

DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



Resumen

Las disfunciones de tipo acomodativo, así como las disfunciones binoculares no estrábicas, son alteraciones visuales frecuentes, consecuencia de una demanda visual prolongada en distancias próximas. Estas disfunciones provocan sintomatología diversa que incluye astenopia y, pueden asociarse a molestias en la zona del cuello.

El objetivo principal de la investigación, fue la detección de este tipo de disfunciones y establecer si existe relación entre dichas anomalías y la presencia de problemas musculoesqueléticos a nivel cervical.

La muestra se divide en dos, correspondiendo cada una de éstas a cada una de las dos fases de la investigación.

La primera muestra estuvo integrada por 52 sujetos, con una edad media de 26 años (DT de 6), con un mínimo de 18 años y un máximo de 39 años y compuesta por 29 (56%) mujeres y 23 (44%) hombres, determinándose en ella el valor de las variables que definen la acomodación: amplitud de acomodación (AA), acomodación relativa positiva y negativa (ARP y ARN), respuesta acomodativa (RA) y flexibilidad acomodativa (FA). Se clasificó a los participantes en insuficiencia acomodativa (IA), exceso acomodativo (EA) o valores normales.

La segunda muestra, correspondiente a la segunda fase del estudio estuvo integrada por 112 sujetos en la que los participantes tienen una edad media de 39,8 años (DT de 14,97), de 18 a 65 años, y compuesta por 61 (54,5%) mujeres y 51 (45,5%) hombres. En ella se realizó un examen completo de la visión binocular mediante la evaluación de las variables: heteroforia horizontal, rango de vergencias horizontales en ambas direcciones base interna (BI) y base externa (BE), rango de vergencias verticales (VV), flexibilidad vergencial (FV) y estereopsis. Los sujetos se clasificaron en dos grupos: con anomalías binoculares y con visión binocular normal.

En ambos grupos se midió la discapacidad cervical con el Índice de Discapacidad Cervical (IDC), el dolor con la Escala Visual Analógica (EVA),

el estado de la musculatura cervical profunda, determinándose el nivel de activación (NA) e índice de rendimiento (IR) y la movilidad cervical: flexión, extensión, inclinación derecha (ID), inclinación izquierda (II), rotación derecha (RD) y rotación izquierda (RI).

En la primera parte de la investigación 24 sujetos presentaron IA, 25 EA y 3 valores normales. Se encontró relación significativa ($p < 0,05$) de ARN con IR y con FLI, AA ojo derecho (OD) con FLD y con FLI, AA ojo izquierdo (OI) con FLD, FAOI con IR y FLI, (oscilando r entre 0,28 y 0,33). En la FA los participantes con IA mostraron valores menores del IR y mayor dolor respecto de los sujetos con EA. En ambos grupos, excesos e insuficiencias, estaban disminuidos los valores del IR. Se encontró mayor dolor (3,2 cm) y menor movilidad (63,3°) en el grupo con EA, frente al grupo con IA (1,8 cm y 69,7°).

En la segunda parte de la investigación se encontraron relaciones significativas ($p < 0,05$) de Foria Lejos con IR y con RD, Foria Cerca con Extensión, FLI, RD y RI, Base Interna Lejos Rotura con FLD, Base Interna Cerca Recobro con IR, Base Externa Lejos Recobro con Extensión, Base Externa Cerca borrosidad con NA, IR, Flexión, RI y con Flexión e IR, Base Externa Cerca Rotura con RI, Base Externa Cerca Recobro con IR y con RI, Vergencias Verticales Lejos Recobro con RI, Vergencias Verticales Cerca Recobro con IDC y Flexibilidad Vergencial con RI (oscilando r entre -0,189 y -0,192 en el caso de las que fueron de corte negativo y entre 0,188 y 0,361 las positivas).

Cuando se clasifican a los sujetos en función del estado de la región cervical, se observó que, los participantes con valores de NA por debajo de la norma presentan una ligera exoforia en cerca y valores de Borrosidad, Rotura y Recobro en la variable "Base Externa Cerca" ligeramente disminuidos, siendo la relación en todos los casos significativa ($p < 0,05$). Por otro lado, cuando se clasifican a los pacientes en función del valor del IDC se halló una diferencia significativa ($p = 0,049$; d de Cohen = 0,38) en el Recobro en Lejos de la variable "Vergencias Verticales". Esta variable presentó resultados más bajos (media = 0,78 dioptrías prismáticas (Δ); DT = 0,69 Δ) en los 54 individuos que tuvieron el IDC mayor o igual a 5 puntos que en los 57 (media = 1,07 Δ ; DT = 0,84 Δ) que lo tuvieron menor a 5 puntos.

Se concluye, que las disfunciones de tipo acomodativo y/o binoculares no estrábicas se relacionan con bajos niveles de activación y de índice de rendimiento de la musculatura profunda del cuello, menor movilidad del cuello, mayor discapacidad funcional, dolor cervical y tendencia a

padecer cervicalgia de más de tres meses de evolución. Además, una alteración en la región cervical puede relacionarse con la aparición de disfunciones binoculares no estrábicas.



DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



María del Carmen Sánchez González
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

1. Justificación

Las alteraciones de los sistemas visual y musculoesquelético son problemas importantes de salud pública que afectan a proporciones considerables de la población en general, en su trabajo, su vida cotidiana y su vida social. El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de Estados Unidos (NIOSH) informa que más del 80% de las personas que trabajan con ordenadores sufren estas quejas¹

El uso de las nuevas tecnologías requiere una demanda visual prolongada en un espacio visual restringido. Esta situación implica un sobreesfuerzo continuo de acomodación y vergencia que altera la eficiencia del sistema visual. Las anomalías acomodativas y las disfunciones binoculares no estrábicas son trastornos de la visión consecuencia de esta situación, que afectan a la binocularidad y rendimiento visual de los sujetos. Estas disfunciones tienden a provocar dificultades en la realización de actividades relacionadas con la visión próxima con síntomas que pueden incluir visión borrosa, dificultad en la lectura, dolor de cabeza, diplopía y en muchos casos imposibilidad de mantener una visión confortable durante un tiempo prolongado²⁻⁴.

De igual modo, esta falta de eficiencia del sistema visual incrementa molestias musculoesqueléticas en la zona del cuello, de manera que coexisten tanto síntomas visuales como quejas musculares a la vez^{5,6}. Robertson et al.⁷, afirman que con un programa de entrenamiento ergonómico en la oficina se disminuyen las molestias musculoesqueléticas y visuales. Richter et al.⁸, refieren una prevalencia conjunta de síntomas visuales y cervicales / escapulares y su asociación con factores de riesgo ocupacional en una muestra de usuarios profesionales de la tecnología de la información. De igual forma Zetterberg et al.⁹, informan de la coexistencia de ambos síntomas en situaciones similares.

Se abre, por tanto, la posibilidad de una disfunción cruzada entre los dos sistemas, visual y musculoesquelético. Así, diferentes autores informan en sus trabajos sobre la presencia de síntomas visuales en sujetos con dolencias cervicales y dolor de cuello, es el caso de Treleaven et al.¹⁰⁻¹².



De manera similar, ciertos síntomas asociados a alteraciones de la función acomodativa y disfunciones oculomotoras son referidos por pacientes después de sufrir un latigazo cervical¹³. Brown¹⁴, afirma que sujetos con latigazo cervical sufren afectación de la inervación simpática al músculo ciliar alterando así el equilibrio entre el control parasimpático y simpático, traduciendo esta situación en una disfunción de la acomodación. Domkin et al.¹⁵, afirman que altos niveles sostenidos de fuerza de contracción del músculo ciliar están asociados con el aumento de los niveles de activación del músculo trapecio, pudiendo contribuir esta situación al desarrollo de dolencias musculoesqueléticas en la zona del cuello. Además, hay estudios que justifican que un exceso de tipo acomodativo y vergencial provoca alteración en el músculo trapecio¹⁶⁻¹⁸.

En la bibliografía consultada, encontramos diversos estudios que establecen relaciones entre ambos sistemas. En algunos de ellos lo hacen mediante cuestionarios a cerca de los síntomas que refiere el sujeto^{6,11,19,20}. En otros estudios, se analizan las perturbaciones musculoesqueléticas que se producen en el cuello, en el mismo momento en que se altera el estado de la función visual^{9,16-18,21,22}. Sin embargo no existen trabajos que lleven a cabo un examen optométrico completo para definir el estado visual y su posible relación con el estado de la musculatura cervical.

En lo que se refiere al estado de la función acomodativa, los trabajos revisados no fueron diseñados para determinar si las anomalías acomodativas afectan al estado de la musculatura cervical o si el dolor de cuello ejerce influencia en la acomodación. El objetivo específico era investigar si un aumento de la fuerza de contracción del músculo ciliar conduce a un aumento proporcional del nivel de actividad del músculo trapecio. Estas investigaciones fueron las primeras en medir la acomodación ocular de manera objetiva y continua, mediante la inserción de lentes positivas y negativas a la vez que se midió simultáneamente la actividad del músculo trapecio, pero sin determinar en ningún caso el estado inicial de la función acomodativa del sujeto. Tampoco se valora en ninguno de los artículos consultados el estado de la visión binocular.

En este contexto, surge la idea de llevar a cabo esta investigación, en la que se plantea evaluar de una forma completa y exhaustiva el estado tanto, de la función acomodativa, como de la visión binocular. Para ello se valora cada uno de los parámetros que definen dichas funciones, con el objeto de determinar de forma específica el estado del sistema visual, mediante pruebas que presenten la mayor repetibilidad. Además, se pretende establecer si existe relación entre la presencia de disfunciones acomodativas y/o binoculares y padecimiento de dolencias cervicales.



DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



María del Carmen Sánchez González
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

2. Introducción

2.1. La acomodación

La acomodación es un proceso fisiológico mediante el cual ocurre un cambio en la forma del cristalino, para producir un incremento o disminución del poder dióptrico del ojo y formar una imagen nítida de los objetos situados a distintas distancias en la retina²³.

Se produce por un cambio en la curvatura del cristalino. El responsable de este cambio es el músculo ciliar, que se encuentra rodeando al cristalino por el ecuador, en forma de anillo y está adherido a él mediante unas fibras, que constituyen la zónula de Zinn o ligamento suspensorio del cristalino (figura 1).

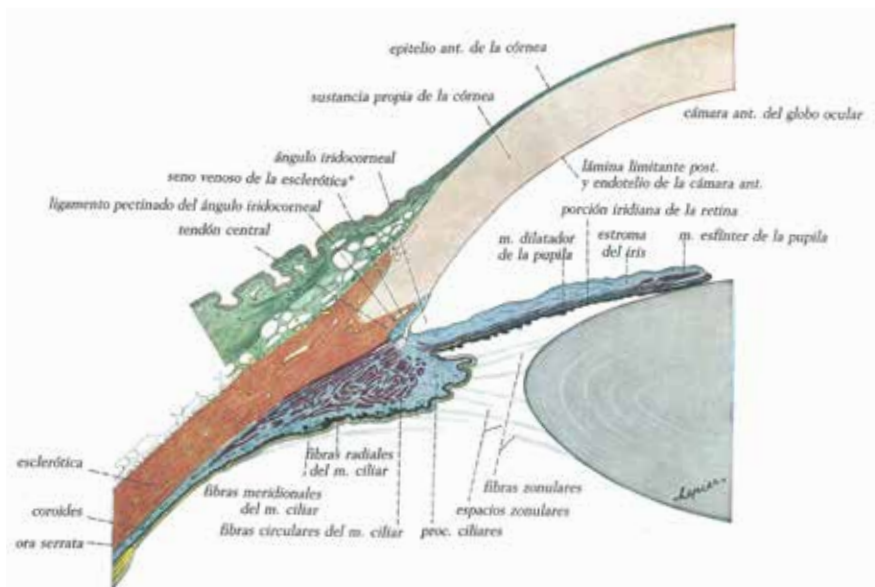


Figura 1. Corte horizontal de la parte anterior del globo ocular, donde se aprecian cristalino, músculo ciliar y fibras radiales zonulares²⁴.



Al contraerse el músculo ciliar, se relajan las fibras que constituyen el ligamento suspensorio y como consecuencia el cristalino cambia de forma y se hace más esférico, aumentando su capacidad de refracción para poder enfocar objetos cercanos. Por otro lado, la dilatación del músculo ciliar provoca el aumento de la tensión de los ligamentos suspensorios lo que provoca que el cristalino disminuya su diámetro anteroposterior disminuyendo su convexidad y secundariamente su poder de refracción, permitiendo así enfocar objetos lejanos²³.

La teoría propuesta por Helmholtz para explicar la acomodación en 1855 es la más aceptada y postula que cuando miramos a lo lejos (ojo desacomodado) el músculo ciliar se relaja y las fibras de la zónula se contraen, situación que determina una posición aplanada del cristalino. Cuando el músculo ciliar se contrae (ojo acomodado), se relajan las fibras zonulares y aumenta la curvatura de las caras anterior y posterior del cristalino²⁵ (figura 2).

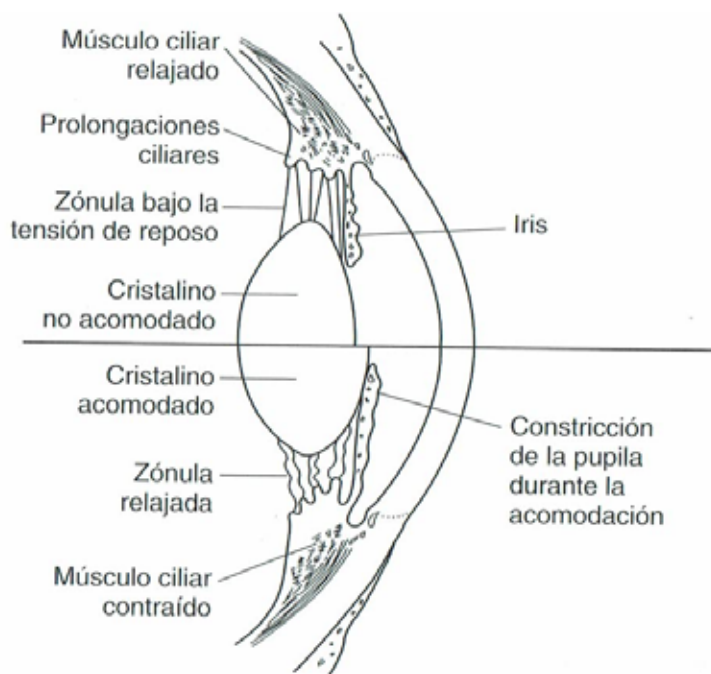


Figura 2. Según la teoría de la acomodación de Helmholtz, la contracción del músculo ciliar determina la relajación de las fibras de la zónula. La menor tensión en la zónula permite que la cápsula elástica del cristalino se contraiga, lo que aumenta la curvatura posterior y anterior del cristalino²⁶.

Heath²⁷, sugiere que es posible distinguir varios componentes de la acomodación que explican la relación entre el estímulo de acomodación, el efecto motor y la respuesta ocular que se produce:



- Reflejo de acomodación: Es el ajuste casi automático del estado refractivo del ojo, sobre un rango de dos dioptrías (D), para mantener una imagen claramente definida del objeto en la retina.
- Vergencia acomodativa: Es la acomodación consecuencia de compartir tanto el músculo ciliar como los músculos rectos internos de la musculatura extraocular (MEO), la misma inervación, de manera que el reflejo de vergencia desencadenado por la fusión, con el fin de mantener una única imagen, afectará a la acomodación, estimulándola o relajándola según se estimule convergencia o divergencia²⁸.
- Acomodación proximal: Producida por la sensación de proximidad de un objeto²⁹.
- Acomodación tónica: Estado refractivo, ligeramente miópico, en ausencia de un estímulo visual, como consecuencia del tono del músculo ciliar³⁰.

En este estudio, directamente se evaluó la función acomodativa mediante la valoración de la Amplitud de Acomodación (AA) monocular, la Flexibilidad Acomodativa (FA) monocular tanto en la fase con lentes negativas, como en la fase con lentes positivas, y la Respuesta Acomodativa (RA). Así mismo se midió la Acomodación Relativa Positiva y Negativa (ARN y ARP), la AA binocular y la FA binocular en ambas fases.

Amplitud de acomodación

Se define como la cantidad total de acomodación que el sistema visual es capaz de poner en juego, es decir, el cambio del poder de refracción del cristalino medido en D.

La medida de la AA informa sobre la máxima capacidad para estimular la acomodación. Existen diferentes procedimientos para medir la AA. Los métodos más utilizados en el gabinete son el método de Donders, también llamado de aproximación o de acercamiento y el método de Sheard, añadiendo lentes negativas. En el estudio se midió la AA por el método de la lente negativa por ser el que presenta mayor repetibilidad^{31,32}.



Respuesta acomodativa

Permite establecer el plano de enfoque del sujeto con respecto al estímulo acomodativo, de esta manera podremos determinar si existe una hiperacomodación (adelanto o lead) cuando la diferencia entre el estímulo acomodativo y la respuesta acomodativa es negativa o una hipoacomodación (retraso o lag) cuando la diferencia es positiva. El valor esperado de la RA medida a 40 centímetros (cm) es de un retraso acomodativo entre +0,25 y +0,75 D, es decir una hipoacomodación respecto del estímulo acomodativo o lo que es lo mismo, el plano de acomodación se sitúa ligeramente por detrás del plano de lectura.

Existen varios métodos para medir la RA, entre las técnicas subjetivas destacamos los cilindros cruzado fusionados de Jakson (CCF) y la forma de evaluar de forma objetiva la RA será mediante técnicas de retinoscopia: método de estimación monocular o bien mediante retinoscopia NOTT. En el estudio medimos la RA mediante la técnica de retinoscopia NOTT, por considerarse el método de mayor repetibilidad³³⁻³⁷.

Flexibilidad acomodativa

Permite valorar la habilidad del sistema visual en realizar saltos bruscos de acomodación para una determinada distancia de forma eficaz, progresiva, rápida y cómoda, bajo condiciones monoculares y binoculares³⁸⁻⁴¹.

Esta prueba se ve afectada por la edad, pierde validez en sujetos presbitas con AA disminuida⁴².

La prueba se realiza mono y binocularmente. Se recomienda realizarla primero de manera binocular, de forma que una respuesta normal se interpreta como un correcto funcionamiento de la FA y de las vergencias fusionales. Mientras que, si el sujeto presenta dificultad de manera binocular, está indicada su realización de forma monocular. Así podremos diferenciar entre un problema acomodativo o de visión binocular, es decir, si al realizar la prueba monocularmente el sujeto no presenta problemas de FA, el problema será debido a una alteración de visión binocular; mientras que, si falla la prueba monocularmente, el proble-

ma será acomodativo y será necesario explorar la visión binocular para ver si presenta o no alteración asociada^{43,44}.

Acomodación relativa

Evalúa la habilidad del paciente de aumentar y disminuir la acomodación en condiciones donde la demanda de vergencia total es constante. Bajo estas condiciones los cambios en la vergencia acomodativa deben ser compensados con cambios en la vergencia fusional. Es decir, determina las máximas variaciones de estímulo de acomodación que puede efectuarse en visión de cerca, manteniendo simple y nítida la visión del optotipo.

Hablamos de acomodación relativa positiva (ARP), al referirnos a la máxima estimulación de la acomodación manteniendo nítido el optotipo y hablamos de acomodación relativa negativa (ARN) cuando es máxima la relajación de la acomodación manteniendo nítido el optotipo. Es importante el estudio tanto de la ARN como de la ARP para la detección de disfunciones binoculares no estrábicas, además altos valores de ARP están relacionados con los trastornos asociados a un exceso acomodativo, así un alto valor de ARP deben ser considerado como una de las señales de diagnóstico de estas anomalías^{45,46}.

Es necesario determinar el valor de cada una de estas variables para definir de manera correcta el estado de la función acomodativa⁴⁷.

2. 1. 1. Disfunciones acomodativas

La pérdida de la acomodación comienza en la adolescencia. Los niños tienen una AA de hasta 15 D, en los adolescentes todavía es alrededor de 10 D. En la segunda y tercera décadas de la vida, la disminución de acomodación se acelera. A la edad de 35 años, ya se han perdido aproximadamente dos tercios de la capacidad de acomodación inicial. A partir de este momento, la reserva acomodativa resulta insuficiente, apareciendo dificultades en la realización de las tareas en visión próxima. A la edad de 60 años, la capacidad acomodativa se detiene por completo²³.



Sin embargo, una persona puede presentar síntomas astenóticos y disminución del rendimiento visual secundarios a un problema acomodativo con valores normales de AA. Estos problemas suelen afectar a su resistencia, flexibilidad o fatiga y reciben el nombre de disfunciones o anomalías de la acomodación.

Se han propuesto distintas clasificaciones para estas disfunciones y todas ellas se pueden agrupar en tres tipos. Por un lado, las que producen una respuesta insuficiente de la acomodación, las que provocan una respuesta excesiva y, por último, las que alteran el valor en su flexibilidad⁴⁸.

Uno de los primeros intentos de clasificación de las anomalías acomodativas fue realizado por Duane⁴⁹, que desarrolló una clasificación que incluía la insuficiencia acomodativa, la acomodación mal sostenida, la inercia de la acomodación, el exceso acomodativo, la acomodación desigual y la parálisis acomodativa⁵⁰. Esta clasificación ha sido muy bien aceptada y es utilizada por muchos autores.

En este trabajo de investigación se usa la clasificación de disfunciones acomodativas definida por Scheiman y Wick, los cuales proponen agrupar los tests usados para evaluar la función acomodativa en un grupo específico de pruebas cuando evalúan la misma función de forma directa o indirecta. Se trata de identificar el tipo de desorden basándose en las pruebas y en la agrupación de los resultados. Este sistema desarrollado por Scheiman y Wick se denomina Análisis Integrador⁵¹ y es utilizado comúnmente como referencia para la clasificación, el diagnóstico y el tratamiento de las anomalías acomodativas por diferentes autores^{4,48,52,53}. Los tests realizados de manera monocular son pruebas puramente acomodativas. Cuando se realizan en binocular se ven influenciadas, además de por la acomodación, por las vergencias^{45,54}.

Según Scheiman y Wick, las anomalías de la acomodación se clasifican en tres grupos⁵⁰:

- Insuficiencia acomodativa
- Exceso acomodativo
- Inflexibilidad acomodativa

La insuficiencia acomodativa (IA), es una condición en la que el paciente tiene dificultades para estimular la acomodación. El resultado característico es una amplitud acomodativa inferior al límite más bajo del valor esperado para la edad del paciente. Hay que señalar que la presbicia es una entidad diferente de la insuficiencia acomodativa. Los síntomas son iguales, sin embargo, en la presbicia la AA está dentro de la normalidad, según la edad del paciente, aunque es demasiado baja para permitir una visión clara y nítida en cerca⁵⁵.

Existe una falta de consenso con respecto al valor mínimo de AA y número de signos clínicos en el diagnóstico de la IA. Morgan⁵⁶, determina que existe IA cuando el valor de la AA se sitúa a más de 2 D por debajo del valor esperado para la edad. Daum⁵⁷, usa la ecuación de Hofstetter para determinar el límite inferior de la AA y sugiere que si la amplitud es de 2 D o menor de este valor, éste se considera anormal. Sterner et al.⁵⁸, estudian la AA en un grupo de niños y determinan que una AA monocular por debajo de 8 D junto con una AA binocular por debajo de 11 D y la presencia de síntomas puede ser una condición suficiente para el diagnóstico de una IA. Cacho et al.⁵⁴, describen a través de una revisión de varios estudios, una variación en el número de signos para definir una IA y concluyen que para clasificar esta condición, han de considerarse los valores de la respuesta acomodativa mediante retinoscopia usando el método de estimación monocular (MEM), flexibilidad acomodativa monocular y binocular (FAM, FAB), ARP, ARN y AA.

Los síntomas más comunes de la IA incluyen borrosidad, dolores de cabeza, tensión ocular, visión doble, problemas de lectura, dificultad para cambiar el enfoque de una distancia a otra y sensibilidad a la luz. Los pacientes también se pueden quejar de incapacidad para concentrarse, de pérdida de comprensión con el tiempo y de movimientos de las palabras en la página. Todos estos síntomas están asociados con la lectura u otros trabajos en cerca³. No obstante algunos pacientes con IA puede que no lleguen a presentar síntomas. Daum⁵⁷, encuentra que el 2% de los pacientes de su muestra no refería síntomas.

El exceso acomodativo (EA), es una condición en la que el paciente tiene dificultad con todas aquellas tareas que requieren la relajación de la acomodación⁵⁹.

En general, todos los tests optométricos que requieren la relajación de la acomodación estarán reducidos. El paciente tendrá



dificultades en la FAM y FAB con lentes positivas y con la ARN. La retinoscopia MEM y la evaluación de los cilindros cruzados fusionados mostrará menos positivo de lo normal. Para algunos autores el signo clínico fundamental para el diagnóstico del EA es la incapacidad de aclarar lentes positivas monocularmente⁴. Hay autores que relacionan altos valores de la ARP con trastornos asociados a un EA, y lo consideran signo fundamental en el diagnóstico⁴⁵.

La mayoría de los síntomas están asociados con la lectura y otros trabajos en cerca. Las quejas comunes son visión borrosa, tensión ocular y dolores de cabeza después de periodos cortos de lectura, fotofobia, dificultad para aprender y concentrarse en las tareas de lectura así como diplopía. Una característica de la visión borrosa en el EA es que puede variar y empeorar al final del día o después de un excesivo trabajo en cerca³.

La inflexibilidad acomodativa, es una condición en la que el paciente experimenta dificultad al realizar cambios acomodativos. Se caracteriza por ser la única condición en la que la latencia y velocidad de la respuesta acomodativa son anormales, el tiempo normal suele rondar los 0,7 segundos (s), necesitando un tiempo superior para cambiar el enfoque de una distancia a otra. Es una disfunción donde la AA es normal, pero la capacidad del paciente para su uso de manera rápida y por largos periodos de tiempo es inadecuada⁶⁰.

La mayoría de los síntomas están asociados con tareas en cerca. Las quejas más comunes son visión borrosa, dolores de cabeza, tensión ocular, dificultad de mantener la lectura y otras tareas en cerca. El síntoma más característico es la dificultad para cambiar de enfoque de una distancia a otra^{3,41}.

Los tests optométricos que requieren la relajación y estimulación de la acomodación estarán reducidos. El signo clínico característico es una reducida FA monocular y binocular tanto con lentes positivas como con lentes negativas⁴¹.



2. 2. Visión binocular

La visión binocular es aquella que se obtiene con el uso simultáneo de ambos ojos y la fusión, a nivel del cerebro, de sus respectivas imágenes. Para ello es necesario que los ojos estén correctamente alineados, sobre un punto de fijación, siendo éste fijado binocular y bifovealmente al estimular puntos retinianos correspondientes en ambas retinas⁶¹.

Los ojos se mueven gracias a los músculos extraoculares; y los movimientos que permiten una correcta focalización se llaman movimientos vergenciales, que a su vez se dividen en cuatro componentes⁶².

- Vergencia tónica, posición del ojo en ausencia de disparidad, borrosidad u objeto próximo.
- Vergencia acomodativa, asociada a la acomodación (sincinesis acomodación-convergencia).
- Vergencia proximal, desencadenada por la sensación de proximidad de un objeto situado a una distancia próxima.
- Vergencia fusional refleja, compensa cualquier exceso o defecto de la vergencia tónica, con la disparidad retiniana como estímulo. Evita que el sujeto tenga visión doble poniéndose en juego para conseguir fijación con ambas fóveas y fusión.

En el mantenimiento de una adecuada visión binocular entran en juego las vergencias fusionales para compensar las heteroforias y conseguir una visión única evitando la diplopía^{63,64}. Se define heteroforia a la posición que adquieren los ejes visuales en reposo, es decir, en ausencia de fusión^{64,65}. La desviación puede ser horizontal, vertical o torsional. Las heteroforias convergentes se denominan endoforias, si son divergentes se llaman exoforias y cuando los ejes visuales permanecen paralelos se habla de ortoforia⁶⁶.

Ante la presencia de una exoforia los ojos realizan un movimiento de convergencia, convergencia fusional o vergencia fusional positiva (VFP), y ante la presencia de una endoforia el movimiento que realizan los ojos es de divergencia, divergencia fusional o vergencia fusional negativa (VFN).

Puede ocurrir que la heteroforia sea pequeña y compensada por una fusión fuerte que la neutraliza. Se puede dar el caso que la fusión



esté debilitada, ocurriendo una descompensación de la foria. También puede ocurrir que la desviación sea tan grande y la fusión tan débil que aparezca una desviación manifiesta o heterotropía.

Por tanto, la medida de la foria, tanto en lejos como en cerca, constituye el punto de partida de la evaluación binocular, ya que la mayoría de las anomalías binoculares se definen a partir de este valor. Además, se recomienda la medida del rango de vergencias horizontales en ambas direcciones base-interna (BI) y base-externa (BE), rango de vergencias verticales (VV), flexibilidad vergencial (FV) y punto próximo de convergencia (PPC). Otros parámetros, como la ARN y ARP, FAB, la relación acomodación/convergencia acomodativa (AC/A) (cantidad de cambio en la convergencia que se provoca por un determinado cambio en la acomodación) y la estereopsis evalúan la interacción entre sistemas acomodativo y vergencial.

Heteroforia horizontal

Se cuantifica con el Cover Test (CT), que permite la medida objetiva de la desviación y ha mostrado tener una buena repetibilidad tanto intraexaminador como interexaminador. Es considerado el procedimiento de diagnóstico más significativo y es la prueba clínica objetiva más comúnmente utilizada a día de hoy ⁶⁶.

