

El Instituto de Biomecánica (IBV) asesora a NUUBO (Smart Solutions Technologies) en el diseño ergonómico de una camiseta que permite monitorizar de forma remota y no invasiva parámetros cardíacos de un paciente (ECG, frecuencia cardíaca, índice de actividad y posición) en tiempo real y en un entorno móvil.

La integración de sensores en la indumentaria requiere un nivel de ajuste y adaptación a la antropometría del usuario muy exigente para obtener medidas biométricas precisas. Con este objetivo el IBV, que cuenta con un laboratorio de Formas Humanas y bases de datos antropométricas 3D, ha colaborado con Nuubo en la fase de investigación y desarrollo de este producto.

### **NUUBO, the T-shirt with heart**

The IBV supports NUUBO (Smart Solutions Technologies) in the ergonomic design of an electronic suit to monitor, in a remote and non-invasive way, cardiac parameters of a patient (ECG, cardiac frequency, index of activity and position) in real time and in a mobile environment.

The integration of sensors in apparel requires a high demanding level of fitting and adaptation to user anthropometry in order to obtain accurate biometric measures. With this aim the IBV, which has a Laboratory of Human Shapes and 3D anthropometric databases, has collaborated with Nuubo in the phase of research and development of this product.

## **NUUBO, la camiseta con corazón**

**Sandra Alemany Mut<sup>1</sup>, Enric Medina Ripoll<sup>1</sup>, Beatriz Nácher Fernández<sup>1</sup>, Juan Carlos González García<sup>1</sup>, Sara Gil Mora<sup>1</sup>, Daniel Llorca Juan<sup>2</sup>, Agustín Macià Barber<sup>2</sup>, Inés Gil Guerrero<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

<sup>2</sup> SMART SOLUTIONS TECHNOLOGIES

### **INTRODUCCIÓN**

Compañías de diversos ámbitos del sector Médico - Salud (HealthCare) están sufriendo las presiones del mercado para prestar servicios de manera remota a los pacientes con una atención cada vez más personalizada y eficiente. Por ello, están incorporando tecnologías inalámbricas para el desarrollo y la prestación de servicios.

La monitorización remota de pacientes mediante el empleo de prendas inteligentes ha dado lugar a la aparición de productos que incorporan sensores electrónicos que de forma remota proporcionan parámetros biomédicos.

Esta combinación de soluciones inalámbricas clínicas y personales configura la Telemedicina 2.0. Estas soluciones integran comunicaciones fijas y dispositivos móviles para recoger datos biométricos en tiempo real, comunicar la información tanto biométrica como de contexto (localización, actividad, inclinación, temperatura, etc.) a sistemas de gestión y almacenamiento remoto para posterior análisis y reenvío selectivo a los agentes que pueden tomar decisiones (cardiólogos y centros de control y asistencia).

En esta dirección, la empresa NUUBO, compañía pionera en el desarrollo de soluciones biomédicas en el ámbito de la monitorización inalámbrica sobre la base de nuevos materiales e-textile, ha desarrollado la **ECG DYNAMIC PLATFORM** (Figura 1), un completo sistema no-invasivo de monitorización remota y análisis de la actividad física y cardíaca de un individuo o grupo mediante el uso de tecnología inalámbrica Bluetooth® y prendas biomédicas. Parte de este sistema consiste en una camiseta que, mediante una serie de sensores integrados, permite monitorizar de forma remota los siguientes parámetros: ECG, frecuencia cardíaca, índice de actividad y posición (Figura 2).

De este modo, la tecnología de electrodos textiles BlendFix® Sensor Electrode Technology desarrollada y patentada por Nuubo simplifica enormemente los incómodos procedimientos tradicionales de conexión de electrodos al usuario, reduciéndolos al sencillo acto de vestir la camiseta ergonómica, cuyas fibras elásticas se adaptan a los movimientos del usuario, de modo que puede realizar su actividad física diaria sin estar limitado por cables y sin la necesidad de depender de personal médico especializado.

Conseguir una adecuada monitorización requiere de una óptima localización anatómica de los sensores y de un ajuste preciso entre los electrodos y el cuerpo del usuario. Para ello, es necesario conocer tanto las propiedades elásticas del tejido que constituye la prenda como los niveles de presión ejercidos por la prenda sobre el cuerpo del usuario. Estos niveles de presión están condicionados por la talla

> y morfotipo del usuario, aspectos a tener en cuenta durante el diseño del producto.

La labor del IBV en el proyecto consistió en asesorar a la empresa Nuubo en la definición del sistema de tallaje, localización óptima de los sensores biométricos y dimensiones de la camiseta, todo ello con el objetivo de asegurar un control muy preciso sobre el ajuste que permita realizar las medidas biométricas con alta fiabilidad, independientemente de las dimensiones antropométricas del usuario.

