

El interés de los expertos en valoración biomecánica por incrementar la precisión de las medidas, reducir los tiempos de valoración y dotar de mayor flexibilidad a sus laboratorios es cada vez más creciente. Por esos motivos, hemos desarrollado una nueva versión de nuestro sistema de análisis cinemático de los movimientos humanos: Kinescan/IBV V11.

Kinescan V11 es un sistema basado en tecnología vídeo digital con pre-procesado distribuido que permite, entre otras características, analizar los movimientos en tiempo real y de forma automática y utilizar cuantas cámaras sean necesarias.

Gracias a esta tecnología, los laboratorios de valoración funcional del IBV podrán reducir sus costes de operación, reducir los tiempos de valoración e incrementar su precisión y fiabilidad.

Kinescan/IBV V11: Biomechanical assessment in real time

Experts in biomechanical assessment are very interested in increasing precision of the measurements, reducing the needed time for evaluating patients and giving more flexibility to their labs. Therefore, we developed a new version of our system for kinematic analysis of human movement: Kinescan/IBV V11.

Kinescan/IBV V11 is based in digital video technology and is able to make a distributed pre-processing. So it can analyse automatically movements in real time and use an unlimited number of cameras.

The labs of functional assessment can reduce their costs, reduce their needed time for the assessment and increase their precision and reliability.

Kinescan/IBV v11: Valoración biomecánica en tiempo real

José Montero Vilela¹, Francisco Parra González¹, Eduardo Parrilla Bernabé¹, Enric Medina Ripoll¹, Juan López Pascual¹, Rafael Moreno Cano¹, Andrea Castelli¹, Ignacio Bermejo Bosch^{1,2}

¹ INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

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

MOTIVACIÓN DEL DESARROLLO DE KINESCAN/IBV V11

Los laboratorios de valoración funcional del IBV tienen como objetivo asistir objetivamente al especialista en el proceso de evaluación de capacidades del ser humano.

Para cumplir su cometido, los laboratorios disponen de unos protocolos de medida definidos, sistemas que permiten recoger las variables biomecánicas que caracterizan a la población normal y patológica (independientemente de su naturaleza), sistemas expertos de análisis de la información e índices que recogen los criterios clínicos de valoración.

Las variables biomecánicas de interés se calculan a partir de modelos matemáticos que se nutren de información de los pacientes, así como del estudio de la dinámica y la cinemática de los movimientos que realizan.

Debido a la importancia del registro de la cinemática (cambios de posición a lo largo del tiempo) de los movimientos humanos se desarrolló Kinescan/IBV. Este sistema, basado en videofotogrametría, analiza movimientos en 3D de los distintos segmentos corporales cuando se realiza un determinado gesto.

Desde el año 2003, Kinescan/IBV se ha instalado en más de 30 laboratorios de valoración funcional y se utiliza para valorar la columna lumbar y cervical, el hombro y la rodilla.

Debido a la importancia que los usuarios de los laboratorios de valoración funcional del IBV dan al análisis cinemático, hemos trabajado en conocer los aspectos que pueden mejorar la experiencia de uso de Kinescan/IBV. A partir de este trabajo identificamos que los usuarios conseguirían maximizar los beneficios del laboratorio de valoración funcional del IBV si Kinescan/IBV V11 fuese capaz de:

- Reducir el tiempo de registro.
- Reducir el tiempo de análisis.
- Reducir el tiempo dedicado a generar el informe de resultados.
- Mejorar la precisión de las medidas.
- Reducir los costes de mantenimiento.
- Mejorar la fiabilidad.
- Mejorar la versatilidad para su uso en gestos exigentes como, por ejemplo, los deportivos.

¿EN QUÉ CONSISTE KINESCAN/IBV V11?

Frente a versiones anteriores de Kinescan/IBV (Figura 1), el nuevo sistema Kinescan/IBV V11 (Figura 2) está basado en tecnología vídeo digital con pre-procesado distribuido. Este nuevo sistema calcula las

>



Figura 1. Cámara analógica de 25 fps y foco halógeno (Kinescan/IBV V04).



Figura 2. Cámara digital de 250 fps con preprocesado y foco incorporado (Kinescan/IBV V11).

posiciones de los segmentos corporales de forma totalmente automática y en tiempo real. Así, el usuario puede disponer, inmediatamente después de la realización del gesto, de los datos relativos a las posiciones de puntos, segmentos corporales y articulaciones, y de las variables cinemáticas y dinámicas derivadas. Es posible realizar un análisis 3D completo de los movimientos humanos de forma rápida y sencilla gracias a las nuevas prestaciones del sistema.