En la realización del CT no está claro el valor del prisma resultante como punto final de la prueba. Un posible valor es adicionar prisma hasta no observar movimiento (primera neutralización). Si se sigue añadiendo potencia prismática una vez conseguida la neutralización, se puede observar un rango de valores de prisma en el que no se observa movimiento adicional del ojo (rango neutro). Si se continúa añadiendo prisma sobre el límite superior de este intervalo neutro resultará un movimiento opuesto del ojo contrario al inicial (punto de inversión). Son por tanto numerosos los resultados del CT: primera neutralización, límite superior, punto de inversión y cualquier valor intermedio entre los tres. Aunque la mayoría de la literatura sugiere que se utilice la primera neutralización como punto final, no hay un consenso claro sobre cuál ha de ser estándar ^{66,67}. En el estudio consideramos la primera neutralización como valor de la foria.

El posicionamiento del examinador también puede afectar el resultado del CT. Sparks ⁶⁸, observa que al medir una foria en cerca con el CT mientras el examinador se sitúa lateralmente respecto

de la posición del estímulo de fijación, cabe esperar mayor cantidad de exoforia, 4 dioptrías primáticas (Δ) más de media, en los sujetos exofóricos, no afectando prácticamente a sujetos endofóricos ni ortofóricos. Clark et al.⁶⁹, reproducen el mismo estudio y encuentran la misma tendencia de valores: cambios no significativos para ortofóricos ni endofóricos y aumento de la exoforia en exofóricos (aunque la diferencia media fue menor: $1,3\Delta$). Johnson et al.⁷⁰, vuelven a confirmar los datos anteriores y en este estudio la diferencia es aún menor ($0,98 \Delta$). De estos resultados se desprende que la posición que adopta el examinador puede influir en la repetibilidad del CT en cerca. En el estudio evaluamos desde la misma posición a todos los sujetos examinados.

Los resultados del CT pueden estar afectados también por la forma con que el examinador disocia al paciente y el tiempo de oclusión que dedica para la disociación. Se requieren al menos 5 s de oclusión para que la desviación horizontal se manifieste completamente⁷¹. Este tiempo de oclusión no debe interrumpirse con ningún breve periodo de visión binocular que podría impulsar la convergencia de los ojos de nuevo hacia el punto de fijación de cerca en lugar de hacia la posición de foria⁷². Por tanto, si un examinador realiza la prueba del CT deprisa con menos de 5 s de tiempo de oclusión para disociar o si el examinador mueve lentamente el ocluser permitiendo periodos intermitentes de visión binocular, puede ocurrir que la magnitud total de la desviación no se manifieste⁷³.

Rango de vergencias fusionales

El reflejo de fusión es responsable de mantener la compensación de una foria. Con su cuantificación se mide la capacidad del paciente de utilizar la vergencia fusional para mantener la visión binocular evitando la diplopía y la supresión.

Se llama reserva fusional positiva (VFP) a la capacidad potencial de converger o de llevar ambos ojos hacia la nariz, y reserva fusional negativa (VFN) a la capacidad potencial de divergir o de llevar ambos ojos hacia afuera como la utilizada al mirar objetos lejanos.

Para medir el rango de vergencia fusional se emplean diversas técnicas con prismas. Se pueden usar los prismas rotatorios de Risley del foróptero, es la forma que se conoce con el nombre de medida “suave” o bien la barra de prismas para la medida que se conoce con el nombre de “a saltos”. Los dos métodos de medición



de vergencia fusional se pueden describir como bastante fiables para determinar la VFN, aunque las mediciones para la medida de la VFP muestran una baja repetibilidad. Por tanto, la variabilidad en vergencias observada para cada procedimiento debe tenerse en cuenta al determinar el estado de la visión binocular⁶³. Una vez que se elija una técnica inicial de medida, se utilizará siempre la misma durante el seguimiento del paciente.

Se ha visto que cuando las mediciones de vergencia fusional se repiten en un individuo, la segunda medición puede ser considerablemente diferente de la primera⁷⁴. Puede ser causa de la edad (dificultad principalmente en niños a la hora de entender el procedimiento, falta de concentración, etc) o ser independiente de la edad, contemplando la posibilidad de que estas diferencias puedan estar relacionadas con la posibilidad de que el sistema vergencial pudiese variar con el tiempo⁷⁴. También se ha demostrado que las medidas de los rangos de vergencia se ven afectadas por el orden en que se toman las mediciones. La medida de los rangos de vergencia puede verse afectada por el fenómeno de adaptación⁷⁵. En el estudio medimos el rango de vergencias tanto horizontales como verticales usando los prismas rotatorios de Risley del foróptero.

Flexibilidad vergencial

Evalúa la dinámica y la habilidad del sistema de vergencia fusional durante un período de tiempo.

Para su medida se utilizan prismas BE y BI. En cuanto a la potencia de los prismas, la bibliografía muestra diferentes potencias prismáticas que han sido utilizadas por diferentes autores, como la combinación de $8\Delta BI/12\Delta BE$, $4\Delta BI/16\Delta BE$ o la combinación de $8 BI/8BE$. Sin embargo, fue la potencia prismática de $3\Delta BI$ y $12\Delta BE$ para la que Gall et al. encuentran una buena repetibilidad en cerca y es la que usamos en el estudio⁷⁶.

Estereopsis

Se cuantifica como la disparidad geométrica mínima, que provoca la percepción de la profundidad denominada estereoagudeza⁷⁷.

En el estudio se midió la estereopsis con el Titmus stereofly, basado en imágenes polarizadas con un rango de medida que varía entre 3.000 y 40 segundos de arco (seg arc).

Es necesario la valoración de cada una de estas variables para determinar de manera correcta el estado de la visión binocular⁷⁸.

2. 2. 1. Disfunciones binoculares no estrábicas

La alteración de las variables que definen el estado de la visión binocular, se relaciona con la aparición de síntomas astenópicos, apareciendo problemas que afectan al rendimiento visual y que se conocen con el nombre de disfunciones binoculares no estrábicas.

La clasificación inicial para categorizar estos problemas fue realizada por Duane⁷⁹, desarrollada originalmente para la clasificación de estrabismos, más tarde fue ampliada para anomalías binoculares no estrábicas por Tait⁸⁰. Se trata de una clasificación descriptiva. Wick⁸¹, describe un sistema de clasificación alternativo para anomalías binoculares que representa la expansión de la clasificación de Duane y está basada en el valor de la foria y la relación AC/A.

En este sistema de clasificación hay varios diagnósticos posibles:

- Disfunciones con un cociente AC/A bajo, donde se incluyen la insuficiencia de convergencia (IC) y la insuficiencia de divergencia (ID)
- Disfunciones con un cociente AC/A alto, donde se incluyen el exceso de convergencia (EC) y exceso de divergencia (ED)
- Disfunciones con un cociente AC/A normal, se incluyen disfunción de vergencia fusional (DVF), endoforia básica y exoforia básica.

Las siete anomalías binoculares descritas son todas heteroforias horizontales.

También puede haber heteroforias verticales. Los problemas relacionados con ellas son las disfunciones verticales.

Disfunciones de AC/A bajo

Insuficiencia de convergencia (IC), es una anomalía motriz sensorial que se caracteriza por una incapacidad para converger o mantener la convergencia de cerca, definida clínicamente por una exoforia de cerca, ortoforia o exoforia baja en lejos, un PPC alejado y una VFP reducida⁸²⁻⁸⁴.



En la IC todos los tests que miden directa o indirectamente la VFP estarán disminuidos. Los tests que se realizan binocularmente con lentes positivas (ARN y FA) evalúan la capacidad para relajar la acomodación y mantener el alineamiento de los ejes visuales usando la VFP; y un valor bajo en cualquiera de ellos puede estar causado por incapacidad para relajar acomodación o por una VFP reducida. El diagnóstico diferencial se basa en la evaluación de la acomodación bajo condiciones monoculares, de forma que, si bajo condiciones monoculares el paciente sigue refiriendo borrosidad, el problema normalmente es acomodativo y si la visión se aclara, el problema está asociado con una IC, al presentar un rango reducido en la VFP⁸⁵.

Los síntomas están relacionados con tareas en cerca. Las quejas más comunes son dolor de ojos, visión borrosa, dolores de cabeza, diplopía, somnolencia, lectura lenta y pérdida de concentración. Algunos pacientes con IC pueden ser asintomáticos y esta ausencia de síntomas se puede asociar con la posibilidad de que el sujeto desarrolle una supresión o abandone la tarea en visión próxima para reducir o eliminar los síntomas^{83,86-90}.

Insuficiencia de divergencia (ID), es una anomalía binocular en la que el sujeto presenta una endoforia significativamente mayor en visión lejana que en visión cercana, una VFN disminuida y una desviación concomitante, esto es que es siempre la misma en todas las posiciones de mirada. La característica distintiva es la gran desviación de lejos que puede ser una foria, una endotropía intermitente o una endotropía constante. Duane⁹¹, sugirió que una endoforia de 2 grados (o) a 8° en lejos y una ligera endoforia en cerca son características suficientes para definir esta condición. Prangen y Koch⁹², por un lado, y Oaks⁹³, por otro, confirman que la desviación “endo” ha de ser mayor en lejos que en cerca. Moore et al.⁹⁴, describen 10 casos de ID y comprueban que la endodesviación en lejos variaba entre 8 Δ y 30 Δ con una media de 16 Δ y en cerca la endodesviación siempre era menor. Scheiman y Wick⁹⁵, proponen definir esta anomalía basándose en la presencia de una relación AC/A baja, estos autores proponen que cuando la relación es menor de 3/1, una diferencia de 8 Δ entre la desviación de lejos y cerca sería suficiente para el diagnóstico de una ID.

El síntoma más característico es la diplopía intermitente, que se manifiesta principalmente en visión lejana⁹⁶.



Disfunciones de AC/A alto

Exceso de convergencia (EC), es una condición en la que se presenta una endoforia en cerca, una ortoforia o endoforia baja en lejos y una VFN reducida. En el EC todos los tests que miden directa o indirectamente la VFN estarán disminuidos. Los tests que se realizan binocularmente con lentes negativas (ARP y FA) evalúan la capacidad para estimular la acomodación y mantener el alineamiento de los ejes visuales usando la VFN y es característico que en ellos el paciente con EC refiera diplopía en lugar de borrosidad como punto final⁹⁷.

Un valor bajo en las medidas del ARP y FAB con lentes negativas, puede ser causa acomodativa o un problema vergencial. El diagnóstico diferencial se basa en evaluar la acomodación de manera monocular, de forma que, si bajo condiciones monoculares el paciente sigue refiriendo borrosidad, el problema normalmente es acomodativo y si la visión se aclara el problema está asociado con un EC, al presentar un rango reducido en la VFN⁹⁷.

La mayoría de los síntomas están asociados con tareas en visión próxima. Cabe destacar la visión borrosa, dolores de cabeza, diplopía, dificultad de concentración y pérdida de comprensión con el tiempo y tensión ocular como los síntomas más frecuentes².

Exceso de divergencia (ED), anomalía binocular caracterizada por una exodesviación de lejos mayor que de cerca. Bair⁹⁸, encontró que la desviación media en lejos era de 29 Δ y de 13 Δ en cerca. En el ED la desviación es siempre concomitante, y en muchos casos puede descompensarse y manifestarse como un estrabismo divergente intermitente^{96,99,100}.

Se estima que un 50% de los pacientes con ED presenta además una desviación vertical. Según Dunlap et al¹⁰¹, este componente vertical puede ser debido a una hiperacción del músculo oblicuo inferior. Normalmente no tiene significado clínico y no requiere tratamiento específico.

El síntoma más característico del ED es la presencia de una exotropía intermitente⁹⁹. El paciente suele además referir fotofobia y suele guiñar un ojo ante un exceso de luz.



Disfunciones de AC/A normal

Disfunción de vergencia fusional (DVF), se trata de una condición donde el valor de la foria está dentro de la normalidad tanto en lejos como en cerca, y los valores de vergencia fusional están reducidos en ambas direcciones, positiva y negativa.

Según Grisham¹⁰², los rangos de la vergencia fusional son normales y sólo hay problemas en la evaluación de la FV. Esta disfunción suele ir acompañada de supresión central.

El paciente con disfunción de vergencia fusional suele referir síntomas astenópicos asociados con la lectura u otras tareas en cerca.

Endoforia básica, descrita por Duane como una condición en la que la vergencia tónica es alta, como consecuencia hay una endoforia igual en lejos que en cerca con una VFN reducida en ambas direcciones⁹¹. La endoforia básica se considera una condición benigna sin consecuencias serias, pero cuando tiene una aparición repentina y se presentan síntomas neurológicos hay que considerar una etiología grave inicial como paresia del sexto par o parálisis de divergencia¹⁰³.

Exoforia básica, situación en la que la vergencia tónica es baja, y como resultado, hay una misma cantidad de exoforia en lejos y cerca con una VFP reducida⁹¹. La exoforia básica se considera una condición benigna sin consecuencias serias, pero cuando tiene una aparición repentina hay que considerar una enfermedad subyacente previa como esclerosis múltiple o miastenia gravis¹⁰⁴.

Los sujetos con endoforia básica y exoforia básica refieren síntomas astenópicos tanto en tareas en cerca como en visión en lejos.

Disfunciones verticales

Las desviaciones verticales son desalineamientos del eje visual de un ojo, hacia arriba o hacia abajo, respecto del objeto de mirada. La terminología para anotar las desviaciones verticales son “híper” para desviaciones hacia arriba e “hípo” para desviaciones hacia abajo. Pueden ser causadas por factores orbitarios y/o neuromusculares, pero se conoce poco sobre la causa exacta¹⁰⁵.



Los síntomas típicos incluyen pérdidas de posicionamiento de letras durante la lectura, inclinación de los objetos, diplopia y problemas de enfoque al cambiar de visión lejana a cercana.



2. 3. Prevalencia de disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas

Los errores refractivos no corregidos, las disfunciones de tipo acomodativo así como las disfunciones binoculares no estrábicas son las alteraciones más frecuentes que aparecen en las consultas de optometría. La presencia de este tipo de disfunciones se manifiesta con síntomas que están relacionados generalmente con la lectura u otras tareas en cerca de larga duración, situación que provoca un sobreesfuerzo de la acomodación y la vergencia, apareciendo problemas visuales funcionales ante la falta de eficiencia del sistema visual que producen una sintomatología diversa que incluye astenopia y problemas de rendimiento^{2,3}.

Son varios los autores que refieren la alta prevalencia de este tipo de disfunciones. Cacho et al.⁵², realizaron una revisión sistemática de los estudios publicados entre 1986 y 2009 para determinar dicha prevalencia. Refieren disparidad en el porcentaje de dichas anomalías debido tanto a la población de la muestra como a la falta de uniformidad en los criterios diagnósticos. Encuentran porcentajes que varían entre el 8,3% y 24,6% para el caso de la insuficiencia de convergencia y valores que oscilan entre el 9,24% y 80% en la insuficiencia acomodativa.

Lara et al.¹⁰⁶, en un estudio con 265 estudiantes universitarios, diagnosticaron a 59 de ellos (22,3%) de algún tipo de disfunción acomodativa o binocular. La frecuencia de las disfunciones binoculares fue del 12,9%, y del 9,4% para las anomalías de la acomodación. El exceso de convergencia (4,5%) fue más frecuente que la insuficiencia de convergencia (0,8%) y el exceso de acomodación (6,4%) más frecuente que la insuficiencia de acomodación (3%). Los sujetos restantes fueron clasificados como anomalías refractivas.

Montés-Micó¹⁰⁷, estudió durante un año una muestra de 1679 sujetos con edades comprendidas entre 18 y 38 años encontrando que un 61,4% padecía trastornos de la acomodación y un 38,6% trastornos vergenciales. La insuficiencia acomodativa era más prevalente entre las personas con síntomas (11,4%).

Hussaindeen et al.¹⁰⁸, estudiaron a 920 niños con edades comprendidas entre 7 y 17 años en dos tipos de población, urbana y rural. La prevalencia de disfunciones binoculares no estrábicas en la población urbana y rural fue del 31,5% y el 29,6%, respectivamente. La



insuficiencia de convergencia fue la más frecuente 16,5% y 17,6% en la población urbana y rural respectivamente de entre todas las disfunciones binoculares no estrábicas. Se encuentra también que este tipo de disfunciones aumenta con la edad, en el grupo de 13 a 17 años (36,2%) en comparación con el grupo de 7 a 12 años (25,1%).

García-Muñoz et al.⁴, en una población universitaria de 175 alumnos entre los 18 y los 35 años detectaron una prevalencia del 2,29% de problemas acomodativos, un 8% de disfunciones binoculares no estrábicas y ambas estaban presentes en un 2,86% de la población. De entre todas estas disfunciones las más prevalentes fueron la insuficiencia de convergencia, con una prevalencia de 3,43% y el exceso de convergencia y el exceso de acomodación, ambos con una prevalencia de 2,29%.

Hoseini-Yazdi et al.¹⁰⁹, seleccionaron a 83 pacientes que acuden a las consultas de optometría. De acuerdo con las características clínicas de los pacientes, la frecuencia de las disfunciones de tipo acomodativo y binoculares no estrábicas fue del 19,3% (16 pacientes) y el 80,7% restante (67 pacientes) fueron pacientes normales, ya sea con o sin defectos de refracción. Específicamente, 6 pacientes (7,2%) tenían disfunciones acomodativas y 10 pacientes (12,1%) tenían disfunciones binoculares, mientras que el 40% de ellos (es decir, 4 pacientes) tenían disfunción binocular asociada a exceso o insuficiencia acomodativa.



2. 4. Relación ojo-cabeza-cuello

El control del movimiento de la cabeza se puede considerar como parte del sistema oculomotor, ya que el control de la mirada implica la coordinación de los ojos y la cabeza¹¹⁰. Además es necesaria una correcta coordinación entre ojos y cuello para una visión estable que no esté afectada por los constantes movimientos y oscilaciones que sufre la cabeza.

En la relación ojos-cabeza-cuello hemos de considerar:

- Los músculos cervicales que se insertan en la cabeza y que por tanto intervienen en la orientación de la mirada.
- Músculo ciliar responsable de la acomodación.
- Movimientos oculares automáticos de compensación de los movimientos de la cabeza y del entorno visual para estabilizar la imagen retiniana.
- Movimientos oculares voluntarios para desplazar la fijación de un punto a otro y para el seguimiento de objetos móviles.
- Micromovimientos de fijación.
- Mecanoreceptores.

2. 4. 1. Músculos cervicales

Por una parte, se distinguen los músculos trapecio, el esplenio de la cabeza y el semiespinoso de la cabeza que se insertan en la cabeza por su parte posterior sobre los huesos occipital y temporal (figura 3) y forman el primer grupo de músculos de acción estática y dinámica sobre la parte posterior de la cabeza. Éstos permiten la semiindependencia de la cabeza, ya que no hay ningún músculo espinal que se inserte en la zona lumbar y que llegue al cuello. Todos llegan en forma de relevos que se realizan en la zona dorsal. Esta situación permite que el tronco y cabeza se puedan mover en direcciones contrarias¹¹¹.

Se distingue además un músculo que llega directamente a la cabeza sin inserción en la columna cervical es el esternocleidomastoideo (figura 3). Un solo músculo lleva el mentón hacia arriba y al lado opuesto. Ambos músculos juntos sostienen la cabeza, llevan



el mentón hacia arriba y la cabeza hacia atrás. Es el músculo que principalmente proporciona independencia a la cabeza. Es alta la densidad de mecanorreceptores en este músculo, de tal forma que la información propioceptiva originaria de este músculo es utilizada por el sistema nervioso para contrarrestar la información que llega del sistema vestibular sobre la posición de la cabeza. Esta información es parte de la que llega a los núcleos vestibulares procedente del cuello para conseguir una estabilización de la cabeza¹¹².

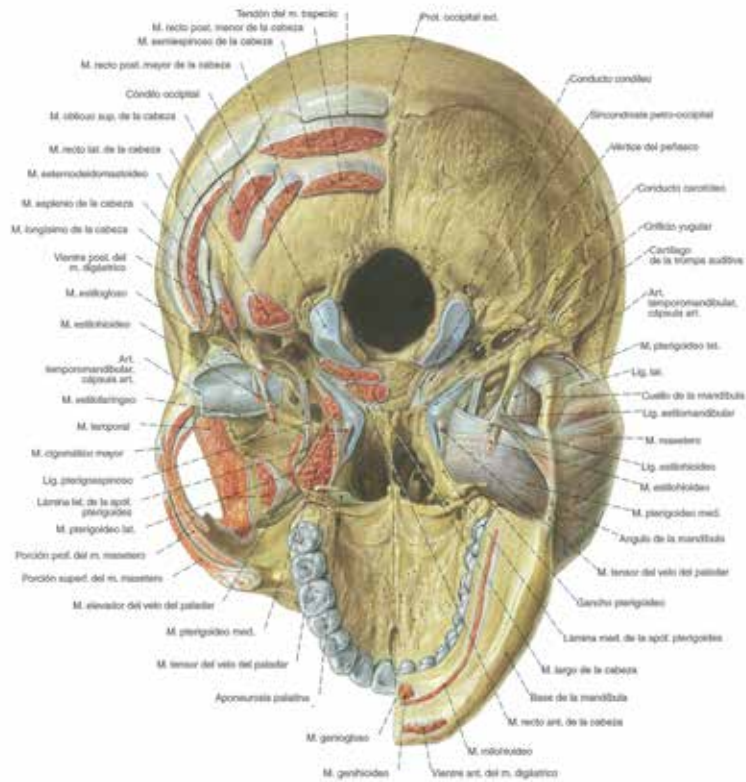


Figura 3. Orígenes musculares de la base del cráneo¹¹³.

Por otro lado, se encuentran los músculos suboccipitales cortos: recto posterior mayor y menor y oblicuos superior e inferior (el inferior no tiene inserción en el cráneo, sino que estabiliza la rotación C1-C2) y el músculo recto lateral de la cabeza (figura 3). Entre sus funciones destacar que extienden y rotan la cabeza. El recto posterior mayor y oblicuo inferior de la cabeza giran la cabeza hacia el mismo lado. El recto lateral de la cabeza (un solo músculo) inclina la cabeza lateralmente^{112,114}.



El último grupo lo forman los músculos prevertebrales profundos: músculo largo de la cabeza y músculo recto anterior de la cabeza¹¹⁵, que flexionan la columna cervical o la cabeza y actuando los de un solo lado, inclinan y rotan la cabeza hacia el mismo lado y los músculos suprahioides e infrahioides¹¹⁶ que, aunque tienen un papel más específico en la boca, también tienen un papel estabilizador sobre la cabeza.

2. 4. 2. Músculo ciliar

El músculo ciliar es el responsable de la acomodación¹¹⁷. La inervación del músculo ciliar corre a cargo fundamentalmente del sistema nervioso parasimpático (SNPS), que estimula el reflejo de la acomodación: miosis de la pupila, convergencia de los ojos y en consecuencia una mayor convexidad del cristalino; pero existe una cierta inhibición por parte del sistema nervioso simpático (SNS), mediada por receptores β -2 adrenérgicos, relativamente pequeña en magnitud, que requiere el aumento sostenido de la actividad acomodativa para manifestarse y opera en sólo una proporción de los individuos¹¹⁸.

Hay autores que afirman que una lesión cervical afecta la inervación simpática del músculo ciliar provocando disfunciones acomodativas¹⁴ y otros autores afirman que una contracción sostenida del músculo ciliar provoca un exceso acomodativo que contribuye a la aparición de dolencias cervicales¹⁵.

2. 4. 3. Movimientos oculares automáticos de compensación

- Movimientos reflejos vestibulo-oculares (VOR)
- Movimientos reflejos optocinéticos (OKR)

El VOR permite estabilizar la imagen en la retina durante el movimiento de la cabeza. Para conseguirlo, los ojos se mueven en dirección opuesta al movimiento de la cabeza¹¹⁹. Aparece en respuesta a movimientos angulares y lineales de la cabeza. La rotación de la cabeza en una dirección se acompaña de un movimiento compensatorio de rotación de los ojos en la misma dirección pero en sentido contrario¹²⁰ y cuando la cabeza se mueve, por ejemplo al caminar, el objeto fijado se mantiene rotando los ojos en la dirección opuesta, en un grado que depende de la distancia¹²¹.



El OKR es un movimiento reflejo de los ojos que se produce al seguir un objeto en movimiento continuo. Un estímulo optocinético desencadena un movimiento lento de los ojos en la misma dirección que se desplaza el objeto, y cuando éste queda fuera del campo visual, los ojos se mueven rápidamente en sentido contrario para fijar un nuevo punto de fijación. El OKR es estimulado por el movimiento visual y usa la velocidad relativa de la imagen en la retina periférica para generar movimientos oculares en la misma dirección¹¹⁹

2. 4. 4. Movimientos oculares voluntarios

La visión clara requiere que la imagen llegue a la región fóveal de la retina, la visión estable precisa a su vez que esa imagen se mantenga sobre la fóvea a pesar de los movimientos de la cabeza, y la visión única precisa que las dos fóveas en ambos ojos se dirijan al mismo objetivo con la máxima precisión⁶¹. La fusión sensorial permite que las dos imágenes, que estimulan puntos de la retina correspondientes, se interpreten como una única imagen alcanzándose una visión binocular estable⁶⁴.

El movimiento ocular es fundamental para conseguir una visión estable y es responsabilidad de los músculos extraoculares. Son seis los músculos extraoculares y reciben tres inervaciones diferentes (figura 4); el recto superior, el recto inferior, el recto interno y los músculos oblicuos inferiores están inervados por el nervio oculomotor común (III), el músculo recto lateral recibe su suministro nervioso del nervio oculomotor externo (VI) y el músculo oblicuo superior está inervado por el nervio troclear (IV)^{122,123}.

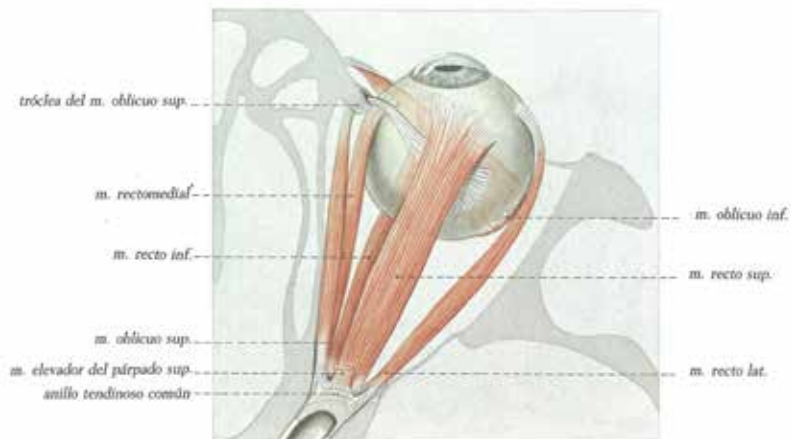


Figura 4. Visión superior de los músculos extrínsecos del ojo derecho²⁴.



Al mirar en una determinada dirección, todos los músculos extrínsecos participan en ese movimiento, unos contrayéndose y otros relajándose. Estos movimientos pueden ser individuales de cada ojo; como las ducciones o requerir la coordinación de ambos ojos. Estos últimos son de varios tipos:

- **Movimientos sacádicos**, son movimientos rápidos de refijación con el fin de conseguir un alineamiento rápido de la fóvea con el objeto a visualizar¹²⁵. Una persona normal realiza más de 200.000 movimientos sacádicos a lo largo del día¹²⁶.
- **Movimientos suaves de seguimiento**, son movimientos voluntarios conjugados de ambos ojos que permiten el seguimiento de un objeto que se desplaza lentamente por el campo visual¹²⁶.
- **Versiones**, se producen cuando los ojos se mueven en la misma dirección y sentido, siguiendo un paralelismo ocular.
- **Vergencias**, en la que los ojos se mueven en la misma dirección pero en sentido opuesto con la finalidad de alinear los dos ejes visuales sobre el mismo punto de fijación. Se diferencian movimientos de convergencia, cuando los ojos se desplazan hacia adentro, enfocando objetos cercanos; y movimientos de divergencia, cuando los ojos se desplazan hacia afuera para enfocar objetos lejanos. En ambos movimientos se pueden alcanzar velocidades de unos 10°/s y amplitudes de 15°¹²⁶.

2. 4. 5. Micromovimientos de fijación

Los movimientos de fijación, hacen coincidir la imagen del objeto con la fóvea. Pero durante la fijación los ojos realizan constantes movimientos involuntarios (e independientes para cada ojo) de pequeña amplitud (inferior a 1°). Si se contrarrestan estos movimientos oculares, nuestra percepción de los objetos estacionarios se desvanece por completo, debido a la adaptación neuronal. Estos pequeños movimientos microsacádicos “refrescan” las imágenes en retina, lo que impide la adaptación y desaparición de la imagen¹²⁷.



2. 4. 6. Mecanorreceptores

El mantenimiento de la postura, el equilibrio y movimientos de cabeza y ojo son consecuencia de información aferente cervical procedente de los sistemas vestibular, visual y propioceptivo que llega a distintas partes del SNC^{12,128}.

