# ¿La posición del cuerpo puede influir sobre la visión?

Autores: Andrea Pirotta y Francesco Curci

Directores: Beatriz Nacher y Marta Cabranes

Trabajo Fin de Master COI
Octubre 2009

# **INDICE**

1. Introducción	Pág. 2
2. Bases teóricas	Pág. 4
2.1 Equilibrio y postura del cuerpo	Pág. 4
2.1.1 El sistema vestibular	Pág. 4
2.1.2 El reflejo óculo-vestibular	Pág. 8
2.1.3 El sistema visual	Pág. 11
2.1.4 El sistema propioceptivo	Pág. 11
2.2 Relación entre sistema visual-postura-cabeza	Pág. 12
2.3 El sistema de los movimientos de vergencia	Pág. 16
2.4 La visión binocular	Pág. 17
2.4.1 Fusión sensorial	Pág. 18
2.4.2 Horóptero y área de Panum	Pág. 18
2.5 El pie y la distribución de peso con tacones	Pág. 19
2.6 Efectos de los tacones en el cuerpo	Pág. 24
3. Materiales y métodos	Pág. 27
3.1 Muestra	
3.2 Instrumentos	Pág. 28
3.3 Test	Pág. 29
3.3.1 PPC	Pág. 29
3.3.2 Foria de Maddox	Pág. 30
3.4 Procedimientos	Pág. 35
4. Resultados obtenidos y gráficos	Pág. 36
4.1 PPC, punto de rotura	Pág. 36
4.2 PPC, punto de recobro	Pág. 37
4.3 Foria de lejos	Pág. 40
4.4 Foria de cerca	Pág. 42
4.5 Comparaciones de los resultados	Pág. 44
5. Conclusiones	Pág. 45
6 Ribliografía	Pág. 46

## 1. INTRODUCCION

Últimamente la optometría se ha desarrollado mucho, abriéndose en colaboraciones con otros especialistas en los campos de la medicina y en particular de la fisioterapia, la osteopatía, la audiología y la psicología. Gracias a esto se ha empezado a considerar los ojos más como parte del cuerpo que como unidad independiente, así que problemas en ellos pueden ser nada más que una consecuencia de otros problemas a nivel sistémico. Viceversa patologías o problemas oculares pueden causar malestar a niveles de todo el cuerpo.

Es importante entonces tener conocimientos sobre el cerebro humano y sobre algunos problemas de postura, musculares y de oído, para poder remitir un paciente al correcto especialista si vemos que un defecto visual puede ser causado por una patología en una otra parte del cuerpo.

Han salido muchos estudios que demuestran los efectos negativos causados por patologías sistémicas, pero son mucho más raros los estudios donde se busca una variación negativa en el sistema visual por causas diarias que pueden ser emocionales o posturales.

Se quiere comprobar con este estudio si es verdad que hay variaciones apreciables en el sistema visual al cambiar una característica fundamental para nuestro sistema, el equilibrio.

En particular la hipótesis de este trabajo ha sido verificar si el sistema visual sufre de estrés durante una variación del equilibrio postural diario como es llevar tacones. No se trata de alguna condición patológica del sistema postural, pero el hecho de que esto suponga una condición de esfuerzo podría influir sobre la tensión de los músculos de espalda y cuello y desde aquí provocar un esfuerzo también el sistema visual.

La relación entre ojos y sistema muscular y nervioso de cuello y espalda es nota desde numerosos tratados científicos.

Vamos a considerar un sistema visual donde hay un considerable cambio de foria en poco tiempo como si fuera bajo estrés.

Para demonstrar esta hipótesis se ha pensado efectuar algunas pruebas visuales de foria y vergencia (PPC, Test de Maddox,) en situaciones en las que el paciente está sentado y de pie, con y sin tacones para compararlas y verificar si efectivamente las condiciones visuales cambian en el sentido que hemos previsto.

Las pruebas son hechas a una muestra de mujeres que no tengan problemas posturales o de masticación que en si misma podrían influir sobre el sistema visual.



## 2. BASES TEORICAS

# 2.1 Equilibrio y postura del cuerpo

Se define **postura** como la posición del cuerpo con respecto al espacio que le rodea y como se relaciona el sujeto con ella<sup>1</sup>; mientras el **equilibrio** es el mantenimiento de una posición determinada, en contra de la fuerza gravitatoria u otra fuerza desestabilizante<sup>2</sup>.

El cuerpo puede mantenerse en una posición de equilibrio gracias a tres sistemas, que son todos dirigidos por el cerebelo<sup>3</sup>:

- Sistema vestibular
- Sistema visual
- Sistema proprioceptivo

# 2.1.1 Sistema vestibular

El sistema vestibular es fundamental para estabilizar el cuerpo y para nuestro sentido de orientación. Es el sistema vestibular que trae al cuerpo las informaciones principales respecto al movimiento y el equilibrio. Junto con la cóclea y una parte del sistema auditivo, constituye el laberinto, situado en el oído interno.

El laberinto está formado por 3 canales semicirculares y un vestíbulo que contiene tres órganos sensitivos:

- Utrículo
- Sáculo
- 3 ampollas de los canales semicirculares

Se pueden diferenciar 2 tipos de equilibrio: estático y dinámico. El equilibrio estático se refiere a la orientación del cuerpo con respecto al suelo (aceleración linear); mientras que por equilibrio dinámico se entiende todo lo que el cuerpo hace para el mantenimiento de la postura, especialmente de la cabeza (movimiento rotatorio).

El utrículo y el sáculo son los órganos responsables de la aceleración linear o equilibrio estático, pero el receptor que permite este reconocimiento de aceleración es la macula. La macula es una estructura bastante compleja, formada por células ciliadas, otolitos, membrana otolitica, fibras nerviosas y células de suporte. La estructura mas importante de esta estructura son los otolitos, como "piedrecitas" que bajo la influencia de la gravedad y de los movimientos de las cabeza, activan las células sensoriales del sistema vestibular que envían un impulso nervioso al cerebro donde se interpreta la posición relativa del individuo con respecto a la dirección de la gravedad, manteniendo el equilibrio y actuando como sensor para balancear todo el cuerpo.

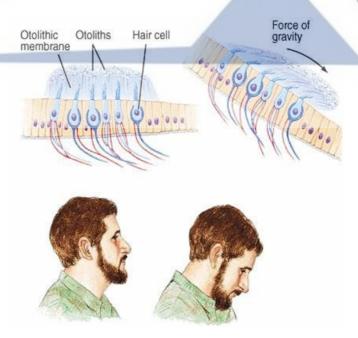


Figura 1; Lammers, Equilibrium 1 y 2; Unidad 8

En la imagen se ve como con la inclinación de la cabeza, los otolitos y la membrana otolitica siguen este movimiento, así que los cilios de las células ciliadas se despolarizan y envían un impulso al cerebro; por lo contrario cuando la cabeza se inclina hacia el otro lado, hay una hiperpolarizacion, es decir, una disminución del impulso. Es muy importante recordar que la macula da información solo cuando hay una aceleración, porque las células ciliadas pueden adaptarse muy rápidamente<sup>3</sup>.

En la imagen abajo, se puede ver como el sáculo es responsable en las aceleraciones verticales, mientras el utrículo en las aceleraciones horizontales.

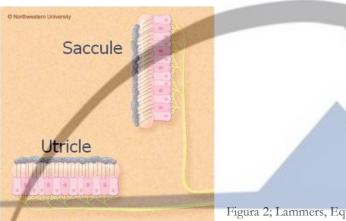


Figura 2; Lammers, Equilibrium 1 y 2 (Unidad 8)

El <u>equilibrio dinámico</u> está permitido gracias a las ampollas (imagen siguiente), situadas en los canales semicirculares, que permiten por tanto cambios en el movimiento rotatorio. Los canales semicirculares son tres tubitos arqueados en semicírculos, implantados en el vestíbulo y situados en tres planos rectangulares, según las tres dimensiones del espacio (así cada canal controla una de las tres dimensiones).

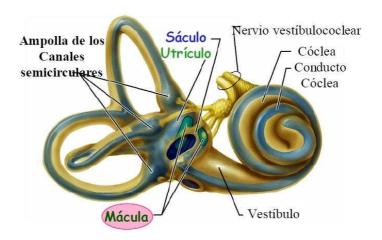


Figura 3; http://apuntesenfermeria2.iespana.es/2006/oido equilibrio.pdf

El ensanchamiento cerca de la base de los canales semicirculares se llama ampolla y contiene una especialización del epitelio llamada cresta ampollar, formada por células de sostén y células ciliadas que informan de la magnitud y dirección de la aceleración angular al cerebro.