## DESARROLLO

La primera fase del proyecto tuvo como objetivo el desarrollo de un **modelo teórico de ajuste** de la camiseta a partir las características mecánicas del tejido y los resultados de la explotación de una base de datos antropométrica 3D de hombres y mujeres representativa de la población objetivo.

Como resultado de esta fase se obtuvo:

- **Un modelo de comportamiento elástico del tejido de la zona de compresión:** Se caracterizaron tres tejidos con distintos niveles de elasticidad mediante la curva fuerza-deformación obtenida en ensayos de laboratorio (Figura 2).
- **Variabilidad antropométrica de la población objetivo** relacionada con las zonas de la camiseta donde el ajuste es crítico.
- Finalmente, integrando toda la información anterior, se definió una **segmentación de tallas óptima** que maximice las cuotas de población con el número mínimo de tallas.



Figura 2. Ensayo de elasticidad del tejido.

El objetivo de la segunda fase consistió en determinar la presión mínima de contacto del electrodo sobre el cuerpo para asegurar una correcta medida de ECG. Para ello se diseñó una batería de ensayos con usuarios de dos tipos: pacientes cardíopatas y deportistas. Los sujetos participantes fueron seleccionados en un rango específico de índice de masa corporal con una distribución homogénea que asegurara la variabilidad de tallas y morfotipos. La batería de ensayos realizada consistió en:

- **Caracterización antropométrica:** Utilizando un escáner 3D de cuerpo completo se registró la forma del torso de los sujetos. Además de las medidas antropométricas relacionadas con el ajuste de la camiseta, esta información permitió analizar la variabilidad morfológica (zonas cóncavas y convexas) que definen las zonas de contacto (Figura 3).

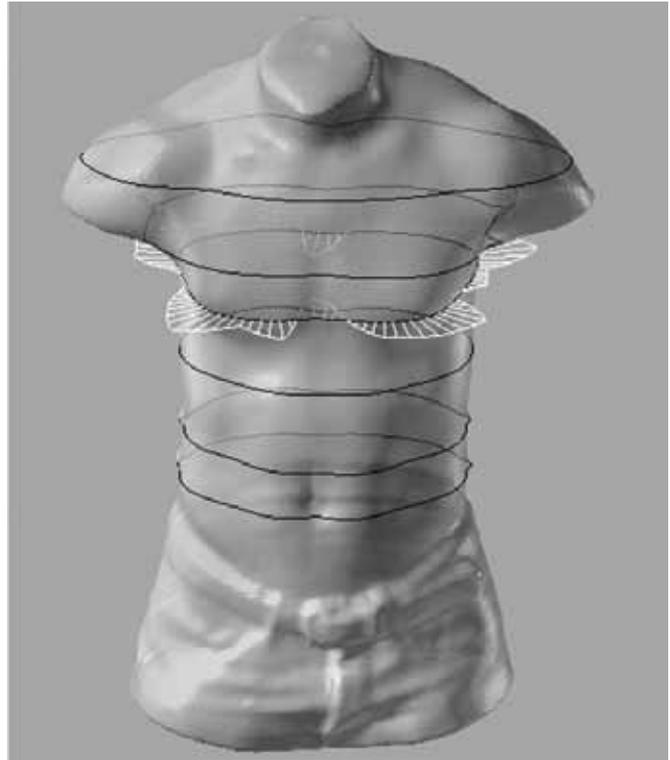


Figura 3. Estudio morfométrico del cuerpo y su efecto en el ajuste de la camiseta.

- **Determinación de las áreas de contacto de la camiseta con el cuerpo:** Con tecnología avanzada fue posible medir las zonas de contacto de la camiseta con el cuerpo (Figura 4). Mediante la alineación espacial de los resultados de todos los usuarios se obtuvo un mapa de contactos con el que se apuntó la localización óptima de los sensores.
- **Evaluación objetiva del ajuste mediante mapas de presión:** Uno de los parámetros más importantes a determinar en el estudio fue la presión mínima que asegurara una calidad y precisión de las señales de ECG equiparable a los sistemas actuales. Para ello se utilizó un sistema avanzado de medida que permitió registrar la distribución de presiones entre la camiseta y el cuerpo en las zonas de ubicación de los sensores (Figura 5).

