



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**ALTERACIÓN DE LA INTEGRACIÓN SENSORIAL EN PACIENTES  
CON TRASTORNOS DE LA ADAPTACIÓN AL USO DE LENTES  
BIFOCALES**

DIEGO ALONSO DÍAZ MIRANDA  
PABLO IGNACIO LE-FORT REBUFEL

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis  
Terrae para optar al título de Kinesiólogo.

Profesor Guía: Klgo. Jorge Díaz Araya.

Santiago de Chile

2016



## INFORME DE APROBACIÓN TESIS DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina que la Tesis presentada por los candidatos:

DIEGO ALONSO DÍAZ MIRANDA

PABLO IGNACIO LE-FORT REBUFEL

Ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al título de Kinesiólogo, en el examen de defensa de Tesis rendido el 26 de Abril del 2016.

### DOCENTE GUÍA DE TESIS

Jorge Díaz Araya

---

### COMISIÓN INFORMANTE DE TESIS

Marcela Cires

---

Luis Peñailillo

---

**A mi Familia, a mis Amigos, a mi compadre Picho y especialmente a mi  
Kristalita.**

**A mis Padres, hermanos, polola y amigos.**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, nuestros más profundos agradecimientos al Hospital Del Salvador por abrirnos sus puertas. Nos sentimos realmente muy honrados por habernos permitido llevar a cabo nuestro estudio bajo el prestigioso alero del servicio de Oftalmología del Hospital.

No podemos dejar de volver a agradecerle inmensamente a Doña Lucia Santelices, quien de manera muy cálida y acogedora nos brindó su valiosa ayuda referente a los aspectos metodológicos de esta tesis.

A nuestros amigos: Bernardo (“Berni”) Vicuña, Jaime (“Pastita”) Alegría, Carlos (“Carlitos”) Ramírez, Gonzalo (“Chino”) Díaz, Javiera (“Javi”) Cabezas, Gabriel (“Gabo”) Contreras y Sebastián (“Cangri”) Cubillos, por todos esos buenos momentos vividos dentro y fuera de las aulas de la universidad. Especialmente a nuestro amigo Francisco (“Peluquita”) Vargas por su inagotable ayuda.

Finalmente, quisiéramos transmitirle un pequeño mensaje a nuestro Profesor guía Don Jorge Díaz:

Siéntase tranquilo, lo ha conseguido.

Ha logrado dejar una huella en nosotros, de esas imborrables.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Índice de ilustraciones y tablas.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Glosario y Abreviaturas.....	x
Introducción.....	1
Marco Teórico.....	3
Control potural.....	3
Sistema de la orientación sensorial.....	4
Contribución de los sistemas sensoriales al control	
postural.....	5
Re-Ponderación Sensorial.....	7
Trastornos de la integración sensorial.....	8
Caídas.....	11
Factores de riesgo de caídas.....	12
Lentes bifocales.....	13
Los lentes bifocales como un potencial perturbador	
de la visión.....	14
Adaptabilidad y No tolerancia.....	15
No tolerancia uso de lente.....	16
Sistema de medición del balance.....	17
Problema de investigación.....	20
Pregunta de Investigación.....	20
Objetivos.....	21
Objetivo general.....	21
Objetivos Específicos.....	21

Materiales y Métodos.....	23
Diseño de investigación.....	23
Selección de la muestra de estudio.....	23
Criterios de inclusión.....	24
Criterios de exclusión.....	24
Instrumentos y Procedimientos usados.....	24
Metodología de intervención.....	25
Variables del estudio.....	27
Protocolo o recolección de datos.....	29
Plan estadístico.....	33
Resultados.....	34
Discusión.....	42
Conclusión.....	47
Bibliografía.....	48
Anexos.....	64
Anexo N°1.....	64
Anexo N°2.....	65
Anexo N°3.....	71

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Tabla N° 1: Área de balanceo en el plano transversal para cada condición del mCTSIB.....	36
Tabla N° 2: Trastorno(s) de la integración según percentil 82.....	37
Figura N° 1: Trastornos de la integración sensorial según proporción.....	39
Figura N° 2: Distribución de trastornos de integración sensorial según proporción.....	40
Tabla N° 3: Cantidad de trastornos sensoriales según proporción y tipo.....	41

## RESUMEN

**Objetivo:** Describir si existe una alteración de la integración sensorial en pacientes con trastornos de adaptación al uso de lentes bifocales posterior a las dos semanas de uso. **Método:** La muestra estuvo compuesta por 10 pacientes captados desde la sala de espera del Servicio de Oftalmología del Hospital del Salvador (HDS). Se aplicó el Test Clínico de la integración sensorial en el balance modificado (mCTSIB) instrumentalizado mediante el Laboratorio de Movilidad OPAL basado en sensores inerciales. Un sensor ubicado sobre la cintura registró el área de balanceo ( $m^2/s^4$ ) para cada condición del test. **Resultados:** El promedio del área de balanceo para cada una de las 4 condiciones fue de  $0,025 \pm 0,153$ ;  $0,065 \pm 0,067$ ;  $0,17 \pm 0,097$ ;  $2,4 \pm 6,13 m^2/s^4$ , respectivamente. En base al resultado elaborado por el algoritmo del software del equipo, el 90% de la muestra presentó al menos un trastorno de la integración sensorial, correspondiendo la pérdida vestibular (70%) a la alteración más frecuente. **Conclusión:** Existe una alteración de la integración sensorial, especialmente en relación a la pérdida vestibular, en pacientes con trastornos de la adaptación al uso de lentes bifocales posterior a las dos semanas de uso. A la luz de los resultados podríamos afirmar que la infectiva adaptabilidad al usar los lentes bifocales podría deberse a un déficit en la estabilización de la mirada, secundario a una pérdida vestibular.

**Palabras claves:** Orientación sensorial, No tolerancia, VOR

## ABSTRACT

**Objective:** To describe if there is an alteration of sensory integration in patients with adjustment disorders subsequent use bifocals two weeks of use.

**Methods:** The sample composed 10 patients recruited from the waiting room of the Ophthalmology Hospital del Salvador (HDS). The Clinical Test of Sensory Integration in modified balance (mCTSB) manipulated by Mobility Lab OPAL based on inertial sensors was applied. A sensor located on the waist recorded balancing area ( $m^2/s^4$ ) for each test condition.

**Results:** The average rolling area for each of the 4 conditions was  $0.025 \pm 0.153$ ;  $0.065 \pm 0.067$ ;  $0.17 \pm 0.097$ ;  $2.4 \pm 6.13 m^2/s^4$ , respectively. Based on the result produced by the algorithm of computer software, 90% of the sample had at least one sensory integration disorder, corresponding vestibular loss (70%) the most frequent alteration.

**Conclusion:** There is an alteration of sensory integration, especially in relation to the vestibular loss in patients with adjustment disorders subsequent use bifocals two weeks of use. In light of the results we could say that the infective adaptability to use bifocals could be due to a deficit in stabilizing gaze, secondary to vestibular loss.

**Keywords:** sensory orientation, not tolerance, VOR

## GLOSARIO Y ABREVIATURAS

**BDS:** Base de sustentación

**CDM:** Centro de masa

**CP:** Control Postural

**CTISIB:** Test clínico de integración sensorial en balance

**DP:** Dependencia propioceptiva

**DV:** Dependencia visual

**HDS:** Hospital Del Salvador

**HTA:** Hipertensión arterial

**mCTSIB:** Test Clínico de la integración sensorial en el balance modificado

**OKR:** Reflejo optocinético

**PV:** Pérdida vestibular

**SDA:** Superficie de apoyo

**SNC:** Sistema Nervioso Central

**VOR:** Reflejo Vestíbulo- ocular

## INTRODUCCIÓN

Actualmente uno de los grandes problemas en los países desarrollados es la llamada “discapacidad visual”. La presbicia y las alteraciones refractarias adquieren una mayor relevancia al ser aquellas patologías que presentan una mayor incidencia en la población. Sin embargo, estas habitualmente suelen ser tratadas mediante procedimientos oftalmológicos, tales como la prescripción de lentes ópticos (Elliott D & Chapman G, 2010; Haran M, Lord S, Cameron I et al., 2010). Los lentes bifocales han permitido a los pacientes realizar diferentes actividades que precisen de importantes cambios en la longitud focal, tal como poder observar el precio de algún objeto de nuestro interés mientras nos encontramos de compras en un supermercado (Lord SR et al., 2002; Elliott D., 2014; American Academy of Ophthalmology, 2008). No obstante la literatura ha evidenciado a un grupo menor de personas quienes posterior al periodo de adaptación normal y sin una razón aparente, no logran adaptarse al uso de estos lentes, persistiendo con los síntomas de mareo, sensación de inestabilidad, dolor de cabeza, entre otras (Freeman C.Evans B, 2010; Patricia Hrynchak, 2006).

Vivimos en un ambiente constantemente en cambios. Por esta razón, la adaptación de nuestros sentidos sensoriales es trascendental para el control de la postura. El control de la postura va más allá de la habilidad de poder generar las fuerzas necesarias para controlar el cuerpo en el espacio. El sistema nervioso central primero debe ser capaz de poder identificar la posición y movimiento del cuerpo como así también el ambiente que lo rodea, en orden de poder determinar el “como” y “cuando” producir dichas fuerzas. Para lograr esto último, la información proveniente de receptores sensoriales ubicados en todo el cuerpo debe ser integrada centralmente para luego ejecutar el comando motor respectivo (Elliott D, 2014; Shumway-Cook A & Woollacott M, 2012).

Se desconoce en la actualidad si este tipo de personas presentan una alteración de la integración sensorial, probablemente limitando la aceptación de estos al uso de lentes bifocales. Frente a lo mencionado anteriormente ¿Existe una alteración de la integración sensorial en pacientes con trastornos de adaptación al uso de lentes bifocales que son evaluados con el Test Clínico de Integración Sensorial en Balance Modificado (mCTSIB) con posterioridad a las 2 semanas de uso?.

Este trabajo podría constituir el inicio de una línea de investigación, cuyo propósito permitiría aportar a la indicación del oftalmólogo frente a un trastorno de la integración sensorial en pacientes calificados para utilizar lentes bifocales, como potencialmente perjudicial en el proceso de adaptación.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Control Postural**

Practicar surf, andar en bicicleta, bailar tango, caminar por la calle e incluso respirar requieren del control de la postura. Ya sea de una manera más consciente (como transportar una bandeja de comida desde la cocina al comedor) o menos consciente (permanecer de pie), el sistema no subestima; es por esta razón que la gran mayoría (por no mencionar todas) de las acciones que realizamos en nuestro día a día requieren del control de la postura. El control postural (CP) se define como la capacidad de controlar el cuerpo en el espacio con el doble propósito de brindar estabilidad y orientación. La orientación postural implica interpretar la información proveniente de los sistemas sensoriales (visual, vestibular y somatosensorial) para mantener una relación apropiada entre los diferentes segmentos del cuerpo, y entre el cuerpo con el ambiente y la tarea. La estabilidad postural, también referida como “balance” o “equilibrio” envuelve la capacidad de controlar el centro de masa (CDM) en relación a la base de sustentación (BDS). En el pasado, los modelos del control motor asumían que el control postural radicaba en una serie de reflejos jerárquicos de enderezamiento y equilibrio. Fundamentado en el concepto Bernstein, actualmente el modelo más aceptado es el propuesto por Shumway-Cook y Woollacott quienes sugieren que el movimiento emerge de la interacción entre el individuo, las demandas posturales inherentes de la tarea y las restricciones del ambiente (Horak and Macpherson 1996; Horak 2006; Shumway-Cook and Woollacott 2012).

La capacidad de controlar nuestro cuerpo en el espacio, comprende una compleja habilidad motora la cual es fruto de la interacción dinámica de los sistemas neurales y musculo-esquelético. Múltiples recursos se requieren para la estabilidad y orientación postural. Los sistemas subyacentes al individuo que afectan al CP son: las Limitaciones biomecánicas, los límites de estabilidad, la verticalidad, los ajustes posturales anticipatorios, las respuestas posturales automáticas, la estabilidad dinámica en la marcha, los factores cognitivos y la orientación sensorial (Selzer et al. 2014).

### **Sistema de la Orientación sensorial.**

La habilidad de orientar el cuerpo con respecto a la fuerza de gravedad, la superficie de apoyo, el entorno visual, nuestras representaciones internas, entre otros aspectos (Kluzik, Peterka and Horak 2007) comprende una habilidad esencial en la forma cómo interactuamos con el mundo que nos rodea. Esto es posible a la capacidad del sistema nervioso central (SNC) de integrar y ponderar la información proveniente de los diferentes órganos sensoriales (vestibular, visual y somatosensorial). El área de integración sensitiva multimodal posterior (ubicada en la unión entre los lóbulos parietal y temporal) integra la información de más de una modalidad o canal sensorial. Posteriormente esta información es proyectada hacia las áreas de asociación motora multimodales (ubicadas en el lóbulo frontal) en orden de planificar el movimiento adecuado (Horak 2006; Kandel, Schwartz and Jessell 2001; Shumway-Cook and Woollacott 2012; Pandya and Seltzer 1982; Peterka 2002; Elliott 2014).

## **Contribución de los sistemas sensoriales al control postural**

Si bien el objetivo es el mismo, cada sistema sensorial contribuye a su modo, siendo cada uno más sensible para diferentes movimientos particulares (Zacharias and Young 1981; Isableu et al. 2010; Gomez, Patel and Magnusson 2009), de manera tal que cada sistema sensorial brinda un marco de referencia exclusivo para el control postural (Shumway-Cook and Woollacott 2012).

El Sistema Visual permite detectar el movimiento y orientación de los objetos en el ambiente con el propósito de poder adaptar los movimientos para contrarrestar las condiciones otorgadas por el medio. El Sistema visual también permite detectar el movimiento relativo de uno mismo en relación al ambiente (Selzer et al. 2014; Marigold and Eng 2006). La influencia de la visión sobre el control de la postura varía según sean las condiciones de luminosidad, agudeza visual, localización y tamaño de los estímulos percibidos dentro del campo visual (Leibowitz, Johnson and Isabelle 1972). De este modo en ausencia de visión el balanceo del cuerpo tiende a aumentar en la mayoría de las personas (Chiari, Kluzik and Lenzi 2001). No es de extrañar entonces la correlación existente entre un control postural más pobre con diversas patologías que afecten a la visión (Kotecha, Chopra, Fahy and Rubin 2013; Anand et al. 2003, Matheron and Kapoula 2011; Schwartz et al. 2005).