Cuando la cabeza empieza a moverse en sentido rotatorio, la endolinfa en los canales semicirculares se mueve por inercia en la dirección contraria al movimiento de la cabeza; así la endolinfa estimula la cresta de la ampolla, la cual empuja sobre los cilios de las células ciliadas que se despolarizan para enviar así el impulso nervioso al cerebro con todas las informaciones respecto a la posición de la cabeza. Cuando el movimiento se para, la endolinfa se moverá en sentido contrario a lo que tenía al principio, con la consecuencia de una hiperpolarización de las células, que será como decir al cerebro que el movimiento de antes se ha parado. También en esta situación, si el cuerpo sigue moviéndose siempre en la misma dirección y con la misma velocidad, las células ciliadas se adaptan a esta situación y no hay mas estimulo.

El sistema vestibular primero envía impulsos a las estructuras neurales que controlan los movimientos de los ojos y van a formar el reflejo óculovestibular (fundamental para una visión clara); luego las proyecciones de estos impulsos llegan a los músculos que controlan nuestra postura y que

son necesarios para poder mantener una posición vertical. Por todas estas razones, el sistema vestibular es el responsable de la existencia de muchos reflejos que sirven para estabilizar la cabeza, nuestra postura y también los ojos con respecto a los movimientos que hacemos.

# 2.1.2 El reflejo óculo-vestibular

El **reflejo óculo-vestibular** es un reflejo fundamental que establece las imágenes en retina cuando hay un movimiento de la cabeza. Su trabajo es mover los ojos en la posición contraria al movimiento de la cabeza, para que la imagen fijada permanezca siempre en el centro del campo visual.

El reflejo óculo-vestibular está dirigido gracias a las informaciones que llegan desde el oído interno. El reflejo empieza con una estimulación de los canales semicirculares que detectan una rotación de la cabeza. La vía nerviosa principal está representada en el dibujo abajo.

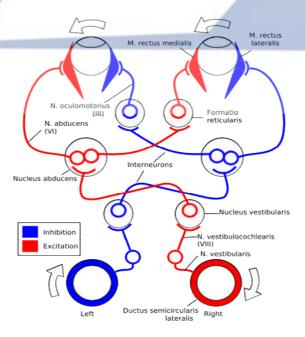


Figura 4; http://en.wikipedia.org/wiki/Vestibulo-ocular\_reflex

Cuando la cabeza gira, los canales semicirculares envían sus impulsos al nervio vestibular (VIII par craneal) hasta el núcleo vestibular en el tronco encefálico. Desde este núcleo, las fibras cruzan hasta el núcleo ocular externo contralateral, es decir, el núcleo del VI par craneal. Aquí las fibras se dividen en dos vías diferentes, una se conecta directamente con el musculo recto lateral homolateral, la otra vía nerviosa llega por el contrario al núcleo oculomotor que gracias al nervio oculomotor común activa el musculo recto interno del ojo contralateral<sup>4</sup>.

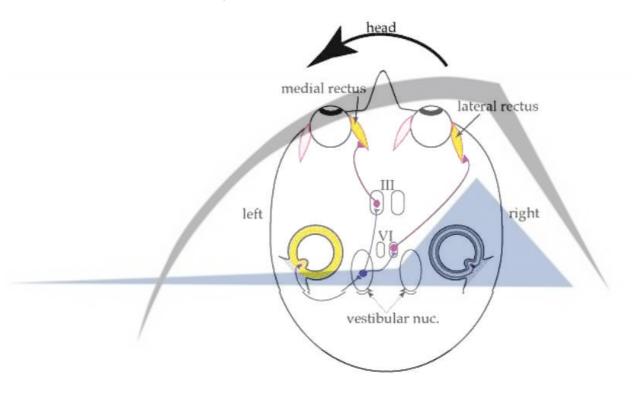


Figura 5; Anatomía del oído interno y de las vías auditivas I; Julio Contreras

Por ejemplo, si se gira la cabeza hacia la izquierda, impulsos excitatorios son enviados desde el canal semicircular lateral izquierdo por medio del nervio vestibular, hasta conectarse con el núcleo vestibular izquierdo. Desde este núcleo las fibras cruzan y llegan al núcleo del nervio ocular externo; aquí los impulsos estimularan el musculo recto externo del ojo derecho y otras fibras salidas desde el núcleo vestibular estimularan el recto medio del ojo

izquierdo. Claramente al mismo tiempo, en el odio interno derecho, hay un impulso inhibitorio, y pasará todo lo contrario de lo que hemos contado para la vía izquierda, con el resultado que los músculos recto interno derecho y recto externo izquierdo tienen que relajarse para permitir el movimiento de los ojos. Como resultado de estos procedimientos, los ojos giran en el sentido contrario de la cabeza, es decir, a la derecha, manteniendo así las imágenes en fóvea.

Se ha dicho anteriormente que el sistema vestibular permite una coordinación entre las diferentes partes del cuerpo, para mantener un equilibrio y una postura adecuada frente a los cambios que hay durante un movimiento. Para que esto sea posible, nuestro cuerpo dispone de un sistema de reflejos que sirven para mantener el equilibrio y que permiten corregir rápidamente nuestra postura cuando nos tropezamos; se llaman reflejos posturales tónicos.

Los reflejos posturales tónicos utilizan información del aparato vestibular e información de los receptores en los músculos del cuello, que indican si el cuello está flexionado o girado (reflejos cervicales). Los reflejos tónicos actúan sobre la posición del cuello (reflejo vestibulocervical y cervicocervical) y de las extremidades (reflejo vestibuloespinal y cervicoespinal).

Ante un cambio de postura el reflejo vestibulocervical tiende a devolver la posición de la cabeza a la posición erecta normal, y el reflejo vestibuloespinal produce flexión de unas extremidades y extensión de otras, de manera adecuada para impedir la caída del sujeto.

Los reflejos cervicales se pueden estudiar por separado después de destruir el aparato vestibular. En esta situación, al mover la cabeza sólo se estimula los receptores en el cuello. El reflejo cervicocervical tiende a restaurar la posición recta de la cabeza, al igual que el reflejo vestibular. El reflejo cervicoespinal produce flexión y extensión de las extremidades en sentido opuesto al reflejo vestibuloespinal.

#### 2.1.3 El sistema visual

El segundo sistema que juega un papel muy importante en el equilibrio es el sistema visual. La importancia de este sistema se nota muy bien cuando hay un conflicto entre los impulsos nerviosos que llegan al cerebro. Una molestia muy común es cuando hay una diferencia de información de dos sistemas diferentes (por ejemplo sistema vestibular y visual), y tenemos nauseas, mareo y vomito. Un ejemplo es cuando se lee mientras se viaja; el sistema visual refiere al cerebro que el cuerpo está quieto, por lo contrario el vehículo se mueve y el sistema vestibular se da cuenta de tal movimiento y envía una información diferente de la que envían los ojos. El cerebro, así, recibe dos informaciones contrarias y nos encontraremos mal.

# 2.1.4 El sistema propioceptivo

El sistema propioceptivo es el último sistema nombrado y diremos sus funciones pero sin desarrollar demasiado este tema. Con el termino propriocepcion se entiende el conjunto de mensajes enviados al sistema nervioso central desde terminaciones especializadas (proprioreceptores), que están situadas en la capsula articular, ligamentos, tendones y músculos<sup>5</sup>.

El sistema propioceptivo está formado por receptores específicos:

- Mecanoreceptores
- Receptores táctiles
- Terminaciones libres
- Órgano tendinoso, músculo del Golgi

Estos receptores que continúan con los cordones laterales de la sustancia blanca de la medula, envían a los centros nerviosos superiores todo un conjunto de informaciones acerca de la tensión de los músculos, de los ligamentos, de las capsulas articulares.

Los centros superiores elaboran la información haciéndose consciente de la posición de las diferentes partes del cuerpo y de su desplazamiento en el curso del movimiento. Con respecto a las sensaciones recibidas, los centros nerviosos envían luego a los músculos estímulos para aportar correcciones en la postura del cuerpo.

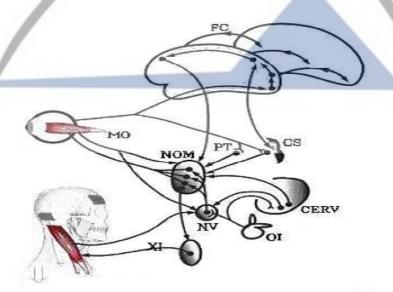
# 2.2 Relación entre sistema visual-postura-cabeza

Como dicho anteriormente, el ojo es un órgano esencial no solo para su función visual, también porque es uno de los receptores posturales más importantes. Lo que puede sorprender del ojo, es que su función estabilizadora no se debe solo a la visión central y discriminación visual, sobretodo se debe a la visión periférica (debida a los bastones)<sup>7</sup>. Investigaciones confirman que la vista tiene un papel fundamental en la regulación postural; se ha medido por ejemplo las oscilaciones de un sujeto normal en posición recta sobre una peana, y al cerrar los ojos las oscilaciones son aumentadas casi 250%. Otra prueba de que la vista es un pilar importante para la postura es que se ha demostrado como al disminuir la agudeza visual, hay también una disminución de la capacidad de regulación postural<sup>8</sup>.

