

Revisió bibliogràfica sobre els beneficis del pintat de les lents destinades a les activitats esportives

Review of the Literature on the Benefits of Coloured Lenses for Sports Activities

CARLOS MONTANER SESMERO

IES Ricardo Marín (Cheste, València)

ENRIQUE ALCÁNTARA ALCOVER

JAVIER GÁMEZ PAYÁ

BEATRIZ NÁCHER FERNÁNDEZ

Instituto de Biomecánica de Valencia

Autor per a la correspondència

Carlos Montaner Sesmero

carles.montaner@hotmail.com

Resum

El desenvolupament de productes comercials específics per a cada usuari és una línia d'actuació preferent per a cada vegada més empreses del sector esportiu. Alguns d'aquests productes personalitzats, com és el cas de les ulleres esportives amb lents pintades, ofereixen prestacions que asseguruen un millor confort i/o rendiment esportiu en determinats contextos. No obstant això, la base científica que recolza el benefici d'aquests articles és desconeguda. Així, el propòsit d'aquest estudi és fer una revisió del treball científic publicat que expliqui el possible benefici que pot suposar l'ús d'un tipus de pintat o un altre en les lents de les ulleres esportives. Per a això, s'ha dut a terme una revisió bibliogràfica centrada en aspectes de confort i de rendiment visual en la pràctica esportiva, a través de bases documentals científiques, de pàgines web i de normativa referent a l'ús de lents esportives. La principal conclusió que es pot extreure és que l'estat de l'art ofereix una limitada base científica per suportar els productes existents en el mercat, així com per proposar lents de color per a esports concrets. Queda establert que a través de determinats filtres pintats poden millorar-se els temps de reacció i l'habilitat visual, però en cas d'abordar aquesta línia de R+D, seria fins i tot necessari posar a punt mètodes de mesura adequats.

Paraules clau: ulleres esportives, lents pintades, equipament esportiu, confort, rendiment, revisió bibliogràfica

Abstract

Review of the Literature on the Benefits of Coloured Lenses for Sports Activities

The development of specific commercial products for each user is a priority course of action for more and more companies in the sports sector. Some of these customized products, as is the case with sports glasses with coloured lenses, offer features that afford greater comfort and/or athletic performance in certain contexts. Nonetheless, the basis of scientific evidence that supports the benefit of these items is unknown. Thus the purpose of this study is to review the published scientific literature that explains the possible benefits that may be entailed by the use of one or another type of coloured lenses in sports glasses. To that end the literature has been reviewed focussing on issues of comfort and visual performance in sport, using scientific documentary databases, websites and rules concerning the use of sports glasses. The main conclusion to be drawn is that the state of the art offers a limited scientific basis to support existing products on the market and to suggest colour lenses for specific sports. It has been established that reaction times and visual skills can be improved through certain coloured filters, but in the event of addressing this line of R&D, it would also be necessary to develop appropriate measurement methods.

Keywords: sports glasses, coloured lenses, sports equipment, comfort, performance, literature review

Introducció

La societat actual requereix, cada vegada més, productes comercials específics que s'adaptin a les necessitats dels usuaris. En l'àmbit de l'activitat física i l'esport, hi ha una demanda creixent entorn de la personalització i millora de l'equipament esportiu. Moltes vegades, hi ha criteris científics que ajuden al desenvolupament i la millora de l'equipament esportiu, sigui calçat (Benazzo et al., 1999; Gremion, Dobbelaere, Cobelet, & Leyvaz, 1999; Zhang, Clowers, Costal, & Yu, 2005), roba (Page & Steele, 1999) o bicicletes (Nielens & Lejeune, 2004). Gràcies a això, l'usuari té la possibilitat d'eleger els productes esportius en funció de les seves prestacions tècniques o funcionals. D'altra banda, és coneguda l'existència de normatives específiques que assessoren i determinen les característiques que han de complir determinats productes o materials esportius per facilitar un ús segur, com per exemple normatives referents a cistelles de basquetbol (EN 1270), porteries de futbol sala i handbol (EN 749), màquines de musculació (EN 957), cascos per a ciclistes i patinadors (EN 1078) o per a esquiadors (EN 1077), patins en línia (EN 13843), etc. No obstant això, quan es tracta d'eleger el color de la lent d'unes ulleres esportives, els criteris de selecció semblen reduir-se a modes comercials i estètiques, sense existir informació addicional de tipus científic o normatiu, que serveixi d'orientació sobre les possibles funcionalitats del color. D'aquesta manera, les prestacions que semblen oferir aquests articles són, almenys, qüestionables.