El desarrollo de la nueva versión del sistema Kinescan/IBV se planteó como una renovación completa de la tecnología utilizada en aquellas facetas técnicas que aportan valor al sistema, que son:

- Iluminación.
- Captura de Vídeo.
- Análisis de Imagen.
- Reconstrucción 3D, precisión.
- Representación gráfica y resultados.
- Instalación y mantenimiento.

¿CUÁLES SON LAS MEJORAS TÉCNICAS DE KINESCAN/IBV V11?

Los cambios realizados en Kinescan/IBV V11 han permitido desarrollar un sistema de videofotogrametría muy superior tecnológicamente a las versiones anteriores. Las nuevas prestaciones de este equipo son:

- Incremento de la fiabilidad del sistema de iluminación gracias a los focos led.

- Mejora de la calidad y la homogeneidad de la iluminación.
- Aumento de la frecuencia de captura.
- Aumento de la resolución y precisión.
- Aumento de la flexibilidad de la configuración y número de cámaras del laboratorio, que permite una mejor adaptación a los gestos a evaluar.
- Eliminación de la necesidad de almacenar ficheros de vídeo.
- Detección automática de modelos anatómicos al inicio de la medida.
- Detección de errores de instrumentación del paciente.
- Seguimiento automático y en tiempo real del paciente (Figura 3 y figura 4).
- Mayor precisión en la reconstrucción 3D mediante detecciones redundantes.
- Procesado automático y en tiempo real de las imágenes de las cámaras.
- Obtención y presentación de resultados de la valoración e informes en tiempo real.



Figura 3. Digitalización semiautomática (Kinescan/IBV V04/V08).

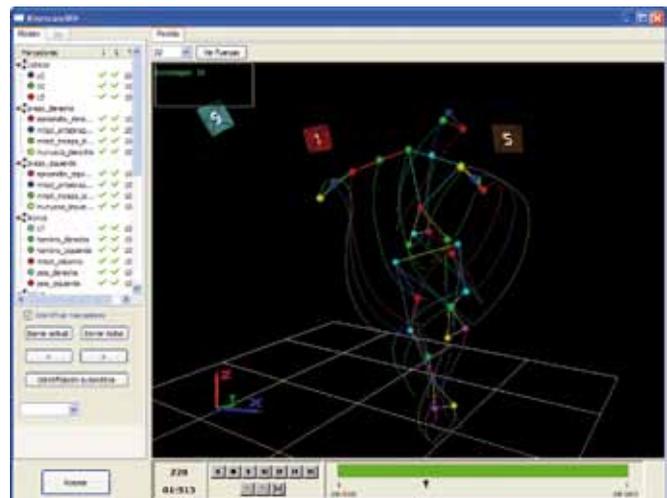


Figura 4. Análisis automático en tiempo real (Kinescan/IBV V11).

-- Sencillez de instalación y reducción de los costes de mantenimiento.

Un comparativo entre las especificaciones técnicas más relevantes de Kinescan/IBV V11 y las versiones anteriores de Kinescan/IBV V04 y Kinescan/IBV V08, evidencia el grado de mejora del sistema (Tabla 1). La comparación con la versión anterior de Kinescan/IBV V01 no procede por ser las diferencias mucho mayores y las ventajas innumerables.

Tabla 1. Comparativa de características entre las distintas versiones de Kinescan/IBV.

	KINESCAN/ IBV V04	KINESCAN/ IBV V08	KINESCAN/ IBV V11
Nº máximo de cámaras	4	4	Ilimitado
Resolución de cámara		640x480 píxeles	832x832 píxeles
Frecuencia a máxima resolución	25 FPS (fotogramas por segundo)	50 FPS (fotogramas por segundo)	250 FPS (fotogramas por segundo)
Procesado de imagen	En PC Diferido	En PC Diferido	Integrado en cámara En tiempo real
Almacenamiento de videos	En Disco Duro Rack (1 PC por cámara, 60 MB/ Valoración Lumbar)	En Disco Duro (60 MB/ Valoración Lumbar)	No es necesario
Enmascaramiento de reflejos	NO	NO	Sí (por <i>software</i> , automático)
Previsualización de vídeo	Sí, solo una cámara	Sí, varias cámaras simultáneamente	Sí, todas las cámaras simultáneamente
Iluminación	Lámpara halógena con filtro IR	Lámpara halógena con filtro IR	IR (850nm) Tecnología led
Vida media útil de las lámparas	1 año	1 año	25.000 horas
Filtro	Sí (fijo)	Sí (fijo)	Sí (conmutación electromecánica)
Conexión	Vídeo Analógico	CameraLink	Ethernet
Alimentación	Cableado, una fuente por cámara. Requiere toma de 220V 50Hz	Cableado, una fuente por cámara. Requiere toma de 220V 50Hz	Ethernet (PoE). No requiere cableado adicional ni toma de 220V

¿QUÉ BENEFICIOS APORTA KINESCAN/IBV V11?

