

Una correcta valoración de la capacidad funcional de la mano es necesaria para tomar las decisiones terapéuticas apropiadas o evaluar la capacidad de una persona para reincorporarse al trabajo. Hasta la fecha, los métodos de valoración existentes no cumplen las expectativas de los usuarios por su subjetividad y por la falta de valores de referencia que permitan determinar si un resultado se aleja del patrón de una persona sana.

Por este motivo, el Instituto de Biomecánica (IBV) ha desarrollado la aplicación NedMano/IBV. Dicha aplicación permite evaluar de forma objetiva la capacidad funcional de la mano a través del registro de la fuerza máxima y de la fatiga durante distintos gestos funcionales. La gran ventaja de la aplicación NedMano/IBV frente a los sistemas actuales es que compara los resultados que se obtienen con una base de datos referida a la población española segmentada por edad, género y dominancia. De esta forma, es posible disponer de un informe de valoración funcional de la mano fácil de interpretar para los usuarios y generado automáticamente en aproximadamente 20 minutos.

## Objetivamos los gestos característicos de la mano

José Montero Vilela<sup>1</sup>, José María Baydal Bertomeu<sup>1</sup>, David Garrido Jaén<sup>1</sup>, Ignacio Bermejo Bosch<sup>1,2</sup>, Álvaro Page del Pozo<sup>1,2,3</sup>, Rosa Porcar Seder<sup>1</sup>, Iñigo Morales Martín<sup>2,1</sup>, Ricard Barberà i Guillem<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> GRUPO DE TECNOLOGÍA SANITARIA DEL IBV, CIBER DE BIOINGENIERÍA, BIOMATERIALES Y NANOMEDICINA (CIBER-BBN)

<sup>3</sup> UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

### MOTIVACIÓN DEL DESARROLLO DE LA APLICACIÓN NedMano/IBV

La mano es el órgano que **nos permite la manipulación física del medio** puesto que a través de ella agarramos y movemos objetos, ejercemos fuerza, conocemos la textura y temperatura de las superficies que tocamos, etc. De hecho, combinando estas funciones conseguimos llevar a cabo múltiples acciones necesarias para desempeñar nuestro trabajo, realizar deporte o actividades básicas de la vida diaria como son comer, vestirnos o lavarnos.

Las **lesiones** más comunes que afectan a la mano pueden ser originadas por **patologías neuromusculares o de tipo traumático**. Entre las primeras, destacan los déficits del sistema nervioso central como los ictus o enfermedades cerebro-vasculares, y los déficits del sistema nervioso periférico como el síndrome del túnel carpiano, por atrapamiento del nervio mediano a nivel de la muñeca. Con respecto a las patologías de origen traumático, las más comunes son fracturas a nivel de antebrazo o muñeca que pueden ocasionar una pérdida de fuerza por dolor o afectación de los nervios periféricos. Por desgracia, este tipo de alteraciones incide en un amplio rango de la población y, como es predecible, implica una reducción drástica de la autonomía personal.

Tras la aparición de un déficit en la mano es fundamental conocer la **capacidad funcional** de ésta. Conocer esta capacidad funcional nos >

### Assessing the hand capacity in an objective way

We need an accurate assessment of the hand capacity to select the proper therapies for a patient or decide the capacity of a worker to return to work. Nowadays, we use assessment methods that do not cover our expectations because they are subjective and/or they are not able to conclude if a specific patient can be considered healthy as we do not have reference values to compare.

Therefore, IBV has developed the NedMano/IBV application. This application is able to assess the hand capacity in an objective way by means of the measurement of maximum force and fatigue during different activities. The most important advantage of NedMano/IBV is that it compares the results with a data based composed by Spanish population data segmented by age, gender and dominancy. Therefore, NedMano/IBV provides a functional assessment report in 20 minutes that is easy to interpret and generated automatically.