Los receptores puestos en juego en la propiocepción son mecanorreceptores localizados en músculos, tendones y articulaciones. El número de mecanorreceptores es alto en la región cervical, sobre todo a nivel de la musculatura suboccipital^{129,130}. También es alta la densidad de estos receptores en la musculatura extraocular (MEO)¹³¹⁻¹³⁴. Los músculos cervicales, especialmente los músculos suboccipitales, conectan con el SNC estableciéndose conexiones específicas entre los receptores cervicales y el aparato visual, vestibular y el sistema nervioso simpático¹³⁵.

Existen tres reflejos¹³⁵, que influyen en la estabilidad postural, y de la cabeza y ojos, los cuales dependen de las aferencias cervicales: el reflejo cervico-cólico (CCR), el reflejo cervico-ocular (COR) y el reflejo tónico del cuello (TNR). Estos reflejos responden a señales propioceptivas procedentes de la región cervical con el fin de mantener la visión estable durante los movimientos de la cabeza¹¹⁹.



DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



María del Carmen Sánchez González
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

3. Objetivos

De acuerdo con la información recogida hasta el momento y desarrollada en la introducción, el planteamiento del estudio tiene como objetivos:

- Determinar el estado del sistema acomodativo, mediante un examen optométrico completo que incluya las pruebas más repetibles intentando establecer relación entre ambos sistemas, visual y musculoesquelético a nivel cervical.
- Determinar el estado de la visión binocular, mediante un examen optométrico completo que incluya las pruebas más repetibles intentando establecer relación entre ambos sistemas, visual y musculoesquelético a nivel cervical.
- Establecer si disfunciones de tipo acomodativo y/o binoculares no estrábicas pueden estar relacionadas con dolencias musculoesqueléticas a nivel cervical.



DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



María del Carmen Sánchez González
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

4. Metodología

4. 1. Diseño del estudio

Estudio descriptivo, transversal, de corte correlacional, en el que se distinguen dos fases, una primera en la que se estudió el estado de la función acomodativa y una segunda fase en la que se evaluó la visión binocular. En ambas fases se establecieron relaciones entre el sistema visual (acomodación y visión binocular) y estado de la región cervical. El estudio comprende un margen temporal desde el 1 de abril de 2016 hasta el 31 de enero de 2017.

El presente trabajo se llevó a cabo dentro de la línea de investigación del Grado de Óptica y Optometría, en la Facultad de Farmacia, en las instalaciones de la Titulación de Óptica y Optometría de la Universidad de Sevilla con la colaboración de los investigadores del Grado de Fisioterapia de las Universidades de Sevilla y Cádiz.

La investigación siguió los principios de la Declaración de Helsinki; se obtuvo el consentimiento informado de los sujetos después de explicar la naturaleza y las posibles consecuencias del estudio; y el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Virgen Macarena de la Universidad de Sevilla aprobó la investigación.



4. 2. Población y muestra

La población seleccionada estuvo formada por estudiantes, profesores y personal administrativo y de servicios de la Universidad de Sevilla. La propuesta de participación en el presente estudio fue enviada por correo electrónico a toda la comunidad universitaria de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla.

La población se divide en dos grupos, asignando cada uno de ellos a una fase de la investigación. La primera muestra estuvo integrada por 52 sujetos en los que se determinó el estado de la función acomodativa y otra parte, correspondiente a la segunda fase del estudio, integrada por 112 sujetos en los cuales se evaluó el estado de la visión binocular. En ambos casos se establecen relaciones entre variables que evalúan acomodación y visión binocular y variables que definen el estado de la región cervical.

4. 2. 1. Muestra de la primera fase del estudio

Los interesados fueron un total de 70 participantes. Todos los sujetos fueron informados verbalmente y por escrito. Una vez informados en profundidad sobre la investigación, cuatro personas se negaron a participar, quedando un total de 66 participantes que dieron su consentimiento de participación.

4. 2. 1. 1. Criterios de inclusión y exclusión

Para ser incluidos en esta primera fase de la investigación se establecen los siguientes criterios de selección:

- **Criterios de Inclusión:**

- Los participantes debían tener una edad comprendida entre 18 y 39 años, ya que con la edad hay una pérdida de la capacidad acomodativa del cristalino, alterando el valor de las variables que definen la función acomodativa^{23,136,137}.
- Todos los sujetos debían tener máxima agudeza visual corregida (MAVC) 20/20.

- **Criterios de exclusión:**



- Presencia de defectos de motilidad ocular, estrabismo, nistagmus, supresión, diplopía o ambliopía y cualquier enfermedad ocular o sistémica que pudiese afectar los resultados.
- Sujetos que hubiesen sido intervenidos de algún tipo de cirugía ocular.
- Sujetos que presentaran antecedentes de traumatismo craneoencefálico, fractura cervical o cirugía en esta zona.
- Sujetos con discapacidad intelectual o cualquier problema que le impidiese cumplimentar el Índice de Discapacidad Cervical (IDC), o que padeciese cualquier tipo de enfermedad degenerativa o alteración neurológica.

Del total de los 66 sujetos potencialmente elegibles 14 fueron excluidos por padecer ectasia corneal (2), nistagmus (3), ambliopía (6) y el resto de ellos por haber sido sometido a cirugía refractiva (3). Finalmente, la muestra estuvo formada por 52 sujetos (figura 5).

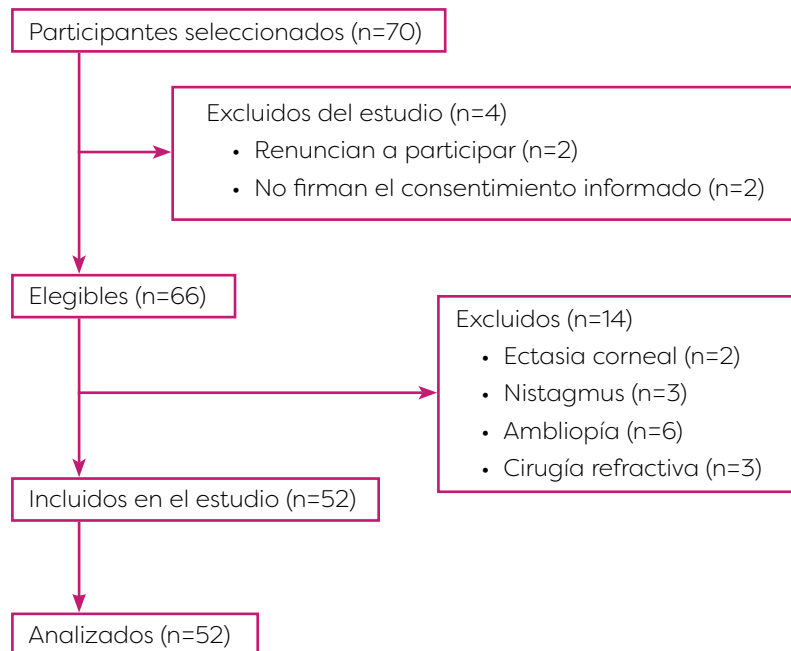


Figura 5. Diagrama de flujo correspondiente a la primera fase de la investigación. Fuente: elaboración propia.



4. 2. 2. Muestra de la segunda fase del estudio

Los interesados fueron un total de 143 sujetos. Todos los sujetos fueron informados verbalmente y por escrito. Una vez informados en profundidad sobre la investigación, 9 personas se negaron a participar, quedando un total de 134 participantes que dieron su consentimiento para participar en esta investigación.

4. 2. 2. 1. Criterios de inclusión y exclusión

Para ser incluidos en esta segunda fase de la investigación se establecen los siguientes criterios de selección.

- **Criterios de Inclusión:**

- Los participantes debían tener una edad comprendida entre 18 y 65 años.
- Todos los sujetos debían tener MAVC 20/20.

- **Criterios de exclusión:**

- Presencia de defectos de motilidad ocular, estrabismo, nistagmus, supresión, diplopia o ambliopía y cualquier enfermedad ocular o sistémica que pueda afectar los resultados.
- Sujetos que hubiesen sido intervenidos de algún tipo de cirugía ocular.
- Sujetos que presentaran antecedentes de traumatismo craneoencefálico, fractura cervical o cirugía en esta zona.
- Sujetos con discapacidad intelectual o cualquier problema que le impidiese cumplimentar el IDC, o que padeciesen cualquier tipo de enfermedad degenerativa o alteración neurológica.

Del total de 134 sujetos potencialmente elegibles 22 fueron excluidos por padecer ectasia corneal (4), supresión (3), diplopía (1), nistagmus (3), ambliopía (6) y el resto de ellos por haber



sido sometido a cirugía refractiva (5). Finalmente, la muestra estuvo formada por 112 sujetos (figura 6).

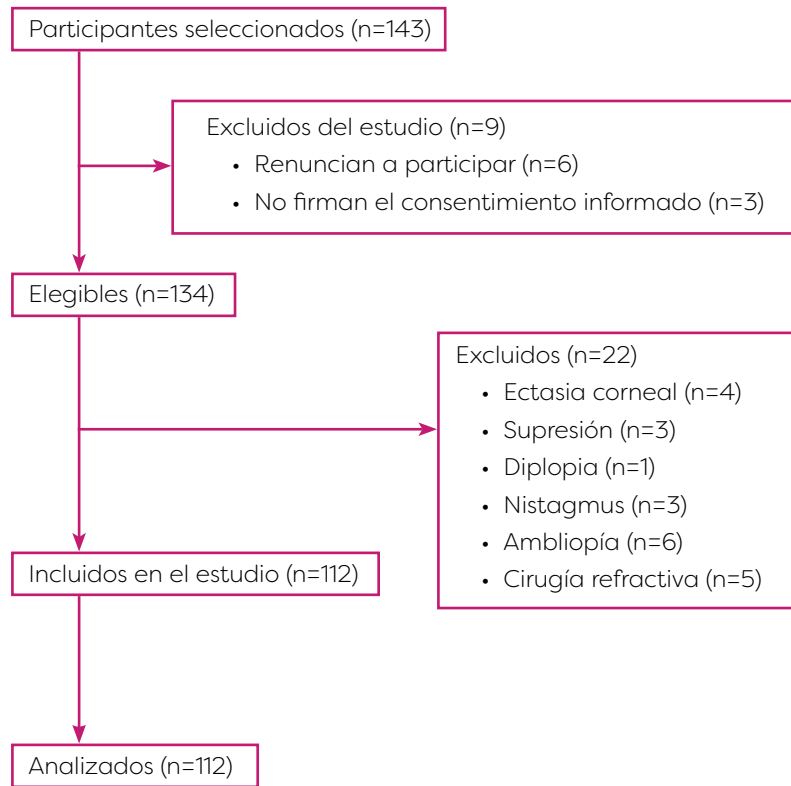


Figura 6. Diagrama de flujo correspondiente a la segunda fase de la investigación. Fuente: elaboración propia.



4. 3. Variables del estudio

Dentro de las variables medidas en el estudio por el optometrista se diferencian aquellas variables que evalúan la acomodación y aquellas que determinan el estado de la visión binocular.

La evaluación de la función acomodativa se basó en la determinación de las siguientes variables:

1. La amplitud de acomodación (AA) (dioptrías, D), fue evaluada con foróptero, (ESSILOR MPH100E S / N 000104).
2. La acomodación relativa positiva y negativa (ARP y ARN) (D), fue evaluada con foróptero, (ESSILOR MPH100E S / N 000104).
3. La respuesta acomodativa (RA), (D) se midió con retinoscopio Welch Allyn.
4. La flexibilidad acomodativa (FA), (ciclos por minuto, cpm), se midió con flippers de ± 2 D.

A partir del valor de las variables anteriores, se determinó una nueva variable, “exceso acomodativo/insuficiencia acomodativa”, a partir de la cual se describe el estado global de la función acomodativa de acuerdo con los criterios de Scheiman y Wick⁵⁰. Se definen tres categorías: excesos (EA), insuficiencias (IA) y sujetos normales.

La evaluación de la visión binocular se basó en la determinación de las siguientes variables:

1. El valor de la heteroforia horizontal (Dioptrías Prismáticas, Δ) se realizó en lejos y cerca con un ocluser, una barra de prismas y un estímulo acomodativo.
2. El rango de vergencias fusionales horizontales (Δ), en ambas direcciones base-interna (BI) y base-externa (BE), se midió usando los prismas de Risley del foróptero, (ESSILOR MPH100E S / N 000104).
3. El rango de vergencias verticales (VV, Δ), se midió usando los prismas de Risley del foróptero, (ESSILOR MPH100E S / N 000104).
4. La flexibilidad vergencial (FV), (ciclos por minuto, cpm), se cuantificó con la combinación prismática 3Δ (BI) / 12Δ (BE).



5. La estereopsis, (segundos de arco, seg arc), fué evaluada con el Titmus stereofly (Stereo Optical, Chicago, IL, EE.UU.) (TST)

A partir del valor de las variables anteriores, en el estudio se determinó una nueva variable, “Criterio de Sheard”¹³⁸, que describe el estado global de la visión binocular en individuos con visión binocular normal y fuera de la norma.

Las variables medidas en el estudio por los fisioterapeutas fueron:

1. Movilidad cervical (MC) o rango articular cervical, flexión, extensión, flexión lateral derecha (FLD), flexión lateral izquierda (FLI), rotación derecha (RD) y rotación izquierda (RI), medido en grados (°). En el estudio se usó el instrumento llamado goniómetro cervical o “cervical-range-of-motion” (CROM), formado por dos goniómetros pendulares para medir la movilidad cervical en los planos sagital y frontal y un goniómetro magnético para medir la rotación mientras el paciente está sentado. Los tres goniómetros se acoplan como dos piezas sobre la cabeza¹³⁹.
2. El estado de la musculatura profunda del cuello: Nivel de Activación (NA) e Índice de Rendimiento (IR), utilizándose el “craneocervical flexion test” (CCFT), con el dispositivo (Chattanooga Stabilizer Group Inc., Hixson, TN)¹⁴⁰.
3. La discapacidad cervical fue evaluada con el cuestionario del Índice de Discapacidad Cervical (IDC) (rango 0-50)¹⁴¹.
4. La intensidad del dolor de cuello se evaluó con la Escala Visual Analógica (EVA, rango 0-10 cm)¹⁴².
5. Cervicalgia de tres o más meses de evolución^{143,144}, se trata de una variable de tipo cualitativo nominal dicotómico, presentando dos categorías “si/no”

4. 3. 1. Evaluación optométrica de la función acomodativa

La acomodación se estudia de forma completa, determinando los valores de la AA, RA, FA, ARN y ARP con el objeto de detectar la presencia de disfunciones de tipo acomodativo. La clasificación utilizada en el estudio fue la definida por Scheiman y Wick, basada en la de Duane y que diferencia las disfunciones acomodativas en “excesos e insuficiencias”^{50,145}.



4. 3. 1. 1. Amplitud de acomodación

Para su evaluación se usó el método de Sheard, en el que se utilizaron lentes negativas que servirán como estímulo acomodativo. Se midió monocularmente, ojo derecho (OD), ojo izquierdo (OI) y a continuación en ambos ojos a la vez. En todos los casos el sujeto debe ir siempre correctamente compensado con su refracción de lejos. Para medir la AA por el método de Sheard es necesario colocar un estímulo acomodativo a una distancia próxima, 40 cm, e ir introduciendo lentes negativas de forma continua pidiendo al sujeto que mantenga nítido el optotipo en todo momento. La AA se corresponde con el valor de la lente negativa introducida que produce borrosidad del optotipo y el sujeto no es capaz de aclarar más la acomodación que se pone en juego a la distancia de realización de la prueba (figura 7).



Figura 7. Medida de la amplitud de acomodación.
Fuente: elaboración propia.

El problema que presenta esta prueba es que a medida que aumentamos el poder de la lente negativa se produce un efecto de minimización del test y las letras del optotipo se ven más pequeñas. Esto puede subestimar el valor de la AA. Para evitar este problema se puede utilizar como distancia del test 33 cm manteniendo para el cálculo, la acomodación de 2,5 D; así el aumento de la imagen provocado por acercar el optotipo contrarresta la reducción de tamaño al colocar las lentes negativas¹⁴⁶.

4. 3. 1. 2. Respuesta acomodativa

En el estudio se midió mediante retinoscopia NOTT, que se realiza con el sujeto sentado a 40 cm de una tarjeta que usamos como estímulo de fijación y que se colocó en la regla graduada del foróptero. El sujeto ve la tarjeta binocularmente bajo iluminación ambiente moderada a través de su refracción subjetiva colocada previamente en el foróptero. El examinador se situó inicialmente a 40 cm, justo al lado de la tarjeta de fijación y alineado con el OD del sujeto. En esta situación se neutraliza el reflejo retinoscópico en el meridiano horizontal mediante la variación de la distancia entre el examinador y el sujeto, acercándose el examinador hacia el sujeto si las sombras observadas son inversas hasta la neutralización y alejándose del sujeto hasta la neutralización cuando las sombras son directas. La inversa de la distancia de observación en el momento de ver sombras neutras (en metros) corresponde al valor de la respuesta acomodativa. El valor final de la respuesta acomodativa se obtiene restando al estímulo de acomodación correspondiente a 40 cm (2,5 D) la respuesta acomodativa obtenida (figura 8).



Figura 8. Medida de la respuesta acomodativa..
Fuente: elaboración propia.

4. 3. 1. 3. Flexibilidad acomodativa

La prueba se realizó con la compensación de lejos y sosteniendo el paciente una tarjeta a una distancia de 40 cm con una buena iluminación y fijándose en una línea de agudeza visual (AV) inferior a su MAVC. Se colocaron las lentes de +2 D delante de los ojos del paciente y tan pronto como nos indicó ver claras las letras del optotipo se volteó el flipper a la posición de -2 D hasta volver a aclarar volviendo a la posición inicial. Repetir este procedimiento y anotar los ciclos que realiza por minuto (figura 9).



Figura 9. Medida de la respuesta acomodativa..
Fuente: elaboración propia.

4. 3. 1. 4. Acomodación relativa

La prueba se realizó con la compensación de lejos puesta en el foróptero para un sujeto no presbita y situando la tarjeta de cerca en la varilla del foróptero a 40 cm. Se ajustó la distancia interpupilar, realizándose la prueba con los dos ojos abiertos. El sujeto se fija en una línea de letras inmediatamente inferior a la de su MAVC y se adicionaron lentamente esferas positivas en pasos de +0,25, en el caso de la ARN, hasta conseguir que el test presentara la primera borrosidad mantenida aunque después se aclarase. Se anotó el resultado y se vuelve a la posición inicial añadiendo lentamente esferas negativas en pasos de -0,25, en el caso de la ARP hasta referir nuevamente la primera borrosidad mantenida. La cantidad de adición

positiva o negativa añadida sobre la refracción del sujeto serán los valores de ARN y ARP respectivamente (figura 10).



Figura 10. Medida acomodación relativa.
Fuente: elaboración propia.

4. 3. 2. Evaluación optométrica de la visión binocular

Los parámetros visuales que normalmente se miden para determinar el estado de la visión binocular son: el valor de la heteroforia horizontal, rango de vergencias horizontales en ambas direcciones BI y BE, VV, FV y PPC^{78,147}.

4. 3. 2. 1. Heteroforia horizontal

Se cuantificó con el Cover Test (CT), que se realizó ocluyendo alternativamente cada ojo durante unos cinco segundos, sin permitir en ningún momento que ambos ojos queden destapados, de esta forma no se permite la visión binocular, adoptando los ejes visuales la posición de reposo. Cuando los ojos no se mueven significa que los ojos están alineados y esta situación corresponde a una ortoforia. Si el movimiento de los ojos es hacia el lado nasal la situación corresponde a una exoforia y cuando el movimiento es hacia la zona temporal se trata de una endoforia. Al mismo tiempo se colocó una barra de prismas en cualquiera de los ojos aumentado el valor del mismo hasta neutralizar el movimiento. Este valor corresponde al valor de la foria. Se neutraliza con prismas BE en el caso de cuantificar una endoforia y con BI en el caso de una exoforia (figura 11).





Figura 11. Medida de la heteroforia.
Fuente: elaboración propia.

4. 3. 2. 2. Rango de vergencias fusionales horizontales

En el estudio se valoró el rango de vergencias horizontales usando los prismas rotatorios de Risley del foróptero y se realizaron tres medidas espaciadas 15 segundos entre cada una de ellas para evitar el fenómeno de adaptación. En primer lugar, se determina el rango de vergencia en lejos y después en cerca y, para cada una de las dos distancias, siempre se mide primero la VFN y después la VFP. Se lleva a cabo en este orden porque parece haber una adaptación prismática BE mayor que la que se produce cuando mido BI, y que podría reducir los valores del rango de vergencias negativas si se midiesen al revés¹⁴⁹

Para la medida se colocó en el foróptero el valor de la refracción subjetiva y los prismas de Risley, delante de ambos ojos, en la posición "0" vertical a 90° (figura 12).

Como estímulo de fijación se usó una columna de letras correspondiente a una AV decimal de Snellen de 0,8 que se proyecta a 6 metros (m) para valorar de lejos, y para las medidas en cerca se empleó la tarjeta situada sobre la regla que se colocó en el foróptero a una distancia de 40 cm. Se pide al paciente que mire y enfoque el punto de fijación con nitidez y se van introduciendo prismas BI (medida de las VFN) en OD y



Figura 12. Prismas de Risley en la posición “0” a 90° para la medida del rango de vergencias fusionales horizontales.
Fuente: elaboración propia.

OI a la vez a razón de 1Δ por segundo, de forma continua, sin saltos, moviendo para ello las ruedecillas de ambos prismas, hasta el desdoblamiento del punto de fijación (punto de rotura: anotar la suma de OD y OI). Este punto corresponde al límite del mantenimiento de la divergencia cuando ya no es válida para mantener una imagen simple. A partir de este punto se reducen los prismas hasta recuperar la visión binocular simple (punto de recobro) y se anota el valor resultante (suma de OD y OI). Se repite la prueba utilizando prismas de BE (medida de las VFP) en ambos ojos, hasta que el sujeto perciba borrosidad, este punto de borrosidad se corresponde con el límite del mantenimiento de la acomodación al variar las vergencias (suma de OD y OI), se continúa aumentando el valor prismático hasta la rotura (suma de OD y OI) y luego se reduce hasta recuperar la visión simple (suma de OD y OI).



4. 3. 2. 3. Rango de vergencias fusionales verticales

Se estudió el rango de vergencias verticales usando los prismas rotatorios de Risley del foróptero y realizando tres medidas espaciadas 15 segundos entre cada una de ellas.

Para la medida se colocó en el foróptero el valor de la refracción subjetiva situando los prismas de Risley en la posición “0” a 180° (figura 13).



Figura 13. Prismas de Risley en la posición “0” a 180° para la medida del rango de vergencias fusionales verticales.
Fuente: elaboración propia.

A diferencia de las vergencias horizontales, en las verticales sólo es necesario mover el prisma de uno de los ojos. La supravergencia medida en un ojo es igual a la infravergencia del otro. Se aumenta lentamente la potencia prismática base superior (BS) delante de un solo ojo a razón de 1Δ por segundo hasta la diplopia (rotura). A partir de este momento disminuimos lentamente la potencia hasta que el paciente nos indique que vuelve a ver una imagen única (recobro). En la medida de las vergencias verticales no aparece borrosidad, porque no se estimula la acomodación.



4. 3. 2. 4. Flexibilidad vergencial

Para su medida se utilizaron prismas BE y BI (3Δ BI y 12Δ BE) que permiten converger y divergir al sujeto. Como estímulo de fijación suele usarse un optotipo acomodativo, una columna de letras dispuestas verticalmente, correspondiente a una AV equivalente de Snellen de 0,8 situada a 40 cm de distancia^{76,150}. Se comienza interponiendo en primer lugar los prismas BI, cuando el paciente refiere ver único el test, se interponen rápidamente los prismas BE hasta que se vuelve a aclarar el optotipo. La medida se realiza durante un minuto y se contabiliza el número de ciclos que el estímulo que se presenta puede ser fusionado a través de la presentación alterna de los prismas (figura 14).

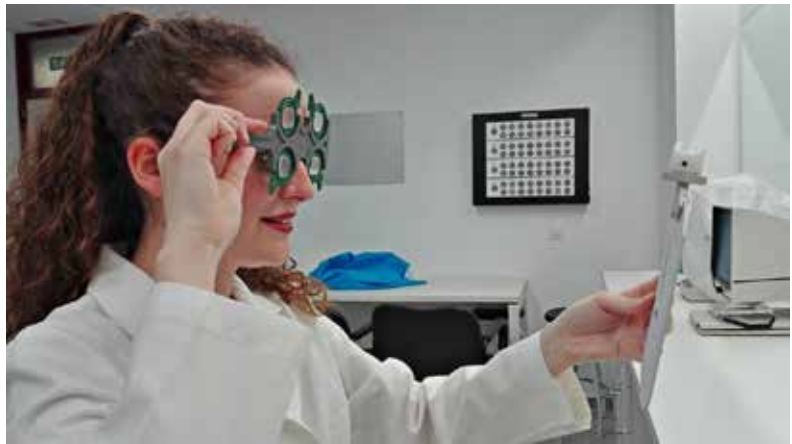


Figura 14. Medida de la flexibilidad vergencial.
Fuente: elaboración propia.

4. 3. 2. 5. Estereopsis

Se midió la estereopsis con el Titmus stereofly. En el test se distinguen por un lado una lámina con una mosca, cuya imagen subtiende 3000 seg arc. Se le indica al paciente que agarre las alas de la mosca por encima de la página, y la prueba será positiva si es capaz de hacerlo. Además se distinguen en el test tres líneas de cinco animales cada una, que subtienden 400, 200 y 100 seg arc, se le pide al paciente que identifique el animal que parece “saltar de la página” y la estereopsis se corresponde con el nivel correctamente identificado. Por último, se distinguen nueve grupos de cuatro círculos que sub-



tienden 800, 400, 200, 140, 100, 80, 60, 50 y 40 seg arc y se le pide al sujeto que identifique el círculo que parece estar por encima del nivel de los otros. La estereopsis se corresponde con el último nivel correctamente identificado¹⁵¹ (figura 15).

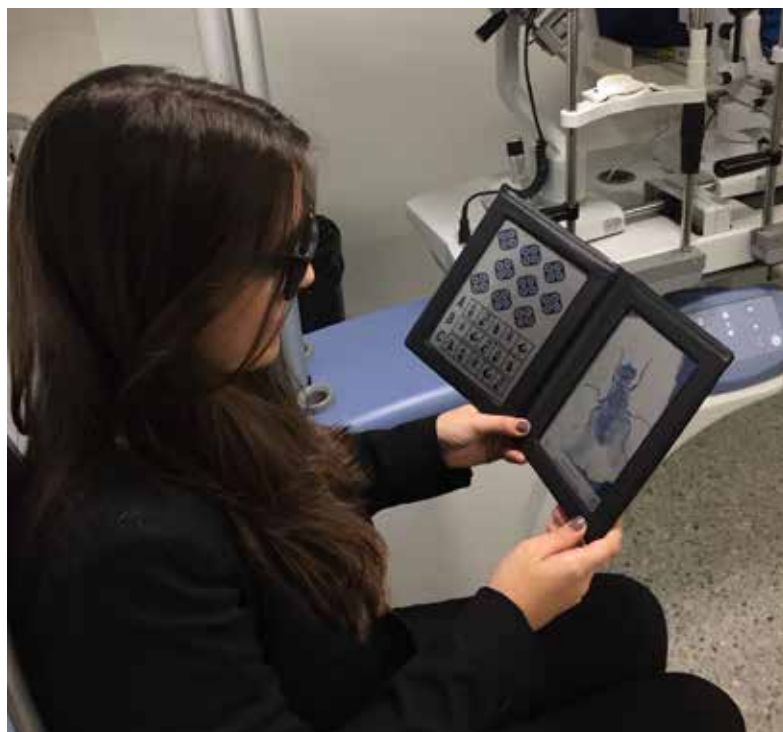


Figura 15. Medida de la estereopsis.
Fuente: elaboración propia.

El optometrista en primer lugar, evaluó el estado de la función acomodativa y después de una pausa de 15 minutos continuó con la evaluación de la función vergencial para determinar el estado de la visión binocular. Una vez finalizada la valoración del estado visual y tras de un descanso de 60 minutos, el paciente pasó a una sala contigua donde un fisioterapeuta realizó la exploración del sujeto.

4. 3. 3. Evaluación fisioterapéutica

4. 3. 3. 1. Movilidad cervical (MC) o rango articular cervical

El rango de movimiento cervical, se refiere tanto al movimiento de la cabeza respecto al tronco como a los movimientos conjuntos de la columna cervical.

Para la medida del rango de movimiento cervical, se usó el CROM. El paciente permaneció sentado en una silla con los pies apoyados en el suelo, espalda bien apoyada en el respaldo de la silla y rodillas y caderas en flexión de 90°. A continuación, se coloca el goniómetro en la parte superior de la cabeza (figura 16) y se le pide al paciente realizar una serie de movimientos tan amplios como pueda pero sin producir dolor: hacia delante (flexión), hacia atrás (extensión), flexión lateral derecha (FLD), flexión lateral izquierda (FLI), rotación derecha (RD) y rotación izquierda (RI).



Figura 16. Medida de la movilidad cervical.
Fuente: elaboración propia.

