



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE MEDICINA

Máster en Rehabilitación Visual

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

Rehabilitación visual en pacientes con defectos
de campo visual periférico.

Revisión bibliográfica.

Presentado por: José Ricardo Albero Moreno

Tutelado por: Joaquín Herrera Medina

En Valladolid a, 24 de junio de 2019



AUTORIZACIÓN DEL TUTOR PARA LA EXPOSICIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER


(Art. 6.2 del Reglamento de la UVA sobre la Elaboración y Evaluación del Trabajo Fin de Máster)

D./Dña. Joaquín Herrera Medina
en calidad de Tutor/a del alumno/a
D. /Dña. José Ricardo Albero Moreno
del Máster en: Máster en Rehabilitación Visual
Curso académico: 2018-19

CERTIFICA haber leído la memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado “Rehabilitación visual en pacientes con defectos de campo visual periférico. Revisión bibliográfica. “
y estar de acuerdo con su exposición pública en la (indicar primera o segunda) convocatoria.

En Sevilla a 11 de Junio de 2017

Vº Bº

Fdo.: 
El/La Tutor/a

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	8
MÉTODOLOGÍA.....	9
RESULTADOS	10
DISCUSIÓN	14
CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	25

1. RESUMEN

Los defectos de campo visual periférico son incapacitantes, disminuyen la calidad de vida. Generan problemas en desplazamientos, problemas de adaptación a la oscuridad o de visión nocturna, pueden reducir la independencia del individuo y alterar su relación con el entorno físico y social.

Se presenta una revisión bibliográfica de la rehabilitación de defectos de campo visual periféricos. Su objetivo, describir las técnicas utilizadas, la calidad de los estudios que las avalan así como las tecnologías que utilizan.

Se realiza una búsqueda en las bases bibliográficas, PubMed, WoS, Cochrane y SCOPUS, con las palabras clave “peripheral visual field”, “hemianopia”, “retinitis” y “rehabilitation” acotando la búsqueda a los últimos 5 años.

Los resultados arrojan cuatro diferentes tipos de rehabilitación visual: terapia restitutiva, terapia compensatoria, terapia sustitutiva y terapias alternativas.

La terapia restitutiva trata de restaurar la función visual. Sugiere plasticidad, áreas supervivientes o diferentes a las afectadas asumen parte de la función perdida.

La terapia compensatoria amplía el campo visual funcional mediante el escaneo del área ciega con movimientos voluntarios de los ojos.

La terapia sustitutiva mejora la percepción de la escena visual con ayudas que aportaran información del campo que el sujeto no ve, habitualmente prismas.

Las terapias alternativas, como la acupuntura, están en estudio como posibles pseudoterapias.

La calidad de los estudios encontrados es valorada con la metodología GRADE que arroja baja calidad a las terapias alternativas, alta a la terapia compensatoria y sustitutiva y pone de manifiesto la necesidad realizar ensayos clínicos aleatorizados en terapia restitutiva.

Dentro de la terapia sustitutiva es donde hay mayores aplicaciones tecnológicas. Siendo en las terapias restitutiva y compensatoria donde el desarrollo tecnológico va más encaminado al seguimiento a distancia del paciente y al control de la evolución del programa de rehabilitación.

2. INTRODUCCIÓN

La función visual es algo más que la agudeza visual. Más allá de ser capaces de ver los detalles del objeto que observamos, también debemos ser capaces de distinguirlo de su fondo, sensibilidad al contraste, ver de qué color es, visión de color, conocer su situación espacial, estereopsis y verlo en su conjunto o poder llegar a él sin tropiezos, campo visual. Alteraciones en la función visual pueden ser causa de baja visión en diferentes variantes.

Una de las alteraciones más incapacitantes en baja visión son los defectos de campo visual periférico. Al no ver su entorno, el sujeto tiene problemas de movilidad. Puede incluso necesitar la ayuda de otras personas para cualquier tipo de desplazamiento por mínimo que éste sea.

Si además el paciente necesita magnificación, debemos buscar el equilibrio entre el aumento de la ayuda y el tamaño del campo visual del sujeto. De forma que si magnificamos en exceso podemos sacar la imagen del campo visual útil.

Por otro lado las alteraciones de campo periférico pueden venir acompañadas de otros síntomas. Así por ejemplo, en la retinosis pigmentaria, debido a la disminución de bastones en periferia media, tendrá problemas de adaptación a la oscuridad y su visión nocturna será deficiente.

A veces el paciente no es consciente del defecto campimétrico. Es el caso de pacientes hemianópticos con negligencia visual.

Una constricción de campo visual puede ser secundaria a un glaucoma terminal, a una retinosis pigmentaria, o a un doble infarto del lóbulo occipital, entre otras causas.

Las pérdidas de parte de campo visual más habituales suelen deberse a trastornos en la vía óptica retroquiasmática, dando lugar a hemianopsias o cuadrantanopsias, aunque también encontramos otros defectos, como

alteraciones altitudinales monoculares, secundarias a neuritis ópticas anteriores, que pueden limitar ciertas tareas, como deambular, si son inferiores.

La calidad de vida, con este tipo de alteraciones, sufre una importante merma (Trauzettel-Klosinski, 2017). Y es por ello que a lo largo de los años se han ido desarrollando diferentes técnicas para paliar ese déficit, al principio con prismas y espejos, para que los sujetos con pérdida de campo visual no tuviesen que mover tanto los ojos en la dirección de la pérdida, y luego con otros métodos más o menos sofisticados.

Ante una pérdida de campo homónima suelen aparecer mecanismos adaptativos espontáneos tales como torcer la cabeza en la dirección del campo perdido o realizar movimientos oculares en dirección de la hemianopsia (Imagen 1). Se intenta así evitar colisiones y, aunque este mecanismo compensatorio no es suficiente para reparar la función perdida, mejora con entrenamiento, especialmente sacádico (Trauzettel-Klosinski, 2017).

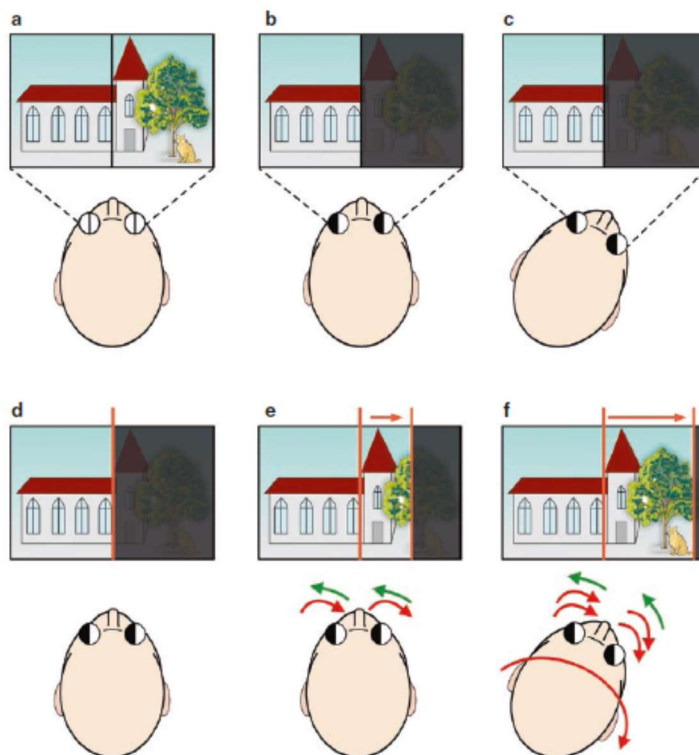


Imagen 1. Se muestran las estrategias, como torcer la cabeza y realizar movimientos voluntarios en la dirección del campo visual perdido, para ganar campo de visión funcional. Fuente: Adaptation and rehabilitation in patients with homonymous visual field defects (Trauzettel-Klosinski, 2017).