Per poder entendre algun dels continguts d'aquest treball, és necessari tenir en compte alguns conceptes sobre el funcionament de l'ull humà. Aquest no és igualment sensible a totes les longituds d'ona que formen la llum que arriba als nostres ulls i ens permet veure. Així, l'espectre de la llum visible o espectre cromàtic comprèn longituds d'ona entre els 380 nm i 770 nm, i dins aquest, les sensacions visuals que ens causa cada longitud d'ona són diferents (fig. 1). Per exemple, les longituds d'ona més curtes es perceben com a colors violetes o blausos i les més llargues com a taronges i vermells. Els estímuls cromàtics tenen el seu valor màxim en 555 nm, que correspon a un to groc verdós. Els colors d'aquesta tonalitat es perceben amb millor nitidesa i menor esforç per part de l'ull humà, i a mesura que ens allunyem d'aquest màxim cap als extrems, la sensibilitat va disminuint.

Basant-se en aquest funcionament, els filtres de color transmeten a l'ull una part concreta de l'espectre, la qual cosa es coneix com a transmissió, de manera que determinats pintats als filtres poden ressaltar més un color o un altre, facilitant un millor contrast. Si s'augmenta el contrast, es diferenciarien millor els objectes del camp visual general, distingint-se més detalls i fatigant menys la vista. Encara que la transmissió d'un filtre no es veu afectada pel tipus de font lluminosa, s'ha de destacar que l'aparència del color rebut sí que depèn dels colors de l'objecte que estem observant i de les característiques de transmissió del filtre, a causa d'una barreja subtractiva dels colors d'ambdós (fig. 2).

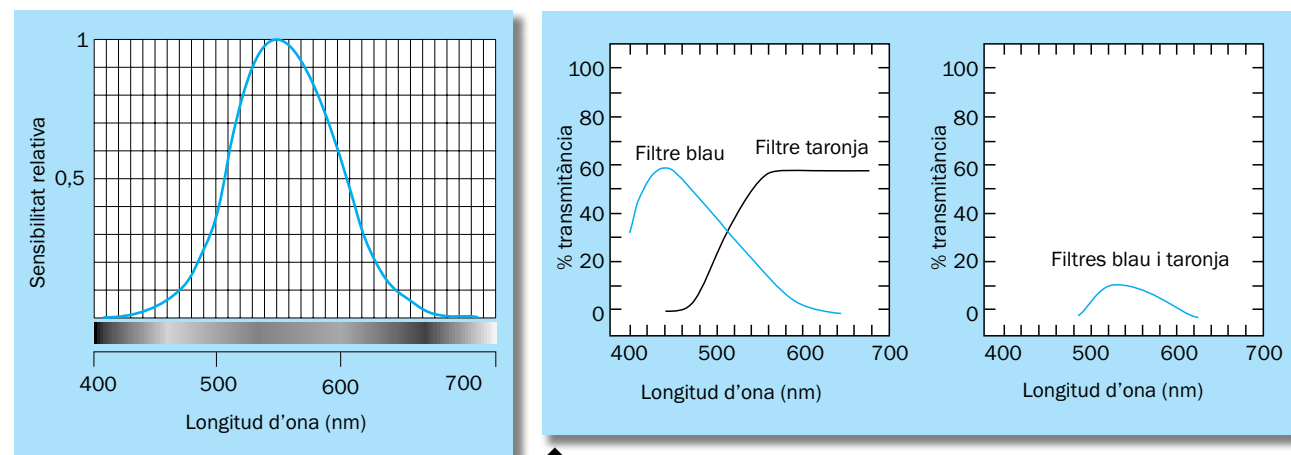


Figura 1
Corba de sensibilitat de l'observador patró segons la longitud d'ona de l'espectre cromàtic. (Ref.: Javier García Fernández i Oriol Boix)

Figura 2
Corba de transmissió espectral de dos filtres de color (imatge de l'esquerra) i resultat de la barreja subtractiva d'ambdós filtres (imatge de la dreta). (Ref.: Adaptades de J. Pokorny; V. C. Smith i G. Verries, *Congenital and Acquired Color Vision Defects*, 1979. AJLG. Pinkers)

