

# Relación entre el sistema acomodativo visual y la postura del sujeto. Estudio piloto de asociación cruzada

## *Visual accommodation system and its relationship with baropodometric parameters. Cross-association pilot study*

Sánchez-González MC<sup>a</sup>, Pérez-Cabezas V<sup>b</sup>, Serrano-Sanchez FJ<sup>c</sup>, Yébenes-López MS<sup>d</sup>, Gutiérrez-Sánchez E<sup>e</sup>, Sánchez-Martín A<sup>a</sup>, Ruiz-Molinero C<sup>b</sup>, Sánchez-González JM<sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Departamento de Física de la Materia Condensada, Área de Óptica, Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

<sup>b</sup> Departamento de Enfermería y Fisioterapia, Universidad de Cádiz. Cádiz, España

<sup>c</sup> Departamento de Fisioterapia. Escuela Universitaria Francisco Maldonado. Osuna. Sevilla, España

<sup>d</sup> Servicio Andaluz de Salud, Consejería de Salud, Junta de Andalucía. España

<sup>e</sup> Departamento de Cirugía, Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

### Correspondencia:

Verónica Pérez-Cabezas

veronica.perezcabezas@uca.es

Recibido: 15 octubre 2019

Aceptado: 18 noviembre 2019

### RESUMEN

**Objetivo:** determinar la relación entre las alteraciones acomodativas del sistema visual y los valores baropodométricos obtenidos a través de una plataforma de presiones. **Material y método:** se realizó un estudio descriptivo y transversal de asociación cruzada entre variables optométricas y baropodométricas medidas a través de metodología de alta repetibilidad. Las variables optométricas fueron amplitud de acomodación, acomodación relativa, respuesta acomodativa y flexibilidad de acomodación. Las variables baropodométricas fueron superficie, carga y presión del pie, ángulo podálico y ángulo de Fick. Se incluyeron 34 sujetos (20 mujeres y 14 varones) con edad media de  $26 \pm 6$  (18-39) años y se clasificaron en dos grupos en función del estado acomodativo: exceso acomodativa (EA) e insuficiencia acomodativa (IA). **Resultados:** nuestros resultados mostraron que en ambos grupos se observa mayor porcentaje de carga y presiones máximas y medias en el pie izquierdo que en el derecho y mayor superficie en ambos pies en el antepié respecto del retropié, pero tales diferencias fueron mayores en el grupo de EA. Por otro lado, los EA mostraron mayor porcentaje de carga en el antepié que en el retropié, sucediendo justamente lo contrario en los sujetos con IA. **Conclusiones:** los resultados muestran indicios de una posible relación entre las anomalías visuales del sistema acomodativo y algunos parámetros baropodométricos. En ambos grupos (EA e IA) podría existir una alteración postural, siendo mayor en los EA. Son necesarias más investigaciones que identifique el sentido de esta relación.

**Palabras clave:** acomodación ocular, presión, postura, equilibrio postural.

### ABSTRACT

**Objective:** to determine the relationship between accommodative visual dysfunctions and baropodometric values obtained through a pressure platform. **Material and method:** a descriptive and cross-sectional study between optometric and baropodometric variables measured through high repeatability methodology was carried out. **Optometric variables** were accommodative amplitude, relative accommodation, accommodative response and accommodative facility. **Baropodometric variables** were plantar surface, load and foot pressure, podalic angle and Fick

*angle. Thirty-four subjects (20 women and 14 men) with a mean age of  $26 \pm 6$  (18-39) years were included and were classified into two groups according to the accommodative state: accommodative excess (AE) and accommodative insufficiency (AI). Results: our results showed that in both groups there is a greater percentage of load and maximum and average pressures in the left foot than in the right foot and greater surface area in both feet in the forefoot with respect to the hindfoot, but such differences were greater in the group of AE. On the other hand, the AE showed a higher percentage of forefoot load than in the hindfoot, with the opposite happening in the subjects with AI. Conclusions: the results show signs of a possible relationship between the visual dysfunctions of the accommodative system and some baropodometric parameters. In both groups (AE and AI) there could be a postural alteration, being greater in the AE. More research is needed to identify the meaning of this relationship.*

**Keywords:** *ocular accommodation, pressure, posture, postural balance.*

## INTRODUCCIÓN

En seres humanos sanos, el control postural está regulado por los sistemas somatosensorial, vestibular y visual. Un control postural de calidad se debe, por tanto, al buen funcionamiento de los sistemas periféricos. A través del coeficiente de Romberg muchos estudios posturográficos<sup>(1-3)</sup> evalúan el comportamiento de los sistemas periféricos sobre la oscilación postural. En todos ellos, el coeficiente de Romberg establece que el balanceo corporal disminuye en sujetos sanos con los ojos abiertos<sup>(1,2)</sup>, determinando la visión como el sistema más influyente en la postura.

El rendimiento visual está regulado por el sistema acomodativo y binocular. En un gran número de investigaciones<sup>(4-7)</sup> se evidencia la estrecha relación existente entre el sistema binocular y el control de la postura. Estos trabajos científicos<sup>(4-7)</sup> determinaron una influencia positiva de la convergencia visual sobre el control postural.

Los autores Lè y Kapoula<sup>(7)</sup> en 2006 concluyeron que la visión monocular mejoraba la estabilidad postural cuando se miraba un objeto a una distancia lejana. Por el contrario, cuando se observaba un objeto de cerca era la visión de ambos ojos a la vez quien producía un mejor control postural. Años más tarde, Kapoula y cols.<sup>(6)</sup> estudiaron a pacientes con pérdidas en el sistema vestibular, condición que provoca una disminución del control postural. Estos sujetos demostraron tener un menor balanceo en la postura cuando fijaban la mirada de cerca, sugiriendo que la convergencia en cerca mejoraba la estabilidad de la postura.

Foisy y cols.<sup>(8)</sup> en su trabajo de 2015, confirman la influencia de diferentes estimulaciones en el pie sobre el

sistema visual, en concreto en el movimiento de vergencias (movimiento conjugado de ambos ojos que se mueven de forma sincronizada en direcciones opuestas ante un estímulo), esto es, la postura del sujeto también puede influir en la visión, y en contraposición, determinaron que dichas estimulaciones no repercutían en las sacadas oculares (movimientos rápidos del ojo).

El sistema acomodativo está regulado por el cristalino y los procesos ciliares, y nos permite enfocar la visión a diferentes distancias gracias al cambio de poder refractivo tras una modificación en la estructura del sistema. El uso excesivo de tareas en visión próxima está provocando un aumento en la prevalencia de disfunciones del sistema acomodativo, repercutiendo en la vida laboral y personal de los individuos. Según los autores Scheiman y Wick<sup>(9)</sup>, el dolor de cabeza, la visión borrosa y la fotofobia son algunos de los síntomas del exceso de acomodación. Sin embargo, son pocas las investigaciones que evalúen la influencia del sistema acomodativo en el control postural.