Uno de los métodos de entrenamiento sacádico es uso del dispositivo NeuroVisionTech (NVT) (Hayes, Chen, Clarke, & Thompson, 2012). Se trata de un soporte con luces a la altura de los ojos (Imagen 2) de forma que el paciente es guiado en el desarrollo de estrategias de búsqueda, en base a realizar entrenamiento sacádico, en la dirección del campo ciego. Buscando las diferentes luces que activa el instructor.



Imagen 2. Dispositivo NeuroVision Tech (NVT). Fuente: Functional improvements following the use of the NVT Vision Rehabilitation program for patients with hemianopia following stroke(Hayes et al., 2012)

En la década de los `90 se empezó a comercializar un sistema informatizado que trataba de restaurar (terapia restauradora) la visión en pacientes hemianópticos denominado NovaVision (Kasten, Wüst, Behrens-Baumann, & Sabel, 1998) (Imagen 3). Se sentaba a los sujetos hemianópticos frente a la pantalla de un ordenador a una distancia determinada y se les presentaba estímulos luminosos en la frontera entre el área de visión y el área hemianóptica (2 sesiones de 30 minutos, 6 veces por semana durante 6 meses). Los resultados medidos con campímetro Tubigen fueron de mejora significativa del campo visual, aunque se criticó que los movimientos oculares de los sujetos de estudio no fueran bien controlados ni durante el entrenamiento ni en las campimetrías de seguimiento.

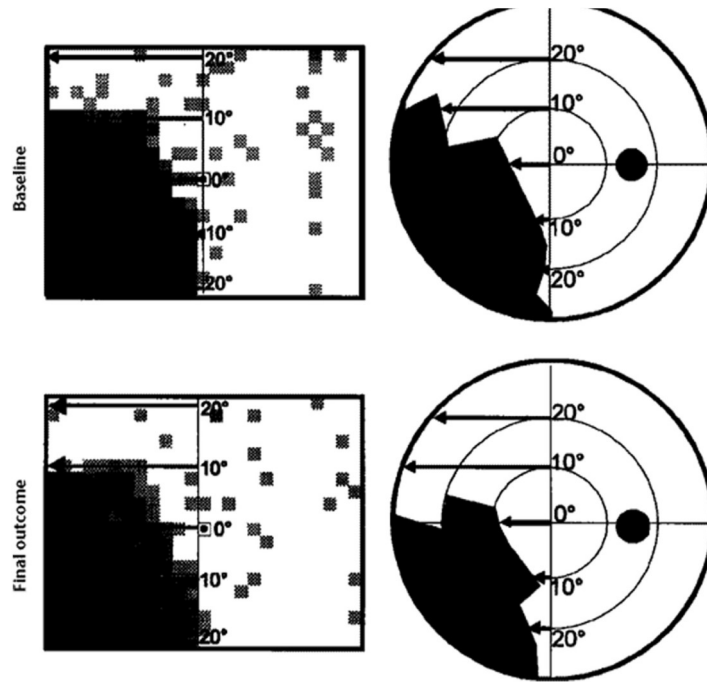


Imagen 3. Se muestra la ganancia de campo visual tras el tratamiento restaurativo mediante el programa NovaVision. Fuente: Computer-based training for the treatment of partial blindness (Kasten et al., 1998).

También se ha tratado de expandir el campo visual mediante el uso de primas. Peli (2000) utilizó primas de alta potencia en el ojo del lado de la hemianopsia y con base hacia el campo ciego. Dejaba la línea principal de mirada libre, por lo que creaba una diplopía periférica al llevar los objetos del campo ciego a retina sana. Tras un periodo de adaptación, la percepción del usuario era de una extensión del campo visual (Imagen 4).

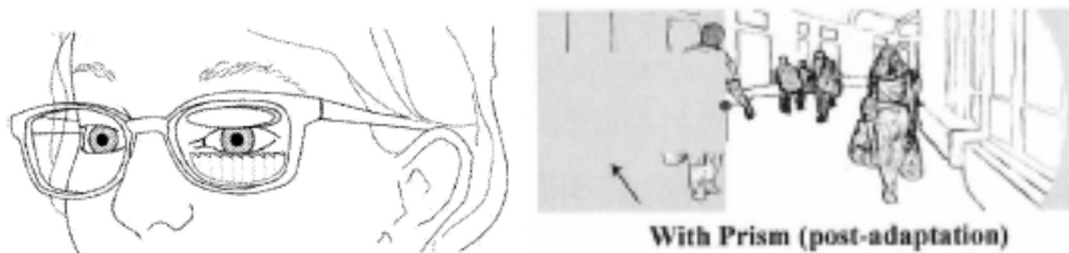


Imagen 4. Posición del prisma de alta potencia y representación de la imagen extendida que percibe el usuario tras la adaptación al prisma. Fuente: Modificado de Field expansion for homonymous hemianopia by optically induced peripheral exotropia (Peli 2000)

Peli fue pionero en la visión simultánea en pacientes con problemas de campo periférico, no solo mediante el uso de primas, también aplicando diversos dispositivos electro-ópticos. Es coautor junto al español Fernando Vargas-Martín de una interesante aplicación de dispositivos HMD (Head Mounted

Displays), donde a la imagen real del paciente se le superpone una imagen tratada de forma que, sin molestar en exceso, mostrase una mayor porción de la escena a la que se enfrenta el sujeto con restricción de campo (Imagen 5) (Vargas-Martín et al., 2002)



Imagen 5. Simulación de la visión a través del dispositivo de Vargas. Sobre el campo del paciente se superpone una imagen tratada que le proporciona una mayor porción de la escena (Vargas-Martín et al., 2002).

Como vemos se ha abordado la rehabilitación de los defectos de campo visual periférico desde diferentes perspectivas. La justificación de este trabajo viene dada por la necesidad de conocer las técnicas de rehabilitación que actualmente existen para mejorar la calidad de vida de los sujetos con pérdidas de campo periférico, ya sean constricciones de campo o alteraciones hemianópticas.

3. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

Por un lado describir las diferentes terapias en la rehabilitación visual de defectos de campo periféricos y mostrar la calidad de los estudios que las avalan.

Por otro, describir como se aplican las nuevas tecnologías en la rehabilitación, y en qué áreas pueden seguir progresando.

4. METODOLOGÍA

Se realiza una búsqueda bibliográfica en las bases PubMed, WoS, Cochrane y SCOPUS utilizando las palabras clave “peripheral visual field”, “hemianopia”, “retinitis” y “rehabilitation, combinadas con los operadores booleanos “AND” y “OR” según se muestra en las secuencias de búsqueda. Se ha restringido la búsqueda a los últimos 5 años con vistas a obtener los resultados más actualizados. Las secuencias utilizadas para las distintas bases bibliográficas se muestran en la imagen 6.