En el mercat hi ha diversos tipus de filtres i cadascun reclama els seus avantatges en termes de rendiment visual i/o cost, en funció del grau de transmissió (quantitat de llum transmesa pel filtre en funció de la longitud d'ona), el qual s'ha de determinar d'acord amb les condicions d'ús esperades. Així, hi ha una sèrie d'esports (tennis, ciclisme, golf, vela, surf d'estel, pàdel...) en els quals, com que són practicats en la majoria de les ocasions a l'aire lliure, l'ús d'ulleres esportives és una pràctica habitual i necessària per a la protecció dels ulls. Aquestes ulleres estan disponibles amb diversos pintats en les lents. Basant-se en això i en el possible desconeixement per part dels usuaris del benefici que pot suposar l'ús d'un tipus de pintat o un altre en les lents de les ulleres esportives, s'ha proposat un estudi basat en una revisió bibliogràfica a fi d'obtenir dades científiques que ofereixin informació sobre l'ús d'un determinat pintat en les lents esportives, atenent tant a paràmetres de confort i de rendiment com a les característiques de l'esport. D'aquesta manera, els objectius de la revisió són:

- Conèixer els criteris científics que garanteixen una correcta elecció del color de les ulleres esportives per part dels usuaris.
- Conèixer l'estat actual de la normativa referent a l'ús d'ulleres esportives.
- Conèixer la informació que a través de les pàgines web s'ofereix als usuaris d'ulleres esportives.
- Contrastar aquests últims resultats amb els aportats per la literatura científica a fi d'entendre millor la situació en què es troba tant la indústria oftalmològica com aquest camp d'aplicació.

Material i mètodes

Per obtenir la informació es van consultar diverses fonts. En primer lloc, es va fer una recerca bibliogràfica d'articles relacionats amb el tema d'interès, a través de bases de dades i revistes científiques (taula 1).

Així mateix, es va contactar amb el Departament d'Òptica i Optometria de la Universitat de València, per demanar articles científics que tinguessin alguna relació amb el pintat de les lents en les ulleres esportives.

D'altra banda, es van examinar dues normatives de protecció per als ulls relacionades amb l'esport. L'objectiu era trobar algun criteri normatiu que guardés relació amb el pintat de les lents en les ulleres esportives.

Finalment, es va procedir a consultar informació de diferents enllaços digitals a través d'Internet.

Un vegada conculsa la recollida de la informació, es va procedir a la seva anàlisi, el contingut de la qual s'exposa en els resultats que a continuació es presenten. S'hi poden observar tres apartats:

- Informació obtinguda a partir d'articles científics.
- Informació extreta de la normativa.
- Informació recollida a Internet.

Resultats

Informació obtinguda a partir d'articles científics

S'han trobat diferents treballs que analitzen la influència del color del filtre en el contrast i la discriminació cromàtica. Així, hi ha estudis recents que consideren que els filtres grocs són els més convenients per la seva capacitat per augmentar el contrast amb una distorsió mínima de la visió cromàtica (De Fez, Luque, & Viqueira, 2002; Rieger, 1992; Wolffsohn, Cochrane, Khoo, Yoshimitsu, & Wu, 2000). A més a més, aquests filtres i els de color taronja són capaços d'augmentar els contrastos baixos (Wolffsohn, Dinardo, & Vingrys, 2002), encara que la brillantor pot veure's disminuïda (De Fez et al., 2002). També amb referència als filtres grocs, Kinney, Schlichting, Neri i Kindness (1981) en recomanen l'ús en les ulleres per oferir majors beneficis en l'exercici visual que les lents grises. Aquests beneficis es donen davant contrastos baixos en l'espectre de llum visible. Novament De Fez, Luque i Viqueira (2002) recomanen a més a més els filtres grisos abans que els verds, marrons o blaus, ja que provoquen una menor pèrdua de la discriminació cromàtica sobre fons

Bases de dades científiques
BRS - BIBI (Base bibliogràfica documental de l'IBV)
SCIRUS
MED - line
Ergonomics Abstracts
Revistes
Ergonomics
Journal of Sports Sciences