Kopula y cols.<sup>(10)</sup> estudiaron el efecto de prismas y de lentes esféricas sobre la postura en un grupo de niños con dislexia y un grupo control de niños sanos. Sobre una plataforma de fuerza evaluaron el control postural con lentes de -1,00 y -3,00 dioptrías (D), en el cual se pone en marcha el sistema acomodativo. Estos autores concluyeron la existencia de inestabilidad postural cuando la respuesta acomodativa era diferente a la inducida a través de lentes esféricas, sin existir diferencias entre ambos grupos. Este estudio requiere de datos objetivos sobre la acomodación y la posturografía que refuercen sus conclusiones.

La revisión de la literatura científica expuesta indica

que sigue siendo necesario desarrollar estudios de investigación, ya que los resultados obtenidos no proporcionan una información concluyente respecto al tema planteado. Por ello, se ha desarrollado el presente estudio.

El objetivo de este estudio es determinar la posible relación existente entre las alteraciones acomodativas del sistema visual y los parámetros baropodométricos obtenidos en la estática a través de una plataforma de presiones. Para ello, desarrollamos una evaluación íntegra de la acomodación a través de los parámetros que definen su estado usando las pruebas de mayor repetibilidad.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Diseño

Realizamos un estudio descriptivo de carácter transversal de asociación cruzada entre variables optométricas y baropodométricas. Estas mediciones se efectuaron en el Área de Óptica y Optometría de la Universidad de Sevilla (Facultad de Farmacia) entre el 1 de abril de 2016 y el 31 de septiembre de 2016.

### Aspectos Éticos

Todos los participantes entregaron el consentimiento informado firmado, tras ser previamente asesorados de forma verbal y escrita de la naturaleza y las posibles consecuencias de esta investigación. El Comité de Ética de la Investigación de los Hospitales Universitarios Virgen Macarena-Virgen del Rocío aprobó la realización de este estudio.

### Muestra

Un total de 34 sujetos (20 mujeres y 14 varones) participaron en el estudio con edad media de  $26 \pm 6$  (18–39) años (tabla 1). El grupo estudiado estaba compuesto por alumnos, profesores y personal de administración y servicios de la Universidad de Sevilla. Se contactó con toda la comunidad universitaria de la Facultad de Farmacia a través de correo electrónico. Se llevó a cabo un muestreo por conveniencia. Cuarenta y ocho sujetos estaban interesados en participar, pero tras ser informados de forma verbal y escrita a cerca de este estudio, 3 rechazaron participar y 11 fueron excluidos. En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo de los participantes incluidos en el estudio.

TABLA 1. Características de la muestra.

Variables	Total de la muestra n = 34	Insuficiencia acomodativa n = 17	Exceso acomodativo n = 17	p-valor
Sexo, n (%)	Mujer	20 (58,8 %)	11 (64,7 %)	0,486
	Hombre	14 (41,2 %)	6 (35,3 %)	
Edad (años), media $\pm$ DT	$26 \pm 6$	24 (21-35) <sup>a</sup>	25 (22-28) <sup>a</sup>	0,665 <sup>b</sup>
Peso (kg), media $\pm$ DT	$68,69 \pm 14,96$	67,4 (60,7-74) <sup>a</sup>	64 (60,4-74,8) <sup>a</sup>	0,718 <sup>b</sup>
Talla (m), media $\pm$ DT	$1,68 \pm 0,10$	$1,68 \pm 0,09$	$1,68 \pm 0,10$	0,987 <sup>c</sup>
Índice de Masa Corporal (kg/m <sup>2</sup> ), media $\pm$ DT	$24,22 \pm 3,61$	$24,26 \pm 2,97$	$24,19 \pm 4,25$	0,956 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Se muestra la mediana y el rango intercuartil (RIC).

<sup>b</sup> Se usó la prueba U de Mann-Whitney.

<sup>c</sup> Se empleó la prueba t Student para muestras independientes.

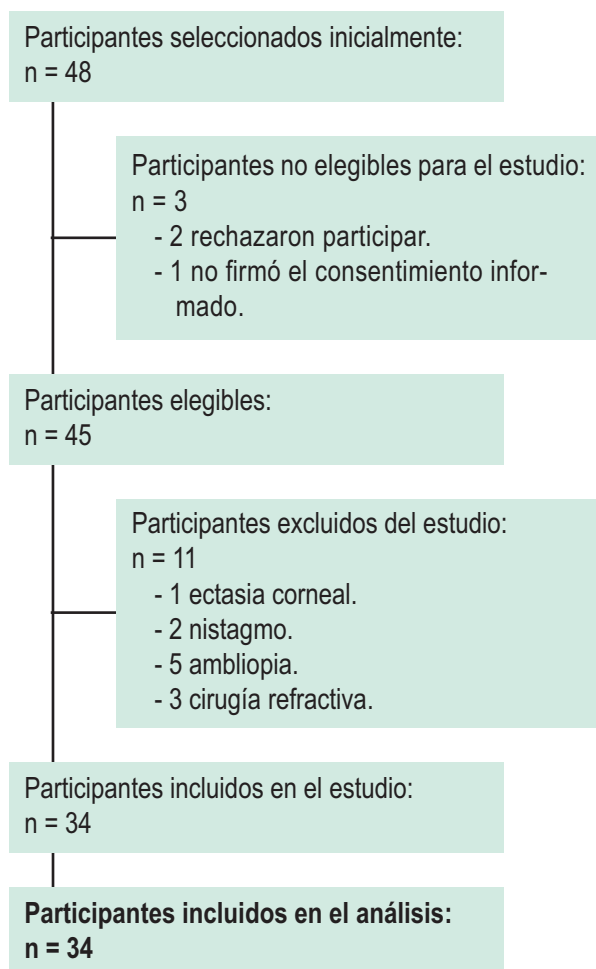


FIGURA 1. Diagrama de flujo de los participantes en el estudio.

### Criterios de inclusión

Los límites de edad entre los participantes se fijaron entre 18 y 39 años debido a que es la franja de edad en la que la capacidad acomodativa del cristalino no afecta a las variables que definen la función acomodativa<sup>(11, 12)</sup>; además, los sujetos debían tener una agudeza visual (AV) de 20/20 con su mejor corrección.

### Criterios de exclusión

Sujetos con problemas de motilidad ocular, estrabismo, nistagmus o ambliopía y alguna enfermedad ocular o sistémica que pudiera alterar los resultados.

Además, se excluyeron aquellos que hubieran tenido cirugía ocular, traumas a nivel cervical, fractura o cirugía en zona cervical, personas con habilidades intelectuales que no les permitieran completar o entender el cuestionario de datos demográficos y de ámbito personal y aquellas que tuvieran enfermedades degenerativas o alteración neurológica.