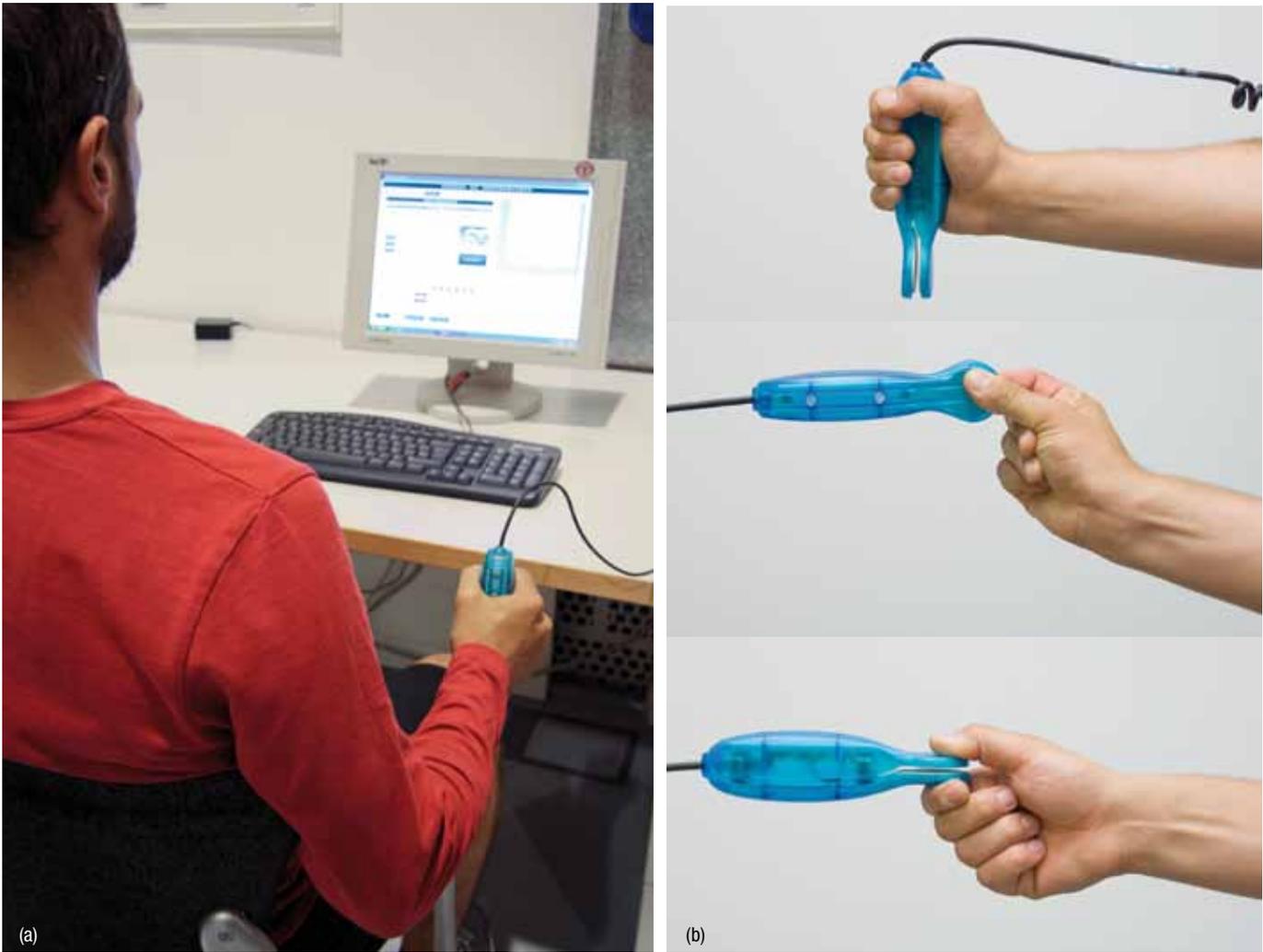


Figura 1. (a) Posicionamiento del protocolo de medición; (b): Gestos valorados.

permite definir de forma adecuada las terapias necesarias para su recuperación, establecer un alta o una baja a un trabajador e incluso realizar una propuesta de incapacidad acorde a la verdadera limitación de la persona.