4. 3. 3. 2. Estado de la musculatura profunda del cuello: Nivel de activación (NA) e Índice de rendimiento (IR)

Se utilizó el “Craneocervical Flexion Test” el cual se realiza con el participante en decúbito supino con el cuello en posición neutra (sin almohada). Se posiciona el dispositivo debajo del cuello y contra el occipucio (figura 17). Se infla, una vez colocado, hasta la línea de 20 mmHg. El paciente realiza un movimiento de la cabeza como si estuviera diciendo “sí”. Un examinador adiestrado observa y corrige cualquier sustitución de movimientos. Cada individuo es instruido para realizar la flexión craneocervical del cuello a cinco niveles de presión (22, 24, 26, 28 y 30 mmHg), y mantener la posición firmemente. Si lo consigue, debe relajar la musculatura y después repetir el movimiento para cada posición (obteniéndose el “nivel de activación” (NA), según la presión, con un rango de 1 a 4). Determinado el NA, pedimos que mantenga la presión, con actividad muscular superficial mínima, realizando 10 repeticiones sostenidas de 10 segundos. El número de repeticiones es denominado “rendimiento”. Se calcula un índice de rendimiento (IR) multiplicando el NA por el rendimiento.



Figura 17. Medida del Estado de la musculatura profunda del cuello.
Fuente: elaboración propia.

4. 3. 3. 3. Medida de la discapacidad cervical

El Índice de Discapacidad Cervical (IDC) es la escala que se ha usado en más poblaciones distintas y es considerado un instrumento altamente fiable¹⁵².

El IDC es un cuestionario autocumplimentado formado por 10 preguntas. Se basa en la escala validada de Oswestry para el dolor lumbar¹⁵³. Cada pregunta recoge información acerca de la intensidad del dolor cervical, cuidados personales, levantamiento de pesos, lectura, dolor de cabeza, capacidad de concentración, capacidad de trabajo, conducción de vehículos, sueño y actividades de ocio. Cada pregunta ofrece seis posibles respuestas que se evalúan desde 0 (no hay discapacidad) a 5 (discapacidad total). El rango de puntuación oscila de 0 a 50, obteniéndose una puntuación de 50 cuando el paciente contesta todas las preguntas y de 45 si contesta 9 de las 10 preguntas totales. El cuestionario no tendrá validez si no se contestan más de 2 preguntas.

4. 3. 3. 4. Intensidad del dolor

En el estudio se usó la escala visual analógica (EVA). Consiste en una línea horizontal de 10 centímetros, en cuyos extremos se encuentran las frases de «no dolor» (lado izquierdo) y en el extremo opuesto «el peor dolor imaginable» (lado derecho). Se le pide al paciente que marque en la línea el punto que representa su dolor y se mide la distancia desde el extremo de «no dolor» al punto señalado por el paciente¹⁴².

La valoración podrá ser, inferior a 4 en cuyo caso se tratará de un dolor leve o leve-moderado, un valor entre 4 y 6 corresponde a un dolor moderado-grave y un valor superior a 6 implica un dolor muy intenso¹⁵⁴

Un fisioterapeuta capacitado, con siete años de experiencia en este tipo de mediciones, realizó las medidas en el siguiente orden:

1. El dolor de los pacientes usando la EVA y la discapacidad cervical usando el cuestionario IDC antes de comenzar las otras evaluaciones.



2. El rango de movimiento cervical mientras el paciente estaba sentado. Se solicitó a los participantes que realizaran activamente los movimientos de flexión, extensión, FLD, FLI, RD y RI, tres veces para encontrar la media de las mediciones.
3. La actividad de la musculatura flexora profunda con el CCFT (NA e IR).

Todos los datos fueron recogidos en una hoja de registro por otro fisioterapeuta.

En el momento de la recopilación de datos, los evaluadores no conocían el nivel de incomodidad de los participantes. Esto se establece después del procesamiento de datos. Los fisioterapeutas estaban cegados con respecto a la evaluación optométrica y viceversa.



4. 4. Análisis estadístico

En ambas fases del estudio los datos se analizaron mediante el software SPSS 24 para Windows (SPSS Science, Chicago, Estados Unidos). La normalidad de nuestras variables se verificó con la prueba de Shapiro-Wilk. Se desarrolló un análisis descriptivo de los datos, que mostró la frecuencia absoluta y el porcentaje de cada categoría en las variables cualitativas y la media y desviación típica (DT) o en su defecto la mediana y el rango intercuartílico (RIC), y el rango (mínimo-máximo) en las variables cuantitativas. A continuación, se estudió la relación entre las variables consideradas, se calculó el coeficiente de Pearson r y se realizó un análisis de regresión lineal simple y múltiple (mediante regresión por pasos sucesivos), mostrando los valores del coeficiente de determinación R^2 y el coeficiente b no estandarizado. Estos análisis se complementaron con los diagramas de dispersión correspondientes.

A continuación, en la primera fase de la investigación, se compararon los valores de discapacidad, dolor, movilidad, NA e IR en los grupos en los que se diferencian los sujetos, excesos e insuficiencias acomodativas, según la clasificación de Scheiman y Wick. Igualmente se analizó la función acomodativa en los grupos en los que se clasifica a los participantes según el estado de la región cervical (esto es, en los individuos con NA, IR, IDC y presencia de cervicalgia dentro de la norma frente a los que están fuera de dicha norma). Cuando consideramos dos grupos, se usaron las pruebas t de Student (cuando hubo igualdad de varianzas) o la prueba t de Welch (cuando no hubo igualdad de varianzas), según se requirió, y para las variables que no se ajustaban a lo normal, la prueba U de Mann-Whitney. Como complemento a los análisis referidos, el tamaño del efecto se calculó determinando el valor de la diferencia estandarizada de medias, (d de Cohen) cuando se realizó la prueba t de Student y siguiendo los criterios de Grissom¹⁵⁵⁻¹⁵⁷ cuando se usó la prueba de Mann-Whitney. Cuando se analizaron tres grupos de sujetos, se utilizó la prueba Anova de un factor, y cuando las variables no se distribuyeron de acuerdo con la normalidad, se usó la prueba de Kruskal-Wallis, todo complementado con pruebas de comparaciones por parejas. Cuando se empleó la prueba Anova de un factor se estableció el tamaño del efecto calculándose el valor del coeficiente Eta cuadrado Parcial.

Por otro lado, en la segunda fase del estudio, tras el análisis descriptivo y de las correlaciones existentes, se compararon los valores de discapacidad, dolor, movilidad, NA e IR en los grupos en los que



se diferencian los sujetos de acuerdo con los valores normativos de las variables que describen el estado de la visión binocular. De igual forma, los valores de la visión binocular se compararon en los grupos en los que diferenciamos a los sujetos de acuerdo con los valores normativos de IDC, NA, IR y padecimiento de cervicalgia de 3 o más meses de evolución. Finalmente, se analizó si se encontraba relación al comparar los valores categorizados, (si estaban dentro o fuera de la norma) de las variables que definen el estado de la visión binocular con respecto a los niveles normativos de las variables que describen el estado de la región del cuello. En todos estos análisis, se usaron las pruebas t de Student o prueba t de Welch, según se requirió, y para las variables que no se ajustaban a la norma, se usó la prueba U de Mann-Whitney. Como complemento a los análisis referidos, el tamaño del efecto se calculó determinando el valor de la diferencia estandarizada de medias, (d de Cohen) cuando se realizó la prueba t-Student y siguiendo los criterios de Grissom¹⁵⁵⁻¹⁵⁷ cuando se usó la prueba de Mann-Whitney. Por otra parte, al estudiar la relación entre variables categorizadas, se utilizó la prueba Chi-cuadrado de Pearson o, en su defecto, la prueba exacta de Fisher.

En ambas fases se destacan los análisis que son estadísticamente significativos o que se aproximaron a tal significación estadística. Se eliminan los grupos que tienen un número muy pequeño de sujetos por no proporcionar comparaciones significativas. Todas las pruebas estadísticas se realizan teniendo en cuenta un intervalo de confianza del 95% ($P < 0,05$)





DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



María del Carmen Sánchez González
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

5. Resultados

En el presente capítulo se presentan los resultados correspondientes a las dos fases de la investigación: en primer lugar los relativos al estudio de la relación entre función acomodativa y el estado de la región cervical, y en segundo lugar los que abordan la relación entre la visión binocular y el estado de la región cervical.

5. 1. Relación entre función acomodativa y el estado de la región cervical

5. 1. 1. Descripción de la muestra correspondiente a la primera fase

Las características sociodemográficas de la muestra correspondiente a esta primera fase de la investigación aparecen descritas en la tabla 1. Como se refirió previamente, la muestra consistió en 52 sujetos, con una edad media de 26 años (DT de 6), con un mínimo de 18 años y un máximo de 39 años. Está compuesta por 29 (56%) mujeres y 23 (44%) hombres. La mayoría de los sujetos incluidos en nuestra investigación fueron estudiantes universitarios 36 (69%), el resto tenía ocupaciones diferentes.



TABLA 1. Descripción de las características de la muestra (n = 52)

Características	Media ± DT	Rango (mínimo-máximo)
Sexo*		
Hombre	23 (44,2)	-
Mujer	29 (55,8)	
Edad, años	26 ± 6	18 - 39
Altura, m	1,68 ± 0,09	1,48 - 1,88
Peso, kg	70,57 ± 13,88	43,5 - 116
Índice de Masa Corporal (IMC), kg/m ²	24,85 ± 4,24	17,49 - 39,55
Profesión*		
Profesor	3 (5,8)	
Estudiante	36 (69,2)	
Técnico de laboratorio	1 (1,9)	
Fisioterapeuta	2 (3,8)	
Administrativo	2 (3,8)	
Hostelero	2 (3,8)	-
Optometrista	2 (3,8)	
Enfermera	1 (1,9)	
Músico	1 (1,9)	
Transportista	1 (1,9)	
Farmacéutico	1 (1,9)	

* Se muestra la frecuencia absoluta y el porcentaje



En cuanto a la presencia o no de disfunciones de tipo acomodativo, según la clasificación establecida por Scheiman y Wick⁵⁰, 24 pacientes (46,2%) presentaron IA, 25 (48,1%) EA y solo 3 (5,8%) estaban dentro del rango normal. La Tabla 2 muestra los valores medios de las variables AA, ARN, ARP, FA y RA, así como la clasificación de los participantes en IA, EA o valores normales.

TABLA 2. Características de las variables que definen la acomodación

Características	Media ± DT	Rango (mínimo-máximo)	Clasificación de los sujetos según los valores normativos n (%)
Insuficiencia/Exceso Acomodativo	-	-	Insuficiencia 24 (46,2) Normal 3 (5,8) Exceso 25 (48,1)
AAOD, D (n = 52)	8,3 ± 2,7	3,75 - 15,25	Insuficiencia 28 (53,8) Normal 22 (42,3) Exceso 2 (3,8)
AAOI, D (n = 52)	8,5 ± 2,6	4 - 16	Insuficiencia 27 (51,9) Normal 23 (44,2) Exceso 2 (3,8)
AAAO, D (n = 52)	8,2 ± 2,6	4,75 - 15	Insuficiencia 28 (53,8) Normal 23 (44,2) Exceso 1 (1,9)
ARN, D (n = 52)	2,4 ± 0,8	0,75 - 4,5	Insuficiencia 21 (40,4) Normal 23 (44,2) Exceso 8 (15,4)
ARP, D (n = 52)	-2,3 ± 1,8	-6,75 - 6	Insuficiencia 26 (50,0) Normal 11 (21,2) Exceso 15 (28,8)
FAOD, cpm (n = 51)	10,2 ± 4,4	4 - 22	Insuficiencia 6 (11,8) Normal 39 (76,4) Exceso 6 (11,8)
FAOI, cpm (n = 51)	9,9 ± 4,8	-1 - 24	Insuficiencia 10 (19,6) Normal 34 (66,7) Exceso 7 (13,7)
FAAO, cpm (n = 46)	10,18 ± 4,57	-2 - 22	Insuficiencia 2 (4,3) Normal 35 (76,1) Exceso 9 (19,6)
RA, D (n = 52)	0,1 ± 0,5	-1,5 - 1,25	Insuficiencia 3 (5,8) Normal 12 (23,1) Exceso 37 (71,2)

AAOD, Amplitud Acomodación Ojo Derecho; AAOI, Amplitud Acomodación Ojo Izquierdo; AAAO, Amplitud Acomodación Ambos Ojos; ARN, Acomodación Relativa Negativa; ARP, Acomodación Relativa Positiva; FAOD, Flexibilidad Acomodativa Ojo Derecho; FAOI, Flexibilidad Acomodativa Ojo Izquierdo; FAAO, Flexibilidad Acomodativa Ambos Ojos; RA, Respuesta Acomodativa; D, Dioptrías; cpm, ciclos por minuto.



En las variables FA del ojo derecho y ojo izquierdo, un sujeto no pudo completar la evaluación por su incapacidad para aclarar lentes positivas o negativas debido a la presencia de una alteración acomodativa. De igual forma ocurre en la variable FA de ambos ojos, donde hubo una pérdida de 6 sujetos por la misma razón.

En la Tabla 3 se muestran los valores de las variables relacionadas con el rango de movimiento, el dolor, la discapacidad del cuello y el estado de la actividad muscular flexora profunda.

Tabla 3. Características de las variables que definen la discapacidad, movilidad, nivel de activación, índice de rendimiento e intensidad del dolor cervical

Variable (n = 52)	Media \pm DT	Rango (mínimo-máximo)
IDC, 0-50	5,7 \pm 5,8	0 - 25
NA	5,1 \pm 3,1	0 - 10
IR	14,1 \pm 15,6	0 - 70
EVA, 0-10 cm	2,7 \pm 2,7	0 - 7,8
Flexión, °	52,4 \pm 10,9	29,33 - 74,33
Extensión, °	65,9 \pm 14,2	40 - 110
FLD, °	41,6 \pm 8,5	26 - 60
FLI, °	46,2 \pm 10,2	24 - 67,67
RD, °	66,7 \pm 10,3	40 - 96,67
RI, °	70,9 \pm 11,1	43,33 - 97,33

IDC, Índice de Discapacidad Cervical; NA, Nivel de Activación; IR, Índice de Rendimiento; EVA, Escala Visual Analógica; FLD, Flexión Lateral Derecha; FLI, Flexión Lateral Izquierda; RD, Rotación Derecha; RI, Rotación Izquierda.



5. 1. 2. Relación entre las disfunciones visuales acomodativas y las alteraciones de la región cervical

Se estudió la relación entre las variables que definen el estado de la función acomodativa y las relativas al estado de la región cervical. En ningún caso se encontraron valores estadísticamente significativos, a excepción de la relación entre las siguientes variables:

1. **Acomodación Relativa Negativa (ARN) con Índice de Rendimiento (IR) y con Flexión Lateral Izquierda (FLI).** Se efectuó un análisis de regresión lineal múltiple, empleando para ello el método de pasos sucesivos encontrándose que la única variable, de las dos citadas que permaneció en el modelo fue el IR. Se obtuvieron los mismos resultados en la regresión lineal múltiple que en el modelo de regresión lineal simple entre ARN e IR (que se muestran en la tabla 4). En las figuras 18 y 19 se presentan las citadas relaciones entre ARN e IR y FLI mediante los diagramas de dispersión correspondientes.

TABLA 4. Correlaciones entre las variables que definen la función acomodativa y las relativas al estado de la región cervical. Se muestran los coeficientes de Pearson (r), de determinación (R^2) y b no estandarizado (relativos a los modelos de regresión)

Variables	r	p valor	R^2	Coefficiente b no estandarizado
ARN con IR	0,30	0,031	0,090	0,015
ARN con FLI	0,28	0,046	0,077	0,022
AAOD con FLD	0,33	0,02	0,108	0,105
AAOD con FLI	0,29	0,04	0,084	0,078
AAOI con FLD	0,32	0,02	0,102	0,098
FAOI con IR	0,28	0,04	0,080	0,087
FAOI con FLI	0,31	0,03	0,095	0,143

ARN, Acomodación Relativa Negativa; IR, Índice de Rendimiento; FLI, Flexión Lateral Izquierda; AAOD, Amplitud Acomodación Ojo Derecho; FLD, Flexión Lateral Derecha; AAOI, Amplitud Acomodación Ojo Izquierdo; FAOI, Flexibilidad Acomodativa Ojo Izquierdo.



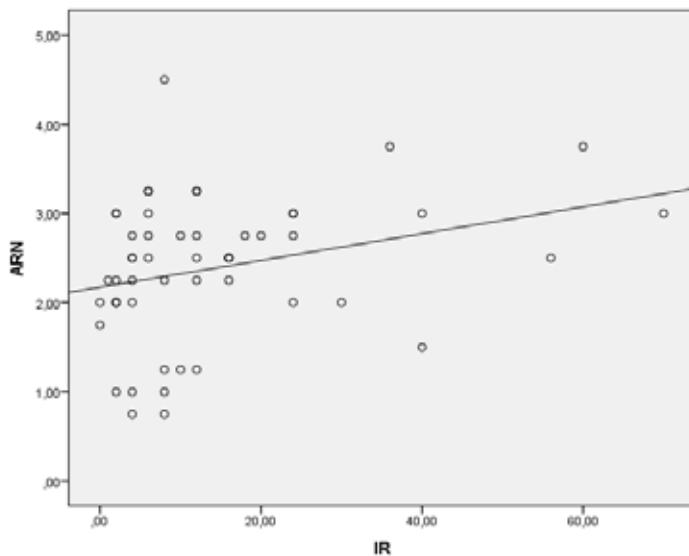


Figura 18. Relación entre Índice de Rendimiento (IR) y Acomodación Relativa Negativa (ARN).

Fuente: elaboración propia.

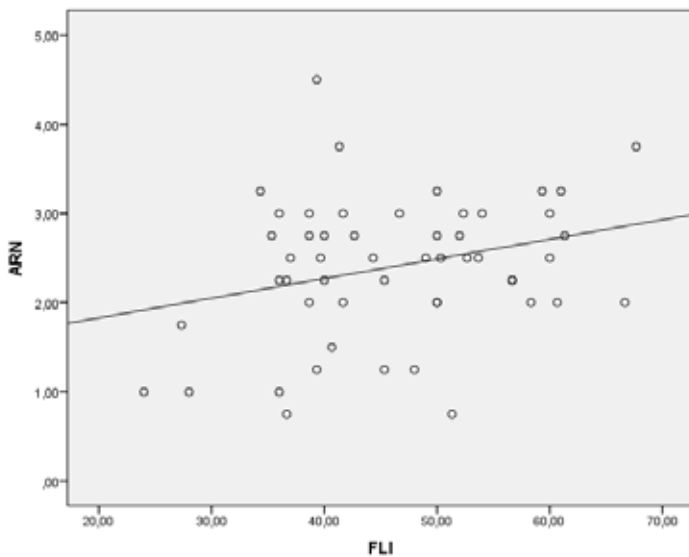


Figura 19. Relación entre Flexión Lateral Izquierda (FLI) y Acomodación Relativa Negativa (ARN)

Fuente: elaboración propia.

2. Amplitud Acomodación Ojo Derecho (AAOD) con Flexión Lateral Derecha (FLD) y con Flexión Lateral Izquierda (FLI).

Nuevamente se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple (con el método de pasos sucesivos) hallándose que la única variable, de las dos mencionadas, que permaneció en el modelo fue la FLI. Al igual que en el caso anterior se obtuvieron los mismos resultados que los del modelo de regresión lineal simple que aparecen en la tabla 4 entre AAOD y FLI. En las figuras 20 y 21 se presentan los diagramas de dispersión que representan dichas relaciones.

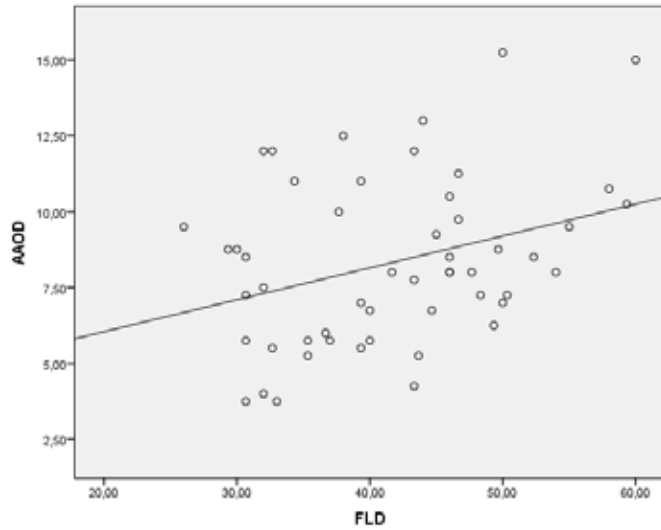


Figura 20. Relación entre Flexión Lateral Derecha (FLD) y Amplitud Acomodación Ojo Derecho (AAOD).

Fuente: elaboración propia.

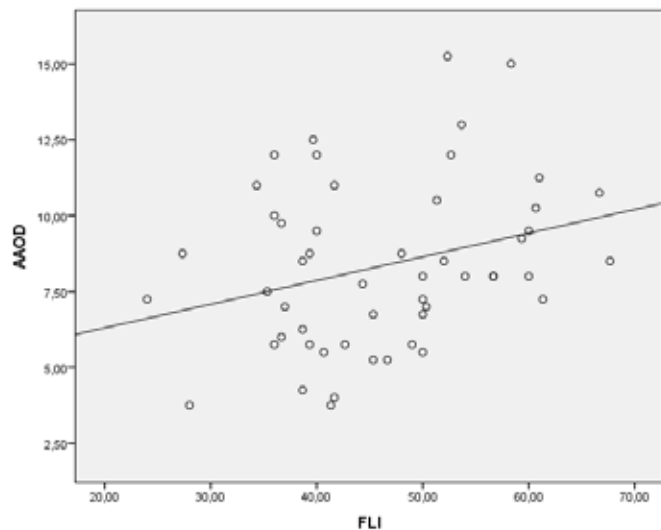


Figura 21. Relación entre Flexión Lateral Izquierda (FLI) y Amplitud Acomodación Ojo Derecho (AAOD).

Fuente: elaboración propia.



3. **Amplitud Acomodación Ojo Izquierdo (AAOI) con Flexión Lateral Derecha (FLD) (figura 22).** Los resultados del análisis de regresión lineal simple efectuado entre estas variables se muestra en la tabla 4.

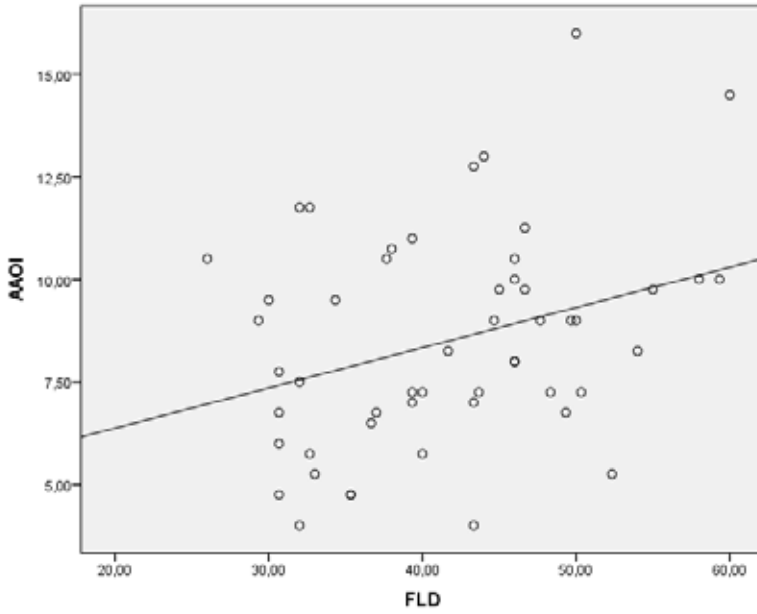


Figura 22. Relación entre Flexión Lateral Derecha (FLD) y Amplitud Acomodación Ojo Izquierdo (AAOI).
Fuente: elaboración propia.



4. **Flexibilidad Acomodativa Ojo Izquierdo (FAOI) con el Índice de Rendimiento (IR) y con la Flexión Lateral Derecha (FLI).** Una vez más, al realizar el análisis de regresión lineal múltiple, empleando el método de pasos sucesivos, sólo una de las dos variables permaneció en el modelo, siendo la FLI. Los resultados fueron los mismos que en el modelo de regresión lineal simple (ver tabla 4) entre FAOI y FLI. Las figuras 23 y 24 presentan los diagramas de dispersión que muestran de forma gráfica las relaciones comentadas.

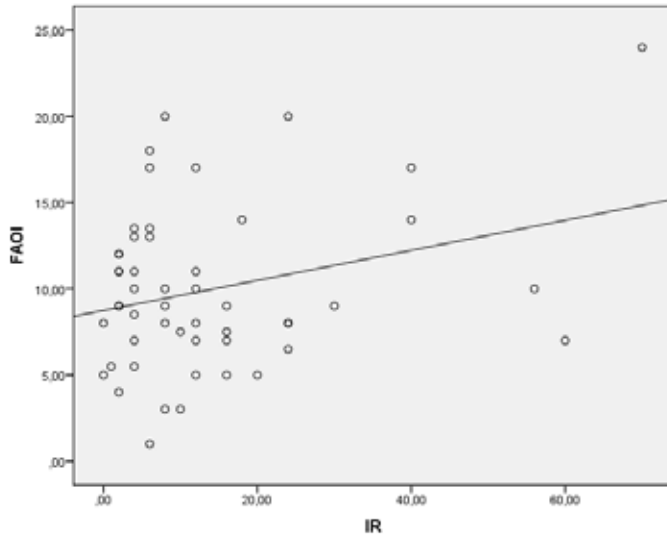


Figura 23. Relación entre Índice de Rendimiento (IR) y Flexibilidad Acomodativa Ojo Izquierdo (FAOI).
Fuente: elaboración propia.

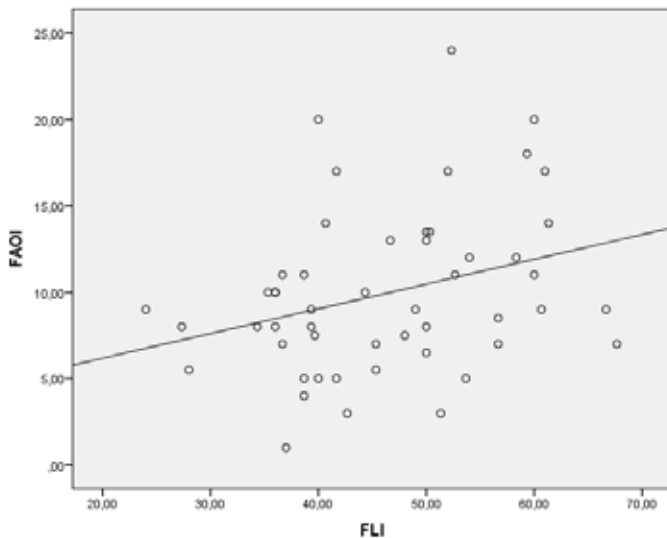


Figura 24. Relación entre Flexión Lateral Izquierda (FLI) y Flexibilidad Acomodativa Ojo Izquierdo (FAOI).
Fuente: elaboración propia.



5. 1. 3. Discapacidad, dolor, nivel de activación e índice de rendimiento en sujetos con exceso, insuficiencia y valores normales de la función acomodativa

Se comparan los valores de las variables dolor, discapacidad, NA e IR en los sujetos que presentan EA, IA y función acomodativa dentro de la normalidad (ver tablas 5 y 6). En el caso de la FAOD (ver tabla 5) se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,03$) en el IR entre los participantes con EA y con IA. Los individuos con IA presentaron valores significativamente menores (mediana = 3 RIC = 0,7-6,5), por debajo de los niveles de normalidad en el IR (establecido en 10 puntos)¹⁴³. En este caso el tamaño del efecto fue moderado (0,67). No hubo diferencias entre los sujetos con EA y los que tenían valores normales de FAOD, ni tampoco entre los que tenían IA y valores normales. En la figura 25 se muestra el diagrama de cajas y bigotes relativo a las diferencias citadas.



Tabla 5. Diferencias en el NA e IR entre los sujetos con insuficiencia y exceso acomodativo según la clasificación de Scheiman y Wick, entre los sujetos con AAAO insuficiente y normal, FAOD insuficiente, normal y exceso, FAOI insuficiente, normal y exceso y FAAO normal y exceso

Características	Mediana (RIC)		Nivel de Activación		Índice de Rendimiento	
			p valor	Mediana (RIC)	p valor	
Insuficiencia/ Exceso Acomodativo	Insuficiencia (n = 24)		6,0 (2,0-8,0)	0,85*	9,0 (4,0-16,0)	0,83*
	Exceso (n = 25)		4,0 (2,0-8,0)		8,0 (4,0-19,0)	
AAAO	Insuficiencia (n = 28)		5,0 (2,0-6,0)	0,62*	9,0 (4,0-22,5)	0,56*
	Normal (n = 23)		6,0 (2,0-8,0)		8,0 (2,0-16,0)	
FAOD	Insuficiencia (n = 6)		2,0 (0,0-4,5)	0,08†	3,0 (0,7-6,5)	0,03† Tamaño del efecto (Grissom) = 0,67
	Normal (n = 39)		6,0 (2,0-8,0)		10,0 (4,0-16,0)	
	Exceso (n = 6)		6,0 (2,0-10,0)		16,0 (5,0-47,5)	
FAOI	Insuficiencia (n = 10)		5,0 (0,0-8,5)	0,41†	7,0 (1,7-13,0)	0,19†
	Normal (n = 34)		4,0 (2,0-8,0)		8,0 (4,0-16,5)	
	Exceso (n = 7)		6,0 (4,0-10,0)		12,0 (6,0-40,0)	
FAAO	Normal (n = 35)		4,0 (2,0-8,0)	0,36*	8,0 (4,0-16,0)	0,24*
	Exceso (n = 9)		6,0 (3,0-9,0)		12,0 (6,0-32,0)	

* Se usó la prueba U de Mann-Whitney.