También se excluyeron aquellas personas que presentasen alguno de los siguientes diagnósticos: cáncer, infección, trastorno inflamatorio, manifestaciones clínicas de radiculopatía cervical, antecedentes de accidentes craneoencefálicos, mareos o inestabilidad, trastorno o patología vestibular, problemas actuales o pasados de miembros inferiores, deficiencias auditivas significativas, diabetes tipo II, artritis reumatoide, presión arterial anormal, embarazo, diagnóstico psiquiátrico o que consumieran medicamentos antipsicóticos, narcóticos y/o alcohol en las 24 horas anteriores a la realización del estudio<sup>(4, 13, 14)</sup>.

### Medidas

#### Variables optométricas

- Amplitud acomodativa monocular y binocular (AA) en D: valor que determina la máxima capacidad de enfocar una imagen en distancia próxima. Este dato se obtiene de cada ojo por separado y de ambos a la vez, a través del método de las lentes negativas por su alta repetibilidad<sup>(15, 16)</sup> con el foróptero ESSILOR MPH100E S/N 000104.
- Acomodación relativa (AR) en D: Valor que determina, bajo demanda vergencial constante, la máxima capacidad de estimular la acomodación (acomodación relativa positiva o ARP) y la máxima capacidad de relajación de la acomodación (acomodación relativa negativa o ARN). Está relacionado con deficiencias acomodativas y disfunciones de la visión binocular<sup>(17, 18)</sup>. Evaluado con el foróptero ESSILOR MPH100E S/N 000104.
- Respuesta acomodativa (RA) en D: Nos permite conocer la posición del plano de enfoque con respecto al objeto enfocado; ésta se puede encontrar por delante (hiperacomodación o lag) o por detrás (hipoacomodación o lag).

modación o lead)<sup>(19)</sup>. En este estudio se usa la retinoscopia NOTT por su repetibilidad<sup>(20)</sup> evaluado con el retinoscopio Welch Allyn.

- Flexibilidad acomodativa monocular y binocular (FAM y FAB) en ciclos por minuto (CPM): destreza del sistema acomodativo de realizar cambios rápidos y eficaces de enfoque de forma cómoda<sup>(21)</sup>. Esta habilidad se evaluó a través del cambio de lentes positivas y negativas con un flipper de lentes de  $\pm 2D$ .

A través de la completa evaluación de la función acomodativa, y según el criterio de Scheiman y Wick<sup>(9)</sup>, se determinó una nueva variable global sobre el estado de dicha función acomodativa, la cual presentaba tres categorías: insuficiencia de acomodación (IA), exceso de acomodación (EA) y sujetos normales<sup>(22)</sup>. Es importante realizar esta clasificación basada en lo establecido por Duane<sup>(22, 23)</sup> para evitar que cualquier alteración presente pase desapercibida.

### Variables baropodométricas

El registro de estas variables fue medido mediante la plataforma baropodométrica FreeMed (Sensor Medica, Guidonia Montecelio, Roma, Italia) que cuenta con sensores de resistencia de oro de 24 K y cuyas dimensiones son: superficie efectiva de 60 x 50 x 0,8 cm en una plataforma de 74 x 64 cm de tamaño<sup>(13, 14, 24-29)</sup>. Esta plataforma se combinó con el sistema informático FreeStep (versión 1.4.01) para registrar los datos y con el que se calcularon las siguientes variables:

- Superficie del pie: superficie expresada en cm<sup>2</sup> del pie total, del antepié y el retropié de ambos pies.
- Carga del pie: carga del pie, del retropié y del antepié expresada en porcentaje.
- Presión del pie: valor de la presión media, máxima, máxima del eje X (derecha-izquierda) y máxima del eje Y (de delante a atrás), expresado en gramos/cm<sup>2</sup>.
- Ángulo podálico: ángulo formado entre las tangentes al borde lateral del pie con la tangente al borde medial. Se midió para ambos pies y se expresa en grados (°).
- Ángulo de Fick: ángulo formado por el eje de alineación / rotación del pie y el plano sagital. Se midió para ambos pies y se expresa en grados (°).

### Procedimiento

Las evaluaciones visual y baropodométrica se realizaron tras el registro de datos sociodemográficos de los sujetos.

### Evaluación baropodométrica

La evaluación de la posturografía computerizada la desempeñó un profesional titulado en Fisioterapia y Podología con más de 20 años de experiencia en este tipo de mediciones. Los sujetos tenían que mirar fijamente a un punto colocado en la pared a 2 metros de distancia y a la altura de la cabeza de ellos, mientras que daban unos pasos a ritmo normal a cada paciente<sup>(30)</sup> sin moverse del sitio. Debían estar descalzos, haberse colocado con apoyo bipodal previamente sobre la plataforma y mantener una postura ortostática con los brazos a lo largo del cuerpo. Por último, se mantuvieron inmóviles durante 7 segundos. Se calculó la media de las variables baropodométricas en estática mediante 3 registros consecutivos.

### Evaluación optométrica

El examen optométrico lo realizó un profesional titulado de la visión en una sala contigua tras haber transcurrido 60 minutos de la finalización de la valoración baropodométrica. Para valorar la amplitud acomodativa se utilizó el método de las lentes negativas<sup>(15, 16)</sup> y, de forma monocular, se evaluó el ojo derecho (OD), seguido del ojo izquierdo (OI) y, por último, de ambos ojos (AO) a la vez. Para obtener los datos de ARP y ARN, se colocó en el foróptero la mejor corrección de cada paciente y se utilizó un optotipo a 40 cm. El paciente debía mirar el tamaño de letra con AV de 20/20 mientras se le introducían lentes binocularmente en paso de 0,25 e intervalo de 2 segundos hasta que percibiera la primera borrosidad. El ARN se determinó en primer lugar con la suma total de la adición de lentes positivas, seguido del ARP con la cantidad de lentes negativas adicionadas<sup>(18)</sup>. En los métodos anteriores se utilizó el foróptero ESSILORMPH100E S/N 000104. Por último, se determinó la

RA con el retinoscopio de Wech Allyn siguiendo la técnica de retinoscopia Nott descrita por Zeller y cols.<sup>(31)</sup>

### Análisis estadístico

El análisis de los datos recogidos se realizó a través del software SPSS 25 para Windows (SPSS Science, Chicago, United States). En el estudio estadístico se usó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de los datos. Se comenzó con un análisis descriptivo mostrándose la frecuencia absoluta y el porcentaje de las variables categóricas cualitativas, y la media y desviación típica (DT) en las variables cuantitativas o la mediana y el rango intercuartílico, según que variables se ajustaran a la normal o no.

Seguidamente se estableció la homogeneidad de los dos grupos de sujetos que se conformaron según los valores de la acomodación visual, sujetos con excesos acomodativos (EA) y sujetos con insuficiencias acomodativas (IA), en las variables edad, sexo, peso, talla e índice de masa corporal. Para ello se usaron las pruebas t-Student, U de Mann-Whitney y Chi-cuadrado de Pearson según el tipo de variable.