Habitualmente, la valoración funcional de la mano se realiza a partir de la evaluación de la fuerza que es capaz de hacer una persona. Dicha evaluación puede llevarse a cabo a partir de una exploración manual o una exploración instrumentada. La **exploración manual** consiste en la valoración de forma subjetiva de la capacidad prensil del paciente en su mano afectada por parte del profesional. La **exploración instrumentada** surgió con el objetivo de reducir la subjetividad en la valoración y consiste en **registrar la fuerza** de la mano mediante el uso de un dinamómetro. Sin embargo, a partir de estos instrumentos es difícil hacer una adecuada valoración, ya que **se desconocen valores de referencia** que sean de utilidad para los profesionales sanitarios españoles. Esto es debido a que las bases de datos existentes se desarrollaron sobre poblaciones diferentes a la española, basándose en diferentes protocolos e instrumentos de los que no se dispo-

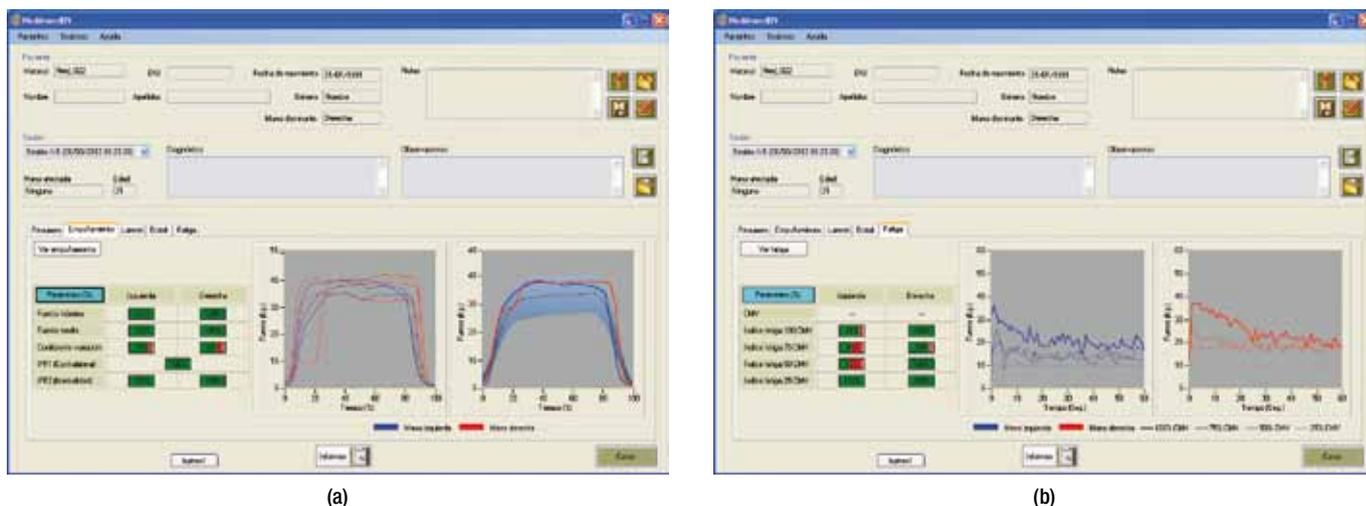
ne de suficiente información como para poder reproducirlos adecuadamente.

Ante esta situación, el Instituto de Biomecánica (IBV) abordó el desarrollo de la nueva aplicación: **NedMano/IBV, capaz de valorar la capacidad funcional de la mano de forma objetiva, rápida y sencilla** a partir de la fuerza máxima ejercida y la fatiga producida en distintos gestos funcionales. Dicha aplicación queda integrada dentro de la gama de aplicaciones para la Valoración Funcional del IBV.

### DESARROLLO DE LA APLICACIÓN NEDMANO/IBV

El desarrollo de la aplicación NedMano/IBV es fruto de un trabajo de **investigación** que comenzó en **2009**. Durante dicho estudio se realizaron las siguientes actividades.

- Fase 1. Se analizaron y definieron los protocolos de medida y las variables que son de interés para la valoración.
- Fase 2. Se generó una base de datos de sujetos sanos que permite conocer si los resultados de un sujeto concreto se



**Figura 2.** Ejemplos de pantallas de resultados del NedMano/IBV, donde puede observarse tanto la información gráfica como las valoraciones de cada una de las manos en formato porcentaje. (a) Prueba de fuerza máxima de empuñamiento donde se muestra, entre otros, un gráfico comparando los resultados con la base de datos; (b) Prueba de fatiga donde se muestra, entre otros, los gráficos de la pérdida de fuerza a lo largo del tiempo.

encuentran dentro de lo que se considera normal para su edad, género y dominancia.