El sistema vestibular está especialmente diseñado para el control de la orientación y estabilidad postural, provee información respecto a la posición y movimiento de la cabeza en relación a la fuerza de gravedad y fuerzas inerciales (Shumway-Cook and Woollacott 2012). Está compuesto por dos laberintos vestibulares localizados en el oído interno, cada laberinto vestibular comprende 5

órganos sensoriales que complementados con sus pares contralaterales son capaces de censar las aceleraciones lineales y angulares de la cabeza en el espacio (Kandel, Schwartz, Jessell, 2001; Angelaki and Cullen 2008; Jamon 2014). Los órganos otolíticos (utrículo y sáculo) se encargan de censar las aceleraciones lineales producidas sobre la cabeza (Trotoiu et al. 2009; Selzer et al. 2014; Angelaki and Cullen 2008; Jamon 2014), mientras que los canales semicirculares censan las aceleraciones angulares. Los canales anterior y posterior detectan los movimientos de *Pitch* (Plano Sagital) y *Roll* (Plano Frontal) de la cabeza, en tanto que los canales horizontales detectan los movimientos de *YAW* (Plano Horizontal) (Angelaki and Cullen 2008; Selzer et al. 2014). La información proveniente del sistema vestibular, específicamente la información derivada del reflejo vestibulo-ocular (VOR, por sus siglas en ingles) puede también ser utilizada con el propósito de estabilizar la mirada frente a un objetivo de interés durante los movimientos de la cabeza. Lo anterior, gracias a la generación de un movimiento ocular en la dirección contraria al movimiento de la cabeza (Angelaki and Cullen 2008; Jamon 2014; Kandel, Schwartz and Jessell 2001).

El sistema somatosensorial ofrece información directa sobre la orientación del cuerpo en el espacio en relación a la superficie de apoyo, esta información deriva de sensores distribuidos en todo el cuerpo (husos musculares, órganos tendinosos de Golgi, mecanorreceptores cutáneos, receptores articulares y de presión). Asimismo este sistema es capaz de indicar la relación existente entre los diferentes segmentos del cuerpo (Laube, Govender and Colebatch 2012; Elliott 2014).

## **Re-Ponderación Sensorial**

Hace más de 20 años Nashner y colaboradores introdujeron el término “Reponderación sensorial” (Nashner, Black and Wall 1982), el cual hace referencia a la capacidad del SNC de modificar la contribución relativa de cada uno de los tres sistemas sensoriales dependiendo de las condiciones del ambiente, la tarea y el individuo (Assländer and Peterka 2014; Nashner, Black and Wall 1982; Horak 2006; Oie, Kiemel and Jeka 2002). De este modo, una persona normal de pie sobre un piso firme en un ambiente bien iluminado, ponderará aproximadamente en un 70% hacia la información somatosensorial, un 20% en la información vestibular y en un 10% en la información visual para la orientación postural (Peterka 2002). Sin embargo, si bajo las mismas condiciones antes descritas, la superficie de apoyo (SDA) es inclinada de 0° a 8°, el SNC detectará este cambio re-ponderando hacia la información vestibular en un 70 %, un 20% para la información visual y solo un 10% para la información somatosensorial. Estos cambios en la ponderación o “valor” de los inputs sensoriales se deben a que la información somatosensorial proveniente principalmente de la articulación del tobillo ya no constituye una fuente de información precisa para la orientación (secundario a un aumento en la inclinación de la superficie de apoyo), debido a que tendemos a orientar nuestra postura de manera perpendicular a la SDA (Kluzik Peterka and Horak 2007). Como resultado de la perturbación otorgada por la SDA, el sistema se adaptará, y en consecuencia orientará el cuerpo en relación a la fuerza de gravedad, aumentando la ponderación hacia el sistema vestibular, en orden de mantener una postura vertical (Trotoiu et al. 2009; Angelaki and Cullen 2008; Kluzik, Peterka and Horak 2007; Peterka 2002; Oie, Kiemel and Jeka 2002). Bajo la misma lógica, si una persona normal se encuentra en una habitación poco iluminada, de pie sobre una superficie firme y sin inclinación, este aumentará la ponderación hacia el sistema somatosensorial o vestibular, debido a que la información visual no estará reportando información clara respecto al movimiento

relativo de uno mismo además de la posición y/o movimiento de los objetos en la habitación (Selzer et al. 2014; Marigold and Eng 2006).

En conclusión, en situaciones en la cual un sentido (o más de uno) se encuentre dañado o no otorgue información precisa respecto a la orientación del cuerpo en el espacio, la ponderación otorgada hacia aquel sentido se reducirá, mientras que la ponderación hacia otro sentido más preciso (o disponible) se incrementará (Horak and Hlavacka 2001; Assländer and Peterka 2014; Horak 2006; Oie, Kiemel and Jeka 2002; Horak and Macpherson 1996).

### **Trastornos de la integración sensorial**

Los trastornos a la orientación sensorial pueden afectar al control postural de 2 maneras:

- I. Perjudicando la habilidad de adaptar los inputs sensoriales frente a cambios en la tarea y el ambiente.
- II. Impidiendo la adecuada configuración del esquema corporal.

La manera de como el/los deterioro o pérdida de un sentido sensorial afecta al control postural dependerá de diferentes aspectos (Shumway-Cook and Woollacott 2012).

- A. La habilidad de otros sentidos sensoriales de reportar la posición del cuerpo en el espacio.
- B. La disponibilidad de información precisa en el ambiente.
- C. La capacidad de interpretar y seleccionar correctamente el sentido sensorial para la orientación.

Mediante la manipulación de la información sensorial disponible se puede analizar el comportamiento de las personas bajo diferentes contextos sensoriales. El test clínico de integración sensorial en balance (CTSIB, por sus siglas en inglés) constituye sencilla de evaluar la organización sensorial bajo diferentes contextos (Shumway-Cook and Horak 1986). Para este test, las personas deben permanecer de pie (procurando mantenerse quietos) por 30 segundos para cada condición (Condición 1: ojos abiertos/superficie firme; Condición 2: ojos cerrados/superficie firme; Condición 3: fanal de papel opaco rodeando la cabeza/ojo abiertos/superficie firme; Condición 4: ojos abiertos/superficie complaciente; Condición 5: ojos cerrados, superficie complaciente, Condición 6: fanal de papel opaco rodeando la cabeza/ojo abiertos/superficie complaciente). La información visual es eliminada mediante el cerrar de los ojos o perturbada (es decir, generada de manera imprecisa) mediante el empleo de un fanal de papel opaco sobre la cabeza. La información somatosensorial es perturbada mediante la utilización de una espuma de densidad media (superficie de apoyo complaciente). En la condición 1, los 3 sentidos sensoriales se encuentran disponibles. Durante la condición 2 los ojos se encuentran cerrados, dejando sólo a la información vestibular y somatosensorial para la orientación postural. Personas con trastornos a la información somatosensorial, tal como la neuropatía diabética, tienden a presentar una mayor dificultad en la mantención del equilibrio durante la condición 2 o similares (Horak and Hlavacka 2001; Horak 2006; Horak, Nashner and Diener 1990). A manera de relevo o sustitución sensorial, probablemente existirá un incremento en la sensibilidad de los inputs vestibulares (Horak and Hlavacka 2001; Peterka 2002). El mecanismo de sustitución sensorial es consistente con los resultados encontrados por Strupp, quien reportó un aumento adaptativo en la ganancia de los inputs somatosensoriales en pacientes con pérdida de la función vestibular (Strupp, Arbusow and Pereira 1999). Del mismo modo, personas con trastornos a la información somatosensorial tenderán a aumentar la ponderación de manera exagerada hacia la información visual para compensar el déficit (Horak and Macpherson 1996). Durante la condición 4, las aferencias somatosensoriales se

encuentran perturbadas, ocasionando que personas con trastornos a la información visual, tales como el glaucoma o las cataratas, presenten una mayor dificultad en esta condición (Oie, Kiemel and Jeka 2002; Peterka 2002). En la condición 5, personas con trastornos vestibulares tienden a presentar mayores conflictos en mantener la estabilidad, debido a que en esta condición es sólo el sistema vestibular quien debiese estar reportando de manera adecuada (Black, Shupert and Horak 1988; Dozza, Horak and Chiari 2007). En la condición 3 y 6, el marco visual se encuentra estabilizado (mediante el uso de un fanal de papel). Esta condición evalúa la capacidad de interpretar (el sujeto debe suprimir la información visual ilusoria) y ponderar hacia otra fuente orientadora. Justamente, en algunos casos la inestabilidad podría resultar de la inhabilidad de organizar de manera adecuada y seleccionar los inputs apropiados para el control postural. Problemas en la organización sensorial pueden manifestarse en una ponderación inflexible de los inputs sensoriales para la orientación postural. De este modo, una persona podría confiar o depender de manera excesiva en un sólo sentido (visual o somatosensorial) para mantener el control postural. Sin embargo, situaciones en la cual el sentido (del que se es dependiente) no esté disponible o se encuentre reportando de manera imprecisa, estas personas seguirán dependiendo de este, incluso si los otros sentidos sensoriales se encuentran reportando con información adecuada (Jeka 2006; Assländer and Peterka 2014; Oie, Kiemel and Jeka 2002; Marigold and Eng 2006; Allison, Kiemel and Jeka 2006; Ravaioli et al. 2005).

De esta manera personas que son dependientes de la información visual (referidos también como “visuales dependientes”) tenderán a caer o presentar un aumento anormal del balanceo en cualquier condición en la cual la señal visual se encuentre reducida (ej: Ojos cerrados) y/o perturbada (ej: Movimiento del entorno visual) (Black and Nasher 1984). La explicación más aceptada para la visual dependencia (Jeka et al. 2006) es el envejecimiento y trastornos referibles a los sistemas somatosensorial y vestibular (Horak, Nashner and Diener 1990; Guerraz and Bronstein 2008; Slaboda 2009). Por el contrario,

personas que son dependientes de la información somatosensorial (referidos también como “propioceptivos dependientes” o “superficie dependientes”) tenderán a caer o presentar un aumento anormal del balanceo en cualquier condición en la cual los inputs vestibulares y/o visuales se encuentren atenuados (Ej: anestesia en la planta de los pies) o perturbados (Ej: caminar sobre la arena) (Horak 2006; Kluzik, Peterka and Horak, 2007; Horak, Nashner and Diener 1990; Black et al. 1988).

En conclusión, alteraciones provocadas al sistema de la orientación sensorial (o cualquiera de los subsistemas adyacentes al control postural) derivará en la inestabilidad. En consecuencia una gran probabilidad a sufrir una caída, la cual no corresponderá a un evento fortuito o casual en el tiempo, sino más bien a una acción dependiente de un contexto en específico (Horak 2006; Selzer et al. 2014; Horak, Wrisley and Frank 2009).

## **Caídas**

Bajo el concepto explicado anteriormente, ¿Qué se entiende por una caída?. Una caída es un evento que se produce cuando una persona desciende a nivel del suelo o un segmento inferior en contra de su propia voluntad. Se ha establecido que los adultos mayores son las personas que presentan mayor riesgo a sufrir tal evento (Shumway-Cook and Woollacott 2012; Reed-Jones et al. 2013).

Con el aumento del envejecimiento de la población mundial, las caídas se han transformado en un tema de relevancia y en un problema para la salud pública, al ser consideradas como una de las principales causas de mortalidad.

En Estados Unidos, el año 2010, aproximadamente 21.700 adultos mayores fallecieron por causa de lesiones asociadas a caídas. Se ha estudiado que entre un 30 y 40% de los adultos mayores en el transcurso de un año sufren al menos una caída, cuyo porcentaje aumenta en pacientes que son residentes de hogares de ancianos y en aquellos que superan los 75 años. Asimismo, las caídas suelen ocurrir entre un 40 y 60% de las veces en ausencia de testigos (Reed-Jones et al. 2013; Shobha and Rao 2005; Thapa et al. 1996, Tinetti, Liu and Ginter 1992; Ungar et al. 2013; Centers for Disease Control and Prevention 2008; Austin et al. 2007).

### **Factores de riesgo de caídas**

Los factores de riesgo que presentan las caídas pueden ser divididos en intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos son descritos como aquellos que están relacionados con el ser humano (tales como debilidad muscular, polifarmacia, artritis, problemas cognitivos, entre otros), las cuales intervienen directamente en la mantención del control postural, llevando a que el sujeto aumente su riesgo de caídas. Por el contrario, los factores extrínsecos son descritos como aquellos que no están relacionados con la persona en sí, sino más bien, con peligros que presenta el medio ambiente como pueden ser escalones, veredas y superficies resbaladizas e irregulares (Reed-Jones et al. 2013; Elliott 2014; Centers for Disease Control and Prevention 2003; Nevitt, Cummings and Hudes 1991; Graafmans et al. 1996; Campbell, Borrie and Spears 1989).

En base a lo expuesto anteriormente, ¿Qué aspectos del lente bifocal podrían comportarse como un potencial riesgo extrínseco de caída?

## **Lentes bifocales**

Durante toda actividad de la vida diaria realizada por una persona, la visión como función sensorial se encuentra jugando un rol relevante al entregar información sobre lo que ocurre en el ambiente. Sin embargo existen diversas patologías que pueden afectar dicha función. Entre las más frecuentes se encuentran los llamados vicios de refracción y la presbicia (Ministerio de Salud 2010; Elliott and Chapman 2010; Haran et al. 2010).

Para cada una de ellas está descrito su tratamiento, en el cual el principal objetivo terapéutico será aumentar la agudeza y función visual, siendo los lentes ópticos el tratamiento de elección. Entre ellos se encuentran los lentes bifocales, trifocales y multifocales progresivos (Ministerio de Salud 2010; Haran et al. 2010).

Los lentes bifocales han sido un gran acierto como tratamiento visual, entregando mayor comodidad a las personas al momento de realizar actividades y tareas que requieran cambios en la longitud focal (definida como la distancia presente entre el lente y el punto focal), como el ir de compras o conducir. Dicho efecto se logra gracias a que el lente bifocal presenta dos zonas con diferentes funciones. En la zona superior se encuentra un componente de aumento para mejorar la visión de lejos, mientras que el polo inferior presenta un componente para mejorar la visión de cerca, útil en actividades como la lectura (Lord et al. 2002; Elliott 2014; American Academy of Ophthalmology 2008).