PubMed: ((((peripheral visual field) OR (hemianopia) OR (retinitis))) AND rehabilitation) AND "last 5 years"
WoS: TS=(((peripheral visual field)OR(hemianopia)OR(retinitis))AND(rehabilitation)) Período de tiempo: Últimos 5 años.
Scopus: TITLE-ABS-KEY (((peripheral AND visual AND field) OR (hemianopia) OR (retinitis)) AND (rehabilitation)) AND PUBYEAR > 2014
Cochrane: ((peripheral visual field)OR(hemianopia)OR(retinitis))AND(rehabilitation) Descartando los artículos anteriores a 2015.

Imagen 6. Secuencias de búsqueda para las distintas bases bibliográficas. Elaboración propia.

Se han utilizado criterios de selección en las diferentes fases de la búsqueda. En una primera fase se trabaja con el título de los artículos, descartando duplicados y artículos en idiomas diferentes al inglés o castellano, tras lo que se aplican los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Se incluye aquellos títulos que refieren:

- Rehabilitación
- Ampliación/aprovechamiento de campo visual
- Mejora de campo visual
- Tecnologías/instrumentos y rehabilitación
- Problemas de movilidad
- Restauración de campo visual
- Manejo de visión en túnel

Se excluyen aquellos títulos que refieren:

- Fármacos
- Prótesis de retina
- Manejos médicos-quirúrgicos
- Ayudas a la conducción
- Aquellos que no cumplen el resto de criterios de inclusión

En una segunda fase se trabaja con el resumen del artículo, excluyendo aquellos que:

- No tratan de alteraciones de campo visual periférico
- No tratan de rehabilitación
- Son muy genéricos o irrelevantes
- Cartas al editor o artículos de opinión
- Capítulos de libros

Por último se ha valorado la calidad de los artículos obtenidos mediante la metodología GRADE. Ésta ha sido desarrollada para, de una forma estandarizada, analizar la calidad de la investigación para un desenlace concreto dentro de cada línea de investigación desarrollada. Y con esta información, realizar recomendaciones y desarrollar guías clínicas. Más de 70 instituciones, entre ellas la OMS y Cochrane, utilizan la metodología GRADE en sus recomendaciones(Sanabria et al., 2015).

Para la realización del estudio GRADE se ha utilizado la herramienta online GRADEpro disponible en la web (<https://gdt.gradepro.org/app/>).

5. RESULTADOS

Se encontraron 698 títulos en las bases de datos bibliográficas de los que, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión anteriormente expuestos, se consideraron relevantes 95 referencias. A través de la plataforma de la biblioteca de la UVa y el departamento de I+D de Clínica Baviera se consiguieron 65 de ellas.

Finalmente, y tras una segunda criba, se incluyen 25 artículos.

Para facilitar la evaluación de los objetivos de este trabajo, se han clasificado los artículos incluidos en función del tipo de terapia que abordan. Y así describir en qué consisten, la calidad de los estudios que las avalan, cómo aplican las nuevas tecnologías y en qué áreas pueden seguir progresando.

Se han encontrado cuatro tipos de terapias en la rehabilitación de alteraciones de campo periférico:

- Terapias restauradoras
- Terapias compensatorias
- Terapias sustitutivas
- Terapias alternativas

El esquema de búsqueda se muestra en el diagrama de flujo de la imagen 7. Y los artículos incluidos, clasificados por técnica, en las tablas de la 1 a la 4.

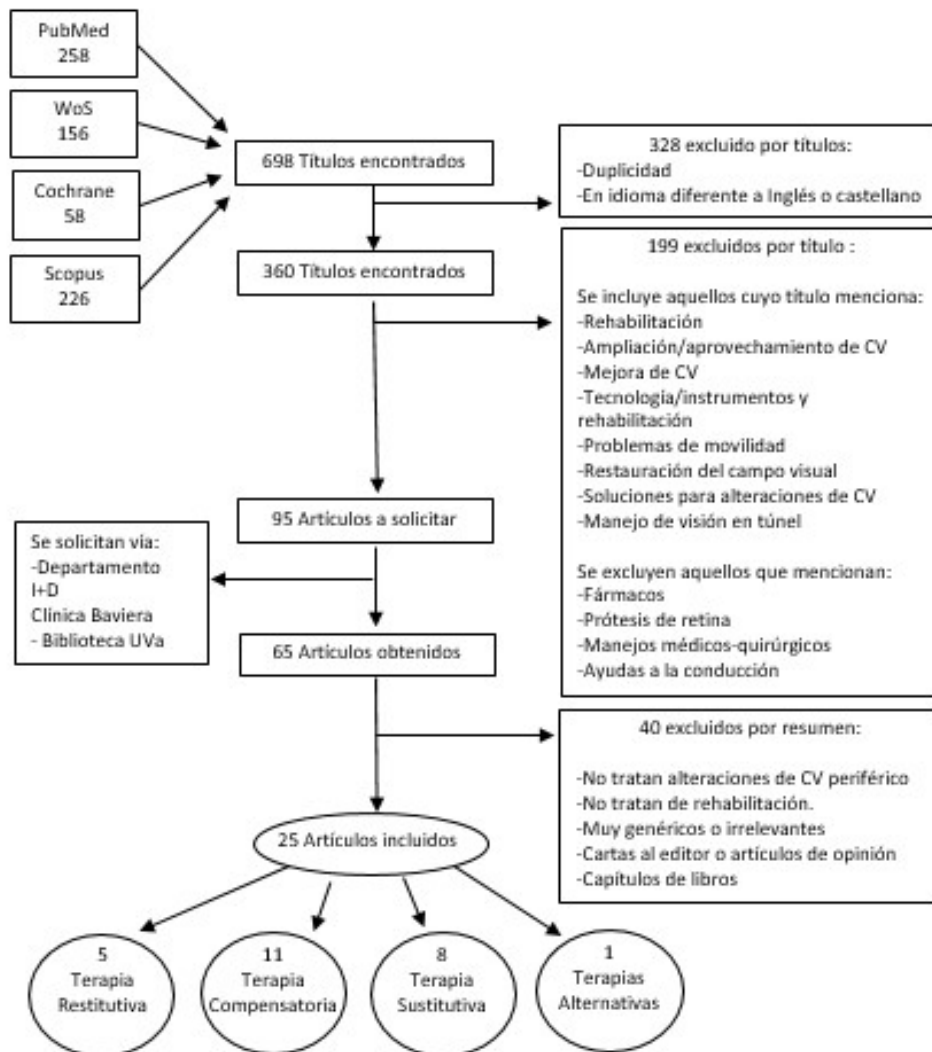


Imagen 7. Diagrama de flujo de la búsqueda, donde puede apreciarse el número de referencias obtenidas para cada base bibliográfica, el número de artículos en cada fase de la búsqueda y el número de artículos finalmente seleccionados así como su clasificación en función del tipo de terapia que aborda. Elaboración propia.