Un concepto muy importante para entender porque los ojos son relacionados también con la actividad muscular del cuello (es decir con la inclinación de la cabeza), es saber que los músculos oculares extrínsecos tienen un componente propioceptivo muy importante, que gracias al fascículo longitudinal medial, está relacionado con la propiocepción de los

músculos del cuello (sobretodo esternocleidomastoideo) y de la espalda (sobretodo trapecio). El fascículo longitudinal medial (FLM), conecta los núcleos oculomotores, núcleos vestibulares y las neuronas motoras de los músculos del cuello<sup>9</sup>.

Gracias a todas estas conexiones, el FLM permite una conexión nerviosa entre cuello, oído interno y ojos; y así es posible el fenómeno del movimiento simultaneo del los ojos y de la cabeza (ver reflejo óculo-vestibular), cuando se mira en una dirección. Esta capacidad se realiza gracias a las correlaciones que hay entre los distintos núcleos de los nervios craneales por medio del fascículo longitudinal medial. Sin explicar demasiado su estructura anatómica, decimos simplemente que el fascículo longitudinal medial corre como dos columnas paralelas desde la espina dorsal para terminar en un área de la comisura cerebral posterior. Recibe fibras del núcleo vestibular, del núcleo vestibular medial y también recibe interneuronas que se originan en el núcleo del VI nervio contralateral, que inerva al músculo recto externo.



RIPROGRAMMAZIONE POSTURALE GLOBALE- STATIPRO di B. Bricot)

PT: Pretectum CS : Colliculo Superior FC: Fibras Comisurales NV : Nucleos Vestibulares

NOM : Nucleos oculomotores CERV : Cerebelo
XI : Nervio Espinal (accessorio) OI : Oido Interno

Han y Lennestrand en el 1999<sup>10</sup> han hecho un trabajo muy interesante sobre la capacidad del sistema propioceptivo de los ojos y del cuello de inducir como respuesta un cambio en la posición de los ojos. Fue aplicada una débil vibración en los músculos oculares y del cuello, y se comprobada si había una diferencia en la fijación de un punto o no; el resultado fue positivo, existía una diferencia significativa.

Esta investigación científica confirmó como la componente propioceptiva de los ojos y del cuello son dos factores muy importantes para la localización espacial, y se ha notado también que el efecto de la activación propioceptiva no es igual para todos los sujetos, de hecho varia entre sujetos con sistema binocular normal y sujetos con estrabismo.

Otro trabajo similar a este último, es lo de Roll y Roll del 1986. El sujeto estaba con ojos cerrados sobre una tarima digital que evaluaba la variación postural del sujeto, la variación del baricentro y del apoyo de los pies sobre la misma tarima. Se vio que una vibración aplicada en los dos músculos rectos inferiores, provocaba un desplazamiento del punto de presión del cuerpo hacia atrás; una estimulación de los rectos superiores provocaba un efecto contrario; las vibraciones del recto externo del ojo derecho e del recto interno izquierdo producen un desplazamiento del centro de presión hacia la izquierda; las mismas estimulaciones en el ojo derecho producían un desplazamiento hacia la derecha. Tal investigación ha dado además algunos efectos cinestesicos: por ejemplo una estimulación vibratoria del recto externo del ojo derecho, en un sujeto con cuerpo bloqueado, da la ilusión de un movimiento de la cabeza hacia la izquierda (¿como si fuera un reflejo óculo-vestibular en sentido contrario?), y da también la ilusión de que el punto luminoso fijado se mueve siempre a la izquierda.

Entonces, la musculatura ocular no se conecta solo con los ojos para moverlos y ponerlos en la justa dirección para poder fijar binocularmente un objeto, sino es una musculatura activa y que tiene muchísima importancia para el equilibrio postural, sobretodo de la cabeza. Pero la musculatura

ocular no está relacionada solo con el cuello, sino también con el conjunto de órganos y tejidos que permiten acciones como comer, hablar y deglutir. Desde los fusos neuromusculares contenidos en los músculos oculomotores (sobretodo a nivel del recto externo), salen fibras que llegan hasta los núcleos oculomotores y que después llegan al núcleo del trigémino (V par craneal)<sup>11</sup>. El nervio trigémino tiene una componente motora que nos permite cerrar y abrir la mandíbula y que nos permite masticar; mientras la parte sensitiva recibe también señales aferentes desde la cornea, conjuntiva, nariz, dientes, lengua, oreja. Entonces es otra confirmación de como fisiológicamente los ojos estan conectados con diferentes regiones de la cabeza.

Otra investigación del 2002<sup>12</sup>, refiere que la posición de la cabeza depende de manera significativa del sistema visual. En este trabajo se ha comparado la posición de la cabeza de 30 personas en una habitación con luz y con iluminación apagada. Al pagar la luz, se ha observado como la inclinación de la cabeza subió cuando las personas estaban de pié, mientras que cuando estaban sentadas la diferencia de inclinación no era significativa.

Con todo lo que hemos dicho hasta ahora, y después de las diferentes investigaciones contadas, se ha demostrado de manera inequívoca como una estimulación en los músculos oculares puede dar como resultado un desequilibrio postural<sup>8</sup>. ¿Y porque no podría ser verdadero lo contrario, es decir, que una variación del equilibrio postural pueda influir sobre el sistema visual? Por esta razón hemos pensado comprobar esta hipótesis, poniendo a los sujetos un tacón para cambiar el equilibrio postural y verificar si hay o no una modificación en la coordinación binocular.

# 2.3 El sistema de los movimientos de vergencia

Las vergencias alinean los ojos para asegurar y mantener fijación y visión binocular. Los movimientos de vergencias son consecuencia de dos estímulos: el desenfoque de la imagen retiniana y la disparidad de los puntos donde las imágenes retinianas se forman en los dos ojos. Estos movimientos de vergencia, entonces, son consecuencia de un reflejo psico-optico. El emborronamiento de las imágenes provoca movimientos de vergencia de los ojos llamados acomodativos, <sup>13</sup> porque se hacen juntos con la acomodación. La cantidad de vergencia puede ser cuantificada con el AC/A que indica cuantas dioptrías prismáticas de convergencia hace por cada dioptría de acomodación. La vergencia estimulada por la disparidad de fijación se dice vergencia fusional. Los mecanismos de la fusión son centrales y fisiológicos y pueden dar una inervación asimétrica a los músculos de los dos ojos o un movimiento monocular. Se trata de un reflejo que viaja por el encéfalo, la componente sensorial esta constituida por la disparidad de las imágenes retinianas y la componente motora es la ducción. Si un objeto se refleja sobre un área retiniana extra-macular de la retina del otro ojo, este ojo será el único en moverse hacia el objeto (movimiento de fusión). La convergencia es el acto con el que dos ejes ópticos confluyen sobre un punto relativamente cercano. Es la única que puede ser voluntaria o refleja. El movimiento de convergencia es un movimiento lento que alcanza como mucho 10°/seg. El tiempo de latencia es de más o menos 160 milisegundos<sup>13</sup>. La convergencia se cree representada en el cerebro como una función bilateral: esa es probablemente evocada por la disparidad retiniana; las fibras aferentes siguen la vía visual hasta la corteza visual (precisamente en las áreas frontales y occipitales). Las fibras corticomesencefálicas que van hacia el sub-núcleo de Perlia o hacia otras estaciones del complejo oculomotor empiezan la vía eferente que procede, gracias al tercer nervio craneal, hacia los rectos mediales responsables motores del movimiento de convergencia. La divergencia parece como un fenómeno

negativo debido a una inhibición de los centros de la convergencia. La divergencia fusional corrige la disparidad retiniana binasal, presente por ejemplo en la endoforía.