Taula 1
Bases de dades i revistes científiques utilitzades

Taula 2
Especificacions d'ús i característiques de diferents colors de les lents

Color de les lents	Característiques i especificacions d'ús
Gris	<ul style="list-style-type: none"> No altera la percepció del color Si és gaire fosc, el contrast disminueix Permet un ús continuat en el temps, ja que transmet uniformement la llum a través de l'espectre i respecta millor els colors naturals Recomanat per conduir
Marró	<ul style="list-style-type: none"> Sembla oferir una visió més plaent i no altera de manera significativa els colors Augmenta el contrast i la profunditat de camp Ideal per a esports a l'aire lliure, ja que produeix un efecte relaxant
Verd	<ul style="list-style-type: none"> Permet una percepció dels colors amb molt poques alteracions Redueix la llum visible sense interferir en la claredat de la visió Especial per a esports nàutics i hipermetropia
Groc	<ul style="list-style-type: none"> Absorbeix poca llum visible. En bloquejar la llum blava més que altres longituds d'ones, milloraria l'agudesa visual de nit Millora el contrast en dies nuvolosos, bromosos o amb boira No es recomana per conduir en dies assolellats, ja que pot provocar errors en la percepció de llums vermells i verds dels semàfors
Taronja	<ul style="list-style-type: none"> No és apte per a ús solar Augmenta més el contrast que el color groc i és el més adequat per a situacions en què el cel està encapotat Color idoni en condicions de baixa lluminositat, com la condició nocturna o amb boira

blanc, verd o blau. Per la seva banda, Wolffsohn, Dinardo i Vingrys (2002) estableixen que les lents grises i vermelles redueixen la sensibilitat al contrast i la visió del color es distorsiona amb les lents vermelles.

Respecte a l'agudesa visual i la pèrdua de claredat que pot aconseguir-se amb un color o un altre d'ulleres, Wolffsohn, Cochrane, Khoo, Yoshimitsu i Wu (2000), mitjançant proves de valoració subjectiva, no troben diferències significatives entre lents grogues, grogues fosques, taronges i incolores.

D'altra banda, són escassos els estudis científics que relacionen el color de les lents i l'eficàcia o el rendiment en les activitats esportives. Sembla que les ulleres de protecció per a la pràctica de l'esquaix influeixen en el temps de reacció al camp de visió horitzontal, encara que aquesta consideració depèn en gran manera del tipus d'ulleres (forma) i del tipus d'interacció amb la llum (Dawson & Zabik, 1988). Un altre estudi recent fet en tennis (Kluka et al., 2003) conclou que el temps de reacció per tornar un servei de tennis és significativament millor amb l'ús de lents tintades que amb l'ús de lents clares. A l'últim, novament en tennis, es va fer un estudi que investigava la influència sobre el temps de reacció i la precisió en el cop en utilitzar unes ulleres de competició comercials grogues, unes ulleres amb lents de color gris clar i en comparar-les amb un grup control que no utilitzava ulleres (Farrow, 2000). Es va observar que no existien diferències significatives entre cap de les condicions d'assaig.

Informació extreta de la normativa

Les normatives trobades que relacionen la protecció dels ulls i l'esport són:

- Normativa UNE-EN 174. "Protecció personal dels ulls. Ulleres integrals per a esquí alpí."
- Normativa UNE-EN 13178. "Protecció individual dels ulls. Protector oculars per a usuaris de motos de neu."

Ambdues normatives no estableixen cap tipus de requisit en relació amb l'ús específic d'un determinat color en les lents.

Informació recollida a Internet

A través d'Internet ha estat possible accedir a diverses pàgines on empreses relacionades amb l'entorn de l'òptica comenten el benefici d'un determinat tipus de color en les lents de les ulleres esportives.

Tot seguit es descriuen les adreces d'aquestes pàgines i un resum del contingut que ofereixen:

Centre oftalmològic privat de Paranà (Argentina)
(<http://www.centrobermudez.com.ar>)

En aquesta pàgina digital es comenta que el color de les lents s'elegeix mitjançant preferències personals, i s'estableixen característiques òptiques i especificacions d'ús per a cada color (taula 2).

Així mateix, relaciona el nivell de lluminositat solar, l'absorció de llum visible i el grau de pintat de les lents, alhora que estableix una sèrie d'indicacions d'ús (taula 3).