Terapia Restitutiva			
Autor/Año	Título	Revista	Calidad GRADE
(Casco, Barollo, Contemori, & Battaglini, 2018)	Neural Restoration Training improves visual functions and expands visual field of patients with homonymous visual field defects	Restorative Neurology and Neuroscience	⊕○○○ MUY BAJA
(Larcombe et al., 2018)	Visual training in hemianopia alters neural activity in the absence of behavioural improvement: a pilot study	Ophthalmic and Physiological Optics	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Matteo et al., 2017)	Transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with blindsight rehabilitation for the treatment of homonymous hemianopia: a report of two-cases	Journal of Physical Therapy Science	⊕⊕○○ BAJA
(Matteo et al., 2016)	Visual field restorative rehabilitation after brain injury	Journal of Vision	⊕⊕⊕○ MODERADO
(Costa TL et al., 2015)	Contrasting effects of transcranial direct current stimulation on central and peripheral visual fields	Experimental brain research	⊕⊕○○ BAJA

Tabla 1. Artículos referentes a las terapias restitutivas. Elaboración propia.

Terapia Sustitutiva			
Autor/Año	Título	Revista	Calidad GRADE
(Houston, Bowers, Peli, & Woods, 2018)	Peripheral Prisms Improve Obstacle Detection during Simulated Walking for Patients with Left Hemispatial Neglect and Hemianopia	Optometry and vision science	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Costela, Saunders, Kajtezovic, Rose, & Woods, 2018)	Measuring the Difficulty Watching Video With Hemianopia and an Initial Test of a Rehabilitation Approach	Translational Vision Science & Technology	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Peli & Jung, 2017)	Multiplexing Prisms for Field Expansion	Optometry and vision science	No valorable
(Younis, Al-Nuaimy, Al-Tae, & Al-Ataby, 2017)	Augmented and virtual reality approaches to help with peripheral vision loss	14th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices	No valorable
(Shen, Peli, Bowers, & Article, 2015)	Peripheral Prism Glasses : Effects of Moving and Stationary Backgrounds	Optometry and vision science	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Wright, Margolis, & Ward, 2015)	Using an auditory sensory substitution device to augment vision: evidence from eye movements	Experimental Brain Research	⊕○○○ MUY BAJA
(Pundlik, Tomasi, & Luo, 2015)	Evaluation of a Portable Collision Warning Device for Patients With Peripheral Vision Loss in an Obstacle Course	Investigative Ophthalmology & Visual Science	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Ikeda et al., 2015)	Development and evaluation of a visual aid using see-through display for patients with retinitis pigmentosa	Japanese journal of ophthalmology	⊕⊕⊕⊕ ALTA

Tabla 2. Artículos referentes a las terapias sustitutivas. Elaboración propia.

Terapia Compensatoria			
Autor/Año	Título	Revista	Calidad GRADE
(Smaakjær et al., 2018)	Therapist-assisted vision therapy improves outcome for stroke patients with homonymous hemianopia alone or combined with oculomotor dysfunction	Neurological Research	⊕○○○ MUY BAJA
(Crotty M et al., 2018)	Hemianopia after stroke: A randomized controlled trial of the effectiveness of a standardised versus an individualized rehabilitation program, on scanning ability whilst walking	NeuroRehabilitation	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Ivanov et al., 2018)	Effects of visual search training in children with hemianopia	Plos One	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Tinelli, Cioni, & Purpura, 2017)	Development and Implementation of a New Telerehabilitation System for Audiovisual Stimulation Training in Hemianopia	Frontiers in Neurology	⊕⊕○○ BAJA
(Grasso, Ladavas, & Bertini, 2016)	Compensatory Recovery after Multisensory Stimulation in Hemianopic Patients: Behavioral and Neurophysiological Components	Frontiers in systems neuroscience	⊕⊕○○ BAJA
(Tinga et al., 2016)	Multisensory Stimulation to Improve Low- and Higher-Level Sensory Deficits after Stroke: A Systematic Review	Neuropsychology Review	⊕⊕○○ BAJA
(Ivanov et al., 2016)	Eye Movement Training and Suggested Gaze Strategies in Tunnel Vision - A Randomized and Controlled Pilot Study	Plos one	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Sahraie, Smania, & Zihl, 2016)	Use of NeuroEyeCoach to Improve Eye Movement Efficacy in Patients with Homonymous Visual Field Loss	BioMed research international	⊕⊕○○ BAJA
(Prost et al., 2016)	The Effects of Short-Lasting Anti-Saccade Training in Homonymous Hemianopia with and without Saccadic Adaptation	Frontiers in Behavioral Neuroscience	⊕⊕⊕⊕ ALTA
(Tinelli, Purpura, & Cioni, 2015)	Audio-Visual Stimulation Improves Visual Search Abilities in Hemianopia due to Childhood Acquired Brain Lesions	Multisensory Research	⊕⊕○○ BAJA
(Dundon, Ládavas, Maier, & Bertini, 2015)	Multisensory stimulation in hemianopic patients boosts orienting responses to the hemianopic field and reduces attentional resources to the intact field	Restorative Neurology and Neuroscience	⊕⊕⊕⊕ ALTA

Tabla 3. Artículos referentes a las terapias compensatorias. Elaboración propia.

Terapia Sustitutiva			
Autor/Año	Título	Revista	Calidad GRADE
(Fereydouni, Qasemi, Moradian, & Tabatabaee, 2017)	Can acupuncture therapy help patients with retinitis-pigmentosa?	Journal of Current Ophthalmology	⊕○○○ MUY BAJA

Tabla 4. Artículos referentes a las terapias alternativas. Elaboración propia.

6. DISCUSIÓN

Se han encontrado cuatro diferentes métodos de afrontar la rehabilitación de pacientes con pérdidas de campo periférico, específicamente defectos hemianópticos y constricciones secundarias a retinosis pigmentaria. Estos son:

- Terapia restitutiva
- Terapia compensatoria
- Terapia sustitutiva
- Terapias alternativas

Atendiendo a los objetivos de este trabajo se describirán cada una de las técnicas, mostrando la calidad de aquellos estudios que las avalan. Así mismo se describirá, en la medida de lo posible, la tecnología utilizada y en qué área se espera pueda seguir progresando.

6.1 Terapia restitutiva

La terapia restitutiva trata de recuperar parte de la función perdida. Se sugiere la existencia de una importante plasticidad cerebral en la vía visual del adulto que puede mejorar significativamente la sensibilidad del campo visual dañado (Frolov, Feuerstein, & Subramanian, 2017).

En los primeros meses tras un accidente retroquiasmático, puede haber una recuperación espontánea (parcial o total) en la función visual que depende del grado de muerte neuronal, de la severidad de la lesión y de cómo se ha resuelto el proceso causante del déficit (inflamación, edema, etc...). Este recobro podría deberse a la recuperación de parte del tejido dañado y a la asunción de funciones visuales por otras estructuras neurales, es lo que llamamos plasticidad (Frolov et al., 2017).

También se habla de la existencia de cierto grado de percepción en el campo visual perdido, denominada visión ciega. Se distinguen dos tipos de visión ciega: aquella donde el paciente no tiene ninguna consciencia de esa capacidad y aquella donde pueden tener la sensación de que ocurre algo, sin

ser capaz de verlo. Esta percepción ciega puede deberse a grupos de neuronas que han sobrevivido a la lesión o a la presencia de conexiones desde el colículo superior a otras áreas de la corteza estriada ipsilateral (Matteo et al., 2016).

Por último se cree que añadiendo al tratamiento reconstitutivo estimulación transcraneal de corriente eléctrica (tDSC) se acelera la recuperación de la función visual en el campo ciego (Larcombe et al., 2018; Matteo et al., 2017, 2016). La estimulación transcraneal de corriente eléctrica (tDSC) consiste en aplicar una pequeña corriente eléctrica, a través de electrodos colocados sobre el cráneo, en el área cerebral que se quiere estimular (Costa TL et al., 2015).

