

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN VISUAL EN DEPORTISTAS



Grado en óptica y optometría

Realizado por Jorge Lardiés Menéndez

**Dirección del TFG:
Elena García Martín
Sofía Otín Mallada**

ÍNDICE

1. RESUMEN	2
2. INTRODUCCIÓN	3
LA ESCALADA	3
VISIÓN Y DEPORTE	4
VISIÓN EN LA ESCALADA	6
JUSTIFICACIÓN DEL TEMA	7
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	8
4. MATERIAL Y METODOS	9
DISEÑO DEL ESTUDIO	9
PROTOCOLO EXPLORATORIO	10
CLASIFICACIÓN DE LA MUESTRA	12
BASE DE DATOS	13
ESTUDIO ESTADÍSTICO	13
5. RESULTADOS	14
6. DISCUSIÓN	23
7. CONCLUSIONES	25
8. BIBLIOGRAFÍA	26
9. ANEXOS	27

1. RESUMEN

Propósito: Evaluar si las diferencias entre los grados alcanzados “a vista” y “ensayado” por escaladores de alto rendimiento se deben a diferencias en su función visual.

Material y métodos: Se seleccionaron 36 escaladores y se les realizó una exploración optométrica y oftalmológica completa. Consistió en la evaluación de la agudeza visual estática, sensibilidad al contraste, visión cromática, motilidad ocular intrínseca y extrínseca, fusión sensorial, estereopsis, campo visual y estado de mácula y nervio óptico mediante tomografía de coherencia óptica (OCT). Se dividió la muestra en función del grado “a vista” y “ensayado” alcanzado y se compararon los resultados obtenidos por ambos grupos.

Resultados: La edad media de los escaladores fue de $30,14 \pm 7,01$ años.

No se observó ningún resultados patológico en la valoración de la OCT macular y del nervio óptico, de los reflejos pupilares, visión cromática, fusión, posición primaria de mirada y motilidad ocular. Los valores medios de agudeza visual de la muestra fueron $-0,15 \pm 0,08$ para 100% $0,22 \pm 0,10$ para 2,5% y $0,35 \pm 0,10$ para 1,25% de contraste.

Los de sensibilidad al contraste sin deslumbramiento fueron de $1,82 \pm 0,12$ para la frecuencia A, $2,07 \pm 0,14$ frecuencia B, $1,79 \pm 0,13$ frecuencia C y $1,38 \pm 0,16$ frecuencia D. Los valores medios de sensibilidad al contraste con deslumbramiento fueron de $1,81 \pm 0,14$ para la frecuencia A, $2,00 \pm 0,12$ frecuencia B, $1,73 \pm 0,13$ frecuencia C y $1,35 \pm 0,10$ frecuencia D.

El valor medio de agudeza visual estereoscópica fue $71,62 \pm 73,12$.

En la comparación de resultados obtenidos por los grupos en los que se dividió la muestra no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Conclusiones: Las diferencias entre los grados de escalada logrados por los escaladores de alto rendimiento no se deben a diferencias en su función visual.

2. INTRODUCCIÓN

La escalada deportiva

La escalada deportiva se define como aquella sub-modalidad de la escalada cuyo fin es superar un determinado obstáculo escarpado lo más difícil posible. La lógica que la mueve es la de ir superando progresivamente nuestro propio nivel de dominio o control de progresión sobre la pared, para ir escalando poco a poco otros obstáculos de mayor dificultad. Por tanto, este deporte busca la máxima dificultad que vendrá determinada por la combinación de diversos factores como son: la fuerza y resistencia requeridas para completar la ruta, la inclinación de la pared, el tamaño y la forma de los agarres, la distancia entre ellos, los puntos de reposo, el peligro asociado al ascenso, la dificultad para asegurarse y/o el número total de movimientos necesarios para alcanzar el final de la vía.¹

En la escalada deportiva los escaladores ascienden solo con el uso de una cuerda que irán asegurando a anclajes que han sido previamente colocados a lo largo de toda la vía. Prácticamente toda escalada “indoor” con cuerdas utiliza este método y es la versión predominante de la escalada al aire libre en Europa. De hecho la mayor parte de las competiciones de escalada se realizan mediante esta modalidad.

El escalador, deberá reunir ciertas aptitudes para alcanzar las metas fijadas en la técnica. Conseguirá el grado de la vía (puntuación que se otorga a la vía en función de su dificultad) cuando realiza ésta sin ningún tipo de ayuda artificial y sin paradas, así como la tracción sobre estas ayudas para facilitar la progresión.²

Además de los grados de dificultad, se pueden establecer diferentes modalidades de escalada:

Escalada “a vista”, la ascensión se realiza sin que el escalador tenga ningún tipo de información previa sobre la vía, por tanto, se realiza sin una preparación concreta, debido a la dificultad que esto supone es la modalidad más valorada en la escalada deportiva.

“A flash”, el escalador ha obtenido información previa, incluso puede ser informado mientras realiza la ascensión: dónde está, los pasos clave, agarres, etc. Pero ha de superarla en el primer intento.

Escalada “ensayada”, es la modalidad más habitual, el escalador practica y prueba una vía hasta que consigue encadenarla. Es la modalidad en la que se ha obtenido un mayor grado de dificultad.

Los sistemas de clasificación varían entre países, pero la clasificación más usada en Europa es la escala francesa (ver tabla 1)

Nivel bajo	Intermedio	Avanzado	Élite	Alta élite
1	5+	7a+	8a+	9a
2	6a	7b	8b	9a+
3-	6a+	7b+	8b+	9b
3	6b	7c	8c	9b+
3+	6b+	7c+	8c+	
4	6c	8a		
4+	6c+			
5	7a			

Tabla 1: Escala francesa para escalada deportiva.²

Visión y deporte

Se estima que la mayor parte de las respuestas en el deporte son una réplica a estímulos visuales originados en el juego, la información previa necesaria para realizar un movimiento correcto es proporcionada entre un 80 y un 85% por el ojo, la capacidad visual requerida para llevar a cabo con éxito una actividad deportiva puede variar enormemente dependiendo de cuál vaya a ser dicha actividad.

El concepto visión en el deportista es bastante genérico y deberíamos desglosarlo en distintas variables cada una de las cuales adquirirá mayor o menor importancia para conseguir realizar con éxito una actividad determinada dependiendo de cuál sea esa actividad, estas variables vendrán determinadas por la capacidad visual del sujeto, por las características del objeto que el deportista debe ver o ante el que debe reaccionar y de la situación ambiental donde se desarrolla el deporte.

La visión requerida para la práctica deportiva o para la vida cotidiana no se reduce a la agudeza visual central medida en una sala en condiciones de iluminación constantes y con un optotipo fijo. Para ello es necesario incorporar nuevos conceptos introducidos por la asociación de optometristas americanos. Parte de estas habilidades encierran un importante componente psicológico y otras implican no solo al sistema visual sino una adecuada coordinación con el sistema locomotor.