A continuación, se compararon los valores de las variables referidas a la postura en los grupos de sujetos (IA y EA). En primer lugar, se realizó un análisis intragrupo comparando las superficies y las cargas globales del pie, del antepié y del retropié izquierdo frente a la del derecho, la del antepié frente al retropié (considerando cada pie de forma aislada), las presiones máximas y medias, los ángulos podálicos y de Fick del pie izquierdo frente al derecho. En estos análisis se empleó la prueba t-Student para muestras relacionadas. En los sujetos con IA en el caso de las variables superficie del pie y del retropié, ángulo de Fick y en la comparación entre superficie del antepié izquierdo frente a la del retropié izquierdo se utilizó, debido a que tales variables no se ajustaron a la normal, la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Esta prueba también se usó en la variable ángulo de Fick en el grupo de participantes con EA.

Posteriormente se calcularon las diferencias entre las superficies y las cargas globales del pie, del antepié y del retropié izquierdo frente a la del derecho, la del antepié frente al retropié (considerando cada pie de forma

aislada), las diferencias en las presiones máximas y medias y en los ángulos podálicos y de Fick del pie izquierdo frente al derecho. Finalmente se realizó un análisis intergrupo comparando los valores de las variables baropodométricas y de las diferencias anteriormente mencionadas. Se utilizó para ello, en las variables que se ajustaron a la normal la prueba t-Student o t de Welch, según hubiese o no igualdad de las varianzas, y en las que no se ajustaron a la normal la prueba U de Mann-Whitney. Como complemento de los análisis referidos se calculó el tamaño del efecto determinándose el valor de la diferencia estandarizada de medias (d de Cohen; considerándose d = 0,2 como pequeño, d = 0,5 como medio y d = 0,8 como grande)<sup>(32)</sup> en las variables normales. En las no normales se calculó el tamaño del efecto siguiendo el procedimiento de Grissom<sup>(33-35)</sup>. Todos los test estadísticos fueron realizados considerando un intervalo de confianza del 95 % (IC) ( $p < 0,05$ ).

### RESULTADOS

La tabla 1 muestra los datos relativos a la edad, sexo, peso, talla e índice de masa corporal (IMC). Los dos grupos de sujetos (EA e IA) fueron homogéneos, esto es, no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre ellos en dichas variables.

En la comparación intragrupo de las variables referidas a la postura (tabla 2) encontramos que en el grupo de sujetos con IA existían diferencias significativas dentro del mismo pie, y en ambos pies izquierdo y derecho, entre las superficies del antepié y del retropié (siendo mayor la del antepié). Por otro lado hubo diferencias significativas entre el pie izquierdo y el derecho en la presión media (siendo mayor la del pie izquierdo). También encontramos diferencias, aunque no fueron significativas ( $p = 0,054$ ), entre ambos pies en el porcentaje de carga (siendo mayor el del izquierdo respecto del porcentaje que se aprecia en el pie derecho). En los sujetos con EA observamos también diferencias significativas entre ambos pies en las presiones medias (resultando mayores las  $\pm$  pie izquierdo). Sin embargo, en este grupo de EA hallamos diferencias significativas entre ambos pies en el porcentaje de carga del pie (siendo mayor el porcentaje en el izquierdo respecto del porcentaje en el de-

TABLA 2. Comparaciones intragrupo de las variables baropodométricas.

Variables	Comparación	Grupo de estudio			
		Insuficiencia acomodativa n = 17		Exceso acomodativo n = 17	
		Media ± DT	p-valor	Media ± DT	p-valor
Superficie del pie, cm <sup>2</sup>	Pie Izquierdo	117,9 ± 39,6	0,280	125,9 ± 39,2	0,321
	Pie Derecho	113,2 ± 35,7		123,1 ± 40,3	
Superficie del antepié, cm <sup>2</sup>	Pie Izquierdo	65,0 ± 24,7	0,373	72,9 ± 24,4	0,456
	Pie Derecho	62,1 ± 24,2		71,8 ± 24,7	
Superficie del retropié, cm <sup>2</sup>	Pie Izquierdo	50,0 (39,0-60,0) <sup>a</sup>	0,325b	52,8 ± 15,1	0,347
	Pie Derecho	52,0 (42,0-58,0) <sup>a</sup>		51,3 ± 16,6	
Superficie del antepié izquierdo versus retropié izquierdo, cm <sup>2</sup>	Antepié	64,0 (48-76) <sup>a</sup>	<b>0,003b</b>	72,9 ± 24,4	<b>&lt; 0,001</b>
	Retropié	50,0 (39,0-60,0) <sup>a</sup>		52,8 ± 15,1	
Superficie del antepié derecho versus retropié derecho, cm <sup>2</sup>	Antepié	62,1 ± 24,2	<b>0,006</b>	71,8 ± 24,7	<b>&lt; 0,001</b>
	Retropié	50,8 ± 12,5		51,3 ± 16,6	
Carga del pie, %	Pie Izquierdo	53,4 ± 6,6	0,054	53,5 ± 4,6	0,007
	Pie Derecho	46,6 ± 6,6		46,5 ± 4,6	
Carga del antepié, %	Pie Izquierdo	47,6 ± 6,9	0,233	53,0 (48,0-57,0) <sup>a</sup>	0,378 <sup>b</sup>
	Pie Derecho	45,6 ± 10,3		55,0 (51,0-57,0) <sup>a</sup>	
Carga del retropié, %	Pie Izquierdo	52,4 ± 6,9	0,233	47,0 (43,0-52,0) <sup>a</sup>	0,378 <sup>b</sup>
	Pie Derecho	54,4 ± 10,3		45,0 (43,0-49,0) <sup>a</sup>	
Carga del antepié izquierdo versus carga del retropié izquierdo, %	Antepié	47,6 ± 6,9	0,166	52,7 ± 6,4	0,103
	Retropié	52,4 ± 6,9		47,3 ± 6,4	
Carga del antepié derecho versus carga del retropié derecho, %	Antepié	45,6 ± 10,3	0,095	55,0 (51,0-57,0) <sup>a</sup>	0,271 <sup>b</sup>
	Retropié	54,4 ± 10,3		45,0 (43,0-49,0) <sup>a</sup>	
Presión máxima del pie, g/cm <sup>2</sup>	Pie Izquierdo	749,5 ± 282,7	0,080	682,1 ± 206,5	<b>0,041</b>
	Pie Derecho	681,2 ± 213,7		612,5 ± 170,5	

**Relación entre el sistema acomodativo visual y la postura del sujeto. Estudio piloto de asociación cruzada**

Sánchez-González MC  
Pérez-Cabezas V  
Serrano-Sánchez FJ  
Yébenes-López MS

Gutiérrez-Sánchez E  
Sánchez-Martín A  
Ruiz-Molinero C  
Sánchez-González JM

Presión media del pie, g/cm <sup>2</sup>	Pie Izquierdo	335,6 ± 109,3	<b>0,017</b>	309,7 ± 101,1	<b>0,002</b>
	Pie Derecho	302,5 ± 83,0		309,7 ± 101,1	
Ángulo podálico, °	Pie Izquierdo	7,1 ± 3,9	0,730	8,1 ± 4,8	0,346
	Pie Derecho	6,7 ± 3,9		9,2 ± 6,3	
Ángulo de Fick, °	Pie Izquierdo	6,0 (4,0-10,0) <sup>a</sup>	0,278b	7,1 ± 4,9	0,065
	Pie Derecho	6,0 (4,0-8,0) <sup>a</sup>		8,7 ± 6,0	

<sup>a</sup> Se muestra la mediana y el rango intercuartil (RIC).

