

XLI JORNADAS DE LA

SOGARMEF

10 OCTUBRE 2025 • FERROL

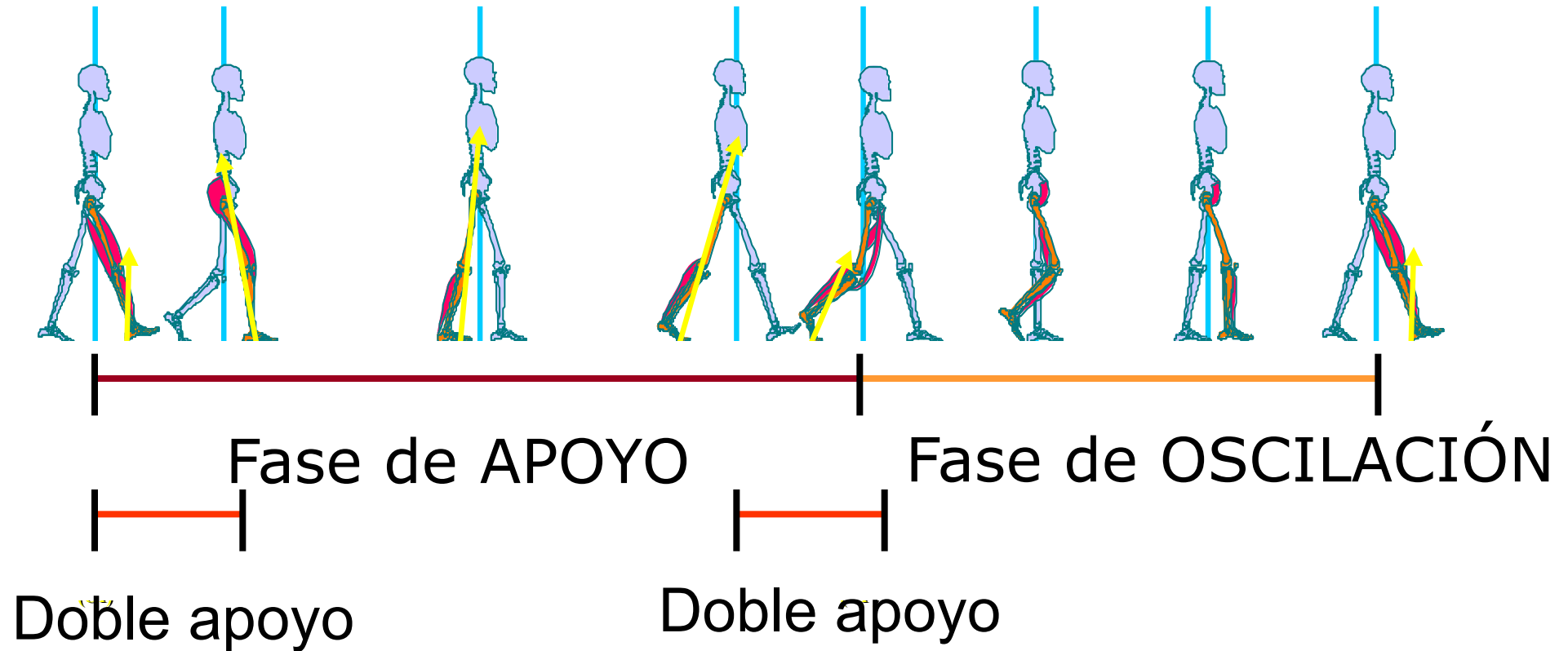
Análisis de la marcha. Valoración casos clínicos

Susana Amorós || IBV

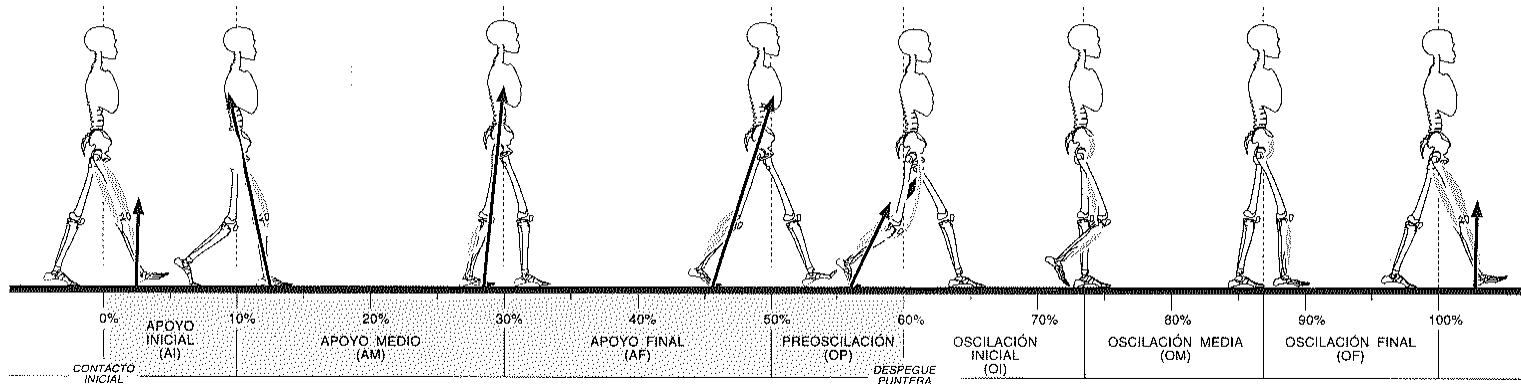
#SOGARMEF25



Marcha humana



Estudio biomecánico de la marcha humana



Análisis biomecánico

- Conocimiento de la marcha normal
- Detección de parámetros biomecánicos anormales
- Localización de la fase/fases implicadas.
- Relación con estructuras y función.

Aplicaciones clínicas

- Apoyo al diagnóstico: capacidad funcional real.
- Estudios evolutivos pre y post tratamiento.
- Manejo terapéutico más dirigido.
- Ayuda al diagnóstico de la simulación.

¿Por qué es importante una valoración biomecánica de la marcha?

- **Objetivar la funcionalidad de la marcha a través del análisis dinámico durante la fase de apoyo**
 - Las fuerzas de apoyo, velocidad de la marcha y simetría
- **Objetivar la funcionalidad de la marcha a través del análisis de la movilidad articular**
 - Las estrategias de evitación de dolor y compensación
 - Definir tratamiento para mejorar el comportamiento de movilidad articular
- **Conocer el comportamiento muscular en cada fase de la marcha a través de la EMGs**
 - Patrones de Activación/Desactivación muscular

Beneficios

Información **Útil**-----cinemática, dinámica y EMG

Método **Válido**-----objetivo, validado y no manipulable

Proceso **Eficiente**-----Protocolo ágil e interpretación sencilla

Interpretación **Sencilla**-----Índices de valoración

HUMAN
MOVEMENT
LAB



Tecnología



Plataforma
de Fuerzas



Dinascan/IBV
Plataformas de fuerzas



Fotogrametría



Kinescan/IBV
Análisis de movimientos



EMG

NORAXONTM
MOVEMENT • DATA • PEOPLE

#SOGARMEF25

10 OCTUBRE 2025
A FUNDACIÓN - FERROL

Plataforma de fuerzas

Registran las **fuerzas, momentos y centros de presiones** ejercidas por el sujeto sobre el suelo.

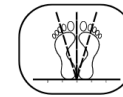
HARDWARE



Resultados en
3D



Procesado en
tiempo real



Versión **fija y
portable**



Compatible con
múltiples soluciones



Nº de plataformas
ampliable

Principales aplicaciones

- Control evolutivo de patologías
- Valoración Funcional
- Bioingeniería
- Ergonomía
- Deporte
- Investigación

Soluciones software compatibles

- NedLumbar/IBV
- NedRodilla/IBV
- NedSVE/IBV
- eValanz
- NedAMHplus/IBV
- Kinemov/IBV
- Kinescan/IBV

Análisis dinámico

Plataforma dinamométrica

Hace posible la medición de la magnitud y dirección de las fuerzas externas que actúan sobre la pierna durante las diferentes fases de la marcha.

Estudia las fuerzas que produce el movimiento



Sistema de fotogrametría

HARDWARE

Registran el movimiento de los marcadores reflectantes a lo largo del tiempo, permitiendo el **cálculo cinemático de los segmentos corporales** del cuerpo humano.



Resultados en 3D



Procesado en tiempo real



Número de cámaras ampliable



Compatible con múltiples soluciones

Principales aplicaciones

- Control evolutivo de patologías
- Valoración Funcional
- Bioingeniería
- Ergonomía
- Deporte
- Investigación

Soluciones software compatibles

- NedCervical/IBV
- NedHombro/IBV
- NedCodo/IBV
- NedLumbar/IBV
- NedRodilla/IBV
- NedAMHplus/IBV
- Kinemov/IBV
- Kinescan/IBV

Análisis cinemático

Sistema de fotogrametría

Hace posible la medición de la velocidad, aceleración, posición en el espacio.

Estudia las características del movimiento



Electromiografía de superficie

Captura del grado de activación muscular de los sujetos cuando realizan una actividad física



Resultados en tiempo real



Dispositivo ligero y portable



Compatible con múltiples soluciones

HARDWARE

Principales aplicaciones

- Valoración de la Marcha
- Valoración Lumbar
- Análisis de gestos deportivos
- Análisis ergonómicos
- Análisis de dispositivos biomédicos
- Otros análisis para investigación

Soluciones software compatibles

- NedAMHplus/IBV
- Kinemov/IBV
- NedLumbar/IBV

Sistema de electromiografía de superficie

Hace posible el análisis de la actividad muscular en diferentes grupos musculares.