· Fase 3. Se desarrolló un software de fácil uso capaz de gestionar toda la información de entrada y de salida de forma automática.

Concretamente, en la **Fase 1**, se definió el **protocolo de medida** a partir de las indicaciones de la *American Society of Hand Therapists* (ASHT). Esta sociedad indica tanto la posición de medida como los intervalos de registro de fuerza necesarios para la recuperación muscular de los sujetos (Figura 1). Dicho protocolo se basa en la medida de fuerzas isométricas a partir del dinamómetro NedVEP/IBV. Además, se definieron dos etapas en el proceso de registro de las medidas de fuerza. La primera etapa tiene como objetivo registrar la **fuerza máxima** de cada una de las manos en los gestos de empuñamiento, de pinza distal y de pinza lateral. En cambio, la segunda etapa tiene como objetivo medir la **fatiga** de cada mano en el gesto de empuñamiento. Para la medición de la fuerza máxima se realizan tres repeticiones con la mano dominante y otras tres con la otra mano. Para la valoración de la fatiga, se utilizó una secuencia que comienza con un registro al 100% del valor de su fuerza máxima, un segundo al 25%, un tercer registro al 75% y el último al 50%. En este caso, las medidas se realizan alternando mano derecha e izquierda para permitir una recuperación suficiente de los grupos musculares.

A lo largo de la **Fase 2** se realizaron mediciones de sujetos sanos en el laboratorio de valoración funcional del IBV que permitieron generar una **base de datos de sujetos sanos**.

La base de datos del sistema NedMano/IBV recoge una muestra de 110 sujetos sanos españoles (54 hombres y 56 mujeres) con un rango de edad entre 20 y 69 años. Los sujetos incluidos en la muestra no han referido dolor, ni problemas neurológicos ni musculoesqueléticos de mano o miembro superior. Todos los sujetos recibieron información

minuciosa del tipo de prueba que iban a realizar y cuáles eran los objetivos de la misma, haciendo especial hincapié en la necesidad de realizar el mayor grado de fuerza muscular en ambas manos en el caso de valoración de fuerza y de mantener un valor de fuerza determinado durante la valoración de la fatiga.

Tras los estudios estadísticos realizados a partir de dichos registros, se seleccionaron las variables género, edad y dominancia como necesarias para segmentar la base de datos. Además, permitieron seleccionar también las siguientes **variables**, básicas para valorar la capacidad funcional de la mano (Figura 2):

- Porcentaje de normalidad de la media de fuerza.
- Coeficiente de variación de las repeticiones realizadas.
- Porcentaje de normalidad del Coeficiente de Variación.
- Índice de Pérdida de Fuerza del lado afecto respecto al sano.
- Índice de Pérdida de Fuerza del lado afecto respecto a la Normalidad.
- Índice de fatiga para un 25%, 50% y 75% de la Fuerza Máxima de Empuñamiento.

Finalmente, durante la **Fase 3** se trabajó en facilitar el uso de esta nueva aplicación por parte del usuario. Para ello, se definió el tipo de información que podía ser de interés para una valoración funcional de la mano, como la información gráfica de las medidas y la base de datos o tablas de resultados y valoraciones. Además, se desarrolló un **software** que: 1) **guía al usuario** a lo largo del proceso de medición de los sujetos y 2) es capaz de **generar de forma automática los informes** de resultados que contienen la información más relevante para realizar una correcta valoración por parte del profesional (Figura 3).

&gt;

**VALORACIÓN FUNCIONAL DE LA MANO**

**Datos del paciente:** Historial: Ned\_022, Nombre: [ ], Apellidos: [ ], Mano dominante: Derecha, Género: Hombre

**Datos de la sesión:** Solicitante: [ ], Entidad: [ ], Valorador: [ ], Edad: 21, Fecha de valoración: 28/07/2012  
 Profesión: [ ], Mano afectada: Ninguna  
 Diagnóstico/Observaciones: [ ]

