

# BIOMECÁNICA Y DISCAPACIDAD

*Alberto Ferreras Remesal<sup>1</sup>; Rakel Poveda Puente<sup>1</sup>*

**RESUMEN** En este artículo se presentan algunas de las actividades que desarrolla el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) relacionadas con la discapacidad. Se destacan especialmente las relacionadas con las Ayudas Técnicas y la Ergonomía. Se proporcionarán ejemplos prácticos desarrollados en el IBV en relación a estos ámbitos.

**PALABRAS CLAVE** Discapacidad, Biomecánica, Ayudas Técnicas, Ergonomía.

**ABSTRACT** This article shows some of the activities developed by the Institute of Biomechanics of Valencia (IBV), related with the R&D in the field of disabilities. Two main themes are shown: 1) Ergonomics and adaptation of workplaces for disabled persons, and 2) Technical Aids. These two themes are exposed with some practical examples developed by the IBV.

**KEY WORDS** Disability, Biomechanics, Technical Aids, Ergonomics.

## 1.- INTRODUCCIÓN

Bajo el término de Biomecánica se conoce el conjunto de conocimientos interdisciplinarios generados a partir de utilizar con el apoyo de otras ciencias biomédicas, los conocimientos de la Mecánica y distintas tecnologías en el estudio del comportamiento de los sistemas biológicos, en particular del cuerpo humano y en resolver los problemas que provocan las distintas condiciones a las que puede verse sometido. La Biomecánica nos permite analizar y resolver o paliar la problemática que debido a discapacidades causadas por la edad o por deficiencias físicas, psíquicas o sensoriales se reflejan en limitaciones mecánicas para realizar una vida independiente e integrarse socialmente.

EL INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA (IBV) desde hace más de una década trabaja en el ámbito de la discapacidad y las personas mayores desde varios de sus grupos de investigación. El IBV es un centro de I+D+I cuyo objetivo es el fomento y práctica de la investigación científica, el desarrollo tecnológico, el asesoramiento técnico y la formación de personal cualificado en Biomecánica.

Su estructura organizativa, compuesta por 105 personas entre personal de plantilla, becarios y colaboradores, aglutina tres Equipos de Investigación en Biomecánica Médica, Deportiva y Ocupacional que, junto a los técnicos y profesionales adscritos a los Servicios de Apoyo, constituyen unidades de trabajo multidisciplinarias responsables de la realización de los proyectos que el centro desarrolla.

Con el objeto de mejorar la competitividad, modernización, innovación y diversificación de los sectores industriales a los que dirige su trabajo, pone a disposición de em-

presas y entidades públicas y privadas una completa oferta tecnológica y científica que reúne siete áreas de actuación diferentes: Implantes e Instrumental Quirúrgico, Ayudas Técnicas para Personas con Discapacidad, Calzado, Material y Equipamiento deportivo, Mueble, Ergonomía del Puesto de Trabajo e Instrumentación Biomecánica.

## 2. Ergonomía y Discapacidad

La sección de *Ergonomía del Puesto de Trabajo (EPT)* desarrolla diversas actividades relacionadas con la aplicación de la ergonomía en diversos ámbitos: desarrollo de metodologías, prevención de riesgos laborales, diseño de elementos de trabajo y adaptación de puestos de trabajo.

### 2.1. Definición de ergonomía

De forma muy general, la **Ergonomía** puede definirse como el campo de conocimientos multidisciplinar que estudia las características de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al diseño de productos o procesos de producción'. En todas sus aplicaciones el objetivo es común: adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a las necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los usuarios o trabajadores.