## **Los lentes bifocales como un potencial perturbador de la visión**

Sin embargo a lo largo del tiempo se ha descubierto que los lentes bifocales presentan una serie de desventajas para el usuario, las cuales podrían llevar a producir una alteración en el control postural, producto de una posible perturbación generada en la entrada de información visual. Dichas desventajas toman mayor importancia principalmente en ambientes en los que la persona no se encuentra familiarizada, como lugares exteriores al hogar, al momento de esquivar obstáculos presentes en el medio ambiente o al subir y bajar escaleras. Entre las principales desventajas se encuentran: 1) salto de imagen, 2) distorsión del campo visual periférico y 3) alteración en la ganancia del reflejo vestibulo-ocular (Zanen 1997; Lord et al. 2002; Johnson et al. 2009; Elliott 2014; Matthew et al. 2010).

- 1 **Salto de imagen**, se produce cuando el foco de la mirada pasa desde un polo del lente a otro. Dicho proceso se traduce en un desplazamiento aparente de los objetos que se encuentran fijos, produciendo una confusión en la entrega del estímulo visual (Lord et al. 2002; Haran et al. 2010). Estudios han informado que el salto de imagen tiene una directa relación con el aumento que presenta el lente, puesto que a mayor aumento, mayor será el salto de imagen (Lord et al. 2002, Haran et al. 2010; Elliott 2014).
- 2 **Distorsión del campo visual periférico**, se produce cuando el usuario dirige su mirada principalmente a través del polo inferior del lente, obteniéndose una visión borrosa y ampliada. Dicha alteración conlleva a que aumente la dificultad para identificar objetos que se encuentren a nivel del suelo, al momento de subir y bajar escaleras, reconocer la posición de la pisada, entre otros (Elliott 2014; Haran et al. 2010; Zanet 1997).

- 3 **Alteración en la ganancia del reflejo vestibulo-ocular.** Cuando un sujeto comienza a usar por primera vez un lente de aumento se produce una alteración en la ganancia del VOR dado por una magnificación del mundo externo, es decir, existe un incremento de la imagen que se proyecta en la retina. Dicho efecto produce que el paciente perciba que todo aquello que lo rodea se encuentre más cerca de lo que realmente está, junto con un aumento en la sensibilidad de los movimientos, tanto voluntarios como involuntarios de la cabeza, obteniendo como resultado el deslizamiento de la imagen retiniana (definida como la diferencia entre la velocidad del target y la velocidad a la cual se mueve el ojo). Así, las personas que utilizan por primera vez un lente de aumento refieren una sensación de malestar y que “el mundo les da vuelta”, proceso conocido como vértigo (Roberts et al. 2013; Elliott 2014; Herdman and Clendaniel 2014; Demer et al. 1989; Kandel, Schwartz and Jessell 2001; Mazzola et al. 2014).

### **Adaptabilidad y No tolerancia**

El vértigo se encuentra entre uno de los síntomas que puede sufrir una persona que utiliza lentes por primera vez, el cual puede estar acompañado por dolores de cabeza, micropsia, macropsia, distorsiones espaciales, entre otros (Freeman and Evans 2010). Dichos síntomas son de carácter normales dentro de las dos primeras semanas de uso, tiempo descrito por la literatura para la adaptación a un nuevo lente. (Elliot 2014; Kandel, Schwartz and Jessell 2001; Hitzeman and Myers 1985)

Una vez que los usuarios utilizan sus lentes de aumento de manera continua, el VOR comienza a generar un aumento en su ganancia (proceso dado gracias a la plasticidad desarrollada y la eficacia sináptica de la vía refleja), generando un nuevo aprendizaje para finalmente volver a tener una imagen

retiniana estable. Este proceso es dependiente de la cantidad de aumento que presentan los lentes. (Eliott 2014; Watanabe, Hattori and Koizuka, 2003; Demer et al. 1989; Kandel, Schwartz and Jessell 2001; Crane and Demer 2000). Por esta razón, se dice que el VOR es adaptativo, ya que logra cumplir con las nuevas demandas funcionales en cuanto a la estabilización automática de la imagen retiniana durante los movimientos rotacionales que presenta la cabeza con el uso de los nuevos lentes. Asimismo, presenta características plásticas, ya que logra conservar de manera constante el nuevo estado posterior al proceso adaptativo. El principal órgano involucrado en el aprendizaje del VOR frente al nuevo estímulo, es el cerebelo (Kandel, Schwartz and Jessell 2001; Blazquez et al. 2003; Blazquez et al. 2004; Kheradmand and Zee 2011; Crane and Demer 2000).

### **No tolerancia al uso de lentes**

El concepto de no tolerancia, o intolerancia al uso de lentes, se define como un proceso de insatisfacción que sufren los pacientes frente al uso de sus nuevos lentes, el cual es de origen multifactorial. Se estima que el porcentaje de pacientes que presentan intolerancia al uso de lentes se encuentra entre un 1% y un 3%. Uno de los factores estudiados con mayor prevalencia, es el error en la prescripción del lente (Howell et al. 2010). Asimismo, los problemas de adaptación son descritos como aquellos en que el paciente, pese a tener una receta correcta, no logra acostumbrarse al uso de sus lentes. Se dice que aproximadamente el 10,6 % de los sujetos vuelven a consultar por este tipo de problema (Freeman and Evans 2010; Howell et al. 2010; Hrynychak 2006).

Si bien la literatura comúnmente habla sobre la “no tolerancia” con el fin de describir los problemas expuestos, para algunos autores dicho concepto

presenta características peyorativas hacia el paciente, ya que solo refleja un problema enfocado en el sujeto. En consecuencia, han postulado el término “problemas de adaptación”, con el fin de englobar tanto problemas respecto al sujeto como también al lente (Howell et al. 2010; Freeman and Evans 2010).

Otro efecto que ocurre cuando un sujeto se encuentra en proceso de adaptación a sus nuevos lentes es el aprendizaje automático de nuevas estrategias de seguridad. Dichas estrategias se logran ver principalmente en actividades funcionales, tales como la marcha, donde el principal cambio que se observa es en el toe clearance (descrito como la distancia presente entre los dedos del pie y la superficie de apoyo durante el balanceo). Esta distancia, en personas que utilizan lentes bifocales, aumenta. La explicación del porqué no es clara pero podría pensarse que se produce como compensación con el fin de evitar una caída por causa de un tropiezo con algún objeto presente en el medio ambiente. Otra estrategia adoptada se da al momento de subir y bajar escaleras o de esquivar obstáculos que se encuentran a nivel del suelo, utilizando la estrategia de observar el suelo con flexión de cuello, en conjunto con dirigir la mirada hacia arriba, de manera tal que el ojo quede mirando sobre el polo superior del lente (Eliott 2014; Johnson et al. 2009).

### **Sistemas de medición del balance:**

El balance es un sistema importante al momento de realizar cualquier tipo de actividad de la vida diaria, es por esto mismo que el realizar una medición de éste se ha transformado en una herramienta imprescindible durante los últimos años. Una correcta evaluación clínica del balance puede detectar el riesgo de caída que presenta un paciente, examinar cuales son las alteraciones presentes en alguno de los subsistemas que integran a este mismo, o ambas. Así, se logra

obtener resultados relevantes con el objetivo de plantear un diagnóstico y proponer un enfoque terapéutico para la práctica clínica (Horak 2006; Mancini and Horak 2010).

Entre los objetivos que presenta la valoración clínica del balance se encuentran principalmente: 1) Determinar la existencia de un problema en el balance y 2) Determinar la causa del problema en el balance. Para esto existen diversas escalas y sistemas de medición (Horak 1987; Mancini and Horak 2010).

Hoy en día uno de los métodos de evaluación más utilizados son aquellos realizados mediante sensores inerciales ya que logran entregar información de mayor objetividad al ser un instrumento validado, de alta confiabilidad y sensibilidad (Mancini and Horak 2010; Bonato 2005; Chiari et al. 2005; Moore et al. 2007; Salarian et al. 2004).

Los sensores inerciales portátiles corresponden a acelerómetros lineales y/o giroscopios (sensores de velocidades angulares) los cuales pueden ser colocados en extremidades inferiores, superiores y tronco. Su función es transmitir información de movimiento al momento en que a la persona se le piden ciertas tareas (Mancini and Horak 2010).

Estos sensores portátiles son utilizados en pruebas clínicas específicas, tanto de equilibrio como de movilidad. Su desarrollo se da en base a algoritmos, entregando como resultado una evaluación objetiva y cuantitativa. Dentro de la utilización de estos dispositivos existen diversas pruebas instrumentadas que pueden ser realizadas por el clínico, tales como: balanceo postural, timed up and go, entre otros (Mancini et al. 2009; Salarian et al. 2009; Zampieri et al. 2009). Una

de las pruebas instrumentadas más utilizadas al momento de evaluar el balance es el test clínico modificado de integración sensorial (mCTSIB). El objetivo de la prueba es entregar información del funcionamiento de los sistemas sensoriales (sistema visual, vestibular y somatosensorial). Este test se realiza a través 4 condiciones (a diferencia del test clínico de integración sensorial) las cuales se miden de manera progresiva. Cada condición se evalúa durante 30 segundos y se dividen en: 1) Superficie firme/ ojos abiertos, 2) superficie firme/ ojos cerrados, 3) superficie complaciente/ ojos abiertos, 4) superficie complaciente/ ojos cerrados (Nashner 1982; Lin Chung et al. 2009; Park et al. 2013).

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Los lentes bifocales son recetados con el objetivo de mejorar y recuperar la función visual en pacientes que presentan deterioro tanto en su visión de cerca como de lejos. La literatura establece que el periodo de adaptación a este tipo de lentes se encuentra dentro de las dos primeras semanas de uso. Sin embargo, existe un porcentaje de pacientes que no logra acostumbrarse dentro de dicho periodo, persistiendo con síntomas de mareo y/o sensación de inestabilidad.

## **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Existe una alteración de la integración sensorial en pacientes con trastornos de adaptación al uso de lentes bifocales que son evaluados con el Test Clínico de Integración Sensorial en Balance Modificado (mCTSIB) con posterioridad a las 2 semanas de uso?

## **HIPÓTESIS**

Al presentar un alcance exploratorio, este trabajo no incluye hipótesis (Sampieri, Fernandez and Baptista 2006).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Describir si existe una alteración de la integración sensorial en pacientes con trastornos de adaptación al uso de lentes bifocales que son evaluados con el mCTSIB instrumentalizado con posterioridad a las 2 semanas de uso.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar aquellos pacientes con sensación de mareo y/o inestabilidad postural frente al uso de lentes bifocales en un periodo mayor a 2 semanas de uso mediante una encuesta.
- Identificar trastornos a la integración sensorial a través del mCTSIB instrumentalizado en pacientes que continúan con sensación de mareo y/o inestabilidad postural frente al uso de lentes bifocales en un periodo mayor a 2 semanas de uso.
- Describir la frecuencia de cada tipo de trastornos a la integración sensorial (pérdida vestibular, dependencia visual y dependencia propioceptiva) en

pacientes que no logran adaptarse al uso de lentes bifocales posterior a las dos semanas de uso.

- Determinar y describir el promedio de edad, sexo, estatura y tiempo de uso de lentes bifocales de la muestra.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Diseño de Investigación**

El diseño de la presente investigación corresponde a un estudio de alcance exploratorio, cuya finalidad es descriptiva de carácter transversal y prospectivo. Asimismo presenta un enfoque de tipo cuantitativo y un control de asignación observacional.

### **2. Selección de la muestra de estudio**

#### **Universo**

El universo está conformado por las personas pertenecientes a la red de salud metropolitano oriente.

#### **Población**

Personas que utilizan lentes bifocales del Servicio de Oftalmología del Hospital del Salvador.

#### **Muestra**

Personas que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.

#### **Tipo de muestreo**

No probabilístico, por cuotas.

## **Tamaño de la Muestra**

Formada por 10 Pacientes del Servicio de Oftalmología del Hospital del Salvador.

## **Criterios de Inclusión**

- Pacientes del Servicio de Oftalmología del Hospital del Salvador.
- Pacientes mayores de 18 años.
- Pacientes usuarios de lentes bifocales que se encuentran dentro de un periodo mayor a 2 semanas y que persisten con síntomas de mareo (o vértigo) y/o sensación de inestabilidad.
- Pacientes que refieran utilizar durante todo el día sus lentes bifocales.
- Pacientes con consentimiento informado firmado.

## **Criterios de Exclusión**

- Pacientes que utilicen ayudas técnicas (silla de ruedas, bastones, etc).
- Pacientes con patologías neurológicas diagnosticadas.
- Pacientes incapaces de comprender y seguir órdenes.
- Pacientes que consuman fármacos de tipo psicotrópicos.
- Pacientes incapaces de adoptar la posición requerida para el mCTSIB

## **Materiales y procedimientos usados**

Para las mediciones del presente estudio se utilizó como único

procedimiento, el Test Clínico de Integración Sensorial modificado (mCTSIB) instrumentalizado, mediante el laboratorio de movilidad OPAL basado en sensores inerciales. El mCTSIB constituye un método de evaluación clínica validado, ampliamente utilizado por Kinesiólogos, Centros clínicos y Universidades alrededor del mundo. Gracias al avance de la tecnología en el análisis del movimiento humano durante los últimos años, ha surgido recientemente el laboratorio de movilidad OPAL. Creado el año 2007, con más de 200 publicaciones y cerca de 25 000 personas analizadas en todo el mundo el laboratorio de movilidad OPAL provee a los clínicos, resultados de mediciones fiables, sensibles y validadas (Mancini and Horak 2010; Mancini et al. 2012; Mancini et al. 2011). El laboratorio de movilidad OPAL cuenta con un amplio repertorio de reconocidas pruebas clínicas para su instrumentalización, del cual el mCTSIB forma parte. Prestigiosas instituciones ya cuentan con esta tecnología, entre ellas: la NASA, Microsoft, BOEING, la Universidad de Harvard, la Universidad de Standford, la Universidad Johns Hopkins y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (McNames, Aboy, Horak, Greenberg and Holmstrom 2014).