<sup>b</sup> Se usó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.

**TABLA 3. Comparaciones intergrupo de las variables baropodométricas.**

Variables	Grupo	Media ± DT	p-valor	Tamaño del efecto d de Cohen
Superficie del pie izquierdo, cm <sup>2</sup>	IA	117,9 ± 39,6	0,561	0,20
	EA	125,9 ± 39,2		
Superficie del pie derecho, cm <sup>2</sup>	IA	113,1 ± 35,7	0,452	0,26
	EA	123,1 ± 40,3		
Superficie del antepié izquierdo, cm <sup>2</sup>	IA	65,0 ± 24,7	0,353	0,32
	EA	72,9 ± 24,4		
Superficie del antepié derecho, cm <sup>2</sup>	IA	62,1 ± 24,2	0,256	0,40
	EA	71,8 ± 24,7		
Superficie del retropié izquierdo, cm <sup>2</sup>	IA	50,0 (39,0-60,0) <sup>a</sup>	0,945 <sup>b</sup>	0,01 <sup>c</sup>
	EA	52,0 (42,0-58,0) <sup>a</sup>		
Superficie del retropié derecho, cm <sup>2</sup>	IA	50,8 ± 12,5	0,926	0,03
	EA	51,3 ± 16,6		
Carga del pie izquierdo, %	IA	53,4 ± 6,6	0,952	0,02
	EA	53,5 ± 4,6		
Carga del pie derecho, %	IA	46,6 ± 6,6	0,952	0,02
	EA	46,5 ± 4,6		



Sánchez-González MC  
Pérez-Cabezas V  
Serrano Sanchez FJ  
Yébenes-López MS

Gutiérrez-Sánchez E  
Sánchez-Martín A  
Ruiz-Molinero C  
Sánchez-González JM

Relación entre el sistema acomodativo visual  
y la postura del sujeto. Estudio piloto  
de asociación cruzada

Carga del antepié izquierdo, %	IA	47,6 ± 6,9	<b>0,032</b>	<b>0,77</b>
	EA	52,7 ± 6,4		
Carga del antepié derecho, %	IA	48,0 (41,0-51,0) <sup>a</sup>	<b>0,009<sup>b</sup></b>	<b>0,51<sup>c</sup></b>
	EA	55,0 (51,0-57,0) <sup>a</sup>		
Carga del retropié izquierdo, %	IA	52,4 ± 6,9	<b>0,032</b>	<b>0,77</b>
	EA	47,3 ± 6,4		
Carga del retropié derecho, %	IA	52,0 (49,0-59,0) <sup>a</sup>	<b>0,009<sup>b</sup></b>	<b>0,55<sup>c</sup></b>
	EA	45,0 (43,0-49,0) <sup>a</sup>		
Presión máxima del pie izquierdo, g/cm <sup>2</sup>	IA	749,5 ± 282,7	0,433	0,27
	EA	682,1 ± 206,5		
Presión máxima del pie derecho, g/cm <sup>2</sup>	IA	681,2 ± 213,7	0,307	0,36
	EA	612,5 ± 170,5		
Presión media del pie izquierdo, g/cm <sup>2</sup>	IA	335,6 ± 109,3	0,478	0,25
	EA	309,7 ± 101,1		
Presión media del pie derecho, g/cm <sup>2</sup>	IA	302,5 ± 83,0	0,345	0,33
	EA	274,7 ± 86,3		
Ángulo podálico del pie izquierdo, °	IA	7,1 ± 3,9	0,508	0,23
	EA	8,1 ± 4,8		
Ángulo podálico del pie derecho, °	IA	6,7 ± 3,9	0,171 <sup>d</sup>	0,48
	EA	9,2 ± 6,3		
Ángulo de Fick del pie izquierdo, °	IA	7,3 ± 3,9	0,909	0,05
	EA	7,1 ± 4,9		
Ángulo de Fick del pie derecho, °	IA	6,0 (4,0-8,0) <sup>a</sup>	0,274 <sup>b</sup>	0,22 <sup>c</sup>
	EA	9,0 (4,0-11,0) <sup>a</sup>		

<sup>a</sup> Se muestra la mediana y el rango intercuartil (RIC).

<sup>b</sup> Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney.

<sup>c</sup> Se determinó el tamaño del efecto siguiendo el procedimiento descrito por Grissom.

<sup>d</sup> Se empleó la prueba t de Welch.

recho) y en las presiones máximas (resultando mayores las del pie izquierdo). Al igual que sucedió en los sujetos con IA, en los EA encontramos diferencias significativas dentro del mismo pie en las superficies del antepié y del retropié (siendo mayores las del antepié en ambos casos). Para el resto de variables no hallamos diferencias.

Finalmente se procedió a realizar la comparación en el porcentaje de carga de ambos antepiés (siendo mayores en los EA) y retropiés (siendo mayores en este caso en el grupo de las IA). En estos casos el tamaño del efecto fue moderado [ $d = 0,77$  y  $d = 0,51$  (tabla 3)]. También encontramos diferencias, aunque no significativas, entre el grupo con EA frente al de las IA en la diferencia de la superficie del antepié izquierdo frente a la del retropié izquierdo (resultando mayor esta diferencia en los EA y siendo el tamaño del efecto moderado;  $p = 0,056$   $d = 0,68$ ), y en la en la diferencia de la superficie del antepié derecho frente a la del retropié derecho (resultando mayor esta diferencia en los EA y siendo el tamaño del efecto moderado;  $p = 0,057$   $d = 0,68$ ). Finalmente encontramos diferencias significativas en la variable diferencia en el porcentaje de carga entre el antepié izquierdo respecto del retropié izquierdo (siendo mayor en las IA la superficie en el retropié que la del antepié, mientras que en los EA sucede a la inversa es mayor la superficie en el antepié que en el retropié;  $d = 0,77$ ) y también entre antepié derecho respecto del retropié derecho (siendo mayor nuevamente en las IA la superficie en el retropié y en los EA en el antepié;  $d = 0,51$ ).

## DISCUSIÓN

Esta investigación tiene como finalidad realizar una evaluación integral del estado del sistema acomodativo, diagnosticar sus posibles disfunciones y analizar su relación con el control postural a través de las variables baropodométricas valoradas. Existen escasas publicaciones dedicadas a relacionar el sistema acomodativo y la postura. Es por ello, nuestro afán de relacionar ambos sistemas.