Entre los numerosos campos de aplicación en los que la Ergonomía ha desarrollado metodologías propias, se pueden considerar dos grandes áreas de estudio, según se trate de optimizar los procesos de producción (Ergonomía del trabajo) o los productos fabrica-

<sup>1</sup> Instituto de Biomecánica de Valencia. [www.ibv.org](http://www.ibv.org)

dos mediante dichos procesos (Ergonomía del producto):

- *Ergonomía del trabajo*. Su objeto de estudio es el trabajador y su objetivo analizar las tareas, herramientas y modos de producción asociados a una actividad laboral con la finalidad de evitar los accidentes y patologías laborales, disminuir la fatiga física y mental, y aumentar el nivel de satisfacción del trabajador. Además de los beneficios sociales y humanos que comporta la mejora de las condiciones de trabajo, la aplicación de la Ergonomía en el ámbito laboral conlleva beneficios económicos asociados a un incremento de la productividad y a la disminución de los costes provocados por los errores, accidentes y bajas laborales.
- *Ergonomía del producto*. Su objeto de estudio son los consumidores y usuarios del producto; su finalidad, asegurar que los productos sean seguros, fáciles de usar, eficientes, saludables y satisfactorios para el usuario.

En ambos casos, la ergonomía realiza sus intervenciones tanto con población general como con colectivos que requieren algún tipo de necesidades especiales: personas con discapacidad, personas mayores, niños, etc.

## 2.2. Aplicaciones de la ergonomía en el ámbito de la discapacidad.

Muchas de las actividades que desarrolla el IBV en el ámbito de la Ergonomía están relacionadas con la discapacidad. A continuación se señalan algunas de las más relevantes:

### A. Análisis y adaptación de puestos de trabajo para personas con discapacidad:

El objetivo de estas actividades es tanto el fomento de la inserción laboral de las personas con discapacidad como su ajuste correcto una vez que han ocupado el puesto de trabajo. Para ello se dispone de una metodología propia, el **ErgoDis/IBV** que facilita el análisis, diagnóstico y adaptación del puesto de trabajo. Esta metodología puede usarse tanto para seleccionar al trabajador más adecuado para un puesto de trabajo, como para adaptar un puesto de trabajo ya existente.

Los pasos que se siguen son los siguientes:

- Se acude al puesto de trabajo, en donde se realiza un análisis completo del trabajador (valoración funcional, opinión, etc...), de la tarea que realiza y del pue-

sto de trabajo (dimensiones, herramientas, condiciones ambientales, etc...).

- Con toda esta información se realiza un diagnóstico de la situación detectando los problemas ergonómicos y de adaptación que existen (desajustes entre las demandas de la tarea y la capacidad del sujeto y riesgos ergonómicos).
- Posteriormente se realiza una *propuesta de intervención* para eliminar los problemas detectados (para ello se realizan reuniones con otros profesionales, consulta en bases de datos, catálogos de ayudas técnicas, bibliografía especializada, etc.). Si el caso es aceptable con cambios se proponen una serie de adaptaciones.
- Dependiendo de la situación también pueden diseñarse y llevarse a cabo las adaptaciones propuestas, realizando un seguimiento y evaluación de las mismas.

En todos los pasos de este proceso, se fomenta de manera activa la participación del usuario, de manera que en todas las intervenciones que se realicen se tenga en cuenta su opinión y aprobación y, por lo tanto, resulten más efectivas y satisfactorias.

### B. Desarrollo de metodologías de adaptación de puestos de trabajo para personas con discapacidad.

### C. Estudios de mercado y de diseño de productos adaptados

Esta tarea se realiza con el fin de evaluar algún producto adaptado concreto o bien para valorar la conveniencia de diseñar algún producto adaptado novedoso. Los pasos que se siguen son los siguientes:

- Recopilación documental sobre el producto que pretende diseñarse.
- Estudio de mercado: evaluación de los productos similares existentes
- Análisis de los usuarios a los que va destinado el producto: características funcionales, antropometría, etc. En bastantes casos se realizan cuestionarios que se pasan a una muestra de sujetos para que opinen sobre la conveniencia y características del producto en cuestión.
- Análisis de las funciones y tareas que han de realizarse con el producto.
- Diseño preliminar del producto, teniendo en cuenta las características ergonómicas.
- Ensayo y verificación del producto, mediante su uso en condiciones reales y/o con pruebas de laboratorio.