Estudia la actividad de determinados grupos musculares en actividades dinámicas



Software



NedAMHplus/IBV

Software para la **valoración funcional de la marcha** a partir de datos obtenidos mediante fotogrametría 3D, plataformas de fuerzas y EMG

SOFTWARE



Base de datos
específica



Interpretación
sencilla



Informes
automáticos



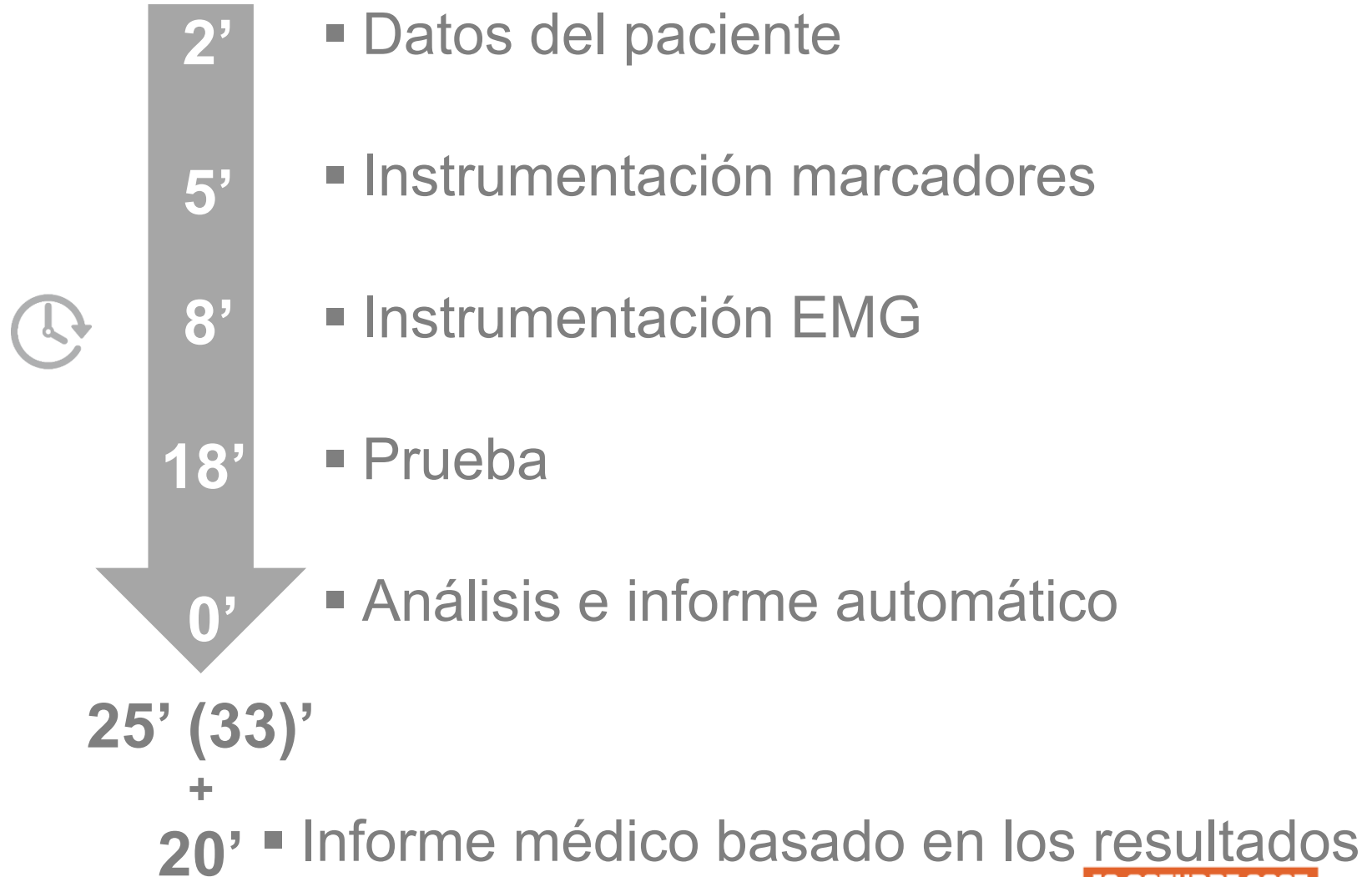
Regulación de
Producto Sanitario



+50 años de
experiencia

Valora objetiva y cuantitativamente la marcha, permitiendo evaluar la repercusión del trastorno, orientar sobre el tipo de tratamiento a instaurar y evaluar su eficacia.

Procedimiento de Valoración



Instrumentación marcadores

Modelo PIG simplificado

Preciso

Número reducido de marcadores (10)

Instrumentación sencilla

Rápido (5')

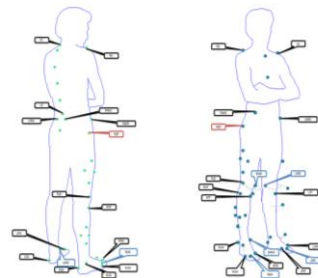
Escalable

15' – 30'



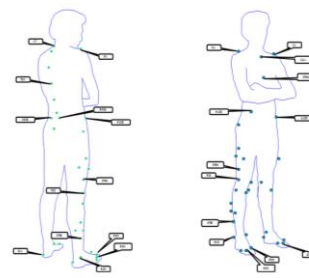
CAST

32 marcadores



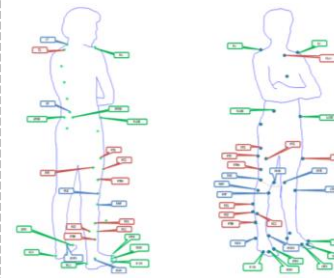
T3Dg

31 marcadores



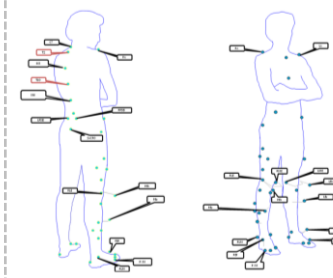
PIG

43 marcadores



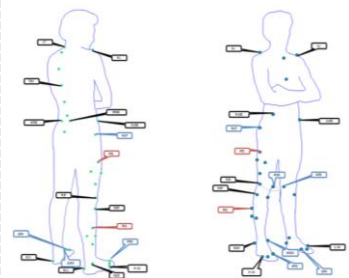
SAFLO

25 marcadores



LAMB

38 marcadores



Cappozzo, et al., 1997; Davis et al., 1991; Villarroya et al., 2008; Leardini et al., 2007; Südhoff, 2007





INSTITUTO DE
BIOMECANICA
DE VALENCIA



**DESCARGAR
WEBINAR**

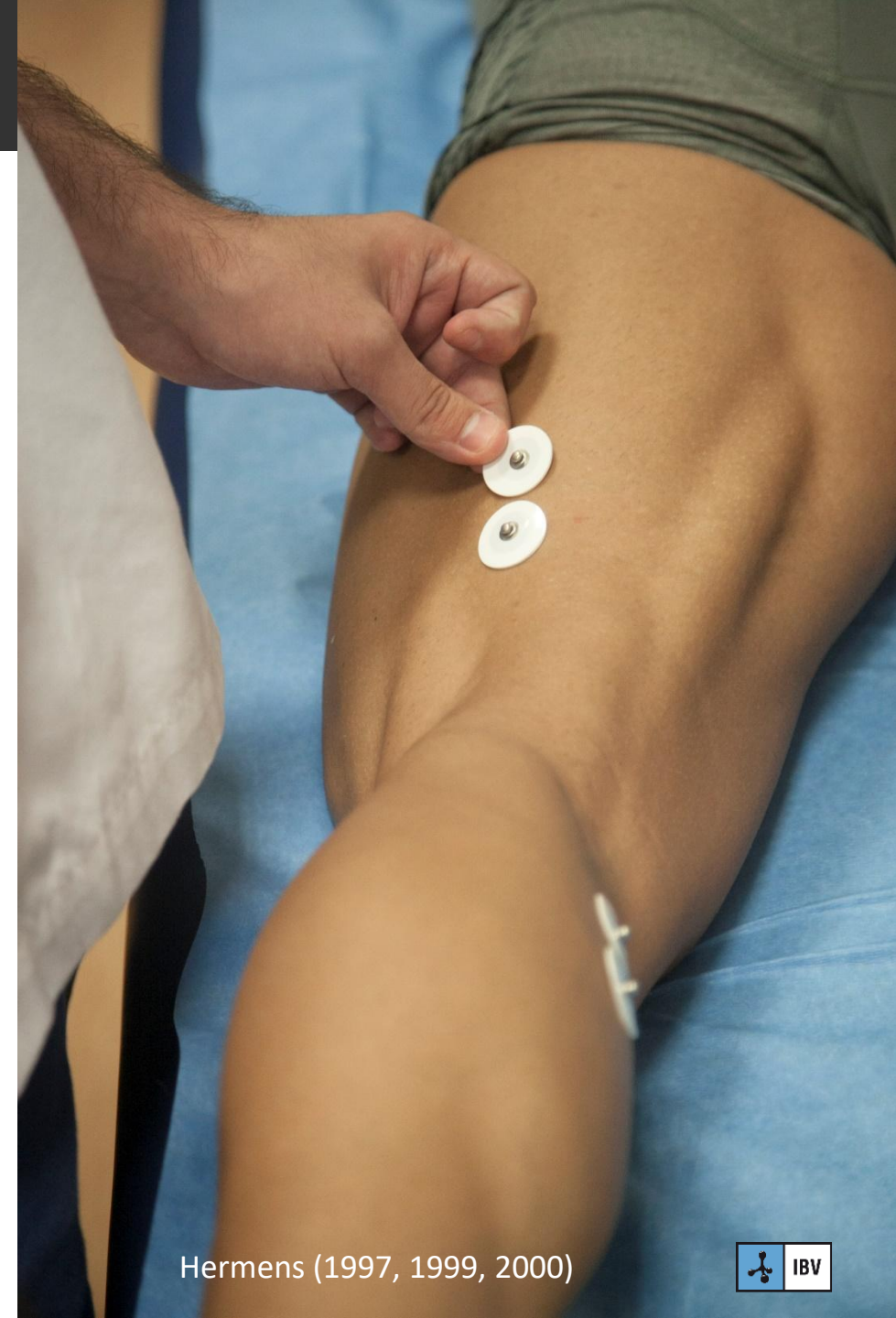


IBV

INSTITUTO DE
BIOMECANICA
DE VALENCIA

Instrumentación EMG

- Instrumentación propuesta (no obligatoria) acorde a SENIAM
 - Principales responsables del mecanismo de la marcha
 - Principales músculos afectados por patologías neuromusculares
- Músculos instrumentados son: Tibial anterior, Gemelo interno, Recto femoral, Semimembranoso
- 8' de instrumentación