† Se utilizó la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis.

AAAO, Amplitud Acomodación Ambos Ojos; FAOD, Flexibilidad Acomodativa Ojo Derecho; FAOI, Flexibilidad Acomodativa Ojo Izquierdo; FAAO, Flexibilidad Acomodativa Ambos Ojos.



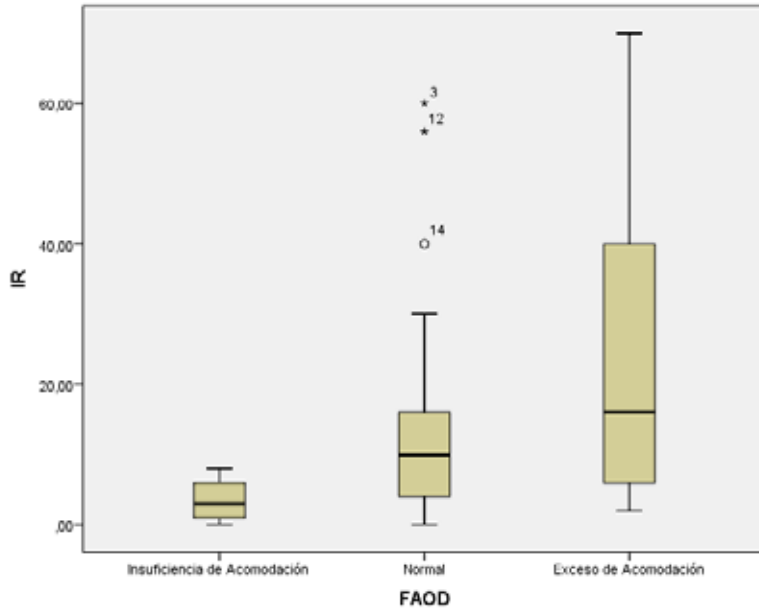


Figura 25. Comparación del Índice de Rendimiento (IR) en los sujetos con Insuficiencia Acomodativa (IA), valores normales y Exceso Acomodativo (EA) en la Flexibilidad Acomodativa Ojo Derecho (FAOD).
Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en la AAAO hubo diferencias a nivel descriptivo, no estadísticamente significativas ($p = 0,07$), en el IDC. Los sujetos con AAAO normal presentaron menores valores (mediana = 2 RIC = 1-8) que los que tenían IA en la AAAO (mediana = 5 RIC = 2-10,7), siendo el tamaño del efecto de 0,29 (pequeño). El valor umbral que se ha establecido en el IDC ha sido de 5 puntos¹⁴¹. Estos análisis se muestran en la tabla 6 y en la figura 26. En el caso de la intensidad del dolor, evaluado con la escala EVA, hubo diferencias significativas ($p = 0,045$) entre los participantes con FAOI que presentan IA (mediana = 4,7 RIC = 0,7-6,5) frente a los que presentan EA (mediana = 0 RIC = 0-2,4), estos últimos tenían niveles de dolor ostensiblemente menores que los anteriores. El tamaño del efecto fue moderado (0,68). Dichos análisis aparecen reflejados en la tabla 6 y en la figura 27. De nuevo no hubo diferencias de los sujetos con EA y los que tenían valores normales de FAOI, ni tampoco entre los que tenían IA y valores normales. Finalmente se encontraron diferencias a nivel descriptivo en la intensidad del dolor (evaluado con la escala EVA), no estadísticamente significativas ($p = 0,06$), entre los sujetos con FAOI normal (mediana = 3,5 RIC = 0-6) y con EA (mediana = 0 RIC = 0-3,1), con un tamaño del efecto de 0,41. Ver tabla 6 y figura 28.

TABLA 6. Diferencias en el IDC y dolor evaluado con la escala EVA entre los sujetos con insuficiencia y exceso acomodativo según la clasificación de Scheiman y Wick, entre los sujetos con AAAO insuficiente y normal, FAOD insuficiente, normal y exceso, FAOI insuficiente, normal y exceso y FAAO normal y exceso

Características	IDC, 0-50		EVA, 0-10 cm	
	Mediana (RIC)	p valor	Mediana (RIC)	p valor
Insuficiencia/ Exceso Acomodativo	Insuficiencia (n = 24)	0,89*	1,8 (0,0-4,5)	0,21*
	Exceso (n = 25)		3,2 (0,0-6,0)	
AAAO	Insuficiencia (n = 28)	0,07*	2,2 (0,0-4,0)	0,85*
	Normal (n = 23)	Tamaño del efecto (Grissom) = 0,29	2,8 (0,0-6,0)	
FAOD	Insuficiencia (n = 6)	0,55†	5,6 (0,3-6,8)	0,21†
	Normal (n = 39)		2,6 (0,0-5,4)	
	Exceso (n = 6)		1,2 (0,0-3,1)	
FAOI	Insuficiencia (n = 10)	0,15†	4,7 (0,7-6,5)	0,045† Tamaño del efecto (Grissom) = 0,68
	Normal (n = 34)		2,8 (0,0-5,4)	
	Exceso (n = 7)		0,0 (0,0-2,4)	
FAAO	Normal (n = 35)	0,51*	3,5 (0,0-6,0)	0,06*
	Exceso (n = 9)		Tamaño del efecto (Grissom) = 0,41	

* Se usó la prueba U de Mann-Whitney.

† Se utilizó la prueba ANOVA de Kruskal-Wallis.

AAAO, Amplitud Acomodación Ambos Ojos; FAOD, Flexibilidad Acomodativa Ojo Derecho; FAOI, Flexibilidad Acomodativa Ojo Izquierdo; FAAO, Flexibilidad Acomodativa Ambos Ojos; IDC, Índice de Discapacidad Cervical; EVA, Escala Visual Analógica.



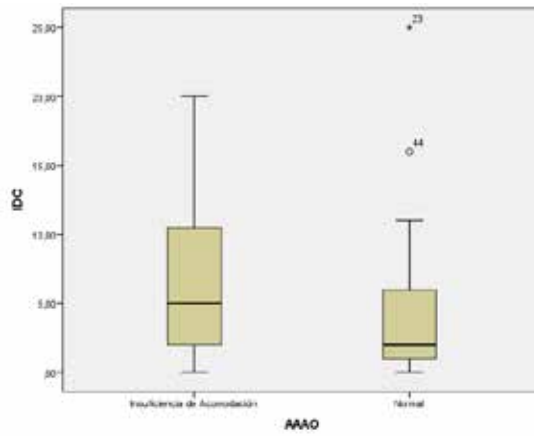


Figura 26. Comparación del Índice de Discapacidad Cervical (IDC) en los sujetos con Insuficiencia Acomodativa (IA) y valores normales en la Amplitud Acomodación Ambos Ojos (AAO).
Fuente: elaboración propia.

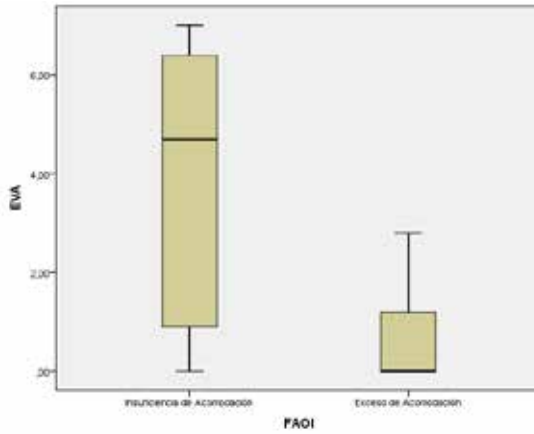


Figura 27. Comparación de la intensidad del dolor medida con la Escala Visual Analógica (EVA) en los sujetos con Insuficiencia Acomodativa (IA) y Exceso Acomodativo (EA) en la Flexibilidad Acomodativa Ojo Izquierdo (FAOI).
Fuente: elaboración propia.

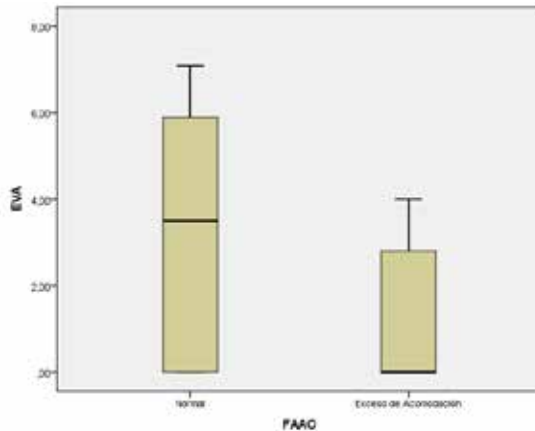


Figura 28. Comparación de la intensidad del dolor medida con la Escala Visual Analógica (EVA) en los sujetos con Exceso Acomodativo (EA) y valores normales en la Flexibilidad Acomodativa Ambos Ojos (FAAO).
Fuente: elaboración propia.



5. 1. 4. Rango de movilidad cervical en sujetos con exceso, insuficiencia y valores normales de la función acomodativa

Con respecto al rango de movimiento la RD en sujetos con IA siguiendo los criterios de Scheiman y Wick (mediana = 69,7 RIC = 63,3-74) fue significativamente mayor ($p = 0,03$) en comparación con los sujetos con EA (mediana = 63,3 RIC = 56-70). El tamaño del efecto para dicha diferencia fue pequeño (0,35). Estos resultados aparecen en la tabla 7 y en la figura 29. Por otra parte, en la AAOI se encontraron diferencias significativas ($p = 0,03$) en la flexión, con valores más bajos en individuos con insuficiencia (media = 49,3 DT = 10,7) que aquellos considerados normales (media = 55,9 DT = 10,5). En este caso el tamaño del efecto (d de Cohen) hallado fue moderado (d = 0,62). Presentamos estos análisis en la tabla 7 y en figura 30.

TABLA 7. Diferencias en la Flexión y Rotación Derecha entre los sujetos con insuficiencia y exceso acomodativo según la clasificación de Scheiman y Wick, AAOI insuficiente y normal, ARN insuficiente, normal y exceso y FAAO normal y exceso

Características Media \pm DT	Flexión		Rotación Derecha	
	p valor	Media \pm DT	p valor	
Insuficiencia/ Exceso Acomodativo				0,03[‡] Tamaño del efecto (Grisson) = 0,35
	Insuficiencia (n = 24)	52,7 \pm 9,2	69,7 (63,3-74,0) [†]	
	Exceso (n = 25)	52,3 \pm 12,6	63,3 (56,0-70,0) [†]	
AAOI				0,46 \S
	Insuficiencia (n = 27)	49,3 \pm 10,7	67,6 \pm 10,1	
	Normal (n = 23)	55,9 \pm 10,5	65,4 \pm 10,9	
ARN				
	Insuficiencia (n = 21)	51,8 \pm 54,5	66,0 \pm 8,2	
	Normal (n = 23)	54,5 \pm 10,3	67,1 \pm 13,0	0,91 \parallel
	Exceso (n = 8)	47,8 \pm 11,1	67,7 \pm 6,2	
FAAO				0,61 \S
	Normal (n = 35)	51,4 \pm 11,1	66,4 \pm 9,6	
	Exceso (n = 9)	55,2 \pm 10,9	64,4 \pm 12,9	

* Se empleó la prueba t de Welch.

† Se muestra la mediana y el rango intercuartil.

‡ Se usó la prueba U de Mann-Whitney. § Se utilizó la prueba t-Student para muestras independientes.

|| Se empleó el ANOVA de un factor.

AAOI, Amplitud Acomodación Ojo Izquierdo; ARN, Acomodación Relativa Negativa; FAAO, Flexibilidad Acomodativa Ambos Ojos.

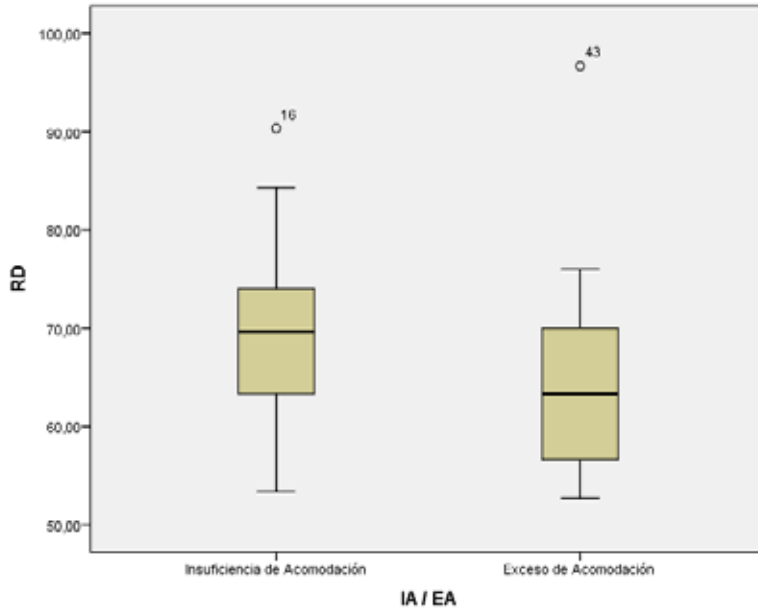


Figura 29. Comparación de la movilidad articular en Rotación Derecha (RD) en los sujetos con Insuficiencia Acomodativa (IA) y con Exceso Acomodativo (EA) según la clasificación de Scheiman y Wick. Fuente: elaboración propia.

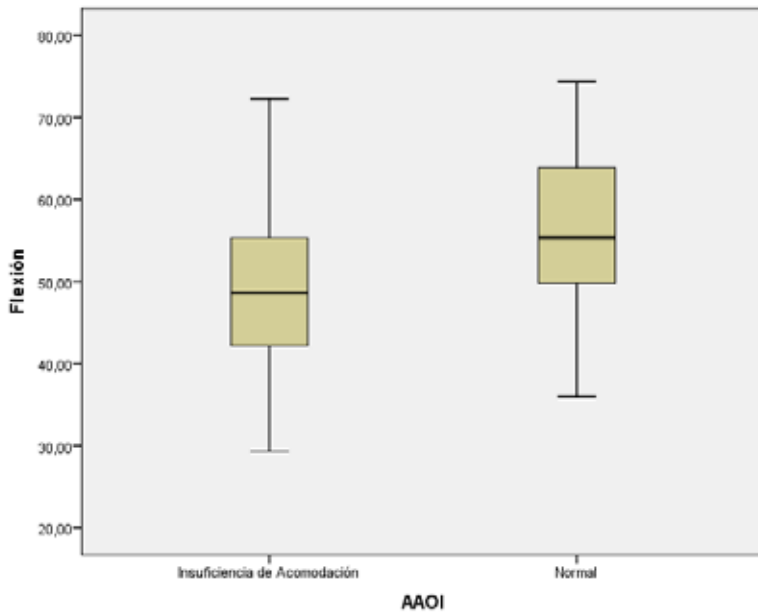


Figura 30. Comparación de la movilidad articular en Flexión en los sujetos con Insuficiencia Acomodativa (IA) y con valores normales en la Amplitud Acomodación Ojo Izquierdo (AAOI). Fuente: elaboración propia.

En la FLD se apreció que los participantes con IA según la AAOI (media = 38,4 DT = 7,6) mostraron datos de movilidad significativamente más bajos ($p = 0,006$) que los sujetos con valores normales (media 44,9 DT = 8,6) de AAOI, correspondiendo estas diferencias a un tamaño del efecto grande (d de Cohen = 0,81). En la tabla 8 y en la figura 31 aparecen reflejados estos resultados. Finalmente, se encontró que en la FAAO la FLI era significativamente más baja ($p = 0,018$) en los participantes clasificados como normales (media = 44,1 DT = 10,7) que en aquellos que tenían un exceso (media = 53,5 DT = 8,1). En este caso el tamaño del efecto fue grande (d de Cohen = 0,92). Estos resultados aparecen reflejados en la figura 32.

TABLA 8. Diferencias en la FLD y FLI entre los sujetos con insuficiencia y exceso acomodativo según la clasificación de Scheiman y Wick, AAOI insuficiente y normal, ARN insuficiente, normal y exceso y FAAO normal y exceso

Características	FLD		FLI	
	Media \pm DT	p valor	Media \pm DT	p valor
Insuficiencia/ Exceso Acomodativo	Insuficiencia (n = 24)	40,7 \pm 7,0	46,2 \pm 9,9	0,90*
	Exceso (n = 25)	42,0 \pm 9,6	45,8 \pm 10,8	
AAOI	Insuficiencia (n = 27)	38,4 \pm 7,6	44,2 \pm 10,6	0,19*
	Normal (n = 23)	44,9 \pm 8,6	47,9 \pm 9,8	
ARN	Insuficiencia (n = 21)	41,7 \pm 8,4	47,7 \pm 10,0	0,07†
	Normal (n = 23)	43,2 \pm 8,8	47,5 \pm 9,8	
	Exceso (n = 8)	37,0 \pm 7,3	38,6 \pm 9,5	
FAAO	Normal (n = 35)	40,4 \pm 8,9	44,1 \pm 10,7	0,018*
	Exceso (n = 9)	45,0 \pm 7,3	53,5 \pm 8,1	
				d de Cohen = 0,92

* Se usó la prueba t Student para muestras independientes.

† Se utilizó la prueba ANOVA de un factor.

AAOI, Amplitud Acomodación Ojo Izquierdo; ARN, Acomodación Relativa Negativa; FAAO, Flexibilidad Acomodativa Ambos Ojos; FLD, Flexión Lateral Derecha; FLI, Flexión Lateral Izquierda.

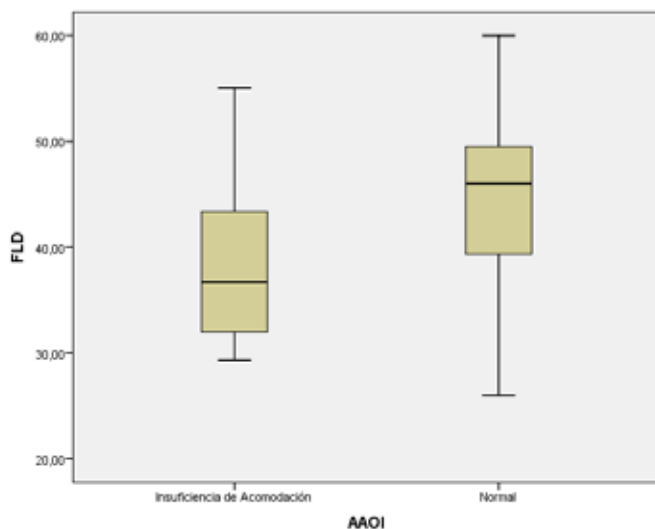


Figura 31. Comparación de la movilidad articular en Flexión Lateral Derecha (FLD) en los sujetos con Insuficiencia Acomodativa (IA) y con valores normales en la Amplitud Acomodación Ojo Izquierdo (AAOI).
Fuente: elaboración propia.

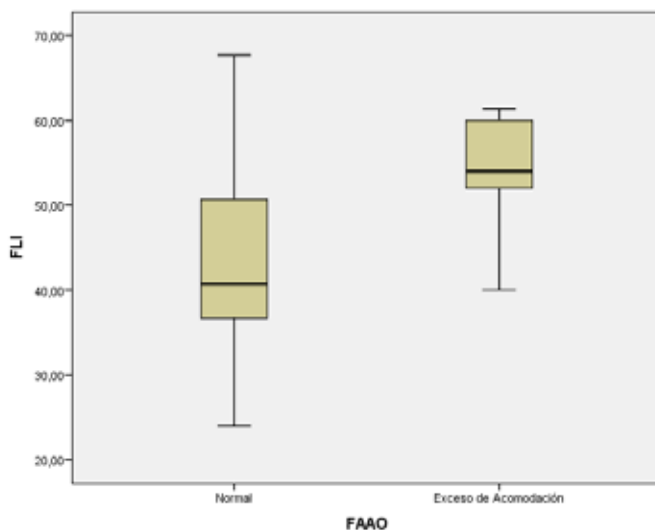


Figura 32. Comparación de la movilidad articular en Flexión Lateral Izquierda (FLI) en los sujetos con Exceso Acomodativo (EA) y con valores normales en la Flexibilidad Acomodativa Ambos Ojos (FAAO).
Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, se analizó la función acomodativa en los grupos en los que se clasificó a los sujetos según el estado de la región cervical (esto es, en los participantes con NA, IR, IDC y presencia de cervicalgia dentro de la norma frente a los que se encuentran fuera de la norma). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ningún caso.



5. 2. Relación entre visión binocular y el estado de la región cervical

5. 2. 1. Descripción de la muestra correspondiente a la segunda fase

Las características sociodemográficas de la muestra correspondiente a esta segunda fase de la investigación aparecen descritas en la tabla 9. Como se refirió previamente, la muestra consistió en 112 sujetos, con una edad media de 39,8 años (DT de 14,97), de 18 a 65 años, y está compuesta por 61 (54,5%) mujeres y 51 (45,5%) hombres.



TABLA 9. Descripción de las características de la muestra (n = 112)

Características	Media ± DT	Rango (mínimo-máximo)
Sexo*		
Hombre	51 (45,5)	-
Mujer	61 (54,5)	
Edad, años	39,8 ± 14,97	18 - 65
Altura, m	1,67 ± 0,09	1,47 - 1,91
Peso, kg	73,09 ± 13,99	43,5 - 116
Índice de Masa Corporal (IMC), kg/m ²	26,11 ± 4,38	17,49 - 39,55
Profesión*		
Profesor	12 (10,7)	
Estudiante	37 (33)	
Técnico de Laboratorio	7 (6,3)	
Fisioterapeuta	4 (3,6)	
Administrativo	15 (13,4)	
Hostelería	3 (2,7)	
Oftalmólogo	1 (0,9)	
Optometrista	2 (1,8)	
Químico	1 (0,9)	
Operario de fábrica	1 (0,9)	
Funcionario	4 (3,6)	
Peluquera	3 (2,7)	
Albañil	2 (1,8)	
Ama de casa	6 (5,4)	-
Archivera	1 (0,9)	
Arquitecto	1 (0,9)	
Enfermera	1 (0,9)	
Economista	1 (0,9)	
Médico	1 (0,9)	
Músico	1 (0,9)	
Personal de limpieza	1 (0,9)	
Empresario	1 (0,9)	
Transportista	1 (0,9)	
Farmacéutico	1 (0,9)	
Jardinero	1 (0,9)	
Comercial	1 (0,9)	
Taxista	1 (0,9)	
Técnico	1 (0,9)	

* Se muestra la frecuencia absoluta y el porcentaje.



En cuanto a la presencia o no de disfunciones binoculares, aplicando el criterio de Sheard, del total de 110 sujetos en los que se puede ver si cumplen o no dicho criterio en lejos, 21 participantes (19,1%) estaban fuera de la norma y 89 (80,9%) estaban dentro del rango normal (Tabla 10). Por otro lado, en cerca, aplicando el mismo criterio, 56 (50,9%) están fuera de la norma y 54 dentro (49,1%). En la tabla 10 se muestran la media de los valores de las variables que definen el estado de la visión binocular, así como la clasificación de los participantes dentro o fuera de los valores normativos de estas variables.

Tabla 10. Características de las variables que definen el estado de la visión binocular

Variable		n	Media ± DT	Rango Fuera de la norma	Clasificación de los sujetos de acuerdo a los valores normativos n (%)	
					Dentro de la norma	Fuera de la norma
Criterio de Sheard	Lejos	110	-	-	21 (19,1)	89 (80,9)
	Cerca	110	-	-	56 (50,9)	54 (49,1)
Foria Lateral, Δ	Lejos	112	-0,52 ± 2,18	-12 - 8	15 (13,4)	97 (86,6)
	Cerca	112	-5,52 ± 6,88	-25 -16	52 (46,4)	60 (53,6)
Base Interna Lejos, Δ	Rotura	111	8,51 ± 2,28	4 - 14	18 (16,2)	93 (83,8)
	Recobro	111	4,50 ± 1,85	0 - 9	12 (10,8)	99 (89,2)
Base Interna Cerca, Δ	Borrosidad	86	10,95 ± 4,56	4 - 30	39 (45,3)	47 (54,7)
	Rotura	112	17,11 ± 5,13	6 - 36	49 (43,8)	63 (56,2)
	Recobro	112	11,59 ± 4,67	0 - 20	29 (25,9)	83 (74,1)
Base Externa Lejos, Δ	Borrosidad	75	9,97 ± 4,51	2 - 24	23 (30,7)	52 (69,3)
	Rotura	107	16,29 ± 6,72	6 - 36	31 (29)	76 (71,0)
	Recobro	107	8,10 ± 4,58	0 - 27	31 (29)	76 (71,0)
Base Externa Cerca, Δ	Borrosidad	82	11 ± 6	2 - 28	54 (65,9)	28 (34,1)
	Rotura	109	17,17 ± 7,46	6 - 38	64 (58,7)	45 (41,3)
	Recobro	109	9,74 ± 6,12	0 - 32	16 (14,7)	93 (85,3)
Flexibilidad Vergencial, cpm		90	9,49 ± 4,60	0,5 - 22	73 (81,1)	17 (18,9)
Vergencias Verticales Lejos, Δ	Rotura	112	3,18 ± 0,95	0 - 6	10 (8,9)	102 (91,1)
	Recobro	112	0,93 ± 0,78	0 - 3	36 (32,1)	76 (67,9)
Vergencias Verticales Cerca, Δ	Rotura	112	3,54 ± 1,17	2 - 10	14 (12,5)	98 (87,5)
	Recobro	112	1,16 ± 0,85	0 - 3	26 (23,2)	86 (76,8)
Estereopsis, (seg arc) Titmus stereofly		112	59,02 ± 52,86	40 - 400	28 (25)	84 (75)



La Tabla 11 presenta los valores relativos a la movilidad articular, intensidad del dolor, discapacidad cervical, actividad de la musculatura flexora profunda (NA e IR) y tendencia a padecer cervicalgia de tres o más meses de evolución.

Tabla 11. Características de las variables que definen la discapacidad, movilidad, nivel de activación, índice de rendimiento e intensidad del dolor cervical

Variable	Media \pm DT	Rango	Clasificación de los sujetos según los valores normativos n (%)
Cervicalgia 3 meses	-	-	Si 67 (60,4)
			No 44 (39,6)
IDC, 0-50	6,37 \pm 6,32	0 - 26	IDC < cinco 57(51,4)
			IDC \geq cinco 54 (48,6)
NA	4,43 \pm 3,06	0 -10	NA < cuatro 47 (42,3)
			NA \geq cuatro 64 (57,7)
IR	10,84 \pm 12,71	0 - 70	IR < diez 39 (35,1)
			IR \geq diez 72 (64,9)
EVA, 0-10 cm	2,67 \pm 2,78	0 - 8,80	-
Flexion, °	50,48 \pm 10,78	21,33 - 74,33	-
Extension, °	60,79 \pm 14,6	13,33 - 110	-
FLD, °	38,59 \pm 8,98	18 - 60	-
FLI, °	42,94 \pm 10,48	16 - 67,67	-
RD, °	63,49 \pm 10,77	38 - 96,67	-
RI, °	67,15 \pm 12,08	35,67 - 97,33	-

IDC, Índice de Discapacidad Cervical; NA, Nivel de Activación; IR, Índice de Rendimiento; EVA, Escala Visual Analógica; FLD, Flexión Lateral Derecha; FLI, Flexión Lateral Izquierda; RD, Rotación Derecha; RI, Rotación Izquierda.

5. 2. 2. Relación entre las disfunciones binoculares y las alteraciones de la región cervical

Se estudia la relación entre las variables que definen el estado de la visión binocular y las relativas al estado de la región cervical. Se encontraron las siguientes relaciones, siendo, en todos los casos, de pequeña magnitud:

1. **Foria de Lejos con Índice de Rendimiento (IR) y con Rotación Derecha (RD).** Se efectuó un análisis de regresión lineal múltiple, empleando para ello el método de pasos sucesivos encontrándose que la única variable, de las dos citadas que



permanece en el modelo fue la RD. Se obtuvieron los mismos resultados en la regresión lineal múltiple que en el modelo de regresión lineal simple entre Foria de Lejos y RD (que se muestran en la tabla 12). En las figuras 33 y 34 se presentan las citadas relaciones entre Foria de Lejos y RD y Foria de Lejos e IR mediante los diagramas de dispersión correspondientes.