## D. Formación

Se imparten cursos y charlas relacionadas con las siguientes temáticas:

- Ergonomía y discapacidad.
- Análisis y adaptación de puestos de trabajo para personas con discapacidad.
- Condiciones ambientales y psicosociales en el puesto de trabajo.
- Diseño ergonómico de puestos de trabajo: recomendaciones generales, antropometría, diseño de elementos de trabajo, etc.
- Difusión de las actividades realizadas en la sección.

### 2.3. Ejemplo práctico: Adaptación de un puesto de trabajo ocupado por una persona con discapacidad.

Este ejemplo se enmarca dentro de un proyecto más amplio, cuya finalidad fue realizar el análisis y adaptación de puestos de trabajo de oficina a personas que tuvieran discapacidades físicas, entre ellas problemas para sentarse. Este proyecto, denominado ADAPTOFI, fue financiado por el IMSERSO.

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

1. Selección de los casos representativos a estudiar.
2. Estudio de la adaptación ergonómica del puesto de trabajo en los casos seleccionados.
3. Desarrollo, implementación y seguimiento de las adaptaciones propuestas en la fase anterior.
4. Elaboración de material formativo (CD-ROM multimedia) y difusión de los resultados del proyecto (que puede descargarse de manera gratuita desde la web del IBV (<http://www.ibv.org/proyectos/adaptofi/adaptofia.html>)).

A continuación se exponen los resultados principales de uno de los casos analizados en este proyecto, así como una descripción de las adaptaciones realizadas:

- **Trabajo:** Puesto de contable. Trabajo administrativo con uso intensivo de ordenador y manejo de documentación. Las demandas más importantes se relacionan con la actividad de los miembros superiores, la vista y los aspectos psíquicos.
- **Sujeto:** Varón de 23 años de edad. Diagnóstico: Enanismo. Limitaciones principales: alcance, mo-

vilidad limitada en los miembros superiores y tronco.

#### • Resultados

*Desajustes:* referidos sobre todo al acceso al puesto de trabajo y alcances de elementos.

*Riesgos por carga física:* varias posturas con nivel de riesgo elevado, relacionadas con el manejo del ordenador y el alcance de documentación.

• **Soluciones:** Las adaptaciones implementadas fueron las siguientes:

1. Silla de oficina especial: con un tamaño adecuado a las dimensiones del sujeto y distintas opciones de regulación, incluyendo regulación eléctrica de la altura del asiento.
2. Escalones portátiles para facilitar el alcance a estanterías y armarios
3. Accesorios para facilitar el alcance y manejo de documentos: pinzas de largo alcance; bandejas giratorias; atril articulado.
4. Acciones organizativas (Ubicar los elementos en las estanterías según el orden de uso y el peso; bajar la altura del monitor de manera que la parte superior quede a la altura de los ojos).

## 3. Ayudas Técnicas para Discapacitados

La sección de ayudas técnicas (ATD) cuenta con un equipo multidisciplinar que desarrolla múltiples actividades que se centran en el estudio y valoración de ayudas técnicas para personas con discapacidad y en la valoración funcional de discapacidades. Uno de los principales objetivos de la sección es la mejora del diseño, prescripción, adaptación y selección de productos relacionados con las personas con discapacidad y mayores.

### 3.1. Definición de ayudas técnicas

El objetivo de la Tecnología de la Rehabilitación es facilitar el proceso rehabilitador y mejorar las actividades de la vida diaria de las personas con discapacidad y mayores, aportando soluciones de distinta índole entre las que destaca el uso de ayudas técnicas.

Las **Ayudas Técnicas** se definen como cualquier producto, instrumento, equipo o sistema técnico usado por una persona con discapacidad, fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar,



Figura - Caso práctico (antes y después de realizar la adaptación)

mitigar o neutralizar la deficiencia, discapacidad o minusvalía. (UNE-EN ISO 9999).

