de neutralización, sólo un 18,3 % de los deportistas utilizaba algún tipo de compensación óptica en la práctica deportiva. De estos, un 1,3 % llevaba gafas, un 14,6 % usaba lentes de contacto hidrogel esféricas y el resto (2,4 %), empleaba lentes de contacto tóricas (para astigmatismo). Estos datos se encuentran en la línea de los presentados por Beckerman y Hitzeman (2001), quienes también informan de un 14,8 % de usuarios de lentes de contacto, aunque determinan un número mayor de usuarios de gafas (5,7 %).

Las medias de agudeza visual tanto mono como binoculares presentadas por la muestra de deportistas fue superior a la de la población sedentaria en general (Rabbett, 2007) y se encontraría entre los valores presentados por la mayor parte de estudios realizados en este contexto (Fremion et al., 1996; Sillero et al., 2007; Sol, Quevedo, Massafret, & Planas, 1999). La agudeza visual del 63,8 % de deportistas evaluados resultó excelente, mientras un 23,3 % de deportistas la tenían normal. Esto constataría que un 87,1 % realizan su deporte con una buena discriminación de la forma. Estos valores serían muy cercanos a los aportados por Sapkota, Koirala, Shakya, Chaudhary & Paudel (2006) que apuntan a que un 93 % de los jugadores de críquet nepalíes evaluados en su estudio tienen una agudeza visual igual o superior al 100 %. Aún así, hay un 6 % de deportistas que practicaban su deporte con una agudeza visual inferior a 0,4 en un ojo. Evitar este hecho constituye uno de los objetivos del Centro de Visión del CAR de Sant Cugat del Vallès. Valorando la agudeza visual habitual entre modalidades, se observa que los pentatletas y los participantes de motor presentaban los promedios más altos, mientras los luchadores, gimnastas y las disciplinas de prestación



física (atletas y nadadores) los más bajos, tanto mono como binocularmente. Esto podría indicar que, dentro de unos parámetros normales, los deportes donde la visión es menos crítica para el rendimiento tienen tendencia a presentar menor agudeza visual.

En cuanto a la refracción, los valores promedio obtenidos en la muestra de deportistas fueron muy cercanos a la emetropía, y el mayor porcentaje de estado refractivo (78,4 %) se concentró entre  $-0,25$  y  $+0,25$  D. Con referencia a la población sedentaria, los datos aportados por García Lázaro (2010) evidencian unas frecuencias mucho más elevadas de ametropía en los mismos grupos de edad (36 % de miopes frente nuestro 16,4 % y 50 % de hipermetropes en comparación al 5,2 % de nuestra muestra, y sólo un 13,38 % de emétropes). En el contexto deportivo, los resultados obtenidos por Beckerman y Hitzeman (2001) son más cercanos a los nuestros, con un 65 % de población con una refracción esférica entre  $\pm 0,75$  D, un 24,4 % de miopes y un 10,9 % de hipermetropes. Con referencia al astigmatismo, estos autores informan que un 36,3 % lo tiene inferior a  $-0,75$  D (nosotros encontramos un 19 %), un 58,3 % está entre  $-0,75$  y  $-2,25$  D (en nuestro caso sólo un 8,4 %) y un 5,4 % (0,7 % en el presente trabajo) tienen un astigmatismo superior a  $-2,25$  D. Aunque estos autores, entre otros, defienden que la incidencia de ametropía entre deportistas es similar a la de la población sedentaria, nuestros resultados, paralelamente a los de Sapkota et al. (2006), indicarían que hay una mayor prevalencia de emetropía o ausencia de error refractivo. A nivel comparativo entre modalidades, no se han evidenciado diferencias significativas en este sentido.

En visión de lejos, el promedio global de flexibilidad acomodativa se estableció alrededor de 11 ciclos por minuto (cpm) tanto monocular como binocularmente (10,4 cpm). En visión próxima, nuestra muestra alcanzó un registro ligeramente superior a los 9 cpm. Comparado con estudios realizados a nivel deportivo constatamos que nuestros resultados están en la línea de los ofrecidos por Quevedo y Solé (1995), Solé, Quevedo, Massafret, & Planas (1999) y Ghasemi, Momeni, Rezaee, & Gholami (2009). Comparando las diversas modalidades deportivas, hemos constatado diferencias estadísticamente significativas entre los pentatletas (que con 15,13 cpm binoculares alcanzan los mejores resultados) y casi todos los otros deportes. En este punto, podemos constatar las aseveraciones de otros autores sobre la estrecha relación que parece existir entre tiro y flexibilidad acomodativa