### **Metodología de Intervención**

Los pacientes fueron captados desde la sala de espera del Servicio de Oftalmología del Hospital Del Salvador (HDS) previa consulta (entiéndase también como encuesta) realizada de manera verbal respecto al tiempo de uso y existencia de síntomas referibles al uso de lentes bifocales. Los pacientes calificados para ingresar al estudio (tiempo de uso mayor a las 2 semanas y presencia de sensación de inestabilidad y/o mareo posterior al uso de los lentes) eran invitados a dirigirse a la sala de estrabismo del servicio para proseguir con la evaluación, previa lectura y firma de las cartas de información al paciente y consentimiento informado. Allí, los pacientes fueron sometidos por ambos evaluadores al mCTSIB instrumentalizado mediante el Laboratorio de Movilidad OPAL basado en sensores

inerciales (Imagen 1) (constituidos por acelerómetros, giroscopios y magnetómetros que otorgan información tri-axial). Los pacientes fueron ubicados a 4 metros de distancia de la pared sobre un área despejada. Se pegó una estampilla o “sticker” circular de color rojo de 4 centímetros de diámetro en la pared a la altura de la cabeza de cada participante, quienes fueron instruidos para mirar la figura durante la prueba con el propósito de mantener su equilibrio y concentración. Sobre el lugar en el cual los pacientes estuvieron de pie se ubicó un separador de pies de madera (incluido dentro del Kit del laboratorio de movimiento OPAL) en el piso. Se cercioró que la pantalla del computador estuviese por fuera de la línea de visión de los pacientes durante las pruebas. Los pacientes debieron estar descalzos y utilizando sus lentes bifocales al momento de la aplicación de la prueba. El test fue realizado una sola vez, excepto el caso en el que el paciente no haya comprendido las instrucciones. El periodo de evaluación comprendió desde las fechas 18/08/2015 hasta el día 13/10/2015. Durante este periodo, 10 fueron los días de medición (generalmente 1 día a la semana), las cuales se realizaban desde las 8:00 am hasta las 2:00 pm.



(Img. 1)

**Img.1 (Laboratorio de Movilidad OPAL):** McNames J, Aboy M, Horak F, Greenberg A, Holmstrom L. (2014) Ambulatory Parkinson's Disease Monitoring. Portland, Oregon. www.apdm.com

### **3. Variables del Estudio**

#### **Variables Independientes:**

- Lentes bifocales:

Definición Conceptual: Lente de características correctiva que presenta dos áreas de diferente potencia, con el fin de corregir la visión de cerca y de lejos (Johnson L. et al 2007)

Definición Operacional: Medido a través de un foróptero y una pantalla de optotipos situada a 6 metros para visión de lejos y 30 cm para visión de cerca.

Dimensiones: mayor o igual a 0,5 dioptrías.

Indicador: Dioptrías.

#### **Variable Dependiente:**

- Adaptabilidad al lente bifocal:

Definición conceptual: Capacidad de acomodación que presenta un sujeto al uso de un nuevo lente medido en tiempo (Hitzeman S.A, Myers C, 1985).

Definición Operacional: Mediante la aplicación de una encuesta (o consulta verbal) referente a la presencia/ausencia de los síntomas; sensación de inestabilidad y/o mareo posterior a las 2 semanas de uso de lentes bifocales

Dimensiones: Presencia de síntomas > a 2 semanas de uso de lentes bifocales; ausencia de síntomas > a 2 semanas de uso de lentes bifocales

Indicador: Tiempo, expresado en semanas.

- Integración Sensorial:

Definición conceptual: Habilidad de la corteza temporoparietal del cerebro de integrar la información de más de una modalidad sensorial (Kandel, Schwartz, Jessell, 2001).

Definición Operacional: Por medio de la aplicación del Test Clínico de la integración sensorial en el balance modificado (mCTSIB) instrumentalizado mediante el laboratorio de movilidad OPAL.

Dimensiones: Dependencia Visual; Dependencia Propioceptiva; Pérdida Vestibular.

Indicador: Área de balanceo ( $m^2/s^4$ ).

Variables Desconcertantes:

- Error en la receta del lente.
- Error en la fabricación del lente.
- Cualquier fenómeno que gatille la aparición de mareo y/o sensación de inestabilidad que se superponga exactamente en el tiempo y cuya naturaleza no se relacione al uso del lente bifocal.

**4. Procedimiento**

## **Consulta Verbal.**

Aquellos pacientes que utilizaban lentes bifocales fueron encuestados de manera verbal, realizándoles 2 preguntas (cuyo espectro de respuesta para ambas preguntas era Si/ No):

1. *“¿Presenta usted la sensación de inestabilidad y/o mareo posterior al uso de sus lentes bifocales?”*
2. *“¿El tiempo de uso de sus lentes bifocales es superior a las 2 semanas?”*

## **Aplicación del Test Clínico de Integración Sensorial en Balance Modificado “Modified Clinical Test for Sensory Interaction in balance (mCTSIB)” Instrumentalizado.**

Los pacientes debieron mantener el equilibrio durante 30 segundos en 4 condiciones distintas, realizadas de manera progresiva (Condición 1= Superficie firme, ojos abiertos; condición 2= Superficie firme, ojos cerrados; condición 3= Superficie complaciente, ojos abiertos; condición 4= Superficie complaciente, ojos cerrados). La superficie complaciente fue otorga mediante la utilización una espuma de densidad media marca AIREX® de 70 x 70 centímetros

## **Protocolo de recolección de datos.**

Calificaron como aptos para ingresar al estudio aquellos pacientes cuyas respuestas fueron positivas (Si) para ambas preguntas de la encuesta. Posteriormente los pacientes eran invitados a dirigirse a la sala de estrabismo del servicio. Allí los pacientes fueron consultados respecto al tiempo exacto de uso de sus lentes, fármacos y antecedentes mórbidos (se incluyeron también cirugías

ópticas). La información referente a la edad, sexo y estatura (determinada mediante un tallímetro) fue ingresada al software del laboratorio de movilidad OPAL. Estos datos además fueron documentados en una ficha de registros (Anexo 1). Previo a iniciar la prueba (mCTSIB) los evaluadores informaron a los pacientes acerca de la naturaleza del test. Los pacientes fueron instruidos a permanecer de pie durante 30 segundos para cada condición (30 segundos de descanso entre cada condición), manteniendo las palmas de sus manos sobre su pecho de manera entrecruzada. Asimismo, procurando balancearse lo menos posible, los pacientes debían observar el “sticker” ubicado sobre la pared frente a ellos permaneciendo en absoluto silencio. A continuación se situaba el sensor inercial OPAL a la altura de ambas crestas iliacas mediante la ayuda de una correa ajustable (incluida dentro del kit del laboratorio de movilidad). Antes de aplicar un clic sobre el botón “Start trial” los evaluadores se aseguraron que el led en el punto de acceso estuviese parpadeando en color verde, indicando una adecuada señal inalámbrica. Luego de realizar un clic sobre el botón “start trial” en el laboratorio de movilidad, les fueron presentados a los pacientes las siguientes instrucciones (las cuales les fueron leídas): *“permanezca tranquilamente mirando el sticker delante de usted. Cada condición tomara 30 segundos y usted tendrá sus brazos cómodamente sobre su pecho. Deberá permanecer de pie naturalmente, no en forma rígida, sin embargo no debe hablar ni mover sus brazos”*. Antes de dar inicio a la prueba, se verificó que los pacientes tuviesen sus brazos cruzados sobre su pecho en una manera cómoda además de que estuviesen mirando el “sticker” ubicado sobre la pared frente a ellos. Para dar comienzo a la prueba, se realizó un clic sobre el botón “Record”. La prueba comenzó inmediatamente, y una cuenta hacia atrás de 30 segundos se inició. Después de transcurridos los 30 segundos la prueba para la condición determinada se completó (el tiempo se detuvo automáticamente). En aquellos casos en el cual un paciente eventualmente comenzara a hablar o tropezase accidentalmente, los evaluadores pulsaron el botón “Stop” para detener la prueba, informando al paciente del error y como corregirlo. No obstante, si el paciente; aun comprendiendo las instrucciones, era incapaz de mantener la posición requerida o

perdía el equilibrio como consecuencia de la complejidad otorgada por una, o más de una condición determinada, la prueba siguió siendo considerada como válida.

Para la ejecución de esta prueba se necesitó contar con los siguientes elementos.

- 1) Espuma (superficie complaciente de densidad media) marca AIREX® de 70 x 70 centímetros (Imagen 2).
- 2) Sensor inercial Opal™ (Imagen 3).
- 3) Punto de acceso: Permite la comunicación inalámbrica entre el computador central y el sensor del Laboratorio de Movilidad OPAL (Imagen 4).
- 4) Estación de acoplamiento: Utilizada para configurar, cargar y descargar los datos provenientes del sensor de movimiento OPAL (Imagen 5).
- 5) Software del Laboratorio de Movilidad OPAL.
- 6) Separador de pies (Incluido dentro del Kit del Laboratorio de movilidad)



(Img. 2)



(Img. 3)



(Img. 4)



(Img. 5)

***Img.2 (Espuma AIREX®) - Img.3 (Sensor Opal™) - Img 4 (Punto de acceso) -  
Img 5 (Estación de acoplamiento):*** McNames J, Aboy M, Horak F, Greenberg A,  
Holmstrom L. (2014) Ambulatory Parkinson's Disease Monitoring. Portland,  
Oregon. [www.apdm.com](http://www.apdm.com) (McNames J, Aboy M, Horak F, Greenberg A,  
Holmstrom L. (2014)

## Plan Estadístico

Luego de la obtención de datos, la información fue ordenada en una planilla Excel.

Para las variables cuantitativas (edad, estatura, tiempo de uso de lentes bifocales y área de balanceo en el plano transversal), se realizó un análisis descriptivo de los datos presentando el promedio y la desviación estándar.

Los valores correspondientes al “Área de balanceo en el plano transversal” para cada una de las cuatro condiciones del mCTSIB instrumentalizado, son expresados en  $m^2/s^4$  y presentados mediante una tabla (Tabla N°1). Estos valores fueron automáticamente procesados por el software del equipo, quien mediante un algoritmo determinó la ausencia o presencia de un trastorno de la integración sensorial, como así también el tipo de trastorno (dependencia visual, dependencia propioceptiva y pérdida vestibular). Los resultados son expresados en base al percentil de los datos normativos obtenidos de controles sanos (según; edad, sexo y estatura). Quienes se encuentren por sobre o igual al percentil 82, son categorizados como poseedores de un trastorno a la integración sensorial (Tabla N° 2).

Las variables cualitativas, es decir, los tipos de trastornos de integración sensorial, fueron presentadas en base a sus proporciones (expresadas en porcentajes) mediante dos figuras (figura 1 y 2) y una tabla (tabla N° 3).

Para el análisis de los datos se utilizó el programa “*Microsoft Excel 2013*”.

## RESULTADOS

### Descripción de la muestra

De un total de 76 personas encuestadas, el 13,1% (10 personas) no logró adaptarse al uso de lentes bifocales posterior a las dos semanas de uso. La cantidad de mujeres (80%) presentes en la muestra fue mayor al de los hombres (20%).

El promedio de estatura y tiempo de uso al lente bifocal fue de  $158,1 \pm 12,07$  centímetros y  $211 \pm 182$  meses, respectivamente.

Todos los integrantes de la muestra correspondieron a adultos mayores, cuyo promedio de edad fue de  $73 \pm 5,3$  años.

Respecto a las patologías que presentaron mayor frecuencia; 8 personas presentaron presbicia, 4 presentaron miopía, 4 presentaron hipertensión arterial y 3 resistencia a la insulina. Asimismo, los fármacos con mayor frecuencia de consumo (40%) fueron los antihipertensivos (Anexo 1).

## **Medición del Área de balanceo en el plano transversal al realizar el mCTSIB instrumentalizado:**

Respecto a la medición del Área de balanceo en el plano transversal al realizar el mCTSIB instrumentalizado para cada una de las cuatro condiciones se obtuvieron los siguientes datos:

Para las condiciones 1, 2 y 3, el promedio obtenido por la muestra fue de  $0,025 \pm 0,153$ ;  $0,065 \pm 0,067$ ;  $0,17 \pm 0,097 \text{ m}^2/\text{s}^4$  respectivamente. Dichos promedios se encuentran dentro de los rangos de normalidad. Cabe mencionar, que solo un sujeto se encontró por sobre los valores de normalidad, el cual sucedió durante la condición 2.

Referente a la condición 4, esta fue quien presentó un mayor “Área de balanceo en el plano transversal” en relación a las otras condiciones, con un valor de  $2,4 \pm 6,13 \text{ m}^2/\text{s}^4$ . Del mismo modo, fue la única condición cuyo promedio de la muestra superó el rango de normalidad ( $0,261- 0,922 \text{ m}^2/\text{s}^4$ ). Al igual que en la condición 2, solo 1 sujeto presento valores por sobre la normalidad en esta condición.

El “Área de balanceo en el plano transversal ( $\text{m}^2/\text{s}^4$ )” obtenido por cada integrante de la muestra para cada una de las 4 condiciones del mCTSIB son exhibidos en la tabla N°1, como así también, promedio, desviación estándar y valores normativos respectivamente.

**Tabla N°1: Área de balanceo en el plano transversal para cada condición del mCTSIB**

Pacientes	Condición 1		Condición 2		Condición 3		Condición 4	
	Valor (m <sup>2</sup> /s <sup>4</sup> )	Percentil	valor (m <sup>2</sup> /s <sup>4</sup> )	Percentil	Valor (m <sup>2</sup> /s <sup>4</sup> )	Percentil	Valor (m <sup>2</sup> /s <sup>4</sup> )	Percentil
1	0,025	12	0,0311	6	0,162	44	0,22	9
2	0,0369	23	0,239	96	0,343	73	0,741	78
3	0,0191	3	0,0252	2	0,149	41	0,491	53
4	0,0132	0	0,042	13	0,0785	7	0,208	8
5	0,0175	3	0,11	70	0,283	70	0,671	74
6	0,0204	4	0,0361	7	0,088	13	0,411	38
7	0,0117	0	0,0125	0	0,0582	4	0,348	31
8	0,0124	0	0,0726	42	0,0672	5	0,236	10
9	0,0383	26	0,054	20	0,218	60	19,8	100
10	0,0597	56	0,0343	7	0,209	58	0,568	65
Promedio	0,0254	12,7	0,06568	26,3	0,17	37,5	2,4	46,6
DE	0,0153	17,97	0,067	32,7	0,097	27,901	6,13	32,53
Valores normales	0.0294 - 0.114		0.0437 - 0.172		0.0913 - 0.41		0.261 - 0.922	

DE: Desviación Estándar

En la tabla N° 2 se exponen los percentiles obtenidos por cada integrante de la muestra (derivados del algoritmo realizado por el software del equipo) para cada trastorno sensorial. En color rojo, valores sobre o igual al percentil 82.