La norma española UNE-EN ISO 9999:1999 “Ayudas técnicas para personas con discapacidad. Clasificación”, se basa en una división funcional con productos clasificados de acuerdo a su función principal.

La clasificación tiene por objeto promover la comunicación entre fabricantes, profesionales y usuarios en relación con los productos. Puede ser usada, por ejemplo, como base para sistemas de información sobre ayudas técnicas o para sistemas de control de existencias.

Algunos ejemplos de ayudas técnicas por su función principal son:

- *Ayudas para el aseo, lavarse, bañarse y ducharse:* silla con orinal, alzas para inodoro, duchas, lavabos, carros para la ducha, materiales antideslizantes, etc.
- *Ayudas para el cuidado del cabello, cuidado dental, cuidado facial y de la piel:* tijeras, cepillos dentales, peines y cepillos, etc.
- *Ayudas para actividades domésticas:* cubiertos adaptados, ayudas para preparar comida, platos con bordes elevados.
- *Ropa, calzado y adaptaciones para vestirse:* ayudas para ponerse las medias, ropa especial, etc.
- *Ayudas para la movilidad personal:* bastones, muletas, sillas de ruedas, etc.
- *Ayudas para la transferencia:* grúas, discos de transferencia, tablas, etc.

- *Ayudas para terapia y tratamiento:* cajas dosificadoras de medicamentos, podoscopios, etc.
- *Ayudas para la prevención de daños por presión:* colchones, cojines y camas antiescaras.
- *Mobiliario y adaptaciones para la vivienda:* elevadores de cama, arco de sabana, asideros, sillones, etc.
- *Ayudas para la comunicación, información y señalización:* teléfonos adaptados, lupas, gafas, etc.
- *Ayudas para el manejo de bienes y servicios:* pulsadores, sujeta bolígrafos, pinzas de largo alcance.
- *Ayudas para el esparcimiento:* juguetes adaptados, sujeta cartas, etc.
- *Ortesis y prótesis:* prótesis de mano, collarines, rodillera, etc.

El uso de las ayudas técnicas proporciona mayor independencia para la ejecución de actividades de la vida diaria a las personas con discapacidad, las cuales representan, según la última encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadística, un total del 9% de la población española.

### 3.2. Actividades relacionadas con las ayudas técnicas.

Las actividades del grupo multidisciplinar de la Sección de ayudas técnicas son muy variadas, destacando las aportaciones a:

#### A. Investigación:

- *Desarrollo de metodologías de valoración de personas con discapacidad:* El objetivo final de estas investigaciones es generar metodologías e instrumentos de valoración de discapacidad objetivos y

repetibles, basados en las necesidades de los profesionales que realizan dichas valoraciones.

- *Desarrollo de metodologías de medida de la usabilidad de productos:* Con objeto de proporcionar a fabricantes y diseñadores criterios para un diseño adecuado a los clientes y a los usuarios finales información y aspectos relevantes antes de la adquisición de ayudas técnicas.

### B. Estudios de problemática de usuarios

Estudios cuyo objetivo es la caracterización de los usuarios describiendo los tipos de discapacidades más frecuentes, su distribución demográfica, calidad de vida y aspectos clínicos, funcionales y antropométricos de los mismos. Además de analizar las ayudas técnicas por tipo entre la población española, su valoración por parte del usuario y los criterios de selección valorados como más importantes. Se analiza el mercado español desde la perspectiva del usuario.

### C. Estudios de mercado:

Su objetivo es determinar las características y los roles desempeñados por los diferentes agentes sociales y económicos relacionados con la Tecnología de la Rehabilitación (Usuarios, Profesionales, Empresas y Organismos de la Administración Pública), además de esclarecer las necesidades y problemas que pudieran dificultar el óptimo aprovechamiento de la Tecnología de la Rehabilitación por parte de los agentes implicados.

### D. Guías de uso y selección:

Generación de Guías de uso y selección de Sillas de ruedas y Grúas de transferencias, fruto de trabajos de investigación realizados con Asociaciones de Usuarios, Fabricantes y profesionales cuyo objetivo es generar información sobre el uso correcto. Van dirigidas a personas con discapacidad y sus acompañantes para obtener el máximo y más adecuado rendimiento de estas ayudas técnicas.