Otros conceptos importantes a tener en cuenta son los siguientes:

- Concentración visual o atención visual selectiva: capacidad de eliminar las distracciones y focalizar la atención únicamente en la actividad deportiva que se practica en el momento.

- Memoria visual: capacidad de procesar y almacenar recuerdos de movimientos integrados y repetitivos para que en un momento dado, utilizarlos en la práctica deportiva.
- Visualización o previsualización: habilidad de interiorizar visualmente imágenes o escenas de la actividad de forma previa al ejercicio o movimiento.
- Entrenamiento visual: se basa en la reducción de la fatiga y de las deficiencias visuales, buscando la mejor adaptación a las características técnicas y tácticas de la actividad y ayudando, por ultimo a mantener el mejor balance y la más rápida reacción ocular a las situaciones comprometidas durante la actividad deportiva.
- Agudeza visual (AV) dinámica: capacidad del ojo para detectar y reconocer las imágenes en movimiento, teniendo en cuenta la desviación y velocidad del objeto, la iluminación y la fijación foveal del mismo. Esta habilidad varía con la velocidad del objeto de manera inversamente proporcional: a mayor velocidad peor agudeza visual. También disminuye con el cansancio y consumo de determinadas medicaciones y aumenta con la mayor iluminación, así como con la experiencia y el entrenamiento.
- Coordinación ojo-mano-cuerpo: respuesta integrada del aparato musculo esquelético a la información proporcionada por los ojos, se comienza a desarrollar en la infancia y se perfecciona con la experiencia, lo que permite realizar cada vez acciones más complejas.
- Tiempo de reacción visual: tiempo que transcurre entre la percepción del estímulo y la emisión rápida y eficaz de la respuesta. Para cuantificar el tiempo de reacción visual se deben efectuar dos medidas: tiempo de reacción sensitivo, (es el tiempo que tarda el sujeto en percibir el estímulo visual) y tiempo de reacción motor (es el tiempo que tarda en ejecutar la respuesta desde que recibe el estímulo).
- Visión periférica: extensión de la porción periférica media y extrema del campo visual mientras el sujeto mantiene su mirada centrada en un punto de fijación central. En esta región la AV es no es tan precisa pero es muy sensible al movimiento y ayuda a localizar los objetos en movimiento.
- Visión binocular y estereopsis: va a integrar en una sola percepción dos sensaciones monoculares y elaboradas y es el resultado del estímulo simultáneo de los puntos retinianos correspondientes. En el caso de que tenga correspondencia retiniana normal, requiere además del adecuado equilibrio muscular intrínseco y extrínseco y de las áreas corticales encargadas de coordinar estas impresiones, es una condición de suma importancia para el cálculo de las distancias a las que se encuentra los elementos del deporte.
- Sensibilidad al contraste: capacidad del ojo de poder discriminar diferencias de luminancia.

Se ha llegado a sugerir que determinadas habilidades visuales están más desarrolladas en deportistas que en no deportistas y que éstas habilidades pueden entrenarse para conseguir un mejor rendimiento.³

A la hora de evaluar la capacidad visual en deportistas podemos diferenciar en términos globales dos maneras de hacerlo:

- Examen general: aproximadamente igual que se haría a cualquier otro paciente, pero con un énfasis distinto en algunos puntos, considerando las necesidades visuales especiales del sujeto, se basara en la historia del caso, AV, visión binocular...
- Examen especializado: se realiza para determinar la habilidad del deportista para funcionar visualmente en condiciones mucho más parecidas a las del deporte que practica. Es muy positivo para el explorador estar familiarizado y conocer las necesidades visuales del deportista según su disciplina.

Lo más aconsejable es la realización de un examen visual general complementado con datos obtenidos mediante la evaluación de las habilidades específicas que consideremos oportunas.⁴

Visión en la escalada

La percepción de relieves, desniveles o grietas en la montaña solo será posible si existe una adecuada visión binocular y estereópsis, el campo visual debe ser amplio para percibir cualquier obstáculo en la ruta o la presencia de otros deportistas a nuestro alrededor, también la buena adaptación a las condiciones de iluminación cambiantes en este tipo de deportes es otra cualidad apreciada para evitar deslumbramientos o para evitar la dificultad en la percepción de los detalles de lo que nos rodea por la falta de luz.⁵

Sanchez X. elaboró en 2012 un estudio para evaluar la importancia de la previsualización de la vía, y su influencia en el ascenso de la misma. Dividió una muestra de 29 escaladores varones en niveles intermedio, alto y elite, cada grupo ascendió 2 vías de dificultad acorde a su grupo, una de ellas tras un periodo de visualización de 3 minutos. Evaluó el ascenso de la vía en base a dos factores, ascender por completo la vía y la eficacia con la que ésta era ascendida. Los resultados obtenidos mostraron que la previsualización de la vía no influenció en que se consiguiera ascender por completo la vía, tuvieron el mismo éxito los escaladores que no previsualizaron la vía que los que sí lo hicieron, pero sí que influenció en la calidad con la que los escaladores ascendían la vía, los que previsualizaron la vía hicieron menos paradas y éstas eran más cortas.⁶

Justificación del tema

La popularidad de la escalada deportiva ha aumentado en los últimos años tanto a nivel recreativo como competitivo, se organiza una Copa del Mundo y su estatus como disciplina Olímpica está en fase de estudio.⁷

Por sus características, así como las de sus participantes, no ha sido una modalidad en la que tradicionalmente se hayan publicado numerosas publicaciones, la creciente popularidad del deporte y el desarrollo de formatos de competición ha sido tal vez el principal estímulo para el rápido aumento de las investigaciones de la escalada en roca en los últimos años. La última década ha sido testigo de un rápido aumento del interés en la investigación de la escalada en todo el mundo. Los primeros estudios realizados en el campo de la escalada en roca tendían a centrarse básicamente en aspectos médico-deportivos en general, fisiológicos como respuestas cardiovasculares o consumo de máximo de oxígeno durante la práctica, resistencia muscular y flexibilidad, o características antropométricas en particular propiedades biomecánicas como posturas, posiciones y equilibrios y lesiones.^{8,9}

Más recientemente, los investigadores han comenzado a examinar los factores que afectan al rendimiento y diferentes métodos de entrenamiento específicos.^{1,6,7,10}

Existen escaladores en los que su máximo grado “a vista” está muy cerca de su máximo grado “ensayado”, es decir, escalan una dificultad parecida cuando no tienen información previa de la vía y cuando sí la tienen. Por el contrario, otros escaladores tienen un nivel de escalada “ensayado” muy superior al nivel “a vista”.