**Tabla N° 2: Trastorno(s) de la integración según percentil 82**

<b>Pacientes</b>	<b>Percentil DV</b>	<b>Percentil DP</b>	<b>Percentil PV</b>
1	2	56	52
2	33	91	48
3	81	47	93
4	38	95	97
5	93	80	80
6	88	88	99
7	68	77	93
8	23	80	98
9	100	51	90
10	42	86	100
<b>Promedio</b>	<b>56,8</b>	<b>75,1</b>	<b>85</b>
<b>DE</b>	<b>33,58</b>	<b>17,39</b>	<b>19,35</b>

DE= Desviación estándar

## **Trastornos de Integración sensorial:**

En base a los valores absolutos y percentiles expuestos anteriormente, se obtuvieron los siguientes datos:

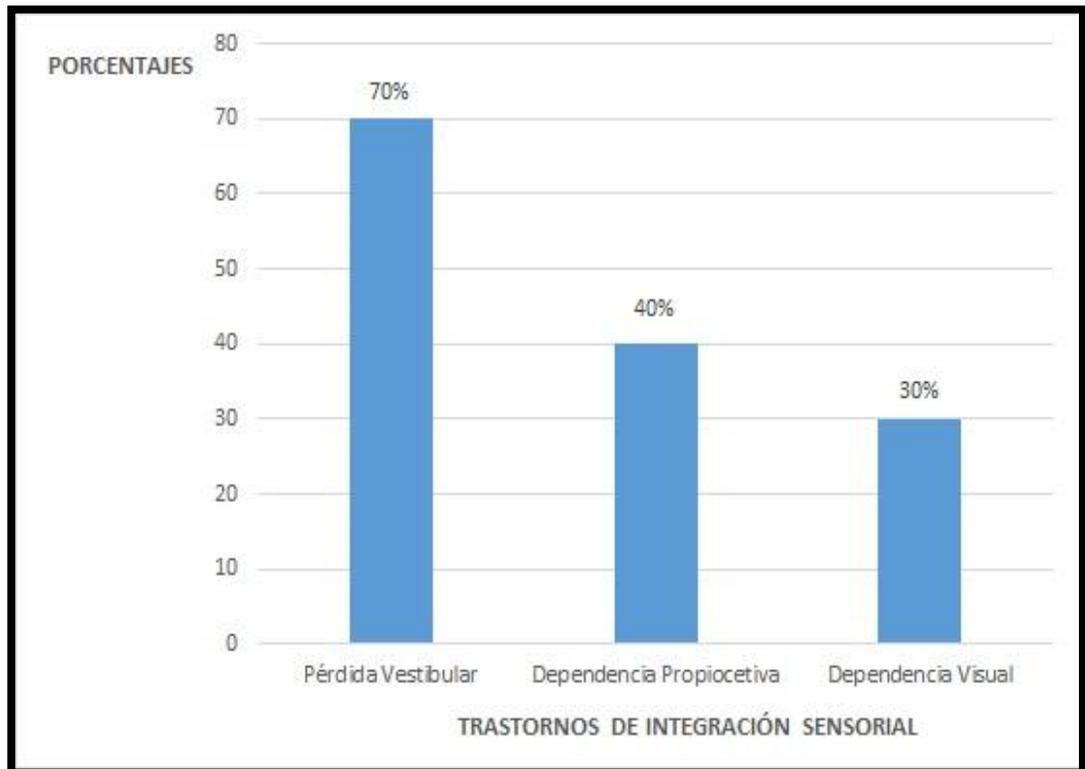
El 90% de los sujetos evaluados (9 de 10) presentó al menos un trastorno a la orientación sensorial, correspondiendo la pérdida vestibular el trastorno más frecuente (Ver figura 1).

El 70% presentó pérdida vestibular (7 de 10). Entre ellos; 3 personas presentaron la pérdida vestibular como único trastorno mientras que 4 personas presentaron la pérdida vestibular acompañado de otro tipo de trastorno (2 sujetos presentaron Dependencia Propioceptiva/ Pérdida Vestibular; 1 Dependencia Visual/ Pérdida Vestibular y 1 Dependencia Visual/ Dependencia Propioceptiva/ Pérdida Vestibular) (Figura 2 y tabla N°3).

El 40% de la muestra (4 de 10) presentó dependencia propioceptiva, donde sólo 1 sujeto de los 10 pacientes presentó dependencia propioceptiva como único trastorno (Figura N° 2).

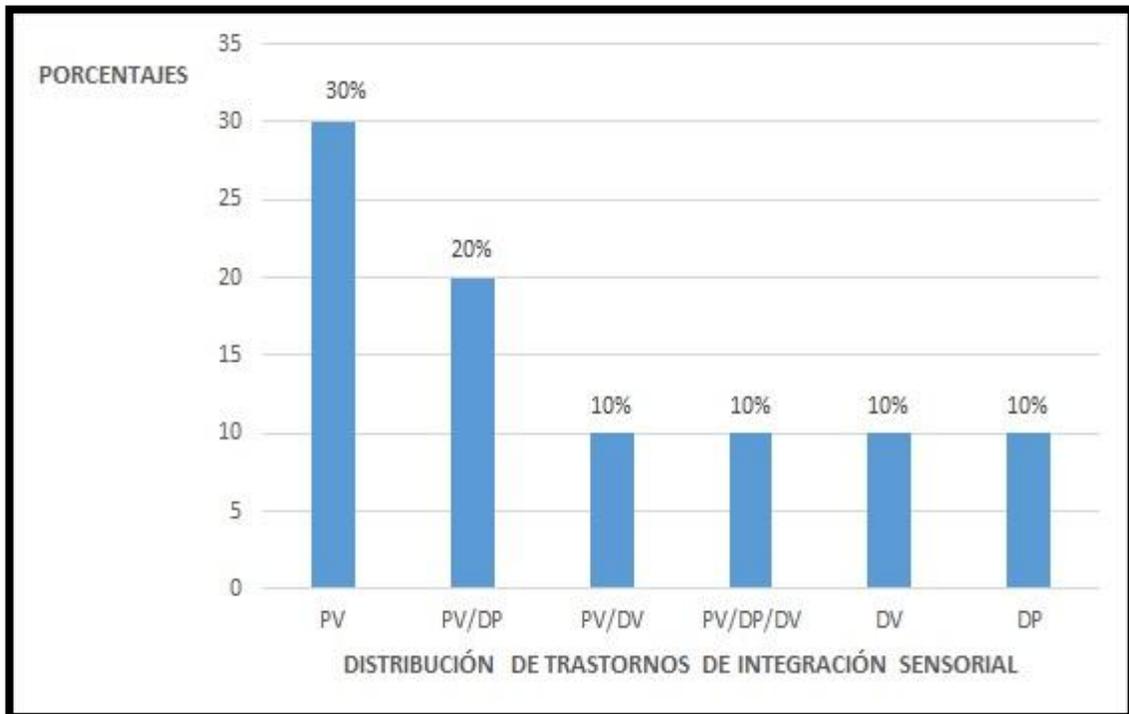
El trastorno que obtuvo un menor porcentaje de pacientes fue la dependencia visual con un 30% (3 de 10 sujetos). Al igual que la dependencia propioceptiva, sólo 1 sujeto presentó la dependencia visual como único trastorno (Figura N°2).

**Figura N° 1: Trastornos de la integración sensorial según proporción**



Los tipos de trastornos de la integración sensorial son presentados en el eje de las abscisas, mientras que en el eje de las ordenadas son presentados los porcentajes.

**Figura N° 2: Distribución de trastornos de integración sensorial según proporción.**



En el presente gráfico, se muestra en el eje de las abscisas la distribución de trastornos de integración sensorial obtenidos por la muestra, mientras que en el eje de las ordenadas, se representa el porcentaje de individuos que obtuvo cada tipo de trastorno (s).

En la tabla número 3 se presenta la cantidad de trastornos encontrados, según proporción y tipo.

**Tabla N° 3: Cantidad de trastornos sensoriales según proporción y tipo.**

<b>Cantidad de trastornos sensoriales</b>	<b>Proporción general</b>	<b>Tipo de trastorno/ Proporción</b>
0	10%	Sin trastorno
1	50%	PV 60%, DV 20%, DP 20%
2	30%	DP/PV 66,6%; DV/PV 33,4%
3	10%	DV, DP, PV

PV: Pérdida vestibular; DV: dependencia visual; DP: dependencia propioceptiva.

## DISCUSIÓN

La prevalencia de casos de no tolerancia frente al uso de lentes ópticos ha sido estudiada durante las últimas décadas. Las tasas de disconformidad incluyen un 2.3 % de 5467 pacientes (Riffenburgh et al. 1983), un 2.8 % de 432 pacientes (Mwanza and Kabasele 1998), un 1.6% de 25 718 pacientes (Hrynchak 2006) y un 1.8% de 3091 pacientes (Freeman and Evans 2010). En este estudio descubrimos que un 13.1% de la población encuestada (76 personas) no lograron adaptarse a los lentes bifocales posterior a las 2 semanas de uso. Evidentemente nuestros resultados no se contrastan con los resultados de los estudios expuestos anteriormente. No obstante, debido a que en las estadísticas, ingresan dentro de los problemas de no tolerancia aquellos pacientes que retornan a la consulta médica para solicitar un re-evaluación, probablemente exista un porcentaje subestimado de pacientes quienes por diversos motivos, incluso tales como la personalidad o el status económico (Howell et al. 2010) no regresan al oftalmólogo para manifestar su insatisfacción frente al uso del nuevo lente. En consecuencia es posible que estas personas no estén siendo consideradas en las estadísticas y por lo tanto, se hace imperante considerar este aspecto en futuros estudios.

Referente al tiempo promedio de uso de lentes bifocales de la muestra ( $211 \pm 182$  meses), este supera notablemente las 2 semanas, periodo de tiempo el cual tarda una persona para adaptarse frente al uso de un nuevo lente óptico (Elliot 2014; Kandel, Schwartz and Jessell 2001; Hitzeman and Myers 1985). De este modo, es posible eliminar cualquier sospecha que pudiese aludir que los pacientes de este estudio no contaron con el tiempo suficiente para poder acostumbrarse a sus lentes bifocales.

Del total de pacientes que manifestaron presentar problemas de adaptabilidad (inestabilidad y/o mareo) posterior a las 2 semanas de uso de lentes bifocales, el 90 % presentó al menos un trastorno de la integración sensorial, correspondiendo la pérdida vestibular el trastorno de mayor prevalencia con un 70% (Ver tabla 1). Si consideramos además el promedio de edad de la muestra ( $73 \pm 5,3$  años); este hallazgo posiblemente pueda ser explicado por diversos estudios los cuales evidencian deterioros en el sistema vestibular, siendo la población mayor de 70 años como aquella más afectada, perdiendo cerca del 40% de las células ciliadas y nerviosas vestibulares (Bergstrom 1973; Rosenhall 1973; Merchant et al. 2000; Park et al. 2001; Rauch et al. 2001; Nag and Wadhwa 2012; Grossniklaus et al. 2013). Asimismo, otros estudios han reportado una alteración en la ganancia del VOR durante este periodo de edad (Wall et al. 1984; Paige 1989). Se hace necesario destacar que además de proveer información necesaria respecto a la posición y movimiento de la cabeza en relación a la fuerza de gravedad para orientar nuestro cuerpo en torno a la vertical gravitacional, el sistema vestibular también utiliza esta información para contribuir en la estabilización de la mirada mediante el VOR (Watanabe, Hattori and Koizuka 2003). De hecho, es el VOR complementado con el reflejo optocinético (OKR, por sus siglas en inglés) los encargados estabilizar la imagen retiniana posibilitando la visión clara sobre un determinado punto en el campo visual (Schweigart et al. 1996; Roberts et al. 2013; Kandel, Schwartz and Jessell 2001).

Los lentes bifocales demandan al VOR. Estos requieren de la habilidad de la persona para ajustar de manera precisa la ganancia del VOR frente al aumento de la imagen retiniana (Demer et al. 1989; Crane and Demer 2000; Elliott 2014). Si consideramos además la característica inherente del lente bifocal, sus dos polos, el desafío de ajustar el VOR frente a dos diferentes campos de aumento pareciera ser más demandante, particularmente en aquellas actividades que requieran de diferentes cambios en la longitud focal, tal como subir o bajar las escaleras (Elliott 2014; Demer et al. 1990). Anecdóticamente por algunos

pacientes esta actividad fue mencionada como una de aquellas que les reportaba mayores desafíos, algunos incluso debiéndose quitar sus lentes. Desafortunadamente, debido a que estos testimonios no correspondían un aspecto a evaluar en este trabajo, es que no contamos con datos objetivos frente a las descripciones realizadas por los pacientes. Estos datos nos hubiesen permitido además, identificar aquellas actividades de la vida diaria más demandantes para los pacientes frente al uso de lentes bifocales como asimismo cuantificar la magnitud del problema. Es por este motivo que sugerimos para los próximos estudios aplicar la “Escala de confianza en el equilibrio en actividades específicas” (ABC, por sus siglas en ingles) y el “Inventario de discapacidad por mareo” (DHI, por sus siglas en ingles). Considerando además la distorsión del campo visual periférico y su relación con el OKR (dado que este reflejo actúa en respuesta a objetos que se mueven en el campo visual periférico), según nuestros conocimientos el principal aspecto perturbador otorgado por los lentes bifocales recaería sobre la estabilización de la mirada (Schraa-Tam et al. 2008; Büttner and Kremmyda 2007).

Generalmente, por medio de la aplicación de lentes de aumento, una gran cantidad de estudios han investigado en humanos la adaptabilidad del VOR. Sus resultados afirman que la ganancia del VOR es modificable en sujetos sanos mediante la generación de cambios plásticos a largo plazo en la ganancia. En consecuencia, si el VOR no logra adaptarse, la imagen en la retina no se estabilizará, produciendo los típicos síntomas de mareo, inestabilidad, dolor de cabeza, etc. (Demer et al. 1989; Watanabe, Hattori and Koizuka 2003; Crane and Demer 2000; Kandel, Schwartz and Jessell 2001; Elliott 2014).