Los resultados del presente trabajo parecen confirmar la relación entre el sistema visual y el control postural, evidencia establecida por estudios científicos realizados con

anterioridad<sup>(1, 7, 8-11)</sup>. En la presente investigación se determina que los sujetos con defecto y con exceso en la acomodación parecen mostrar alteración en las variables baropodométricas, pudiendo afectar esto o estar relacionado con el control postural. En la misma, se ha identificado la existencia de dos grupos de sujetos, EA e IA, con disfunciones en el sistema acomodativo basándonos en las mediciones objetivas que valoran la acomodación (AA monocular y binocular, ARN y ARP, RA y FA monocular y binocular) y el criterio de Scheiman y Wick<sup>(9)</sup>.

Los problemas visuales y, en concreto, las disfunciones del sistema acomodativo tienen alta prevalencia en la población. Como consecuencia de la completa valoración de este sistema y su posterior clasificación, obtuvimos que en nuestro trabajo no encontramos sujetos con valores óptimos de acomodación, lo cual nos permitiría llevar a cabo una comparación sujetos sanos frente a sujetos con la acomodación alterada (bien EA o IA). Diversos autores han descrito la presencia de este alto porcentaje de personas con problemas acomodativos y el escaso número de individuos con una función acomodativa óptima, aunque otros han indicado porcentajes menores. Así, Cacho y cols.<sup>(36)</sup> determinaron valores de prevalencia de insuficiencia de acomodación de entre un 9,24 % y un 80 % a través de una revisión sistemática de artículos publicados entre los años 1986 y 2009. Lara y cols.<sup>(37)</sup> estudiaron la frecuencia de disfunciones visuales en 265 estudiantes, siendo del 22,3 %. El exceso de acomodación fue de 6,4 % frente al 3 % con insuficiencia acomodativa. Montés-Micó<sup>(38)</sup> encontró una prevalencia de disfunciones acomodativas de un 61,4 % en una muestra de 1.679 sujetos de entre 18 y 38 años. Por otro lado, García-Muñoz y cols.<sup>(39)</sup> detectaron una prevalencia del 2,29 % con trastornos de la acomodación en una muestra de 175 estudiantes universitarios con un rango de edad entre 18 y 35 años. Tales divergencias pueden deberse al procedimiento seguido por los diversos investigadores para evaluar el estado del sistema acomodativo.

Como se ha comentado, nuestros resultados parecen indicar que puede existir una alteración en las variables baropodométricas en los sujetos con EA y con IA. Así en ambos grupos se observa mayor superficie en ambos pies en el antepié respecto del retropié. También se aprecia en ambos grupos mayor porcentaje de carga

TABLA 4. Comparaciones intergrupo de las variables baropodométricas.

Diferencia en	Grupo	Media $\pm$ DT	p-valor	Tamaño del efecto d de Cohen
Superficie del pie izquierdo frente al derecho, cm <sup>2</sup>	IA	4,8 $\pm$ 17,8	0,699	0,13
	EA	2,8 $\pm$ 11,4		
Superficie del antepié izquierdo frente al derecho, cm <sup>2</sup>	IA	2,9 $\pm$ 13,2	0,625 <sup>a</sup>	0,16
	EA	1,2 $\pm$ 6,4		
Superficie del retropié izquierdo frente al derecho, cm <sup>2</sup>	IA	2,0 $\pm$ 6,4	0,833	0,08
	EA	1,5 $\pm$ 6,5		
Superficie del antepié y retropié izquierdo, cm <sup>2</sup>	IA	12,2 $\pm$ 12,5	<b>0,056</b>	<b>0,68</b>
	EA	20,1 $\pm$ 10,8		
Superficie del antepié y retropié derecho, cm <sup>2</sup>	IA	11,2 $\pm$ 14,8	<b>0,057</b>	<b>0,68</b>
	EA	20,5 $\pm$ 12,4		
Carga del pie izquierdo frente al derecho, %	IA	6,7 $\pm$ 13,3	0,952	0,02
	EA	6,9 $\pm$ 9,2		
Carga del antepié izquierdo frente al derecho, %	IA	2,9 $\pm$ 13,2	0,625 <sup>a</sup>	0,16
	EA	1,2 $\pm$ 6,4		
Carga del retropié izquierdo frente al derecho, %	IA	-2,0 $\pm$ 6,7	0,119	0,55
	EA	1,4 $\pm$ 5,5		
Carga del antepié y retropié izquierdo, %	IA	-4,8 $\pm$ 13,7	<b>0,032<sup>c</sup></b>	<b>0,77</b>
	EA	5,4 $\pm$ 12,9		
Carga del antepié y retropié derecho, %	IA	-4,0 (-18,0 - 2,0) <sup>b</sup>	<b>0,009<sup>c</sup></b>	<b>0,51<sup>d</sup></b>
	EA	10,0 (2,0 - 14,0) <sup>b</sup>		
Presión máxima del pie izquierdo frente al derecho, g/cm <sup>2</sup>	IA	13,0 (0,0 - 71,0) <sup>b</sup>	0,734 <sup>c</sup>	0,07 <sup>d</sup>
	EA	32,0 (13,0 - 158,0) <sup>b</sup>		
Presión media del pie izquierdo frente al derecho, g/cm <sup>2</sup>	IA	33,1 $\pm$ 51,3	0,906	0,04
	EA	35,0 $\pm$ 39,8		

**Relación entre el sistema acomodativo visual y la postura del sujeto. Estudio piloto de asociación cruzada**

Sánchez-González MC  
Pérez-Cabezas V  
Serrano-Sanchez FJ  
Yébenes-López MS

Gutiérrez-Sánchez E  
Sánchez-Martín A  
Ruiz-Molinero C  
Sánchez-González JM

Ángulo podálico, °	IA	0,4 ± 4,1	0,338	0,35
	EA	-1,2 ± 4,9		
Ángulo de Fick, °	IA	0,6 ± 3,5	0,064	0,65
	EA	-1,6 ± 3,3		

<sup>a</sup> Se empleó la prueba t de Welch.

<sup>b</sup> Se muestra la mediana y el rango intercuartil (RIC).

<sup>c</sup> Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney.

<sup>d</sup> Se determinó el tamaño del efecto siguiendo el procedimiento descrito por Grissom.

en el pie izquierdo que en el derecho. Igualmente se observan diferencias en ambos grupos (IA y EA) en las presiones máximas y medias siendo mayores en el pie izquierdo.

Con anterioridad, otros autores como Kapoula y cols.<sup>(10)</sup> estudiaron el efecto que producía las lentes esféricas negativas sobre el control postural en niños con dislexia, ya que está demostrado que las lentes negativas modifican la capacidad de acomodación<sup>(40)</sup>. Sus resultados demuestran que se produce inestabilidad postural con la alteración de la acomodación. En concordancia con la investigación anterior, ambos resultados relacionan la alteración del sistema acomodativo con la pérdida de estabilidad y control postural.