Existen 3 tipos de estrategias reconstitutivas frente a las alteraciones de campo visual periférico:

- 1ª Terapia reconstitutiva en frontera, en el límite del campo ciego.
- 2ª Terapia reconstitutiva en el campo ciego.
- 3ª Terapia reconstitutiva (en frontera o campo ciego) más estimulación transcraneal de corriente eléctrica (tDSC).

Casco et al. (2018) realizan un ensayo clínico con 10 sujetos hemianópticos presentando estímulos en forma de parches de Gabor en frontera y en campo ciego. Analiza antes y después del entrenamiento el campo visual y el reconocimiento de letras en frontera, mostrando una significativa mejora en ambos apartados. A pesar del buen resultado, se trata de un estudio no aleatorizado y sin grupo control por lo que la calidad evaluada con el método GRADE es muy baja y la recomendación de este tipo terapia debe ser sugerida con cautela.

Rasmussen et al. (2018) han iniciado un ensayo clínico con terapia restaurativa en campo ciego del que esperan poder mostrar resultados en 2020. Ellos mismos hablan de la no posibilidad de randomizar los sujetos hemianópticos del estudio por lo que, una vez concluida la investigación, tampoco se podrá hacer una recomendación fuerte de la terapia en base a la calidad de este estudio, en el caso de que fuese positivo.

Como hallazgo casual, Costa et al. (2015) encuentran, aplicando estimulación transcraneal de corriente eléctrica (tDSC), que hay una significativa disminución de los umbrales de sensibilidad de la retina periférica, a partir de 60°. Se trata de un estudio clínico aleatorizado que trata de replicar otro estudio anterior. La intervención se realiza sobre 15 sujetos sanos por lo que no es extrapolable a población con defecto de campo periférico, dando como consecuencia en la escala GRADE un resultado moderado. Sería pues interesante replicar esta intervención en la población diana para valorar el posible aumento de la sensibilidad del campo visual perdido.

Matteon et al. (2017) publica dos casos combinando la terapia restitutiva con estimulación transcraneal de corriente eléctrica (tDSC) y placebo, encontrando una mejora significativa de campo visual con la combinación de terapia restitutiva y tDSC que solo con la terapia restitutiva. De nuevo la calidad del estudio con la metodología GRADE es baja por lo que la recomendación debe ser prudente.

En cuanto a la duración del tratamiento restitutivo, éste suele ser largo. Así que buscando acortarlo Larcombe et al. (2018) realizan un estudio clínico aleatorizado, con calidad alta según la escala GRADE. De forma intensiva se realizaron 400 pruebas a 7 pacientes hemianópticos. A 3 pacientes se le estimuló con terapia restitutiva más tDSC, a otros 3 la tDSC fue simulada y a un último sujeto solo se le realizó terapia restitutiva. No se encontró mejora de la sensibilidad del campo visual ciego ni en su rendimiento visual pero sí hubo un cambio en la respuesta neural ante la presentación del estímulo, medida con resonancia magnética funcional.

El éxito de la terapia restitutiva, en todas sus variantes, es controvertido. Matteo et al. (2016) presentan una revisión bibliográfica con 52 artículos, desde 1979 hasta 2015, donde se avala la terapia restitutiva. Sin embargo parece haber un claro sesgo de publicación ya que la inmensa mayoría de los resultados aportan una mejora de diferentes aspectos de la función visual y no hay ninguna referencia a la calidad de los estudios evaluados.

No ha habido grandes innovaciones tecnológicas en los estudios encontrados. Más allá de la presentación de los estímulos en pantallas, el uso de electrodos para la estimulación tDSC o de la resonancia magnética funcional como método de seguimiento y control de la respuesta neural.

Sí parece haber una dirección común, con tendencia a añadir a la terapia restitutiva tDSC y comprobar la variación de funcionalidad no solo mediante pruebas funcionales sino con resonancia magnética funcional.

Se hace patente la necesidad de una mejora de la calidad de los estudios clínicos sobre la terapia restitutiva para poder avalar su uso. Solo dos estudios aleatorizados en los últimos 5 años, y uno de ellos no hacía referencia a la población diana.

6.2 Terapia compensatoria

La terapia compensatoria trata ampliar el campo visual funcional mediante el escaneo del área ciega con movimientos voluntarios de los ojos. De esta forma mejorar la calidad de vida de los pacientes hemianópticos (Trauzettel-Klosinski, 2017).

Se han utilizado dispositivos con estímulos luminosos en el área ciega, como el NeuroVisionnTech (NVT) (Imagen 2). Con ellos se trata de entrenar patrones de búsqueda en el área hemianóptica del sujeto. Crotty et al. (2018) realiza un ensayo clínico aleatorizado de calidad alta según GRADE para mostrar el beneficio de incluir este tipo de dispositivos en los protocolos de rehabilitación, específicamente en el sistema sanitario australiano.

Parece evidente la necesidad de la figura del terapeuta en la rehabilitación de pacientes con alteraciones campimétricas tras daño cerebral. Smaajaer et al. (2018) lo muestran en un trabajo donde evalúan a 24 sujetos con hemianopsia sometidos a trabajo con rehabilitador. Sin embargo las mejoras reflejadas en sus resultados se ven afectadas por una serie de sesgos, no grupo control, no

aleatorización de pacientes, importantes pérdidas de pacientes en seguimiento, que reducen la calidad del estudio.

En los últimos años, el entrenamiento de la motilidad sacádica, en la terapia compensatoria, se ha servido de computadoras y programas informáticos específicos. Ivanov et al. presentan dos estudios clínicos aleatorizados para el entrenamiento de la motilidad sacádica con computadora, uno en sujetos hemianópticos (Ivanov et al., 2018) y otro en retinosis pigmentaria (Ivanov et al., 2016). Ambos de alta calidad según GRADE. En ellos se muestra mejoraras en la función visual tras el entrenamiento, y cómo los beneficios conseguidos se mantienen en el tiempo. Sahraiet et al. (2016) analizan el programa NeuroEyeCoach (NEC) para terapia compensatoria, que tiene la ventaja de poder ser utilizado tanto en entorno clínico como en casa. En esa dirección va también el trabajo de Tinelli et al. (2017) desarrollando un panel de estímulos, tanto visuales como audiovisuales, que son monitorizados a distancia por el terapeuta. Ambos estudios muestran mejoras significativas en los sujetos hemianópticos participantes. Pero estos últimos resultados deben tomarse con cautela pues la calidad de los mismos según GRADE es baja.

Al igual que Tinelli et al., otros investigadores buscan mejoras en el entrenamiento compensatorio, añadiendo estímulos sonoros e incluso somato sensoriales. Al combinar diferentes categorías sensoriales, se pretende reforzar la respuesta oculomotora cuando un de esas señales ya no está presente o sea muy débil, es decir cuando falte campo visual. Tinga et al. (2016) encuentran 21 artículos publicados hasta 2015 sobre estimulación multisensorial en terapia compensatoria. Y a pesar de los beneficios descritos, los autores reflejan que la calidad de los estudios evaluados es insuficiente para concluir que la estimulación multisensorial sea una intervención efectiva. Manifiestan que es necesario establecer ensayos controlados aleatorizados para verificar su validez.