Existen estudios sobre las diferencias en la escalada “ensayada” o la escalada “a vista”,⁶ pero no se ha encontrado en la bibliografía estudios que combinen pruebas oftalmológicas con los dos grupos establecidos en el presente trabajo.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis

La diferencia entre los grados “a vista” y “ensayado” que presentan ciertos escaladores de alto rendimiento se debe a la existencia de diferencias en la capacidad de su sistema visual para recibir y procesar la información del medio.

Objetivos

- I. Evaluar si existen diferencias en los parámetros obtenidos en la evaluación de la función visual entre deportistas de alto rendimiento.
- II. Evaluar si estas diferencias, en caso que aparezcan, pueden explicar que escaladores de alto rendimiento presenten diferentes o similares grados en los distintos tipos de escalada.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio, obtención de la muestra y criterios de inclusión y exclusión

Este proyecto se definió como un estudio analítico observacional transversal. Se llevó a cabo de modo coordinado entre la Unidad Universitaria de Función Visual (UFV) del Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS), la Universidad San Jorge de Zaragoza (USJ) y la Federación Aragonesa/Española de Montaña (FAM/FEM), y fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA).

Se seleccionaron de forma prospectiva y consecutiva escaladores de alto rendimiento, con una experiencia similar en el desarrollo de la actividad, a través de Federación Aragonesa/Española de Montaña (FAM/FEM). Todos ellos fueron informados de las bases del estudio mediante el consentimiento informado, una vez aceptadas las mismas mediante la firma del documento por el sujeto o de su representante legal, se procedió a la realización de las pruebas. Se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión:

- a) Encadenamiento a vista de vías de grado “7a” o superior.
- b) Visión simultánea y fusión sensorial (test de Worth normal).
- c) Visión estereoscópica (percepción 3D).

Criterios de exclusión:

- a) Presencia de medios ópticos no transparentes.
- b) Presencia de patología oftálmica activa o previa en los 6 meses anteriores al comienzo del estudio.
- c) Existencia de lesiones oftálmicas por patologías anteriores.
- d) Existencia de enfermedades sistémicas o neurooftalmológicas.

Todos los criterios establecidos tienen por objeto la eliminación de cualquier elemento que pueda falsear un resultado en las pruebas ejecutadas, pudiendo atribuir a las capacidades visuales del sujeto una deficiencia no existente.

Protocolo exploratorio

Todas las pruebas fueron realizadas en la unidad de función visual (UFV) del Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS).

- Anamnesis. Se realizó una historia clínica donde se recogieron los datos más relevantes para el desarrollo del estudio: edad, sexo, estado refractivo, tipo de compensación óptica usada durante la escalada, tiempo de desarrollo de la actividad física, edad de inicio de la actividad, grados alcanzados de escalada, hábitos alimenticios y tóxicos, ingesta de medicación u otros complementos, presencia de patologías sistémicas, antecedentes de enfermedades generales u oftalmológicas, antecedentes familiares de enfermedades oftalmológicas.
- Evaluación de la agudeza visual (AV) binocular con la compensación óptica usada por el paciente para escalar, con optotipos ETDRS de forma estática y en las siguientes condiciones:
 - Contraste 100% con iluminación mesópica (IM) de la sala.
 - Contraste 2,5% IM.
 - Contraste 1,25% IM.

El test ETDRS es usado frecuentemente en ensayos clínicos por su precisión, expresa la AV en escala logarítmica en la que una AV logMar de 0, correspondería a una AV decimal de 1

La determinación de la AV define la capacidad resolutive del sistema visual.

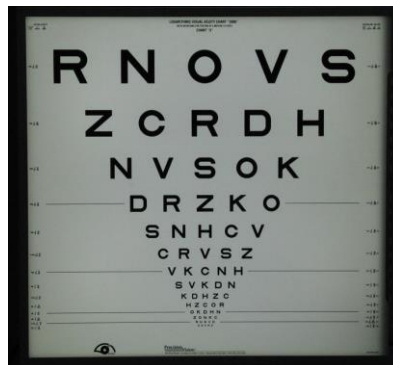


Figura 1: Optotipo ETDRS

- Evaluación de la Sensibilidad al Contraste (SC) mediante el test CSV-1000E, de forma binocular con iluminación adecuada, con y sin deslumbramiento. Esta prueba consiste en 4 filas de frecuencias espaciales diferentes, 3, 6, 12 y 18 ciclos/grado. Se representan dos láminas circulares en cada nivel de contraste para cada frecuencia espacial, en una de esas láminas se representa la red sinusoidal, el paciente debe identificar cual es la lámina que presenta la red sinusoidal.

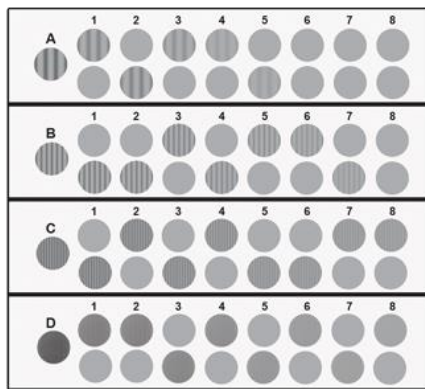


Figura 2: Test CSV-1000E

La determinación de la SC evalúa de forma más precisa el procesamiento de la información visual, y analiza diferentes estímulos de AV determinada con contrastes variables.

- Evaluación de la visión cromática, de forma binocular a una distancia de trabajo de 40 cm bajo condiciones de iluminación fotópicas. Se realizarán las siguientes pruebas:

- Test de Ishihara.

La visión cromática depende de dos vías de procesamiento neuronal diferentes, por tanto su evaluación analiza la integridad de éstas.

- Evaluación de la motilidad ocular intrínseca y extrínseca:

- Valoración de las versiones.
- Valoración de las ducciones.
- Valoración de la amplitud de las vergencias.
- Valoración de la respuesta pupilar (fotomotor y proximidad).
- Cover test.

La precisión de los movimientos oculares depende de una correcta coordinación sensorial y motora del sistema visual. Su evaluación informa de la integridad del sistema visuomotor.

- Evaluación de la visión binocular:

- Test de Worth para VL.
- Evaluación de la agudeza visual estereoscópica (AVE): Test de Titmus-Wirth, realizado a 40 cm con iluminación fotópica.



Figura 3: Test de Titmus-Wirth

El test de Titmus es una prueba basada en imágenes polarizadas. Su rango de medida oscila desde 3.000 segundos de arco (imagen de la mosca) a 40 segundos de arco (novenio círculo).

La visión simultánea de los dos ojos profiere al sistema visual de habilidades como la tridimensionalidad, y su análisis informa de la coordinación entre ambos órganos.

- Evaluación del campo visual:
 - Perimetría automatizada convencional blanco-blanco umbral estrategia sita-estándar 24-2 con el Heidelberg Edge Perimeter (HEP).
 - Perimetría de duplicación de frecuencia supraumbral 24-2.