#### 2.4 La visión binocular

Con el término de visión binocular se indica la percepción visual unificada presente en el sujeto normal cuando los dos ojos fijan un objeto definido. Si los ojos están alineados la imagen del sujeto caerá en áreas retinianas correspondientes. La visión normal en condiciones binoculares es posible gracias al hecho de que para cada elemento retiniano estimulado en uno de los dos ojos existe un correspondiente elemento retiniano en el otro ojo con la misma localización espacial. Con el término elemento retiniano se indica el conjunto de estructuras del mecanismo retinocerebral que elaboran la sensación visual en respuesta a la estimulación de un área unitaria de la retina: células ganglionares, axones del nervio óptico, neuronas de los cuerpos geniculados laterales y neuronas de la corteza visual. Un estimulo visual es siempre localizado por el observador en una determinada dirección del espacio visual. Si se excluye una pequeña área nasal, que corresponde al campo visual monocular temporal, cada receptor retiniano tiene en la otra retina un correspondiente receptor con la misma localización espacial. Estos puntos se llaman puntos retinianos correspondientes. Cada punto retiniano tiene un valor propio de localización espacial en relación a la fóvea, que tiene valor cero, y a los otros receptores. Cuando los ojos fijan en visión binocular, la imagen que cae en cada fóvea esta localizada con la misma dirección visual.

#### 2.4.1 Fusión sensorial

La correspondencia sensorial explica la visión binocular única, es decir la fusión sensorial. Como visión sensorial se entiende un complejo mecanismo con el cual las imágenes que caen en las dos retinas en puntos correspondientes, después que han llegado a la corteza visual occipital, son interpretadas como una imagen única que representa la fusión de las dos imágenes primitivas. La visión única es la característica de la correspondencia y el estimulo de la fusión sensorial es la excitación de elementos retinianos correspondientes<sup>14</sup>.

## 2.4.2 Horóptero y área de Panum

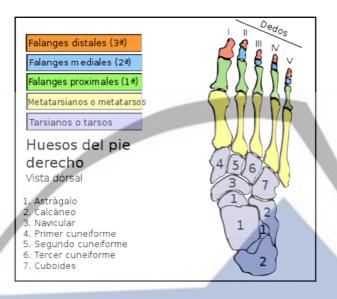
El término horóptero es el nombre dado a la superficie imaginaria del espacio de todos los puntos cuyas imágenes caen en puntos retinianos correspondientes. Es una circunferencia que pasa por el punto de fijación y por los puntos nodales de los dos ojos, y cuyo centro y radio de curvatura dependen de la distancia del punto de fijación y de la distancia interpupilar<sup>15</sup>. Existe el hecho de que para cada dirección visual, después de la aparición de diplopía homónima y de diplopía cruzada, hay un espacio donde la visión es única; a este espacio se le da el nombre de área de Panum. La teoría elaborada por el fisiólogo Panum<sup>13</sup> dice que por cada elemento retiniano de un ojo no corresponde solo un único punto en el otro ojo, sino un área elíptica que circunda el punto correspondiente para una dirección dada. Así que la fusión de dos imágenes puede pasar también si las dos no se forman en puntos retinianos perfectamente correspondientes por que están entre las áreas fusiónales de Panum: esta disparidad fisiológica, en el ámbito de estas áreas, constituye la base funcional de la estereopsis. Pero si un objeto se prolonga fuera de esta área teórica irá a estimular elementos retinianos externos a las áreas fusiónales de Panum y así resultará una diplopía fisiológica. El área fusional de Panum es reducida en proximidad del punto de fijación. Porqué la disparidad sobre el meridiano horizontal puede ser sobrepasada en mayor medida con respecto a la que está sobre el meridiano vertical, las áreas fusiónales de Panum tienen forma elíptica con eje horizontal mayor<sup>14</sup>. El aumento del área fusional de Panum hacia la periferia puede ser debido a diferencias anatómicas y fisiológicas que existen entre el sistema monosinaptico de los conos foveales y el sistema de los conos y bastones en la periferia. A eso se asocia el aumento de la magnitud de los campos receptivos retinianos<sup>13</sup>. Así que este fenómeno binocular viene llamado disparidad de fijación y puede ser evidenciado solo en condiciones experimentales<sup>16</sup>.

# 2.5 El pié y la distribución del peso con tacones

El pié es una estructura fundamental en muchos organismos, porque es gracias al pié que podemos tener una posición erecta, o movernos en el espacio. Es una de las estructuras de huesos más compleja del cuerpo, y además una de las más fundamentales para muchos organismos. Es un complejo conjunto de músculos y de ligamentos que trabajan juntos para permitirnos tener una postura erecta, moverse en el espacio y también es gracias al pié que evoluciona nuestra columna vertebral. El pié es un efector y también un receptor, es decir que cumple las respuestas motoras a través de los músculos, y al mismo tiempo interactúa con el resto del cuerpo dando constantemente informaciones por medio de sus esteroreceptores cutáneos o también por los proprioreceptores de los músculos, tendones y articulaciones. Los esteroreceptores cutáneos del pié son de alta sensibilidad y representan la conexión constante entre el ambiente y el sistema tónico postural o del equilibrio. Las informaciones plantares de hecho son las únicas que derivan desde un receptor fijo con un contacto directo con el suelo. Por estas razones se podría decir que el pié se puede considerar como el principal órgano de sentido y de motor para el cuerpo humano.

El pie está dividido en tres partes:

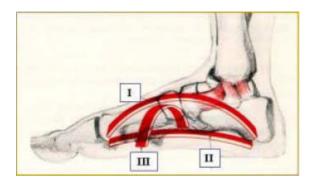
- <u>Tarso</u>, con siete huesos (en gris).
- Metatarso, con cinco huesos (en amarillo)
- Falanges, con catorce huesos (en color verde, naranja y azul).



http://es.wikipedia.org/wiki/Pie

En posición erecta, son los talones los que sostienen el peso principal, porque sobre ellos se trasfiere la mitad de todo el peso del cuerpo. Si por ejemplo queremos repartir un peso de 6 kilos en todo el pié, 1 kilo cargará sobre la zona antero-externa, 2 kilos sobre la zona antero-interna, y 3 kilos sobre el talón.

Vamos a explicar muy brevemente la que es la anatomía ideal del arco plantar para tener una idea de lo que pasa en los pies al llevar tacones.



- I. Arco longitudinal interno o medial
- II. Arco longitudinal externo o lateral
- III. Arco transverso o anterior

Las tres curvas en el dibujo representan las curvas imaginarias que tienen que estar en un pie para que la persona tenga una muy buena distribución del peso del cuerpo entre talón y parte delantera del pie.

Los niños nacen con el pie plano y después de un buen desarrollo a los 7-10 años el pie llega a la forma del adulto. Por este desarrollo es muy importante que los niños vayan sin zapatos ni calcetines sobre diferentes tipologías de suelo (hierba, arena, etc.). Un mal desarrollo puede hacer que el pie se quede plano también en la edad adulta pero esto muchas veces no es un problema real. Además muchas veces una plantilla a medida corrige el problema. La utilización precoz de zapatos en los niños puede causar además dimorfismos con posturas de los pies incorrectas, por ejemplo distribuyen todo el peso sobre la parte externa o interna de los pies.

El pie no es solamente un sistema de propulsión para andar, es también un órgano de sentido. A cada paso toda la planta se apoya al suelo y coge informaciones táctiles. Después con las informaciones cogidas como forma y material del suelo, se pone rígido y hace como palanca para empujar y adelantar el paso. Con los zapatos todo este trabajo no se hace y en los niños en desarrollo esto puede causar una mala postura del pie.

Muchas veces el pie que parece plano cuando la persona esta parada cambia de forma al andar o al correr. Esto pasa porque van a intervenir los potentes tendones que lo controlan para hacer de nuevo que el pie tenga sus normales curvas<sup>17</sup>.

Ahora vamos a ver como se define el tacón y como esto influye sobre la distribución del peso en el pié.

El **tacón** se define como la parte posterior del calzado que se fija al piso mediante adhesivos o elementos metálicos. Su función es proporcionar suficiente base de apoyo al talón y un área adecuada de contacto con el suelo<sup>18</sup>).

En 1987 el Dr. Valenti realizó un estudio comparando la distribución del peso entre el antepié y el retropié con diferentes alturas de tacón, el resultado se observa a continuación <sup>19)</sup>:

- − 0 cm de tacón: el retropié soporta 57% del peso y el antepié el 43%.
- 2 cm de tacón: el retropié soporta 50% del peso y el antepié el 50%.
- 4 cm de tacón: el retropié soporta 43% del peso y el antepié el 57%.
- 6 cm de tacón: el retropié soporta 25% del peso y el antepié el 75%.
- -> 6 cm de tacón: el retropié soporta 10% del peso y el antepié el 90%.

Del estudio se entiende que es el tacón de 2 cm el que reparte la presión entre retropié y antepié de una manera simétrica, y que hasta 4 cm la repartición de presiones es aceptable.

Ebbeling et al en 1994 observa que hasta 5,08 cm se mantiene el bienestar y no se aumenta el riesgo de lesiones<sup>18)</sup>.