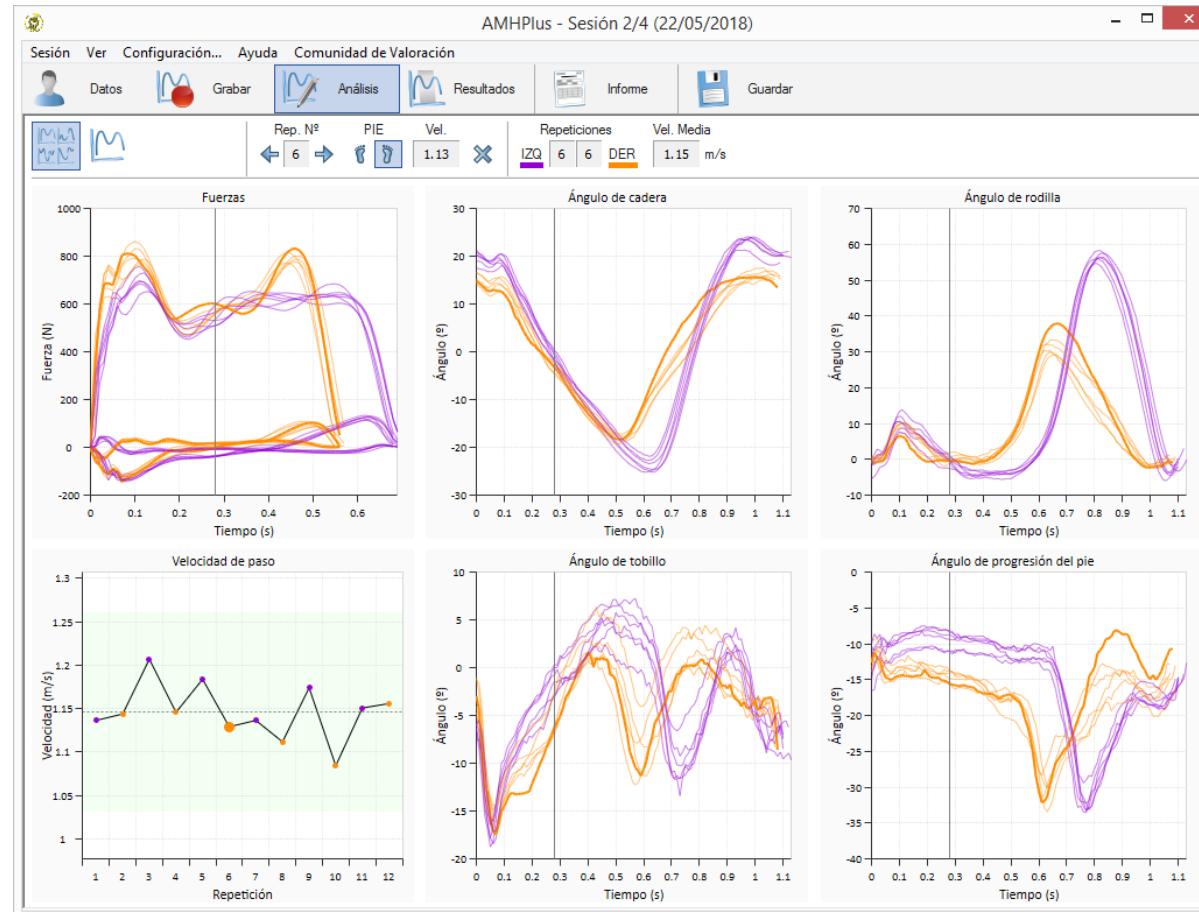
Hermens (1997, 1999, 2000)



**DESCARGAR
WEBINAR**

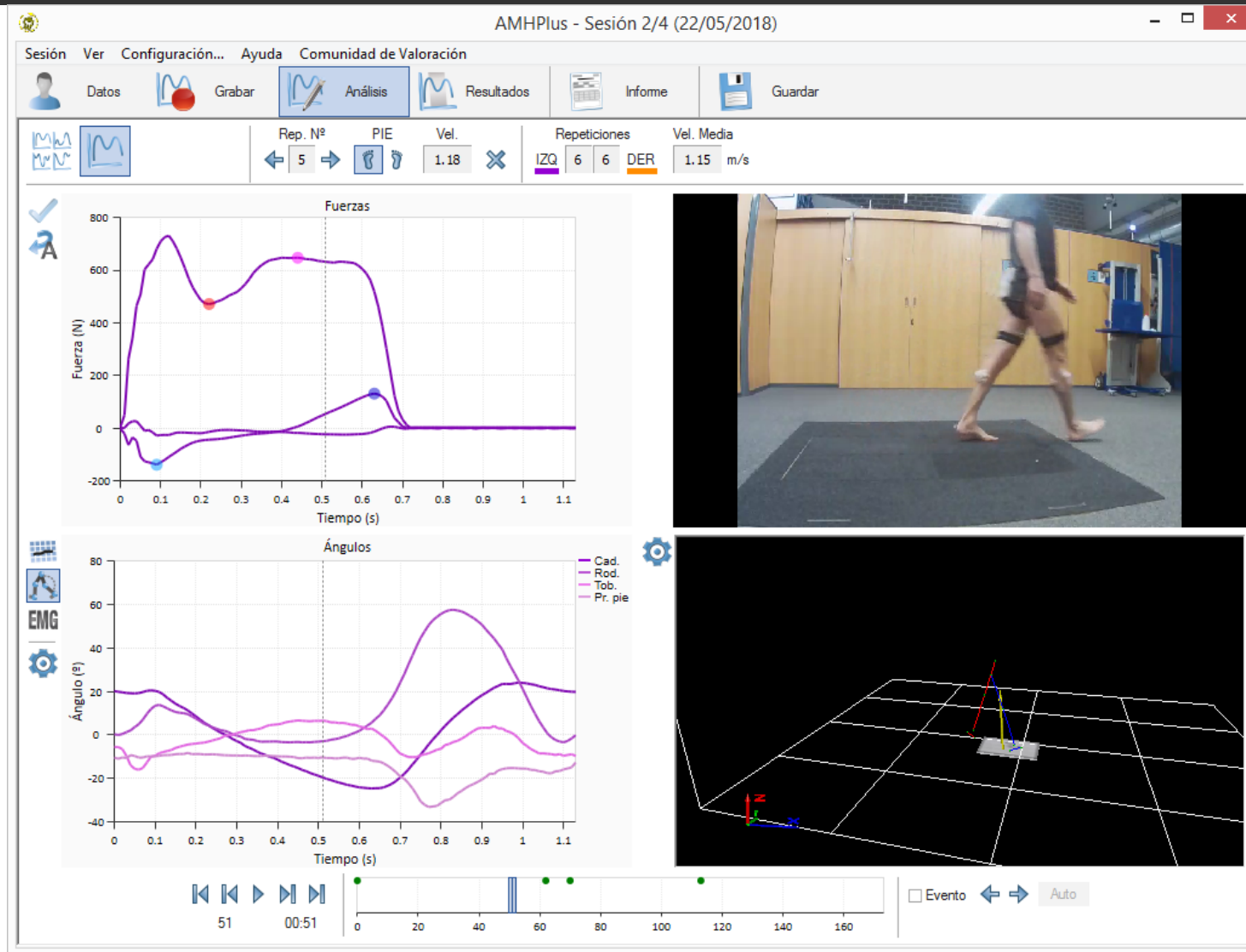


Análisis fzas y mov. del conjunto de registros



Análisis de cada repetición

Fuerzas

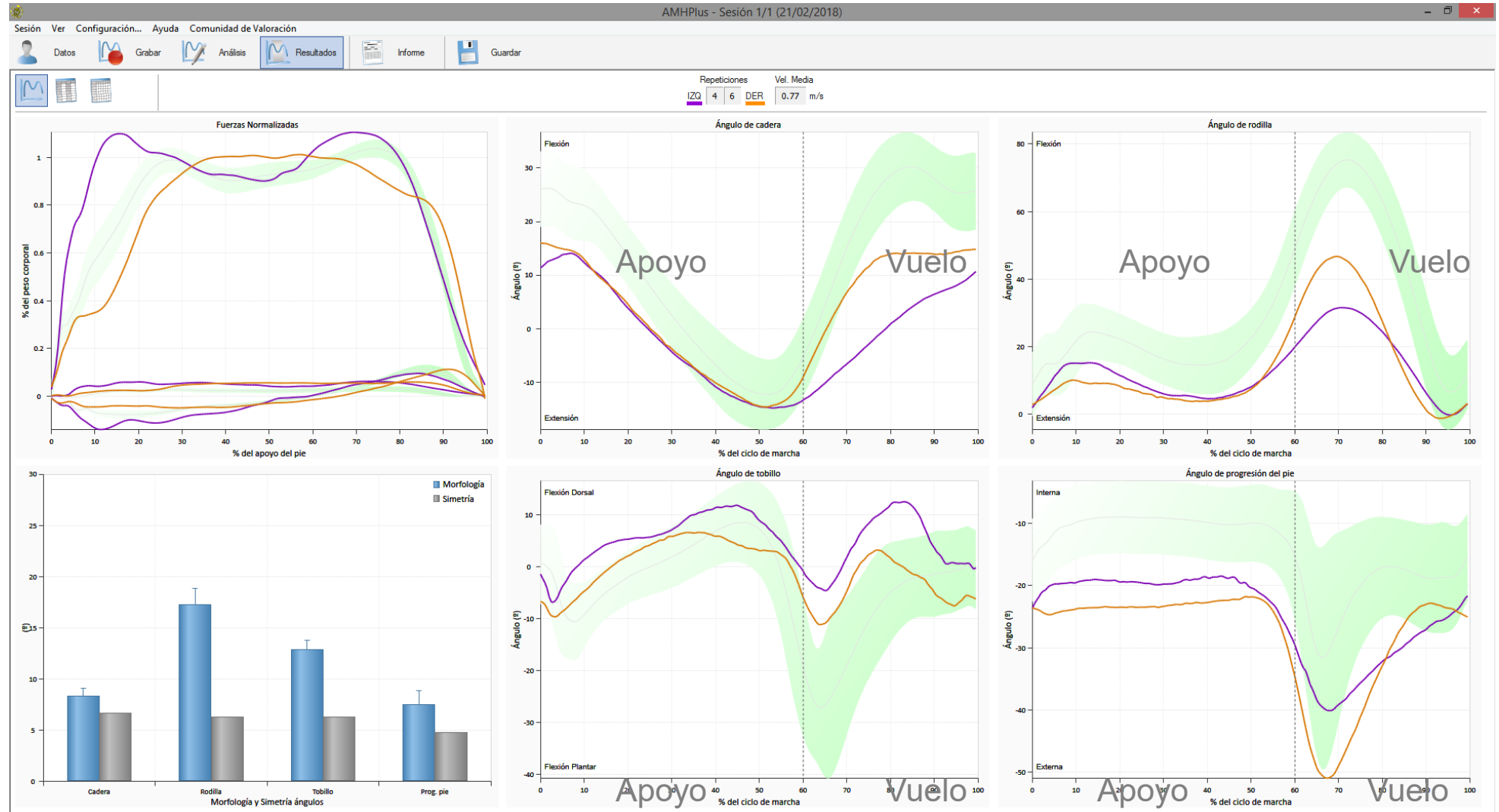


Cámara de documentación

Proyección del pie
Movimientos
EMG
...