Proponemos tres posibles causas que intentan explicar el problema del estudio, considerando a la hipofunción del VOR, como eje principal de la

discusión. En primer lugar, como ya vimos, dado el rol crítico que cumple el cerebelo en la adaptación del VOR (Voogd et al. 2012; Blazquez et al. 2003; Blazquez et al. 2004; Kheradmand and Zee 2011; Crane and Demer 2000) es que pensamos que probablemente la inadecuada adaptabilidad al uso de los nuevos lentes, reflejen un problema subyacente a este órgano. En segundo lugar, ante la hipofunción del VOR el cerebro genera sustituciones en las rotaciones oculares como una medida de compensación. Ante la pérdida vestibular, las personas son capaces de utilizar diferentes estrategias compensatorias cuyo propósito les permite mejorar la habilidad de poder ver de manera clara durante los movimientos de la cabeza. Es por esto último, que no descartamos una inefectividad en la generación de las diferentes estrategias compensatorias (modificación de la sacada, aumento en la ganancia del reflejo cervico-ocular, mejora en el sistema de seguimiento lento y el uso de movimientos oculares pre-programados centralmente) (Kasai and Zee 1978; Tian, Crane and Demer 2000; Segal and Katsarkas 1988; Bloomberg, Melvill and Segal 1991; Yakushin et al. 2011). En tercer lugar, se vuelve inevitable sugerir que los mecanismos de compensación sensorial fallaron de manera severa como consecuencia de una integración sensorial inefectiva (Buchanan and Horak 2002, Creath et al. 2002; Statler 2004). Dadas las características inherentes del lente bifocal, conceptuamos a este como un perturbador visual. Bajo esta línea de pensamiento, creemos que un gran porcentaje de la población es capaz de adaptarse frente a este nuevo desafío sensorial, adaptarse al uso de sus nuevos lentes. Sin embargo existe otro pequeño porcentaje de personas son incapaces de lograrlo. Ante un perturbador visual, el cerebro tiende a reponderar en mayor medida hacia los sistemas somatosensorial y vestibular. De tal forma que, aunque exista un trastorno vestibular, la reponderación otorgada hacia los inputs somatosensoriales hubiese sido capaz de soportar los requerimientos necesarios para la orientación y estabilidad postural. Bajo esta lógica creemos que la somatosensación de estos pacientes probablemente ya se encontraba afectada y en consecuencia aparecen síntomas de pérdida vestibular. Se vuelve razonable entonces sugerir que estos pacientes hallan convivido con un trastorno vestibular previo, sin embargo, gracias

al sostén proporcionado por el sistema visual momentos antes de usar los lentes bifocales, el problema estaría enmascarado. Sugerimos evaluar la somatosensación en este tipo de pacientes para los próximos estudios.

Para finalizar, se vuelve necesario aclarar que debido a las características de esta investigación (de tipo exploratorio), la naturaleza del fenómeno en estudio, la incapacidad de poder haber accedido a las fichas clínicas del servicio (cuyo propósito hubiese permitido precisar la población de usuarios de lentes bifocales, además de confirmar o descartar de manera concreta la existencia de cualquiera de los criterios de inclusión o exclusión) y el periodo de tiempo en el cual fueron realizadas las evaluaciones; es que el propósito de este estudio no pretende que sus resultados sean estadísticamente representativos de una población determinada. La finalidad del estudio tiene como principal objetivo poder brindar una aproximación inicial frente a un problema de investigación el cual no ha sido abordado previamente. Por cierto, ¿serán transferibles nuestros hallazgos a una población considerablemente mayor?. Para poder responder a esta pregunta, la necesidad de contar con un muestreo probabilístico aplicado sobre un diseño cuasi-experimental que descarte si efectivamente los trastornos de adaptación posterior a las dos semanas de uso de lentes bifocales pueden atribuirse a una alteración de la integración sensorial se vuelve fundamental. De ser así, este trabajo podría constituir el inicio de una línea de investigación, cuyo propósito permitiría aportar a la indicación del oftalmólogo frente a un trastorno de la integración sensorial en pacientes calificados para utilizar lentes bifocales, como potencialmente perjudicial en el proceso de adaptación. De tal manera que en el futuro estos pacientes puedan ser sometidos a una breve terapia que tendría como propósito revertir esta condición, evitando trastornos del balance y un potencial riesgo de caídas.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo a nuestros hallazgos existe una alteración de la integración sensorial, especialmente en relación a la pérdida vestibular, en pacientes con trastornos de la adaptación al uso de lentes bifocales posterior a las dos semanas de uso.

A la luz de los resultados, es probable que la inefectiva adaptabilidad al usar lentes bifocales podría deberse a un déficit en la estabilización de la mirada, secundario a una pérdida vestibular. El déficit de adaptación a la hipofunción del VOR podría reflejar trastornos subyacentes al cerebelo, una inefectividad en la generación de estrategias compensatorias o un fallo en los mecanismos de compensación sensorial como consecuencia de un trastorno de la integración sensorial.

Es razonable sugerir la presencia de una potencial relación entre los trastornos de adaptación al uso de lentes bifocales y la alteración en la integración sensorial. Se hace necesario realizar un estudio que incluya un grupo control con la finalidad de identificar si los trastornos de adaptación posterior a las dos semanas de uso de lentes bifocales pueden atribuirse a una alteración de la integración sensorial.

Bajo todo lo anterior:

*¿Existe una relación entre la pérdida vestibular y los trastornos de adaptación al uso de lentes bifocales posterior a las dos semanas de uso?*

## BIBLIOGRAFÍA

- Allison, L., Kiemel, T., & Jeka, J.J. (2006). Multisensory reweighting is intact in healthy and fall-prone older adults. *Exp Brain Res*, 175(2), 342-352.
- Anand, V., Buckley, J.G., Scally, A., & Elliott, D.B. (2003). Postural stability in the elderly during sensory perturbations and dual tasking: the influence of refractive blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 44, 2885-2891.
- Angelaki D., & Cullen, E. (2008). Vestibular System: The Many Facets of a Multimodal Sense. *Annu Rev Neurosci*, 31, 125-150.
- Austin, N., Devine A., Dick, I., Prince, R., & Bruce, D. (2007). Fear of falling in older women: a longitudinal study of incidence, persistence, and predictors. *J Am Geriatr Soc*, 55(10):1598.
- Aszländer, L., Peterka, R. J. (2014). Sensory reweighting dynamics in human postural control. *J Neurophysiol*, 111(9), 1852-64.
- Bergström, B. (1973). Morphology of the vestibular nerve: II. the number of myelinated vestibular nerve fibers in man at various ages. *Acta Otolaryngol.* 76, 173–179.
- Bisdorff, A., Wolsley, C., Anastasopoulos, D. (1996). The perception of body verticality (subject postural vertical) in peripheral and central vestibular disorders. *Brain*, 119, 1523–1534.
- Black, F.O., & Nasher, L.M. (1984). Postural disturbance in patients with benign paroxysmal positional nystagmus. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 93, 595-599.
- Black, F.O., Shupert, C.L., & Horak, F.B. (1988). Abnormal postural control

associated with peripheral vestibular disorders. *Prog Brain Res*, 76, 263-264.

Blazquez, P., Hirata, Y., Heiney, S., Green, A., & Highstein, S.M. (2003) Cerebellar signatures of vestibulo-ocular reflex motor learning. *J Neurosci*, 23(30), 9742-9751.

Blazquez, P., Hirata Y., Highstein S. (2004). The vestibulo-ocular reflex as a model system for motor learning: what is the role of the cerebellum? *Cerebellum*, 3(3), 188-92.

Bloomberg, J., Melvill, J., Segal, B., (1991). Adaptive plasticity in the gaze stabilizing synergy of slow and saccadic eye movements. *Exp Brain Res*. 84:35- 46.

Bonato, P. (2005). Advances in wearable technology and applications in physical medicine and rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*. 2:2.

Brandt, T. & Dieterich, M. (1992). Cyclorotation of the eyes and subjective visual vertical in vestibular Brain Stem Lesions. *Ann NY Acad Sci*. 656(1), 537-549.

Buchanan, J., & Horak, F. (2002). Vestibular loss disrupts control of head and trunk on a sinusoidally moving platform. *J Vestibular Res*. 11: 371– 389.

Büttner, U., & Kremmyda, O. (2007). Smooth pursuit eye movements and optokinetic nystagmus. *Dev Ophthalmol*. 40:76-89.

Campbell, A., Borrie, M., & Spears, G. (1989). Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol*. 44(4), 112.

- Centers for Disease Control and Prevention. (2003). Public health and aging: nonfatal injuries among older adults treated in hospital emergency departments--United States, 2001. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 52(42), 1019.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2008). Self-reported falls and fall-related injuries among persons aged or =65 years--United States, 2006. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 57(9),225.
- Chiari, L., Dozza, M., Cappello, A., Horak, F., Macellari, V., & Giansanti, D. (2005). Audio-biofeedback for balance improvement: an accelerometry-based system. *IEEE Trans. Biomed Eng*, 52, 2108–2111.
- Chiari, L., Kluzik, J., & Lenzi, D. (2001). *Different postural behaviours in normal subjects: Sensory strategy or control strategy?*. Rome: ESMAC-SIAMOC joint congress,
- Crane, B., & Demer, J. (2000). Effect of Adaptation to Telescopic Spectacles on the Initial Human Horizontal Vestibuloocular Reflex. *J Neurophysiol*, 83(1), 38-49.
- Creath, R., Kiemel, T., Horak, F., & Jeka, J. (2002). Limited control strategies with the loss of vestibular function. *Exp. Brain Res.* 145: 323–333.
- Cordo, P., & Nashner, L. (1982) Properties of postural adjustments associated with rapid arm movements. *J Neurophysiol.*47,287-302.
- Demer, J.L., Porter, F.I., Goldberg, J., Jenkins, H.A., & Schmidt, K. (1989). Adaptation to telescopic spectacles: vestibulo-ocular reflex plasticity. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 30, 159-170.

- Demer, J.L., Goldberg, J., Porter, F.I., Jenkins H.A, Schmidtt K. (1990). Visual-Vestibular interaction with telescopic spectacles. *Journal of Vestibular Research*,1, 263-277 .
- Dickstein, R., Peterka, R.J., & Horak, F. (2003). Effects of light fingertip touch on postural responses in subjects with diabetic neuropathy. *J Neurol Neurosurg Psych*, 74, 620–626.
- Dozza, M., Horak, F., & Chiari, L. (2007). Auditory Biofeedback substitutes for loss of sensory information in maintaining stance. *Exp Brain Res*, 178(1), 37-48.
- Duncan, P.W., Weiner, D.K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 45, 192–197.
- Elliott, D., & Buckley, J. (2009). Effects of gaze strategy on standing postural stability in older multifocal wearers. *Clin Exp Optom*, 92(1), 19–26.
- Elliott, D. (2014) .The Glenn A. Fry Award Lecture: Blurred Vision, Spectacle Correction, and Falls in Older Adults. *Optometry and vision science*, 91(6), 593-601.
- Freeman, C., & Evans, B. (2010). Investigation of the causes of non-tolerance to optometric prescriptions for spectacles. *Ophthal. Physiol*, 30, 1–11.
- Graafmans, W.C., Ooms, M., Hofstee, H., Bezemer, P., Bouter, L.M., & Lips, P. (1996). Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol*. 143(11), 1129.
- Gillespie, L., Gillespie, W., Robertson, M. (2007). Interventions for preventing falls in elderly people (Review). *Cochrane Library*.41-112.

- Gomez, S., Patel, M., & Magnusson, M. (2009). Differences between body movement adaptation to calf and neck muscle vibratory proprioceptive stimulation. *Gait Posture*, 30(1) 93-99.
- Grossniklaus, H.E., Nickerson, J.M., Edelhauser, H.F., Bergman, L. & Berglin, L. (2013). Anatomic alterations in aging and age-related diseases of the eye. *Invest. Ophthalmol Vis. Sci.* 54, 23–27.
- Guerraz, M., & Bronstein, A.M. (2008). Ocular versus extraocular control of posture and equilibrium. *Neurophysiol Clin*, 38, 391-398.
- Guerraz, M., & Bronstein, A. (2008). Mechanisms underlying visually induced body sway. *Neurosci Lett*, 443, 12-6.
- Haran, M.J., Cameron, I.D., Ivers, R.Q., Simpson, J.M., Lee, B.B., Tanzer, M., Porwal, M., Kwan, M.M., Severino, C. & Lord, S.R. (2010). Effect on falls of providing single lens distance vision glasses to multifocal glasses wearers: VISIBLERandomised controlled trial. *BMJ*, 340, 2265.
- Herdman, S., Clendaniel, R. (2014). *Vestibular Rehabilitation*. (4a.ed.). Philadelphia: F.a. Davis Company.
- Hitzeman, S. & Myers, C. (1985). Comparison of the acceptance of progressive addition multifocal vs. a standard multifocal lens design. *J Am Optom Assoc*, 56(9), 706-10.
- Horak, F., Nashner, L.M., & Diener, H.C. (1990). Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res*, 82, 418-420.

- Horak, F.B. & Macpherson, J.M. (1996). Postural orientation and equilibrium. In: Handbook of physiology. Exercise. Regulation and integration of multiple systems. *Am Physiol Soc*, 3, 255–292.
- Horak, F.B., Frank, J.S. & Nutt J.G. (1996). Effects of dopamine on postural control in Parkinsonian subjects: scaling, set and tone. *J Neurophys*, 75, 2380–2396.
- Horak, F.B., Henry, S. & Shumway-Cook A. (1997). Postural Perturbations: new in insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther*, 77, 517-33.
- Horak, F.B. & Hlavacka, F. (2001). Somatosensory loss increases vestibulospinal sensitivity. *J Neurophysiol*, 86, 575-585.
- Horak, F.B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Neurological Sciences Institute of Oregon Health & Science University, Portland, OR, USA*, 35, 7–11.
- Horak, F.B., Wrisley, D.M. & Frank, J. (2009). The Balance Evaluation System Test (BESTest) to differentiate balance deficits. *Phys Ther*, 89, 484-498.
- Howell-Duffy, C., Ghazwa, U., Ruparelia, N. & Elliott, D. (2010). What adjustments, if any, do UK optometrists make to the subjective refraction result prior to prescribing?. *Ophthal. Physiol. Opt.*, 30, 225–239.
- Hrynychak, P. (2006). Prescribing spectacles: reasons for failure of spectacle lens acceptance. *Ophthal. Physiol. Opt.*, 26, 11–115.
- Isableu, B., Ohlmann, T., Cremiux, J., Vuillerme, N., Amblard, B. & Gresty, M.A. (2010). Individual Differences in the ability to identify, select and use

appropriate frames of reference for perceptuo-motor control. *Neuroscience*, 169(3), 1199-1215.