(De Teresa, 1992; Plou, 2001; Quevedo & Solé, 1995). En este caso, los deportes de prestación física obtuvieron los registros más bajos con una media de 8,34 cpm. A nivel cualitativo observamos que, binocularmente, en visión de lejos, el 29,2 % no llegó al valor normativo establecido, el 27,3 % se situó dentro de la norma, y el 43,5 % restante estaba por encima. Esto evidencia que un 70,8 % pasaría el criterio. En visión próxima, el 29,3 % estaban por debajo del criterio empleado, el 31,9 % en la norma y el 38,7 % por encima. A nivel comparativo entre deportes, los porcentajes más elevados de flexibilidad acomodativa sobre la norma pertenecían, de nuevo, a los deportes pentatlón (71,1 % en VL y 55,6 % de en VP) y tiro (65,5 % de en VL y 51,7 en VP). Por otra parte, donde más cantidad de deportistas por debajo de la norma encontramos es en prestación física (VL: 50 % y VP: 38,6 %).

Con referencia a la función binocular, en general y empezando por el punto próximo de convergencia, los valores medios tanto de ruptura como de recuperación se encontraron dentro de los valores ofrecidos por Hoffman y Rouse (1980). Así, comprobamos que un 96,6 % de nuestros deportistas pasaban estos criterios. Este dato es cercano al 88,7 % obtenido por Christenson y Winklestein (1988), basándose en el mismo baremo y constatando la superioridad de los deportistas con respecto a los sedentarios. Así, nuestros valores avalarían las conclusiones de Stine et al. (1982), que afirman que los deportistas tienen un punto próximo más cercano, o las de Falkowitz y Mendel (1977), que encontraron que los mejores bateadores tenían un punto próximo inferior a 2 cm. Si comparamos entre deportes vemos que las disciplinas de equipo son las que (siempre dentro de la norma) tuvieron los puntos de ruptura y recuperación más alejados (clínicamente peor resultado), mientras acrobáticos y combate presentaron los valores más cercanos.

En cuanto a la foria, tanto en visión de lejos ( $0,35 \Delta$  Exo) como de cerca ( $4,37 \Delta$  Exo), encontramos valores promedio inferiores a los de la población sedentaria. En este sentido, estaríamos de acuerdo con los resultados de Stine et al. (1982), que informan de forias más pequeñas en los deportistas. Por otra parte, a nivel cualitativo constatamos que, tanto en visión lejana (54,1 %) como en visión cercana (86 %) hay una mayor incidencia de exoforia, porcentajes incluso superiores a los presentados por Sapkota et al. (2006), quienes informan de un 25 % de exoforia en jugadores de cricket. Estableciendo comparaciones entre disciplinas, comprobamos

que los tenistas eran los más cercanos a la ortoforia, mientras pentatletas y tiradores tenían exoforia de 1,50 y 1,30  $\Delta$ , respectivamente. Coffey y Reichow (1990b) afirman que la convergencia y divergencia en exceso pueden asociarse a una pobre percepción de las distancias y anticipación. Según esto, globalmente, no parece que nuestra muestra vaya a experimentar problemas de este tipo.

Con referencia a las reservas fusionales, observamos que todos los valores tienden a ser superiores a los aportados por la población sedentaria. Con ello, nuestros resultados no apoyarían las conclusiones de Coffey y Reichow (1990b), según los cuales los rangos de vergencias de los deportistas suelen ser más estrechos, lo cual, siempre en opinión de estos autores, potenciaría la precisión del juicio de relaciones espaciales. Analizando los deportes por separado, encontramos los valores de convergencia en visión de lejos y de punto de borrosidad de la divergencia en visión próxima más altos en el pentatlón, y los menores en el tiro. Según Erickson (2007), este hecho es previsible dado que una óptima binocularidad es necesaria en modalidades donde se hace imprescindible un rápido y acertado cálculo de las distancias, mientras que, en el tiro, practicado monocularmente, esta habilidad no resultaría tan crítica.

Respecto a la estereopsis, a nivel cualitativo, hemos constatado que en un 61,4 % han respondido en menos de 6 segundos, el 26,3 % habría completado el test a una velocidad media y sólo un 12 % ha tardado más de 12 segundos. Valorando los resultados entre deportes, apreciamos que las dos modalidades englobadas en precisión (tiro y golf) presentaron los peores valores, siendo los esquiadores los mejores.