Modelo alámbrico

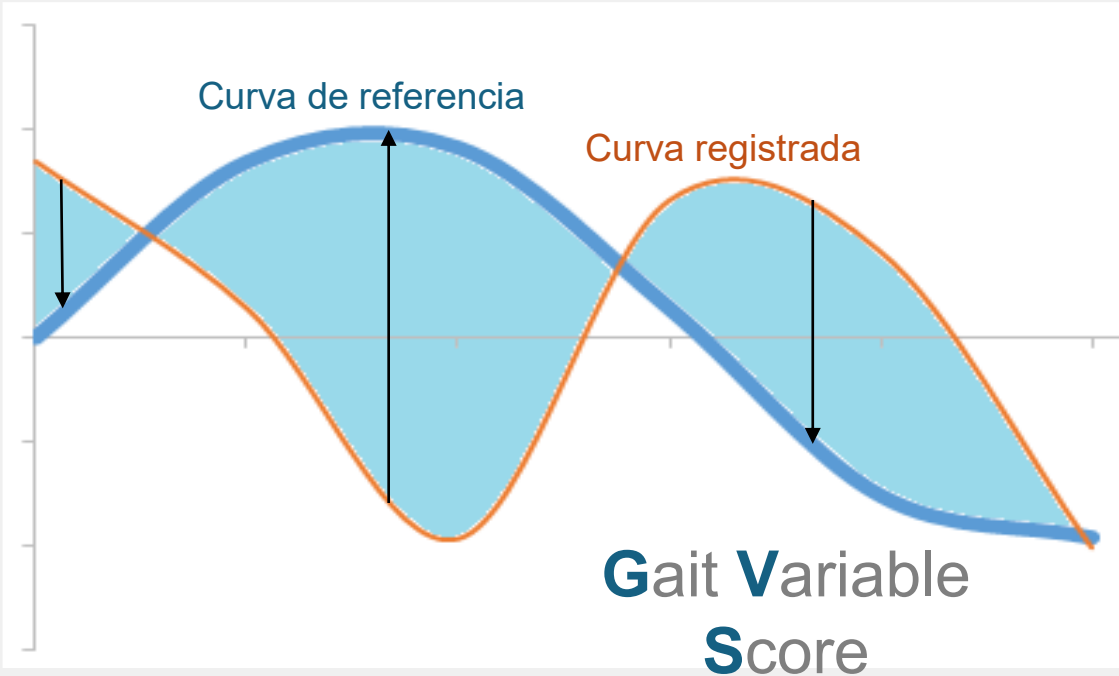
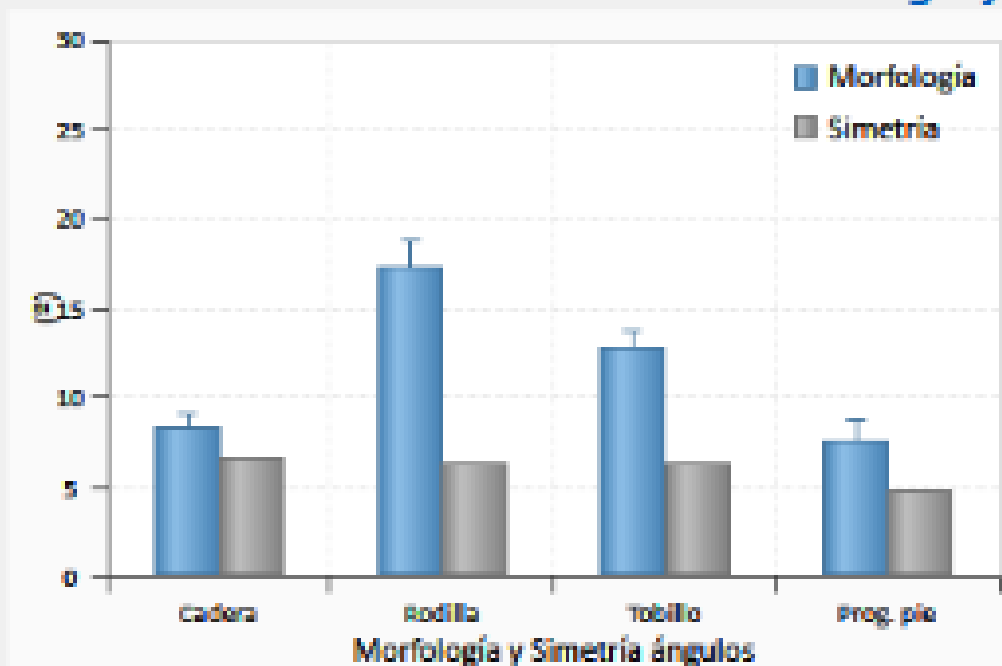
Resultados fzas. y mov. comparados con BBDD



Índices
basados en
resultados
cinemáticos

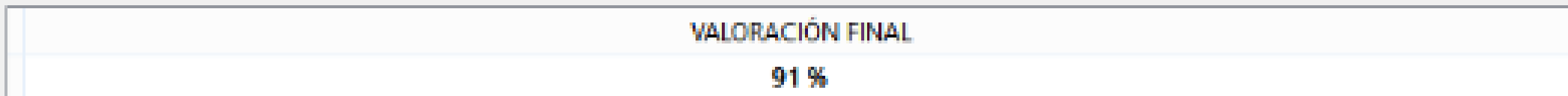
Resultados Morfología, Simetría y Valoración cinemática

Morfología y Simetría ángulos

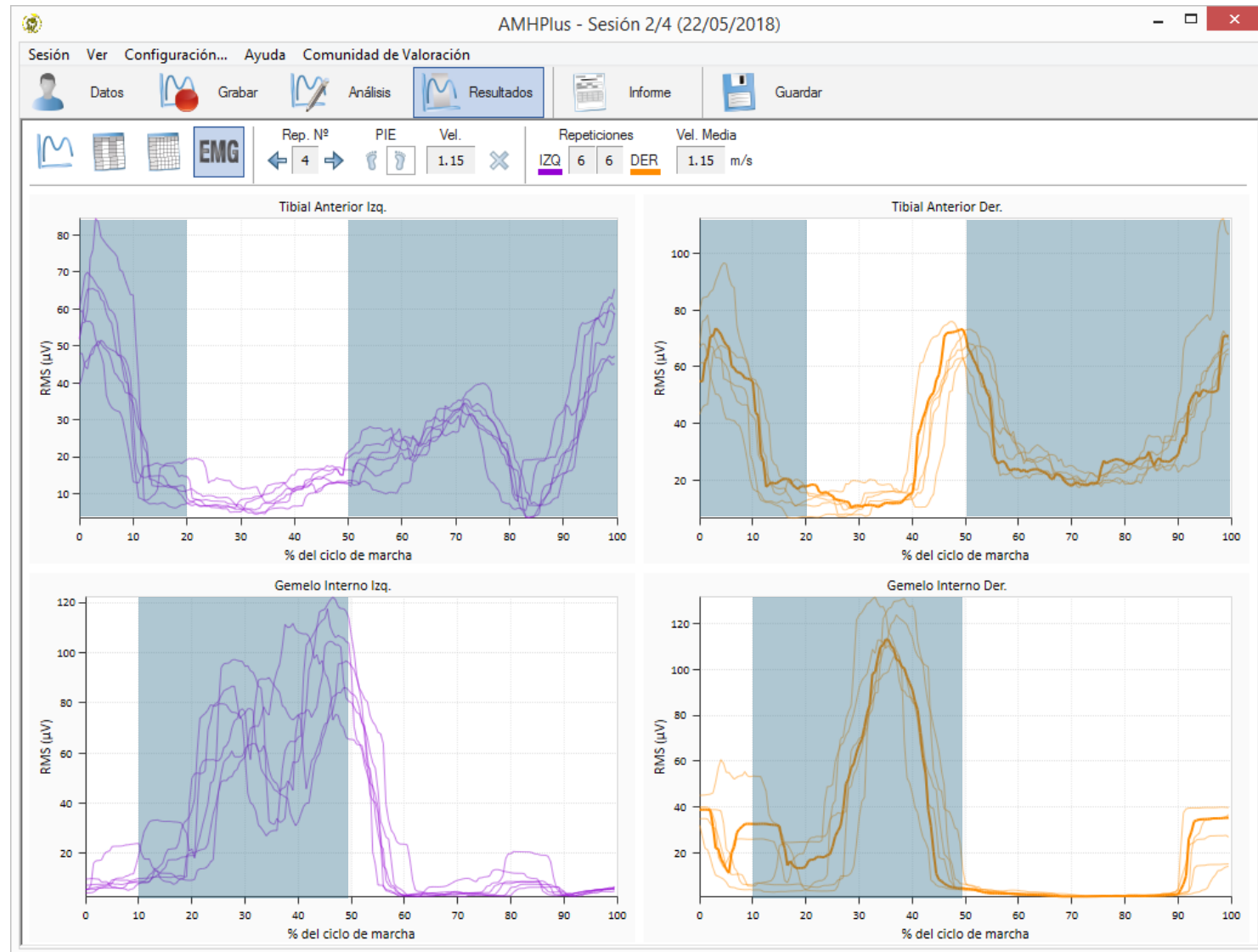


Baker (2009); Pau (2014)

Valoración cinemática de la marcha



Resultados EMG



Resultados parámetros espacio-temporales, rangos e índices

AMHPlus - Sesión 2/4 (22/05/2018)

Sesión Ver Configuración... Ayuda Comunidad de Valoración

Datos Grabar Análisis Resultados Informe Guardar

Repeticiones Vel. Media

IZQ. 6 6 DER. 1.15 m/s

PARÁMETROS (NUM)	IZQ. (6)	DER. (6)
Velocidad de Marcha (m/s)	1.16	1.13
Tiempo de Apoyo (s)	0.70	0.57
Fuerza de Frenado	0.20	0.19
Fuerza de Propulsión	0.18	0.14
Fuerza de Despegue	0.96	1.18
Fuerza de Oscilación	0.72	0.74

PARÁMETROS (%)	IZQ. (6)	DER. (6)	GLOBAL	REPETIB.	SIMETRÍA
Velocidad de Marcha			101	100	-3
Diferencia Tiempo de Apoyo			0	100	-20
Fuerza de Frenado	104	101	100	100	-5
Fuerza de Propulsión	100	100	100	100	-25
Fuerza de Despegue	71	104	85	100	21
Fuerza de Oscilación	105	101	100	75	3
Morfología Fx Antero-Posterior	95	88	91	99	-8
Morfología Fy Medio-Lateral	84	97	91	100	15
Morfología Fz Vertical	75	77	76	97	3
VALORACIÓN FINAL	89	93	82	97	

POSTURA NEUTRA	IZQ. (6)	DER. (6)
Ángulo de cadera (°)	1	4
Ángulo de rodilla (°)	1	1
Ángulo de tobillo (°)	-1	-4
Ángulo de progresión del pie (°)	-17	-15