Todas las mejoras tecnológicas del sistema Kinescan/IBV V11 contribuyen de forma significativa a la mejora de aspectos funcionales que incrementan la eficiencia y reducen los costes de funcionamiento de un Laboratorio de Valoración Funcional.

Si tomamos como ejemplo la aplicación NedRodilla/IBV, las mejoras de la **eficiencia** son las siguientes:

-- Al inicio de la prueba no es necesario comprobar que los marcadores son visibles, el sistema se encarga de com-

probarlo, con lo que una vez instrumentado el paciente se puede realizar la valoración.

- El mayor número de cámaras evita los defectos de detección de marcadores, incluso en pacientes que realizan gestos no funcionales (anormales o exagerados).
- Una vez realizada la medida, de forma inmediata, el sistema confirma si el resultado ha sido correcto, evitando así la repetición de una prueba por pérdida de marcadores, fallos de iluminación, de cámara, ocultaciones o brillos, casos que podían darse con las anteriores versiones de Kinescan/IBV.
- Las aplicaciones emiten el informe de forma inmediata tras la realización de la prueba. Al conocer los resultados en el mismo instante de la valoración, la toma de decisiones sobre el paciente (realizar más repeticiones, prescripción de otra prueba, realización de un protocolo de esfuerzo, dar el alta a un paciente) es inmediata, con el consiguiente ahorro económico y de gestión que ello supone.

Estas mejoras, en muchos casos, evitan la repetición de una prueba, el mejor aprovechamiento del desplazamiento del paciente y, en algunos casos, incluso un nuevo desplazamiento del paciente al laboratorio de valoración.

Desde la perspectiva del **coste**, Kinescan/IBV V11 también aporta mejoras. Estas son algunas de ellas (Tabla 2).

Tabla 2. Costes de operación Kinescan/IBV (ejemplo NedRodilla/IBV).

	KINESCAN/IBV V04	KINESCAN/IBV V08	KINESCAN/IBV V11
Tiempo necesario para realizar una prueba (minutos)	60 min	40 min	30 min
Tiempo necesario para el tratamiento de los datos (minutos)	90 min	60 min	0 min (inmediato)
Tiempo empleado en repetición de medidas por fallos en la instrumentación del paciente (promedio)	25 min	15 min	0 min (no es necesario repetir medidas)
Costes asociados a nuevos desplazamientos del paciente por errores detectados "a posteriori" (promedio)	10 €/valoración	5 €/valoración	0 € (la validez de la valoración se verifica en tiempo real)
Tiempo empleado en mantenimiento de discos duros, copias de seguridad y restauración, vaciado de discos duros (minutos/valoración)	10 min/valoración	5 min/valoración	1 min/valoración
Coste asociado al mantenimiento del <i>hardware</i> : PCs, focos, cámaras, tarjetas, discos (anual)	1.500 €/año	1.000 €/año	100 €/año

> Por tanto, el **ahorro anual** por laboratorio, suponiendo la realización de 400 valoraciones por año, sería del orden de **15.000-25.000 €** (Tabla 3).

Tabla 3. Ahorro en costes de operación de Kinescan/IBV V11. * Suponiendo que el sueldo del trabajador es de 35.000€/año y trabaja 1.760 h/año.

	AHORRO EN TIEMPOS DE PERSONAL	AHORRO EN OTROS COSTES (DESPLAZAMIENTOS, MANTENIMIENTO, REPARACIONES)	AHORRO TOTAL
Respecto a Kinescan/IBV V04	1.027 h 20.423 €*	5.400 €	25.823 €
Respecto a Kinescan/IBV V08	593 h 11.792 € *	2.900 €	14.692 €

Esto supone que una actualización del sistema Kinescan/IBV en un laboratorio de valoración funcional puede ser amortizado en un plazo de 2-3 años, especialmente en laboratorios que dispongan de Kinescan/IBV V04.

CONCLUSIONES

Las nuevas prestaciones del sistema Kinescan/IBV V11 hacen de las aplicaciones del Laboratorio de Valoración Funcional herramientas más rápidas, más robustas y más rentables.

El sistema Kinescan/IBV V11 se instala en todos los laboratorios de nueva creación y también pueden actualizarse en los laboratorios con versiones anteriores. ●

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las opiniones y aportaciones de los usuarios del sistema Kinescan/IBV y, en particular, a los usuarios de los laboratorios de Valoración Funcional, que nos ayudan a identificar las claves para la mejora en la valoración eficiente y objetiva de los pacientes.

.....
 ATENCIÓN AL CLIENTE: **902 176 419**

atencion.cliente@ibv.upv.es