

En el proceso de diseño y desarrollo de cascos, tanto destinados a la protección en motociclismo y en deporte como en el caso de equipos de protección individual para el ámbito laboral, la incorporación de criterios relacionados con la seguridad se realiza de forma sistematizada por ser productos sujetos al cumplimiento de directivas europeas y a la correspondiente homologación para poder ser comercializados.

Sin embargo, los aspectos relacionados con el confort y la adaptación al usuario no han sido aún objeto de estudio en profundidad. El objetivo de este proyecto consistió en la generación de criterios de diseño de la superficie interior del casco para conseguir un ajuste adecuado, considerando las características morfológicas de la población a la que va destinado. Para conseguirlo, se ha puesto a punto una metodología de obtención de medidas antropométricas de la cabeza y se ha analizado la interacción cabeza-casco a través de la distribución de presiones entre ambos. Además, se han estudiado datos de carácter subjetivo como la valoración del ajuste, las molestias por zonas y el confort global.

Desarrollo de una metodología para la evaluación virtual del ajuste de cascos

María Gil García, Sandra Alemany Mut, Beatriz Nacher Fernández, Miguel Pizá Padial, Juan Alfonso Gómez Herrero, Fares Abu-Dakka, Ana Palanca Roig, Amparo Pomar Nadal

*INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

INTRODUCCIÓN

El uso de cascos es de vital importancia para prevenir lesiones en caso de accidente en diferentes ámbitos, como el deportivo, el laboral y el transporte mediante motocicletas y bicicletas. En todos estos casos existe numerosa información sobre prevención de lesiones en caso de accidente y las zonas más frecuentes de impacto en la cabeza, además de normativas de seguridad plenamente establecidas. Por el contrario, existe escasa información sobre criterios de diseño de cascos para obtener un ajuste adecuado, importante para el confort final del equipo, pero también para optimizar la protección. Un ajuste excesivo provoca que los materiales del interior del casco tengan un nivel de compresión elevado y su capacidad de absorción de impactos disminuye drásticamente. Por el contrario, un casco demasiado suelto puede caer sobre los ojos y limitar el campo de visión. En ambos casos hay un gran riesgo de que el usuario decida no colocarse el casco, debido a que la función del mismo es nula o porque le resulta incómodo. En este proyecto se pretende generar criterios de diseño para mejorar el ajuste del interior del casco de forma virtual y para ello se ha desarrollado una aplicación práctica en cascos integrales de motociclismo por suponer el problema más complejo.

Development of a methodology for virtual evaluation of fitting of helmets

In the design and development process of helmets, for motorcycling and sports protection as well as those for personal protection at the working environment, design criteria related to safety are incorporated in a systematic way due to the importance of European and local standards and the need of an approval to be commercialized. However, aspects related to user comfort and adaptation, have not been studied in depth yet. The main objective of this project is to generate design criteria for the internal helmet surface to obtain a proper fit of the target group considering the morphological characteristics of the target population. In order to achieve this objective, user tests are carried out to obtain objective data such as 3D anthropometric measurements of the head, alignment and interaction between head and helmet as well as the pressure distribution between them. Besides, subjective assessments of fitting and discomfort by zones and overall comfort are studied.

>

DESARROLLO

El proyecto se ha llevado a cabo en varias fases, siendo la primera la puesta a punto de la metodología para recoger la información morfométrica de la cabeza, crítica para el diseño de los cascos. Así mismo, se ha desarrollado un procedimiento para recoger la información morfométrica del interior del casco. Con las tecnologías existentes no es posible medir de forma simultánea la cabeza, el interior del casco y su alineación como si se tratara de una radiografía, por lo que se ha recurrido a la digitalización de la cabeza y el casco por separado y posteriormente a alinear ambos en su posición natural mediante puntos comunes de referencia. Para el estudio de la interacción entre el casco y la cabeza se ha puesto a punto un sistema de medida de presiones y un cuestionario subjetivo para el análisis del ajuste y el confort.

Finalmente, con el objetivo de generar criterios de diseño para un mejor ajuste de cascos, se ha realizado un estudio de campo que ha permitido, por un lado, obtener datos objetivos de los usuarios y cascos y de su interacción y, por otro, obtener datos subjetivos acerca de los niveles de ajuste y confort global de los cascos ensayados.

Digitalización de la cabeza

El registro 3D de la cabeza se ha realizado mediante el equipo de digitalización láser Rennacs Headscanner (Figura 1). Se seleccionan puntos anatómicos para colocar marcadores que permitirán obtener una amplia variedad de medidas antropométricas de la cabeza.

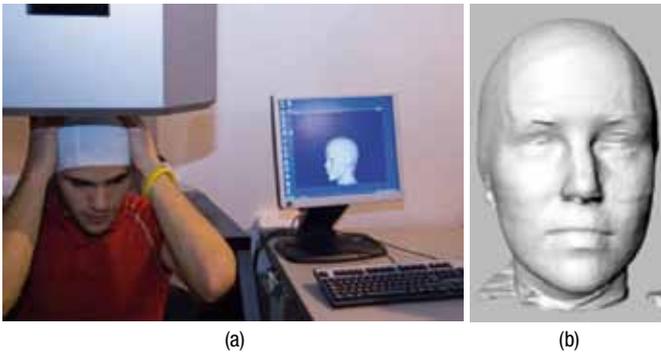


Figura 1. (a) Digitalización de la cabeza del usuario con el Rennacs Headscanner. (b) Imagen de cabeza escaneada.

Digitalización del casco

Para analizar el ajuste del casco es necesario disponer de un modelo virtual del interior del casco. Al estar gran parte del interior del casco compuesto por espumas blandas y tejidos, no se dispone de modelos CAD y se han digitalizado los diferentes componentes del interior del casco mediante el digitalizador de contacto MicroScribe 3D. En la figura 2 se puede ver el casco dispuesto en un soporte que garantiza su correcta posición durante la digitalización.

Alineación cabeza-casco

Se ha desarrollado una metodología para determinar la alineación natural entre el casco y la cabeza. Para ello, el

usuario se pone el casco y se registran los puntos de referencia sobre el casco y la cara. Estos puntos, que también se recogen en la digitalización por separado de ambos elementos, permiten alinear el casco y la cabeza de forma virtual en un programa CAD.

Medida de presiones de la cabeza

Para realizar la medición de presiones en la cabeza del usuario se instrumentó el casco con sensores de bajo rango de presión en las zonas seleccionadas para el análisis de la interacción casco-cabeza, como se puede observar en la figura 3.

Estudio de campo

Se realizó un estudio con usuarios que conducen motocicleta de forma habitual y que probaron diferentes tallas de dos modelos distintos de casco. Con cada uno de los modelos se realizó la alineación cabeza-casco para la posterior extracción de información sobre las holguras y la medida de presiones. Tras probarse el casco, los usuarios respondieron una encuesta de percepción sobre el ajuste, el confort y la usabilidad.



Figura 2. Digitalizador MicroScribe 3D.



Figura 3. Instrumentación del casco con sensores.

En esta encuesta se preguntó tanto por la percepción global como por la percepción por zonas de la cabeza. En la figura 4 se puede ver la distribución de zonas elegidas para realizar las preguntas de percepción de ajuste y confort y para realizar el análisis de la interacción casco-cabeza.

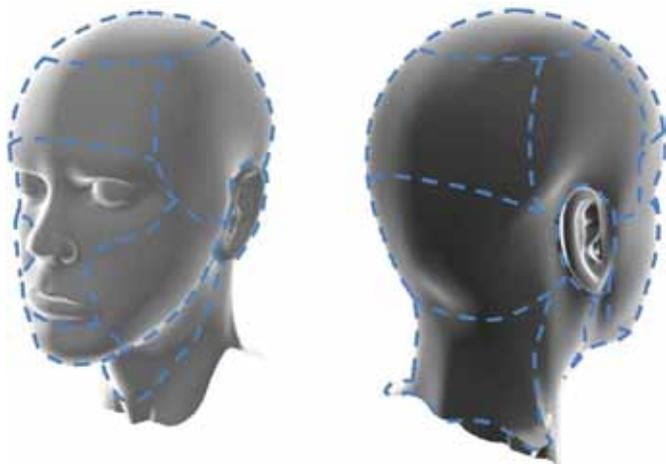


Figura 4. Distribución de zonas en la cabeza para determinar las holuras/ajustes.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos de cada una de las fases del proyecto son los siguientes:

1. Modelo morfológico de la cabeza

Tras digitalizar la cabeza del usuario, ésta se caracteriza a través de la localización de puntos anatómicos y la obtención de medidas unidimensionales y arcos entre estos puntos para la definición de mejores criterios de ajuste (Figura 5).

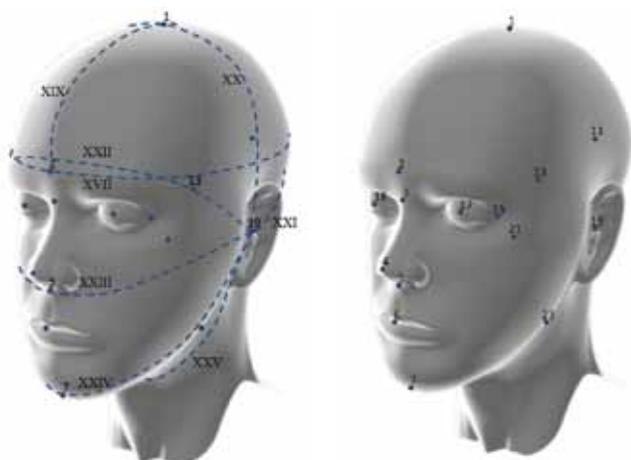


Figura 5. Arcos de la cara y puntos anatómicos relacionados con el diseño de los cascos.

Los datos antropométricos de los usuarios que realizaron los ensayos han sido incorporados a la base de datos antropométricos del IBV para su posterior uso en el desarrollo de productos.

2. Modelo morfológico del casco

Una vez digitalizados todos los componentes del casco por separado, éstos se unen formando un conjunto que permite la evaluación del ajuste al alinear la cabeza con el casco. El modelo crítico del casco incorpora no sólo información morfométrica sino también la caracterización de los materiales.

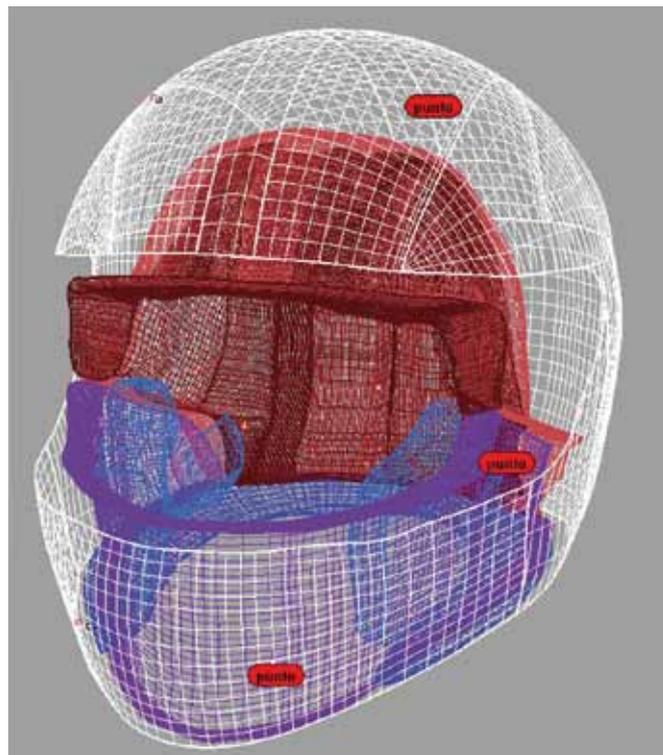


Figura 6. Ensamblaje de las diferentes capas del casco.

3. Análisis de la interacción cabeza-casco

Sobre la base de la relación espacial de los puntos de referencia de la cabeza y el casco digitalizados por separado, se ha alineado el interior del casco con la cabeza (Figura 7.a), obteniendo así las zonas de interferencia entre ambos y los valores de las superficies de interacción, profundidad y volumen de las mismas. En la imagen de la derecha de la figura 7 se aprecian en color rojo las zonas de interferencia entre el casco y la cabeza.

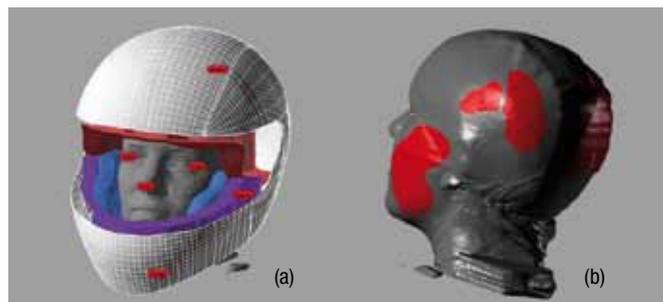


Figura 7. (a) Resultado de la alineación cabeza-casco. (b) Resultado de la interacción de la cabeza con el casco.

> La información del mapa de holguras entre el casco y cabeza se ha completado con los mapas de presiones en la cabeza que, junto con la información subjetiva del usuario y el análisis del ajuste, han proporcionado el valor umbral máximo de presión por zonas de la cabeza para garantizar el confort, como se puede observar en la figura 8.

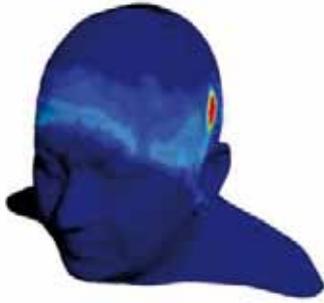


Figura 8. Mapa de presiones de la cabeza.

4. Generación de criterios de diseño de cascos

A partir del análisis de la interacción cabeza-casco de usuarios con diferentes características morfológicas de la cabeza y usando diversos modelos de casco y diferentes tallas, se han desarrollado criterios de diseño de cascos para la mejora del ajuste y el confort.

CONCLUSIONES

Este proyecto ha permitido poner a punto una novedosa metodología para el análisis de la interacción entre el casco y el usuario, que puede ser utilizada en distintas aplicaciones (motociclismo, deporte o ámbito laboral). Este análisis considera tanto el análisis morfométrico de la cabeza como el análisis de las presiones ejercidas por el casco sobre la cabeza y la percepción de los usuarios.

La metodología desarrollada en este proyecto y los criterios de diseño generados permitirán al IBV ofrecer un servicio innovador de diseño y evaluación de cascos para la mejora del ajuste y del confort, de forma que las empresas puedan mejorar el confort de sus distintas gamas de productos y el tallaje de los mismos.

Así mismo, este proyecto abre nuevas líneas de I+D dirigidas a la selección del casco que mejor ajusta a una persona determinada (*best fitting*) y a la personalización completa de los mismos. ●

AGRADECIMIENTOS

El proyecto GENECRIEPIS (DPI2007-66245-C02-02) ha sido cofinanciado por el Plan Nacional de I+D+i a través de la convocatoria de ayudas a proyectos de I+D 2007.

Agradecemos a la empresa NZI su participación en el proyecto.