PARÁMETROS	IZQ. (6)	DER. (6)	SIMETRÍA
Velocidad (m/s)	1.16	1.13	-3
Velocidad (%altura)	68.5	66.4	-3
Cadencia (pasos/min)	108.5	111.5	3
Longitud de paso (m)	0.63	0.61	-3
Longitud de zancada (m)	1.28	1.24	-3
Longitud de zancada (%altura)	75.5	73.0	-3
Anchura de paso (m)	0.10	0.10	0
Tiempo de zancada (s)	1.11	1.08	-3
Tiempo de apoyo (s)	0.70	0.57	-20
Tiempo de balanceo (s)	0.41	0.51	22
Fase de apoyo (%)	63.0	52.8	-18
Fase de balanceo (%)	37.0	47.2	24

RANGOS	IZQ. (6)			DER. (6)		
	Mín.	Máx.	Rango	Mín.	Máx.	Rango
Cadera	-23.8	23.5	47.3	-18.3	16.5	34.7
Rodilla	-4.8	56.6	61.5	-2.2	32.2	34.4
Tobillo	-17.4	5.3	22.7	-16.2	3.0	19.2
Progresión del pie	-32.5	-8.7	23.8	-30.9	-10.5	20.4

ÍNDICES	IZQ. (6)	DER. (6)
GVS cadera	8.9	9.6
GVS rodilla	9.7	16.8
GVS tobillo	20.0	22.6
GVS progresión pie	16.7	16.4
GPS	14.6	17.0

Resultado de funcionalidad global

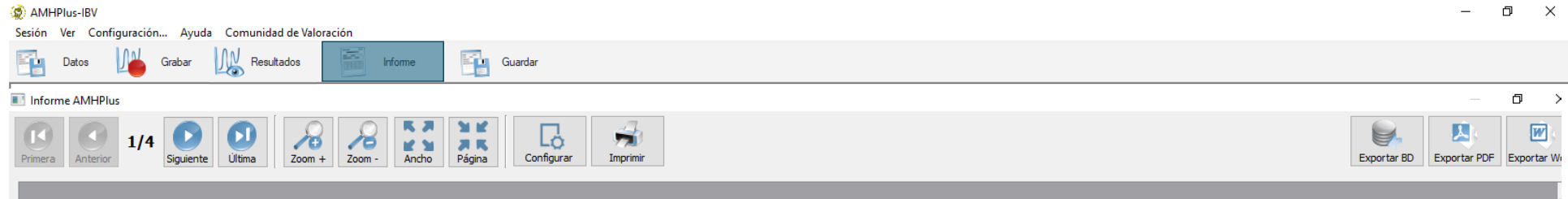
Valoración Final

Valoración Global Cinemática
93 %

Valoración Global Dinámica
92 %

Repetibilidad
100 %

Informe automático (word y pdf)



AMHPLUS

Datos del paciente

Nombre: _____ Sexo: ☐ Hombre ☐ Mujer Edad: 28 años Peso: 63.3 Kg Estatura: 170 cm

Observaciones: _____

Solicitante: _____ Entidad: _____ Fecha Solicitud: _____

Valorador: _____ Fecha Valoración: _____

Antecedentes y exploración física: _____

Datos de la prueba

Calzado: NO Repeticiones: 8 Izq. 7 Der.

Cinética: SI Cinemática: SI EMG: NO

Indicadores de valoración

Valoración cinemática Gait Profile Score		Valoración cinética	
Izquierda	Derecha	Valoración	Repetibilidad
12.2 ± 0.5	11.7 ± 0.5	97 %	97 %

Informe Final

Nombre y Firma: _____

Notas: La descripción del método de valoración y resultados que proporciona la prueba se presenta en el anexo.

Pág. 1/4



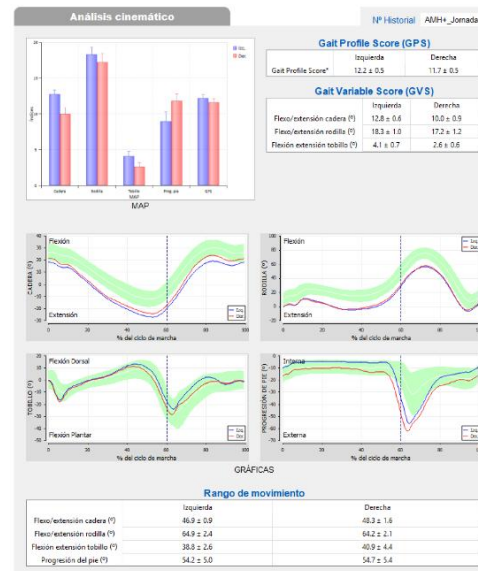
AMHPLUS

Parámetros				Nº Historial	AMH+ Jornada
Parámetros temporales					
Tiempo de zancada (s)	Izquierda: 1.05 ± 0.00	Derecha: 1.07 ± 0.00	Simetría: 2 %		
Tiempo de apoyo (s)	0.64 ± 0.00	0.64 ± 0.00	0 %		
Tiempo de balanceo (s)	0.41 ± 0.00	0.44 ± 0.00	5 %		
Fase de apoyo (%)	60.5 ± 0.0	59.3 ± 0.0	-2 %		
Fase de balanceo (%)	39.5 ± 0.0	40.7 ± 0.0	3 %		
Velocidad (m/s)	1.26 ± 0.00	1.37 ± 0.00	1 %		
Velocidad (%) Altura (s)	80.1 ± 0.0	80.5 ± 0.0	0 %		
Cadencia (pasos/minuto)	114.2 ± 0.0	111.7 ± 0.0	-2 %		
Parámetros espaciales					
Longitud de zancada (m)	Izquierda: 1.41 ± 0.00	Derecha: 1.43 ± 0.00	Simetría: 1 %		
Longitud de zancada (% altura)	23.0 ± 0.0	24.0 ± 0.0	1 %		
Longitud de paso (m)	0.71 ± 0.00	0.70 ± 0.00	-1 %		
Anchura de paso (m)	0.09 ± 0.00	0.10 ± 0.00	29 %		
Postura neutra (plano sagital)					
Flexión/extension cadera (°)	Izquierda: 19	Derecha: 17			
Flexión/extension rodilla (°)	6	5			
Flexión/extension tobillo (°)	3	4			
Progresión del pie (°)	-8	-12			

Pág. 3/4



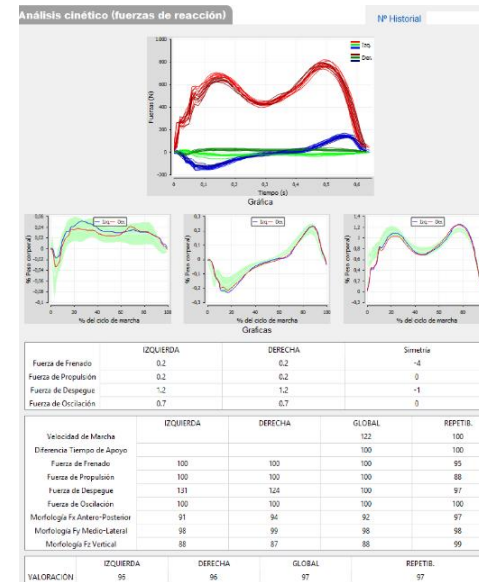
AMHPLUS



Pág. 3/4



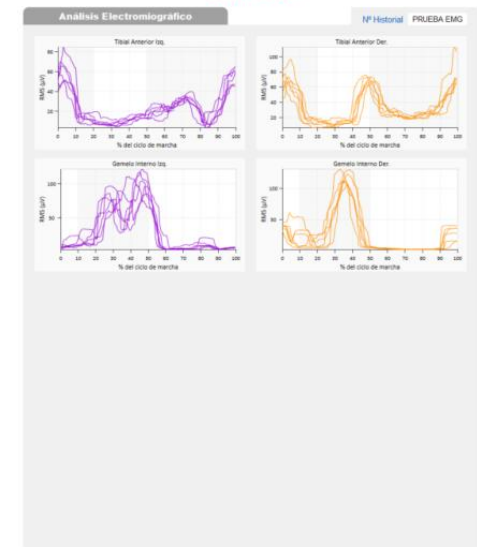
AMHPLUS



Pág. 4/4



AMHPLUS



Pág. 5/5

Evaluación de la validez de NedAMHPlus/IBV

Los resultados de NedAMHPlus/IBV son equivalentes a los publicados por otros autores



Velocidad de marcha

Ralston (1958)
Menz(2004)



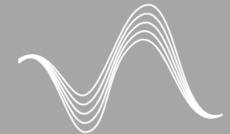
Longitud de
zancada
Longitud de paso

Polio (1998)
Murray (1964)
Meldrum (2014)