Col·legi Nacional d'Òptics de Xile
(<http://www.colegiodeopticos.cl>)

El Col·legi Nacional d'Òptics de Xile afirma que a fi de millorar la qualitat visual i la protecció ocular es poden emprar les lents amb filtres, ja que absorbeixen una quantitat de llum visible, i en alguns casos reflecteixen aquesta llum. Alguns filtres de colors que s'utilitzen alteren d'alguna forma els contrastos i colors. L'elecció del filtre adequat no depèn del gust de l'usuari o del color que contrasti millor amb la muntura, sinó que depèn del nivell d'il·luminació ambiental, de la sensibilitat ocular a l'enlluernament, de la classe d'ametropia (trastorns de refracció) i del tipus d'activitat. D'aquesta manera, un filtre adequat ajuda a disminuir la fatiga visual, protegeix contra la radiació visible i afavoreix un millor exercici laboral i d'oci. Els filtres pintats ajuden a reduir la intensitat de radiació lluminosa de l'espectre visible. El simple tenyit no garanteix que aquest protegeixi de la radiació ultraviolada; per això, és important que les lents pintades hagin de tenir un tractament addicional contra aquesta radiació.

Solucions professionals en xarxa
(<https://www.vsp.com>)

Per la seva banda, a NetWorkSolutions es comenta que augmentar el color percebut pot resultar especialment important en certes activitats o esports. Per exemple, en tennis pot ser desitjable augmentar el color groc per a així percebre millor la pilota. Igualment ocorre en golf amb el color verd, per a així distingir les diferents

tonalitats verdes del camp de joc, la qual cosa pot resultar un avantatge per al rendiment del jugador. D'aquesta manera, hi ha ulleres amb lents especials que impedeixen el filtre de la llum vermella i blava, permetent la llum verda. Aquestes ulleres aconseguixen augmentar el contrast i l'agudesa visual en els jugadors de golf, facilitant-los distingir els objectes, tant de prop com de lluny, durant el joc.

També s'explica que les lents de color ambre o rosades de les ulleres dels esquiadors augmenten la suavitat de les marques d'ombra de la pista, i això facilita la percepció del terreny davant clots o desnivells inesperats i millora la visibilitat amb boira. Es recomana l'ús d'aquestes ulleres o lents amb un matís groc o taronja. Aquests colors augmenten el contrast, bloquejant els rajos de llum blava de l'exterior. Així, el groc és el millor color per a les lents si han de ser utilitzades a la nit.

Les ulleres esportives polaritzades redueixen la llum enlluernadora i els reflexos, de manera que els esportistes puguin veure millor la pilota i els jugadors. Els diferents colors de les lents permeten un ús variable en funció de la llum d'exposició, i es recomana el groc, daurat i ambre per a dies amb llum feble o boira; el rosat per a dies ennuvolats; el verd per a dies amb llum molt brillant, i les lents clares per llegir a la nit.

Color Reyes
(<http://www.colorreyes.com>)

En aquesta pàgina digital hi ha un estudi titulat *Sunlight filters: Eye Protection and Improvement of Visual Performance* ("Filtres de llum solar: Protecció de l'ull i millora del rendiment visual"), on es fan algunes consideracions sobre la radiació ultraviolada, la radiació visible, la radiació infraroja, el disseny de filtres per a la protecció dels ulls enfront de la llum solar, el gradient dels filtres i la millora del rendiment visual.

Nivell filtre	Lluminositat solar	Absorció de llum visible (%)	Descripció	Indicacions
0	Molt baixa	0-20	Lents clares o molt lleugerament vermelles	Estètica i confort Temps cobert, boira, vent, pols
1	Baixa	20-56	Lents lleugerament pintades	Ús urbà
2	Mitjana	57-81	Lents mitjanament pintades	Passeig, golf, tennis
3	Forta	82-91	Lents fosques	Nens. Platja i muntanya
4	Molt forta	92-97	Lents molt fosques	Esports aquàtics i alta muntanya

Taula 3
Índex de protecció de les ulleres de sol. Descripció i indicacions

Dins aquest últim apartat s'inclou una sèrie d'aportacions tècniques per millorar el rendiment visual:

- Seleccionar els graus de transmitància d'acord amb les condicions d'ús esperades.
- Atenuar la llum blava. Una de les aproximacions més comunes és l'atenuació de llum blava. El component blau de la llum s'enfoca amb més dificultat per l'ull i, al mateix temps, té una tendència d'atenuar el contrast de color.
- Incrementar el contrast a través de l'equalització dels filtres. En aquest cas el principi utilitzat és completament diferent, i està basat en l'anàlisi de les corbes de percepció de color d'ull humà definit per CIE 1931 (corba que mostra tots els colors perceptibles a l'ull). Les corbes de sensibilitat demostren que hi ha àrees de recobriment suficientment àmplies entre receptors cromàtics. En aquestes àrees és difícil pel cervell definir ràpidament les diferències en color i, per consegüent, el contrast cromàtic. Mitjançant l'ús de filtres especials, les àrees de recobriment es poden reduir, i es poden caracteritzar receptors més pulcrament. D'aquesta manera, s'atenuen les àrees de confusió, i el contrast cromàtic millora, i així es redueix el temps de resposta. Aquest tipus de filtres s'ha utilitzat en competicions sota condicions de contrast baixes amb millores significatives en termes de rendiment.

Discussió

Una de les principals conclusions que poden establir-se un vegada finalitzada la revisió bibliogràfica, són les escasses investigacions de caràcter científic existents entorn del pintat de les lents i sobre la seva influència en el desenvolupament de la pràctica esportiva. Per tant, sembla que aquest camp d'investigació està encara per explorar i serà necessari aprofundir en el coneixement científic si es desitgen obtenir resultats conclouents respecte d'això. Aquests resultats constaten la hipòtesi que es destacava en la introducció de l'article, on es comenta la inexistència d'informació de caràcter científic que ajudi els usuaris a seleccionar el color de les seves lents esportives.

D'altra banda, és curiós observar en aquest àmbit d'estudi, una vegada més, que la indústria s'anticipa a la ciència, i abunden els productes comercials que fan re-

ferència als beneficis d'utilitzar lents de color per a certs esports, però amb escàs suport científic.

Quant als estudis científics, cal destacar que els resultats trobats són contradictoris. Hi ha estudis científics que mantenen que les lents i les seves propietats de comportament enfront de la llum i el color d'aquesta, sigui de l'ambient o de l'objecte per percebre, influeixen sobre els temps de reacció i l'habilitat visual (Kluka et al., 2003; Dawson & Zabik, 1988). No obstant això, l'estudi fet per Farrow (2000) amb unes ulleres comercials mostra resultats que ho contradueixen, argumentant que no hi ha diferències quant al temps de reacció entre l'ús i no ús de lents de color groc.

Respecte al color de la lent, cal destacar que el color groc sembla que millora el contrast de la visió (De Fez et al., 2002; Kinney, Schlichting, Neri, & Kindness 1981; Rieger, 1992; Wolffsohn et al., 2002). També ho fa el color taronja (Wolffsohn et al., 2002), encara que la brillantor que s'observa pot ser menor (De Fez et al., 2002). En canvi, en l'estudi fet per Wolffsohn et al. (2000) es conclou, mitjançant proves de valoració subjectiva, que no hi ha diferències significatives entre lents grogues, taronges i incolores per a la millora de l'agudeza visual o la pèrdua de claredat. Així mateix, sembla que les lents vermelles distorsionen el color i redueixen la sensibilitat al contrast (Wolffsohn et al., 2002), la qual cosa pot ser un desavantatge en determinades activitats esportives on sigui necessari distingir el mòbil de joc del fons en què es practica (esquaix, pàdel o tennis, per exemple). Aquests resultats permeten establir que és oportú adaptar el color de les lents al tipus de tasca i d'ambient si es vol contribuir a un millor desenvolupament de la pràctica esportiva. Amb referència als filtres grisos, De Fez et al. (2002) els recomanen per afavorir una millor distinció dels colors que els filtres verds, marrons o blaus sobre fons blancs, verds o blaus. Per la seva banda, Wolffsohn et al. (2002), contràriament, consideren que els filtres grisos empitjoren el contrast lluminós.

En aquest context, establir una base científica per avançar en el disseny de lents de colors específics per a la pràctica de certs esports és complex, perquè els resultats publicats a vegades es contradueixen i, a més a més, l'aplicació metodològica, les variables estudiades i els fonaments en què es basen, difereixen molt d'un estudi a un altre. Per tant, resulta difícil establir conclusions concretes que permetin fixar procediments d'acció, per la qual cosa s'hauran d'entendre els resultats obtinguts en els diferents estudis de forma individualitzada.