La Dra. Kerrigan expone que los zapatos de tacón alto y grueso son más peligrosos que los finos, puesto que resultan más cómodos y proporcionan mayor estabilidad lo que hace que se puedan llevar durante periodos más largos de tiempo y expone a la mujer a sus efectos nocivos más rato<sup>20</sup>.

Después de todas estas diferentes teorías, el tacón ideal y más adecuado para una persona adulta es de aproximadamente 2 cm por ser la altura de tacón que permite un mejor reparto de la presión entre el antepié y el retropié.

Pero también llevar tacones de 4 cm no pone el pié en una condición de alto sufrimiento, lo importante es como siempre no exagerar al llevarlos. Mas o menos de la misma idea es Paolo Maraton Mossa, director del Centro de cirugía del pie de Milán, según el la altura de tacones que más les gusta a los pies es de 3-4 centímetros, porque como he dicho antes esta medida permite una buena redistribución del peso del cuerpo entre talón y la parte delantera del pie. El hecho de no respetar las alturas máximas recomendadas para el tacón, a corto y a largo plazo va a provocar alteraciones. Los efectos nocivos del tacón no sólo se centran en el pie, estos se van a extender al tobillo, rodilla, cadera, columna y por tanto van a influir en la marcha. Hay que tener en cuenta también el ángulo de inclinación del pie, ya que para igual altura de tacón, los números más pequeños de calzado deberán inclinar más el pie y por tanto sufrirán en mayor grado los efectos nocivos del tacón.

Hemos visto que tacones con una altura mayor de 4-5 cm son contraindicados y nocivos porque ponen todo el cuerpo en una situación de estrés y fatiga. La realidad en nuestra sociedad es diferente. Los estilistas y la moda tienden a proponer tacones más altos porque estos hacen parecer las piernas más largas y los glúteos más redondos y sobresalientes. También el andar es más suave porque a cada paso el cuerpo ondea para buscar que se estabilice mejor en una postura innatural. De hecho las personas llevan en general tacones muchos mas altos de 4 cm, como de 6, 8 o mas. Por todas estas razones hemos decidido al final, simular una altura del tacón de más o menos 8 cm, porque queremos que el sistema postural este en una situación de fuerte estrés y que no esté "acostumbrado" a esta altura. De hecho si las mujeres han adaptado el propio equilibrio con la utilización de tacones bajos (2-3 cm), probablemente no se encontrará ninguna o una mínima influencia sobre el sistema visual.

Seria además muy interesante repetir los test después de un tiempo de uso de los tacones, pero esto no ha sido posible para problemas de tiempo de la muestra, pero podría ser una invitación para estudios posteriores sobre la base de los resultados que encontraremos en estas situaciones estáticas<sup>21</sup>.

# 2.6 Efectos de los tacones en el cuerpo

La columna vertebral está curvada tanto al final de la pelvis como en la base del cráneo. Si uno de estos puntos está fuera de alineación, el otro buscará compensar ese desajuste (por cada acción hay una reacción).

Un dolor muy frecuente que se refiere con el uso de zapatos con tacón es el dolor de cuello; las causas que produce este dolor son las siguientes:

- llevar tacones altos hace que la pelvis se mueva hacia delante, en una posición forzada y antinatural.
- la posición de la cabeza intenta compensar este desajuste, por esta razón la mayoría de las veces la cabeza tiende a elevarse un poco, con el mentón hacia arriba.
- Esta posición significará una tensión innecesaria sobre los músculos que están en la parte posterior de la cabeza y conectan la columna vertebral con el cráneo.
- Si estos músculos son sometidos a una tensión constante, esto puede provocar dolores de cuello e, incluso, de cabeza<sup>22</sup>.

Hay muchos más efectos en el cuerpo cuando se llevan tacones<sup>23, 24</sup>:

• Desviación de la columna vertebral; los zapatos de tacón obligan a una hipercorrección de la columna por sobrecarga de las vertebras y a una mala disposición postural. Se puede llegar a provocar desequilibrio en la pelvis y un aumento de la curva lumbar (aumento lordosis). Opila ha confirmado que la columna vertebral y también la cabeza se mueven hacia atrás (respecto a una situación sin tacones), y además ha demostrado como la flexión de la rodilla no varia en función de la altura del tacón, cosa que se podría pensar<sup>25</sup>.



La postura de una persona cambia al llevar tacones.

La imagen a la izquierda representa una posición correcta, con la columna más o menos en línea con la base del cráneo y la pelvis.

La imagen a la derecha representa los cambios que hay al llevar tacones. El centro de gravedad se mueve hacia delante, así que la columna vertebral se desplaza para reequilibrar la distribución del peso del cuerpo.



 <u>Dedos de martillo</u>. Los huesos secundarios de los dedos menores se curvan hacia arriba.

Las pantorrillas se contraen a medida que la altura del tacón sube.

- Inflamación del tendón de Aquiles; el tendón se acostumbra a trabajar en corto, y cuando quieren retornar a usar un zapato plano no puede porque no le da el talón.
- Rótula desgastada; la rodilla tiende a ir en flexión, lo que incrementa las cargas de la rotula y predispone a una patología de la misma. Además, con tacones, a la rodilla llega un 26% más de presión con respeto a cuando no se llevan tacones, así que a lo largo del tiempo puede generar una artritis.
- Metatarsalgia. dolor e inflamación en la planta del pie por exceso de presión que comprime los nervios plantares.

- <u>Lesiones en los tobillos</u>; esguinces y microtraumas provocados por la escasa estabilidad.
- <u>Dificultad respiratoria</u>; Mathews y Wooten descubrieron que con un tacón medio de 7.6 cm de altura las mujeres gastaban mas oxigeno que cuando llevaban zapatos sin tacones<sup>26</sup>

Paolo Raimondi afirma que un tacón de 7 cm descarga un 85% del peso del cuerpo sobre el antepié y un 15% sobre el retropié<sup>27</sup>.



## 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Muestra

Para el objetivo que nos hemos planteado se necesita que la muestra sea bien controlada en lo que son las características de las personas. Se ha pedido la colaboración a 25 mujeres y 15 hombres de una edad comprendida entre los 15 y los 60 años. Este intervalo de edad representa el tiempo en el cual las mujeres tienen más tendencia a llevar tacones, como requieren muchas situaciones sociales. Las mismas pruebas se hicieron a los hombres para comparar los resultados.

Antes de proceder con los test se presenta un cuestionario donde hay alguna pregunta sobre el uso que cada persona hace de los tacones y los posibles problemas que ha notado al utilizarlos o al quitarlos. También se indaga sobre los precedentes problemas dentales y de postura que cada paciente ha podido tener por cualquier causa, de manera que se pueda comprender si estos problemas influyen sobre los resultados. Se intenta buscar una diferencia de resultados por diferentes condiciones de equilibrio. No se considera el estado refractivo de los pacientes.

## En seguida se reportan las preguntas echas en el cuestionario:

¿Utiliza usualmente tacones?

¿Que altura más o menos?

¿Cuantas horas al día?

¿Tiene molestia o dolor al llevarlos?

¿Le parece que su baricentro cambia al llevar tacones?

¿Le parece que respira mejor al quitar los tacones?

¿Al llevar tacones tiene problemas en las rodillas, espalda o cervicales?

¿Después de cuanto tiempo?

¿Tiene problemas posturales, de equilibrio o de masticación-deglución?

## 3.2 Instrumentos

Para que todas las personas tengan la misma altura de tacón durante las pruebas, se ha pensado construir una plataforma de madera inclinada. Las mujeres tendrán que apoyar los pies rectos encima de dos plantillas puestas encima de la plataforma. Las plantas de los pies serán apoyadas en el suelo en posición horizontal pero los talones estarán encima de la plataforma simulando una altura de tacón de más o menos 8 centímetros (en función del número de zapatos). Las plantillas serán de material rígido para no falsear los valores quitando la sensación proprioceptiva de apoyo con el suelo. Se prefiere simular lo más posible una situación real en lo que es la posición de los pies. De hecho, con la plataforma se mantiene constante también el ángulo de inclinación del zapato imaginario. En este modo es como si todas las personas llevaran el mismo calzado. No ha sido posible controlar la anchura del imaginario calzado, para simular eventualmente un tacón más estrecho.



## 3.3 Los Test

Como esta explicado antes, el sistema de vergencia ocular esta muy influenciado por el estrés, así que medimos los valores con y sin tacones con el test del punto próximo de convergencia (PPC).

#### 3.3.1 PPC

<u>Tipo</u>: test subjetivo y objetivo

Material: Varilla de Wolf con estimulo acomodativo (letra), regla.

<u>Iluminación</u>: Elevada, lo más parecido a una situación de luz natural.

Distancia: Cerca

<u>Corrección</u>: para evaluar la condición habitual del paciente, la prueba se realiza con la corrección que habitualmente utiliza el sujeto para las distancias consideradas.