Tiempo de
apoyo
Cadencia

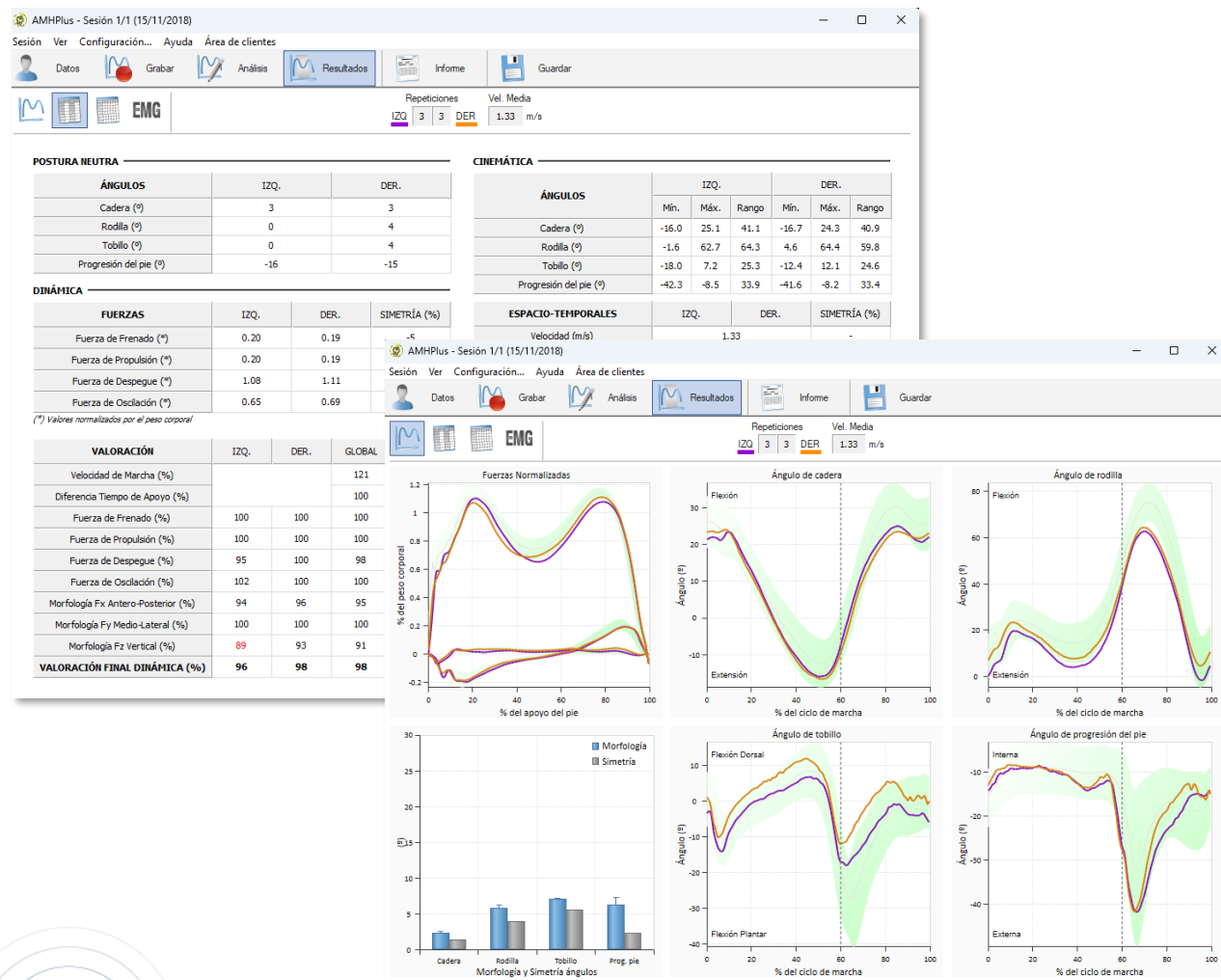
Cámara, 2011



Curvas
cinemáticas
Curvas de
fuerzas

Smidt (1990)
Durward (1999)
Cifuentes (2015)
Sanz (2006)
Dura (2010)
Remy (2010)
Evaluación - FERROL

Aplicaciones clínicas



Prescripción de ortesis

Infiltración toxina

Evaluación déficits

Evaluación postquirúrgica

...

Neurológico

Musculoesquelético

Cuantificar el estado funcional físico de los pacientes

Monitorización del paciente

Orientación del tratamiento

Evaluación pre/post intervención



Caso clínico. Datos iniciales

Mujer de 32 años

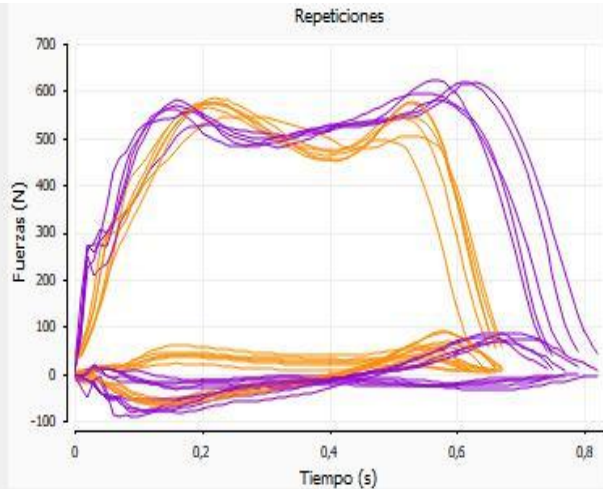
Monitora de windsurf y yoga

Motivo de consulta: Tras **rotura fibrilar** traumática del CUÁDRICEPS derecho por contusión con tabla de windsurf desarrolla un **síndrome de dolor regional complejo** que le limita es sus actividades

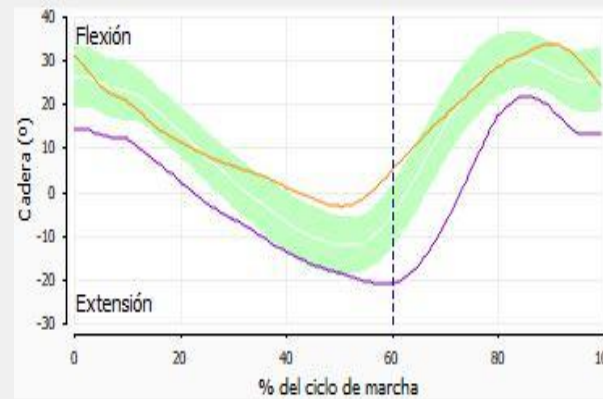
Exploración física:

- Atrofia cuádriceps derecho de 2 cm con respecto al izquierdo.
- Dolor a la presión de hueso poplíteo
- Déficit de extensión rodilla derecha (-30°)
- Fuerza cuádriceps +4D/5I. Fuerza tobillo normal.
- Marcha. Inicia apoyo con antepie derecho. Habitualmente usa muleta
- No es capaz de subir escaleras sin apoyo.
- No dolor en el momento de la valoración.

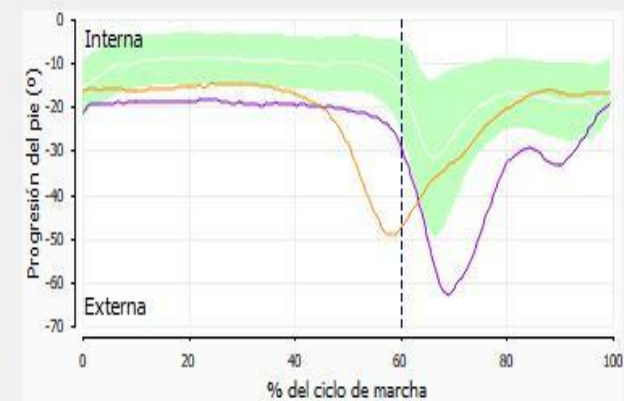
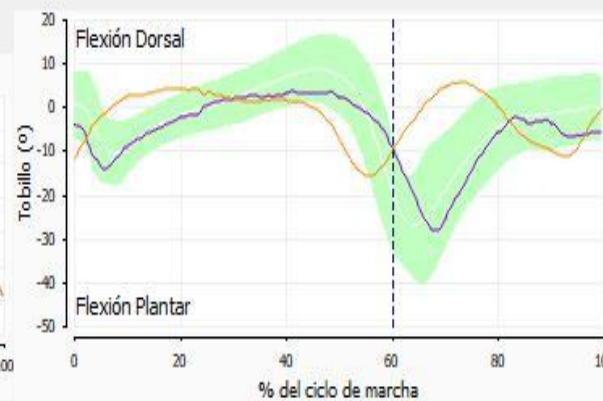
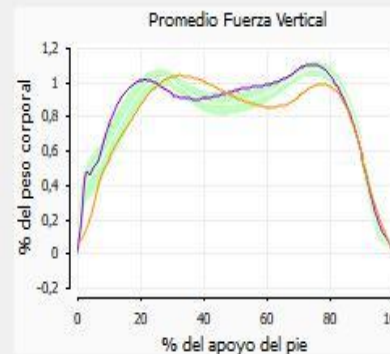
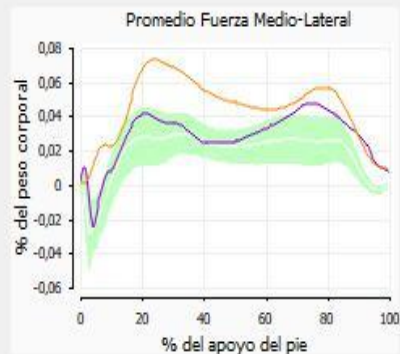
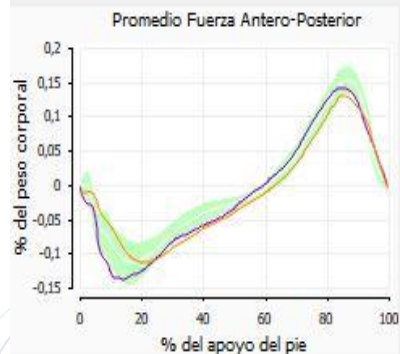
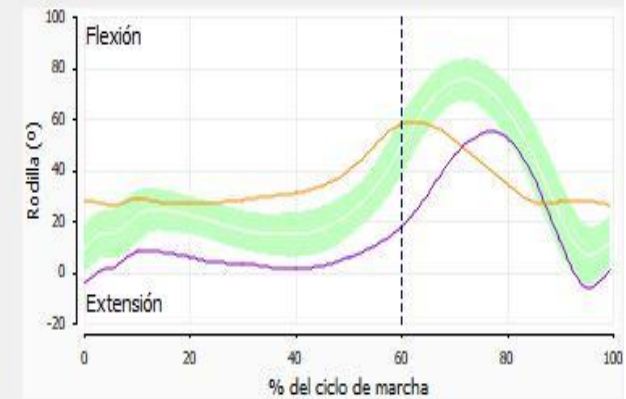
Revisión general. ¿identificamos el lado lesionado?



Izquierda Derecha



Izquierda Derecha



Revisión general. ¿El patrón es repetible?

REPETIB.