Por otro lado, el 60,1 % de la muestra tenía dominancia ocular derecha y el 39,5 %, izquierda. Pese a que sólo hemos determinado un 0,3 % de dominancia compartida, nuestros resultados van bastante en la línea de los de Robinson, Jacobsen y Heintz (1997) que cuantifican un 52,7 % de deportistas con ojo derecho dominante, un 37,4 % con el ojo izquierdo, y un 9,9 % no definido. Así mismo, nuestros resultados apoyan la existencia de relaciones entre el tipo de preferencia ocular y la práctica de las diversas modalidades deportivas. En casi todos los deportes hay un porcentaje más alto de deportistas con ojo derecho dominante, yendo desde el tiro, donde encontramos un 96,6 %, hasta la gimnasia o el motor, donde se invierte el patrón presentando, respectivamente, un 43,8 % y un 45,5 % de ojo derecho dominante. Con referencia a la dominan-

cia oculomaneal, hemos determinado que el 60,1 % de nuestros deportistas presenta dominancia homolateral (tanto ojo derecho/mano derecha como ojo izquierdo/mano izquierda) y el 39,9 %, contralateral. Este porcentaje estaría por encima del 30 % apuntado por Pointer (1999) como valor normativo y del 33 % contabilizado en los Juegos Olímpicos de Barcelona (Bausch & Lomb, 1992). Por otra parte, hemos encontrado relación entre el tipo de dominancia óculo-manual y la práctica de las diversas modalidades deportivas. En casi todos los deportes había un porcentaje más alto de dominancia homolateral (tiro: 93,1 %), superior al 72,4 % obtenido por Jones, Classé, Hester y Harris (1996) también en tiradores. En el caso de acrobáticos (50 %) y equipo (50,7 %), la ratio se equilibraba, con datos similares a los aportados por Classé et al. (1996) para los jugadores de béisbol. El mayor número de jugadores (55,1 %) con dominancia cruzada, en nuestro caso, lo encontramos en el golf, presentando una incidencia bastante superior a la de la población sedentaria (30 %). Aunque no hay consenso entre investigadores sobre si resulta ventajosa la dominancia homónima o cruzada en los diversos deportes (Laby & Kirschen, 2011), nuestros resultados apoyarían la hipótesis de que la distribución de la preferencia lateral en los deportistas es distinta de los valores de la población general (Pointer, 1999) y que, incluso, varía entre modalidades. La explicación más plausible a las tendencias opuestas de frecuencia de dominancia encontradas entre golf y tiro podría estar en que los golpes de precisión del golf (*putt*, tiros a *green*, salida de búnker) son ejecutados de lado y alineados con el agujero, lo cual requiere que el ojo que dirige la acción sea el de la banda contraria a la mano preferente. En este caso, consideramos una clara ventaja que el ojo dominante del jugador sea el que queda delante, dado que la tarea requiere la ejecución de movimientos oculares sacádicos cerca-lejos entre bola y agujero y para conseguir la localización espacial más precisa. En el caso del tiro, por el contrario, y tal y como recoge Erickson (2007), la gran mayoría de autores están de acuerdo en destacar la ventaja que representa la dominancia homolateral a la hora de apuntar.

A partir de la valoración global de los resultados obtenidos en este estudio consideramos que el dato más destacable radicaría en la constatación de que los pentatletas son el colectivo con habilidades visuales más desarrolladas. En el pentatlón se combinan características de deportes de situación, en contexto abierto, y de

modalidades individuales en contexto cerrado. Pensamos que, debido a la variedad de estímulos visuales que se dan en la práctica de este deporte, que implican tomar decisiones y reaccionar con rapidez, precisión, cálculo de distancias, etc., se utiliza una gran parte de las habilidades visuales, constituyendo también a este nivel, un deporte muy completo. Esto apoyaría la explicación de que el sistema visual se adapta y especializa según las demandas de la tarea y la situación o entorno. Contrariamente, el peor nivel visual (siempre dentro de la norma) detectado en prestación física (atletismo y natación) y combate, puede ser debido a que, en general, los estímulos más relevantes para el deportista son los cinestésicos y, con la excepción del taekwondo, la información visual perdería notoriedad con respecto a otras disciplinas.