Se pone delante del sujeto colocado de pie una varilla de Wolf, con un estimulo acomodativo (letra) a más o menos 50 cm de los ojos, de manera que coincida con la posición primaria de mirada y sea a la misma distancia de cada ojo. Se pide al paciente que lo fije de manera que la letra se vea clara y se va acercando la varilla hacia su nariz. El sujeto tendrá que avisarnos cuando acaba de ver doble la letra. Ahora se procederá de la misma manera pero hacia atrás hasta que la letra sea vista de nuevo única. Con una regla se medirán estas dos posiciones (de rotura y de recobro) en centímetros. Sucesivamente se repite todo el procedimiento con el sujeto encima de la plataforma. Para cada medida se repite tres veces la prueba y se hace una media de los resultados para tener un valor más fiable y preciso. El test puede ser subjetivo si es el examinado el que refiere la visión doble y la recuperación pero puede también ser objetivo si los pacientes no se dan cuenta y es el optometrista que nota la desviación de los ejes visuales.

#### 3.3.2 Test del cilindro de Maddox

En el trabajo, se ha utilizado el test del cilindro de Maddox para medir el alineamiento de los ejes visuales en condiciones de disociación, es decir para medir las forias.

<u>Tipo</u>: test subjetivo

Material: Cilindro de Maddox, linterna para cerca, punto luminoso para lejos,

prismas de Berens

Iluminación: baja

Distancia: Lejos y cerca (40 cm)

<u>Corrección</u>: para evaluar la condición habitual del paciente, la prueba se realiza con la corrección que habitualmente utiliza el sujeto para las distancias consideradas.

El cilindro de Maddox está formado por una serie de cilindros (o barras), usualmente de color rojo, alineados en paralelo. Cada barra se comporta

como una potente lente cilíndrica convexa, así que la luz que atraviesa el cilindro se difunde en forma de línea, orientada precisamente en ángulo recto con respecto a la orientación de los cilindros. Un punto luminoso, visto a través del cilindro de Maddox horizontal, será visto como una línea de luz vertical de color rojo; moviendo el cilindro en dirección vertical, la línea será horizontal.

El principio de esta prueba es lo siguiente: mirando binocularmente una luz puntual, y poniendo delante del ojo un cilindro de Maddox, la fusión del sujeto se interrumpe; en esta situación el ojo que tiene el cilindro verá una línea vertical u horizontal, mientras que el otro ojo seguirá viendo el punto luminoso. El desplazamiento entre el punto y la línea corresponderá a la foria del sujeto.

El cilindro de Maddox se utiliza usualmente para medir el valor de la foria, porqué no puede diferenciar entre tropia y foria, cosa que el optometrista debería hacer antes de esta prueba (por ejemplo con el cover test).

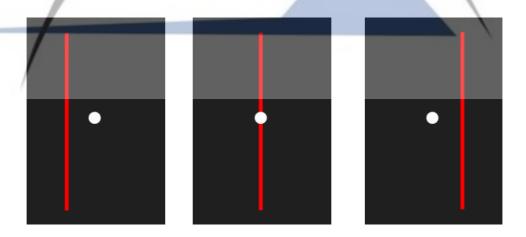
Seguido se describirá los procedimientos para medir las forias con esta prueba en general, sin referirse a nuestro trabajo. Después se describirá como ha sido utilizado con referencia a nuestra investigación.

## Medir la foria horizontal

- 1. El paciente lleva su corrección habitual para lejos/cerca.
- 2. Bajar la intensidad de la iluminación para que la linea roja se pueda distinguir sin problemas.
- **3**. Poner el cilindro de Maddox delante del ojo derecho con los cilindros orientados en horizontal.
- 4. Se proyecta un punto luminoso para la ejecución de la prueba en lejos; si evaluamos las forias en cerca se utiliza una linterna puntual
- 5. Se pregunta al sujeto lo que ve. Si puede ver una línea vertical roja y un punto blanco se puede seguir con la ejecución de la prueba, si no es

fundamental asegurarse de que el sujeto suprime un ojo o si el contraste entre el punto y la línea es demasiado bajo. Si suprime, esta prueba no puede utilizarse con este sujeto; si por lo contrario el contraste es bajo o el paciente no puede distinguir con facilidad la línea roja, bajar la intensidad de la luz ambiental y hacer que el paciente parpadee, ayuda la discriminación de la línea y permite continuar con la prueba.

- **6**. Se pregunta al paciente donde está la línea vertical con respecto al punto luminoso:
- Derecha: si la línea está a la derecha del punto (imágenes descruzadas),
   el paciente tiene una endoforia (imagen derecha)
- Izquierda: si la línea está a la izquierda del punto (imágenes cruzadas), el paciente tiene una exoforia (imagen izquierda). Mayor es la distancia entre línea y punto, mayor será el valor de la foria.
- Si el paciente dice que la línea está por encima del punto (imagen central), significa que el sujeto no tiene heteroforia para esa distancia, es decir es ortoforico.



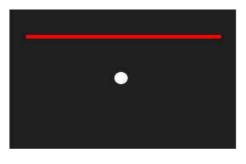
Es importante subrayar que esta diferenciación con respecto a la posición de la línea es valida solo poniendo el cilindro de Maddox frente al ojo derecho. Por lo contrario, si fuera el ojo izquierdo que ve la línea vertical, la relación posición-heteroforia está invertida respecto a la descrita anteriormente.

- 7. Si el paciente es ortoforico la prueba puede terminar aquí, si por lo contrario tiene una heteroforia se sigue con la medición de la deviación.
- 8. Utilizando la barra de prismas de Berens se empieza a poner delante del ojo los prismas para evaluar la amplitud de la heteroforia; prismas con base interna o nasal (BN) para compensar la exoforia y prismas con base externa (BE) para la endoforia. Se mueven los prismas frente un ojo desde el mas bajo hasta el mas fuerte, refiriendo al paciente que avise cuando la línea roja esta por encima del punto blanco, es decir cuando el prisma ha compensado la heteroforia y ha llevado el sistema visual a una condición de ortoforia (imagen central).
- 9. El valor del prisma que neutraliza la heteroforia del sujeto corresponde al valor en dioptrías prismáticas de la amplitud de la foria. Si por ejemplo el sujeto refiere que la línea coincide con el punto con un prisma de 5  $\Delta$  BN, significa que tiene una exoforia de 5  $\Delta$  para esa distancia.

## Medir la foria vertical

El procedimiento para medir la foria vertical es igual a lo descrito anteriormente, diferenciándose solo en algunos aspectos.

Es necesario orientar el cilindro de Maddox verticalmente; así el sujeto verá con un ojo una línea roja horizontal. Este es el paso fundamental, porque como antes la línea vertical indicaba con su posición respecto al punto el valor de la heteroforia horizontal, en este caso la heteroforia vertical estará presente si la línea horizontal esta superiormente o inferiormente con respecto al punto luminoso

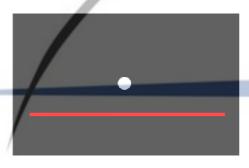


En la imagen al lado hay una situación de hipoforia del ojo derecho (o hiperforia ojo izquierdo), con la línea roja arriba al punto. Para evaluar el valor numérico de la foria, se ponen prismas con base superior (BS)

hasta que el sujeto refiera que la línea pasa a través del punto.



Si el paciente refiere que ve una imagen igual a esta al lado, no hay una foria vertical



Si el sujeto ve la línea roja por debajo del punto, el ojo derecho tiene una hiperforia. Aquí entonces se ponen prismas con basa inferior (BI) para medir la amplitud de la foria en dioptrías prismáticas

El test del cilindro de Maddox no es muy preciso como método para evaluar las forias, porque no hay un estimulo acomodativo mirando el punto luminoso. El sujeto de esta manera puede acomodar de manera diferente y localizar la línea a una distancia inferior a la real de lejos (o mayor/inferior a la distancia de cerca), con la consecuencia de una imprecisión en la medida de las forias horizontales. Con las forias verticales este problema no existe, porque su amplitud no influye con la acomodación.

A pesar de estos problemas, es una prueba muy cómoda y rápida porque se puede hacer en el espacio libre y sin necesidad de muchos aparatos. Por estas razones ha sido seleccionado para este trabajo, porque así se ha podido utilizar el test sentado, de pié y con los pies sobre el plano inclinado.

## 3.4 Procedimientos

A cada paciente que llegaba a consulta se le pedía que firmaran el consentimiento para poder utilizar sus datos en el estudio.

Después, como ya se ha dicho, se pasaba un cuestionario con preguntas sobre el estado de salud del sujeto, porque patologías del sistema postural y de la masticación pueden influir sobre los resultados de los test.