Per la seva banda, és destacable com les referències bibliogràfiques científiques trobades fan referència, en la majoria dels casos, a estudis en relació amb filtres o ulleres amb lents de color groc. Això pot indicar que hi ha un major coneixement respecte a les característiques o beneficis d'aquest color i/o que ha existit des de sempre un major interès a conèixer-ho. Possiblement, això es deu al fet que el to groc es percep amb millor nitidesa i menor esforç. Actualment, la diversificació en el pintat de les lents i el seu ús generalitzat per esportistes i altres usuaris, demana un coneixement més profund i objectiu sobre altres tipus de colors en les lents. D'aquesta manera, s'obre un important i ampli camp d'investigació.

Quant a la normativa consultada, cal destacar que no ha ofert cap tipus d'informació que pugui orientar l'objectiu d'aquest treball.

D'altra banda, la informació que ha proporcionat Internet en alguns casos no es troba en els resultats obtinguts científicament. En altres casos, es fa referència a les qualitats d'un tipus o un altre de color en determinats esports, sense oferir una explicació del perquè. Sembla, en determinats contextos esportius, que l'ús d'un pintat o un altre en les lents està condicionat pel color general del fons en què es desenvolupen. Així, en el cas del golf, el fons sol presentar diferents tonalitats de verds. Poder distingir aquestes tonalitats millor podria ajudar a millorar el rendiment del golfista. En el cas del jugador de tennis que juga en terra batuda, distingir millor la pilota groga del fons marró pot significar un avantatge durant el joc. No obstant això, aquestes consideracions serien vàlides en un entorn estable, per exemple, en un pavelló amb llum artificial o en una activitat a l'aire lliure amb una meteorologia no canviant. Però, cal resse-

nyar que poden produir-se oscil·lacions de la climatologia durant la pràctica esportiva o canvis de contrast (ombres, boira...), la qual cosa interferiria en la visió si s'utilitzés un tipus de pintat específic per a una situació. Aquestes variacions de lluminositat, produïdes de manera habitual en esports com el ciclisme, amb entorns i condicions orogràfiques que afavoreixen aquests canvis, faria més recomanable l'ús d'un color de lent que no alterés la percepció del contrast i del color. Així, una possible línia d'investigació futura podria centrar-se en l'estudi de vidres fotosensibles capaços d'adaptar-se a la lluminositat canviant de l'entorn.

Segons els resultats trobats en les pàgines web, el color gris, ambre o marró serien els més aptes per a esports com el ciclisme o esports a l'aire lliure amb canvis de lluminositat. Altres consideracions sobre el tipus de color que ha d'emprar-se en funció de l'activitat esportiva i de les condicions lluminoses, pot observar-se a la *taula 4*.

Independentment del color de la lent, sembla clara la relació entre la tonalitat de la lent i l'ús per al qual està indicada. De manera que les lents més clares aporten més confort i estan indicades especialment per a dies ennuvolats. D'altra banda, les lents de lluminositat solar mitjana semblen estar més indicades per a la pràctica esportiva, mentre que les lents de lluminositat solar alta es recomanen per a activitats fetes en climes extrems com l'alpinisme o la nàutica. Finalment, cal destacar la importància que els filtres atenuïn la llum blava (<http://www.colorreyes.com>), ja que aquesta està molt relacionada amb la fatiga visual (Reinbow, 2005).

En conclusió, l'estat de l'art sobre el benefici de les lents pintades en la pràctica d'activitat física ofereix una

Colors	Activitat esportiva	Condicions de llum	Característiques
Verd	Se suggereix per a esports nàutics i d'hivern.	Llum molt brillant o mitjana.	Altera poc la percepció cromàtica.
Groc	Caça, tir al blanc i activitats amb llum tènue.	Dies ennuvolats. Boira.	Presenta inconvenients en dies assolellats.
Taronja	Activitats esportives nocturnes.	Foscor.	Absorbeix la llum blava i verda de l'espectre visible disminuint la fatiga visual. Disminueix la brillantor en paviments i alguns reflexos de llum.
Marró	Esports d'hivern i alpinisme.	Il·luminació artificial. Alternança de llum i ombra.	Canvia la percepció dels colors però millora el contrast