Como se ha comentado, nuestros resultados parecen indicar que existen diferencias baropodométricas entre los sujetos con EA frente a aquellos que tienen IA. Así en ambos pies los EA mostraron mayor porcentaje de carga en el antepié que en el retropié, sucediendo justamente lo contrario en los sujetos con IA. En cuanto a las diferencias en la superficie del antepié respecto del retropié hubo diferencias entre IA y EA, aunque a nivel descriptivo. En ambos grupos la superficie del antepié fue mayor, en los dos pies, que la del retropié, pero tales diferencias fueron mayores en el grupo de EA. Algunos autores han propuesto que los valores normativos o adecuados de las fuerzas baropodométricas deberían dirigirse en un 60 % al retropié frente al 40% que van dirigidos al antepié<sup>(41)</sup>. En ninguno de los dos grupos, IA y EA, se alcanzan los valores indicados, estando más alejados de los mismos los EA, por lo que en ambos grupos podría existir una alteración postural, siendo mayor en los EA.

La relación entre la postura y los sistemas periféricos también se puede entender a través de la existencia de tres reflejos: cervico-cólico (CCR), cervico-ocular (COR) y el reflejo tónico del cuello (TNR) que proporcionan coordinación y estabilidad entre la cabeza, ojos y la postura<sup>(42)</sup>. Hay varios autores<sup>(36, 43, 44)</sup> que afirman que cuando se produce una alteración en una de las tres áreas implicadas, se pierde la armonía entre los sistemas y se produce inestabilidad postural. Basándonos en nuestros resultados, aquellos sujetos con alteración del sistema acomodativo tenían diferencias en la superficie de cargas de cada pie. Estas anomalías provocarán un apoyo plantar incorrecto y desequilibrado y, por lo tanto, pérdida de estabilidad postural.

La base de nuestros resultados ha sido la comparación entre grupos de sujetos con alteración de la acomodación, por exceso y por defecto. Debido a la completa evaluación del sistema acomodativo visual y su clasificación, basándonos en el criterio de Scheiman y Wick<sup>(9)</sup>, no encontramos un número importante de sujetos con acomodación normal para incluirlo en el análisis comparativo, lo que puede suponer una limitación en nuestro estudio; aunque, este hecho se encuentra muy ligado a la alta prevalencia de disfunciones acomodativas estudiada por diferentes autores<sup>(23, 37-39, 45)</sup>. Por ello, como prospectiva del presente estudio planteamos aumentar el tamaño muestral e incluir un mayor número de sujetos sanos de modo que se pueda comparar el valor de las variables baropodométricas en sujetos con acomodación normal frente a sujetos con EA y con IA. Así mismo, nos planteamos incluir variables baropométricas de la dinámica y estabilométricas relacionándolas también con la lateralidad.

## CONCLUSIONES

Nuestros resultados muestran indicios de una posible relación entre las anomalías visuales del sistema acomodativo y algunos parámetros baropodométricos que pueden indicar alteraciones en el control postural. En ambos grupos (EA e IA) podría existir una alteración postural, siendo mayor en los EA. Son necesarias más investigaciones que identifiquen el sentido de esta relación.

## RESPONSABILIDADES ÉTICAS

**Protección de personas y animales.** Los procedimientos que se han seguido en este estudio cumplen los principios básicos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, actualizada en 2013 en Fortaleza (Brasil) y complementada con la Declaración de Taipei, de 2016 sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos.

**Confidencialidad y consentimiento informado.** Los autores declaran ser los responsables de llevar a cabo los protocolos establecidos por sus respectivos centros para evaluar a los sujetos voluntarios incluidos en el estudio con finalidad de investigación y divulgación científica y garantizan que se ha cumplido la exigencia de haber informado a todos los sujetos del estudio, que han obtenido su consentimiento informado por escrito para participar en el mismo y que están en posesión de dichos documentos.

**Confidencialidad de los datos y derecho a la privacidad.** Los autores declaran que se ha cumplido con la garantía de la privacidad de los datos de los participantes en esta investigación y manifiestan que el trabajo publicado no incumple la normativa de protección de datos de carácter personal, protegiendo la identidad de los sujetos en la redacción del texto. No se utilizan nombres, ni iniciales, ni números de historia clínica del hospital (o cualquier otro tipo de dato para la investigación que pudiera identificar al paciente).

**Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Financiación.** La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica o financiación.

**Contribución de autoría.** Todos los autores de este estudio cumplen con los criterios de autoría habiendo participado en el desarrollo, redacción, supervisión y revisión del estudio, han tenido acceso completo a su contenido y han aprobado la versión final presentada.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo ofrecido por los miembros de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla, así como a los responsables de las instalaciones del Grado en Óptica y Optometría.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lions C, Bui Quoc E, Wiener-Vacher S, Bucci MP. Postural control in strabismic children: importance of proprioceptive information. *Front Physiol.* 2014 Apr 23; 5: 156.
2. Przekoracka-Krawczyk A, Nawrot P, Czaińska M, Michalak KP. Impaired body balance control in adults with strabismus. *Vision Res.* 2014 May; 98: 35–45.
3. Sprenger A, Wojak JF, Jandl NM, Helmchen C. Postural control in bilateral vestibular failure: Its relation to visual, proprioceptive, vestibular, and cognitive input. *Front Neurol.* 2017 Sep 1; 8: 444.
4. Bucci MP, Lê TT, Wiener-Vacher S, Brémond-Gignac D, Bouet A, Kapoula Z. Poor Postural Stability in Children with Vertigo and Vergence Abnormalities. *Investig Ophthalmology Vis Sci.* 2009 Oct; 50(10): 4678–84.
5. Kapoula Z, Lê TT. Effects of distance and gaze position on postural stability in young and old subjects. *Exp Brain Res.* 2006 Aug; 173(3): 438–45.
6. Kapoula Z, Gaertner C, Yang Q, Denise P, Toupet M. Vergence and Standing Balance in Subjects with Idiopathic Bilateral Loss of Vestibular Function. *PLoS One.* 2013 Jun 18; 8(6): e66652.
7. Lê TT, Kapoula Z. Distance impairs postural stability only under binocular viewing. *Vision Res.* 2006 Oct; 46(21): 3586–93.
8. Foisy A, Gaertner C, Matheron E, Kapoula Z. Controlling