Dundon et al. (2015) sí realiza un ensayo clínico aleatorizado, de calidad alta según GRADE, sobre estimulación multisensorial en 8 pacientes hemianópticos. Compara el entrenamiento de la motilidad hacia el campo ciego

usando solo estímulo visual, solo estímulo auditivo y multisensorial, ambos a la vez, se emite un sonido en la localización del estímulo luminoso. Realizaron pruebas electro-fisiológicas antes y después del entrenamiento. Los resultados mostraron que la estimulación multisensorial no produjo una mejora en la detección de estímulos. Pero había disminuido la atención hacia el campo visual respetado y aumentado la atención hacia el área ciega, facilitando estrategias de rastreo del campo visual.

Tinelli et al. (2015) sobre 3 niños hemianópticos realiza entrenamiento multisensorial y sugiere que, en ausencia de recuperación espontánea de la lesión, el entrenamiento audiovisual puede inducir la respuesta visual del sistema oculomotor, supuestamente a través de interconexiones en el colículo superior. El bajo número de la muestra y la ausencia de grupo control hace que la calidad de este estudio sea baja.

Por último, Grasso et al. (2016) muestran en una serie de 10 casos como la mejora del rendimiento visual con tratamiento multisensorial es duradera en el tiempo. Promoviendo respuestas motoras hacia el campo ciego por parte de la vía dorsal y el colículo superior.

En otra dirección Prost et al. (2016) afirman que el trabajo sobre movimientos antisacádicos voluntarios en dirección al campo ciego puede acortar el entrenamiento, manteniendo el beneficio en la calidad de vida en el tiempo. Realizan 3 tipos de ejercicios pero básicamente plantean realizar un sacádico voluntario en dirección opuesta a un estímulo de forma que la mirada se dirija hacia el campo ciego. Se trata de un ensayo clínico aleatorizado de alta calidad según GRADE.

La tecnología aplicada en los anteriores estudios va un paso más allá del uso de computadoras y control por electro-diagnóstico. Se crean plataformas específicas y se desarrollan dispositivos para el trabajo tanto en clínica como a distancia en el hogar.

Podríamos decir que la terapia compensadora se dirigiría en el futuro hacia el trabajo combinado en casa y en clínica. Usando estímulos multisensoriales e incluso ejercicios antisacádicos, dirigiendo la mirada hacia el campo ciego.

6.3 Terapia sustitutiva

La terapia sustitutiva tiene como objetivo mejorar la percepción de la escena visual mediante el uso de ayudas que aportaran información del campo que el sujeto no ve, tradicionalmente se han usado prismas de expansión de campo (Peli, 2000). Aquí también se ha incluido otros sistemas que suministran aquella parte del estímulo que el sistema visual del paciente no percibe, tales como sistemas HMD (Head Mounted Displays), dispositivos anticolidión, guías de ayuda visual o terapia sustitutiva sensorial, donde se utilizan otros sentidos para distinguir aquello que no se ve.

En la búsqueda realizada se encontraron dos vías dentro de las terapias sustitutivas. Por un lado el uso de prismas para ampliar el campo visual periférico y por otro el empleo de diferentes sistemas tecnológicos, desarrollados para mostrar, al sujeto con déficit visual periférico, la información que necesita, por diferentes vías.

Houston et al. (2018) aplicaron el sistema de expansión de campo visual de Peli (2000) en un estudio experimental de calidad alta según GRADE. Se realizó una prueba de simulación anticolidión con y sin prismas a 24 sujetos hemianópticos, 10 de ellos además con negligencia espacial, es decir, no eran conscientes de su pérdida de campo. No hubo entrenamiento previo. Los resultados arrojaron un aumento de la percepción de posibles colisiones con el uso de prismas, mayor incluso en el grupo con negligencia espacial.

Un posible problema del uso de los sistemas expansores con prismas son los mecanismos adaptativos que surgen en visión binocular. El prisma se coloca frente a un ojo y crea diplopía periférica para producir un aumento del campo visual. Se genera entonces una rivalidad retiniana que puede inducir la supresión de la imagen expandida, siendo menor el campo visual binocular

que el monocular. Esta idea fue investigada por Shen et al. (2015). Presentaron una serie de detalles en el campo visual ampliado por los prismas expansores tanto en condiciones monoculares como binoculares. Los resultados arrojaron una menor detección de detalles en el campo visual binocular que en el monocular.

Se siguen buscando mejoras en los sistemas prismáticos expansores. Uno de los grandes inconvenientes del uso de prismas es el escotoma apical (Imagen 8). Peli & Jung (2017) han desarrollado un diseño de prisma de Fresnell truncado para conseguir una visión multiplexada. Con su nuevo diseño crean dos imágenes completas en retina, pero se disminuye el contraste. Los autores creen conveniente realizar estudios clínicos para valorar la diplopía y distorsión generadas por este nuevo diseño.

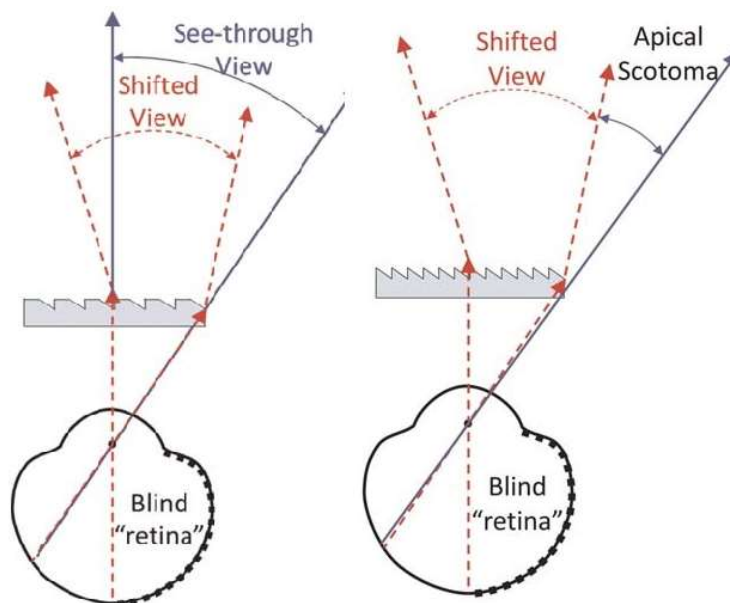


Imagen 8. Se aprecia el escotoma apical y como con el diseño truncado, ese escotoma desaparece. Fuente: Modificado desde Multiplexing for field expansion (Peli & Jung, 2017)

Por otro lado tenemos el uso de diferentes tecnologías. Pundlik et al. (2015) desarrollan un sistema anticolidión de bolsillo que prueban en un circuito de obstáculos con 25 pacientes con defecto de campo periférico. El dispositivo emite un sonido y/o vibración al ir acercarse al obstáculo. Con él redujeron el número de colisiones un 37% aunque no mejoraron la velocidad de la marcha.