En seguida la persona se sentaba en el sillón del gabinete y realizaban las pruebas del PPC y de la foria de lejos y de cerca en esta posición. Las mismas pruebas se repetían con el sujeto de pie y por ultimo de pie con tacones, es decir, encima de la plataforma.

Con cada paciente se seguían estas tres posiciones en este orden, pero el orden de las pruebas fue aleatorio para no cometer los mismos errores con cada persona.

La prueba del PPC era repetida tres veces y se hacia una media para el valor considerado en las estadísticas.

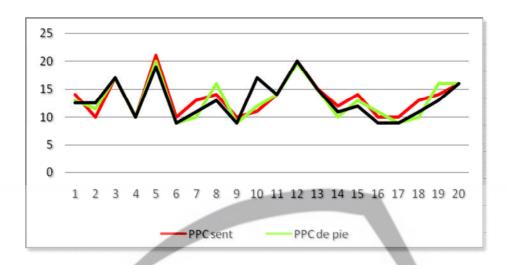
La toma de los datos se repetía en las tres posiciones diferentes.

El estado refractivo de los pacientes no se ha tenido en cuenta.

Los resultados han sido elaborados estadísticamente y en seguida se han sacado los siguientes resultados.

#### 4. RESULTADOS OBTENIDOS Y GRAFICOS

# 4.1 PPC, punto de rotura



En el grafico arriba, son representados los 3 valores diferentes del PPC en las 3 diferentes posiciones del cuerpo: sentado, de pie y con tacones.

En el eje vertical se muestra la distancia en centímetros mientras que en el eje horizontal tenemos los pacientes evaluados. En este grafico están representadas solo aquellas personas que no tienen un PPC hasta la nariz, es decir un punto de rotura mayor a cero.

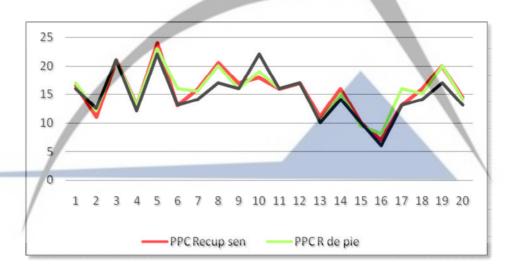
Por cada paciente tenemos 3 valores del PPC en rotura, para indicar estos valores diferentes, las líneas del grafico se hayan dibujadas en 3 colores diferentes:

- Rojo: posición sentado
- Verde: posición de pie
- Negro: posición que simula los tacones

Si miramos el grafico anterior del PPC – rotura, podemos ver bastante bien como ninguna de las tres líneas tiene una tendencia en particular; de hecho, por ejemplo, la línea roja sigue una trayectoria muy variada, a veces es mayor de los otros valores, a veces inferior. Lo mismo pasa para la posición de pie y con tacones. Mirando entonces solo el gráfico, no aparece ninguna tendencia importante.

## 4.2 PPC, punto de recobro

Con los valores de los recobros en el PPC, se dibuja un grafico igual al anterior como estructura: mismas variables en los ejes y mismos colores.



También en este grafico, mirando las diferentes líneas, parece como si ninguna de estas tuviera una tendencia definida; de hecho las 3 tienen un inclinación diferente en cada paciente. Vamos ahora a ver algunas tablas que representan valores concretos de lo que se ha visto en estos dos gráficos.

	Media	Desv. esta.
PPC rotura sentado	13,4 cm	3,26
PPC rotura de pie	13,05 cm	3,48
PPC rotura tacones	13,00 cm	3,38
Significatividad: PPC rotura Se	P > 0,05	

En la tabla tenemos las medias de los tres valores diferentes medidos en las tres diferentes posiciones del cuerpo. Al lado de la media hay la desviación estándar, valor que indica la incertidumbre de la prueba, es decir mayor desviación estándar, mayor imprecisión de la prueba.

Los valores de media son mas o menos iguales, hay solo una pequeña diferencia entre la posición sentado y con tacones, diferencia igual a 0,4 cm. Gracias a un software estadístico se ha podido comprobar si esta diferencia es significativa o no. Si el valor P es menor de 0.05, entonces la diferencia es estadísticamente significativa; en este caso P>0.05, entonces la ligera diferencia no es real.

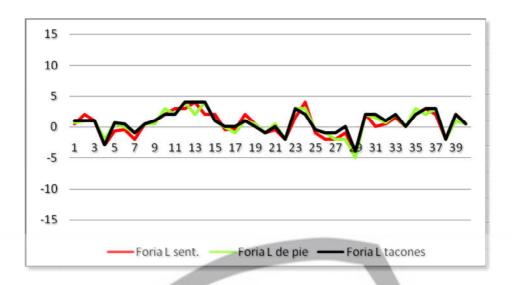
	Media	Desv. esta.
PPC recobro sentado	15,58 cm	4,23
PPC recobro de pie	15,74 cm	3,98
PPC recobro tacones	14,87 cm	4,12
Significatividad: PPC recobro Sentado-Tacones		P > 0,05

Esta tabla representa los valores del punto de recobro del PPC, y la estructura es la misma de la tabla anterior.

Aquí también las medias tienen valores similares, con un una diferencia un poco mayor entre la posición sentado y con tacones (diferencia de casi 0,7 cm). Los valores de la desviación estándar son similares tanto en la rotura como en el recobro, esto tiene sentido porque la prueba es la misma, y la incertidumbre también debería coincidir.

Para comprobar si la diferencia entre el recobro en posición sentado y el recobro con tacones es real, tenemos que mirar el valor P, y también en este caso la diferencia no resulta ser estadísticamente significativa. Esto quiere decir que es probable que esta pequeña diferencia haya sido debida al azar.

# 4.3 Foria de lejos



En este grafico tenemos representadas las líneas que corresponden a las variaciones de la foria de lejos en las tres mismas posiciones del cuerpo de antes: sentado (rojo), de pie (verde), y sobre la peana para simular los tacones (negro).

En el eje de las ordenadas estan los valores de la foria en dioptrías prismáticas, los valores superiores a cero corresponden a la endoforia, mientras los valores inferiores corresponden a la exoforia. En el eje horizontal estan los pacientes, que en este caso son los 40 elegidos.

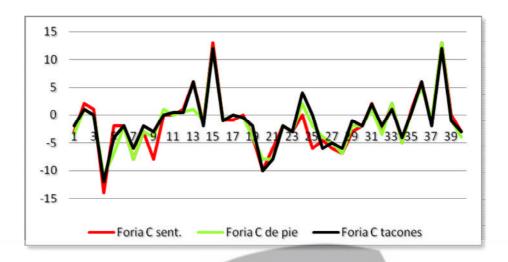
Si se mira al grafico con un poco de atención, se verá como la línea de color negro en la mayoría de los casos esta un poco más arriba que las otras dos líneas. Esto puede significar que la foria de lejos en posición del cuerpo con tacones, tiende a moverse hacia la endoforia.

Vamos a mirar en la tabla para confirmar o no esta hipótesis

	Media	Desv. esta.
Foria Lejos sentado	1,80 Endo	1,91
Foria Lejos de pie	2,21 Endo	1,90
Foria Lejos tacones	2,79 Endo	1,82
Significatividad: Foria Sentado- Tacones		P > 0.05

En la tabla anterior las medias de la foria cambian en todas las posiciones. Parece que las forias se mueven hacia la dirección endo, con una diferencia de una dioptría prismática entre la posición con tacón y la posicion sentado. Lo interesante es que esta diferencia es estadísticamente significativa, es decir que es improbable que haya sido debido al azar.

### 4.4 Foria de cerca



La estructura de este grafico es la misma del anterior. Mirándolo, la primera cosa que sobresale es que aquí hay algunos picos que no estaban en los valores de la foria de lejos. La explicación es que esta prueba tiene resultados siempre más variables respecto a la foria de lejos debido a la influencia de la acomodación en la medición de la foria.

También en este grafico se ve bastante bien como la línea negra esta casi siempre más arriba de la roja y la verde. Parece que también en este caso los valores se mueven hacia la endoforia.

	Media	Desv. esta.
Foria cerca sentado	5,68 Exo	5,18
Foria cerca de pie	5,77 Exo	4,64
Foria cerca tacones	4,18 Exo	4,72
Significatividad: Foria Sentado- Tacones		P > 0,05

Si miramos la tabla, se puede ver como las medias de las forias en posición sentado y de pie son más o menos iguales, mientras que hay una diferencia de una dioptría y media en dirección más endo, si se comparan las dos posiciones de la foria con la persona sentada. Esta diferencia es mayor que la encontrada con las forias de lejos, y se podría pensar que, si la variación de una dioptría es significativa en la foria de lejos, lo será también en la de cerca considerando que esta diferencia es menor. Pero si miramos el valor de P, es mayor de 0.05 y entonces no es significativo. ¿Porque? Si nos fijamos en los valores de la desviación estándar, se puede ver como estos son muchos más altos que de lejos; es decir de cerca los valores son más variables (picos en el grafico) y el test es menos preciso.