Mediante el análisis del Campo Visual (CV) evaluamos la sensibilidad lumínica de los fotorreceptores y convergencia de la información. Mediante estímulos compuestos podemos analizar el procesamiento de información específica, como contrastes o frecuencias espaciales o temporales (vía magnocelular).

- Tomografía de coherencia óptica (OCT) (OCT Spectralis, Heidelberg Enginnering)
 - Protocolo axonal RNFL.
 - Protocolo Retina Fast.

La OCT es una técnica de adquisición de imágenes en alta definición de manera que mediante un software de análisis de las mismas podemos visualizar la estructura a examen de forma microscópica, simulando una muestra histológica.

Nota: todas las pruebas fueron realizadas con la compensación óptica del paciente para la distancia requerida en cada prueba.

Clasificación en grupos de la muestra

Los participantes fueron clasificados en tres grupos según los grados “a vista” y “ensayado” alcanzados.

Se realizaron tres clasificaciones según los siguientes criterios.

-Clasificación 1

Grupo 1: Sujetos que tenían una diferencia de 1 o 2 grados (poca diferencia) respecto al grado a vista y ensayado máximo alcanzado.

Grupo 2: Sujetos que tenían una diferencia de 3 o más grados (mayor diferencia) respecto al grado a vista y ensayado máximo alcanzado.

-Clasificación 2

Grupo 1: Sujetos que alcanzan grado “a vista” asentado $< 7c$.

Grupo 2: Sujetos que alcanzan grado “a vista” asentado $\geq 7c$.

-Clasificación 3

Grupo 1: Sujetos que alcanzan grado “ensayado” asentado $< 7c$.

Grupo 2: Sujetos que alcanzan grado “ensayado” asentado $\geq 7c$.

Base de datos

Una vez finalizado el protocolo exploratorio, las mediciones obtenidas se registraron en una base de datos diseñada mediante el programa Excel y posteriormente se pasaron a SPSS para su análisis estadístico.

Los distintos parámetros se dividieron en:

-Variables demográficas: edad, sexo, hábitos de vida, enfermedades activas, estado de salud ocular, uso de medicación, estado refractivo, grados de escalada y años de desarrollo de la actividad.

-Variables oftalmológicas: AV, SC, visión cromática, motilidad ocular, visión binocular y campo visual.

Estudio estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico SPSS versión 20.0 (SPSS Inc., Chicago, USA).

-Estadística Descriptiva:

Se realizó con el objetivo de describir las características de los sujetos incluidos en el estudio y los parámetros obtenidos en las pruebas.

-Estadística Analítica:

Se realizó para comparar los resultados entre los distintos grupos de tratamiento. Se utilizaron test no paramétricos dado que el tamaño muestral de cada grupo es inferior a 30 ($n < 30$). Se analizaron las diferencias de los parámetros obtenidos entre escaladores con grados “a vista” y “ensayado” próximos y aquellos con grados distantes mediante el test de la U de Mann-Whitney. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio un total de 36 escaladores, 30 de ellos hombres y 6 mujeres, con una edad media de $30,14 \pm 7,01$ años, siendo el menor de 17 y el mayor de 48 años.

En la muestra había dos escaladores con miopía magna y/o ojo seco y un escalador al que se le había realizado previamente una cirugía refractiva.

Ninguno de los escaladores tomaba ningún tipo de medicación, y entre sus hábitos de vida, 4 de ellos fumaban.

No se observó ningún resultados patológico en la valoración de la OCT mácula y del nervio óptico, de los reflejos pupilares, la visión cromática, la fusión, la posición primaria de la mirada (ppm) y la motilidad ocular.

Uno de los escaladores presentó una exoforia tanto en VL como en VP.
Dos de ellos, incluyendo al anterior alcanzaban un ppc anómalo.

Los valores medios de agudeza visual de la muestra fueron $-0,15 \pm 0,08$ para 100% de contraste, $0,22 \pm 0,10$ para 2,5% de contraste y $0,35 \pm 0,10$ para 1,25% de contraste.

Los valores medios de sensibilidad al contraste sin deslumbramiento fueron de $1,82 \pm 0,12$ para la frecuencia A, $2,07 \pm 0,14$ para la frecuencia B, $1,79 \pm 0,13$ para la frecuencia C y $1,38 \pm 0,16$ para la frecuencia D.

Los valores medios de sensibilidad al contraste con deslumbramiento fueron de $1,81 \pm 0,14$ para la frecuencia A, $2,00 \pm 0,12$ para la frecuencia B, $1,73 \pm 0,13$ para la frecuencia C y $1,35 \pm 0,10$ para la frecuencia D.

El valor medio de agudeza visual estereoscópica de la muestra fue $71,62 \pm 73,12''$.

En la tabla siguiente se muestra el número de escaladores que alcanzaron los diferentes grados, según la modalidad de escalada.

	A vista máximo	A vista asentado	Ensayado máximo	Ensayado asentado
6b		2		
6b+		1		
6c		11		
6c+		5		1
7a	11	6		7
7a+	7	1	3	5
7b	4	1	8	6
7b+	6	4	5	3
7c	1	2	5	6
7c+	2		2	
8a	1	3	5	2
8a+	1		3	2
8b	1		1	
8b+	2			1
8c				3
8c+				
9a			3	

Tabla 2: Grados alcanzados por escaladores según modalidad de escalada.

Comparación de valores obtenidos entre el grupo 1 y grupo 2 de la clasificación 1.

Según la clasificación 1, 21 escaladores presentaban una diferencia de 1 o 2 grados respecto al grado a vista y ensayado máximo y fueron incluidos en el grupo 1 y 15 escaladores presentaron una diferencia de 3 o más grados y fueron incluidos en el grupo 2.

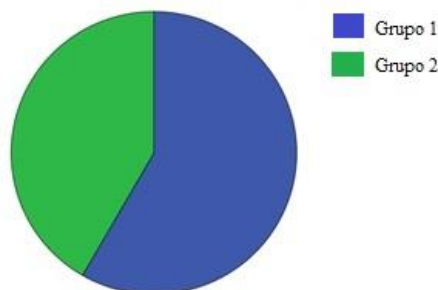


Figura 4: Distribución de la muestra según la clasificación 1.

La siguiente tabla muestra los valores medios obtenidos por cada grupo para cada una de las variables.

Clasificación 1	Media G1	Media G2	p
Agudeza visual (AV)	-0,15±0,08	-0,16±0,07	0,874
AV contraste 2,5%	0,22±0,09	0,22±0,11	0,751
AV contraste 1,25%	0,37±0,10	0,33±0,10	0,294
SC frecuencia A	1,82±0,10	1,83±0,14	0,899
SC frecuencia B	2,08±0,16	2,07±0,12	0,568
SC frecuencia C	1,78±0,14	1,80±0,11	0,751
SC frecuencia D	1,37±0,16	1,40±0,15	0,751
SC frecuencia A con deslumbramiento	1,78±0,13	1,84±0,16	0,374
SC frecuencia B con deslumbramiento	1,99±0,13	2,02±0,10	0,398
SC frecuencia C con deslumbramiento	1,73±0,12	1,73±0,14	1,000
SC frecuencia D con deslumbramiento	1,35±0,10	1,36±0,10	0,812
AV Estereoscópica	71,90±82,86	73,33±62,18	0,776

Tabla 3: Comparación de los valores medios obtenidos por cada grupo según clasificación 1.