**Datos de las pruebas:**

Empuñamiento	Pinza lateral	Pinza distal	Fatiga
Repeticiones (seg. 1, Desc. 1)	Repeticiones (seg. 1, Desc. 1)	Repeticiones (seg. 1, Desc. 1)	100% CMV <input checked="" type="checkbox"/>
AAA <input checked="" type="checkbox"/>	AAA <input checked="" type="checkbox"/>	AAA <input checked="" type="checkbox"/>	75% CMV <input checked="" type="checkbox"/>
			50% CMV <input checked="" type="checkbox"/>
			25% CMV <input checked="" type="checkbox"/>

**Valoración Final:**

	Izquierda	Derecha
Índice de pérdida de fuerza - Empuñamiento	-14,28 %	-14,28 %
Índice de pérdida de fuerza - Pinza lateral	24,71 %	-4,95 %
Índice de pérdida de fuerza - Pinza distal	13,16 %	-4,95 %
Índice de fatiga	42,75 %	30,09 %

Figura 3. Parte del informe de Valoración Funcional de la Mano, que se genera automáticamente gracias a la aplicación NedMano/IBV.

## CARACTERÍSTICAS DE LA APLICACIÓN NEDMANO/IBV

Tras la investigación realizada y el complejo proceso de desarrollo, se ha generado la aplicación NedMano/IBV que presenta las siguientes características:

### -- Elementos que lo integran:

- Dinamómetro isométrico de mano NedVEP/IBV para el registro de la fuerza.
- *Software* que permite gestionar los datos de los pacientes, así como realizar registros multi-sesión para un seguimiento exhaustivo de la evolución del paciente.
- Base de datos de población española segmentada en función de la edad, el género y la dominancia con el objetivo de que los resultados de cada sujeto puedan compararse con los valores de referencia de normalidad.

### -- Protocolo de medida:

- El tiempo medio de utilización del NedMano/IBV desde la preparación del sujeto hasta la generación del informe automático se estima en 20 minutos.

### -- Variables biomecánicas que registra directamente:

- Fuerza máxima en los gestos de Empuñamiento, Pinza Lateral y Pinza Distal.
- Reducción de la fuerza isométrica a lo largo del tiempo cuando el sujeto trata de mantener un 100%, 75%, 50% y 25% de su fuerza máxima.

### -- Parámetros que valora:

- Valora la mano dominante, la contralateral y la relación entre ambas. Estas valoraciones se basan en la comparación entre la mano afecta y la sana (si la hay), y con la base de datos de normalidad.

- Valora parámetros relativos a la fuerza máxima de la mano: Contracción Voluntaria Máxima, Fuerza Media, Coeficiente de Variación e Índices de Pérdida de Fuerza (contra-lateral y con respecto a la normalidad).
- Valora la fatiga que se produce durante el gesto de empuñamiento: Índice de fatiga, al 100% de la contracción Voluntaria Máxima (CVM), al 75% CVM, al 50% CVM y al 25% CVM.

### -- Otras utilidades:

- Representación gráfica de las curvas de fuerza frente a bandas de normalidad.
- Generación de informes en formato Word de forma completamente automática, incluyendo los datos del paciente y los resultados de las pruebas efectuadas.
- Integración de los resultados en la Base de Datos de Valoraciones, lo que permite al usuario disponer de información centralizada relativa a valoraciones realizadas a un determinado paciente con cualquier aplicación de valoración Ned/IBV.

## CONCLUSIONES

La nueva aplicación NedMano/IBV permite obtener una valoración objetiva y repetible de la capacidad funcional que tiene un sujeto para realizar el gesto de empuñamiento, pinza distal y pinza lateral, fundamentales para múltiples actividades de la vida diaria. Dicha valoración se basa en registros de fuerza máxima y fatiga que se comparan con una base de datos de sujetos sanos.

De esta forma, se pone a disposición de los profesionales del sector un nuevo protocolo que puede llevarse a cabo en 20 minutos y es capaz de ofrecer información útil y de fácil interpretación para asistirles en la valoración de la mano. ●

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las opiniones de los usuarios de los equipos de medida Ned que nos orientan siempre en el planteamiento de actividades de mejora y superación para llegar a una valoración funcional más objetiva de los pacientes. Además, también queremos expresar nuestro reconocimiento a todas aquellas personas que han participado en el desarrollo de las sesiones experimentales para crear esta base de datos.

ATENCIÓN AL CLIENTE: 902 176 419  
 atencion.cliente@ibv.upv.es