Con todo ello, el grado de desarrollo de algunas habilidades como la agudeza visual, la flexibilidad acomodativa, el punto próximo de convergencia y las reservas fusionales en visión de lejos, así como la frecuencia de aparición de preferencia oculomanual en los diversos deportes permitiría esbozar algunos rasgos de un perfil visual básico característico por los deportistas en general y por algunas de las disciplinas estudiadas en particular. Finalmente, a partir de los resultados obtenidos, es posible establecer diferencias entre la función visual básica de la presente muestra de deportistas de élite y la población sedentaria, haciéndose evidente una sensible superioridad a favor de los primeros. En definitiva, ante el eterno debate entre *nature vs nurture*, con referencia a la visión, somos de la opinión de que la superioridad en el campo requiere tanto de la herencia genética como del entrenamiento implícito y hasta cierto punto encubierto que conlleva la práctica sistemática de cada deporte, con sus características, requerimientos y entorno determinado.

## Referencias

- Adler, P. (2004). RAF Near Point Rule modification. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 24(5), 469-470. doi:10.1111/j.1475-1313.2004.00220.x
- Ando, S., Kida, N. & Oda, S. (2001). Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*, 92(3), 786-794.
- Bausch & Lomb. (1992). Survey at Olympic Vision Centre. Barcelona: B&L.
- Beckerman, S. A., & Hitzeman, S. (2001). The ocular and visual characteristics of an athletic population. *Optometry*, 72(8), 498-509.
- Boden, L. M., Rosengren, K. J., Martin, D.F., & Boden, S. D. (2009). A comparison of static near stereo acuity in youth baseball/softball players and non- ball players. *Optometry*, 80(3), 121-125. doi:10.1016/j.optm.2008.06.009
- Buys, J. H. C. (2002). *The Development of Norms and Protocols in Sports Vision Evaluations* (Thesis for Magister Philosophiae in Optometry). Faculty of Science Rand Afrikaans University, Johannesburg.
- Christenson, G. N., & Winklestein, A. M.. (1988). Visual skill of athletes versus nonathletes: development of a sports vision testing battery. *Journal of the American Optometric Association*, 59(9), 666-675.
- Ciuffreda, K. J., & Wang, B. (2004). *Vision training and sports*. En G. K. Hung & J. M. Pallis (Eds.), *Biomedical Engineering Principles in Sports*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers. doi:10.1007/978-1-4419-8887-4\_16
- Classé, J. G. (1993). Optometry Clinics. *Sports Vision* 3(1), 84-88. Norwalk, Connecticut: Appleton & Lange.
- Classé J.G., Daum, K., Semes, L., Wisniewski, J., Rutstein, R., Alexander, L., ... Bartolucci, A. (1996). Association between eye and hand dominance and hitting, fielding and pitching skill among players of the Southern Baseball League. *Journal of the American Optometric Association*, 67(2), 81-86.
- Coffey, B., & Reichow, A. W. (1990a). Optometric evaluation of the elite athlete. *Problems in Optometry*, 2, 33-58.
- Coffey, B., & Reichow, A. W. (1990b). Athletes vs. non athletes: 6m vergence ranges, accommodative vergence facility and 6m speed of stereopsis. *Optometry and Vision Science*, 67(Suppl), 81.
- De Teresa, T. (1992). *Visión y práctica deportiva: entrenamiento de biofeedback en deporte de alto rendimiento* (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- Erickson, G. B. (2007). Visual performance evaluation. En G. B. Erickson (Ed.), *Sports vision: Vision care for the enhancement of sports performance* (pp. 45-83). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Falkowitz C., & Mendel, H. (1977). The role of visual skills in batting averages. *Optometric Weekly*, 26(68), 577-580.
- Fremion, A. S., De Myer, W. E., Helveston, E.M., Miller, K., Sato, S. E., & Weber, J. C. (1996). Binocular and monocular visual function in world class tennis players. *Binocular Vision*, 1(3), 147-154.
- García Lázaro, S. (2010). Prevalencia refractiva en una población mediterránea española. *Gaceta Óptica* (448), 34-38.
- Ghasemi, A., Momeni, M., Rezaee, M., & Gholami A. (2009). The Difference in Visual Skills between expert versus novice soccer referees. *Journal of Human Kinetics*, 22(1), 15-20. doi:10.2478/v10078-009-0018-1
- Gilman, G., & Getman, G. N. (1984). "What is Behavioral Optometry?". *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, 55, 803.
- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15(1), 20-25. doi:10.1016/0166-2236(92)90344-8
- Grosvenor, T. (2004). *Optometría de atención primaria*. Barcelona: Masson.
- Hitzeman, S. A., & Beckerman, S. A. (1993). What the literature says about sports vision. *Optometry clinics*, 3(1), 145-169.
- Hoffman, L. G., & Rouse, M. (1980). Referral recommendations for binocular function and/or development perceptual deficiencies. *Optometry - Journal of the American Optometric Association*, 51(2), 119-125.
- Jafarzadehpur, E., & Yarigholi, M. R. (2004). Comparison of visual acuity in reduced lumination and facility of ocular accommodation in table tennis champions and non-Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(1), 44-48.
- Jones, L. F., Classé, J. G., Hester, M., & Harris, K (1996). Association between eye dominance and training for rifle marksmanship: a pilot study. Association between eye dominance and training for rifle marksmanship: a pilot study. *Journal of the American Optometric Association*, 67(2), 73-76.