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos para ninguna de las variables.

Para exponer los resultados obtenidos con las perimetrías HEP y FDT, para cada punto del campo visual analizamos el valor obtenido junto con el valor del punto correspondiente del otro ojo, siguiendo el orden mostrado en la figura 2.

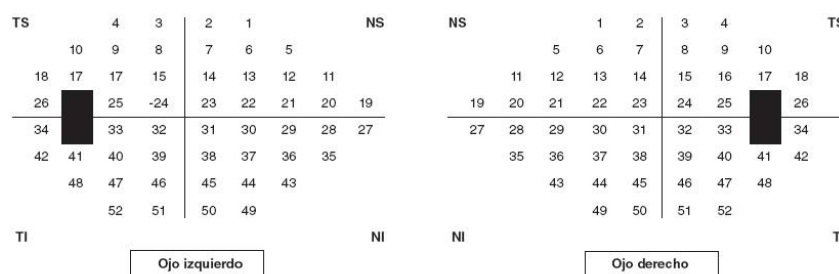


Figura 5: Puntos correspondientes del campo visual de cada ojo, NS: nasal superior, TS: temporal superior, TI: temporal inferior, NI: nasal inferior.

De esta manera obtuvimos un solo valor medio para cada punto y lo representamos en un solo mapa (figura 3).

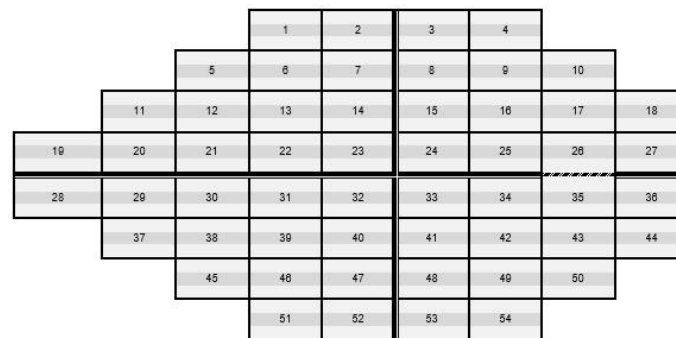


Figura 6: Mapa modelo usado para representar los valores de las perímetrías.

En la siguiente figura, se presentan los valores de sensibilidad umbral medios obtenidos con la perimetría HEP. Los obtenidos por el G1 se sitúan en el nivel superior, los del G2 en el medio, y el valor “p” en el tercer nivel de cada punto.

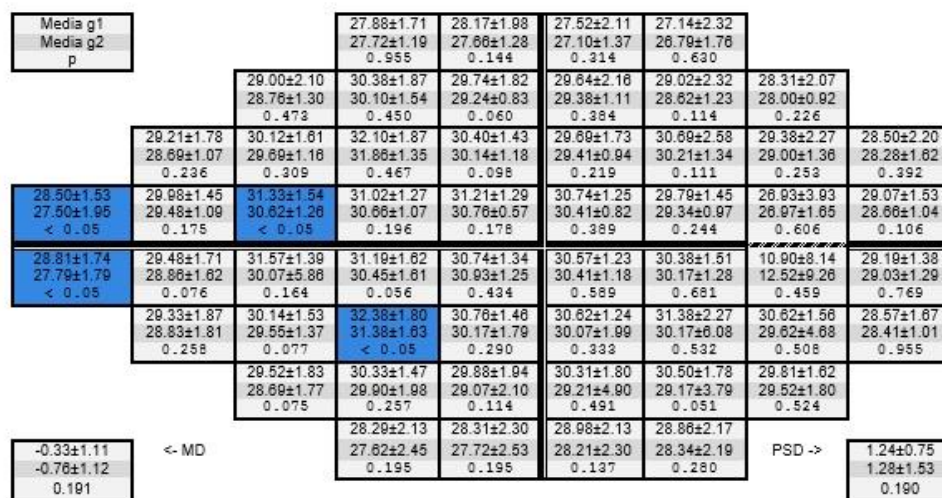


Figura 7: Mapa con los valores medios de sensibilidad umbral obtenidos por cada grupo según la clasificación 1, para cada punto del campo visual, en azul los puntos con diferencias estadísticamente significativas $p < 0,05$.

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los puntos 19, 21, 28 y 39 del campo visual, en los que el grupo 1 alcanzaba mayores decibelios.



La siguiente tabla muestra los valores medios obtenidos por cada grupo para cada una de las variables.

Clasificación 2	Media G1	Media G2	p
Agudeza visual (AV)	-0,14±0,08	-0,19±0,05	0,221
AV contraste 2,5%	0,23±0,10	0,18±0,09	0,207
AV contraste 1,25%	0,37±0,08	0,29±0,12	0,091
SC frecuencia A	1,81±0,12	1,85±0,13	0,466
SC frecuencia B	2,06±0,15	2,14±0,08	0,207
SC frecuencia C	1,78±0,14	1,80±0,06	0,837
SC frecuencia D	1,38±0,16	1,40±0,16	0,896
SC frecuencia A con deslumbramiento	1,79±0,14	1,85±0,16	0,374
SC frecuencia B con deslumbramiento	1,99±0,13	2,04±0,07	0,257
SC frecuencia C con deslumbramiento	1,71±0,14	1,78±0,07	0,200
SC frecuencia D con deslumbramiento	1,35±0,09	1,36±0,13	1,000
AV Estereoscópica	74,29±79,36	66,25±54,75	0,985

Tabla 4: Comparación de los valores medios obtenidos por cada grupo según la clasificación 2.

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos para ninguna de las variables.

En la siguiente figura, se presentan los valores de sensibilidad umbral medios obtenidos con la perimetría HEP por cada grupo según la clasificación 2.