100

100

100

60

70

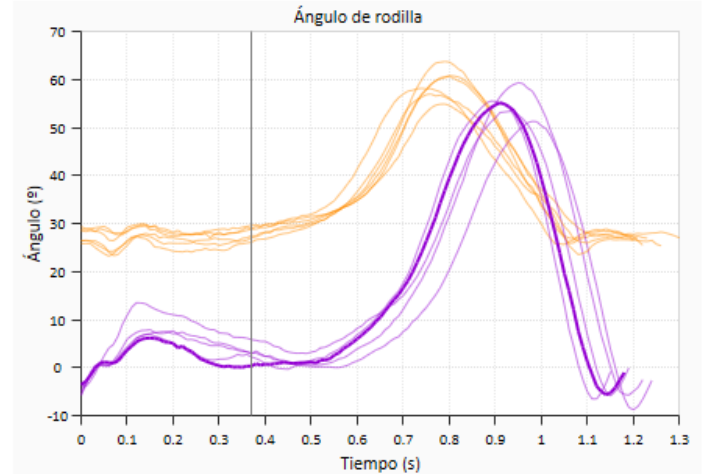
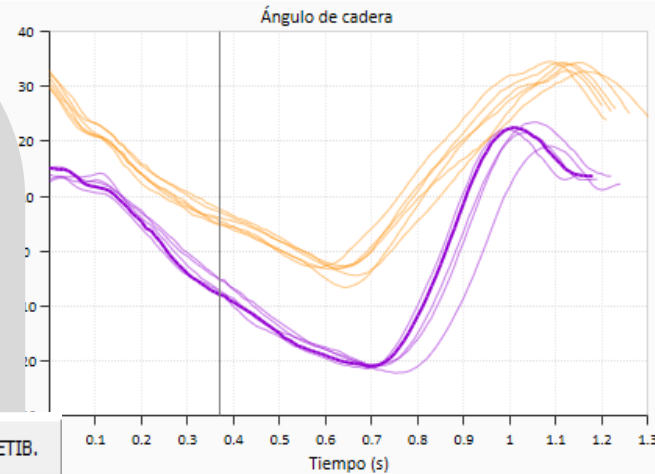
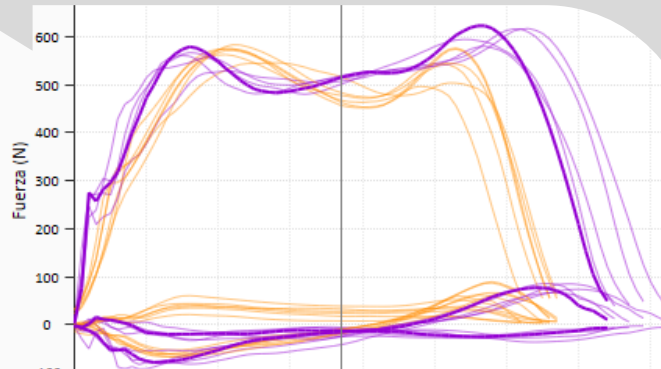
100

98

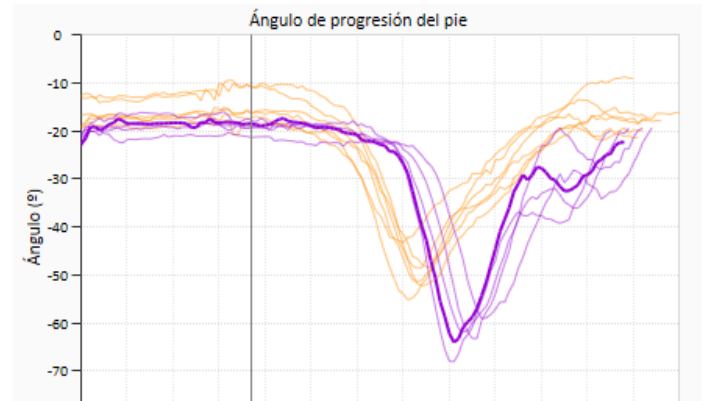
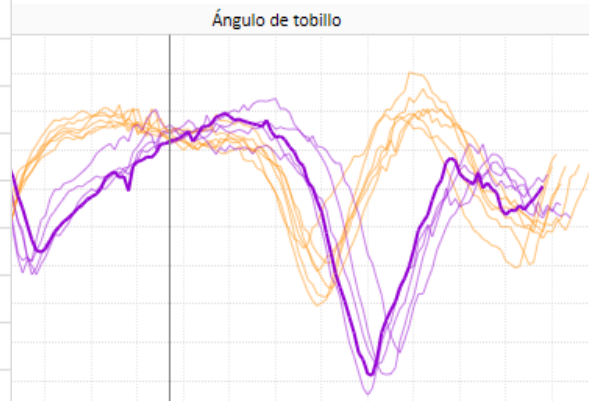
78

100

91



VALORACIÓN	IZQ.	DER.	GLOBAL	REPETIB.
Velocidad de Marcha (%)			100	100
Diferencia Tiempo de Apoyo (%)			0	100
Fuerza de Frenado (%)	100	100	100	100
Fuerza de Propulsión (%)	100	99	100	60
Fuerza de Despegue (%)	100	83	91	70
Fuerza de Oscilación (%)	100	100	100	100
Morfología Fx Antero-Posterior (%)	95	91	93	98
Morfología Fy Medio-Lateral (%)	87	49	68	78
Morfología Fz Vertical (%)	95	78	86	100
VALORACIÓN FINAL DINÁMICA (%)	97	88	83	91

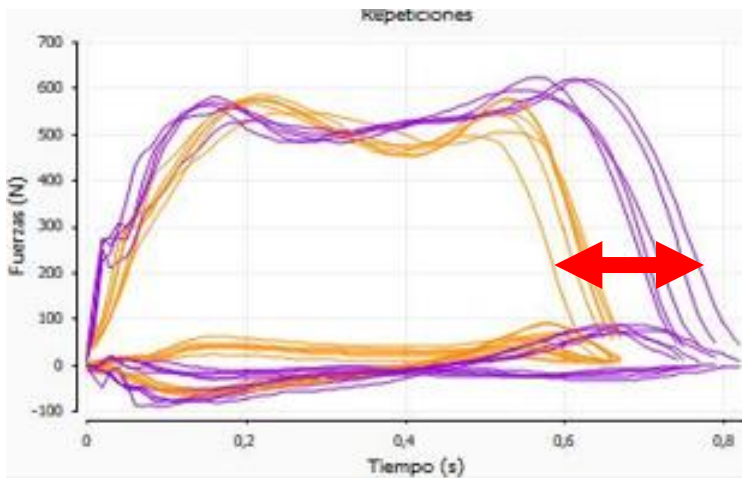


SOGARMEF

#SOGARMEF25

10 OCTUBRE 2025
A FUNDACIÓN - FERROL

Revisión general. ¿Hay diferencia en el tiempo de apoyo?



Parámetros temporales			
	Izquierda	Derecha	Simetría (%)
Tiempo de zancada (s)	1.22		-
Tiempo de apoyo (s)	0.78	0.67	-15
Tiempo de balanceo (s)	0.41	0.57	33
Fase de apoyo (%)	65.5	53.8	-20
Fase de balanceo (%)	34.5	46.2	29
Velocidad (m/s)	1.00		-
Velocidad (% altura/s)	59.1		-
Cadencia (pasos/minuto)	98.6		-

Simetría

-
15%

Resultados promedio de los parámetros espacio-temporales

VALORACIÓN	Izquierda	Derecha	Global	Repetibilidad
Velocidad de Marcha (%)			100	100
Diferencia Tiempo de Apoyo (%)			0	
Fuerza de Frenado (%)	100	100	100	100
Fuerza de Propulsión (%)	100	99	100	60
Fuerza de Despegue (%)	100	83	91	70
Fuerza de Oscilación (%)	100	100	100	100
Morfología Fx Antero-Posterior (%)	95	91	93	98
Morfología Fy Medio-Lateral (%)	87	49	68	78
Morfología Fz Vertical (%)	95	78	86	100

Normalidad

0%

Resultado en porcentaje de normalidad del promedio de parámetros en la marcha dinámica. Valores superiores al 90% se consideran normales funcionalmente

Revisión general. ¿Cómo es la velocidad de la marcha?

Parámetros temporales

	Izquierda	Derecha	Simetría (%)
Tiempo de zancada (s)	1.22		-
Tiempo de apoyo (s)	0.78	0.67	-15
Tiempo de balanceo (s)	0.41	0.57	33
Fase de apoyo (%)	65.5	53.8	-20
Fase de balanceo (%)	34.5	46.2	29
Velocidad (m/s)	1.00		-
Velocidad (% altura/s)	59.1		-
Cadencia (pasos/minuto)	98.6		-

Velocidad promedio

1m/
s

VALORACIÓN	Izquierda	Derecha	Global	Repetibilidad
Velocidad de Marcha (%)			100	100
Diferencia Tiempo de Apoyo (%)			0	100
Fuerza de Frenado (%)	100	100	100	100
Fuerza de Propulsión (%)	100	99	100	60
Fuerza de Despegue (%)	100	83	91	70
Fuerza de Oscilación (%)	100	100	100	100
Morfología Fx Antero-Posterior (%)	95	91	93	98
Morfología Fy Medio-Lateral (%)	87	49	68	78
Morfología Fz Vertical (%)	95	78	86	100

Normalidad

100%

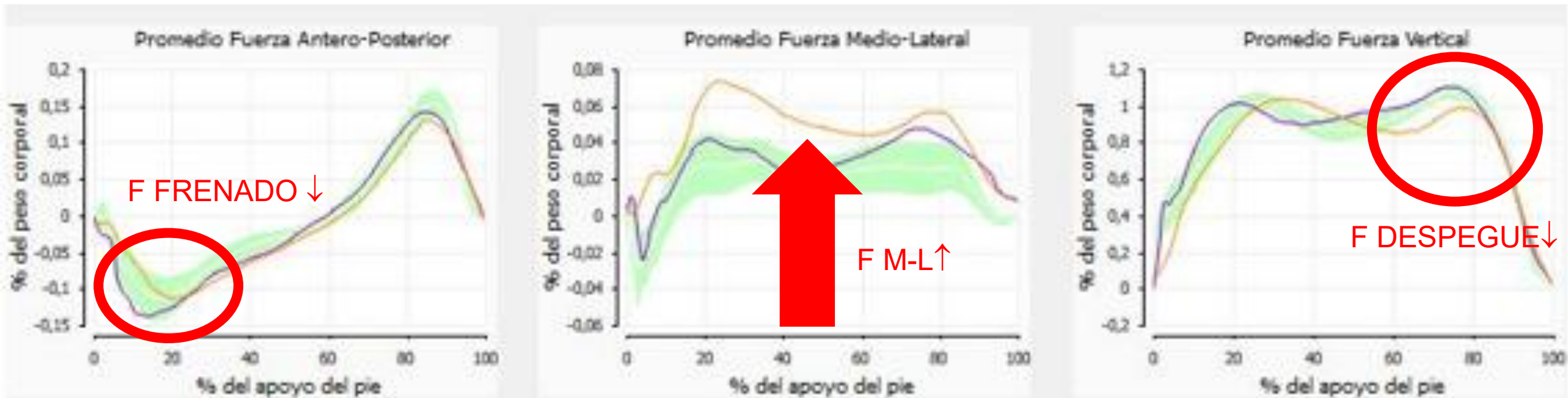
Revisión general. Primeros hallazgos

*La paciente realiza la marcha a una velocidad adecuada para su edad y género, con un patrón de apoyo en general repetible y con una **diferencia en el tiempo de apoyo significativa**, siendo menor el tiempo de apoyo en el lado lesionado y por tanto presentando una marcha claudicante.*