Jacobs, J., Dimitrova, D. & Nutt, J. (2005). Can stooped posture explain multi-directional postural instability in patients with Parkinson disease?. *Exp Brain Res*, 166, 78-88.

Jamon, M. (2014). The development of vestibular system and related functions in mammals: impact of gravity. *Front Interg Neurosci*, 8, 1-13

Jeka, J., Allison, L., Saffer, M., Zhang, Y., Carver, S. & Kieme, S. (2006). Sensory reweighting with translational visual stimuli in young and elderly adults: the role of state-dependent noise. *Exp Brain Res*, 174, 517–527

Kandel E., Schwartz J., & Jessell T. (2001). *Principios de Neurociencias*. (4<sup>a</sup>.ed.). Madrid, España: McGraw Hill/ Interamericana de España, S, A. U.

Karnath, H.O., Ferber, S. & Dichgans, J. (2000). The origin of contraversive pushing. Evidence for a second graviceptive system in humans. *Neurology*, 55, 1298-1304.

Kasai, T., Zee, D.S. (1978). Eye- head coordination in labyrinthine defective human beings. *Brain Res*. 144, 123-141.

Kheradmand, A. & Zee, D. (2011). Cerebellum and ocular motor control. *Front Neurol*, 2, 53.

Kluzik, J., Peterka, R.J. & Horak, F.B. (2007). Adaptation of postural orientation to changes in surface inclination. *Exp brain Res*, 178, 1-17.

Kotecha, A., Chopra, R., Fahy, R.T. & Rubin, G.S. (2013). Dual tasking and

balance in those with central and peripheral vision loss. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 54, 5408-5415.

Konrad, H.R., Girardi, M. & Helfert, R. (1999). Balance and aging. *Laryngoscope*, 109, 1454-1460.

Laube, R., Govender, S. & Colebatch, J.G. (2012). Vestibular-dependent spinal reflexes evoked by brief lateral accelerations of the heads of standing subjects. *J Appl Physiol*, 112(11), 1906-1914.

Laurens, J., Awai, L., Bockisch, C.J., Hegemann, S., Van Hedel, H.J., Dietz, V. & Straumann D. (2010). Visual contribution to postural stability: Interaction between target fixation or tracking and static or dynamic large-field stimulus. *Gait Posture*, 31(1), 37-41.

Leibowitz, H.W., Johnson, C.A. & Isabelle, E. (1972). Peripheral motion detection and refractive error. *Science*, 177, 1207-1208.

Liu, B., Kong, W. & Lai, C. (2009). Evaluation of postural characteristics in patients with vertigo by modified clinical test of sensory interaction and balance. *Journal of clinical otorhinolaryngology*, 23(4),157-159.

Lord, J. & Howland, A. (2002). Multifocal Glasses Impair Edge-Contrast Sensitivity and Depth Perception and Increase the Risk of Falls in Older People. *J Am Geriatr Soc*, 50, 1760– 1766.

Mancini, M. & Horak, F. B. (2010). The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med*, 46, 239–248.

- Mancini, M., King, L., Salarian, A., Holmstrom, L., McNames, J. & Horak, F. B. (2011). Mobility Lab to Assess Balance and Gait with Synchronized Body-worn Sensors. *J. Bioeng Biomed*, 1, 2-7.
- Mancini, M., Rocchi, L., Horak, FB. & Chiari, L. (2008). Effects of Parkinson's disease and levodopa on functional limits of stability. *Clin Biomech*, 23, 450–458.
- Mancini, M., Salarian, A., Carlson- Kuhta, P., King, L., Chiari, L. & Horak, F. (2012). ISway; a sensitive, valid and reliable measure of postural control. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 9, 59.
- Mancini, M., Zampieri, C., Carlson-Kuhta, P., Chiari, L. & Horak, F.B. (2009). Anticipatory postural adjustments prior to step initiation are hypometric in untreated Parkinson's disease: an accelerometer-based approach. *Eur.J.Neurol*, 16, 1028–1034.
- Maravita, A. & Iriki, A. (2004). Tools for the body (schema). *Trends in Cognitive Sciences*, 8(2), 79-86.
- Marigold, D. & Eng, J. (2006). The Relationship of Asymmetric Weight-bearing with Postural Sway and Visual Reliance in Stroke. *Gait & Posture*, 23(2), 249–255.
- Matheron, E. & Kapoula, Z. (2011). Vertical heterophoria and postural control in nonspecific chronic low back pain. *PloS one*, 6(3), e181-10.
- Mazzola, L., Lopez, C., Faillenot, I., Chouchou, F., Mauguière, F. & Isnard, J. (2014). Vestibular responses to direct stimulation of the human insular cortex. *Ann Neurol.*,76(4), 609-19.

- McCollum, G. & Leen T.K. (1989). Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. *J Motor Behav*, 21, 225–244
- McNames, J., Aboy, M., Horak, F., Greenberg, A. & Holmstrom, L. (2014). *Ambulatory Parkinson's Disease Monitoring*. [Recuperado el 4 de Junio del 2015] de: <http://www.apdm.com/mobility/>
- Merchant, S.N., Velázquez-Villaseñor, L., Tsuji, K., Glynn, R.J., Wall, CIII. & Rauch, S.D.(2000).Temporal bone studies of the human peripheral vestibular system. Normative vestibular hair cell data. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol Suppl*, 181, 3–13.
- Mittelstaedt, H. (1999).The role of the otoliths in perception of the vertical and in path integration. *Ann NY Acad Sci*, 871, 334-55
- Moore, S., MacDougall, H., Gracies, J., Cohen, H. & Ondo W. (2007). Long-term monitoring of gait in Parkinson's disease. *Gait Posture*, 26, 200–207.
- Mwanza, J. C. & Kabasele, P. M. (1998). Reasons for return of patients for consultation after prescription for corrective glasses. *Bull. Soc. Belge Ophtalmol*, 270, 79–83.
- Nag, T.C. & Wadhwa, S. (2012). Ultrastructure of the human retina in aging and various pathological states. *Micron*, 43, 759–781.
- Nashner, L.M., Black, F.O. & Wall C. (1982). Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *J Neurosci*, 2(5), 536–544.
- Nevitt, M.C., Cummings, S.R. & Hudes, E.S. (1991). Risk factors for injurious falls: a prospective study. *J Gerontol*, 46(5),164.

- Oie, K.S., Kiemel, T. & Jeka, J.J. (2002). Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. *Cogn Brain Res*, 14, 164–176.
- Ogawa, Y., Otsuka, K., Shimizu, S., Inagaki, T., Kondo, T. & Suzuki, M. (2012). Subjective visual vertical perception in patients with vestibular neuritis and sudden sensorineural Hearing Loss. *J Vestibul Res*, 22(4), 205-211.
- Pandya, D.N. & Seltzer, B. (1982). Association areas of the cerebral cortex. *Trends Neurosci*, 5, 386-390.
- Paige, G.D. (1989). Vestibular-ocular reflex (VOR) and adaptive plasticity with aging. *Soc Neurosci Abstr*, 2(2),133-51.
- Paillard, J. (1982). The contribution of peripheral and central vision to visually guided re-orientation. In: Ingle DJ, Goodale MA, Mansfield RJW, eds. *Analysis of visual behavior*. (pp. 367-385). Cambridge, MA: MIT Press.
- Park, J.J., Tang, Y., Lopez, I., & Shiyama, A. (2001). Age-related change in the number of neurons in the human vestibular ganglion. *J.Comp.Neurol*, 431, 437–443.
- Paulus, W.M., Straube, A. & Brandt, T. (1984). Visual stabilization of posture: Physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain*, 107, 1143-1164.
- Park, M.K., Kim, K.M., Jung, J., Lee, N., Hwang, S.J. & Chae, S.W. (2013). Evaluation of uncompensated unilateral vestibulopathy using the modified clinical test for sensory interaction and balance. *Otol Neurotol*, 34(2), 292-6.

- Peterka, R.J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophys*, 88, 1097–1118.
- Rauch, S.D., Velázquez-Villaseñor, L., Dimitri, P.S. & Merchant, S.N.(2001). Decreasing hair cell counts in aging humans. *Ann.N.Y.Acad.Sci*, 942, 220–227.
- Ravaioli, E., Oie, K., Kiemel, T., Chiari, L. & Jeka, J.J. (2005). Nonlinear postural control in response to visual translation. *Exp Brain Res*, 160(4), 450–459.
- Reed-Jones, R.J., Solis, G.R., Lawson, K.A., Loya, A.M., Cude-Islas, D. & Berger C.S. (2013). Vision and falls: A multidisciplinary review of the contributions of visual impairment to falls among older adults. *Maturitas*, 75(1), 22-8.
- Riffenburgh, R. S., Wood, T. R. & Wu, M. L. (1983). Why patients return after refraction. *Am. J. Ophthalmol*, 96, 690– 691.
- Roberts, E., Bronstein, A. & Seemunga, B. (2013). Visual-vestibular Interaction: Basic Science to Clinical Relevance. *ACNR*, 13(5), 33- 58.
- Rosenhall, U. (1973). Degenerative patterns in the aging human vestibular neuroepithelia. *Acta Otolaryngol*, 76, 208–220.
- Runge, C., Shupert, C. & Horak, F. (1999). Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait posture*, 3, 193-214.
- Salarian, A., Zampieri, C., Horak, F.B., Carlson-Kuhta, P., Nutt, J. & Aminian, K. (2009). Analyzing 180 degrees turns using an inertial system reveals early signs of progression of parkinson's disease. *Conf. Proc. IEEE Eng Med. Biol. Soc*, 1, 224-227.

- Salarian, A., Russmann, H., Vingerhoets, F., Dehollain, C., Blanc, Y., Burkhard, P. & Aminian, K (2004). Gait assessment in Parkinson's disease: toward an ambulatory system for long-term monitoring. *IEEE Trans. Biomed. Eng*, 51,1434–1443.
- Sampieri, R., Fernandez, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. (4<sup>a</sup>.ed.). Santa Fe, México: McGraw Hill/ Interamericana.
- Schraa-Tam, C.K., Van Der Lugt, A., Smits, M., Frens, M.A., Van Broekhoven, P.C., Van Der Geest, J.N. (2008). fMRI of optokinetic eye movements with and without a contribution of smooth pursuit. *J Neuroimaging*, 18(2), 158-67.
- Schweigart, G., Mergner, T., Evdokimidis, I., Morand, S. & Becker, W. (1996). Gaze Stabilization by Optokinetic Reflex (OKR) and Vestibulo – Ocular Reflex (VOR) During Active Head Rotation in Man. *Vision Res*, 37 (12), 1643–165.
- Schwartz, S., Segal, O., Barkana, Y., Schwesig, R., Avni, I. & Morad, Y. (2005). The effect of cataract surgery on postural control. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 46, 920-924.
- Segal, B.N. & Katsarkas, A. (1988). Goal directed vestibulo-ocular function in man: gaze stabilization by slow- phase and saccadic eye movements. *Exp Brain Res*, 70, 26-32.
- Selzer, M., Clarke, L., Cohen, L., Kwakkel, G. & Miller, R. (2014). *Neural Repair and Rehabilitation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shobha, S. & Rao, M.D. (2005). Prevention of Falls in Older Patients. *AM Fam Physician*, 72(1), 81-88.

- Shumway-Cook, A. & Horak, F.B. (1986). Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther*, 66(10), 1548-1550.
- Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. (2012). *Motor Control*. (4<sup>a</sup>.ed.). Philadelphia, EEUU: Lippincott Williams & Wilkins.
- Shupert, C.L. & Horak, F.B. (1999). Adaptation of postural control in normal and pathologic ageing: implications for fall prevention programs. *J Appl Biomech*, 15, 64–74.
- Slaboda, J. et al. (2009). Visual field dependence influences balance in patients with stroke. In: *31st Annual International Conference of the IEEE EMBS*. (pp. 1147 – 1150). Minneapolis MN: Eng Med Biol Soc.
- Statler, K., Wrisley, D., Peterka, R., & Horak, F. (2004). Functional deficits are correlated with decreased reliance on vestibular information in people with chronic unilateral vestibular loss. (Abstr.) *Association for Research in Otolaryngology, Daytona Florida*, 17, 22–26.
- Straube, A., Krafczyk, S., Paulus, W. & Brandt, T. (1994). Dependence of visual stabilization of postural sway on the cortical magnification factor of restricted visual fields. *Exp Brain Res*, 99, 501-506.
- Strupp, M., Arbusow, V. & Pereira, D.B. (1999). Subjective straight ahead during neck muscle vibration: Effect of aging. *Neuroreport*, 10, 3191-3194.
- Thapa, P.B., Brockman, K.G., Gideon, P., Fought R.L. & Ray, W.A. (1996). Injurious falls in nonambulatory nursing home residents: a comparative study of circumstances, incidence, and risk factors. *J Am Geriatr Soc.*, 44(3), 273.