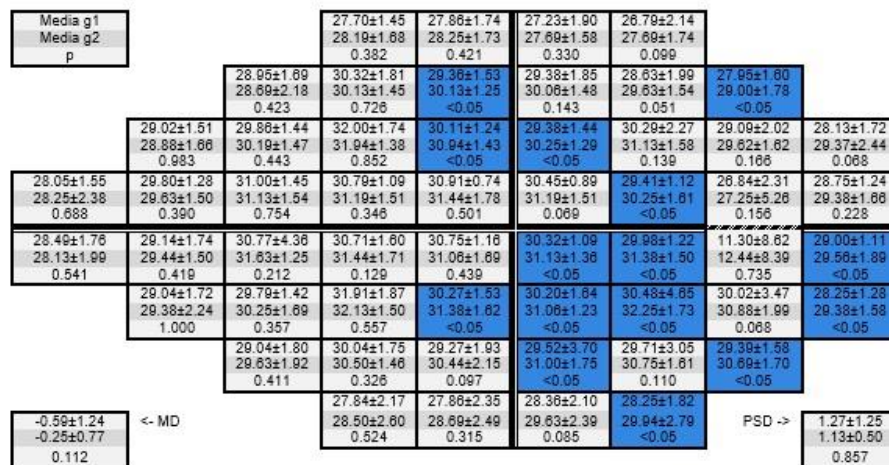


Figura 10: Mapa con los valores medios de sensibilidad umbral obtenidos por cada grupo según la clasificación 2 con el perímetro HEP, en azul los puntos con diferencias estadísticamente significativas $p<0,05$.

Obtuvimos diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) para los siguientes puntos del campo visual 7, 10, 14, 15, 25, 33, 34, 36, 40, 41, 42, 44, 48, 50 y 54, en los que el grupo 2 alcanzaba mayores decibelios.

La siguiente figura muestra los valores medios de sensibilidad umbral obtenidos por cada grupo para cada punto del campímetro FDT.

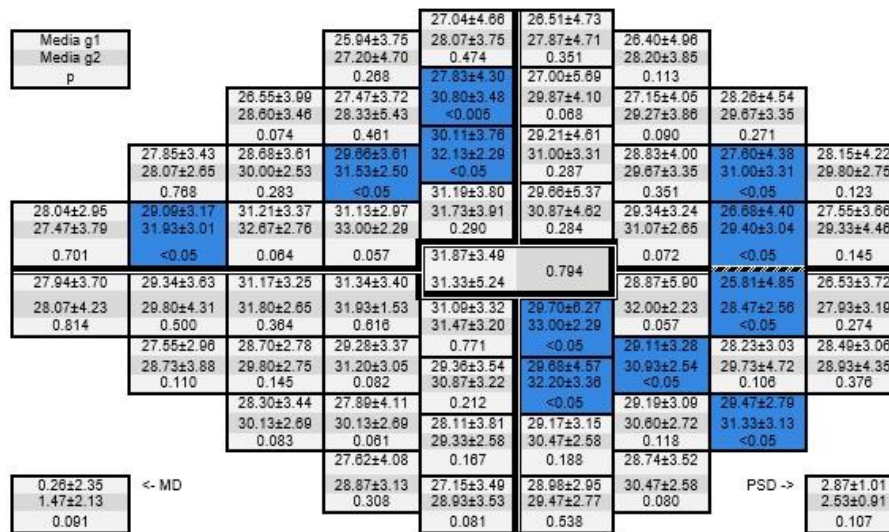


Figura 11: Mapa con los valores medios de sensibilidad umbral obtenidos por cada grupo según la clasificación 2 con el perímetro FDT, en azul los puntos con diferencias estadísticamente significativas $p<0,05$.

Obtuvimos diferencias estadísticamente significativas para los puntos 7, 13, 14, 17, 20, 26, 33, 35, 41, 42 y 50, en los que el grupo 2 alcanzaba mayores decibelios.

Comparación de valores obtenidos entre el grupo 1 y grupo 2 de la clasificación 3.

Según la clasificación 3, 16 escaladores no alcanzaban el grado ensayado 7c y fueron incluidos en el grupo 1 y 20 escaladores sí que alcanzaban el grado 7c por lo que fueron incluidos en el grupo 2.

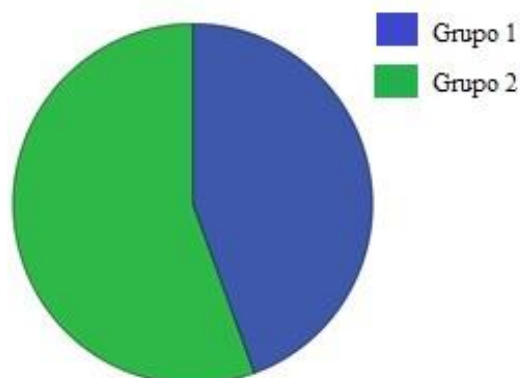


Figura 12: Distribución de la muestra según la clasificación 3.

La siguiente tabla muestra los valores medios obtenidos por cada grupo para cada una de las variables.

Clasificación 3	Media G1	Media G2	p
Agudeza visual (AV)	-0,13±0,09	-0,17±0,06	0,440
AV contraste 2,5%	0,24±0,10	0,21±0,09	0,560
AV contraste 1,25%	0,38±0,10	0,33±0,10	0,189
SC frecuencia A	1,82±0,11	1,82±0,12	1,000
SC frecuencia B	2,07±0,18	2,08±0,12	0,937
SC frecuencia C	1,77±0,16	1,80±0,10	0,604
SC frecuencia D	1,36±0,17	1,40±0,14	0,718
SC frecuencia A con deslumbramiento	1,83±0,12	1,80±0,16	0,521
SC frecuencia B con deslumbramiento	1,97±0,14	2,02±0,10	0,256
SC frecuencia C con deslumbramiento	1,73±0,14	1,74±0,12	0,912
SC frecuencia D con deslumbramiento	1,34±0,10	1,36±0,11	0,642
AV Estereoscópica	80,00±94,02	66,50±54,89	0,863

Tabla 5: Comparación de los valores medios obtenidos por cada grupo según clasificación 3.

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos para ninguna de las variables.

En la siguiente figura, se presentan los valores de sensibilidad umbral medios obtenidos con la perimetría HEP por cada grupo según la clasificación 3.

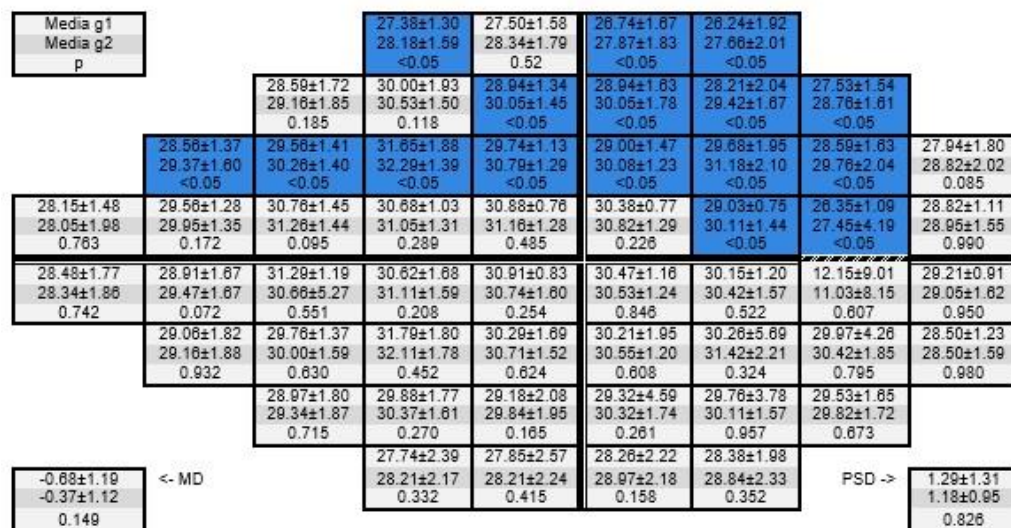


Figura 13: Mapa con los valores medios de sensibilidad umbral obtenidos por cada grupo según la clasificación 3 con el perímetro HEP, en azul los puntos con diferencias estadísticamente significativas $p < 0,05$.

