

LA ERGONOMÍA EN EL DISEÑO DE LAS LENTES PROGRESIVAS. PATRONES DE MOVILIDAD DE LA CABEZA ASOCIADOS AL USO DE LENTES PROGRESIVAS

Sección de Mueble

Instituto de Biomecánica de Valencia

Ergonomics in the design of progressive lenses. Mobility parameters of the head associated with the use of progressive lenses.

The design and manufacture technology used at the moment in the definition and production of the progressive lenses, has advanced considerably in the last years, which has allowed to improve sensibly the final product. Nevertheless the design items haven't been able yet to correlate with the subjective parameters that affect to the sensation of comfort and the speed of adaptation to the progressive lenses.

With the object of generating new criteria of design that lead to minimize even more the time of adaptation and to maximize the comfort of use, the Institute of Biomechanics of Valencia (IBV) and INDUSTRIAS DE ÓPTICA S.A. (INDO) have started a line of R+D, in which it is intended to incorporate to the user as integral part of the process of definition of the product, by means of the characterization of the biomechanics and subjective response, and the study of the relation of these responses with the geometric parameters of the lens.

LA TECNOLOGÍA DE DISEÑO Y FABRICACIÓN ACTUALMENTE utilizada en la definición y obtención de las lentes progresivas, ha avanzado notablemente en los últimos años, lo que ha permitido mejorar sensiblemente el producto final. No obstante aún no se ha podido correlacionar los parámetros de diseño con los parámetros subjetivos que inciden en la sensación de comodidad y la velocidad de adaptación a las lentes progresivas. Al objeto de generar nuevos criterios de diseño que permitan minimizar aún más el tiempo de adaptación y maximizar la comodidad de uso, el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) e INDUSTRIAS DE ÓPTICA S.A. (INDO) han iniciado una línea de I+D, en la que se pretende incorporar al usuario como parte integral del proceso de definición del producto, a través de la caracterización de la respuesta biomecánica y subjetiva, y el estudio de la relación de éstas con los parámetros geométricos de la lente.



Imagen de la lente.

DISEÑO ACTUAL DE LENTES PROGRESIVAS: CAUSAS DE DISCONFORT

La introducción de la lente progresiva en el mercado comercial se remonta a principios de los años 60. La utilización de nuevas tecnologías de diseño y de fabricación han permitido mejorar sensiblemente el producto final, si bien sigue sin comprenderse de forma científica la relación de los parámetros matemáticos de la superficie progresiva (el diseño) con los factores subjetivos que permiten al usuario utilizar las lentes con la máxima comodidad, adaptándose en el mínimo tiempo. >

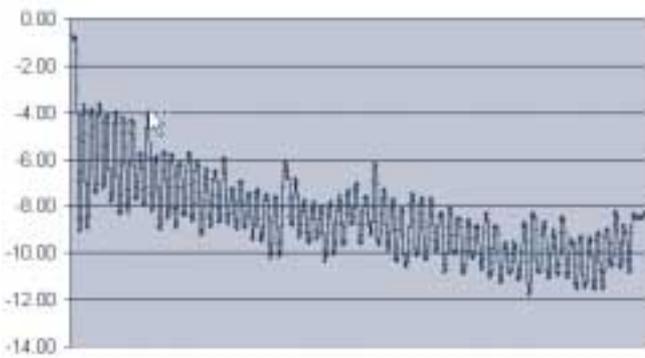


Figura 1. Grado de flexión-extensión de la cabeza del sujeto 2 durante la realización de la tarea "visión cerca-visión lejos" sin el uso de lentes progresivas.

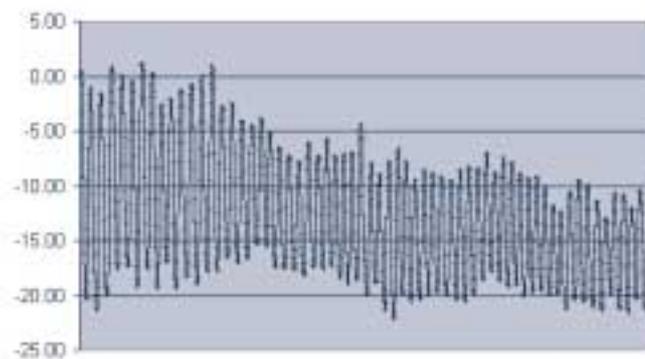
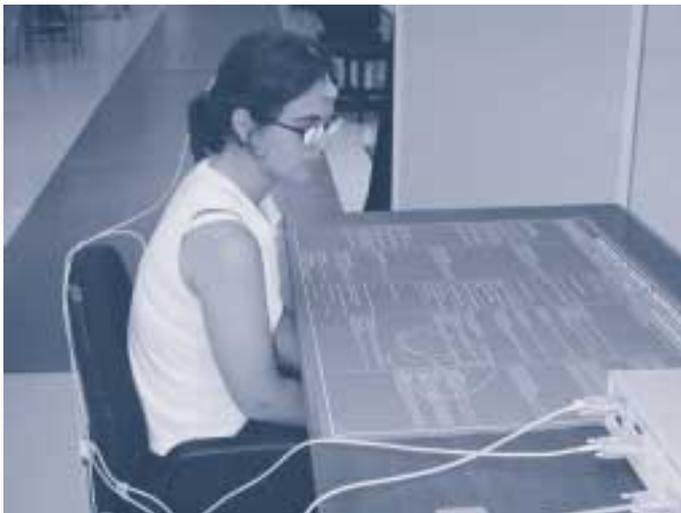


Figura 2. Grado de flexión-extensión de la cabeza del sujeto 2 durante la realización de la tarea "visión cerca-visión lejos" con el uso de lentes progresivas.



> Con el objetivo de dirigir las mejoras en el diseño del producto hacia una máxima tolerancia por parte de la población objetivo, y siguiendo las sugerencias derivadas de investigaciones previas (Von Buol *et al.* 1991), se ha iniciado un proyecto de investigación para la obtención de nuevos criterios de diseño de las lentes progresivas como resultado de la consideración de la ergonomía en dicho campo.

Si bien existen diferentes fuentes que recogen la expresión de disconfort asociado a los movimientos de cabeza requeridos por el uso de lentes progresivas por parte de usuarios de pantallas de visualización de datos (VDT) y pilotos de avión (Pedrono *et al.* 1987, Markovits *et al.* 1995, Bachman 1992), existe un escaso conocimiento acerca de la relación existente entre dichas variaciones en la coordinación natural del movimiento de cabeza - ojos y las quejas posturales, tiempo de adaptación y nivel de tolerancia a la lente, y por último los parámetros geométricos de la lente.

Así pues, se ha realizado un estudio acerca de la **existencia de patrones de movilidad diferenciados del movimiento natural** derivados del uso de lentes progresivas, así como su conexión con tareas visuales específicas y diferentes parámetros de diseño de las lentes. A continuación se expone la metodología utilizada, así como las principales conclusiones extraídas.

ESTUDIO DE LA EXISTENCIA DE PATRONES DE MOVILIDAD

Para el análisis de la movilidad de la cabeza se utilizó un equipo de medición y registro basado en campos electromagnéticos de baja frecuencia (3Space Fastrak, Polhemus Navigation). La instrumentación del sujeto mediante dos sensores en la zona superior de la cabeza y el inicio de la zona cervical (C7) respectivamente, permitió obtener el registro continuo de posición y orientación absoluta de cabeza, así como sus cambios de posición y orientación relativos al tronco.

Las variables objeto del estudio fueron los tres grados de libertad de giro de la cabeza con respecto a una referencia externa (flexión-extensión, rotación pura y lateralización).

El diseño de experimentos fue definido en base a cuatro tareas de visión con combinación de sacádicos y diferentes distancias focales, junto con dos condiciones de visión (con y sin progresivos). La condición de visión con progresivos fue simulada para los sujetos sin adición (no présbitas) a través de la limitación de campo a una banda horizontal y vertical de diferentes anchuras.

En las **Figuras 1, 2, 3 y 4** se compara el movimiento obtenido de flexión-extensión y rotación de la cabeza para un mismo sujeto (con baja adición) durante la realización de una misma tarea (tarea de "visión cerca-visión lejos" y "lectura") con el uso de lentes progresivas (**Figuras 2 y 4**) frente al movimiento registrado con el uso de monofocales (**Figuras 1 y 3**).

El análisis de los registros obtenidos fue realizado siguiendo las siguientes subfases:

- 1.Extracción de los parámetros descriptivos de las series temporales.
- 2.Validación de las variables registradas como parámetros de medida del factor en estudio.
- 3.Validación del diseño de las tareas visuales predefinidas.
- 4.Estudio de la existencia de patrones de movimiento diferenciados en función del factor “visión con lentes progresivas”.

RESULTADOS: EXISTENCIA DE PATRONES DE MOVILIDAD DIFERENCIADOS

Los resultados extraídos del análisis realizado sobre la validez de las variables y tareas establecidas en el diseño de experimentos para el factor en estudio, ratificaron la alta repetibilidad intrasujeto de los variables de medida, así como la afirmación de patrones de flexión-extensión y rotación de la cabeza para las tareas establecidas.

La **Figura 5** muestra la comparación de los parámetros resumen p90 y rango intercuartílico de los registros de flexión-extensión de cabeza para cada una de las repeticiones realizadas por el sujeto 1.

La aplicación de técnicas no paramétricas de análisis de la varianza sobre las variables medibles permitieron poner de manifiesto la existencia de patrones de movilidad específicos por la utilización de lentes progresivas para determinadas tareas.

Éstos se pueden resumir en los siguientes:

- Patrón de movilidad en términos de flexión-extensión de cabeza, durante la realización de las tareas “lectura” y “combinación visión cerca-lejos”.
- Patrón de movilidad en términos de rotación de cabeza durante la realización de tareas “sacádicos visión cercana” y “lectura”.

La afirmación de la existencia de patrones de movilidad diferenciados para los diferentes anchos de banda de campo de visión limitada requerirá un tamaño de muestra superior al del estudio realizado.

Los resultados obtenidos en este estudio preliminar forman parte integral de una línea de I+D destinada a la generación de criterios de diseño ergonómicos para lentes progresivas, cuyo objetivo es dilucidar los factores ergonómicos y funcionales que condicionan la adaptación lente progresiva-usuario. La conclusión extraída acerca de la existencia de patrones de movilidad durante el uso de los progresivos diferentes de los patrones naturales dirige esta línea de investigación hacia el estudio de la relación causal de dichas diferencias con la respuesta subjetiva del usuario que deriva en una mayor/menor comodidad de uso y facilidad de adaptación al producto.

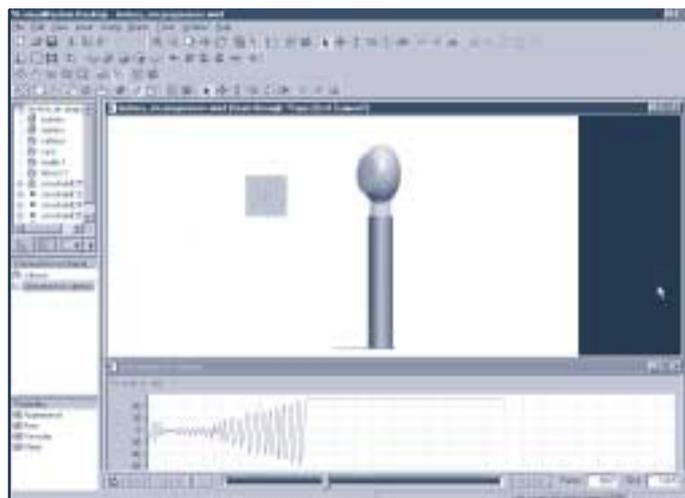


Figura 3. Grado de rotación de la cabeza del sujeto 2 durante la realización de la tarea de lectura sin el uso de lentes progresivas.

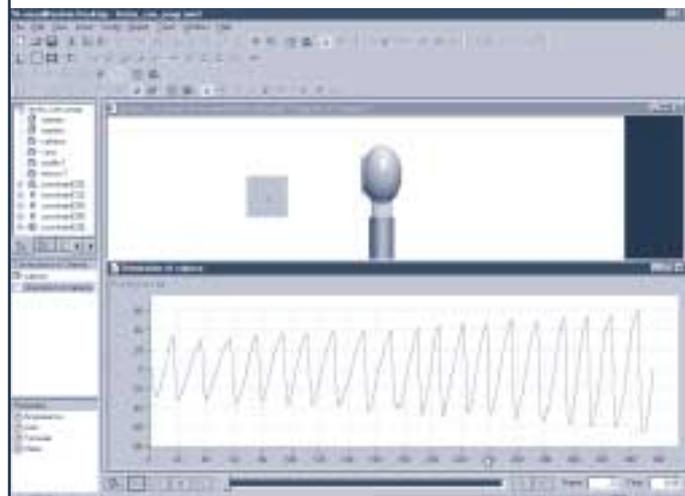


Figura 4. Grado de rotación de la cabeza del sujeto 2 durante la realización de la tarea de lectura con el uso de lentes progresivas.

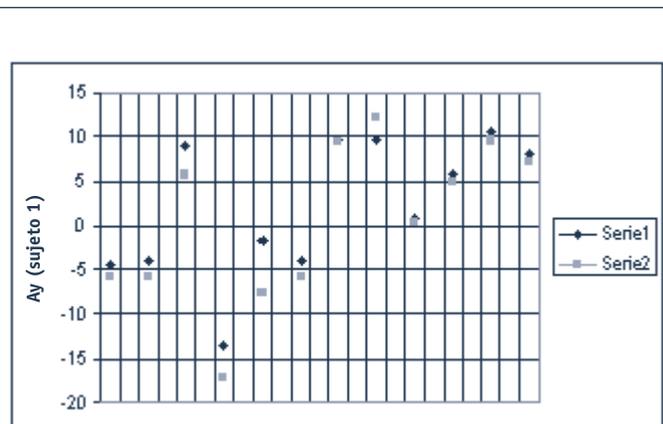


Figura 5. Repetibilidad del movimiento de flexión-extensión de la cabeza para el sujeto 1 (ICC=0.9).