▲ **Taula 4**

Informació proporcionada per Internet: color de les lents, característiques i activitat esportiva en funció de les condicions de llum

limitada base científica per suportar els productes existents en el mercat, així com per proposar lents de color per a esports concrets. Sí que queda establerta la idoneïtat que així sigui per millorar temps de reacció i habilitat visual, però en cas d'abordar aquesta línia de R+D, seria fins i tot necessari posar a punt mètodes de mesura adequats. La investigació sobre l'establiment de protocols i metodologies d'assaig per estudiar la influència del color de les lents esportives en el rendiment és una via de desenvolupament que pot ajudar amb aquest fi. D'aquesta manera, i com a exemple, podrien plantejar-se estudis sobre el confort percebut amb les viseres dels cascos utilitzades en els esports de motor com el motociclisme o l'automobilisme i com influeixen aquests en el rendiment de l'esportista.

Agraïments

Aquest treball ha estat possible gràcies a la col·laboració de l'empresa INDUS i del Departament d'Òptica i Optometria de la Universitat de València.

Referències

- Benazzo, F., Stennardo, G., Velluti, C., Salvi, M., Caputo, F., Todesca, A., & Messina, L. (1999). Sports environments, materials and equipment. *Journal of Sports Traumatology and Related Research*, 21(2), 128-139.
- Dawson, M. & Zabik, R. (1988). Effect of protective eyewear on reaction time in the horizontal field of vision. *Perceptual and Motor Skills*, 67(1), 115-120.
- De Fez, D., Luque, M. J., & Viqueira, V. (2002). Enhancement of contrast sensitivity and losses of chromatic discrimination with tinted lenses. *Optometry and Vision Science*, 79(9), 590-597.
- Farrow, D. (2000). An investigation of the effectiveness of Bolle's Competitivision sport - glasses on tennis performance. *Clinical and Experimental Optometry*, 83(4), 226-231.
- Gremion, G., Dobbelaere, V., Cobelet, C. H., & Leyvaz, P. F. (1999). Criteres de choix d'une chaussure de sport (Selection criteria of sports shoes). *Revue Suisse de Medecine et de Traumatologie du Sport*, 47(1), 36-39.
- <https://www.vsp.com>
- <http://www.centrobermudez.com.ar>
- <http://www.colegiodeopticos.cl>
- <http://www.colorreyes.com/customer/mainmodules.php?section=sunlightfilters> (no disponible actualment)
- Kinney, J., Shclighting, C., Neri, D., & Kidness, S. (1981). Reaction time to spatial frequencies using yellow and luminance-matched neutral goggles. *Americal Journal of Optometry and Physiological Optics*, 60(2), 132-138.
- Kluka, D., Love, P., Ford, F., Hines, W., Ciccarella, C., & Faubl, H. (2003). The effects of tinted lenses on tennis serve reception. *Journal of Sports Sciences*, 21(4), 280-281.
- Nielens, H. & Lejeune, T. (2004). Bicycle shock absorption systems and energy expended by the cyclist. *Sports Medicine*, 34(2), 71-80.
- Page, K. A. & Steele, J. R. (1999). Breast motion and sports brassiere design: implications for future research. *Sports Medicine*, 27(4), 205-211.
- Reinchow, A. R. (2005). NIKE MAXSIGHT see sports better. NIKE MAXSIGHT presentation. Portland: Nike.
- Rieger, G. (1992). Improvement of contrast sensitivity with yellow filter glasses. *Can J. Ophthalmology*, 27(3), 137-138.
- Wolffsohn, J., Dinardo, C., & Vingrys, A. (2002). Benefit of coloured lenses for age-related macular degeneration. *Ergonomics*, 22(4), 300-311.
- Wolffsohn, J., Cochrane, A., Khoo, H., Yoshimitsu, Y., & Wu, S. (2000). Contrast is Enhanced by yellow lenses because of selective reduction of short wavelength light. *The Journal of The American Academy of Optometry*, 77(2), 73-81.
- Zhang, S., Clowers, K., Kohstall, C., & Yu, Y. (2005). Effects of various midsole densities of basketball shoes on impact attenuation during landing activities. *Journal of Applied Biomechanics*, 21(1), 3-17.