### E. Asesoramiento y ensayos:

- *Análisis normativo:* Ensayos de ayudas técnicas en el Laboratorio de del IBV orientados a avalar la conformidad de los productos con la Directiva Europea 93/42/CEE de productos sanitarios.
- *Análisis funcional:* Estudios de la funcionalidad, adecuación y confort de los diferentes componentes y tareas que permiten los productos con participación de expertos en uso y usuarios en laboratorio.
- *Evaluación en uso real:* Estudios de la funcionalidad, adecuación y confort de las diferentes funcio-

nes y tareas que permiten los productos, con la participación de expertos en uso y usuarios en uso real (domicilios, residencias, hospitales...).

- *Desarrollo tecnológico:* Diseño de ayudas técnicas de acuerdo a las necesidades de los usuarios: brazo articulado, grúas de transferencia, ayudas para caminar, sillas de ruedas anfibia.
- *Formación:* Formación dirigida a profesionales centrada en métodos de análisis y adaptación de ayudas técnicas y valoración de discapacidad.

### 3.3. Ejemplo práctico:

Análisis comparativo de cojines para la prevención de úlceras por presión. (FUNCO).

El **objeto** del proyecto ha sido realizar un estudio comparativo entre cojines para la prevención de úlceras por presión, partiendo de la generación de una metodología de análisis donde se contemplan aspectos mecánicos, funcionales y de usabilidad. El proyecto de investigación ha sido desarrollado por el IBV en colaboración con el Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo, del Centro de Atención a Minusválidos Físicos de Guadalajara y el Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por presión y Heridas Crónicas (GNEAUPP). Esta investigación ha sido apoyada por el Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO) y a través del Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CEAPAT).

La **metodología** seguida durante el estudio ha consistido de las siguientes fases:

- **Creación del grupo de trabajo.** Cuyo objetivo era desarrollar la metodología de ensayos, selección de los cojines a ensayar y priorizar las funciones básicas del cojín y los criterios de valoración.
- **Estudio bibliográfico, normativo y documental.**
- **Definición de ensayos.** Éstos han sido definidos en base a los distintos protocolos de ensayo existentes en el laboratorio del IBV, revisión bibliográfica y normativa existente.
- **Selección de cojines para la prevención de úlceras por presión.** Se tomó una muestra de 25 cojines, representativos en materiales y formas en el mercado español.
- **Selección de los sujetos de ensayo.** Fueron personas discapacitadas con distintos valores en la escala Braden.

• **Elaboración de ensayos.**

• **Método de valoración.** Para la obtención de los resultados del estudio fue necesario definir un **método de valoración** que permitiese cuantificar numéricamente a cada uno de los cojines. Los pasos básicos seguidos en esta fase han sido:

- Selección de funciones básicas que debe cumplir un cojín para la prevención de úlceras por presión.
- Selección y definición de ensayos para cada función a valorar, estableciendo los criterios de puntuación en cada ensayo.
- Valoración de la importancia relativa de cada función para la valoración global.
- Valoración de la importancia relativa de cada ensayo dentro de cada función.

Los **resultados** más relevantes se muestran en la gráfica 1, donde los cojines de aire y los fabricados con materiales viscoelásticos son los que reciben una mayor puntuación en la valoración global de las funciones básicas del cojín.

El 16% de los cojines se destinaron al estudio de la influencia de la forma y del espesor sobre la presión (gráfico 2). Según los resultados que se han obtenido en el estudio los cojines de herradura atenúan peor las presiones en comparación con sus homólogos cuadrados.

Del mismo modo, la influencia del espesor se pone de manifiesto al comparar los cojines de perfil alto con los de perfil bajo, ya que estos últimos registran presiones más elevadas.