- Tian, J.R., Crane, B.T. & Demer, J.L. (2000). Vestibular catch-up saccades in labyrinthine deficiency. *Exp Brain Res.*, 131, 448- 457.
- Timmis, M., Elliott, D. & Buckley, J. (2010). Use of Single-Vision Distance Spectacles Improves Landing Control during Step Descent in Well-Adapted Multifocal Lens-Wearers. *IOVS*, 51 (8), 105- 145.
- Tinetti, M.E., Liu, W.L. & Ginter, S.F. (1992). Mechanical restraint use and fall-related injuries among residents of skilled nursing facilities. *Ann Intern Med.*, 116(5), 369.
- Tinetti, M.E., Speechlev, M. & Ginter, S.F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Eng J Med*, 319, 1701–1707.
- Trotoiu, L.C., Mohler, B.J., Schulte-Pelkum, J. & Bulthoff, H.H. (2009). Circular, Linear, and curvilinear vection in a large-screen virtual environment with floor projection. *Computers and Graphics*, 33, 47-48.
- Ungar, A., Rafanelli, M., Lacomelli, L., Brunetti, M., Ceccofiglio, A., Tesi, F. & Marchionni, N. (2013). Fall prevention in the elderly. *Clin Cases Miner Bone Metab*, 10(2), 91–95.
- Voogd, J., Schraa-Tam, C.K., Van Der Geest, J.N., De Zeeuw, C.I. (2012). Visuomotor cerebellum in human and nonhuman primates. *Cerebellum*, 11(2), 392-410.
- Wall, C., Black, F.O. & Hunt, A.E. (1984). Effects of age, sex and stimulus parameters upon vestibulo-ocular responses to sinusoidal rotation. *Acta Otolaryngol*, 98(3-4), 270-8.

- Watanabe, S., Hattori, K. & Koizuka, I. (2003). Flexibility of vestibulo-ocular reflex adaptation to modified visual input in human. *Auris, Nasus, Larynx*, 30, 29-34.
- Yang, J.F., Winter, D.A. & Wells, R.P. (1990). Postural dynamics of walking in humans. *Biol Cybern.*, 62, 321–330.
- Yakushin, S.B., Kolesnikova, O.V., Cohen, B. et al. (2011). Complementary gain modifications of the cervico-ocular (COR) and angular vestibulo-ocular (aVOR) reflex after canal plugging. *Exp Brain Res.*, 210(3-4), 549- 560.
- Zacharias, G., & Young, L. (1981). Influence of combined visual and vestibular cues on human perception and control of horizontal rotation. *Exp Brain Res*, 41, 193-203.
- Zampieri, C., Salarian, A., Carlson-Kuhta, P., Aminian, K., Nutt, J. & Horak, F.B. (2010). An Instrumented Timed Up and Go Test Characterizes Gait and Postural Transitions in Untreated Parkinson's Disease. *J.Neurol.Neurosurg.Psychiatry*, 81,171–176.
- Zanen, A. (1997). The advantages and disadvantages of bifocal lenses. *Bull Soc Belge Ophtalmol*, 264, 71-8.

## ANEXOS

Anexo N° 1: Ficha de registro

Pacientes	Edad	Tiempo de uso	Antecedentes mórbidos / Cirugías ópticas	Estatura (metros)	Fármacos	Sexo
1º	69 años	2 años	Presbicia y miopía	1,46	Loratadina Omeprazol	Femenino
2º	77 años	1 año, 6 meses	Presbicia y astigmatismo.	1,50	Salbutamol	Femenino
3º	76 años	30 años	Miopia, Astigmatismo, HTA, cirugía desprendimiento de retina.	1,74	Losartan Omeprazol	Masculino
4º	79 años	40 años	Presbicia, resistencia a la insulina y cirugía de cataratas.	1,65	Metformina Budesonida	Femenino
5º	68 años	25 años	Presbicia, miopía y resistencia a la insulina.	1,55	Metformina	Femenino
6º	80 años	10 años	Presbicia, cataratas y HTA.	1,54	Losartan	Femenino
7º	69 años	40 años	Presbicia.	1,40	Lansoprazol	Femenino
8º	66 años	16 años	Miopia, Astigmatismo y HTA.	1,68	Enalapril Hidroclorotiazida	Femenino
9º	71 años	2 años y medio	Presbicia, HTA.	1,53	Losartan	Femenino
10º	79 años	9 años	Resistencia a la insulina y Presbicia	1,76	Glibenclamida	Masculino

Anexo N°2: Carta de Información al paciente y consentimiento informado

**CARTA DE INFORMACION AL PARTICIPANTE DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DE TESIS**

El propósito de la presente carta es invitarlo a participar en una investigación científica titulada: “Correlación entre la adaptabilidad al uso de lentes bifocales en pacientes adultos mayores y trastornos a la orientación sensorial”

Puede existir la posibilidad que el uso de estos lentes haya provocado en Ud una sensación de mareo o inestabilidad durante sus actividades cotidianas, especialmente en los primeros días. Este conjunto de sensaciones molestas experimentadas por algunas personas son esperables y propias del proceso de adaptación, y debiesen disminuir completamente con el pasar del tiempo. Sin embargo, existen algunas personas (el cual podría ser su caso) a las cuales le es más difícil adaptarse al uso de estos lentes por diversos motivos.

Probablemente una causa de esta dificultad de adaptación a los lentes se deba a una dificultad en integrar de manera adecuada la información proveniente de la visión, la sensación del cuerpo y del sistema vestibular, esto trae como consecuencia, una adaptación pobre e inflexible de nuestros tres sistemas sensoriales frente a un ambiente constantemente en cambios. Por ejemplo:

Existen personas que durante muchos años han confiado preferentemente en la información visual para realizar sus actividades de manera normal, no obstante al momento en que su visión es reducida o perturbada (ej: levantarse al baño durante la noche y a oscuras), estas personas siguen confiando más en su visión y son incapaces de hacerlo hacia otros sentidos, como son la sensación del cuerpo y del sistema vestibular, en consecuencia, generando un mayor riesgo de perder el equilibrio o de caer. Actualmente, se desconoce en la comunidad científica si los lentes bifocales se comportan como un “perturbador” de la visión en pacientes con trastornos en la integración sensorial, probablemente entorpeciendo el proceso de adaptación y aumentando el riesgo anteriormente descrito. Si Ud desea participar en este estudio, estará contribuyendo a que en un futuro personas que presenten trastornos a la integración sensorial, puedan ser tratadas para revertir su condición (la cual es posible) antes de usar los lentes bifocales.

Este estudio constará de 3 pruebas. El tiempo de aplicación de estas pruebas no sobrepasará los 30 minutos.

Para la primera prueba y segunda prueba, ud deberá responder 2 simples cuestionarios relacionados a su “sensación de inestabilidad” (16 preguntas: 0% a 100%) y “sensación de mareo” (25 preguntas, si-no-a veces) durante actividades habituales que ud realiza durante el día (ej: salir de compras).

Para la tercera prueba, se le colocará un cinturón que lleva un dispositivo con sensores que registrarán como se balancea su cuerpo (no duelen, ni

molestan) y deberá mantenerse de pie en 4 condiciones diferentes por 30 seg , en donde veremos de qué manera se comporta su equilibrio.

En las condiciones 1 y 2 estará sobre una superficie firme. En las condiciones 3 y 4 estará sobre una superficie blanda (espuma) y en las condiciones 2 y 4 estará con los ojos cerrados. Cabe mencionar que esta prueba es sumamente segura y no presenta riesgos asociados para Ud. Durante la realización de esta prueba Ud tendrá a su lado en todo momento a un evaluador quien velará por su integridad física ante una posible pérdida de equilibrio.

**Aclaraciones:**

- La decisión de participar en el estudio presentado es totalmente voluntaria.
- No recibirá pago por la participación en el estudio.
- Toda la información personal de usted será confidencial.
- Sólo se expondrán resultados de la evaluación.

Usted tiene el derecho y el deber de preguntar cualquier duda con respecto a la investigación. Una vez que usted decida participar tendrá que firmar una carta de consentimiento de la cual se le entregará una copia.

En caso de que usted tenga eventuales dudas del procedimiento tiene el derecho de preguntar a los investigadores:

- Diego Díaz Miranda
- Pablo Le-Fort Rebufel

Si aun así no entiende completamente el procedimiento siéntase libre de preguntar nuevamente todas sus dudas y no firme el consentimiento antes de que sus interrogantes sean aclaradas.

*\* Por razones metodológicas, durante la realización del proyecto, el título del estudio fue modificado además de ser excluidos los test ABC y DHI. Situación informada verbalmente y de manera oportuna al Comité de Ética Científico del Servicio de Salud Metropolitano Oriente y a doña Juana Egaña Pacheco, en su calidad de Jefe de la Unidad de Docencia Asistencial, Investigación y extensión del Hospital Del Salvador. Por particularidades técnico-legales se sugirió no modificar la carta de información al paciente y consentimiento informado.*

**Carta de consentimiento informado**

Yo, \_\_\_\_\_ en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente, expongo, que he sido debidamente informado(a) sobre las características de este estudio. Entendiendo el procedimiento a realizar en la investigación titulada “Correlación entre la adaptabilidad al uso de lentes bifocales en pacientes adultos mayores y trastornos a la orientación sensorial” y **otorgo mi consentimiento** para ser integrado en el estudio y realizar el procedimiento explicado.

Recibiré una copia personal de este documento, la cual debe estar firmada y fechada.

\_\_\_\_\_

Nombre y firma del participante

\_\_\_\_\_

fecha

**Investigador:**

He explicado en forma clara y precisa al Sr (a), \_\_\_\_\_ los objetivos de este estudio, exponiendo eventuales riesgos que pueden suceder. Junto con esto, he resuelto todas las dudas presentadas por el participante y he confirmado que el procedimiento a realizar ha quedado entendido en forma clara.

Una vez aclarada las dudas presentadas por el participante se procederá a firmar este documento.

---

Nombre y firma del investigador

---

Fecha

---

Nombre y firma del investigador

---

Fecha

Anexo N°3: Permiso para la realización del estudio de investigación en el Servicio de Oftalmología del Hospital del Salvador.

 <p>HOSPITAL DEL SALVADOR DIRECCIÓN UNIDAD DOCENCIA ASISTENCIAL Dr. CAC/ JER/ M/MSR</p>	<b>RESOLUCION EXENTA N°</b> <u>3762</u>
<b>SANTIAGO, 31 AGO 2015</b>	
<p><b>VISTOS: Protocolo de Aprobación de Proyectos Clínicos, de fecha 11 de agosto de 2015;</b> las facultades que le confiere el DFL N° 1 del 2005 del MINSAL que fija texto refundido, coordinado y sistematizado del DL 2.763 de 1979 y de las leyes N° 18.933 y N° 18.469; Ley 19.937 en su artículo décimo quinto transitorio, en concordancia con el Reglamento Orgánico de los Establecimientos de Salud de menor complejidad y de los Establecimientos de Autogestión en Red, aprobado por Decreto N° 38/2005; DFL N° 1/19.653 que fija texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N° 18.575 Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado; D.S. N° 140 publicado en el D.O. el 21/04/2005; Resolución N° 1.600/2008 de la Contraloría General de la República y <b>Resolución N° 1976</b>, de fecha 25 de marzo del 2015, dictada por la Dirección del Servicio de Salud Metropolitano Oriente, que designa al <b>Dr. Carlos Altamirano Cabello</b>, en el cargo de Director del Hospital del Salvador, a contar del 1 de abril de 2015.</p>	
<b>CONSIDERANDO:</b>	
<p>Que, el Decreto N° 38 de 2005, en su artículo 23, letra w), en armonía con el Decreto N° 140 de 2004 que aprueba el Reglamento Orgánico de los Servicios de Salud, en su artículo 46, letra j) señala: "Autorizar los protocolos de investigación científica biomédica en seres humanos que se desarrollen al interior del Establecimiento, siempre que hayan sido informados favorablemente en forma previa por el Comité Ético Científico correspondiente, de acuerdo a las normas legales, reglamentarias y técnicas vigentes".</p>	
<p>Que, se verifica allegado a Memo N° 112, de fecha 17 de agosto de 2015, suscrito por doña Juana Egaña Pacheco, Jefe de la Unidad de Docencia Asistencial, Investigación y Extensión del HdS, nota S/N° del Comité de Ética Científico del Servicio de Salud Metropolitano Oriente de fecha 11 de agosto de 2015, dando cuenta de la aprobación del proyecto de tesis, patrocinado por la Universidad Finis Terrae, Escuela de Kinesiología, titulado <b>"Correlación entre el uso de lentes bifocales en pacientes adultos mayores que presentan trastornos del balance durante el primer mes de uso y la dependencia visual"</b>.</p>	
<p>Que dicho proyecto tiene como autores a los alumnos de quinto año de la carrera de Kinesiología Señores Diego Alonso Díaz Miranda y Pablo Ignacio Le-Fort Rebufel, bajo la tutoría del Kinesiólogo don Jorge Guillermo Díaz Araya.</p>	
<p>Que atendido lo señalado en MEMO N° 112 de fecha 17 de agosto de 2015, suscrito por doña Juana Egaña P. en su calidad de Jefe de la Unidad Docente Asistencial Investigación Y Extensión del Hospital Del Salvador, el proyecto en cuestión no cancela overhead.</p>	
1	

**RESUELVO:**

**I Autorizase**, en virtud del Decreto N° 38 de 2005, artículo 23, letra w), en armonía con el Decreto N° 140 de 2004 que aprueba el Reglamento Orgánico de los Servicios de Salud, en su artículo 46, letra j), y de la Resolución Exenta N° 538/2012, del Minsal, que Aprueba Norma Técnica Administrativa N° 18, Proyecto de tesis titulado **"Correlación entre el uso de lentes bifocales en pacientes adultos mayores que presentan trastornos del balance durante el primer mes de uso y la dependencia visual"**, aprobado con fecha 11 de agosto de 2015 por Comité de Ética Científico del Servicio de Salud Metropolitano Oriente

**II Publíquese** en la página **Gobierno Transparente** la presente resolución que autoriza Proyecto de profundización profesional, aprobado por el Comité de Ética Científico del S.S.M.O. El que tiene como autores a los alumnos de quinto año de la carrera de Kinesiología Señores Diego Alonso Díaz Miranda y Pablo Ignacio LeFort Rebufel, bajo la tutoría del Kinesiólogo don Jorge Guillermo Díaz Araya.

**ANÓTESE, REGÍSTRESE Y COMUNÍQUESE**

  
  
**Dr. CARLOS ALTAMIRANO CABELLO**  
DIRECTOR  
HOSPITAL DEL SALVADOR

Lo que transcribo para su conocimiento

  
Ministro de la Salud

Distribución:

- 1) **Comité de Ética Científico S.S.M.O.**
- 2) Sub Dirección Médica
- 3) Jefe Servicio de Medicina
- 4) Jefe Unidad Docente Asistencial Investigación y Extensión
- 5) Asesoría Jurídica.
- 6) Oficina de Partes.