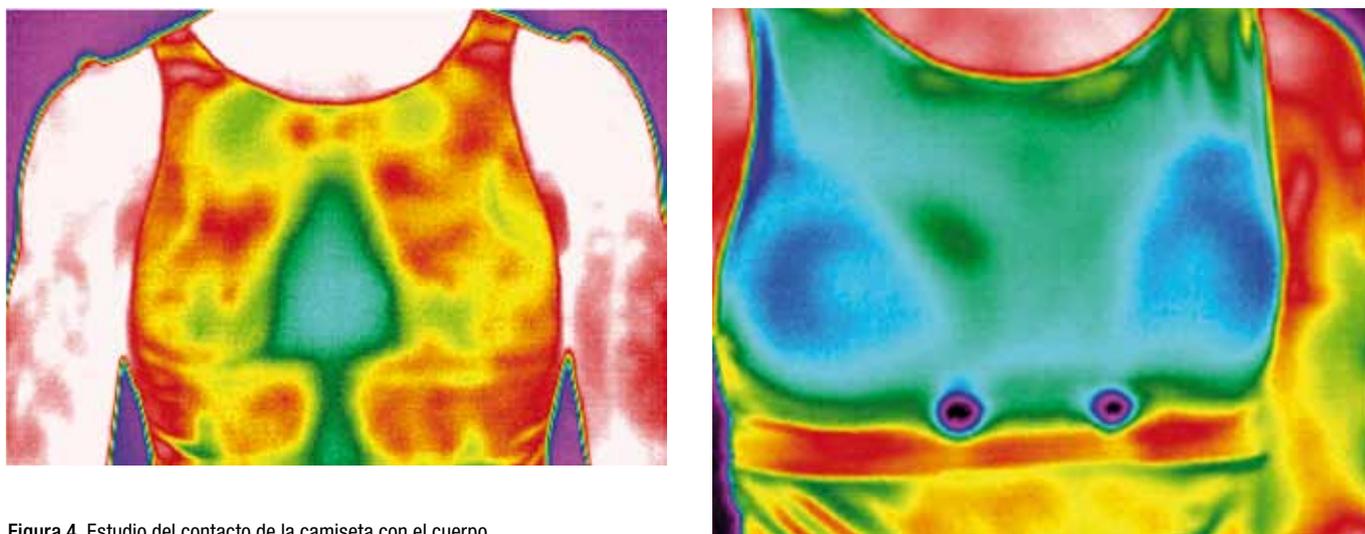


Figura 4. Estudio del contacto de la camiseta con el cuerpo.