Como conclusión cabe resaltar el desarrollo de una nueva metodología para la valoración de los productos para la prevención de úlceras por presión desde tres ámbitos de análisis: el general de producto, el técnico y funcional con usuarios reales. Esta metodología unida a la experiencia del IBV supone una aportación de gran trascendencia en este ámbito.

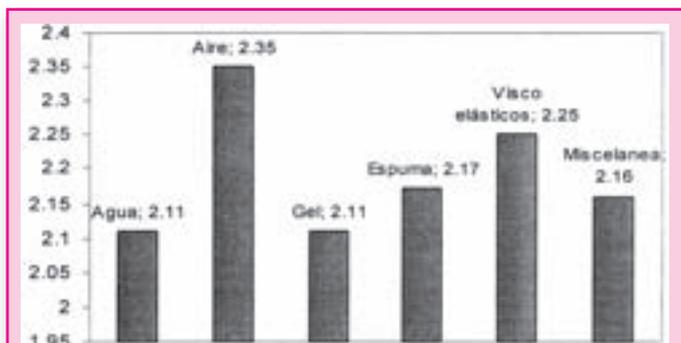


Gráfico 1: Valoración global de los cojines agrupados por tipo de material

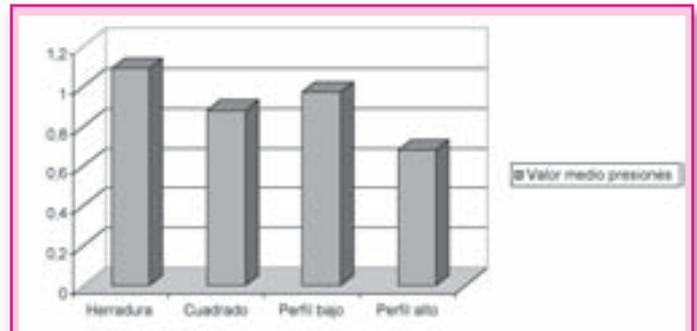


Gráfico 2: Valor de presión media en función de la forma y del perfil del cojín.

**4. Referencias bibliográficas**

Ferreras, A.; Tortosa, L.; García, C.; Page, A. (1998) Análisis y adaptación de puestos de trabajo en personas con discapacidad. En MINUSVAL nº 111, pp. 18-20.

Gil, A.; Poveda, R.; Sánchez Lacuesta, J. (1996) Valoración de cojines antiescaras por parte de los usuarios. En ASPAYM Medicina y Sociedad, revista editada con la colaboración de la Generalitat Valenciana, nº 18 (3ª época), pp: 27-30, abril de 1996.

Poveda, R.; Gil, A.; Sánchez Lacuesta, J.; Prat, J.; Belda, J.M.; Lafuente, R.; Soler Gracia, C. (1997) Valoración de cojines antiescaras por parte de 53 lesionados medulares. Estudio piloto. En: Rehabilitación (Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física, SERMEF), volumen 31, fascículo 1, pp: 35-41.

Tortosa L., García-Molina C., Page A., Ferreras A., Teruel A. (1997). Ergonomía y discapacidad. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO), Madrid.

Tortosa L., Page A., Ferreras A., Verde J., Küster A., Porcar R., Poveda R., López F. (1995). Guía de recomendaciones para el diseño y selección de mobiliario de oficina para usuarios de silla de ruedas. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). Documentos Técnicos 77, Instituto Nacional de Servicios Sociales (INSERSO), Madrid.

Tortosa, L.; Ferreras, A.; García, G.; Chirivella, C.; Page, A. (1999) "ErgoDis/IBV: Método de adaptación ergonómica de puestos de trabajo para personas con discapacidad. Manual de Uso". Instituto de Biomecánica de Valencia.

UNE- EN ISO 9999 (1992) Ayudas técnicas para personas con discapacidad. Clasificación.

Vera, P (1998) Actividades del Instituto de Biomecánica de Valencia en Tecnología de Rehabilitación. En Libro de ponencias de las Jornadas sobre Tecnología de la Rehabilitación, Valencia, 1998. IBV.