TABLA 12. Correlaciones entre las variables que definen la visión binocular y las relativas al estado de la región cervical. Se muestran los coeficientes de Pearson (*r*), de determinación (*R*²) y *b* no estandarizado (relativos a los modelos de regresión)

Variables	<i>r</i>	<i>p</i> valor	<i>R</i> ²	Coefficiente <i>b</i> no estandarizado
Foria Lejos con IR	0,209	0,028	0,044	0,036
Foria Lejos con RD	0,211	0,026	0,045	0,043
Foria Cerca con Extensión	0,205	0,030	0,042	0,101
Foria Cerca con FLI	0,188	0,048	0,036	0,124
Foria Cerca con RD	0,228	0,016	0,052	0,146
Foria Cerca con RI	0,212	0,026	0,045	0,121
BI Lejos Rotura con FLD	0,218	0,022	0,048	0,055
BI Cerca Recobro con IR	-0,192	0,044	0,037	-0,070
BE Lejos Recobro con IDC	-0,185	0,058	0,034	-0,133
BE Lejos Recobro con Extensión	0,221	0,023	0,049	0,072
BE Cerca Borrosidad con NA	0,248	0,025	0,062	0,480
BE Cerca Borrosidad con IR	0,233	0,035	0,054	0,099
BE Cerca Borrosidad con Flexión	0,284	0,010	0,081	0,159
BE Cerca Borrosidad con RI	0,272	0,014	0,074	0,145
BE Cerca Borrosidad con Flexión e IR	0,361	0,04	0,130	Flexión <i>b</i> = 0,154 IR <i>b</i> = 0,095
BE Cerca Rotura con NA	0,174	0,071	0,030	0,422
BE Cerca Rotura con IR	0,185	0,055	0,034	0,108
BE Cerca Rotura con RI	0,293	0,002	0,086	0,181
BE Cerca Recobro con IR	0,195	0,044	0,038	0,093
BE Cerca Recobro con RI	0,243	0,011	0,059	0,123
VV Lejos Recobro con RI	0,219	0,021	0,048	0,014
VV Cerca Recobro con IDC	-0,189	0,047	0,036	-0,026
VV Cerca Recobro con RI	0,174	0,067	0,030	0,012
FV con RI	0,213	0,046	0,045	0,069

IR, Índice de Rendimiento; RD, Rotación Derecha; FLI, Flexión Lateral Izquierda; RI, Rotación Izquierda; BI, Base Interna; FLD, Flexión Lateral Derecha; BE, Base Externa; IDC, Índice de Discapacidad Cervical; NA, Nivel de Activación; RI, Rotación Izquierda; VV, Vergencias Verticales; FV, Flexibilidad Vergencial.



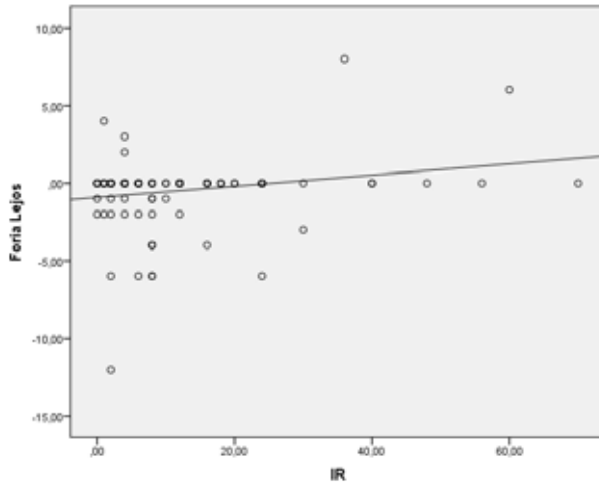


Figura 33. Relación entre Índice de Rendimiento (IR) y Foria de Lejos.
Fuente: elaboración propia.

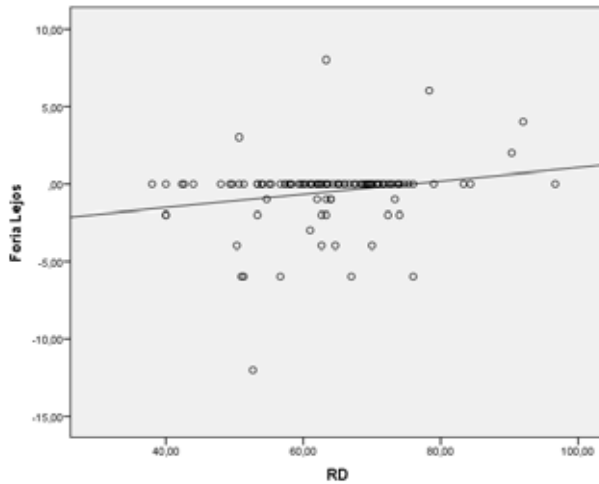


Figura 34. Relación entre Rotación Derecha (RD) y Foria de Lejos.
Fuente: elaboración propia.

2. **Foria de Cerca con Extensión, con Flexión Lateral Izquierda (FLI), con Rotación Derecha (RD) y con Rotación Izquierda (RI).**

Nuevamente se realizó un análisis de regresión lineal múltiple, con el método de pasos sucesivos, quedando sólo en dicho modelo la RD, siendo los resultados iguales a los del modelo de regresión lineal simple (que aparece en la tabla 12). En las figuras 35 a 38 se presentan estas relaciones entre Foria de Cerca y Extensión, FLI, RD y RI.



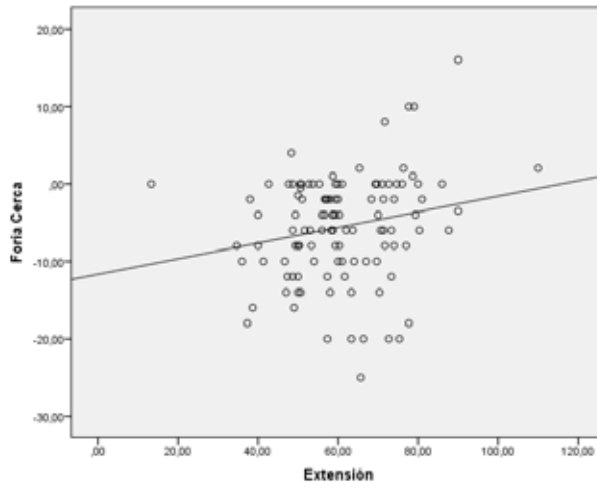


Figura 35. Relación entre Extensión y Foria de Cerca.
Fuente: elaboración propia.

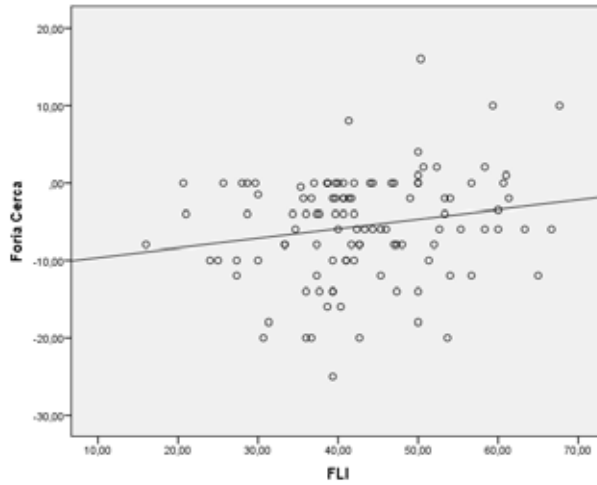


Figura 36. Relación entre Flexión Lateral Izquierda (FLI) y Foria de Cerca.
Fuente: elaboración propia.

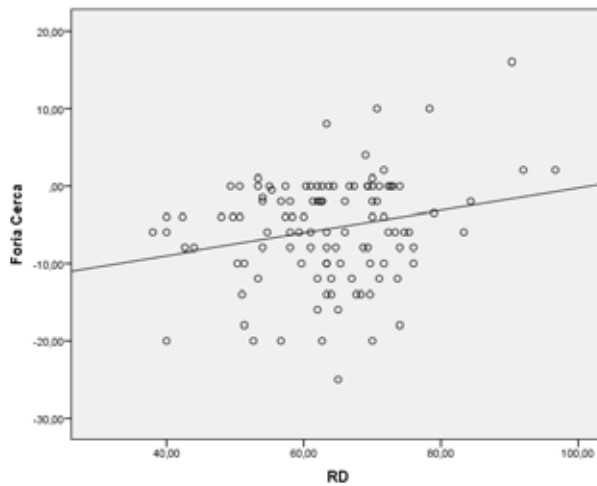


Figura 37. Relación entre Rotación Derecha (RD) y Foria de Cerca.
Fuente: elaboración propia.

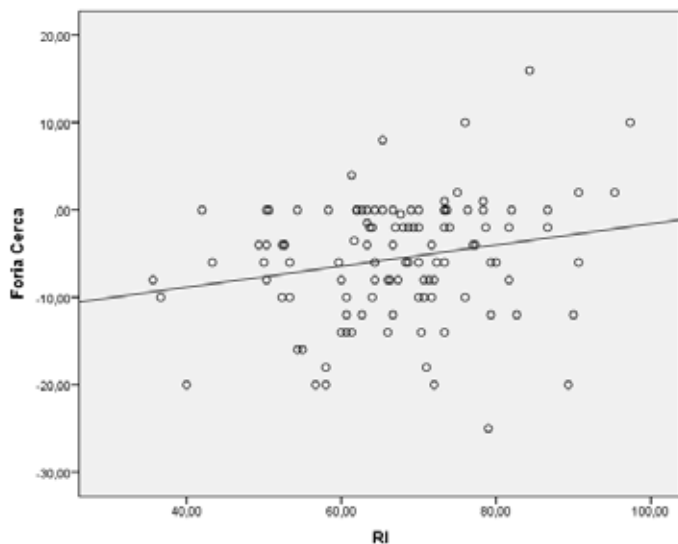


Figura 38. Relación entre Rotación Izquierda (RI) y Foria de Cerca.
Fuente: elaboración propia.

3. **Base Interna Lejos Rotura (BILRt) con Flexión Lateral Derecha (FLD)** (ver tabla 12). En la figura 39 se presenta esta relación.

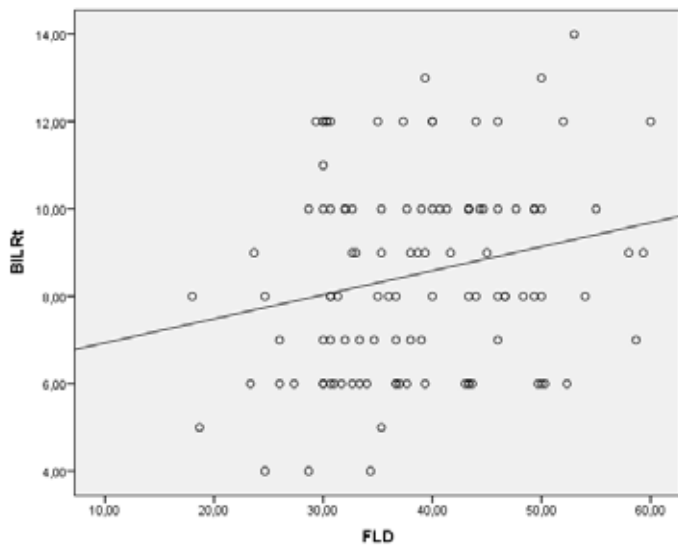


Figura 39. Relación entre Flexión Lateral Derecha (FLD) y Base Interna Lejos Rotura (BILRt)
Fuente: elaboración propia.



4. **Base Interna Cerca Recobro (BICRc)** con Índice de Rendimiento (IR) (ver tabla 12 y figura 40).

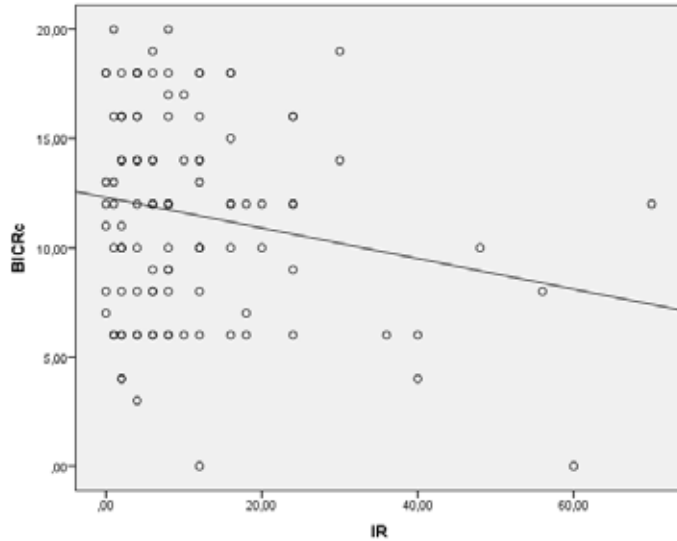


Figura 40. Relación entre Índice de Rendimiento (IR) y Base Interna Cerca Recobro (BICRc).
Fuente: elaboración propia.

5. **Base Externa Lejos Recobro (BELRc)** con Índice de Discapacidad Cervical (IDC) y con Extensión. Llevamos a cabo un análisis de regresión lineal múltiple (aplicando el método de pasos sucesivos), permaneciendo sólo en el modelo la Extensión (resultados iguales a los del modelo de regresión simple mostrados en la tabla 12). En las figuras 41 y 42 aparecen estas relaciones.

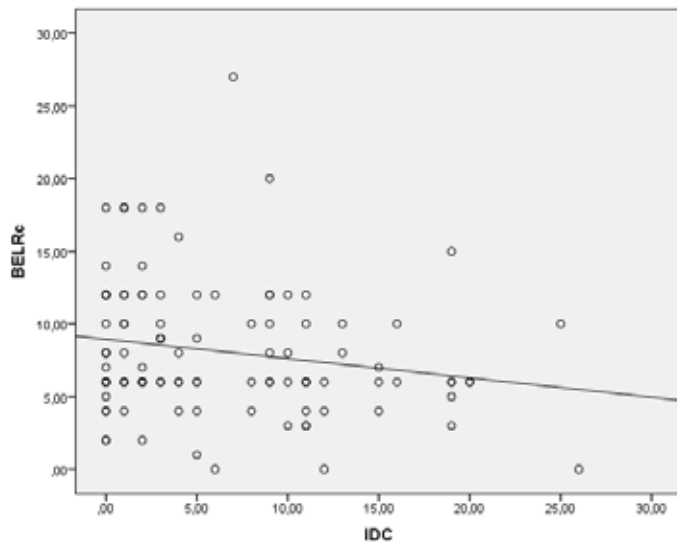


Figura 41. Relación entre Índice de Discapacidad Cervical (IDC) y Base Externa Lejos Recobro (BELRc).
Fuente: elaboración propia.



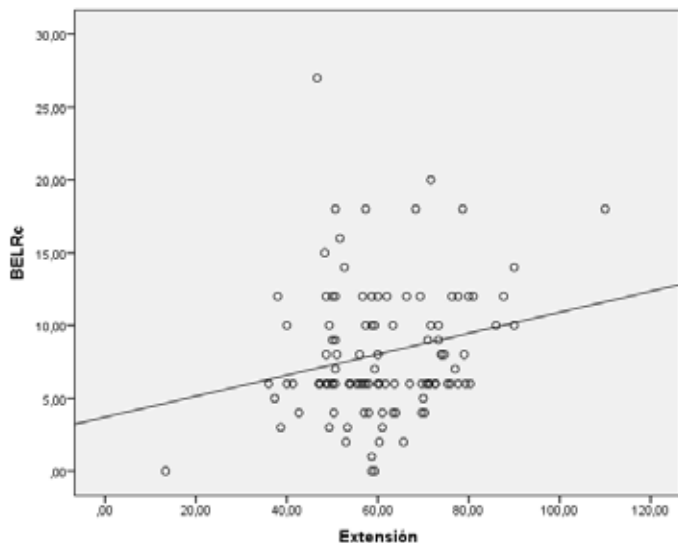


Figura 42. Relación entre Extensión y Base Externa Lejos Recobro (BELRc).
Fuente: elaboración propia.

6. **Base Externa Cerca Borrosidad (BECB) con Nivel de Activación NA, con Índice de Rendimiento (IR), con Flexión y con Rotación Izquierda (RI).** Se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple, usando el método de pasos sucesivos, hallándose que las dos variables, de las cuatro mencionadas que permanecen en el modelo fueron la Flexión y el IR. Todos estos análisis se presentan en la tabla 12 y de forma gráfica en las figuras 43 a 47.

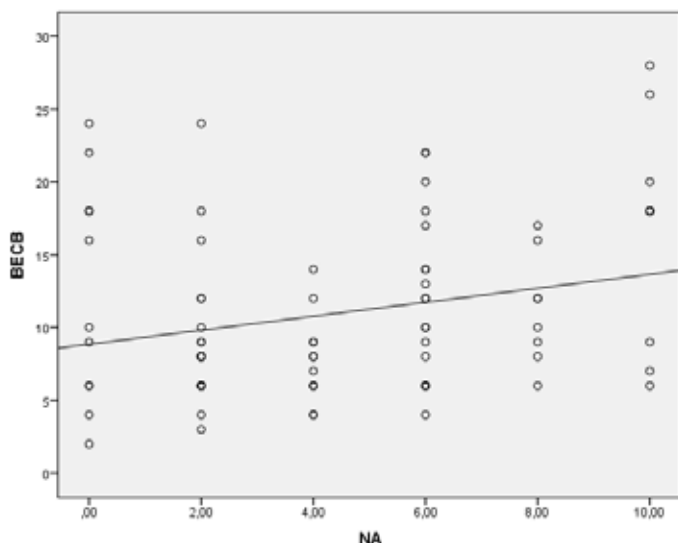


Figura 43. Relación entre Nivel de Activación (NA) y Base Externa Cerca Borrosidad (BECB).
Fuente: elaboración propia.



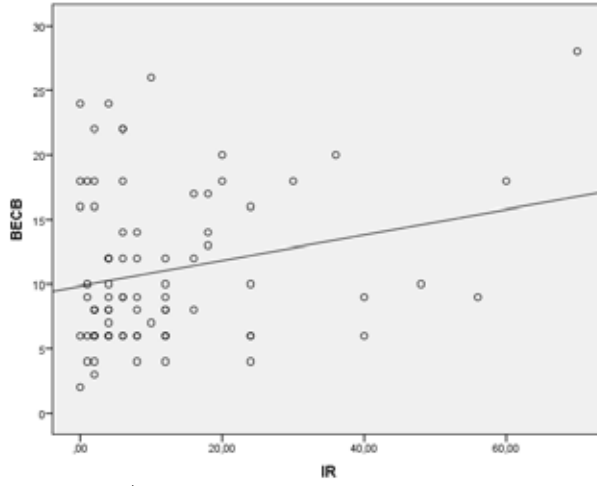


Figura 44. Relación entre Índice de Rendimiento (IR) y Base Externa Cerca Borrosidad (BECB).
Fuente: elaboración propia.

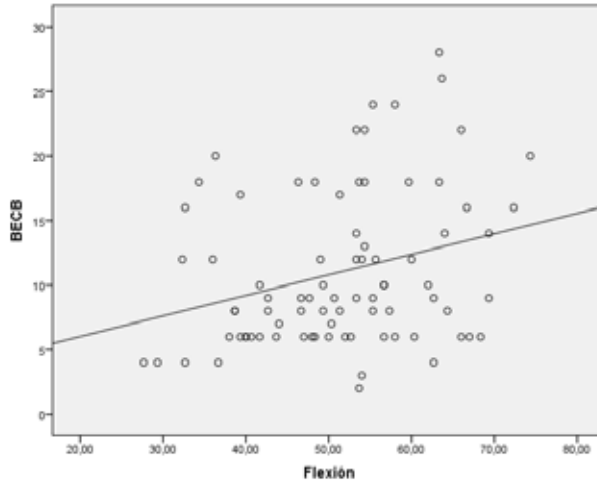


Figura 45. Relación entre Flexión y Base Externa Cerca Borrosidad (BECB).
Fuente: elaboración propia.

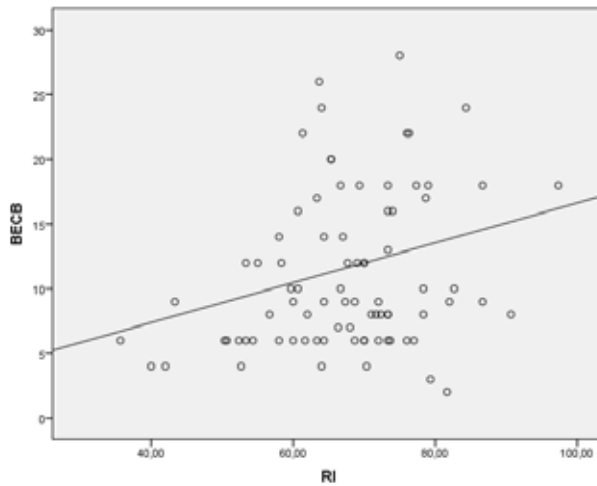


Figura 46. Relación entre Rotación Izquierda (RI) y Base Externa Cerca Borrosidad (BECB).
Fuente: elaboración propia.



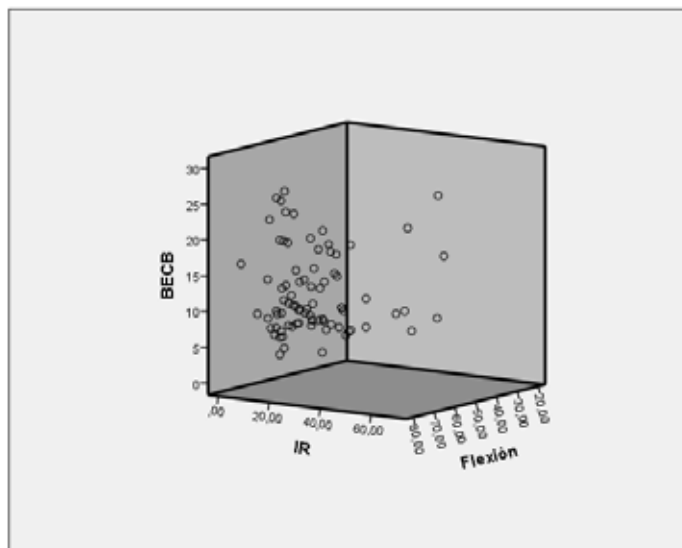


Figura 47 .Relación entre Índice de Rendimiento (IR) y Flexión con Base Externa Cerca Borrosidad (BECB).
Fuente: elaboración propia.

7. **Base Externa Cerca Rotura (BECRt) con Nivel de Activación (NA), con Índice de Rendimiento (IR) y con Rotación Izquierda (RI).** Se implementó un análisis de regresión lineal múltiple (pasos sucesivos) quedando en el modelo únicamente la RI (ver tabla 12 y figuras 48 a 50).

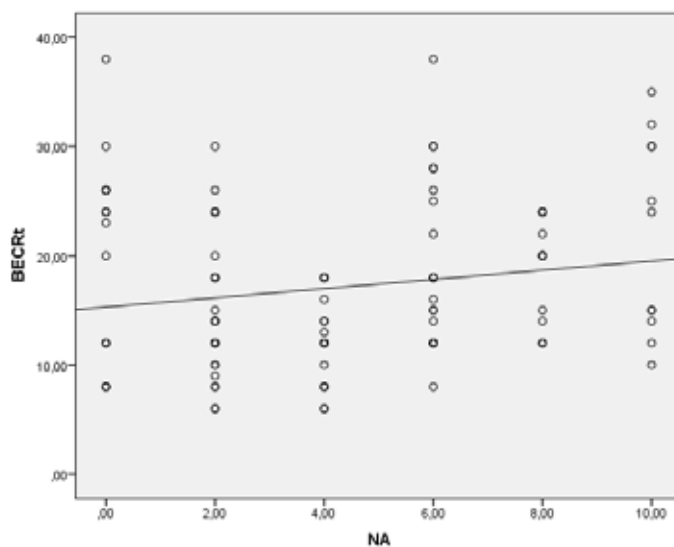


Figura 48 .. Relación entre Nivel de Activación (NA) y Base Externa Cerca Rotura (BECRt).
Fuente: elaboración propia.

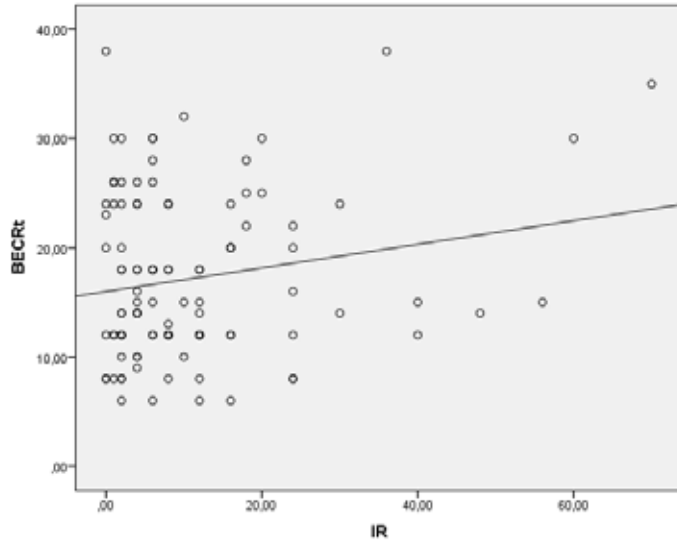


Figura 49 .Relación entre Índice de Rendimiento (IR) y Base Externa Cerca Rotura (BECRt).
Fuente: elaboración propia.

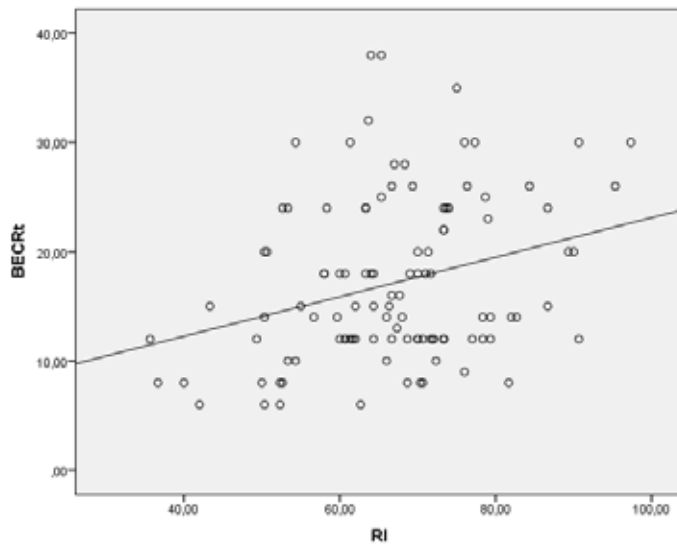


Figura 50 .Relación entre Rotación Izquierda (RI) y Base Externa Cerca Rotura (BECRt).
Fuente: elaboración propia.



8. **Base Externa Cerca Recobro (BECRc) con Índice de Rendimiento (IR) y con Rotación Izquierda (RI).** Se llevó a cabo un análisis de regresión lineal múltiple (pasos sucesivos) permaneciendo en el modelo solamente la RI (ver tabla 12 y figuras 51 y 52).

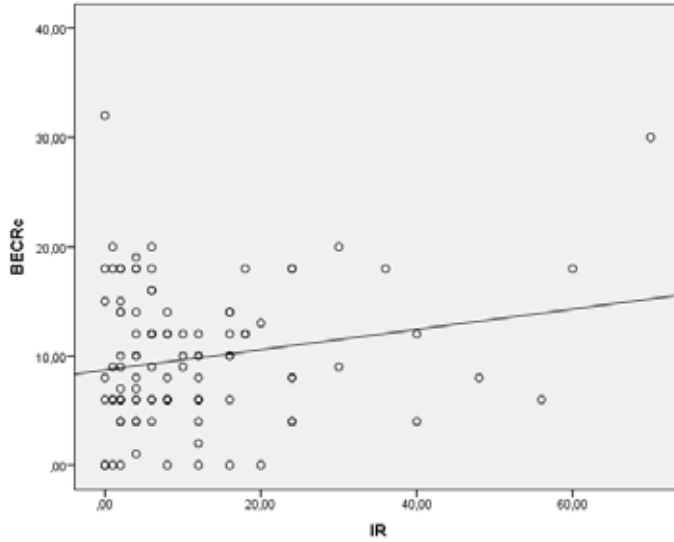


Figura 51 .Relación entre Índice de Rendimiento (IR) y Base Externa Cerca Recobro (BECRc).
Fuente: elaboración propia.

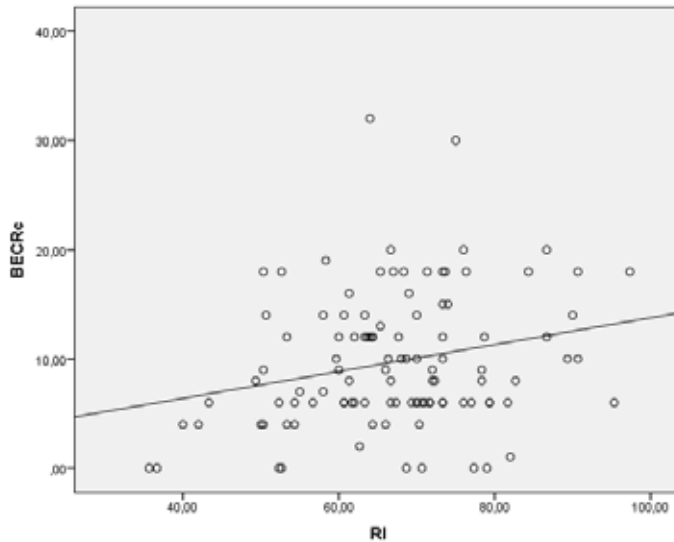


Figura 52 .Relación entre Rotación Izquierda (RI) y Base Externa Cerca Recobro (BE-
CRc).
Fuente: elaboración propia.



9. **Vergencias Verticales Lejos Recobro (VVLRC) con Rotación Izquierda (RI)** (ver tabla 12 y figura 53).