# 4.5 Comparaciones de los resultados

Después de haber visto los gráficos, se ha pensado hacer una comparación de los resultados según el sexo, problemas posturales y uso de tacones.

Por ejemplo, se podría pensar que las mujeres al estar acostumbradas a llevar tacones, puedan tener un cambio en la foria menor que los hombres. Haciendo una comparación entre la variación de la foria o del PPC en hombres y mujeres, se ha comprobado que no hay un diferencia importante entre los dos.

La misma comparación se hizo con personas con problemas posturales y personas sin problemas, considerando problemas posturales como problemas en la columna vertebral, dolores de espalda, de cuello o problemas de masticación. Tampoco en esta comparación hay una diferencia entre las variaciones de forias y PPC.

Lo mismo pasa con la altura y el uso de los tacones. Chicas o mujeres que llevan usualmente tacones de 4-5 cm, tienen las mismas variaciones de foria o PPC de chicas acostumbradas a tacones de 8 cm o más.

#### 5. CONCLUSIONES

Se han valorado las variaciones del PPC en 20 personas y las forias de 40 personas en tres diferentes posiciones del cuerpo: sentado, de pie sin zapatos, y con los pies sobre la plataforma para simular los tacones.

El PPC no muestra ningún cambio significativo, hay una tendencia a tener valores de rotura y recobro más cercanos, pero no hay cambios reales. Se puede afirmar que en las diferentes posiciones de mirada no hay una considerable variación del PPC.

En la foria de cerca, se ha mostrado solo una tendencia hacia la endoforia, porque la diferencia entre la foria sentado y con tacones de 1,5  $\Delta$  no es estadísticamente significativa.

Hablando de la foria de lejos, se ha demostrado que con los pies sobre la peana, la foria se mueve hacia la endoforia la cantidad de una dioptría prismática. Este valor se ha comprobado que es estadísticamente significativo, es decir que es improbable que esta diferencia haya sido debida al azar. El sistema visual tiene que compensar esta variación inducida de foria durante todo el tiempo que se llevan los tacones. En la mayora de las personas esto no es un problema y no producirá astenopia o una disminución del rendimiento visual. Solo en las personas con un sistema visual ineficaz esta variación de la foria puede ser un problema y provocar molestias a la persona, sobretodo si los tacones se llevan muchas horas.

En conclusión, como ha sido demostrado, en ausencia de problemas binoculares, la utilización de zapatos con tacones no afecta de forma significativa al sistema visual; así que llevando los tacones, el único problema a tener en cuenta son los efectos que tienen sobre el cuerpo en general, porque por lo que concierne a los ojos, pueden estar tranquilos.

#### 6. BIBLIOGRAFIA

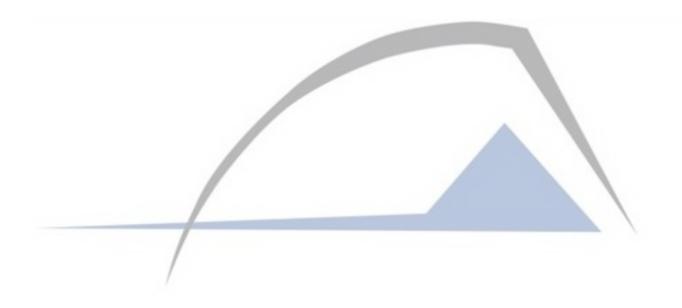
- 1. <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Postura">http://es.wikipedia.org/wiki/Postura</a>
- Fernando D. Saraví .Reflejos vestibulares, equilibrio y postura. Curso funcionamento del organismo. 2005
- 3. Lammers, Equilibrium 1 y 2; Unitad 8
- 4. http://en.wikipedia.org/wiki/Vestibulo-ocular\_reflex
- http://www.easytechitalia.com/images/approfondimento\_propriocezione.pdf
- 6. Luca Franzon, http://www.my-personaltrainer.it/propriocezione.html
- Berencsi A, Ishihara M; The functional role of central and peripheral vision in the control of posture. Hum Mov Sci. 2005 Oct-Dec;24(5-6):689-709
- 8. Giovanni Postiglione. Disfunzioni oculomotorie e disabilità.

  <a href="http://posturologiaoggi.splinder.com/post/13863152/DISFUNZION">http://posturologiaoggi.splinder.com/post/13863152/DISFUNZION</a>
  I+OCULOMOTORIE+E+DIS
- Universidad Autónoma de Nuevo León
   http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001%5CFile%5CBulbo
   %20Raqu%C3%ADdeo.ppt
- Han Y., Lennerstrand G.; Changes of visual localization induced by eye and neck muscle vibration in normal and strabismic subjects. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 1999 Oct;237(10):815-23
- 11. Sergio Ettore Salteri. Criteri di interdisciplinarietà del trattamento delle sindromi posturali con particolare riguardo al recettore oculare: esperienza personale.
  - http://www.sportmedicina.com/PDF/CRITERI\_INTERDISCIPLIN

# ARIETA TRATTAMENTO SINDROMI POSTURALI E RECET TORE OCULARE.pdf

- Omar H. Salem; C. Brian Preston; Head posture and deprivation stimuli Amerrican Orthoptic Journal, Volume 52, Number 1, 1 January 2002, pp. 95-103(9
- AIRAGHI E., ALTIMANI A.: I muscoli dell'occhio e la funzionalità binoculare. Anatomia e fisiologia della muscolatura estrinseca ed intrinseca. Assopto Milano Acofis. Milano 1997 1.5: 72-112
- 14. BURIAN, VON NOORDEN: Visione binoculare e motilità oculare; teoria e trattamento dello strabismo. Medical books, 1985, 2: 13-47.
- 15. MAIONE M., MARAINI G.: L'unità visiva sensorio-motoria; fisiopatologia e clinica dello strabismo. Editrice Libreria Goliardica – Parma. 1977, 3: 53-78
- 16. DALE ROBERT T.: Motilità oculare e strabismo. USES Ed. scientifiche Firenze.
- 17. Fabio Lodispoto, especialista en medicina del deporte, Roma, "Piedi piatti, perchè non sono un gran male", articulo publicado en La Repubblica Salute 19 giugno 2003.
- 18. Levy Benasuly AE, Cortés Barragán JM. Ortopodología y aparato locomotor. Ortopedia de pie y tobillo. Barcelona: Masson, 2003;286-9
- Ramiro J, et al. Guía de recomendaciones para el diseño del calzado.
   Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia, 1995
- 20. http://www.elmundo.es/salud/2001/430/987600243.html
- 21. <a href="http://www.exprimere.it">http://www.exprimere.it</a> I tacchi a spillo "pungono" la schiena e le gambe
- 22. file:///C:/Users/Fring%C3%A8/Documents/Trabajo%20final/High %20heels%20can%20be%20a%20pain%20in%20the%20neck.htm

- 23. http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/graphic/2007/05/07/GR2007050700484.html
- 24. http://www.larazon.es/noticia/tacones-un-mal-de-altura
- 25. Opila-Correia K: Kinematics of highheeled gait. Arch Phys Med Rehabil 71:304-308, 1990
- 26. Mathews DK, Wooten EP: Analysis of oxygen consumption of women walking on high heels. Arch Phys Med Rehabil44569-571, 1963
- 27. Paolo Raimondi, Cinesiologia y Psicomotricidad, pag.247



#### **AGRADECIMIENTOS**

No queremos ser banales dando unas gracias a todos los del curso, pero la verdad es que hemos estado bien aúnque algunos momentos han sido difíciles.

Todo nuestro respeto va a los profesores y colaboradores del C.O.I. por haber sabido transmitirnos un sentido de casa y de familia fuera de la nuestra verdadera familia.

Segundariamente deciros que las cosas aprendidas son muchas pero no han sido aprendidas de memoria sino que han servido para abrir nuestras mentes y pensar en lo que es justo y correcto hacer en el mundo de la optometría como en la vida diaria.

Hemos aprendido a ser buenos profesionales y a tener un buen contacto con la gente aúnque esto muchas veces no significa saber mucho de optometría; pero además nosotros sabemos un montón.

Los nuestros mejores agradecimientos a los padres que nos han permitido tener esta experiencia, a los que nos han ayudado a realizar este trabajo y un saludo a todos los compañeros de este año de máster: Danjela, Silvia, Dani y Esther, gracias para ayudarnos con el idioma.

¡Ha sido un placer conoceros a todos!