Otra forma en que la tecnología puede ayudar es con la sustitución sensorial sonora. Wrihgt et al. (2015) crean una imagen sonora, transforman la diferente intensidad lumínica en sonido. Presentan a 48 sujetos una imagen degradada del fondo de la escena junto con dicha imagen sonora. Además colocan una imagen sonora que no está en la escena real. Llegaron a una serie de conclusiones: el rendimiento de los sujetos mejoraba cuando había una imagen de fondo por degradada que fuese y los sujetos de estudio prestaban más atención al área donde se encontraba la imagen sonora, que no su imagen. Se pretende inferir que este sistema serviría de ayuda a pacientes con alteraciones de campo periférico y resto visual. Pero la calidad del estudio es baja según GRADE. Entre otros sesgos, no se actúa sobre la población diana, por lo que se hacen necesarios más estudios al respecto.

En cuando a los sistemas HMD (Head Mounted Displays) Younis et al. (2017) presentan dos ayudas para pacientes con alteraciones de campo visual periférico. La primera es una gafa tipo see-through, es decir, con una micro pantalla transparente que permite ver a su través la escena real mientras muestra una imagen. El sistema notificaría cualquier movimiento en el campo periférico, alertando así al usuario. El segundo es una gafa de realidad virtual que mostraría la imagen total de la escena en la parte íntegra del campo visual. Son desarrollos interesantes que deben ser testados en sujetos hemianópticos o con déficit de campo periférico.

Ikeda et al. (2015) dan otro uso de las gafas see-through. Las utilizan en 8 pacientes con retinosis pigmentaria para evitar colisiones en situaciones de poca luz. La micro pantalla muestra una imagen de alta luminancia de la escena, sobre la imagen real, que ayuda a evitar colisiones sobre un recorrido en una habitación en penumbra. La calidad de este estudio es alta según GRADE.

Por último Costela et al. (2018) refieren la dificultad de comprensión de escenas de video en sujetos hemianópticos con respecto a sujetos sanos. Buscan aquellos puntos de la imagen que los sujetos sanos miran más detenidamente, centros de interés. Crean un video donde señalan digitalmente,

con un círculo luminoso amarillo, esos centros de interés y comprueban cómo la comprensión de la escena de los sujetos hemianópticos mejora, sin llegar al nivel de los sanos.

Como vemos en el caso de las terapias sustitutivas sí hay una variada aplicación tecnológica. Desde nuevos sistemas de fabricación de prismas hasta la aplicación de sistemas HMD pasando por sustitución sensorial o la edición de video para facilitar la comprensión.

¿Hacia dónde irán futuras investigaciones? Cualquier comentario es mera especulación pero podemos asumir que avanzará hacia la multiplexión, ya sea con nuevos sistemas de prismas o desarrollando dispositivos digitales que potencien parte de la imagen perdida o llamen la atención hacia una parte concreta de la escena.

6.4 Terapias alternativas

Se engloba en esta definición aquellas terapias que no entran en los otros grupos. Tan solo se ha encontrado una referencia. Se trata del estudio sobre acupuntura de Fereydouni et al. (2017). Refiere una serie de 23 sujetos con retinosis pigmentaria a los que se les aplican 10 sesiones de acupuntura, midiendo antes y después los índices campimétricos MD (desviación media) y DSM (desviación estándar sobre el modelo). Además se les hace una encuesta no estandarizada sobre su percepción tras el tratamiento. Aunque hay variaciones en los índices campimétricos, éstas no son significativas. Se trata de un estudio de baja calidad según la metodología GRADE.

La acupuntura es una técnica de medicina tradicional china que está en estudio, como posible pseudoterapia, por el ministerio de sanidad, consumo y bienestar social y el ministerio de ciencia, innovación y universidades (*Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Plan para la protección de la salud frente a las pseudoterapias*, 2018).

7. CONCLUSIONES

Ateniéndonos a los objetivos de este trabajo, existen 4 tipos de terapias en la rehabilitación del campo visual periférico:

- Terapia restitutiva. Trata de recuperar parte de la función perdida, aprovechando la plasticidad cerebral.
- Terapia compensatoria. Pretende ampliar el campo visual funcional mediante el escaneo del área ciega con movimientos voluntarios de los ojos.
- Terapia sustitutiva. Su objetivo es mejorar la percepción de la escena visual mediante el uso de ayudas que aportan información de aquella parte del campo que el sujeto no ve. Tradicionalmente mediante el uso de prismas.
- Terapias alternativas. Como la acupuntura. Ahora mismo están bajo estudio por las autoridades competentes para valorar si tienen respaldo científico o se trata de pseudoterapias.

La calidad de los estudios parece avalar en mayor medida las terapias compensatoria y sustitutiva. Se hace patente la necesidad de mejorar la calidad de los estudios clínicos sobre la terapia restitutiva. La mayoría de estudios restitutivos no tienen grupo control, sin embargo los estudios sobre terapias compensatorias y sustitutivas son más estructurados y presentan un menor número de sesgos.

La calidad de la evidencia en terapias alternativas se reduce a un estudio de muy baja calidad en acupuntura.

De la calidad de los estudios encontrados podemos deducir que en la clínica diaria la orientación en la rehabilitación en defectos de campo periféricos debe ir encaminada hacia la terapia compensatoria y sustitutiva a espera de un mayor aval en terapia restitutiva. En principio debemos descartar terapias alternativas, puestas en cuestión por las propias instituciones públicas.

También se aprecia una evolución tecnológica diferente en cada tipo de terapia.

Podemos deducir que hay una mayor evolución en la terapia sustitutiva. Aunque se han desarrollado detectores anticollisión portátiles, guías de ayuda visual o sistemas sustitutivos sensoriales, la visión multiplexada se impone frente al resto de terapias sustitutivas.

El concepto de visión multiplexada va más allá de los sistemas puramente ópticos, con prismas, llegando a integrarse en sistemas portátiles que se sirven de la realidad aumentada, como los sistemas HMD (Head Mounted Displays).

La terapia de compensación se dirige hacia el uso de sistemas para que el usuario haga la terapia en casa y sea monitorizado por el terapeuta a distancia. Es decir, más que progresar hacia la mejora de función visual, se encamina a mejorar en la supervisión de la terapia que realiza el paciente.

Por último, la tecnología en la terapia reitutiva, tiende a la combinación con estimulación tras craneal de corriente eléctrica (tDSC) y a monitorizar la progresión mediante la resonancia magnética funcional.

La calidad de las investigaciones también nos podría hacer pensar en los intereses comerciales de las empresas que hay tras el desarrollo tecnológico. Un claro ejemplo son los estudios en los que se basó el primer sistema de terapia reitutiva, NovaVision, y como investigaciones posteriores pusieron en cuestión sus resultados.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Casco, C., Barollo, M., Contemori, G., & Battaglini, L. (2018). Neural Restoration Training improves visual functions and expands visual field of patients with homonymous visual field defects. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 36(2), 275–291. <https://doi.org/10.3233/RNN-170752>
- Costa TL, Gualtieri, M., Barboni, M.T.S. et al. (2015). Contrasting effects of transcranial direct current stimulation on central and peripheral visual fields.