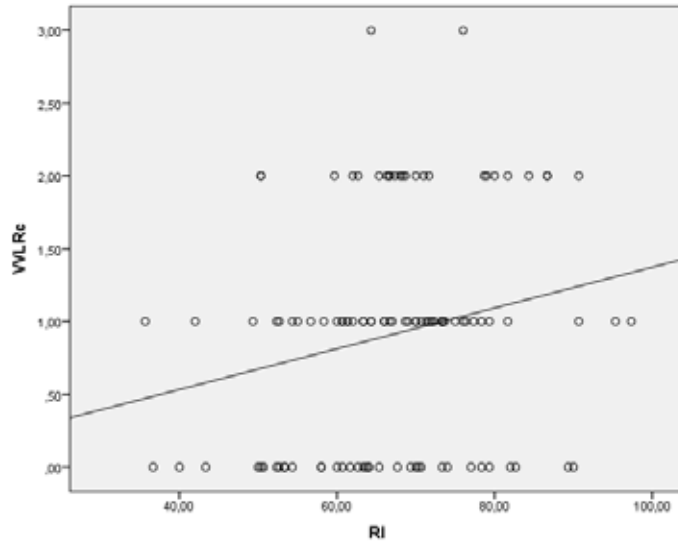


Figura 53 .Relación entre Rotación Izquierda (RI) y Vergencias Verticales Lejos Recobro (VVLRC).
Fuente: elaboración propia.



10. **Vergencias Verticales Cerca Recobro (VVCRC) con Índice de Discapacidad (IDC) y con Rotación Izquierda (RI).** Se efectuó un análisis de regresión lineal múltiple, empleando para ello el método de pasos sucesivos, encontrándose que la única variable, de las dos citadas que permanece en el modelo fue el IDC. Se obtienen los mismos resultados en la regresión lineal múltiple que en el modelo de regresión lineal simple entre VVCRC e IDC (que se muestra en la tabla 12). En las figuras 54 y 55 se presentan las citadas relaciones entre VVCRC e IDC y VVCRC y RI mediante los diagramas de dispersión correspondientes.

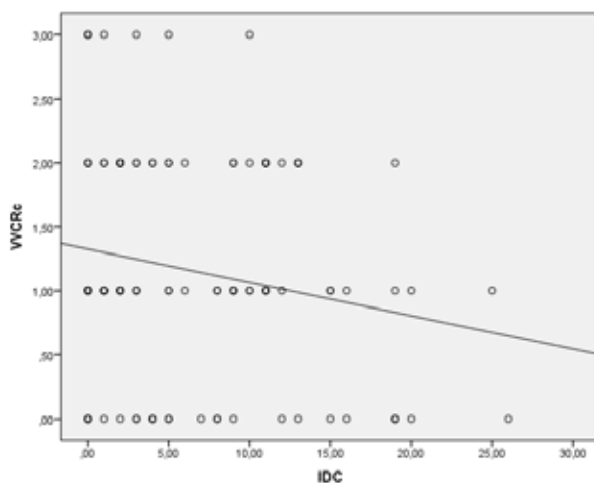


Figura 54 .Relación entre Índice de Discapacidad Cervical (IDC) y Vergencias Verticales Cerca Recobro (VVCRC).
Fuente: elaboración propia.

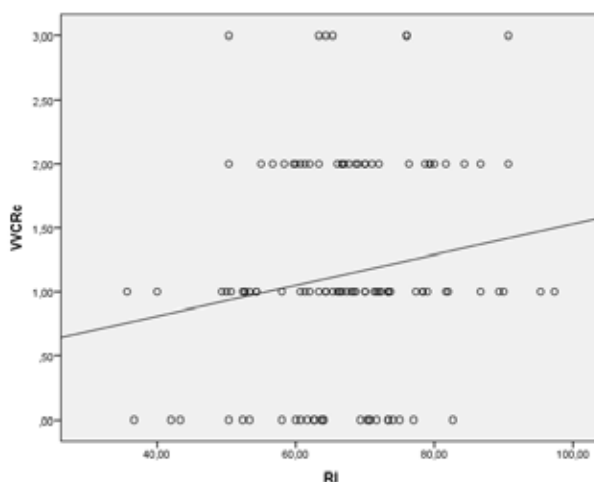


Figura 55 .Relación entre Rotación Izquierda (RI) y Vergencias Verticales Cerca Recobro (VVCRC).
Fuente: elaboración propia.



11. **Flexibilidad Vergencial (FV) con Extensión** (ver tabla 12 y figura 56).

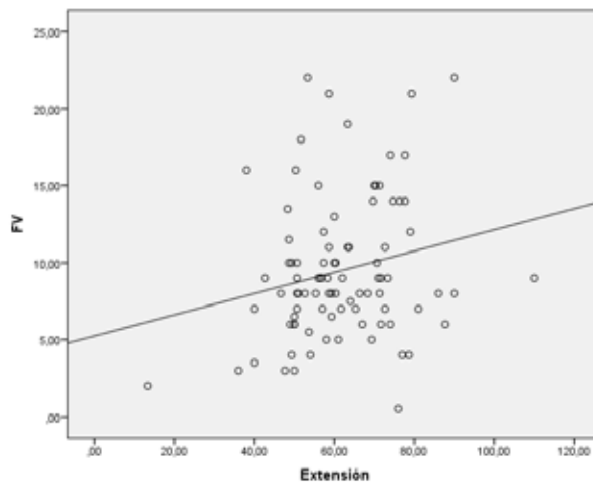


Figura 56 .Relación entre Extensión y Flexibilidad Vergencial (FV).
Fuente: elaboración propia.

5. 2. 3. Comparación del estado de la región cervical de los sujetos con visión binocular normal frente a los fuera de la norma

En cuanto a la comparación de los valores de las variables relativas al dolor, y a la actividad de la musculatura cervical profunda, en los sujetos que presentan un estado de la visión binocular normal o fuera de la norma, no se observan diferencias significativas en ningún caso, excepto en la variable “Base Interna Lejos Rotura”. Los participantes con valores de la variable “Base Interna Lejos Rotura” dentro de la norma, que son 92, tienen un NA (mediana = 4 RIC = 2-6) y un IR (mediana = 8 RIC = 2,5-16) significativamente superior ($p = 0,026$ tamaño del efecto = 0,33 y $p = 0,023$ tamaño del efecto = 0,34 respectivamente) a los 18 sujetos restantes que presentan un valor de variable “Base Interna Lejos Rotura” superior a lo normal

(NA: mediana = 2 RIC = 0-4,5; IR: mediana = 4 RIC = 1-6,5). Estos resultados se muestran gráficamente en las figuras 57 y 58.

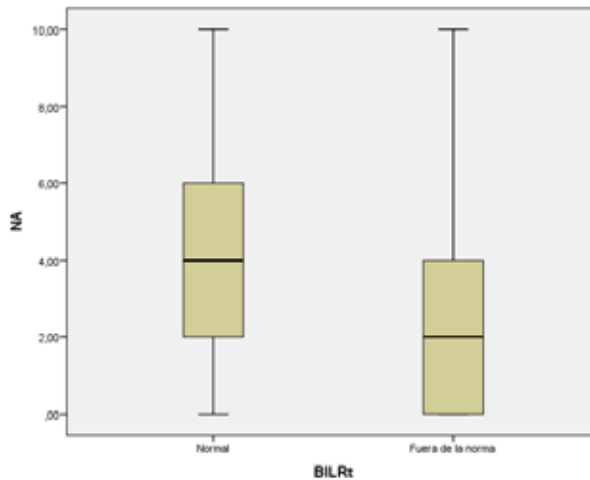


Figura 57 .Diferencias en el Nivel de Activación (NA) en los sujetos con Base Interna Lejos Rotura (BILRt) normal o por encima de tales valores normales.
Fuente: elaboración propia.

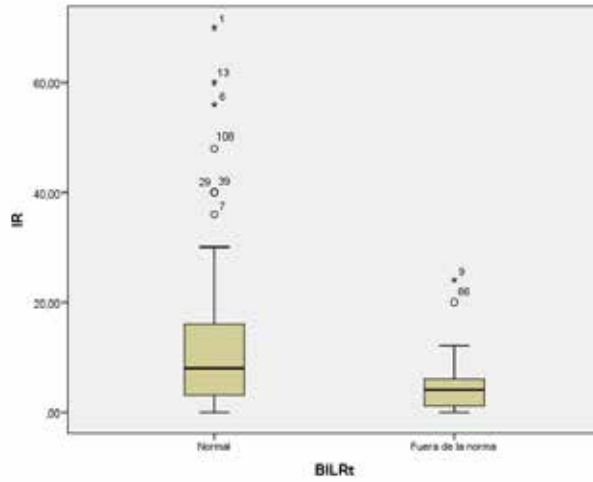


Figura 58 Diferencias en el Índice de Rendimiento (IR) en los sujetos con Base Interna Lejos Rotura (BILRt) normal o por encima de tales valores normales..
Fuente: elaboración propia.

Por lo que respecta a los niveles de las variables relativas a la movilidad del cuello en los individuos con valores normales, o fuera de la norma, en las variables que definían el estado de la visión binocular, en la tabla 13 se presentan las diferencias encontradas, así como en las figuras 59 a 64.

TABLA 13. Comparación de la movilidad cervical según si los sujetos estaban dentro de los valores normativos, o no, en las variables relativas al estado de la visión binocular

Variable	Extension, ° media ± DT	FLD, ° media ± DT	RI, ° media ± DT	
Base Interna (Cerca) Rotura (n = 111)	Cumplen la norma (n = 62)	-	39,96 ± 8,32	-
	No cumplen la norma (n = 49)	36,87 ± 9,55	-	-
	p valor	0,072	-	-
	d de Cohen	0,35	0,35	-
Base Interna (Cerca) Recobro (n = 111)	Cumplen la norma (n = 82)	60 (52,67 - 72,67)*	39,64 ± 9	-
	No cumplen la norma (n = 29)	56,67 (49,33 - 65,17)*	35,63 ± 8,35	-
	p valor	0,074†	0,038	-
	d de Cohen	0,22‡	0,35	-
Base Externa (Lejos) Rotura (n = 106)	Cumplen la norma (n = 75)	62,82 ± 14,25	-	-
	No cumplen la norma (n = 31)	57,14 ± 13,06	-	-
	p valor	0,059	-	-
	d de Cohen	0,41	-	-
Vergencias Verticales (Lejos) Recobro (n = 111)	Cumplen la norma (n = 75)	-	-	68,82 ± 11,30
	Por Debajo de la norma (n = 36)	-	-	63,68 ± 13,04
	p valor	-	-	0,035
	d de Cohen	-	-	0,43
Vergencias Verticales (Cerca) Recobro (n = 111)	Cumplen la norma (n = 85)	-	-	68,36 ± 12,07
	Por Debajo de la norma (n = 26)	-	-	63,21 ± 11,45
	p valor	-	-	0,056
	d de Cohen	-	-	0,43

* Se muestra la mediana y el rango intercuartil.

† Se usó la prueba U de Mann-Whitney

‡ Se calculó el tamaño del efecto siguiendo el método de Grissom.

FLD, Flexión Lateral Derecha; RI, Rotación Izquierda.



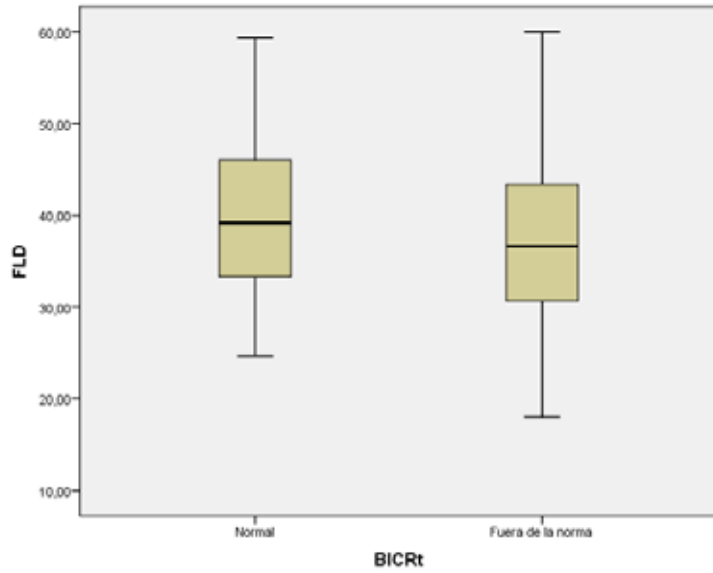


Figura 59 Valores normativos de Base Interna Cerca Rotura (BICRt) y Flexión Lateral Derecha (FLD).
Fuente: elaboración propia.

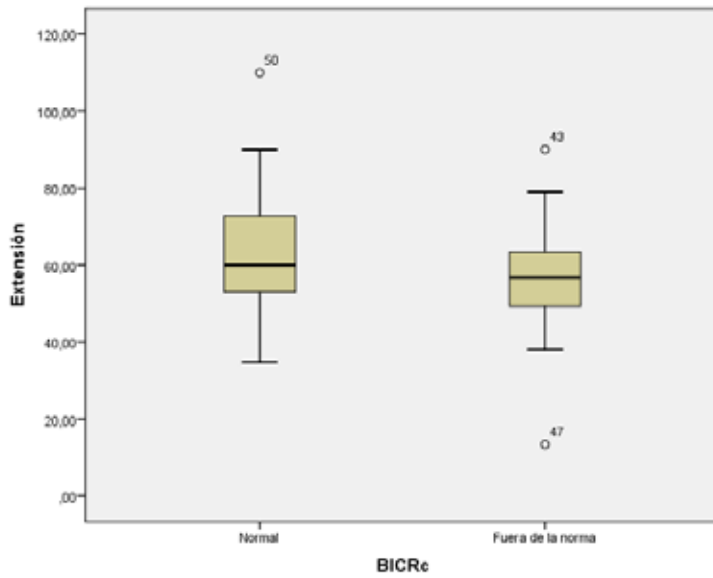


Figura 60 Valores normativos de Base Interna Cerca Rotura (BICRe) y Extensión.
Fuente: elaboración propia.



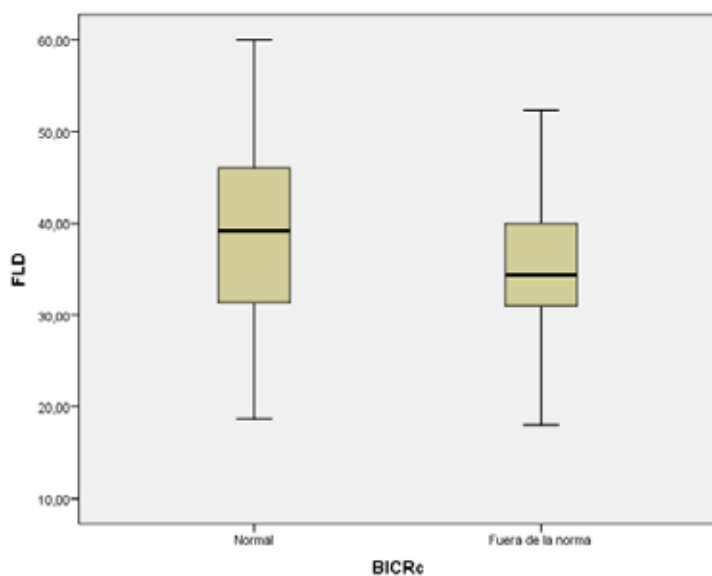


Figura 61 Valores normativos de Base Interna Cerca Recobro (BICRc) y Flexión Lateral Derecha (FLD).
Fuente: elaboración propia.

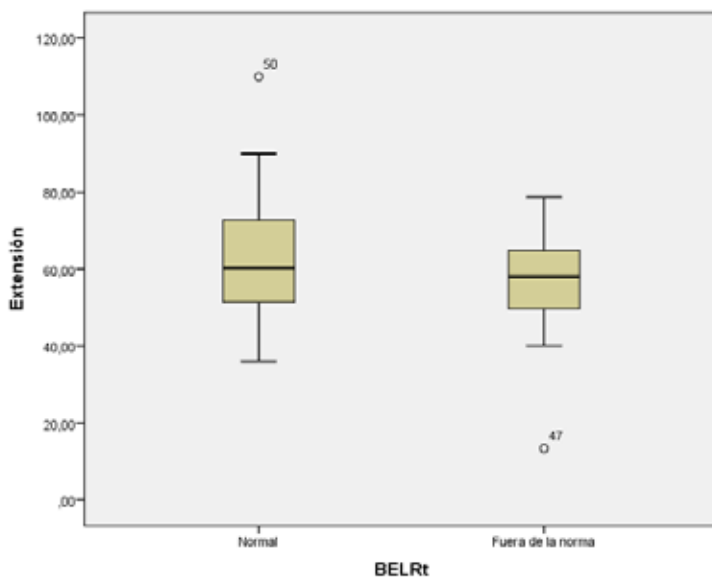


Figura 62 Valores normativos de Base Externa Lejos Rotura (BELRt) y Extensión.
Fuente: elaboración propia.



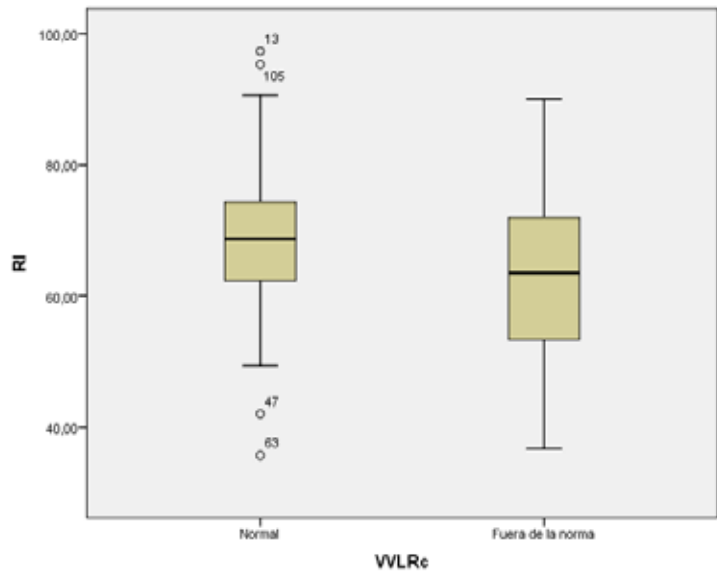


Figura 63 Valores normativos de las Vergencias Verticales Lejos Recobro (VLRc) y Rotación Izquierda (RI).
Fuente: elaboración propia.

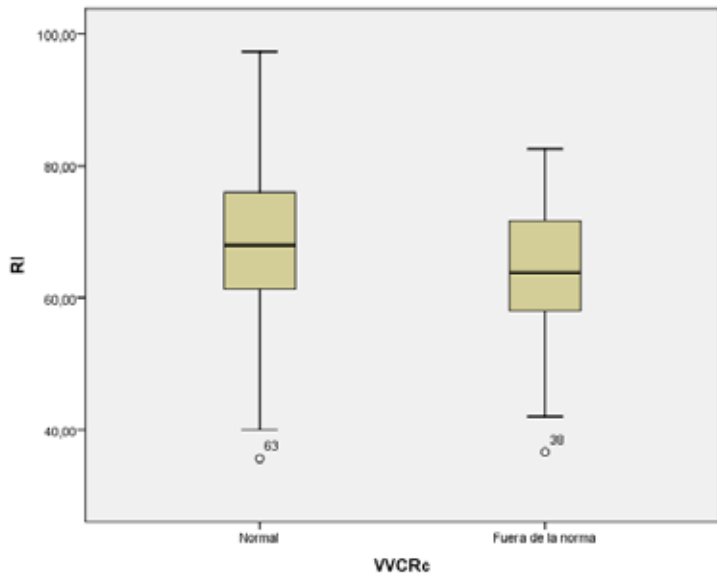


Figura 64 Valores normativos de las Vergencias Verticales Cerca Recobro (VCRc) y Rotación Izquierda (RI).
Fuente: elaboración propia.



5. 2. 4. Comparación del estado de la visión binocular de los sujetos con alteración de la región cervical frente a los que tienen valores normales

Seguidamente procedimos a clasificar a los sujetos en función de los niveles normativos de las variables que definen el estado de la región cervical (NA, IR, IDC y “padecimiento de cervicalgia”). Se compararon las variables relativas a la función binocular en los grupos resultantes de la clasificación establecida según el estado de la región cervical. De todos los parámetros evaluados en relación al estado de la región cervical, el NA fue el que mostró mayores diferencias en el valor de las variables que describen el estado de la visión Binocular de los sujetos. Estos resultados se muestran en la tabla 14 y gráficamente en las figuras 65 a 70.

TABLA 14. Comparación del estado de la visión binocular en los sujetos con nivel de activación mayor o igual a 4 puntos frente a los que tienen nivel de activación menor a 4 puntos

Variable		Foria Lateral (Lejos), Δ	Foria Lateral (Cerca), Δ	Base Externa (Lejos) Rotura, Δ	Base Externa (Cerca) Borrosidad, Δ	Base Externa (Cerca) Rotura, Δ	Base Externa (Cerca) Recobro, Δ
NA	n	47	47	46	37	46	46
	Media ± DT	-0,08 ± 1,92	-3,64 ± 6,37	18,22 ± 7,52	12,84 ± 6,20	19,61 ± 7,48	11,1 ± 5,79
	n	64	64	60	45	62	62
	Media ± DT	-0,84 ± 2,34	-6,99 ± 6,96	14,82 ± 5,74	9,49 ± 5,45	15,35 ± 7,02	8,69 ± 6,23
p valor	0,064	0,011	0,010	0,011	0,003	0,043	
d de Cohen	0,35	0,45	0,52	0,58	0,59	0,40	

NA, Nivel de Activación.

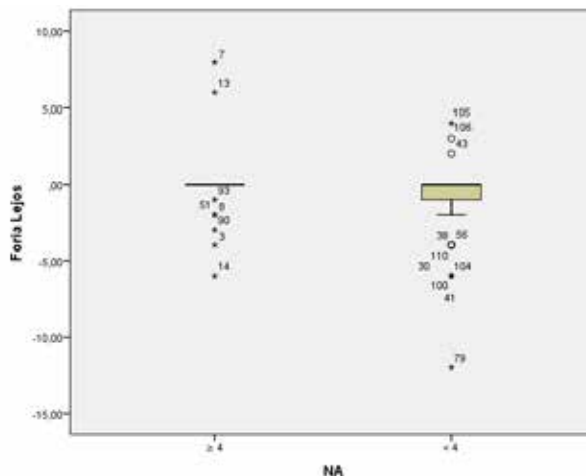


Figura 65 Valores normativos del Nivel de Activación (NA) y Foria de Lejos.
Fuente: elaboración propia.

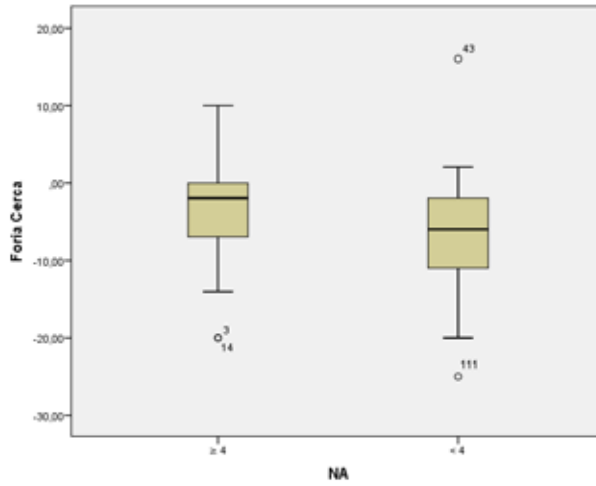


Figura 66. Valores normativos del Nivel de Activación (NA) y Foria de Cerca.
Fuente: elaboración propia.

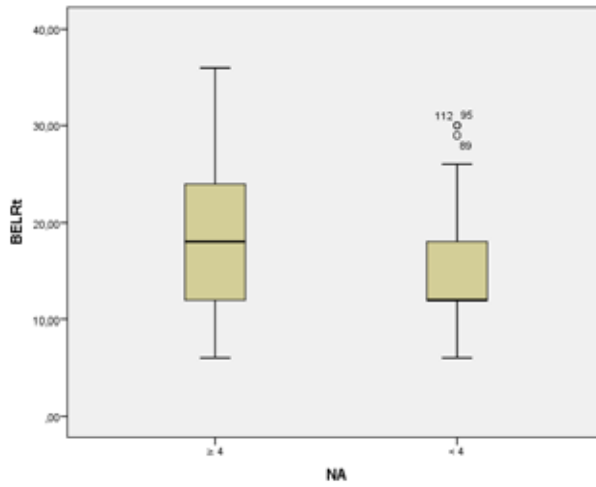


Figura 67. Valores normativos del Nivel de Activación (NA) y Base Externa Lejos Rotura (BELRt).
Fuente: elaboración propia.

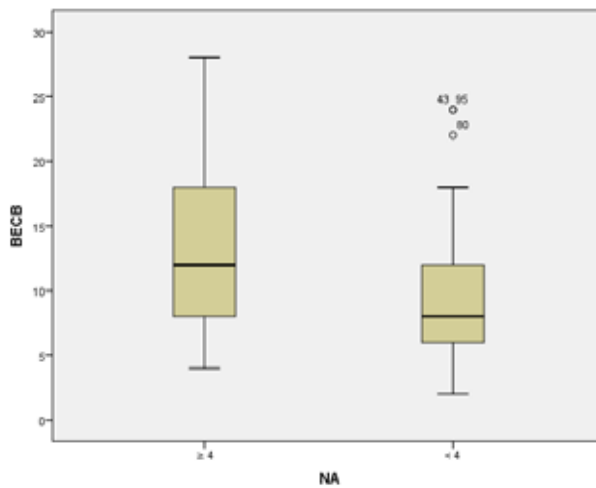


Figura 68. Valores normativos del Nivel de Activación (NA) y Base Externa Cerca Borrosidad (BECB).
Fuente: elaboración propia.

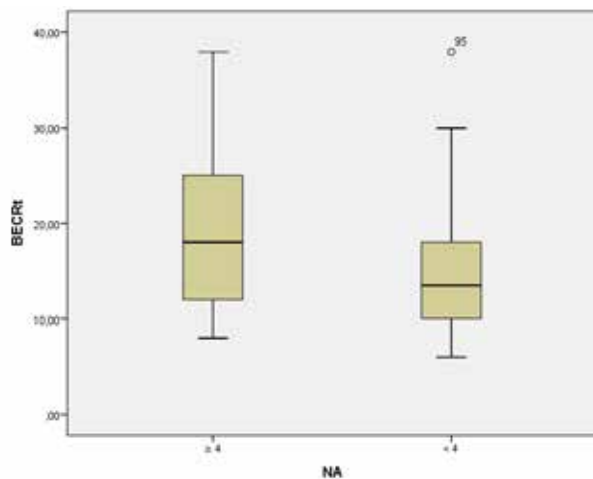


Figura 69 Valores normativos del Nivel de Activación (NA) y Base Externa Cerca Rotura (BECRt).
Fuente: elaboración propia.

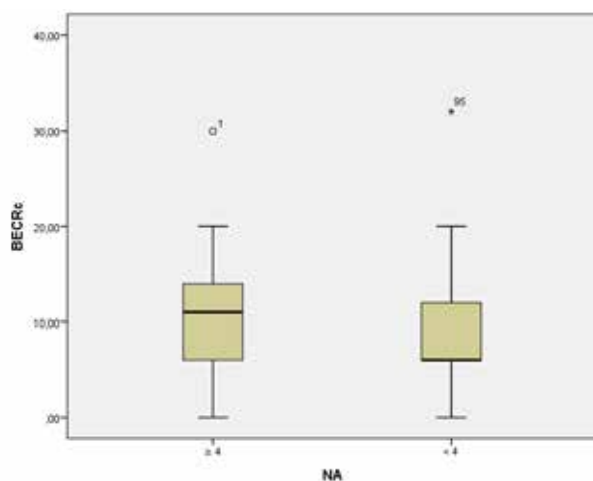


Figura 70 Valores normativos del Nivel de Activación (NA) y Base Externa Cerca Recobro (BECRc).
Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, cuando clasificamos a los pacientes en función del valor del IDC se halló una diferencia significativa ($p = 0,049$ tamaño del efecto; d de Cohen = $0,38$) en la variable “Vergencias Verticales Lejos Recobro”. Esta variable presentó resultados más bajos (media = $0,78 \Delta$ DT = $0,69 \Delta$) en los 54 individuos que tuvieron el IDC mayor o igual a 5 puntos que en los 57 (media = $1,07 \Delta$ DT = $0,84 \Delta$) que lo tuvieron menor a 5 puntos. Describimos estos análisis en la figura 71.



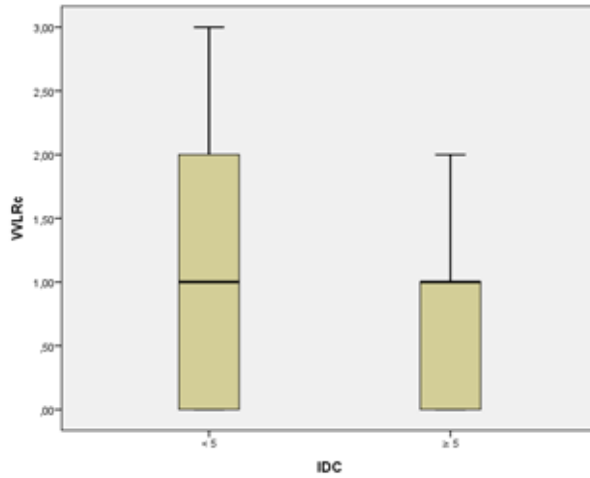


Figura 71 Valores normativos del Índice de Discapacidad Cervical (IDC) y Vergencias Verticales Lejos Recobro (VVLRC).
Fuente: elaboración propia.