- Krueger, M., Focke, T., Sperlich, B., Zinner, C., & Mester, J. (2010). *Correlation between maximal dynamic strength of specific muscle groups and throwing speed in elite water polo players*. XI Congress on Biomechanics and Medicine in Swimming, Oslo.
- Laby, D. M., & Kirschen, D. G. (2011). Thoughts on Ocular Dominance-Is It Actually a Preference? *Eye Contact Lens* [Epub ahead of print].
- Obstfeld, H. (2003). Improving Sporting Performance. An Introduction to sports vision. *Optometry Today*, 15, 18-33.
- Planer P. M. (1994). *Sports Vision Manual*. Hamburg: International Academy of Sports Vision.
- Plou, P. (2001). *Visión y Tiro Olímpico: implicaciones y criterios de normalización en las pruebas visuales* (Tesis doctoral). Oxford University, Madrid.
- Pointer, J. S. (1999). Patterns of hand-eye dominance. *British Journal of Optometry & Dispensing*, 7(3), 88-90.
- Quevedo Junyent, Ll. (2007). *Evaluación de la agudeza visual dinámica: una aplicación al contexto deportivo* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya, Terrassa.
- Quevedo, Ll., & Solé, J. (1995). Visual training programmed applied to precision shooting. *Ophthalmic & physiological optics*, 15(5), 519-523.
- Rabbett, R. B. (2007). En Bennett and Rabbett (Eds.), *Clinical Visual Optics*. Boston: Butterworth.
- Robinson, S., Jacobsen, S., & Heinz, B. (1997). Crossed hand-eye dominance. *Journal of Optometric Vision Development*, 28(4), 235-245.
- Sapkota, K., Koirala, S., Shakya, S., Chaudhary, M., & Paudel, P. (2006). Visual status of Nepalese national football and cricket players. *Nepal Med College Journal*, 8(4), 280-283.
- Scheiman M., & Wick B. (2008). *Management of Binocular Vision*. (3.<sup>a</sup> ed.) Philadelphia: Lippincott.
- Sillero, M., Refoyo, I., Lorenzo, A., & Sampedro, J. (2007). Perceptual Visual Skills in Young Highly Skilled Basketball Players. *Perceptual and Motor Skills*, 104(2), 547-561.
- Sillero, M., & Sampedro, A. R. (2002). Las habilidades visuales de jugadores infantiles. *II Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. Madrid: INEF. doi:10.2466/pms.104.2.547-561
- Solé, J. (2006). *Planificación del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Sicropat Sports.
- Solé, J., Quevedo, Ll., Massafret, & M., Planas, A. (1999). Perfil y estudio comparativo de las habilidades visuales de jugadores de baloncesto en función del sexo y nivel de rendimiento. *Actes del IV Congrés de Ciències de l'Esport, l'Educació Física i la Recreació de l'INEFC de Lleida* (499-505). Lleida: INEFC.
- Stine, C. D., Arterburn, M., & Stern, N. S. (1982). Vision and Sports: A review of the literature. *Journal of the American Optometric Association*, 53(8), 627-633.
- Tidow, G., Wühst, K. D., De Marées, H. (1984). Dynamic Visual Acuity as a Performance-influencing factor in sport. *International Journal of Sports Medicine*, 5 (Abstracts).