- Experimental Brain Research*, 233(5), 1391–1397.
<https://doi.org/10.1007/s00221-015-4213-0>
- Costela, F. M., et al. (2018). Measuring the Difficulty Watching Video With Hemianopia and an Initial Test of a Rehabilitation Approach. *Translational Vision Science & Technology*, 7(4), 13. <https://doi.org/10.1167/tvst.7.4.13>
- Crotty M. et al. (2018). Hemianopia after stroke: A randomized controlled trial of the effectiveness of a standardised versus an individualized rehabilitation program, on scanning ability whilst walking. *NeuroRehabilitation*, 43(2), 201–209. <https://doi.org/10.3233/nre-172377>
- Dundon, N. M., Ládavas, E., Maier, M. E., & Bertini, C. (2015). Multisensory stimulation in hemianopic patients boosts orienting responses to the hemianopic field and reduces attentional resources to the intact field. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 33(4), 405–419. <https://doi.org/10.3233/RNN-140457>
- Fereydouni, F., Qasemi, V., Moradian, S., Tabatabaee, S. M. (2017). Can acupuncture therapy help patients with retinitis-pigmentosa? *Journal of Current Ophthalmology*, 29(4), 321–323. <https://doi.org/10.1016/j.joco.2017.07.004>
- Frolov, A., Feuerstein, J., Subramanian, P. S. (2017). Homonymous Hemianopia and Vision Restoration Therapy. *Neurologic Clinics*, 35(1), 29–43. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2016.08.010>
- Grasso, P. A., Ladavas, E., Bertini, C. (2016). Compensatory Recovery after Multisensory Stimulation in Hemianopic Patients: Behavioral and Neurophysiological Components. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 10, 45. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2016.00045>
- Hayes, A. et al. (2012). Functional improvements following the use of the NVT Vision Rehabilitation program for patients with hemianopia following stroke. *NeuroRehabilitation*, 31(1), 19–30. <https://doi.org/10.3233/NRE-2012-0771>
- Houston, K. E. et al. (2018). Peripheral Prisms Improve Obstacle Detection during Simulated Walking for Patients with Left Hemispatial Neglect and Hemianopia. *Optometry and Vision Science*, 95(9), 795–804. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001280>
- Ikeda, Y. et al. (2015). Development and evaluation of a visual aid using see-through display for patients with retinitis pigmentosa. *Japanese Journal of*

- Ophthalmology*, 59(1), 43–47. <https://doi.org/10.1007/s10384-014-0354-0>
- Ivanov, I. V., et al. (2018). Effects of visual search training in children with hemianopia. *PLOS ONE*, 13(7), e0197285. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197285>
- Ivanov, I. V., et al. (2016). Eye Movement Training and Suggested Gaze Strategies in Tunnel Vision - A Randomized and Controlled Pilot Study. *PloS One*, 11(6), e0157825. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157825>
- Kasten, E., Wüst, S., Behrens-Baumann, W., Sabel, B. A. (1998). Computer-based training for the treatment of partial blindness. *Nature Medicine*, 4(9), 1083–1087. <https://doi.org/10.1038/2079>
- Larcombe, S. J., et al. (2018). Visual training in hemianopia alters neural activity in the absence of behavioural improvement: a pilot study. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 38(5), 538–549. <https://doi.org/10.1111/opo.12584>
- Matteo, B. M., et al. (2017). Transcranial direct current stimulation (tDCS) combined with blindsight rehabilitation for the treatment of homonymous hemianopia: a report of two-cases. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(9), 1700–1705. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1700>
- Matteo, B. M., et al. (2016). Visual field restorative rehabilitation after brain injury. *Journal of Vision*, 16(9), 11. <https://doi.org/10.1167/16.9.11>
- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. *Plan para la protección de la salud frente a las pseudoterapias.* (2018). Retrieved from <https://www.fecyt.es/es/tematica/percepcion-social-de-la-ciencia>
- Peli, E., & Jung, J. H. (2017). Multiplexing Prisms for Field Expansion. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 94(8), 817–829. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001102>
- Prost, M., et al. (2016). The Effects of Short-Lasting Anti-Saccade Training in Homonymous Hemianopia with and without Saccadic Adaptation. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9(January), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00332>
- Pundlik, S., Tomasi, M., & Luo, G. (2015). Evaluation of a Portable Collision Warning Device for Patients With Peripheral Vision Loss in an Obstacle Course. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 56(4), 2571.

- <https://doi.org/10.1167/iovs.14-15935>
- Rasmussen, R. S., Schaarup, A. M. H., & Overgaard, K. (2018). Therapist-Assisted Rehabilitation of Visual Function and Hemianopia after Brain Injury: Intervention Study on the Effect of the Neuro Vision Technology Rehabilitation Program. *JMIR Research Protocols*, 7(2), e65. <https://doi.org/10.2196/resprot.8334>
- Sahraie, A., Smania, N., & Zihl, J. (2016). Use of NeuroEyeCoach to Improve Eye Movement Efficacy in Patients with Homonymous Visual Field Loss. *BioMed Research International*, 2016, 5186461. <https://doi.org/10.1155/2016/5186461>
- Sanabria, A. J., et al. (2015). Sistema GRADE: Metodología para la realización de recomendaciones para la práctica clínica. *Atencion Primaria*, 47(1), 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2013.12.013>
- Science, E. P.-O. and V., & 2000, undefined. (n.d.). Field expansion for homonymous hemianopia by optically induced peripheral exotropia. *Journals.Lww.Com*. Retrieved from https://journals.lww.com/optvissci/Abstract/2000/09000/Field_Expansion_for_Homonymous_Hemianopia_by.6.aspx
- Shen, J., et al. (2015). Peripheral Prism Glasses: Effects of Moving and Stationary Backgrounds. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 92(4), 412–420. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000552>
- Smaakjær, P., et al. (2018). Therapist-assisted vision therapy improves outcome for stroke patients with homonymous hemianopia alone or combined with oculomotor dysfunction. *Neurological Research*, 40(9), 752–757. <https://doi.org/10.1080/01616412.2018.1475321>
- Tinelli, F., Cioni, G., & Purpura, G. (2017). Development and Implementation of a New Telerehabilitation System for Audiovisual Stimulation Training in Hemianopia. *Frontiers in Neurology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00621>
- Tinelli, F., Purpura, G., & Cioni, G. (2015). Audio-Visual Stimulation Improves Visual Search Abilities in Hemianopia due to Childhood Acquired Brain Lesions. *Multisensory Research*, 28(1–2), 153–171. <https://doi.org/10.1163/22134808-00002484>

- Tinga, A. M., et al. (2016). Multisensory Stimulation to Improve Low- and Higher-Level Sensory Deficits after Stroke: A Systematic Review. *Neuropsychology Review*, 26(1), 73–91. <https://doi.org/10.1007/s11065-015-9301-1>
- Trauzettel-Klosinski, S. (2017). *Adaptation and rehabilitation in patients with homonymous visual field defects. Homonymous Visual Field Defects.* https://doi.org/10.1007/978-3-319-52284-5_11
- Vargas-Martín, F., et al. (2002). Augmented-View for Restricted Visual Field: *Optometry and Vision Science*, 79(11), 715–723.
- Wright, T. D., Margolis, A., & Ward, J. (2015). Using an auditory sensory substitution device to augment vision: evidence from eye movements. *Experimental Brain Research*, 233(3), 851–860. <https://doi.org/10.1007/s00221-014-4160-1>
- Younis, O., Al-Nuaimy, W., Al-Taee, M. A., & Al-Ataby, A. (2017). Augmented and virtual reality approaches to help with peripheral vision loss. In *2017 14th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices, SSD 2017* (Vol. 2017–Janua, pp. 303–307). <https://doi.org/10.1109/SSD.2017.8166993>