- posture and vergence eye movements in quiet stance: Effects of thin plantar inserts. *PLoS One*. 2015 Dec 4; 10(12): e0143693.
9. Scheiman M, Wick B. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders*. 4th Ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
  10. Kapoula Z, Gaertner C, Matheron E. Spherical Lenses and Prisms Lead to Postural Instability in Both Dyslexic and Non Dyslexic Adolescents. *PLoS One*. 2012; 7(11): e46739.
  11. Wubben TJ, Guerrero CM, Salum M, Wolfe GS, Giovannelli GP, Ramsey DJ. Presbyopia: a pilot investigation of the barriers and benefits of near visual acuity correction among a rural Filipino population. *BMC Ophthalmol*. 2014 Jan 27; 14: 9.
  12. Baumeister M, Kohnen T. Akkommodation und Presbyopie. *Der Ophthalmol*. 2008; 105(6): 597–610.
  13. Patti A, Bianco A, Messina G, Paoli A, Bellafiore M, Battaglia G, Iovane A, Traina M, Palma A. The influence of the stomatognathic system on explosive strength: a pilot study. *J Phys Ther Sci*. 2016; 28(1): 72–5.
  14. Romero-Franco N, Martínez-López EJ, Hita-Contreras F, Lomas-Vega R, Martínez-Amat A. Effects of an anaerobic lactic training session on the postural stability of athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2015; 55(6): 578–86.
  15. Momeni-Moghaddam H, Kundart J, Askarizadeh F. Comparing measurement techniques of accommodative amplitudes. *Indian J Ophthalmol*. 2014; 62(6): 683–7.
  16. Antona B, Barra F, Barrio A, Gonzalez E, Sanchez I. Repeatability intraexaminer and agreement in amplitude of accommodation measurements. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2009; 247(1): 121–7.
  17. Goss DA, Zhai H. Clinical and laboratory investigations of the relationship of accommodation and convergence function with refractive error. A literature review. *Doc Ophthalmol*. 1994; 86(4): 349–80.
  18. García Á, Cacho P, Lara F. Evaluating Relative Accommodations in General Binocular Dysfunctions. *Optom Vis Sci*. 2002; 79(12): 779–87.
  19. Antona B, Sanchez I, Barrio A, Barra F, Gonzalez E. Intra-examiner repeatability and agreement in accommodative response measurements. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2009; 29(6): 606–14.
  20. McClelland JF, Saunders KJ. The repeatability and validity of dynamic retinoscopy in assessing the accommodative response. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2003; 23(3): 243–50.
  21. Wick B, Gall R, Yothers T. Clinical testing of accommodative facility: part III. Masked assessment of the relation between visual symptoms and binocular test results in school children and adults. *Optometry*. 2002; 73(3): 173–81.
  22. Yekta A, Khabazkhoob M, Hashemi H, Ostadimoghaddam H, Ghasemi-Moghaddam S, Heravian J, et al. Binocular and Accommodative Characteristics in a Normal Population. *Strabismus*. 2017; 25(1): 5–11.
  23. Hoseini-Yazdi SH, Yekta A, Nouri H, Heravian J, Ostadimoghaddam H, Khabazkhoob M. Frequency of Convergence and Accommodative Disorders in a Clinical Population of Mashhad, Iran. *Strabismus*. 2015; 23(1): 22–9.
  24. Romero-Franco N, Martínez-López EJ, Lomas-Vega R, Hita-Contreras F, Osuna-Pérez MC, Martínez-Amat A. Short-term Effects of Proprioceptive Training With Unstable Platform on Athletes' Stabilometry. *J Strength Cond Res*. 2013; 27(8): 2189–97.
  25. Romero-Franco N, Martínez-Amat A, Hita-Contreras F, Martínez-López EJ. Short-term Effects of a Proprioceptive Training Session with Unstable Platforms on the Monopodal Stabilometry of Athletes. *J Phys Ther Sci*. 2014; 26(1): 45–51.
  26. Romero-Franco N, Gallego-Izquierdo T, Martínez-López EJ, Hita-Contreras F, Catalina O-PM, Martínez-Amat A. Postural Stability and Subsequent Sports Injuries during Indoor Season of Athletes. *J Phys Ther Sci*. 2014; 26(5): 683–7.
  27. Patti A, Messina G, Palma R, Barcellona M, Brusa J, Iovane A, et al. Comparison of posturographic parameters between young taekwondo and tennis athletes. *J Phys Ther Sci*. 2018; 30(8): 1052–5.
  28. Patti A, Maggio M, Corsello G, Messina G, Iovane A, Palma A. Evaluation of Fitness and the Balance Levels of Children with a Diagnosis of Juvenile Idiopathic Arthritis: A Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2017 Jul 19; 14(7): 806.
  29. Patti A, Bianco A, Paoli A, Messina G, Montalto MA, Bellafiore M, et al. Pain Perception and Stabilometric Parameters in People With Chronic Low Back Pain After a Pilates Exercise Program. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Jan; 95(2): e2414.
  30. Antona B, Barrio A, Barra F, Gonzalez E, Sanchez I. Repeatability and agreement in the measurement of horizon-

- tal fusional vergences. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2008; 28(5): 475–91.
31. Zellers JA, Alpert TL, Rouse MW. A review of the literature and a normative study of accommodative facility. *J Am Optom Assoc.* 1984; 55(1): 31–7.
  32. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.* New York, NY: Routledge Academic; 1988.
  33. Grissom RJ, Kim JJ. Review of assumptions and problems in the appropriate conceptualization of effect size. *Psychol Methods.* 2001; 6(2): 135–46.
  34. Grissom RJ. Statistical analysis of ordinal categorical status after therapies. *J Consult Clin Psychol.* 1994; 62(2): 281–4.
  35. Grissom RJ. Probability of the superior outcome of one treatment over another. *J Appl Psychol.* 1994; 79(2): 314–6.
  36. Peterka RJ. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *J Neurophysiol.* 2002; 88(3): 1097–118.
  37. Lara F, Cacho P, García A, Megías R. General binocular disorders: prevalence in a clinic population. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2001; 21(1): 70–4.
  38. Montés-Micó R. Prevalence of general dysfunctions in binocular vision. *Ann Ophthalmol.* 2001; 33(3): 205–8.
  39. García-Muñoz Á, Carbonell-Bonete S, Cantó-Cerdán M, Cacho-Martínez P. Accommodative and binocular dysfunctions: prevalence in a randomised sample of university students. *Clin Exp Optom.* 2016; 99(4): 313–21.
  40. Scheiman M, Wick B. "Lenses, prisms and mirrors". In: *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders.* 4th Ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2014. p. 161–74.
  41. Valenti V, Viladot A. Principios de biomecánica del antepié. *Rev Medica Cir del Pie.* 1990; 4(1): 9–12.
  42. Treleaven J. Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control. *Man Ther.* 2008; 13(1): 2–11.
  43. Buisseret P. Influence of extraocular muscle proprioception on vision. *Physiol Rev.* 1995; 75(2): 323–38.
  44. Friedrich M, Grein HJ, Wicher C, Schuetze J, Mueller A, Lauenroth A, et al. Influence of pathologic and simulated visual dysfunctions on the postural system. *Exp brain Res.* 2008; 186(2): 305–14.
  45. Cacho-Martínez P, García-Muñoz Á, Ruiz-Cantero MT. Do we really know the prevalence of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions? *J Optom.* 2010; 3(4): 185–97.