Finalmente se encontraron diferencias, a nivel descriptivo, no estadísticamente significativas ($p = 0,079$ tamaño del efecto; d de Cohen = 0,35) en la variable “Foria Lateral de Lejos”, en los sujetos con IR mayor o igual a 10 ($n = 39$ media = $-0,03$ DT = 2,08), frente a los que tuvieron IR menor a 10 puntos ($n = 72$ media = $-0,79$ DT = 2,22). Estos resultados se muestran en la figura 72.

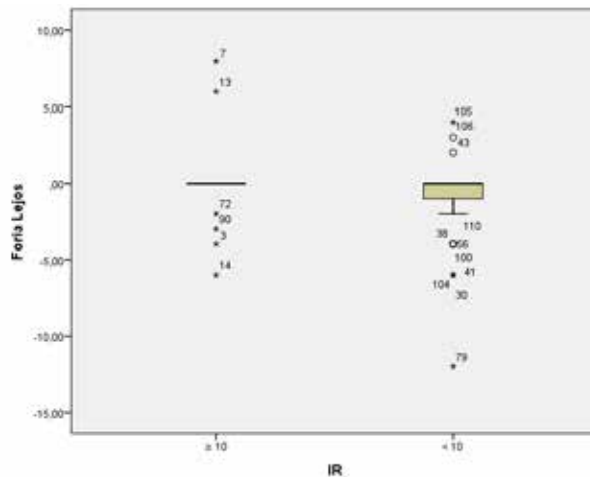


Figura 72 Valores normativos del Índice de Rendimiento (IR) y Foria de Lejos
Fuente: elaboración propia.



5. 2. 5. Comparación del número de sujetos con alteración de la región cervical en los participantes con visión binocular normal frente al número de sujetos con alteración cervical en los que tienen visión binocular fuera de la norma

Al agrupar los sujetos según los valores normativos de las variables que definen el estado de la visión binocular encontramos que, en los que no están dentro de la norma hay un mayor porcentaje de participantes con el NA por debajo de lo normal. Por el contrario, en los sujetos sin alteración de la visión binocular hay mayor porcentaje con el NA normal. Finalmente se encontró que de los sujetos con alteración de la Flexibilidad Vergencial un mayor porcentaje padecían cervicalgia (tenían dolor cervical de tres o más meses de evolución) respecto de los participantes con Flexibilidad Vergencial dentro de la norma. Presentamos estos análisis en la tabla 15 y en las figuras 73 a 76.

TABLA 15. Comparación de los porcentajes de sujetos con la visión binocular dentro y fuera de la norma según presenten o no alteraciones de la región cervical (nivel de activación mayor o igual a 4 puntos frente a los que lo tienen menor a 4 puntos; y según sufran cervicalgia o no)

Variable ≥ 4 n (%)	NA			Cervicalgia			
	< 4 n (%)	p valor	No n (%)	Si n (%)	p valor		
Criterio de Sheard (Cerca)	Cumplen	28 (52,8)	25 (47,2)	0,046	-	-	-
	No cumplen	19 (33,9)	37 (66,1)		-	-	
Base Interna (Lejos) Rotura, Δ	Dentro de la norma	42 (45,7)	50 (54,3)	0,074	-	-	-
	Fuera de la norma (por encima)	4 (22,2)	14 (77,8)		-	-	
Base Externa (Cerca) Borrosidad, Δ	Dentro de la norma	18 (64,3)	10 (35,7)	0,019	-	-	-
	Fuera de la norma (por debajo)	19 (35,2)	35 (64,8)		-	-	
Flexibilidad Vergencial, cpm	Dentro de la norma	-	-	-	10 (58,8)	7 (41,2)	0,059
	Fuera de la norma (por debajo)	-	-	-	24 (33,3)	48 (66,7)	

NA, Nivel de Activación.



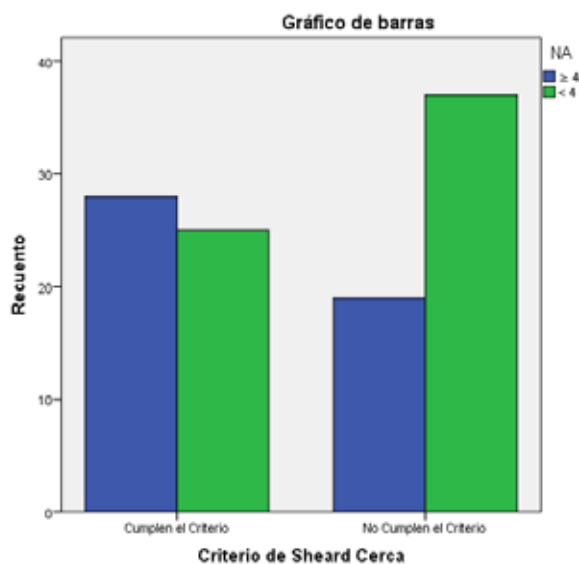


Figura 73 Sujetos que cumplen o no el Criterio de Sheard Cerca frente a valores normativos del Nivel de Activación (NA).
Fuente: elaboración propia.

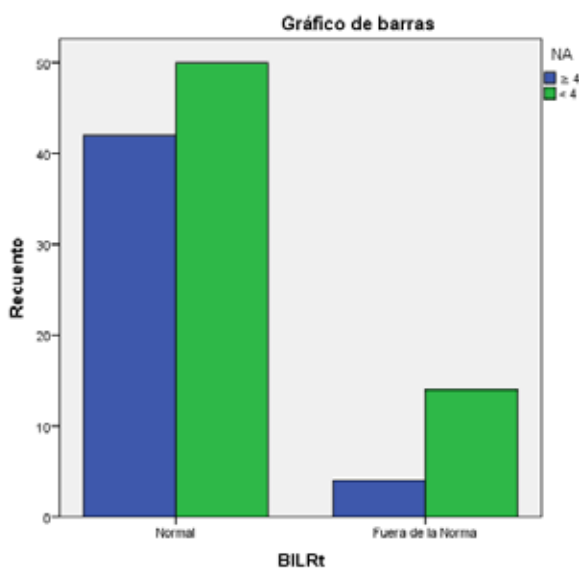


Figura 74 Valores normativos de Base Interna Lejos Rotura (BILRt) y del Nivel de Activación (NA).
Fuente: elaboración propia.



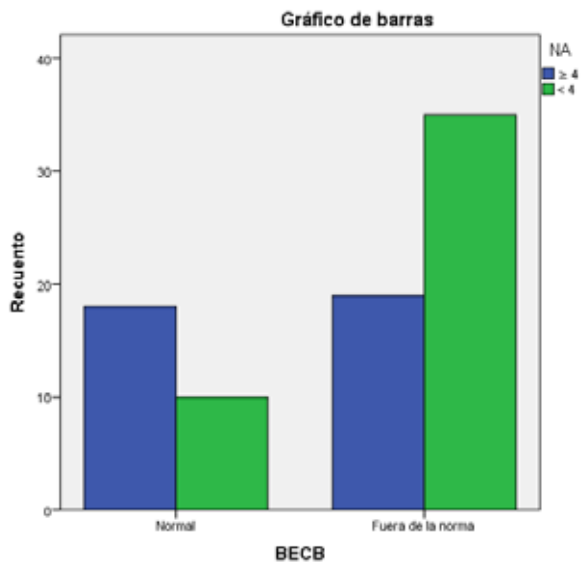


Figura 75 Valores normativos de Base Externa Cerca Borrosidad (BECB) y del Nivel de Activación (NA).
Fuente: elaboración propia.

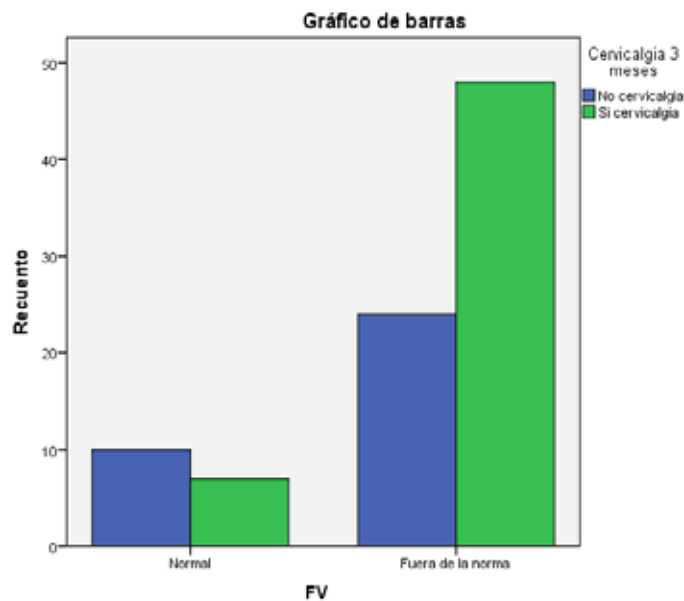


Figura 76 Valores normativos de Flexibilidad Vergencial (FV) y padecimiento de Cervicalgia de tres o más meses de evolución.
Fuente: elaboración propia.





DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



6. Discusión

Esta investigación tiene como objeto la evaluación completa del estado de la función acomodativa y de la visión binocular, determinando la posible existencia de disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas, y analizar si existe relación entre el sistema visual y la región cervical.

En el estudio damos una gran importancia a la evaluación de todos los aspectos de la función acomodativa y visión binocular para determinar un diagnóstico específico, mediante pruebas que presenten la mayor repetibilidad. En alguno de los trabajos revisados se estudian relaciones entre síntomas visuales y dolor de cuello mediante el uso de cuestionarios que consideramos sujetos a cierto grado de subjetividad^{6,11,19,20}. Otros autores alteran el estado de la función acomodativa y visión binocular mediante la inserción de lentes positivas y negativas mono y binocularmente mientras el sujeto fija un estímulo y miden la actividad muscular cervical estableciendo relaciones entre ambos sistemas^{9,16-18,21,22}, o con la ayuda de un fotorrefractor durante el enfoque de un objetivo en movimiento situado a 40 cm¹⁵. Pero en ningún caso, se miden cada uno de los parámetros que definen la función acomodativa y visión binocular buscando disfunciones y su relación con la existencia de dolencias cervicales.

Los resultados del presente trabajo están en consonancia con los estudios realizados con anterioridad, demostrando la relación existente entre el sistema visual y cuello^{9,15-18,21,22}. En la investigación realizada se determina que los sujetos con alteración de la función acomodativa y visión binocular muestran una disminuida respuesta de la musculatura cervical profunda, con niveles del NA e IR bajos, lo que podría causar un aumento del dolor en la zona del cuello, además de presentar una tendencia a padecer cervicalgia de más de tres meses de evolución.

En la primera fase de la investigación, en la cual se analiza la función acomodativa y su relación con la región cervical, los resultados indican que en ambos grupos de la muestra, excesos e insuficiencias, establecidos en la variable global determinada según los criterios de Scheiman y



Wick⁵⁰, los valores del IR (medianas de 8 y 9 puntos, respectivamente) se reducen ligeramente. Esto se traduce en una debilidad de la musculatura flexora profunda, ya que los valores normativos están por encima de ¹⁰.

En relación con la variable dolor, medida con la escala EVA, y movilidad cervical, teniendo en cuenta la rotación derecha, encontramos mayor dolor (3,2 cm) y menor movimiento (63,3°) en el grupo con EA, en comparación con el grupo con IA (1,8 cm y 69,7°). Es decir, en sujetos con EA, la intensidad del dolor fue 1,4 cm mayor que en los participantes con insuficiencia, lo que representa una diferencia clínicamente relevante (según Lauche et al.¹⁵⁸, una diferencia de 0,8 cm se debe considerar como clínicamente importante).

Cuando analizamos las variables, que de forma aislada evalúan algunos de los aspectos relacionados con el estado de la función acomodativa, encontramos que en la FA los participantes con excesos presentan menos dolor y un mayor NA e IR que aquellos que presentan insuficiencias. La diferencia en la intensidad del dolor, medida con la EVA, es estadísticamente significativa y sustancialmente beneficiosa a nivel clínico (según Lauche et al.¹⁵⁸ valores mayores o iguales a 2,65 cm se deben considerar como sustancialmente beneficiosos).

Teniendo en cuenta la ARN, parámetro que ayuda al diagnóstico de las disfunciones acomodativas^{45,54}, se confirma que en presencia de un EA los sujetos presentan una menor movilidad. En cuanto a la AA, muestra resultados que no son concluyentes ya que los sujetos con valores normales presentaron mayor rango de movimiento cervical y, sin embargo, mayor dolor y menor IR de la musculatura cervical profunda.

Sin embargo, estos resultados (FA, AA y ARN) son signos clínicos aislados y aunque existen diferentes criterios en cuanto al número de signos clínicos que han de tenerse en cuenta para definir el estado de la función acomodativa^{45,54,58,159,160}, se deberían considerar varios signos clínicos para conseguir una valoración exacta de dicha función^{54,159,160}. Además, las comparaciones mencionadas se basan en un número reducido de sujetos, con lo cual estos resultados deben ser considerados con precaución.

Se detectó la existencia de posibles anomalías acomodativas, en base a los distintos signos clínicos que definen Sheiman y Wick^{55,161}, estableciéndose relaciones entre excesos, insuficiencias, y sujetos sin alteración acomodativa con el estado de la región del cuello, sin provocar, por parte de los evaluadores, una alteración de la acomodación. Para llevar a cabo esta clasificación, las variables relativas a la función acomodativa se agruparon en un conjunto de pruebas específicas cuando evalúan la



misma función directa o indirectamente y se identifica el tipo de trastorno (exceso o insuficiencia) en función de las pruebas y la agrupación de los resultados. Este sistema de diagnóstico y clasificación de disfunciones acomodativas es el utilizado comúnmente en la práctica clínica^{4,33,48,52,53,63,162}.

Como consecuencia de aplicar este sistema de clasificación, sujetos que presentan valores normales de la función acomodativa, considerando signos clínicos aislados, pueden tener alterados otros signos, por lo que pasaran a engrosar el grupo de los clasificados con exceso o insuficiencia acomodativa global. Así, por ejemplo, en la variable FAOD sólo aparecen 6 individuos con exceso (con IR alto), otros 6 con insuficiencia (con IR bajo) y 39 normales (con IR medio). Pero de estos 39 sujetos con valores normales la mayor parte de ellos presentan alterados otros signos y pasarán a formar parte del grupo global de insuficiencias o excesos. De este modo en la variable global determinada según el criterio de Scheiman y Wick, solo hay 3 sujetos con valores normales, 24 con insuficiencias y 25 con excesos. En los 24 participantes con insuficiencia (considerando la variable global) el IR es mayor, respecto del IR de los 6 sujetos con insuficiencia cuando se considera aisladamente FAOD, debido a que se han añadido a ese grupo de insuficiencias de la variable global sujetos “normales” en el signo aislado. De igual modo el número de participantes con exceso en la clasificación global, se ha visto engrosado por sujetos “normales” considerando aisladamente FAOD. Esto hace que el IR en los sujetos con excesos de la clasificación global disminuya a la mitad, situándose incluso por debajo del IR de los que tienen insuficiencia según FAOD. Por ello consideramos como más relevantes los resultados obtenidos en la variable global puesto que es la que realmente muestra qué sujetos tienen excesos o insuficiencias.

Por otro parte, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables referidas a la función acomodativa en los grupos en los que se clasificó a los sujetos según el estado de la región cervical (es decir, en los participantes con NA, IR, IDC y presencia de cervicalgia dentro de la norma frente a los que se encuentran fuera de la norma). Esto podría deberse al reducido tamaño de la muestra de la primera parte del presente trabajo.

Los resultados de esta primera fase del estudio podrían explicar la relación entre la presencia de disfunciones acomodativas y el padecimiento de dolencias cervicales.

Por un lado, se ha descrito que un problema cervical puede originar una alteración de la acomodación¹⁴. Esto podría justificarse en base a la



doble inervación del músculo ciliar por parte del sistema nervioso simpático (SNS) y sistema nervioso parasimpático (SNPS).

La acomodación es controlada por la acción del músculo ciliar, que está inervado por el sistema nervioso autónomo. El control de la acomodación está mediado principalmente por la inervación del SNPS, que se traduce en cambios en el poder dióptrico del cristalino. Sin embargo, existe evidencia también de una inervación simpática del músculo ciliar¹¹⁷.

El papel de la contribución del SNS en la acomodación ha sido un tema controvertido. El punto de vista clásico propuesto por Helmholtz, sostiene que no hay aportación del sistema simpático al músculo ciliar y que el poder refractivo del cristalino se incrementa para la visión de cerca como resultado de la acción parasimpática. Sin embargo, hay muchos autores que afirman la doble inervación del músculo ciliar por parte del SNS y SNPS^{117,118,163-167}.

Se demuestra un SNPS predominante frente a un SNS complementario. La actuación del SNS con relación a la acomodación se caracteriza por ser de tipo inhibitorio, provocando un efecto relativamente pequeño sobre la acomodación (probablemente no más de -2 D) y relativamente lento (cursos de tiempo que oscilan entre 20 y 40 s en comparación con los 1 o 2 s para el SNPS) y con variabilidad entre los distintos individuos¹¹⁸. Ante una actividad parasimpática elevada parece aumentar la actividad del SNS directamente, pero no en una medida mayor que 2D, incluso para niveles muy altos del SNPS¹¹⁸.

En este contexto, el papel de la inervación simpática del músculo ciliar puede aliviar el exceso acomodativo provocado por un abuso de las tareas de visión en cerca evitando de esta forma la aparición de un EA. Se propone que los individuos con un déficit en la inhibición simpática, pueden estar predispuestos a anomalías de la acomodación^{166,167}.

El centro medular de la vía simpática es el centro cilioespinal de Budge, localizado entre las vértebras C8 y D2 en la médula espinal. Las fibras nerviosas dejan la médula dirigiéndose hacia la cadena cervical ganglionar, llegando al ganglio cervical superior en el cuello, y desde aquí se dirigen al cráneo, donde se unen a la rama oftálmica nasociliar del nervio trigémino. Las fibras simpáticas eferentes inervan el cuerpo ciliar y los músculos dilatadores de la pupila a través de esta rama nasociliar y de los nervios ciliares largos¹⁶⁸. De esta forma, una disfunción vertebral cervical puede afectar al centro cilioespinal de Budge y a los ganglios cervicales, afectándose la inervación simpática, provocando un EA.

Brown¹⁴, afirma que sujetos con latigazo cervical sufren afectación de la inervación simpática al ojo, alterando así el equilibrio entre el control parasimpático y simpático, traducándose esta situación en una disfunción de la acomodación.

No obstante, a pesar de todo lo referido, los resultados de este estudio no encuentran diferencias significativas que apunten en la dirección de la posible influencia del estado de la región cervical sobre la función acomodativa.

Por otra parte, también se considera la posibilidad de que una disfunción acomodativa puede desencadenar un problema cervical como consecuencia de la adaptación postural que ocurre buscando el confort visual. De esta forma, en un sujeto con alteración en la acomodación que refiere síntomas diversos^{2,3,52}, la cabeza podría situarse en una posición donde existe de forma refleja una disminución del tono del músculo ciliar, contribuyendo esta situación a la aparición de una alteración cervical.

Domkin et al.¹⁵, afirman que altos niveles sostenidos de fuerza de contracción del músculo ciliar están asociados con el aumento de los niveles de activación del músculo trapecio, pudiendo contribuir esta situación al desarrollo de dolencias musculoesqueléticas en la zona del cuello.

En la segunda fase de la investigación, se analizaron las variables que definen el estado de la visión binocular y su relación con la región cervical.

Son varios los síntomas y signos que pueden usarse para diagnosticar las anomalías binoculares. Sin embargo, hay una falta de consenso en la literatura científica sobre qué criterios diagnósticos deben utilizarse para definir cada disfunción^{3,48,52}. En el presente estudio, se han utilizado los propuestos por Jiménez et al.⁷⁸, en base a las variables: heteroforia horizontal, rango de vergencias horizontales en ambas direcciones BI y BE, rango de VV, FV y estereopsis. A partir de los valores de estas variables, se determinó la relación entre la existencia de disfunciones binoculares no estrábicas, con las variables que definen el estado de la región cervical.

Teniendo en cuenta todas las variables que definen la visión binocular, se distinguen, en la muestra, esencialmente, dos grupos:

- Participantes que presentan disfunciones binoculares no estrábicas: insuficiencia de convergencia (IC), exceso de divergencia (ED), disfunción de la vergencia fusional (DVF), desviaciones verticales (DV), visión binocular inestable^{48,52}.



- Participantes con visión binocular dentro de la normalidad.

Se distinguen sujetos que presentan valores en la variable “Base Interna Lejos Rotura” superiores a la norma, condición que provoca una tendencia hacia mayores amplitudes de divergencia y se asocia a exodesviación mayor en lejos que en cerca, signos que caracterizan un exceso de divergencia^{96,99,100,169}. Este grupo presenta bajos niveles de NA e IR en comparación con el grupo cuyo valor en la variable “Base Interna Lejos Rotura” está dentro de la normalidad.

Por otro lado, se distinguen sujetos con valores en las variables “Base Interna Cerca Rotura”, “Base Interna Cerca Recobro”, “Base Externa Lejos Rotura”, “Vergencias Verticales Lejos Recobro” y “Vergencias Verticales Cerca Recobro” fuera de la norma, que determinan rangos de amplitud de fusión horizontales y verticales alterados y que se asocian con desviaciones en lejos y cerca¹⁷⁰⁻¹⁷². En este grupo de sujetos está disminuida la FLD, RI y extensión.

Los sujetos se clasificaron en función del estado de la región cervical, esto es, que presenten valores normales o alterados en las variables relacionadas con la región cervical. De esta forma, se pudo detectar que los participantes con valores de NA por debajo de la norma presentan una ligera exoforia en cerca y valores de “Borrosidad”, “Rotura” y “Recobro” en la variable “Base Externa Cerca” ligeramente disminuidos; situación que conduce a una tendencia a disminuir el rango de amplitud en las VFP, aunque dentro de la normalidad. Estos signos se pueden asociar con la presencia de una insuficiencia de convergencia^{83,170,173}.

También se observa que sujetos con valores de IDC por encima de la norma, esto es, con discapacidad cervical, presentan recobros por debajo de la norma en las “Vergencias Verticales” en lejos, signo clínico que puede asociarse a una disfunción vertical¹⁷⁴, mientras que los participantes con niveles de IDC normales tenían recobros en las “Vergencias Verticales” en lejos dentro de la normalidad.

Al analizar las relaciones existentes, considerado los valores normativos tanto de las variables que definen el estado de la visión binocular, como de las variables referidas al estado de la región cervical, se comprobó que en el grupo de sujetos que no cumple el criterio de Sheard en cerca¹³⁸ (situación que se identifica con visión binocular inestable), existe un mayor porcentaje de individuos con valores disminuidos de NA. De igual forma, entre los sujetos que presentan valores en la variable “Base Interna Lejos Rotura”, por encima de la norma (situación que se puede asociar a la presencia de un exceso de divergencia^{96,99,100,169}) y sujetos que presen-



tan valores en la variable “Base Externa Cerca Borrosidad” por debajo de la norma (circunstancia que se puede asociar a la presencia de una insuficiencia de convergencia^{83,170,173}) se halló un mayor porcentaje con niveles disminuidos de NA (menores a 4). Por otro lado, se encontró que en los sujetos con valores disminuidos en la variable “Flexibilidad Vergencial” (signo asociado a la presencia de disfunción de la vergencia fusional^{176,175}) un mayor porcentaje referían dolor cervical de tres o más meses de evolución y, por tanto, tendencia a padecer cervicalgia frente a los sujetos en los que el valor de la variable “Flexibilidad Vergencial cerca” era normal y referían menor dolor.

Los resultados de esta segunda fase de la investigación, permiten establecer relaciones entre el padecimiento de disfunciones binoculares y alteraciones cervicales.

En primer lugar, se propone que una alteración en la región cervical puede desencadenar la aparición de una disfunción binocular.

Existen tres reflejos¹³⁵, que influyen en la estabilidad postural, y de la cabeza y ojos, los cuales dependen de las aferencias cervicales: el reflejo cervico-cólico, el reflejo cervico-ocular y el reflejo tónico del cuello. Dichos reflejos llevan a cabo su función junto con otros, siendo influidos por los sistemas, vestibular y visual, para una estabilidad coordinada de la cabeza, los ojos y la postura. El reflejo cervico-ocular actúa con el reflejo vestibulo-ocular y el reflejo optocinético, con el fin de mantener la visión estable en la retina durante el movimiento de la cabeza.

Las personas con dolor crónico de cuello presentan una serie de hallazgos objetivos que incluyen: alteraciones en la estructura y función del flexor cervical profundo^{176,177} y músculos extensores^{178,179}, rango reducido de movimiento del cuello¹⁸⁰ y déficit propioceptivo¹⁸¹⁻¹⁸³. Los receptores puestos en juego en la propiocepción son mecanorreceptores, presentes en toda la región cervical^{129,130}, y también es alta la densidad de estos receptores en la musculatura extraocular (MEO)¹³¹⁻¹³⁴.

El reflejo cervico-ocular responde a señales propioceptivas procedentes de los músculos profundos del cuello y las cápsulas articulares de C1 a C3, para llegar a los núcleos vestibulares¹⁸⁴. Se ha demostrado una mayor ganancia del reflejo cervico-ocular en pacientes con latigazo cervical^{119,185,186}.

En este contexto, un reflejo cervico-ocular alterado en sujetos con dolor de cuello, podría modificar el tono de los músculos extraoculares, ocurriendo la desestabilización de una foria al alterarse el rango de vergen-



cias fusionales y apareciendo, por tanto, una alteración binocular.

Además, como en el caso de las disfunciones acomodativas, se propone que una disfunción binocular puede generar problemas en la zona del cuello por la adaptación postural que ocurre en un intento de mantener la binocularidad y conseguir confort visual.

La mayoría de los casos de sujetos que presentan postura anómala de cabeza, se manifiestan como: inclinación de la cabeza, giro de la cara, mentón hacia arriba o abajo o combinación de estas posturas¹⁸⁷. Estos tipos de alteraciones se producen principalmente buscando encontrar el confort visual¹⁸⁸⁻¹⁹⁴.

Zhang et al.¹⁹⁵, observan una postura anómala de la cabeza en un grupo de niños mientras ven la televisión. Los sujetos presentaban reducidos rangos de vergencia fusional horizontal en ambas direcciones, convergencia y divergencia, por lo que tenían una zona de visión binocular pequeña, que compensaban torciendo la cabeza. Maxwell et al.^{196,197} e Irsch et al.¹⁷⁴, informan como disminuye la disparidad vertical mediante la inclinación de la cabeza. Nucci et al.¹⁹⁴, sugieren que una afectación en los músculos del cuello puede ser secundaria a una inclinación de la cabeza en el intento de compensar una desviación vertical por afectación del músculo oblicuo superior.

Esta adaptación postural sería buena para mejorar la visión, pero daría lugar a disfunciones articulares y musculares en el cuello, dando lugar a una patología cervical si se mantiene en el tiempo. Visto de esta manera, el dolor de cuello sería la contraprestación para la mejora de la agudeza visual. La disfunción del cuello puede ser el resultado de una compensación permanente al servicio de la comodidad visual, como dice Richter, "The eyes steer the body! [sic]"¹



DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



María del Carmen Sánchez González
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

7. Futuras líneas de investigación

Dada la relación entre ambos sistemas, el visual y el musculoesquelético del cuello, sería una opción en investigaciones futuras:

- Plantear una intervención mediante un programa de terapia visual en sujetos con disfunciones acomodativas y/o binoculares no estrábicas y dolor de cuello. La terapia visual ha demostrado ser una opción de tratamiento útil en sujetos con estas anomalías¹⁹⁸⁻²⁰¹
- Estudiar la relación entre disfunciones visuales (acomodativas y binoculares no estrábicas) y la región cervical utilizando otros dispositivos, como un electromiógrafo, que aporten información adicional.
- Estudiar la posibilidad de establecer relaciones entre disfunciones visuales (acomodativas y binoculares no estrábicas) y músculos de otras zonas anatómicas.
- Estudiar la relación entre disfunciones visuales (acomodativas y binoculares no estrábicas) y posturas anómalas de cabeza y cuello.
-



DISFUNCIONES ACOMODATIVAS Y BINOCULARES NO ESTRÁBICAS Y SU RELACIÓN
CON ALTERACIONES DE LA REGIÓN CERVICAL. DISFUNCIÓN CRUZADA



María del Carmen Sánchez González
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

8. Conclusiones

1. El procedimiento de valoración de la función acomodativa permite detectar tanto excesos como insuficiencias acomodativas durante la primera fase del estudio.
2. De igual forma, el protocolo de evaluación de la visión binocular permite la detección de distintas anomalías binoculares no estrábicas en la segunda fase de la investigación: insuficiencia de convergencia, exceso de divergencia, disfunción de vergencia fusional, disfunción vertical y visión binocular inestable.
3. Un exceso acomodativo se relaciona con bajos niveles de activación y de índice de rendimiento de la musculatura profunda del cuello, menor movilidad del cuello, así como una mayor discapacidad funcional y dolor cervical.
4. La presencia de anomalías binoculares no estrábicas (insuficiencia de convergencia, exceso de divergencia, disfunción de vergencia fusional, disfunción vertical y visión binocular inestable) se relacionan con bajos niveles de activación y de índice de rendimiento de la musculatura profunda del cuello, menor movilidad del cuello, mayor discapacidad funcional y dolor cervical.
5. Una alteración en la región cervical puede relacionarse con la aparición de disfunciones binoculares no estrábicas.