Obtuvimos diferencias estadísticamente significativas para los puntos 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 25 y 26, en los que el grupo 2 alcanzaba mayores decibelios.

La siguiente figura muestra los valores medios de sensibilidad umbral obtenidos por cada grupo para cada punto del campímetro FDT.

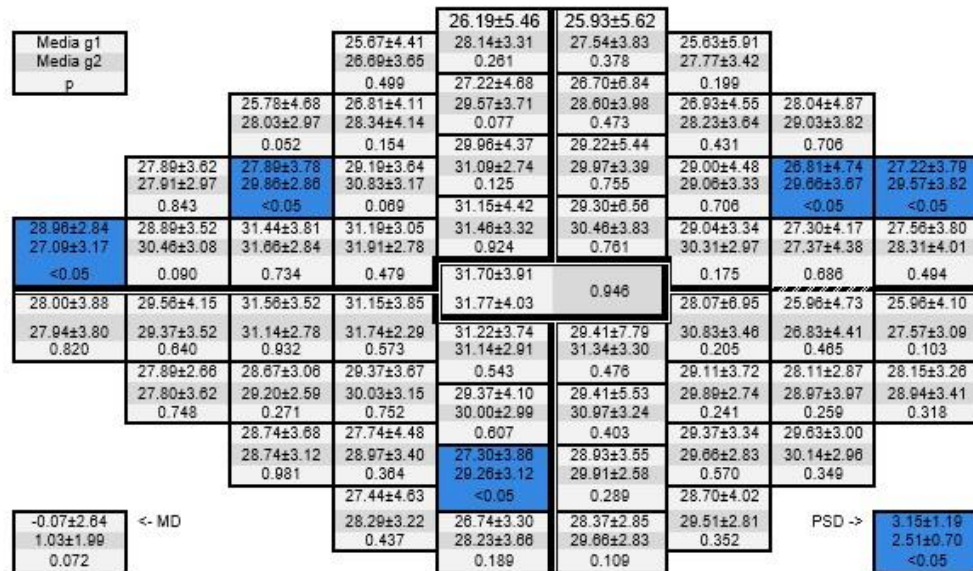


Figura 14: Mapa con los valores medios de sensibilidad umbral obtenidos por cada grupo según la clasificación 3 con el perímetro FDT, en azul los puntos con diferencias estadísticamente significativas $p < 0,05$.

Obtuvimos diferencias estadísticamente significativas para los puntos 12, 17, 18, 19 y 47 en los que el grupo 2 alcanzaba mayores decibelios, excepto en el punto 19 en el que el grupo 1 alcanza mayores decibelios, también obtuvimos diferencias significativas para el valor de la PSD, más alto para el grupo 1.

6. DISCUSIÓN

CONSIDERACIONES SOBRE EL DISEÑO Y METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.

El diseño del estudio fue prospectivo transversal. Se eligió este modelo de estudio por ser el más sencillo y rápido a la hora de obtener la muestra necesaria para realizar el estudio.

La realización e interpretación de las pruebas fue realizada por el mismo equipo para obtener una mayor precisión y reproducibilidad de las mediciones.

CONSIDERACIONES ACERCA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEMOGRAFICAS DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra de cada grupo no era lo suficientemente grande como para seguir una distribución normal de los resultados. Por tanto se utilizaron test no paramétricos para el análisis estadístico.

Además, el escaso número de mujeres que practican el deporte en comparación con el número de hombres, provocó que el estudio estuviera sesgado por sexo.

COMENTARIOS RESPECTO A LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Observamos que los resultados obtenidos para AV, SC y AV estereoscópica de la muestra total están dentro de los rangos de valores normales, lo que supondría que no habría diferencias en la función visual entre escaladores de alto rendimiento y la población normal, pero no podemos afirmar que hubiera diferencias estadísticamente significativas, ya que para eso habría que realizar otro estudio comparando una muestra de población normal con la de escaladores.

COMENTARIOS SOBRE EL ESTUDIO COMPARATIVO

Los resultados obtenidos muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas en la función visual entre los grupos de escaladores de las tres clasificaciones, ni para los valores de AV, ni SC, ni estereopsis, todos tienen por tanto unas habilidades visuales similares.

Solo obtenemos diferencias estadísticamente significativas para algunos de los puntos de las perimetrías, en el caso de la clasificación 1, el perímetro HEP muestra solo 4 valores estadísticamente significativos en la zona del campo periférico nasal, mientras que el perímetro FDT no muestra ningún valor significativo, por tanto se podría considerar que las sensibilidades umbrales son iguales en todo el campo para ambos grupos de esta clasificación.

Para la clasificación 2, se obtienen muchos más puntos estadísticamente significativos, además hay cierta similitud en la localización de estos puntos para las dos perimetrías diferentes, los escaladores del grupo que alcanza mayor grado a vista tendría mayor sensibilidad umbral en parte de las zonas temporal y superior del campo visual.

En la clasificación 3 los puntos con valores de sensibilidad umbral estadísticamente significativos para el perímetro HEP, se encuentran todos en la zona superior del campo visual, esto supone que el grupo que alcanza mayores grados ensayados tiene un mayor umbral de sensibilidad en gran parte de campo visual superior.

Al ser la escalada un deporte en el que estás en continuo ascenso, el campo visual superior tiene un papel muy importante a la hora de visualizar la ruta que se debe seguir. Cabe pensar que los escaladores que alcanzan mayores grados en la modalidad ensayada es porque dedican más tiempo a entrenar, por tanto es posible que a base de entrenar las vías durante los años, también se haya entrenado la zona superior del campo visual, no lo podríamos confirmar ya que sería necesario saber cuál era el estado del campo visual de estos escaladores antes de empezar a escalar. De este modo podríamos comprobar si ese umbral de sensibilidad es innato y permite una mejor capacidad en la práctica de la escalada, o se debe al entrenamiento.

Es necesario realizar nuevos estudios que trabajen sobre la misma base. Un mayor número de sujetos, la inclusión de otras pruebas diagnósticas como agudeza visual dinámica o el tiempo de reacción, así como llevar las técnicas exploratorias estáticas y dinámicas al lugar de la práctica de la escalada, podrían ayudar a la confirmación o anulación total de nuestra hipótesis de trabajo y otras nuevas que podrán surgir.