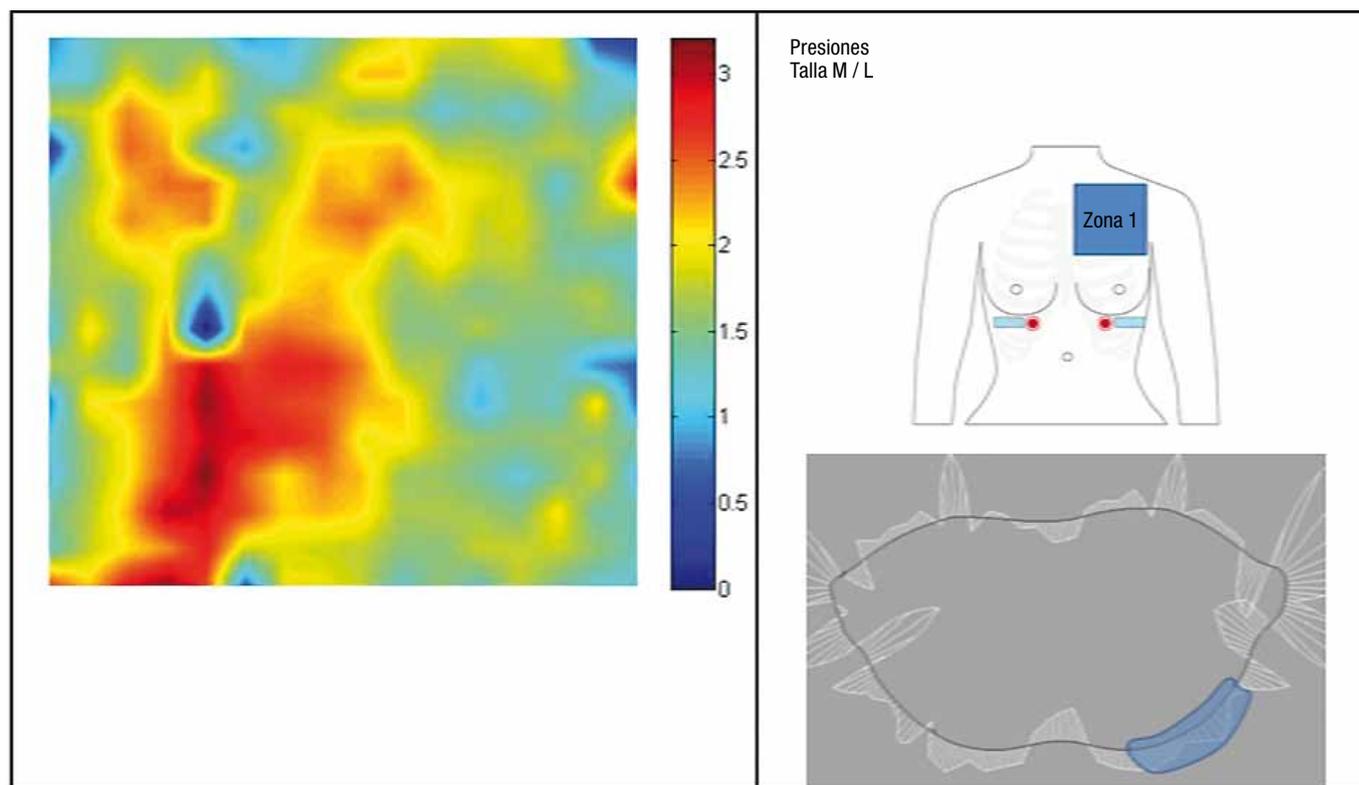


Figura 5. Estudio de la presión entre la camiseta y el cuerpo.

-- **Valoración subjetiva del ajuste y confort percibido:**

Mediante encuestas se recogió el nivel de ajuste percibido en las zonas clave, el confort global y la usabilidad de la camiseta.

-- **Medida del ECG:** Finalmente se registraron las medidas de ECG con la camiseta instrumentada con el objetivo de analizar la calidad de la señal y su relación con el ajuste.

Los resultados de la segunda fase permitieron diseñar el mapa de las zonas que aseguran una colocación óptima de

los electrodos, el diseño dimensional de la camiseta y la segmentación óptima de tallas.

## CONCLUSIONES

La sensorización de prendas y equipamiento que permiten monitorizar de forma telemática parámetros biométricos del usuario es una aplicación que está en creciente desarrollo y requiere de unos niveles de ajuste del producto muy exigentes, que van más allá de la antropometría y la percepción

>

> subjetiva. El IBV ha puesto a punto en este proyecto tecnologías avanzadas para el análisis en detalle del ajuste de prendas de forma objetiva.

Los resultados obtenidos en el proyecto han permitido a la empresa Nuubo integrar en el proceso de diseño y escalado de la camiseta instrumentada criterios ergonómicos que aseguren su funcionalidad y confort.

El desarrollo realizado por la empresa Nuubo ha culminado con el ECG DYNAMIC PLATFORM. La plataforma permite visualizar y registrar los datos de frecuencia Cardíaca (FC), señal electrocardiográfica (ECG) de 1-canal, parámetros de actividad física (acelerometría) y, gracias al uso de la tecnología de Sistema de Posicionamiento Global (GPS), proporciona datos de velocidad, distancia y posición (sólo en la versión con GPS) de un usuario o grupo tanto en tiempo real como en modo registro de la sesión. Las señales capturadas por la camiseta se envían de forma inalámbrica Bluetooth® y en tiempo real a un PC que incorpora un *software* para gestionar sesiones, actividades y usuarios que permite la visualización y el análisis de la información procedente del dispositivo.

Esta versatilidad, así como su facilidad y comodidad de uso, hacen que el sistema ECG DYNAMIC PLATFORM esté indicado para cualquier persona preocupada o interesada por conocer el estado de su salud y condición física, independientemente del escenario de uso en el que se encuentre. ●



Nuubo es una iniciativa empresarial fundada en noviembre de 2005, pionera en el diseño, desarrollo y comercialización de soluciones biomédicas basadas en ingeniería bioelectrónica, sistemas de telemetría y nuevos sensores embebidos en textiles inteligentes.

La tecnología de Nuubo abre una interesante puerta hacia el seguimiento remoto de personas con riesgo cardíaco mientras hacen ejercicios de rehabilitación cardíaca u otra actividad de riesgo. Se pueden monitorizar desde el hospital multitud de personas de forma simultánea, pudiendo programar sistemas de control y alertas adaptados a la situación clínica de cada paciente, pues la camiseta bio-textrónica es capaz de captar las señales vitales siendo procesadas por un dispositivo inalámbrico, y enviadas a un móvil, PC o router, canalizadas vía web, permitiendo ser visualizadas en tiempo real en cualquier punto con acceso a internet y almacenadas para su posterior análisis y explotación. La fácil monitorización de deportistas profesionales es otra de las múltiples aplicaciones que este ligero y avanzado sistema permite.