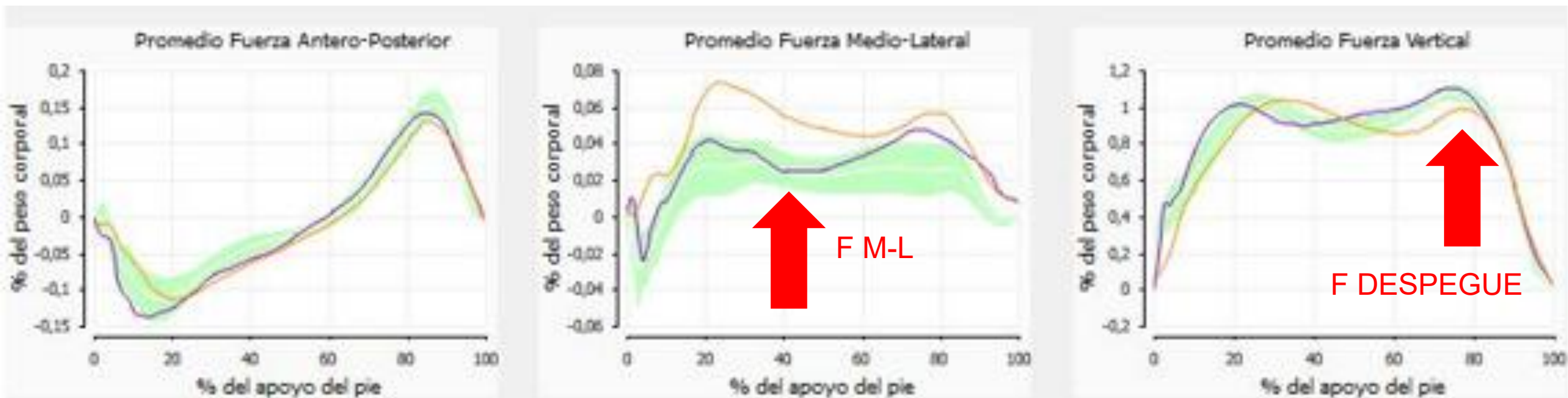
Evaluación dinámica. ¿Existen asimetrías?

FUERZAS	Izquierda	Derecha	Simetría (%)
Fuerza de Frenado (*)	0.14	0.11	-24
Fuerza de Propulsión (*)	0.14	0.13	-7
Fuerza de Despegue (*)	1.11	0.99	-11
Fuerza de Oscilación (*)	0.89	0.85	-5

(*) valores normalizados por el peso corporal



Evaluación dinámica. ¿El patrón de fuerzas es normal?



VALORACIÓN	Izquierda	Derecha	Global	Repetibilidad
Velocidad de Marcha (%)			100	100
Diferencia Tiempo de Apoyo (%)			0	100
Fuerza de Frenado (%)	100	100	100	100
Fuerza de Propulsión (%)	100	99	100	60
Fuerza de Despegue (%)	100	83	91	70
Fuerza de Oscilación (%)	100	100	100	100
Morfología Fx Antero-Posterior (%)	95	91	93	98
Morfología Fy Medio-Lateral (%)	87	49	68	78
Morfología Fz Vertical (%)	95	78	86	100

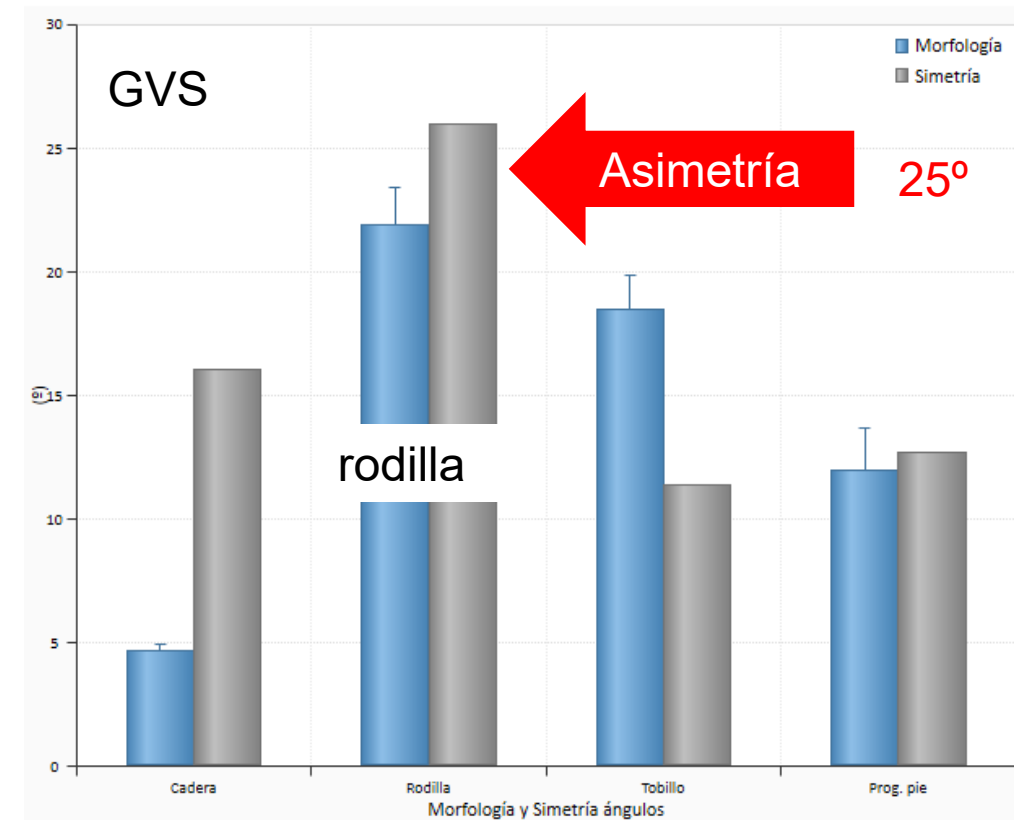
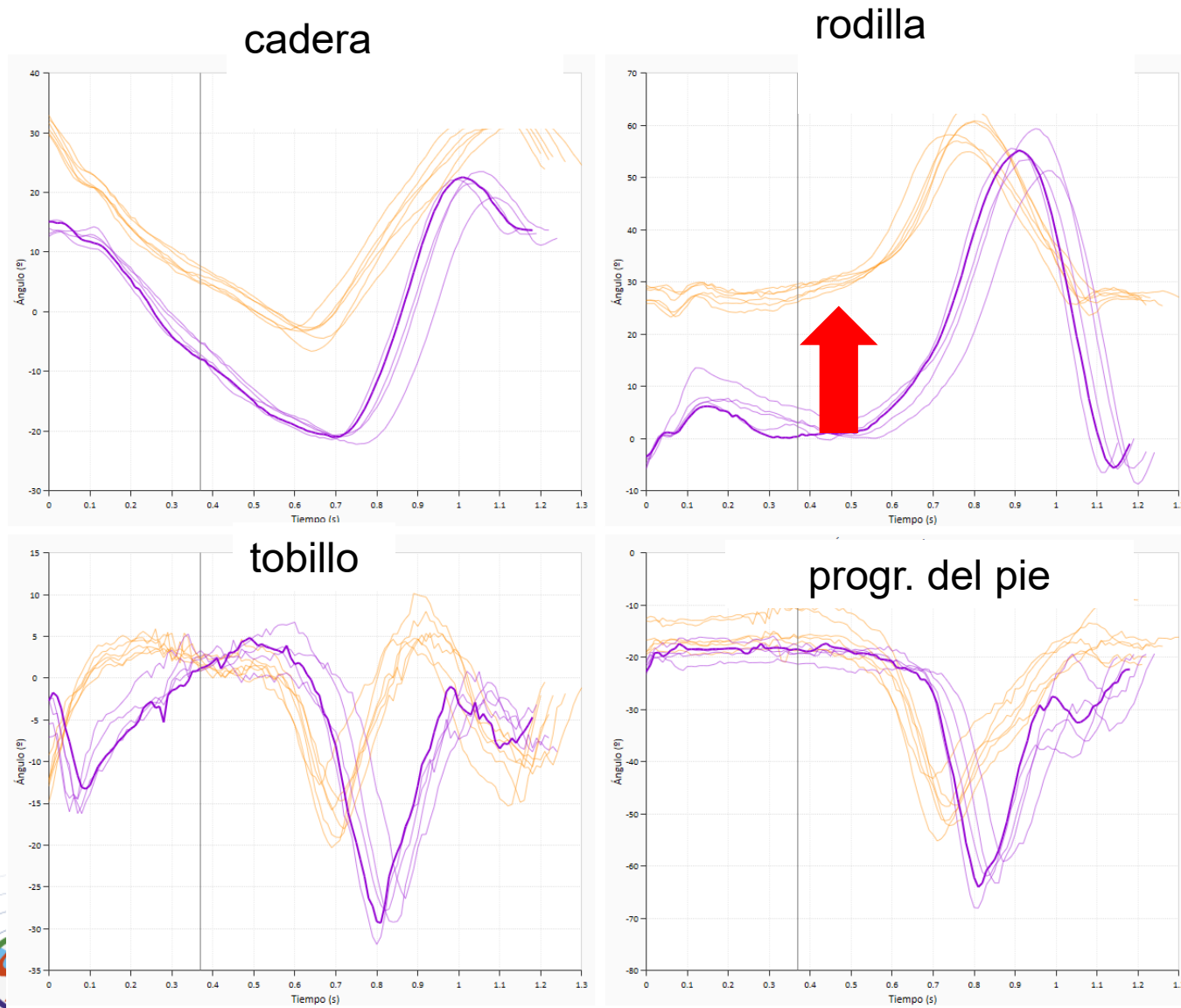
Evaluación dinámica. Resultados Global

Valoración dinámica de la marcha

Izquierda	Derecha	Global	Repetibilidad
97 %	88 %	83 %	91 %

*Capacidad funcional global de marcha **está levemente alterada** a nivel de fuerzas de apoyo y con una **deficiencia en el apoyo** del miembro inferior derecho.*

Evaluación cinemática. ¿El movimiento es simétrico?



Evaluación cinemática. Resultado global

Valoración cinemática de la marcha

VALORACIÓN FINAL

80 %

*Desde el punto de vista de análisis del movimiento el patrón de movilidad articular de miembros inferiores durante el ciclo de la marcha **está alterado** a expensas del flexo de rodilla y compensando con el tobillo.*

Resultado global.

La **contractura en flexión de rodilla** provoca una consecuente **limitación en la extensión** que afecta a todas las fases de la marcha.

Esta incapacidad para extender adecuadamente la rodilla en la fase media y final del apoyo **aumenta los requerimientos del cuádriceps**, que deberá suplir los defectos del correcto posicionamiento.

El grado de asimetría durante la marcha registrado, la diferencia existente en el tiempo de apoyo y las alteraciones evidentes en los registros cinemáticos de miembro inferior justifican la conclusión de alteración funcional de la marcha, a expensas de una valoración global dinámica del 83% y cinemática del 80% .

¡Gracias!

Susana.amoros@ibv.org

Gestora de innovación

IBV