8. CONCLUSIONES

Conclusión 1: La diferencia entre los grados “a vista” y “ensayado” que presentan ciertos escaladores de alto rendimiento no se debe a la existencia de diferencias en la capacidad de su sistema visual para recibir y procesar la información del medio.

Conclusión 2: No existen diferencias en la función visual evaluada con pruebas en laboratorio entre los escaladores de alto rendimiento.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1- De Benito A. Sedano S. Redondo J. Cuadrado G. Análisis y cuantificación de las acciones técnicas de la escalada deportiva de alto nivel en competición. Motricidad. European Journal of Human Movement. 2012: 28, 15-33.
- 2- Draper N. Couceiro J. Fryer S. et al. Reporting climbing grades and grouping categories for rock climbing. Isokinetics and Exercise Science 19. 2011; 273-280.
- 3- Zarco D. Gallego I. Actividad deportiva y visión; Visión y deporte. Barcelona: Editorial Glosa; 2010. p. 23-28. ISBN: 978-84-7429-493-4.
- 4- Quevedo i Junyent Ll. Evaluación de las habilidades visuales en el deporte; Visión y deporte. Barcelona: Editorial Glosa; 2010. p. 69-92. ISBN: 978-84-7429-493-4.
- 5- Gallego I. Zarco D. Alonso L. Motilidad ocular y su importancia en la práctica deportiva. Visión monocular y visión binocular; Visión y deporte. Barcelona: Editorial Glosa; 2010. p. 193-206. ISBN: 978-84-7429-493-4.
- 6- Sanchez X. Lambert Ph. Jones G. Llewellyn D. Efficacy of pre-ascent climbing route visual inspection in indoor sport climbing. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2012: 22. 67-72
- 7- Sanchez X. Torregrosa M. El papel de los factores psicológicos en la escalada deportiva: un análisis cualitativo. Revista de Psicología del Deporte. 2005. Vol 14, núm. 2 p.177-194.
- 8- Draper N. Jones J. Fryer S. et al. Physiological and psychological responses to lead and top rope climbing for intermediate rock climbers. European Journal of Sport Science. 2010; 10(1): 13-20
- 9- España-Romero, V. Artero E.G. Ortega F.B. et al. Aspectos fisiológicos de la escalada deportiva. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 9 (35) p. 246-298
- 10- De Benito A. García-Tormo J. Izquierdo J. et al. Análisis de movimientos en escalada deportiva: Propuesta metodológica basada en la metodología observacional. Motricidad. European Journal of Human Movement. 2011: 27, 21-42.

8. ANEXOS

Anexo 1. Certificado CEICA.



**Informe Dictamen Favorable
Proyecto Investigación Biomédica**

C.P. - C.I. PI13/00100

31 de julio de 2013

Dña. María González Hinjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 31/07/2013, Acta Nº 13/2013 ha evaluado la propuesta del investigador referida al estudio:

Título: Evaluación de la función visual en escaladores de alto rendimiento.

Investigador Principal: Sofía Otín Mallada. HU Miguel Servet.

Versión Protocolo: julio 2013

Versión hoja de información: Versión julio 2013

1º. Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad de los Investigadores y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

2º. Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE.**

Lo que firmo en Zaragoza, a 31 de julio de 2013

Fdo:

Dña. María González Hinjos
Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

Anexo 2. Hoja de información al paciente.

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN VISUAL EN ESCALADORES DE ALTO RENDIMIENTO

Fecha:

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

En primer lugar queremos agradecer en nombre del grupo de investigación “Prevención de la ceguera” su participación en estudio denominado: “Evaluación de la función visual en escaladores de alto rendimiento”.

Este documento tiene como objetivo explicarle brevemente en qué consiste el proyecto y las pruebas que le van a ser realizadas.

El objetivo del estudio es evaluar si existen diferencias en ciertas habilidades visuales entre escaladores capaces de alcanzar similares altos grados en las dos variedades de escalada frente a otros escaladores que, por el contrario, presentan grados muy diferentes. Los escaladores que serán incluidos deberán tener un grado a vista mayor de 7ª y carecer de patologías oculares o sistémicas con posible afectación visual previas.

Se realizará una batería de pruebas NO invasivas y NO dolorosas en las inmediaciones del servicio de Oftalmología del Hospital Universitario Miguel Servet (HUMS), situado en el edificio de Consultas Externas. El tiempo requerido para el examen será aproximadamente de una hora y se compondrá de las siguientes pruebas:

- Evaluación de la Agudeza Visual.
- Evaluación de la Sensibilidad al Contraste y visión cromática.
- Evaluación de la motilidad ocular y estado de la visión binocular.
- Evaluación del Campo Visual.
- Evaluación de la salud ocular.

En caso de detectar cualquier anomalía o patología, el participante será atendido por el especialista preciso.

Los resultados, serán almacenados en una base de datos, cumpliendo los requisitos de privacidad de la ley orgánica 15/1999 de protección de datos de carácter general, y analizados estadísticamente mediante el software SPSS v.20.0.

Una vez elaborados los resultados del estudio serán difundidos entre la comunidad científica en congresos y publicaciones en revistas científicas de ámbito nacional e internacional. Simultáneamente, a través de las Asociaciones Aragonesa y Española de montaña, nos comprometemos a hacerles llegar de forma personal y directa esta misma información.

Por último, informarles que su participación es voluntaria y puede abandonar el estudio en el momento en que lo decida, sin que esto tenga repercusión alguna en su atención sanitaria futura.

El equipo investigador encargado de dicho estudio estará formado por: Sofía Otín Mallada, investigadora del Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, la Dra. Elena García-Martín, oftalmóloga del Hospital Miguel Servet de Zaragoza, y Noel Marcén Cinca, profesor de la Universidad San Jorge y Universidad de Zaragoza, con los que podrá contactar a lo largo del estudio en cualquier momento que así lo desee, acudiendo al servicio de oftalmología de dicho hospital o a través de las direcciones de correo electrónico: sotinm.iacs@aragon.es y nmarcencinca@yahoo.es

Anexo 3. Consentimiento informado.

EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN VISUAL EN ESCALADORES DE ALTO RENDIMIENTO

Fecha:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del proyecto: “Evaluación de la función visual en escaladores de alto rendimiento”.

Yo, (nombre y apellidos) he leído la hoja de información que se me ha entregado, he podido hacer preguntas sobre el estudio, habiendo recibido suficiente información sobre el estudio.

Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio en el momento en que lo desee, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

De este modo, presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y para que mis datos clínicos sean revisados para los fines del mismo, consciente de que este consentimiento es revocable.

Firma del paciente o representante legal:

DNI:

Fecha:

Como investigador del estudio he explicado la naturaleza y el propósito del mismo al paciente mencionado.

Firma del investigador

Nº Colegiado:

Fecha: