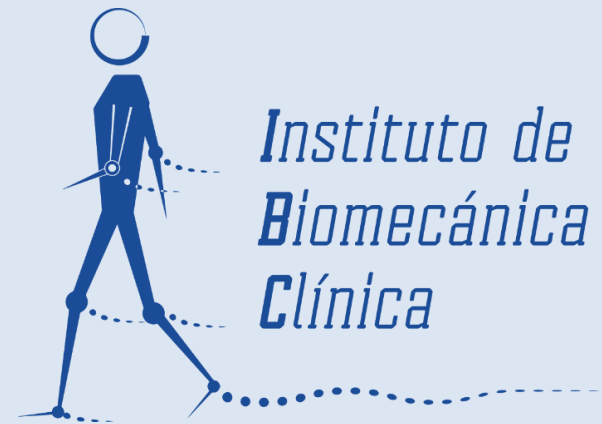




LA BIOMECÁNICA EN LA PREVENCIÓN Y EN LA VALORACIÓN DE LOS TME



José Luis Parreño Catalán



Los trastornos músculo-esqueléticos (TME) de origen laboral constituyen una de las principales causas de enfermedad relacionadas con el trabajo. **El 24% de los trabajadores afirma sufrir dolor de espalda y el 22,8% se queja de dolores musculares.** La repercusión de los problemas músculo-esqueléticos no sólo afecta a la calidad de vida de los trabajadores, sino que además suponen un importante coste social y económico. En Europa, **el coste anual de los TME es de un 1,6% del Producto Interior Bruto (PIB)**, según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo.

Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral:

En las personas que trabajan se observa con frecuencia dolor, molestias y pérdida de la funcionalidad en la espalda, el cuello y las extremidades. Estas dolencias reciben comúnmente la

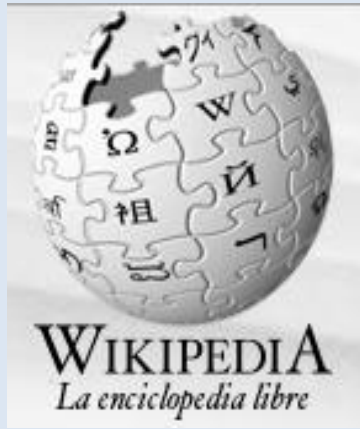
Hacerles frente exige la adopción de medidas en el lugar de trabajo. En primer lugar, existen medidas preventivas que pueden adoptarse. Pero además, en el caso de los trabajadores que ya presentan TME, el objetivo es mantener su empleabilidad, conseguir que sigan trabajando y, si procede, reintegrarlos a su lugar de trabajo.

pueden adoptarse. Pero además, en el caso de los trabajadores que ya presentan TME, el objetivo es mantener su empleabilidad, conseguir que sigan trabajando y, si procede, reintegrarlos a su lugar de trabajo.

(1) Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo, *Cuarta encuesta europea sobre las condiciones de trabajo*, 2007, en: <http://www.eurofound.europa.eu/ewco/surveys/EWCS2005/index.htm>

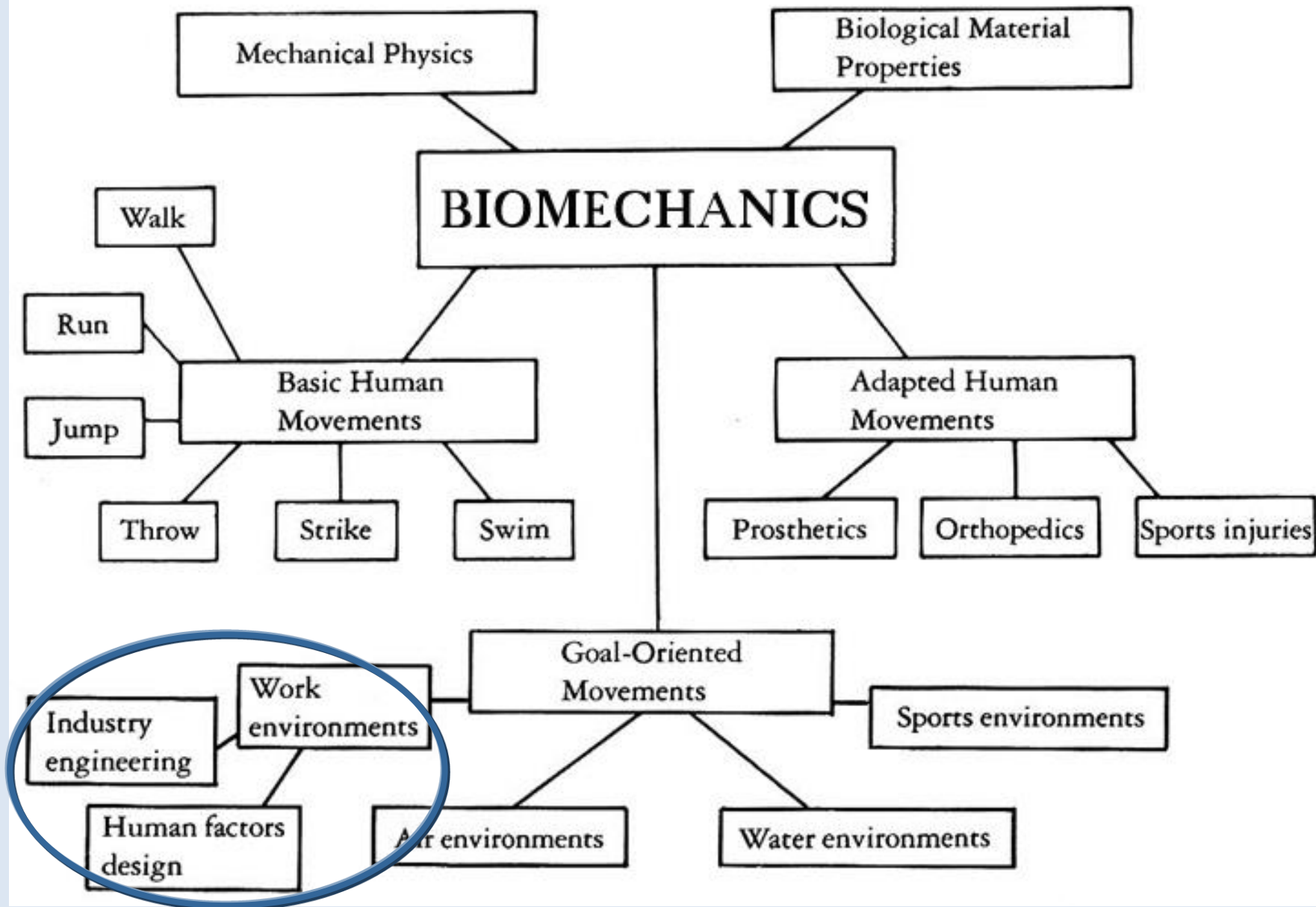
(2) Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, *Thematic report on MSDs*, 2008. En preparación.





La **biomecánica** es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. Esta área de conocimiento se apoya en diversas ciencias biomédicas, utilizando los conocimientos de la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido.

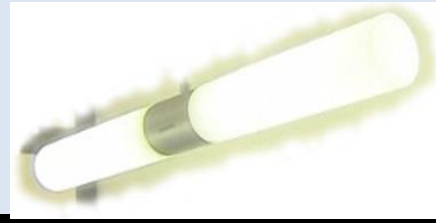




“Cuando puedes medir aquello de lo que estás hablando y expresarlo en números, puede decirse que sabes algo acerca de ello; pero, cuando no puedes medirlo, cuando no puedes expresarlo en números, tu conocimiento es muy deficiente y poco satisfactorio”.

Lord Kelvin

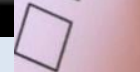




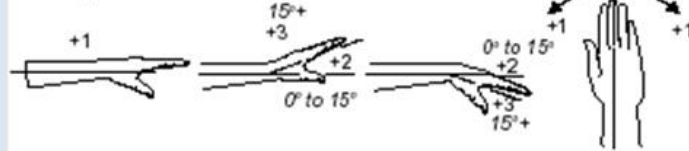
CHECKLIST



checklist



Step 3: Locate Wrist Position



Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from the midline: +1

Final Wrist Score



Muchas enfermedades pueden ser muy bien evaluadas desde el punto de vista anatómico pero, sin embargo, en algunos casos **la interpretación originada en base a estudios estáticos** (diagnóstico por la imagen, goniometría) **no permite una clara valoración de la disfunción derivada de las patologías músculo-esqueléticas y/o neurológicas.**

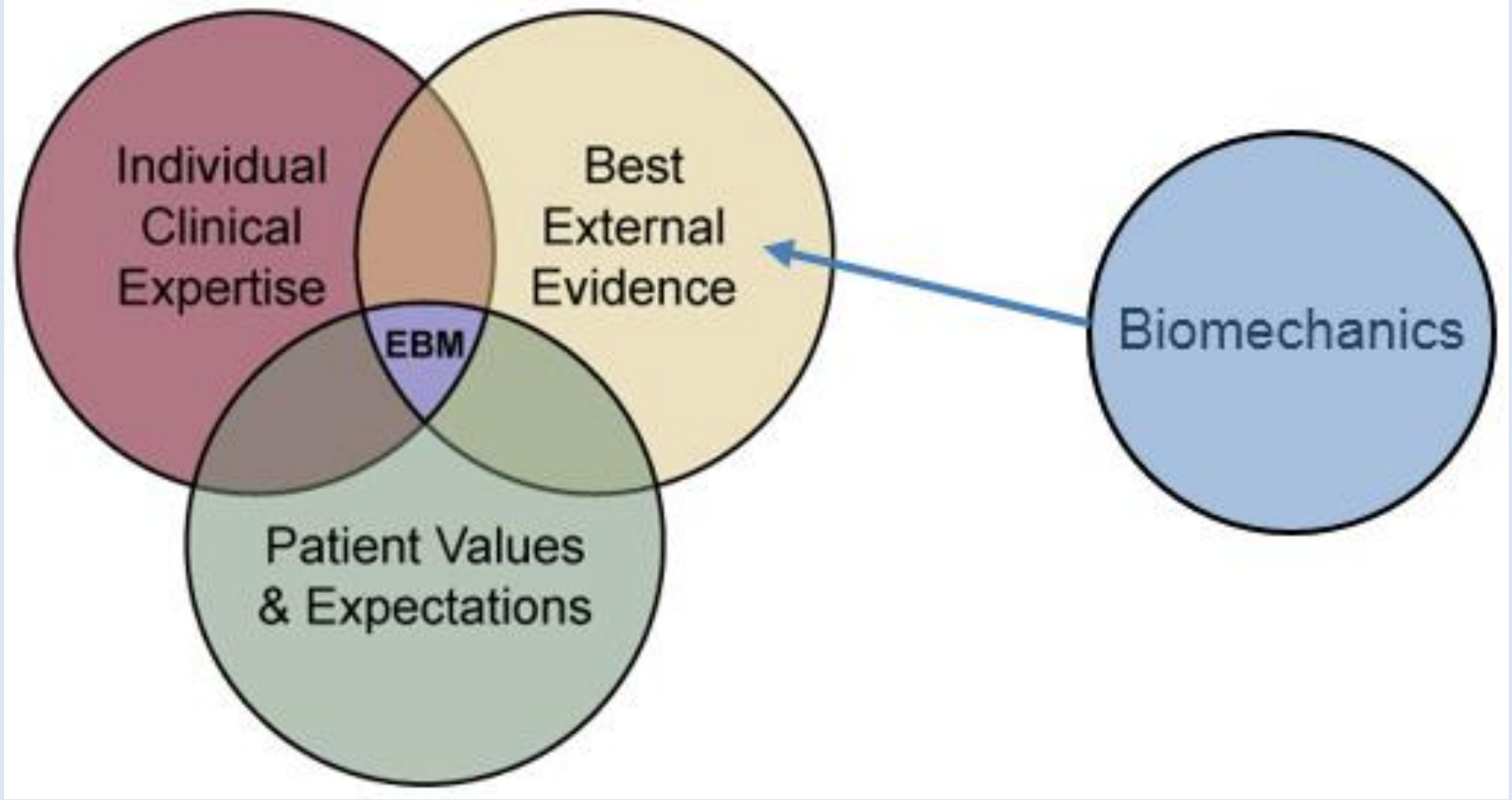


La literatura biomédica y las revistas especializadas reflejan un creciente interés en la **medicina/práctica basada en la evidencia (Evidence-Based Medicine)**, que integra:

- ✓ *La competencia individual, es decir, la experiencia clínica,*
- ✓ *con las mejores pruebas externas disponibles,*

para ayudar en la toma de decisiones sobre el cuidado, tratamiento y evolución de cada paciente.





Sistemas



Fotogrametría o análisis del movimiento en 3 dimensiones.







Calibration process



Global Positioning System (GPS)

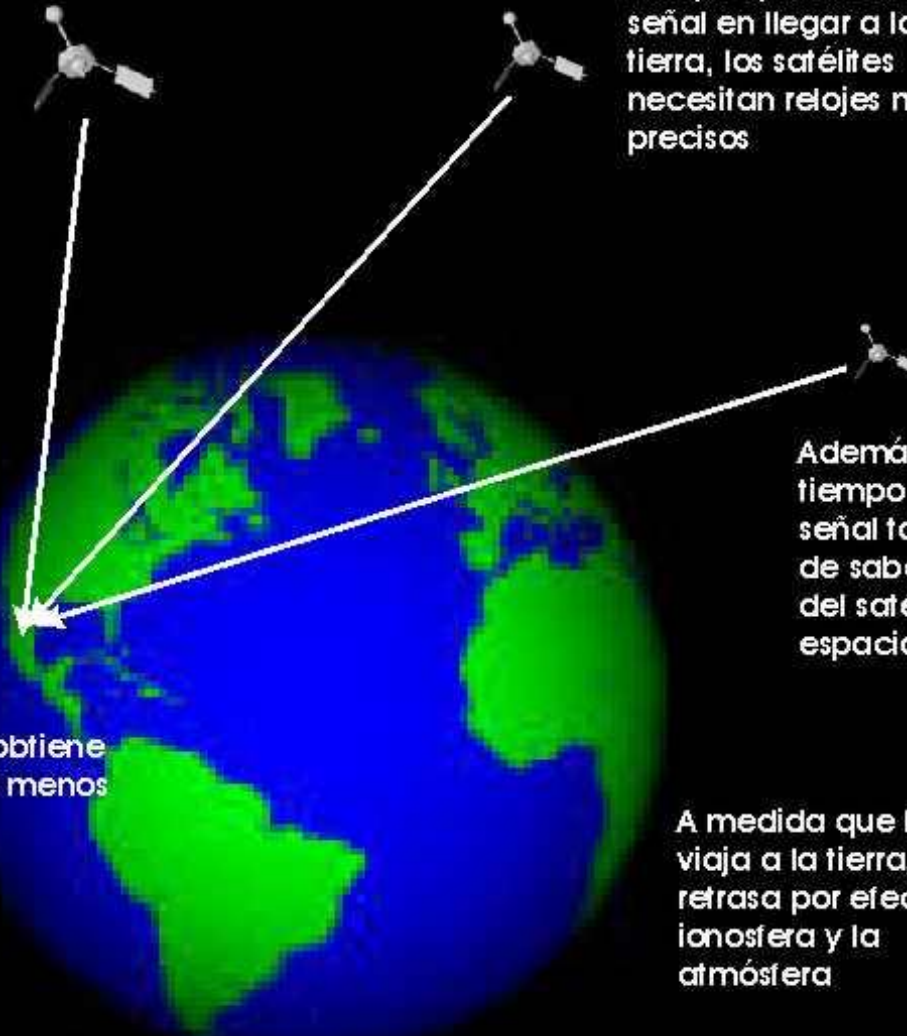
Para calcular las distancias, el GPS mide el tiempo que tarda la señal en llegar a la tierra

Para poder medir el tiempo que tarda la señal en llegar a la tierra, los satélites necesitan relojes muy precisos

Además de saber el tiempo que tarda la señal también se debe de saber la posición del satélite en el espacio

La posición se obtiene triangulando al menos 3 satélites

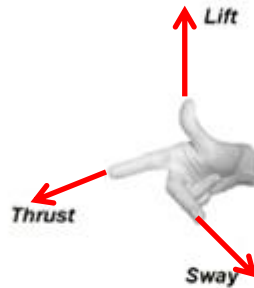
A medida que la señal viaja a la tierra, se retrasa por efecto de la ionosfera y la atmósfera



6 Degrees of Freedom

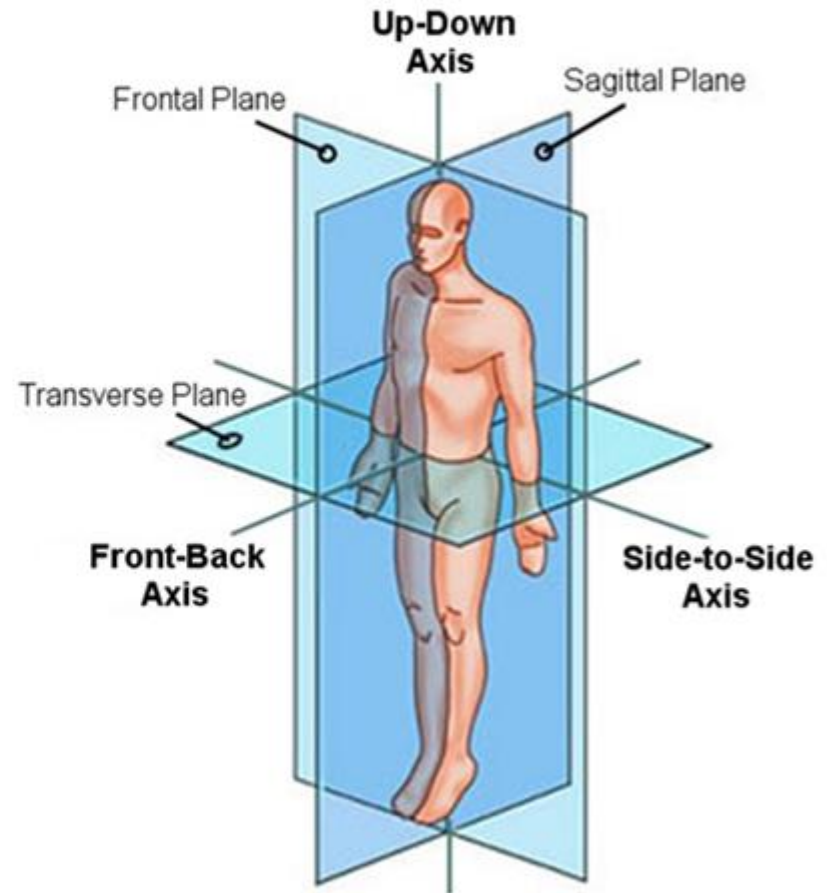
- Movement Along an Axis (3DOF)

- Along the **Side-to-Side** Axis
 - Sway/Slide: Toward-Away
- Along the **Front-Back** Axis
 - Thrust: Forward-Backward
- Along the **Up-Down** Axis
 - Lift: Up-Down
- **DISTANCE: Inches, Feet, Meters**

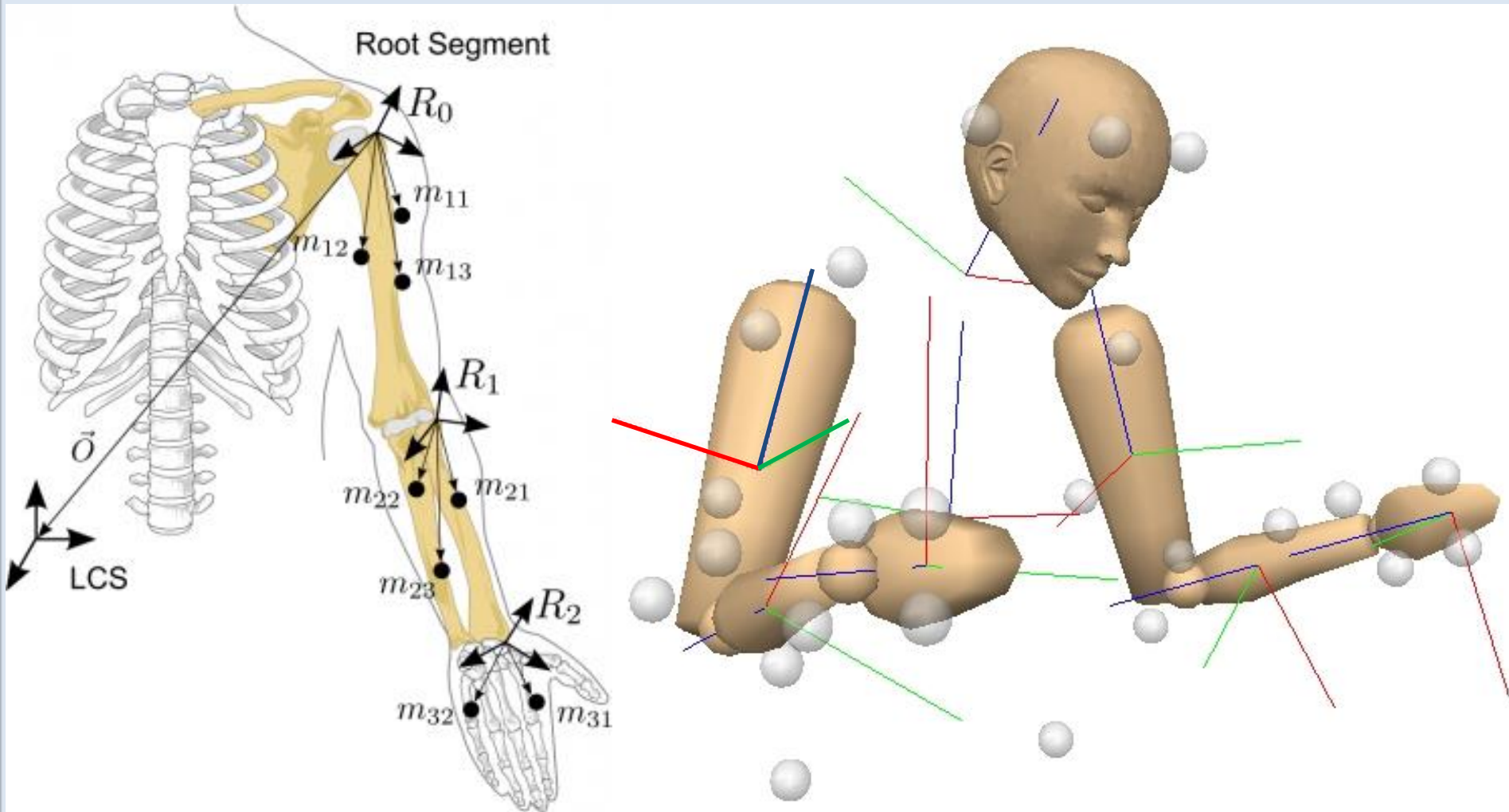


- Rotation Around an Axis (3DOF)

- Around the **Side-to-Side** Axis
 - Bend: Forward-Backward
- Around the **Front-Back** Axis
 - Side Bend: Trail-Lead
- Around the **Up-Down** Axis
 - Turn: Open-Closed
- **ANGLE: Degrees, Radians, Revs**

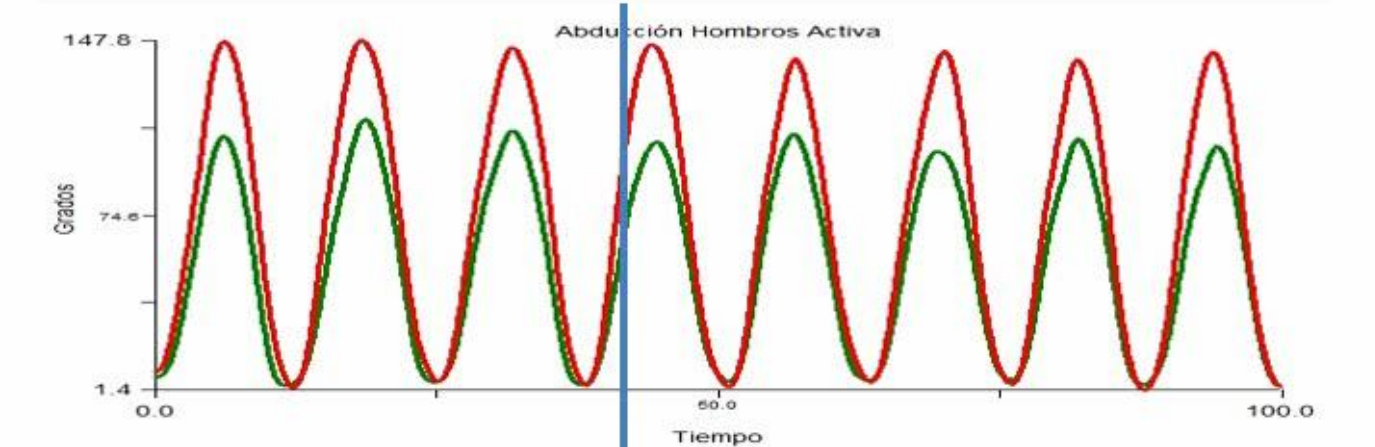
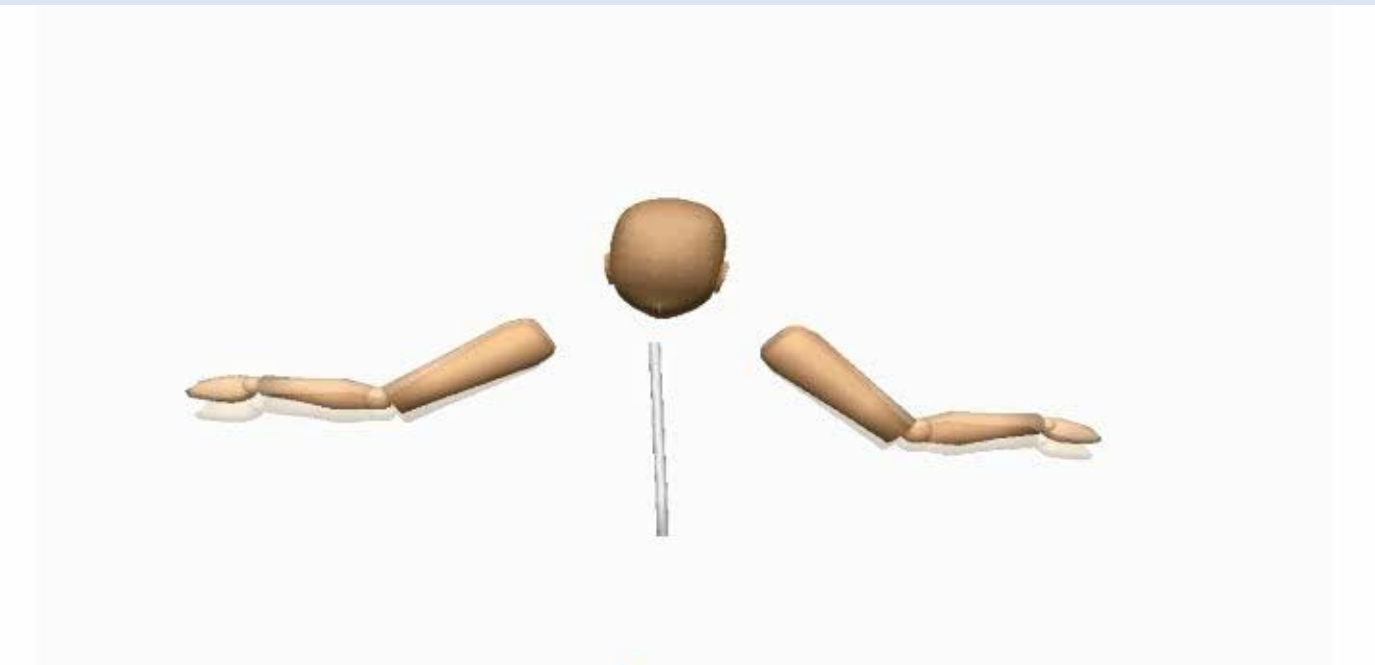


6 Degrees of Freedom 6DOF



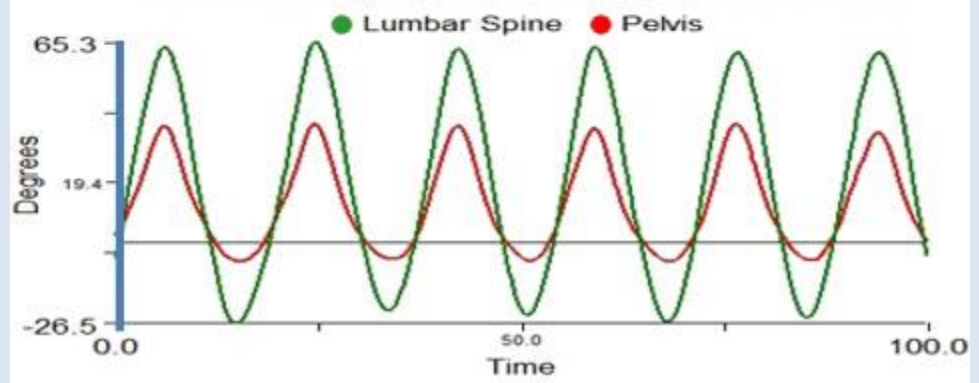
Multiple anatomical landmark calibration for optimal bone pose estimation.

Human Movement Science. 16: 259- 274, 1997.

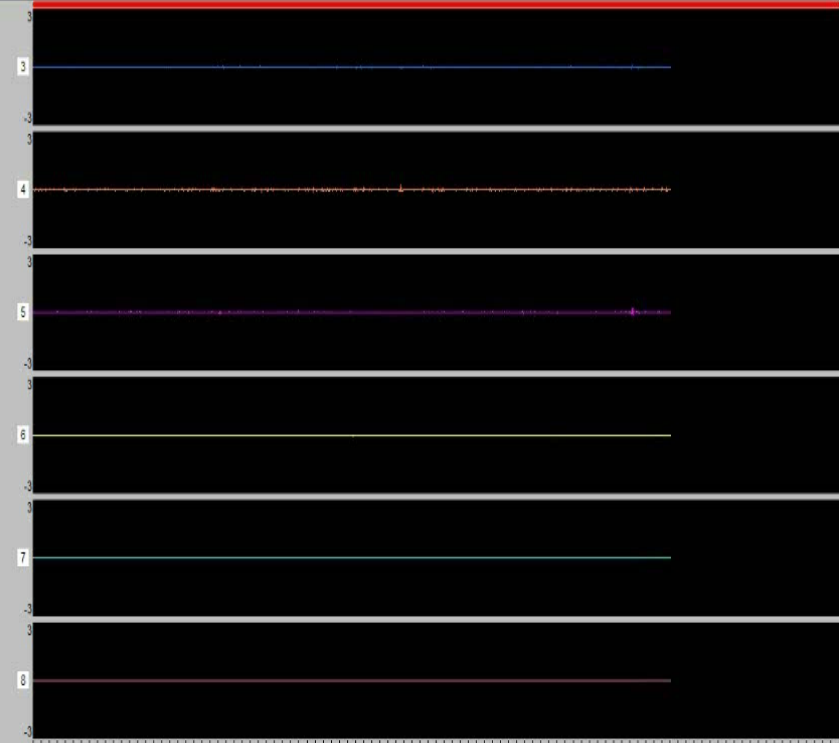


● Right shoulder

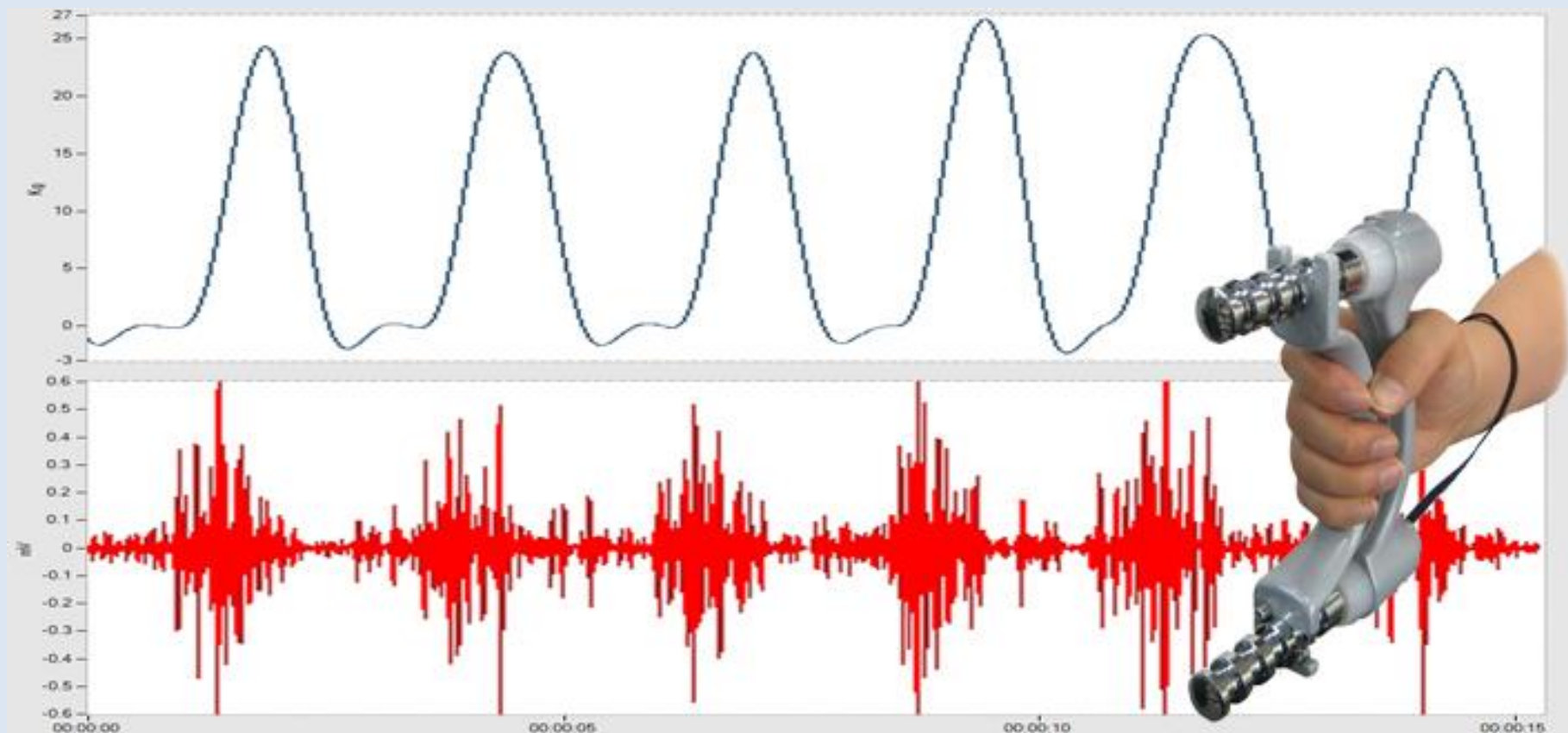
● Left shoulder



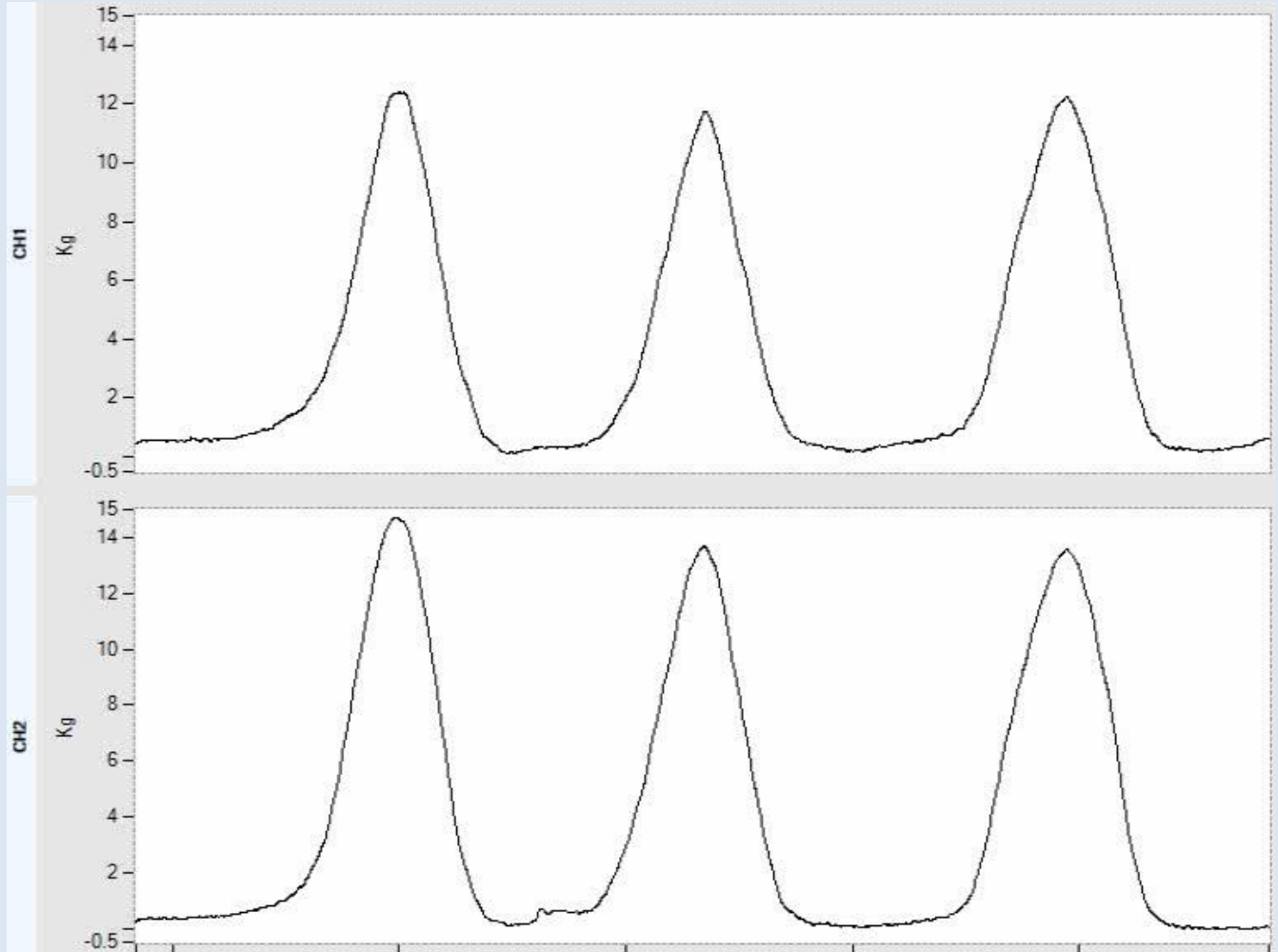
Electromiografía (EMGs) permite el registro y el análisis de la actividad eléctrica producida por los músculos esqueléticos.



Dinamometría: Se denomina dinamómetro al instrumento que sirve para medir fuerzas.

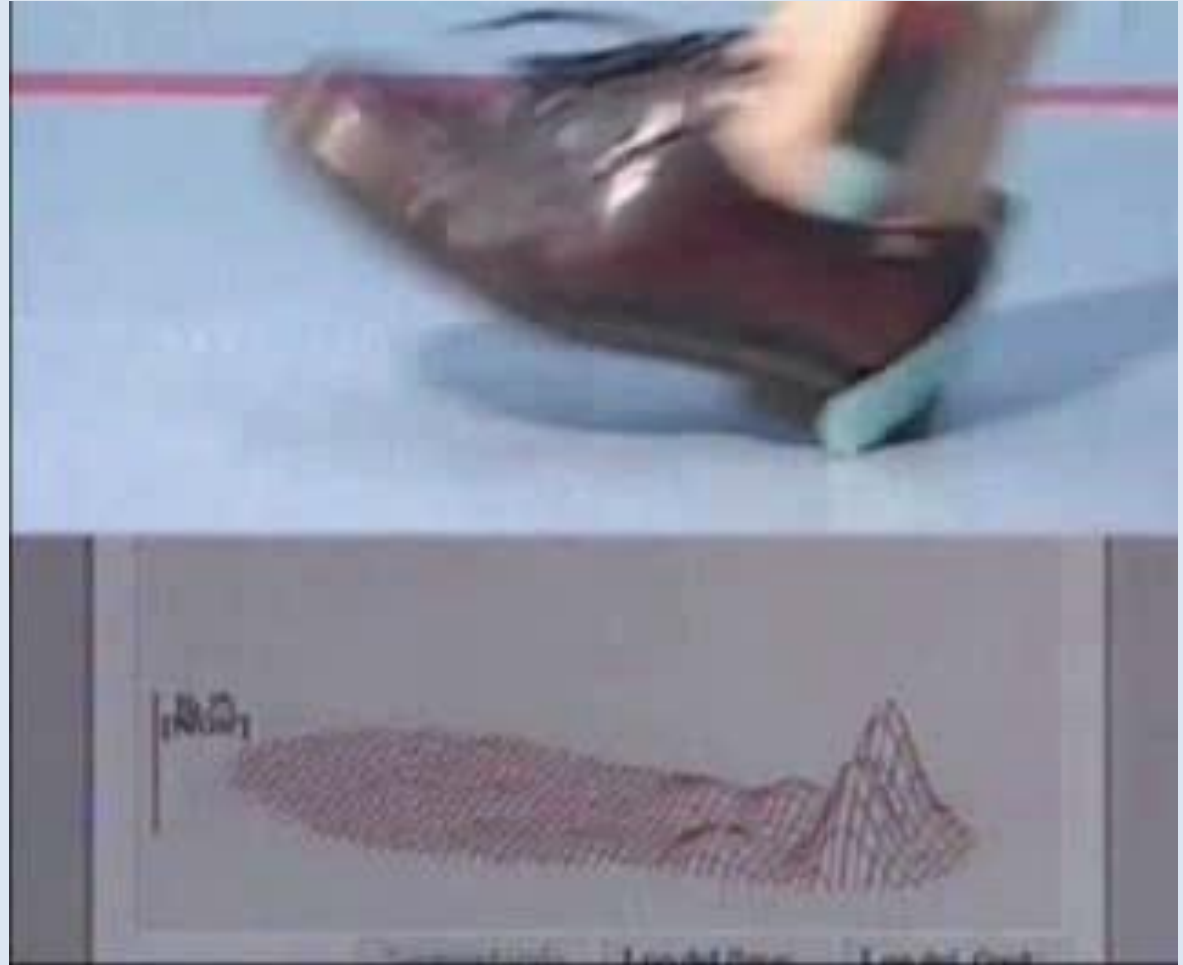


Jamar system, according to the
“American Society of Hand Therapists”

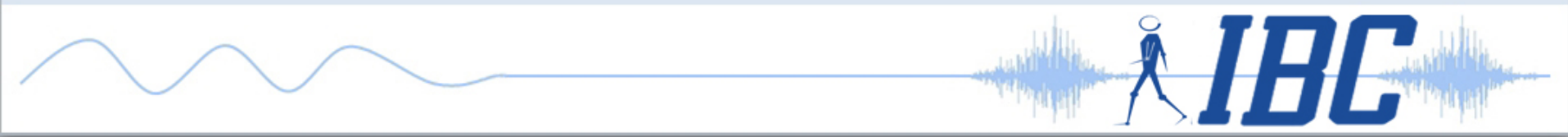


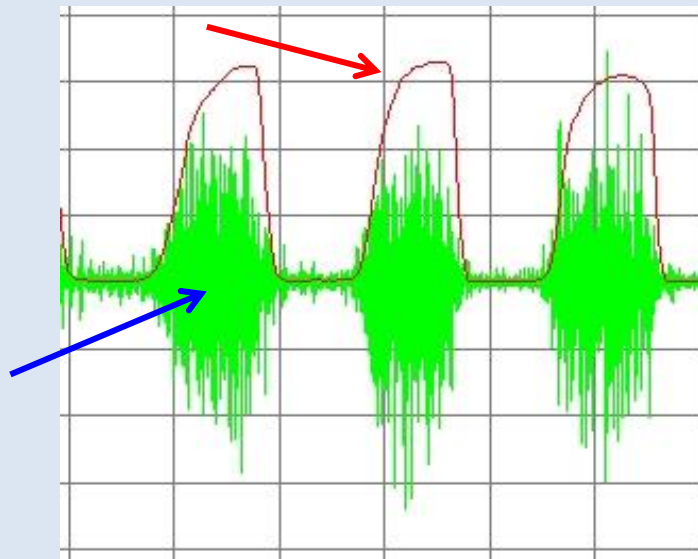
Plantillas instrumentadas: permiten medir las presiones plantares durante la marcha dentro del calzado.



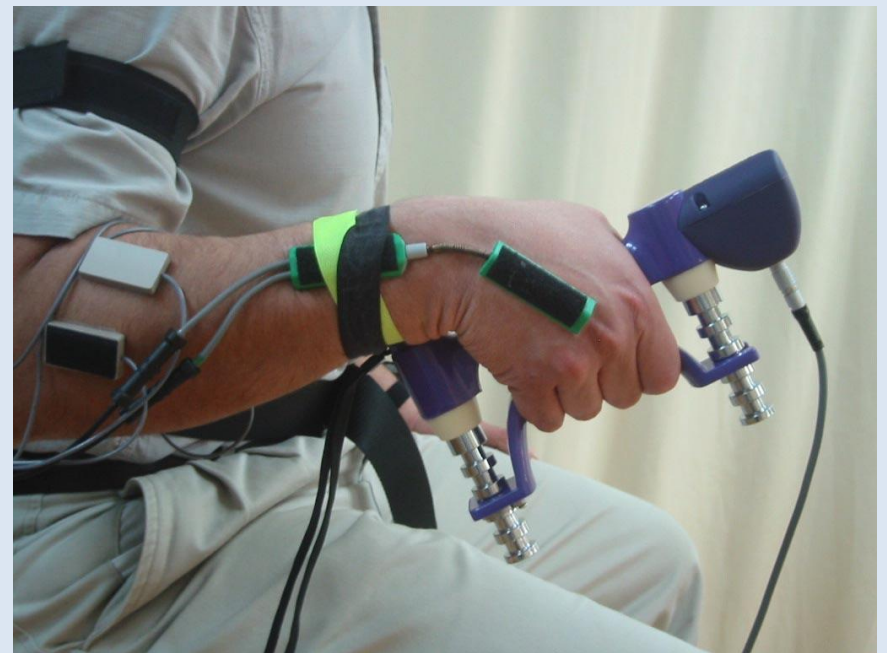
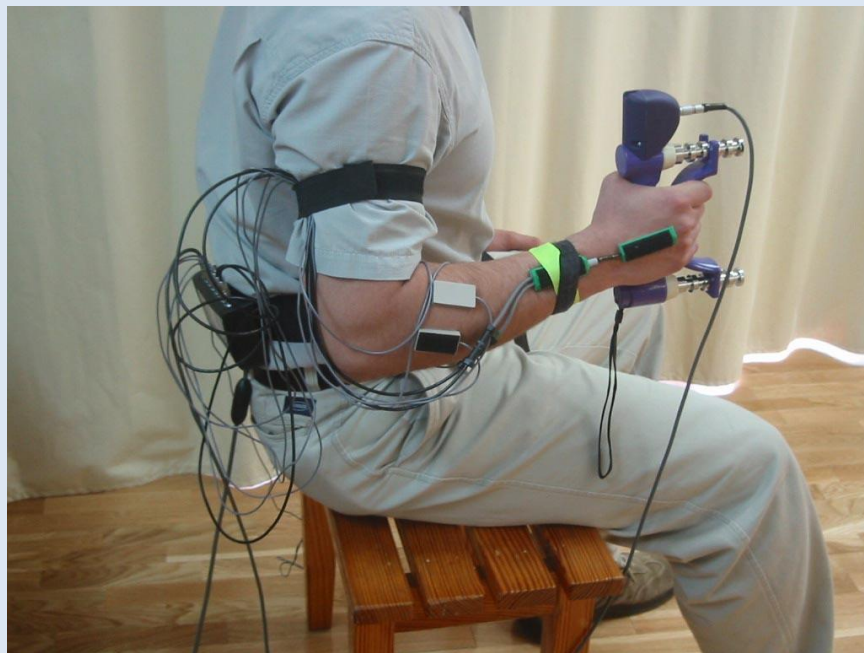
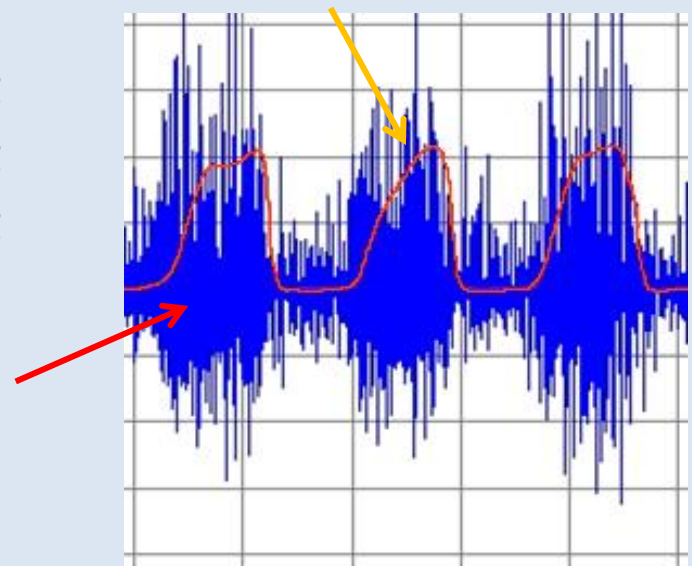


Clinical Cases

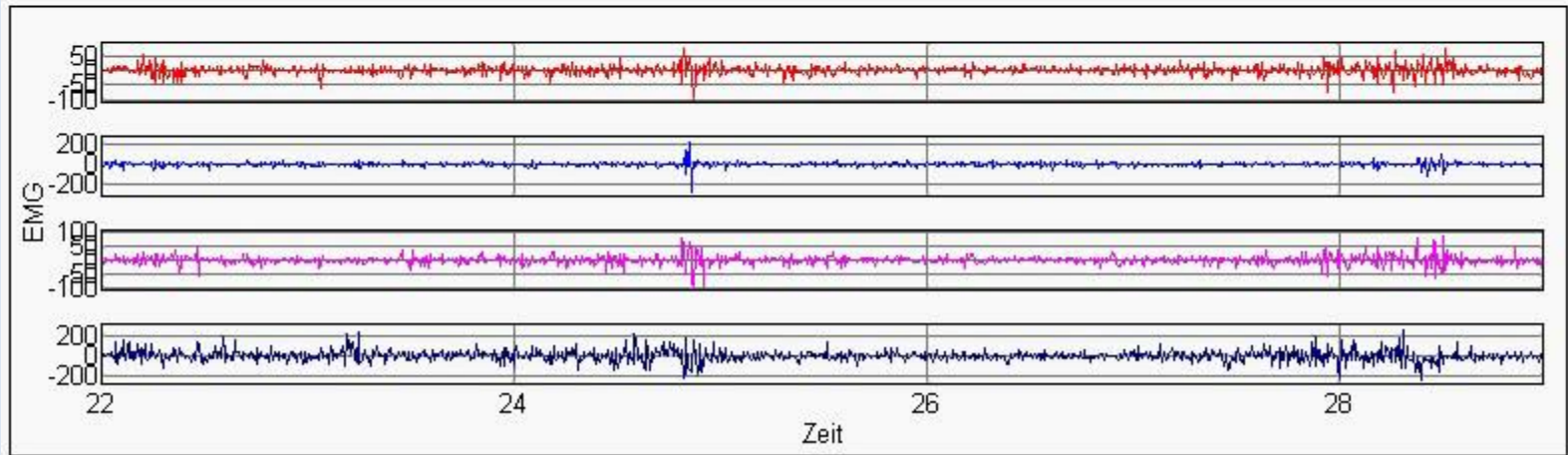




30 Kg
20 Kg
10 Kg



Cumulative Trauma Disorder



ATORNILLADO CON PISTOLA NEUMÁTICA



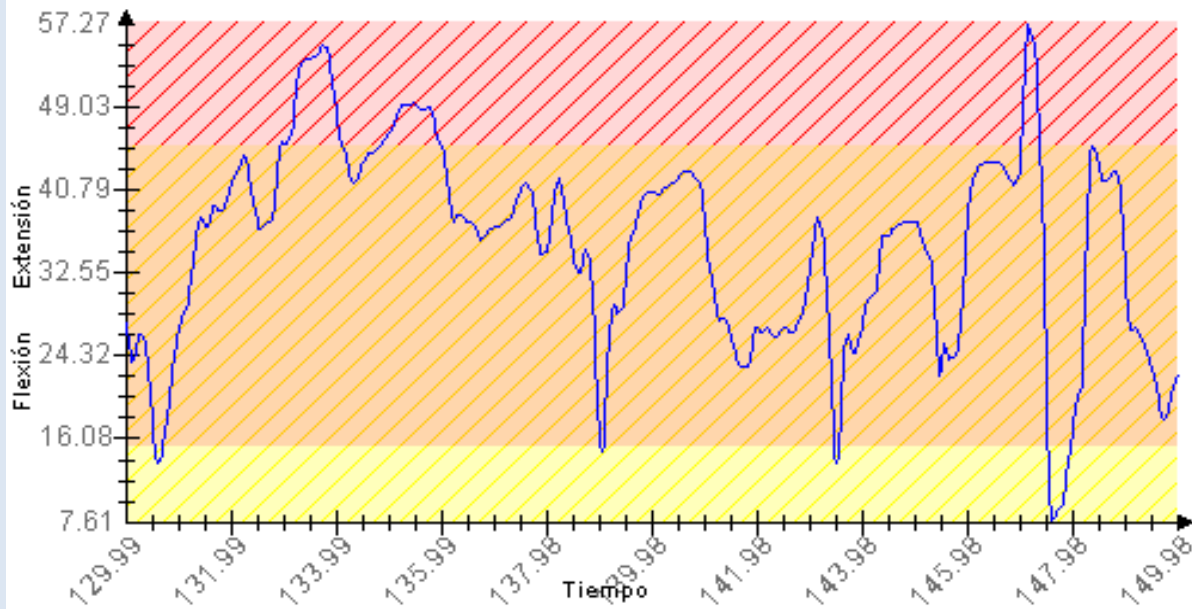
SIN UNIÓN ARTICULADA



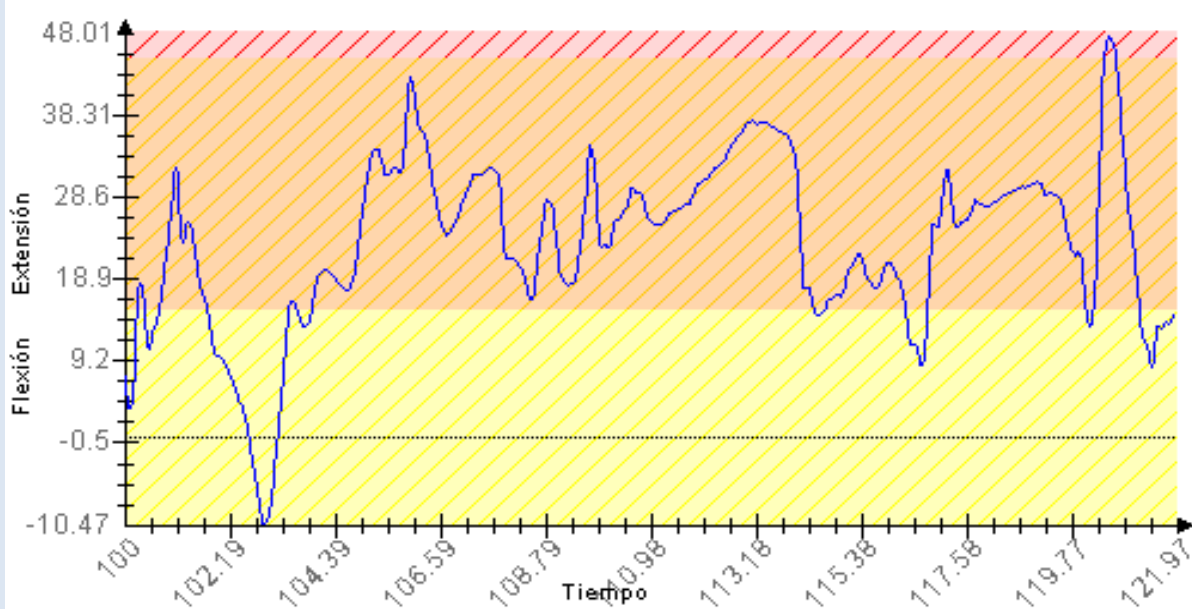
CON UNIÓN ARTICULADA



FLEXO-EXTENSIÓN MUÑECA:

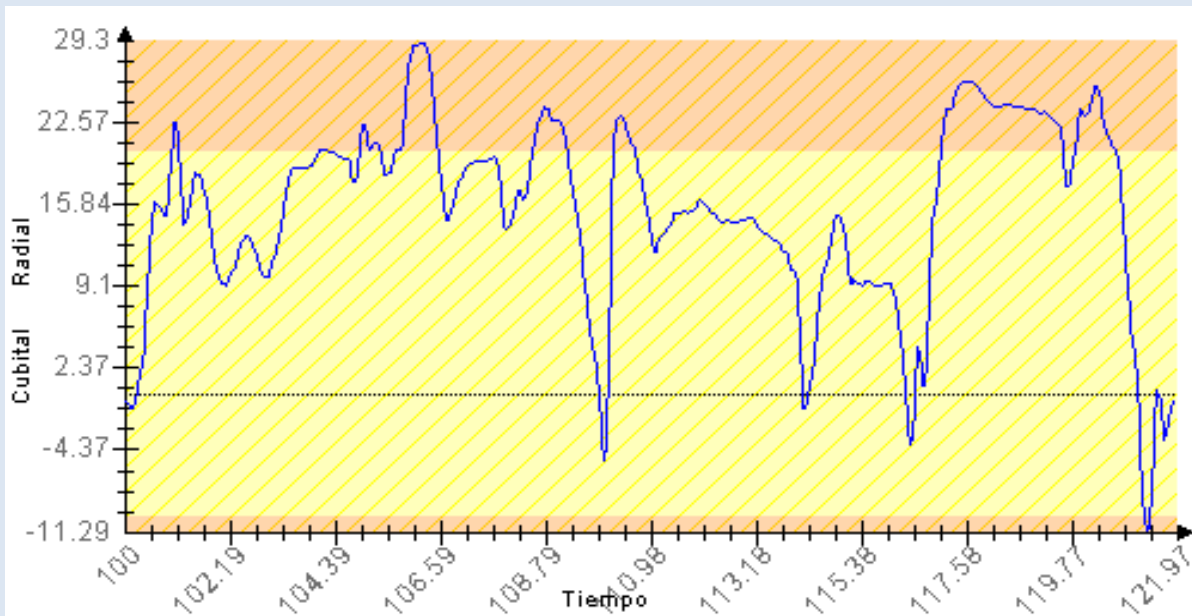
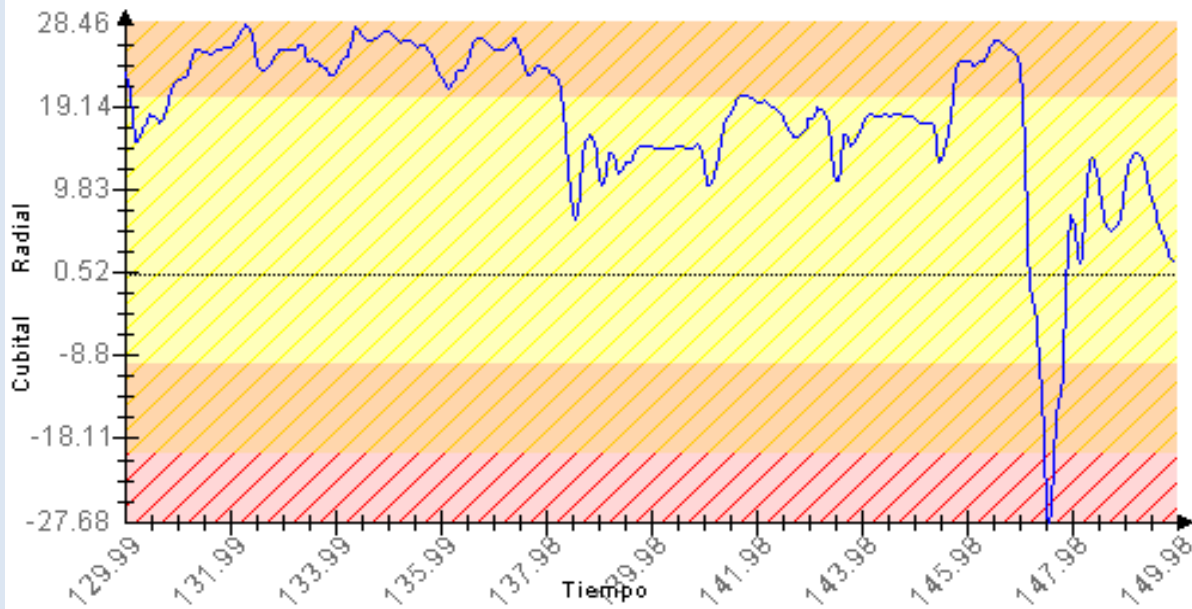


SIN UNIÓN



CON UNIÓN





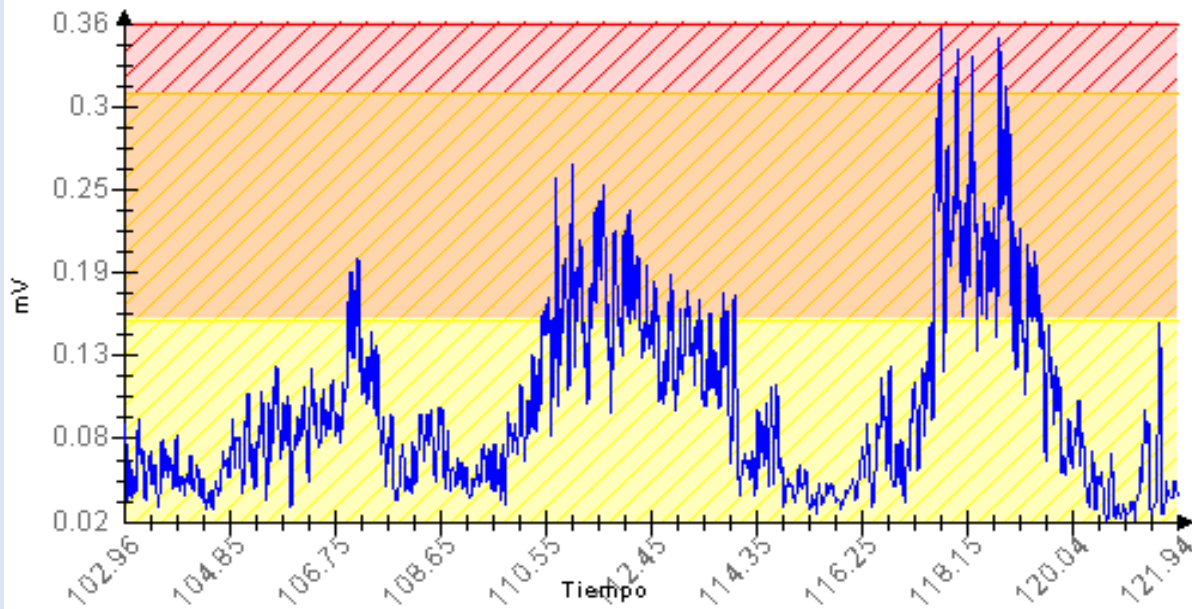
DESVIACIÓN MUÑECA:

SIN UNIÓN

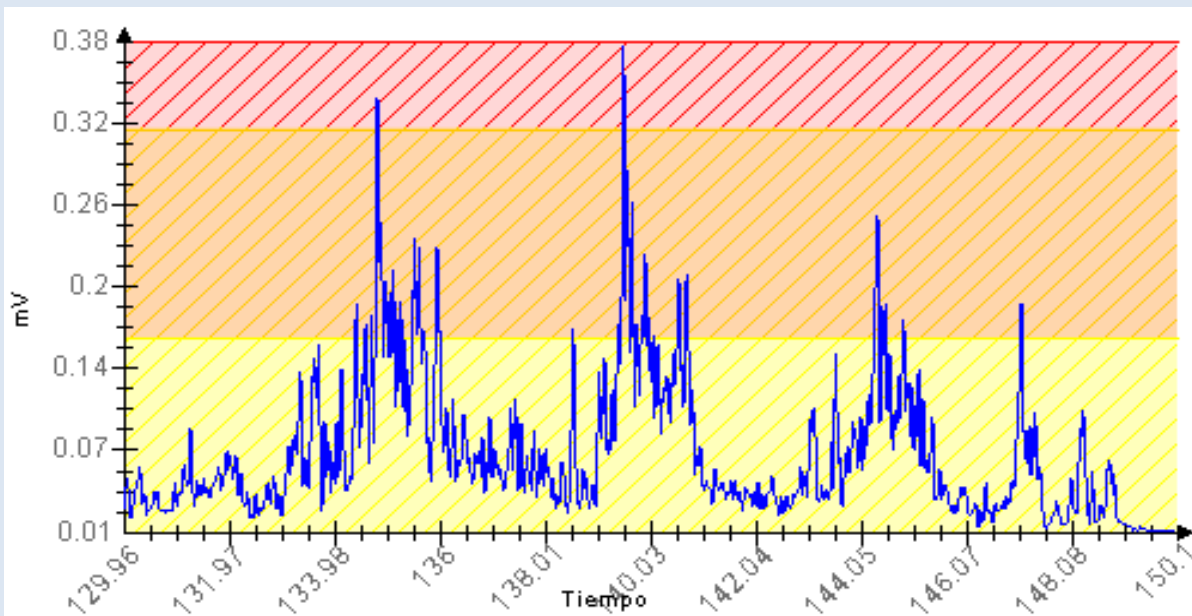
CON UNIÓN



EMG EXTENSORES MUÑECA:



SIN UNIÓN



CON UNIÓN



La biomecánica aplicada a la ergonomía nos permite objetivar el mecanismo de lesión, y con ello plantear la estrategia de actuación más adecuada, garantizando:

- **Minimizar el riesgo de patologías.**
- **Disminuir el absentismo y el gasto asociado.**
- **Mejorar la eficacia y el confort de la tarea.**
- **y Preservar la calidad de vida del trabajador.**



EL DOLOR DE SU PIERNA
DERECHA SE PRODUCE
POR SU AVANZADA EDAD

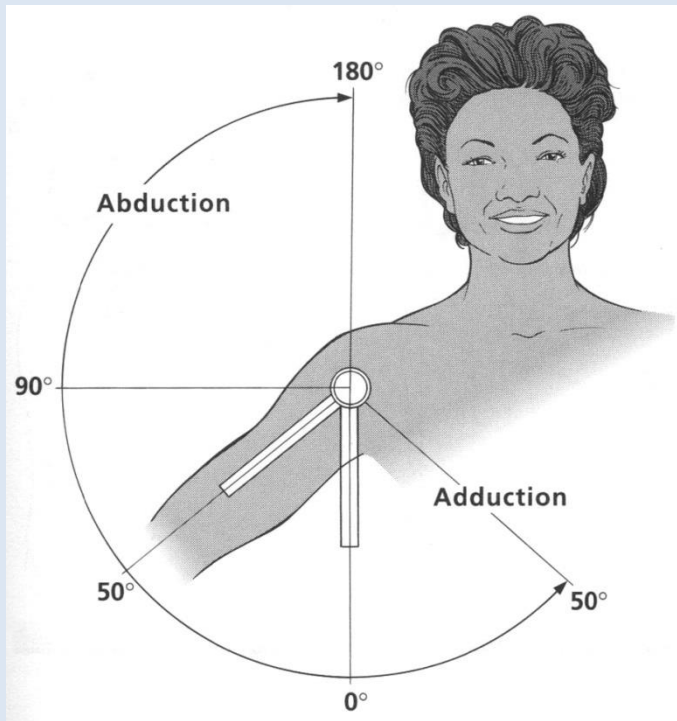
NO, PORQUE LA
OTRA PIERNA TIENE
LA MISMA EDAD Y NO
ME DUELE



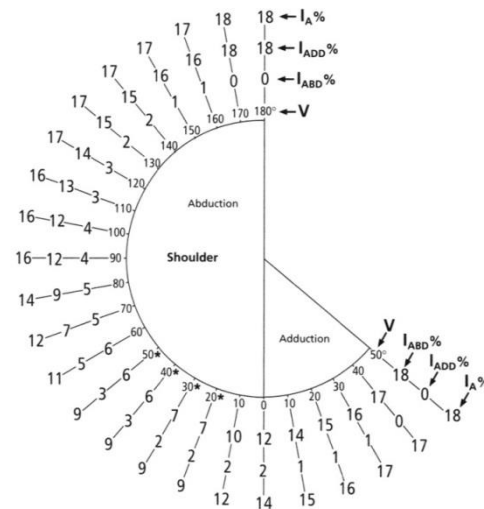
IBC

Guides to the Evaluation of Permanent Impairment

American Medical Association's *Guides*



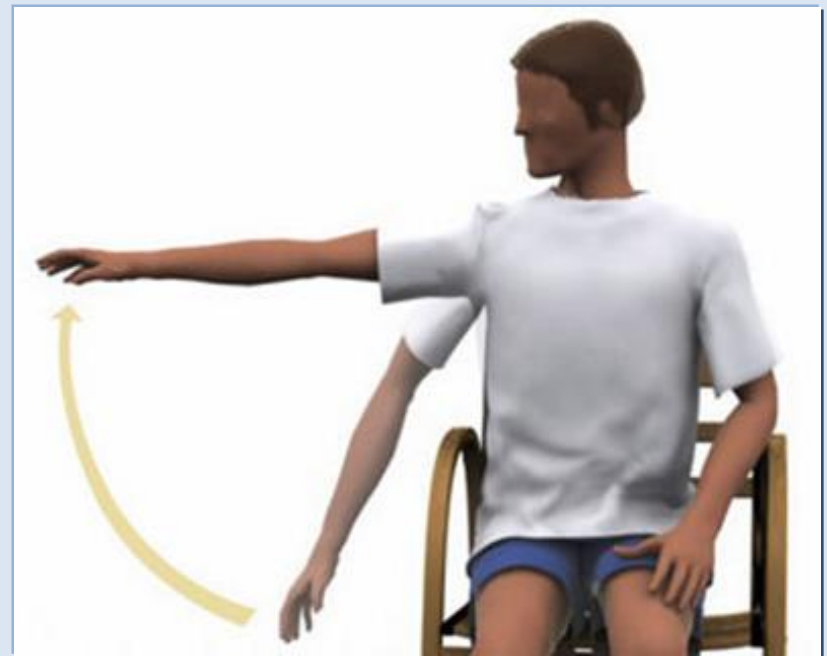
Relative value of this functional unit to upper extremity impairment is 18%.



- I_A% = Impairment due to ankylosis
- I_{ADD}% = Impairment due to loss of abduction
- I_{ADD}% = Impairment due to loss of adduction
- V = Measured angles of motion
- * = Positions of function



Patient is a 60-year-old, right-hand dominant, metallurgical worker, with right shoulder impingement syndrome.

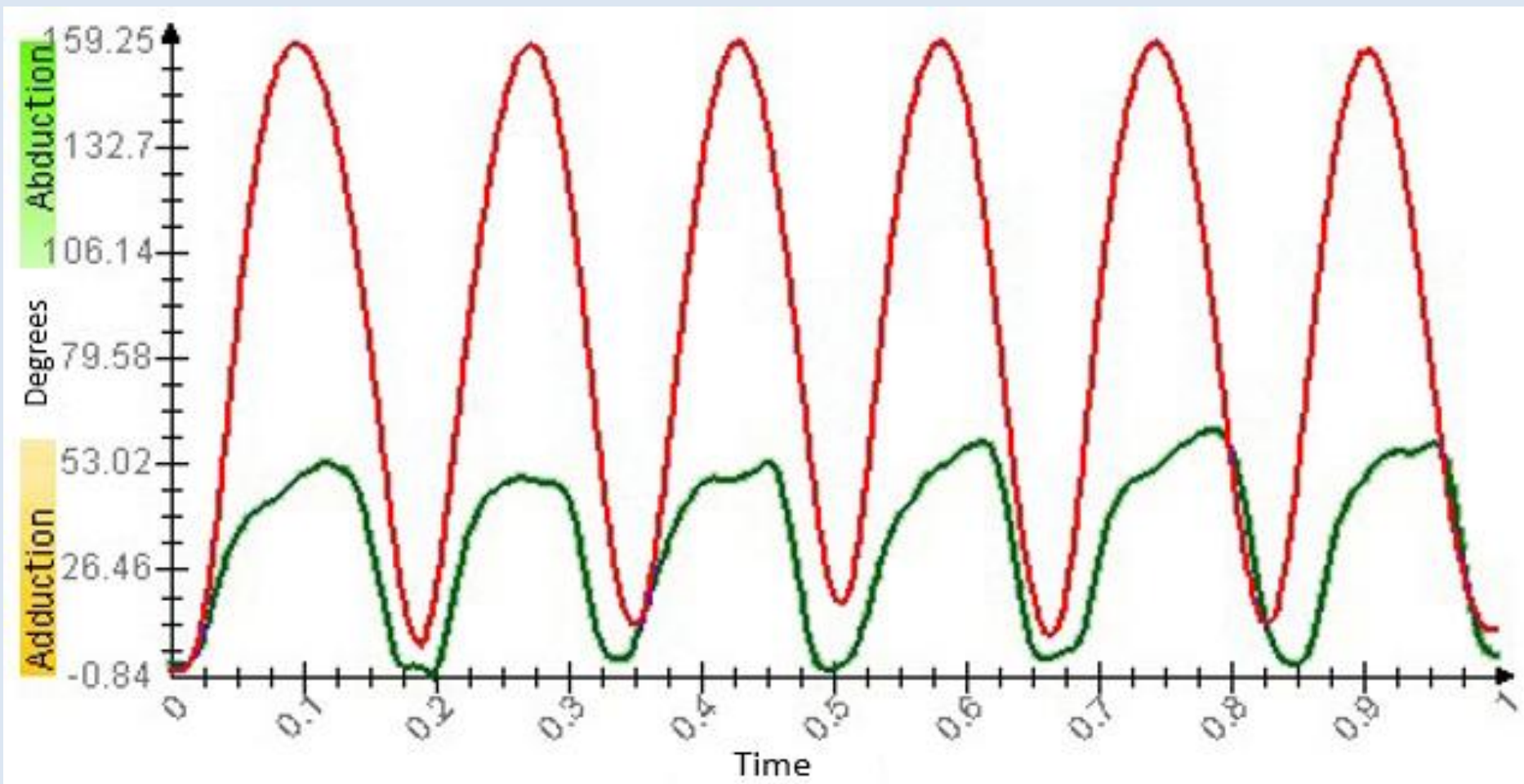


Angular Variation Values

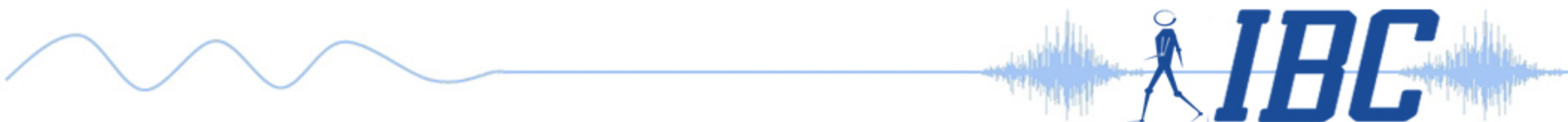
Movement	*Normal	Right	Left
Abduction	160°-180°	61.00°	159.25°
Adduction (trunk)	0.0°	0.83°	-0.10°
ROM	160°-180°	61.84°	159.15°

*Reference values

Angular Variation Graph (abduction): Limited movement of the right shoulder.



● Right shoulder ● Left shoulder



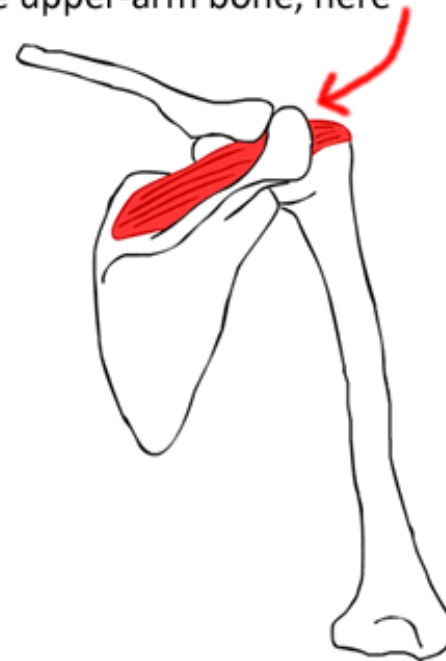
Shoulder impingement syndrome is one of the most common causes of pain in the adult *shoulder*.

Shoulder Impingement Syndrome



Cause

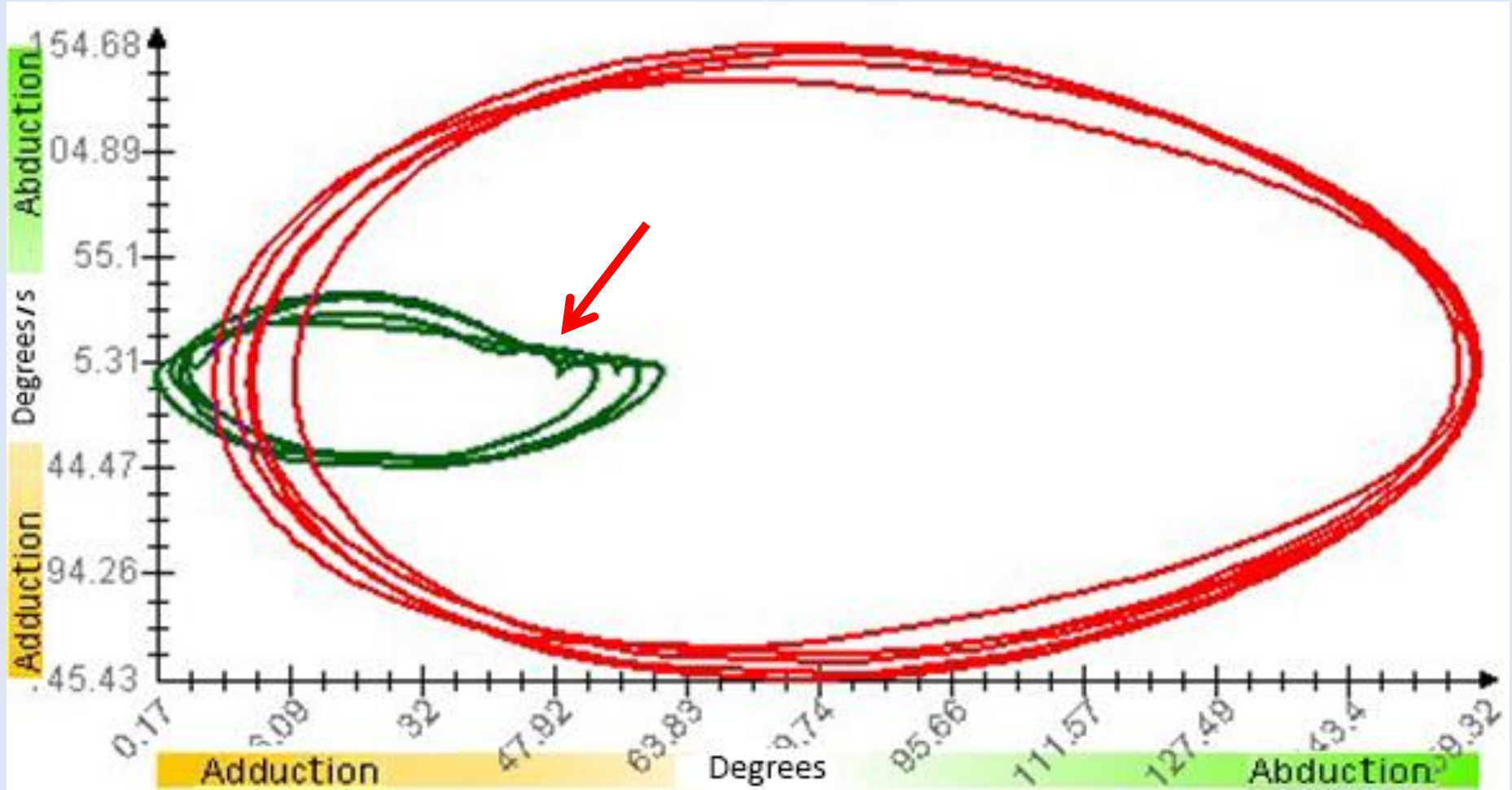
Due to muscular imbalance/weakness, the **Supraspinatus** muscle is pinched between the shoulder-blade and the head of the upper-arm bone, here



IBC

Angular Variation vs. Angular Velocity Graph (abduction):

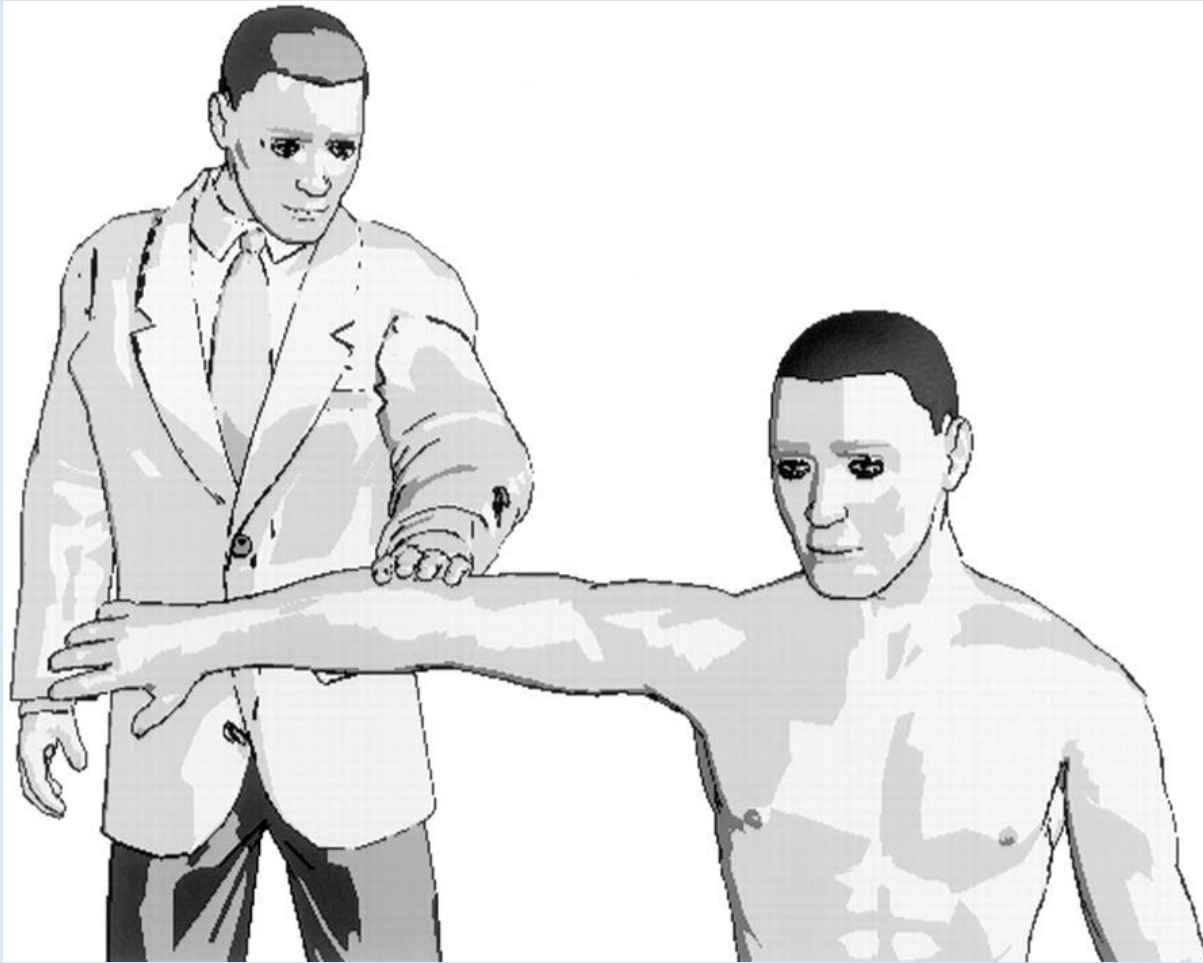
angular velocity inflexions in the last degrees of abduction in the right shoulder.

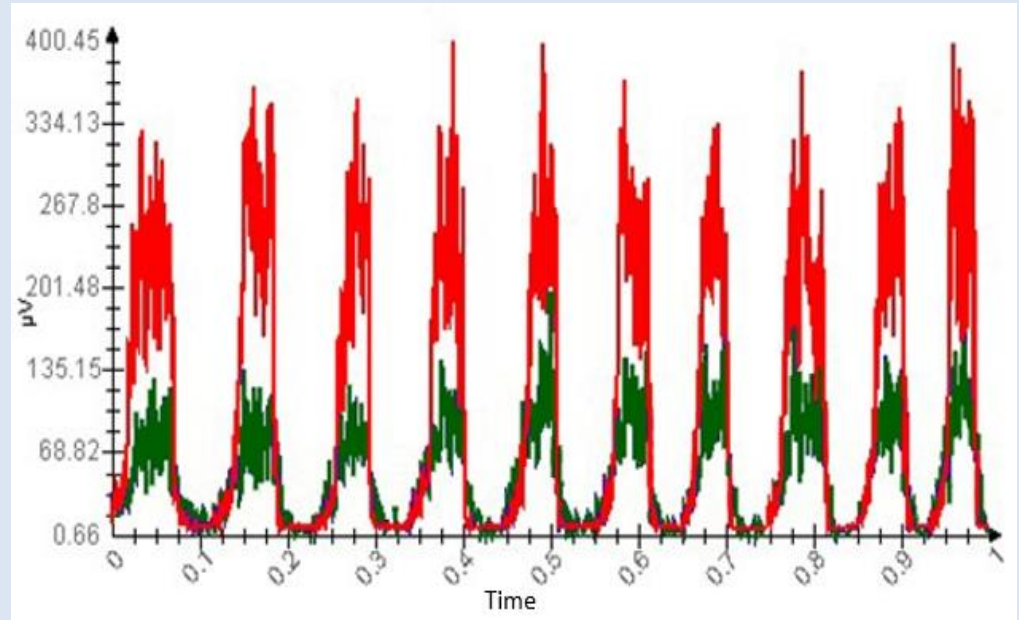
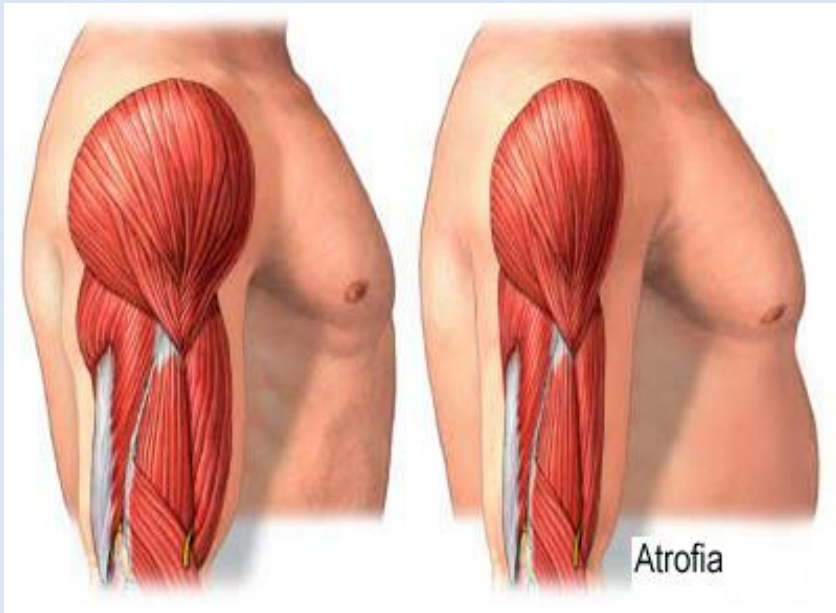


● Right shoulder ● Left shoulder

Shoulder Muscle Testing: Jobe's Test

Arm flexed to 90° in the scapular plain, elbow extended, thumb pointing to the floor. Patient resists downward pressure on the arm. Positive test (pain or weakness in the shoulder), indicates supraspinatus pathology.





● Right Deltoid ● Left Deltoid

Isometric Abduction		Right	Left	R vs. L
DINA	Force	1.75 Kg.	4.97 Kg.	-64.62%
sEMG	Trapezius	1389.23 µV	2004.82 µV	-30.70%
	Supraspinatus	2335.37 µV	4857.09 µV	-51.91%
	Deltoid	3506.00 µV	7340.17 µV	-52.23%

Paciente de 33 años de edad, que sufrió fractura trimaleolar del tobillo izquierdo IQ



MOVIMIENTOS DE LA ARTICULACIÓN

Movimiento de flexión plantar-flexión dorsal (flexo-extensión)



Figura 11. Colocación del goniómetro para la valoración de los movimientos de flexión dorsal y plantar del tobillo.

B.

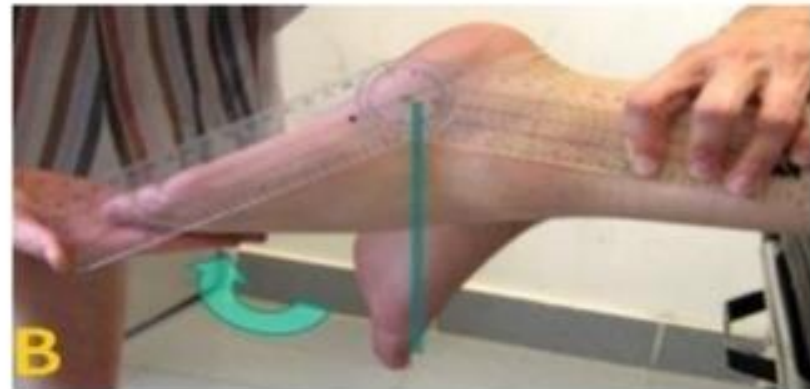
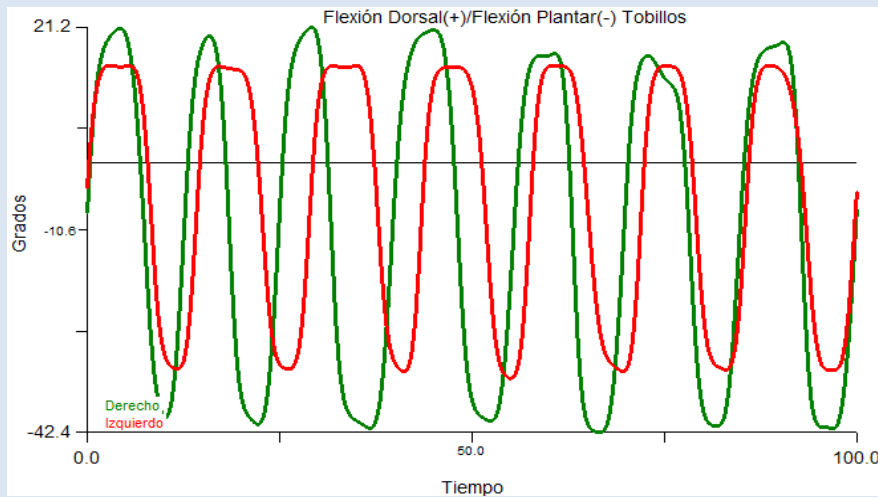
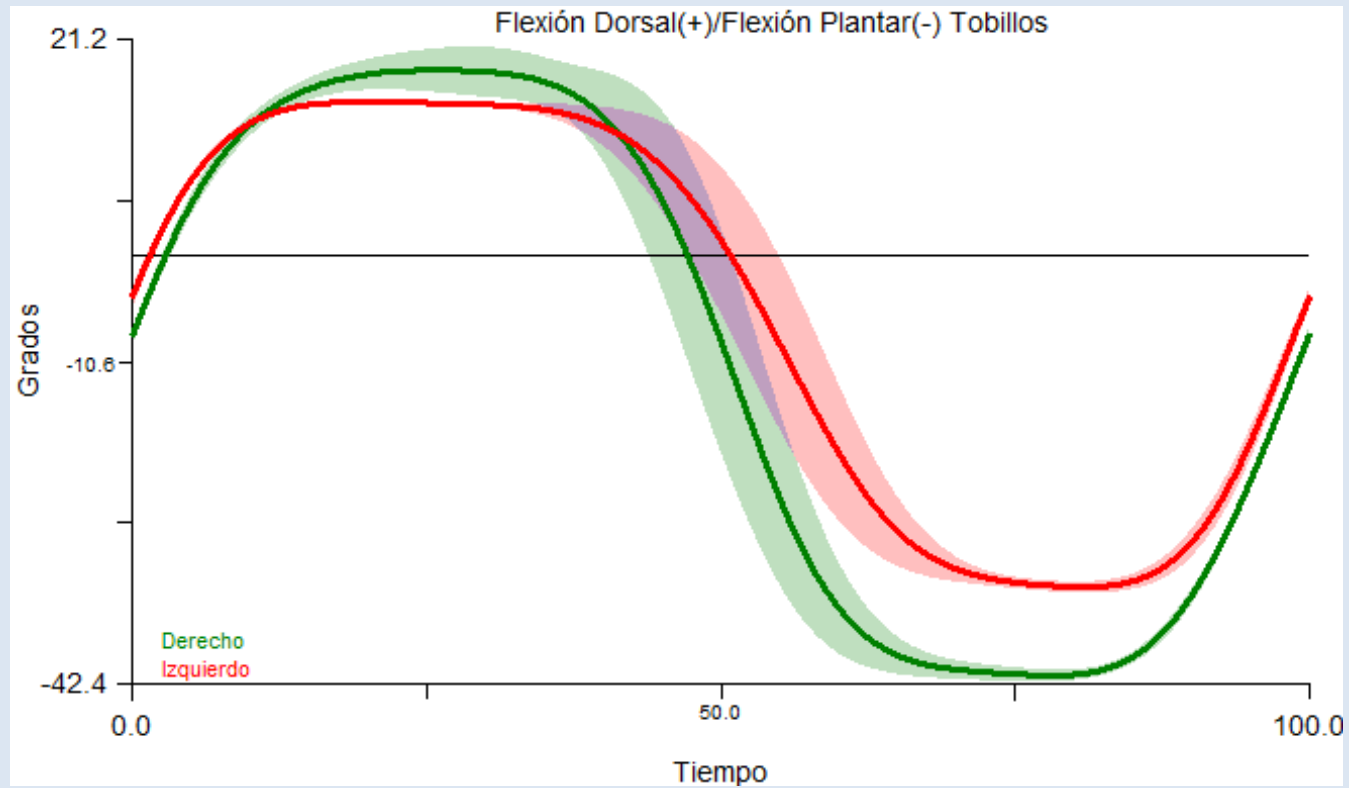


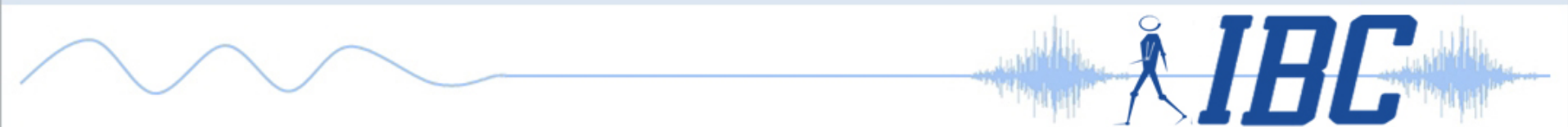
Figura 12. Valoración goniométrica de la flexión plantar del tobillo: Posición de partida A; situación final B.



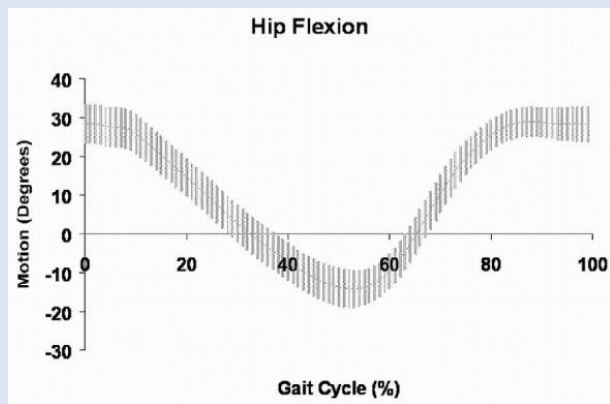
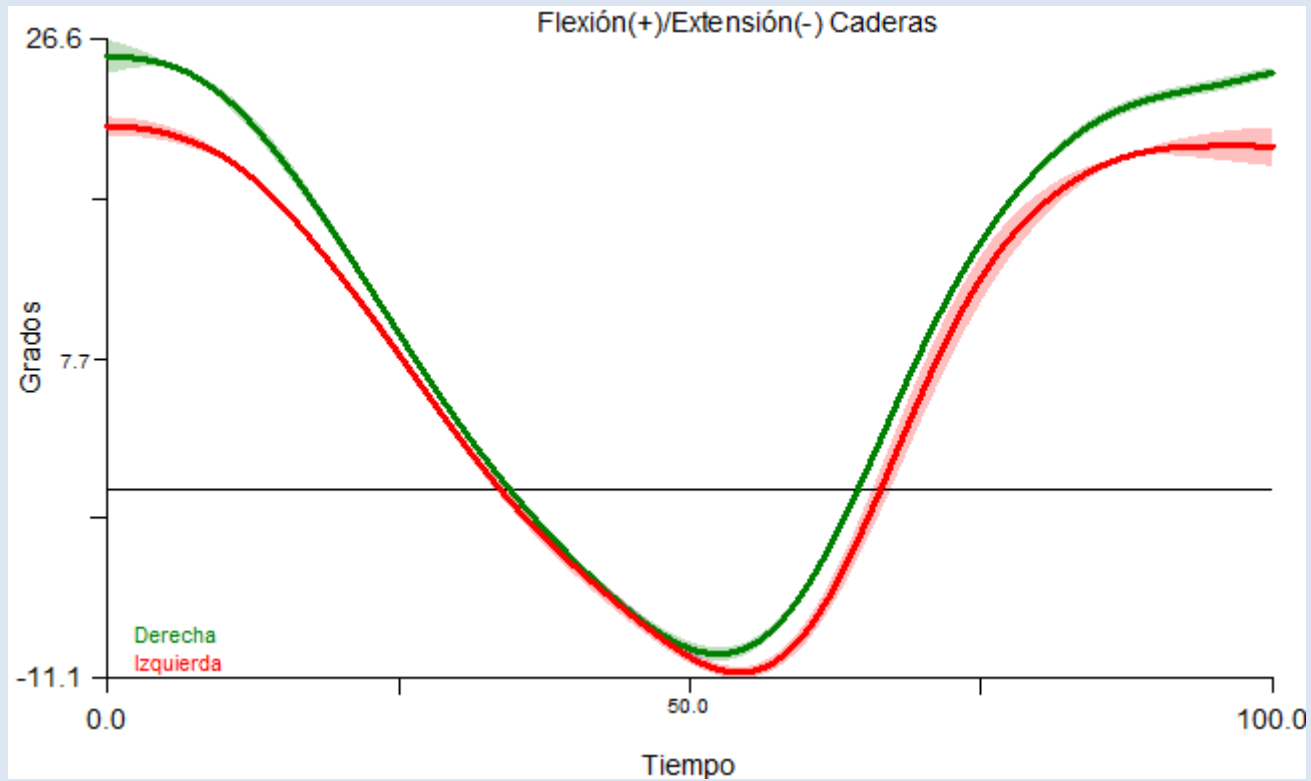




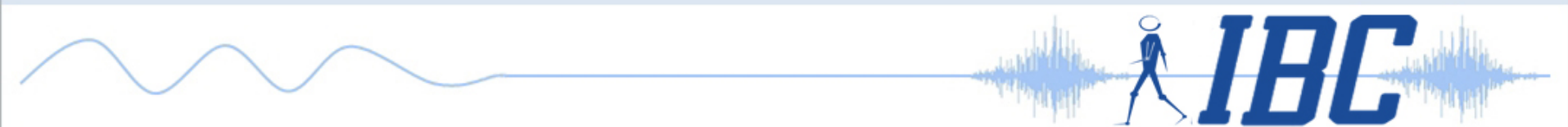
Movimiento	*Normal	**Funcional	Activo	
			Derecho	Izquierdo
Flexión Dorsal	20°-30°	0°	21.23°	15.22°
Flexión Plantar	30°-40°	0°	42.38°	33.87°
Total	50°-70°	0°	63.61°	49.08°

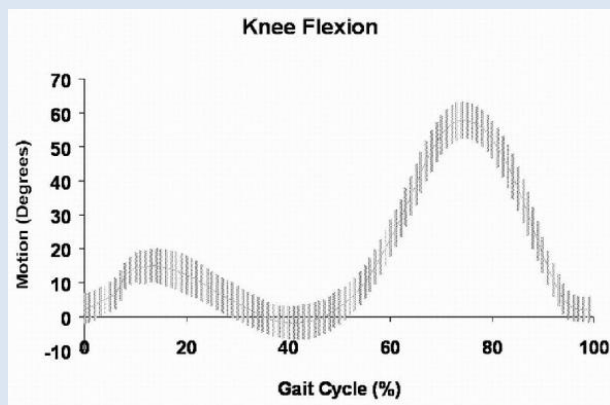
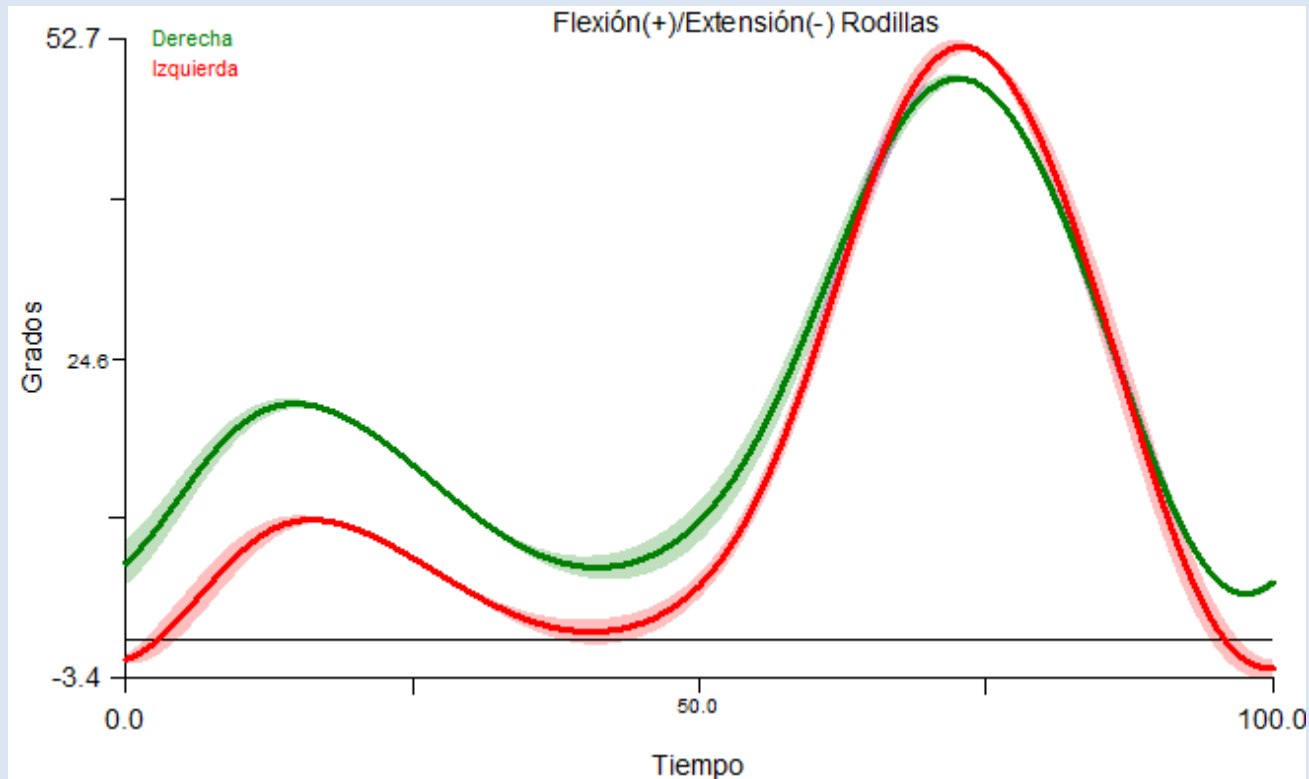




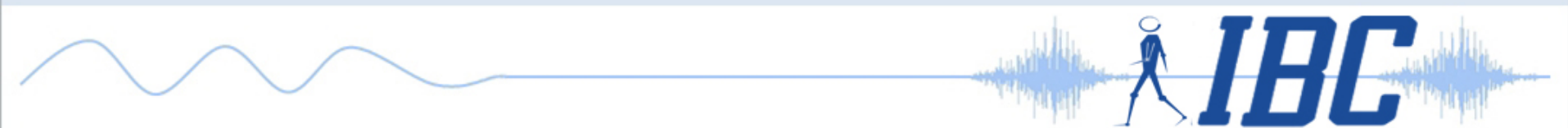


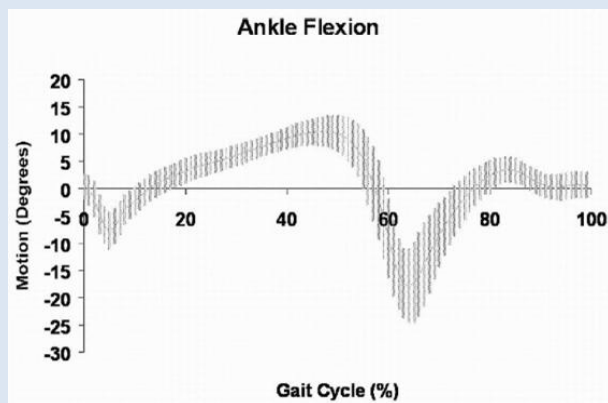
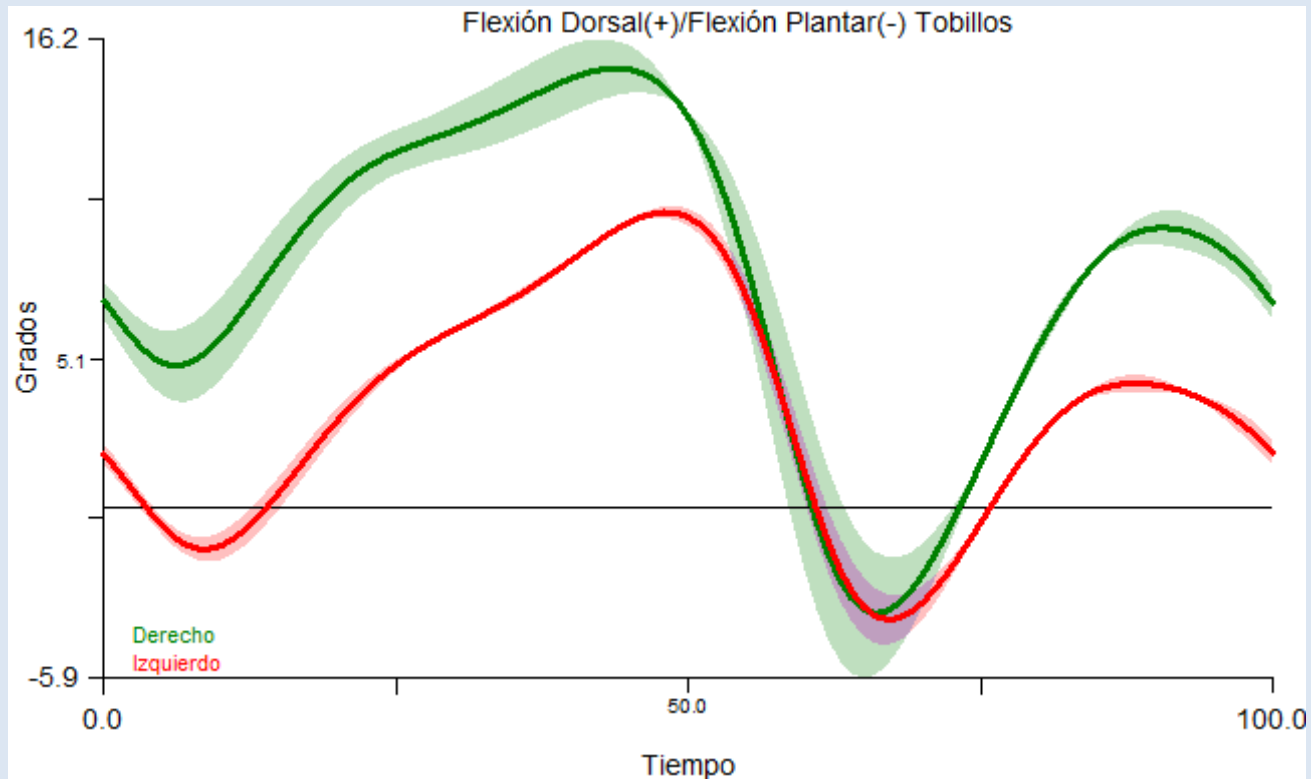
Flexión (25°-35°)	●	26.32°	●	21.88°
Extensión (5°-15°)		10.00°		11.03°



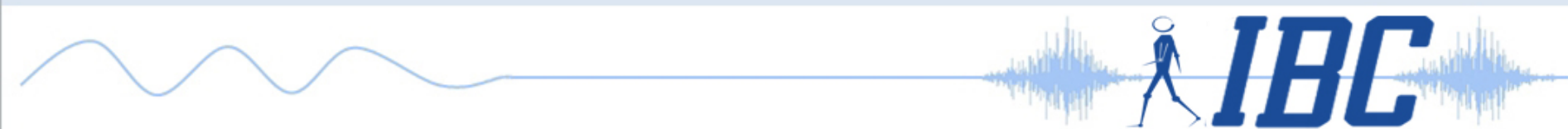


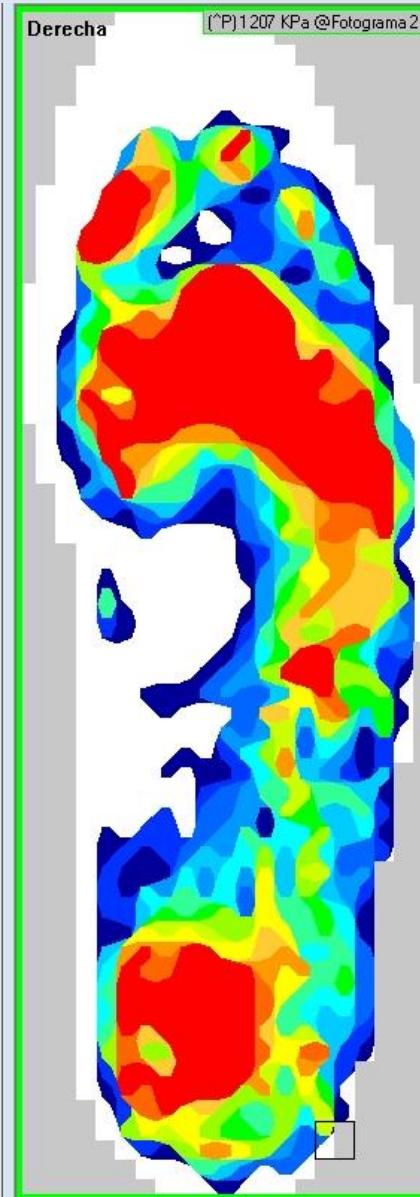
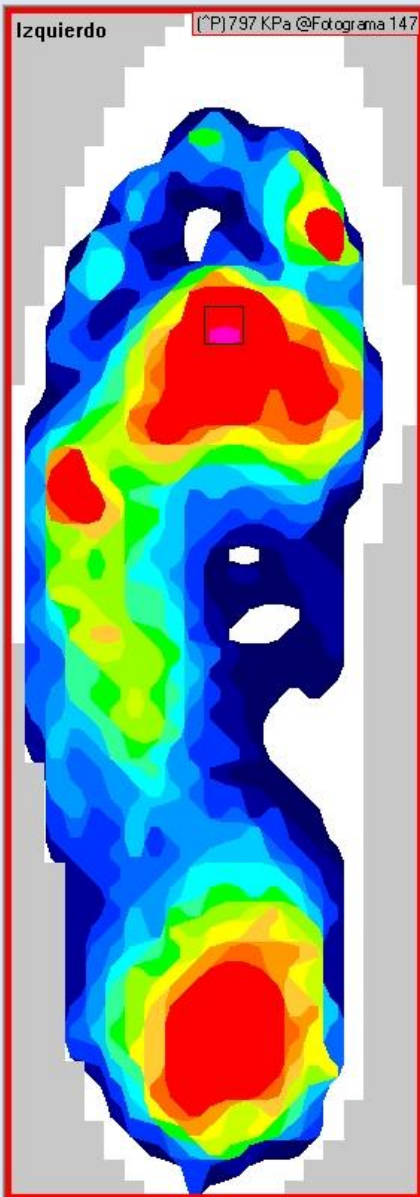
Flexión (60°-65°)	49.51°	52.46°
Extensión (0°-5°)	-3.79°	3.17°



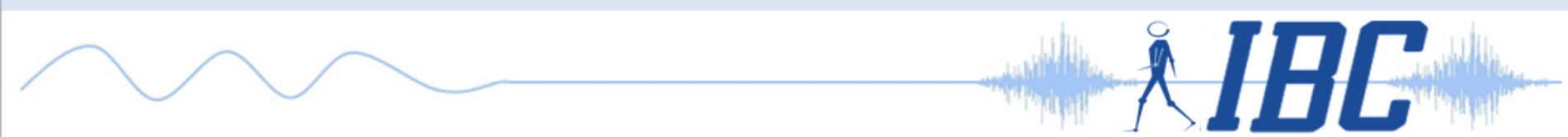
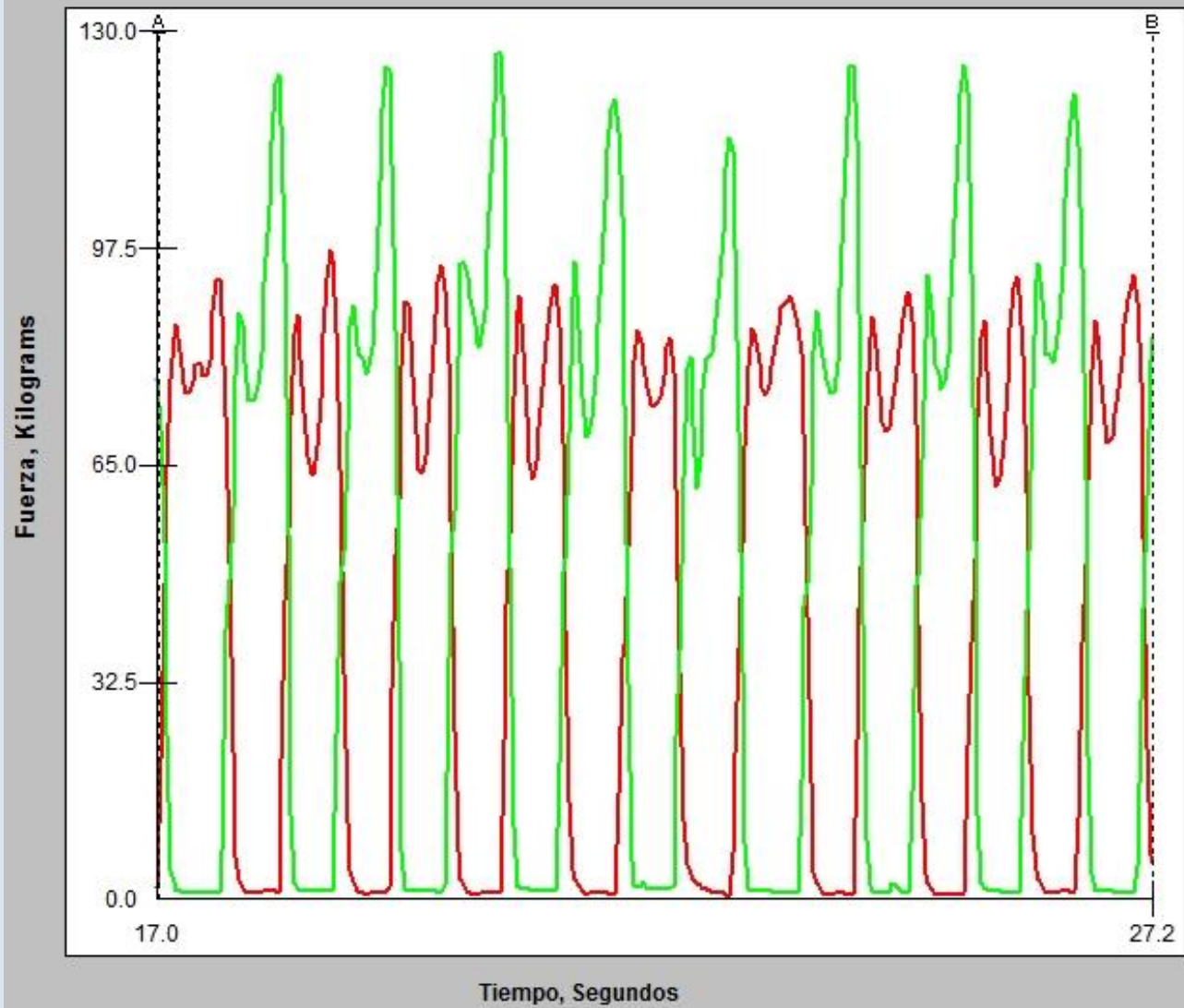


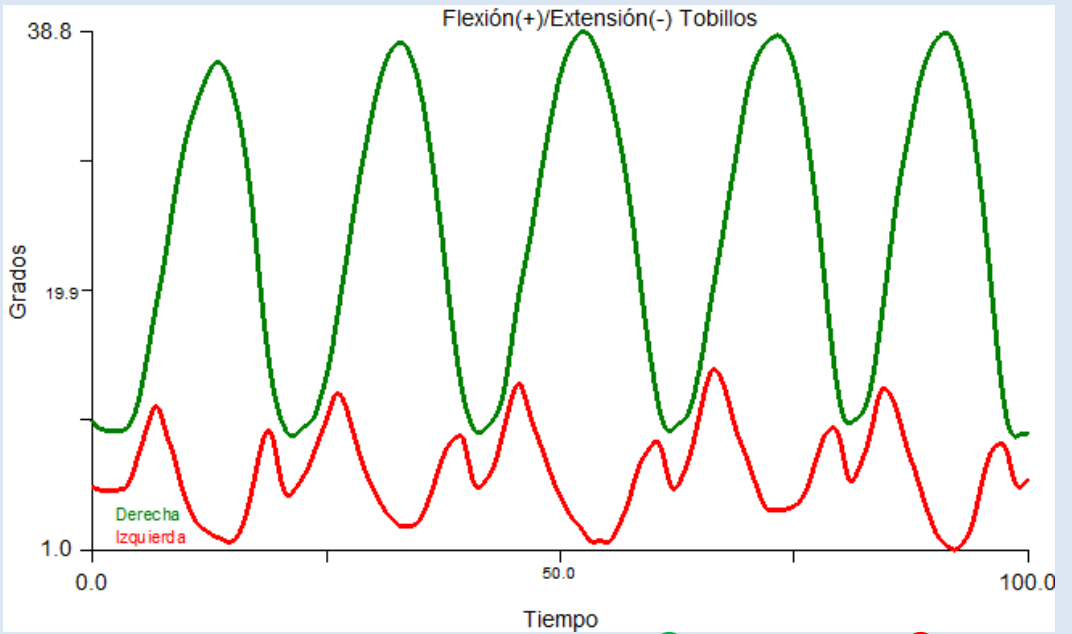
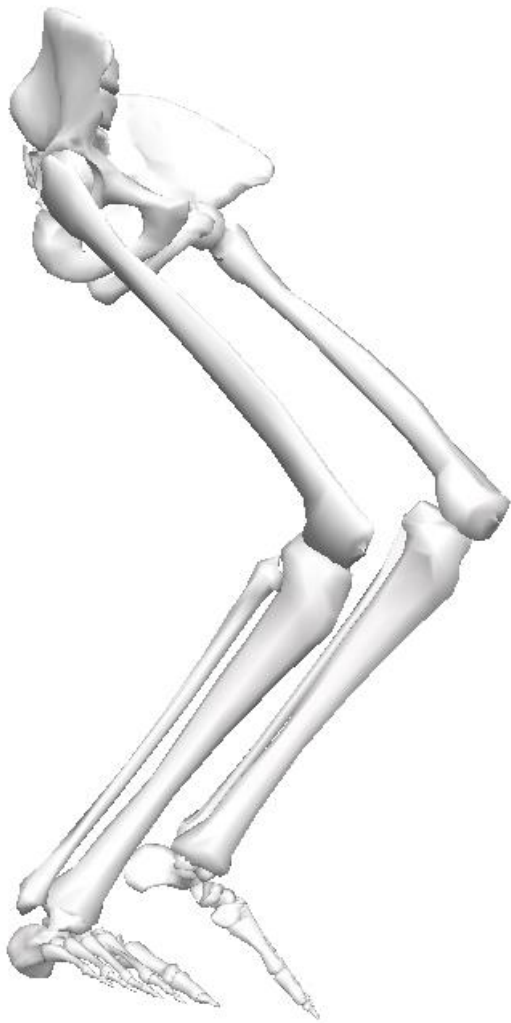
Dorsal (10°-15°)	●	15.87°	●	10.36°
Plantar (10°-20°)		5.18°		4.45°





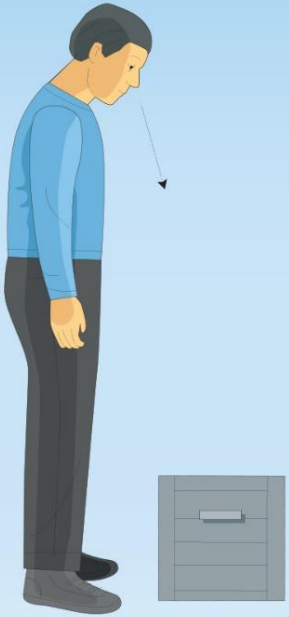
Fuerza vs. Tiempo





Rodilla	Flexión	75.83°	82.19°
	Elevar un objeto: 0-115°		
	Extensión	-2.87°	5.47°
	Total	72.96°	87.66°
Tobillo	Flexión Dorsal	38.77°	14.24°
	Elevar un objeto: 0-40°		
	Flexión Plantar	-7.63°	-0.87°
	Total	31.14°	13.37°





1 The first thing to do before lifting a box or a similar load is to estimate the weight. Stand close to and right in front of what you plan to lift, with your legs wide apart.



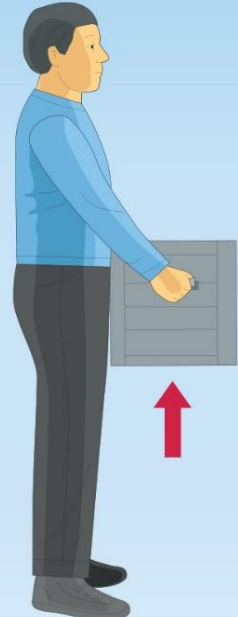
2 Keep your back straight, bend your knees and flex your hips.



3 Take hold of what is to be lifted, stretch your legs, flex your hips and carry the load close to your body.



4 Lift straight up, remembering not to turn your body while you are lifting.

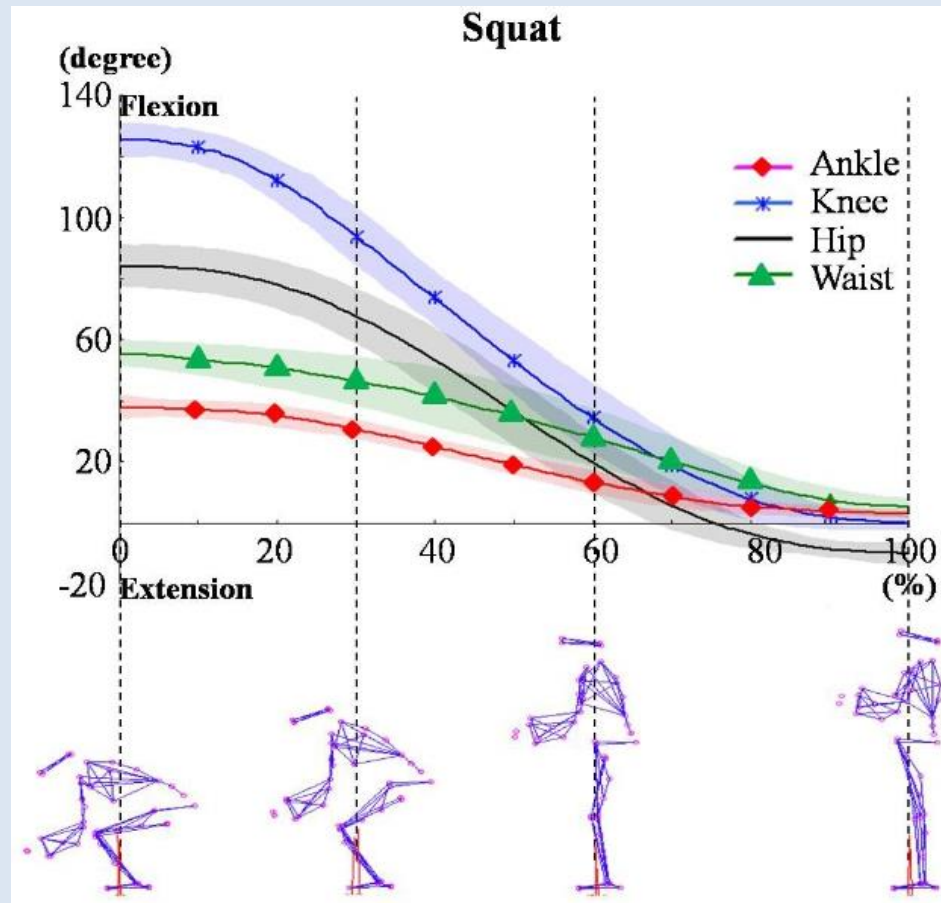


5 Employ a similar technique when you set down the object. Bend your knees and flex your hips, keep your back straight.

Research article

Lower extremity joint kinetics and lumbar curvature during squat and stoop lifting

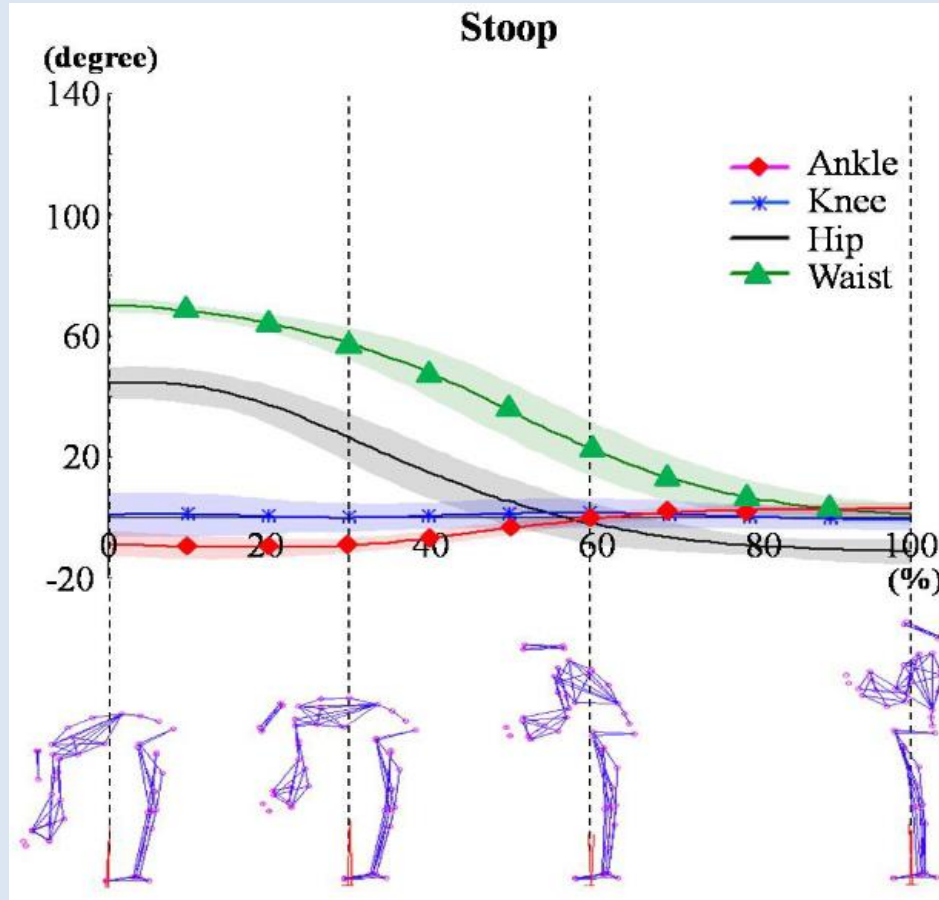
Seonhong Hwang¹, Youngeun Kim² and Youngho Kim^{*3}



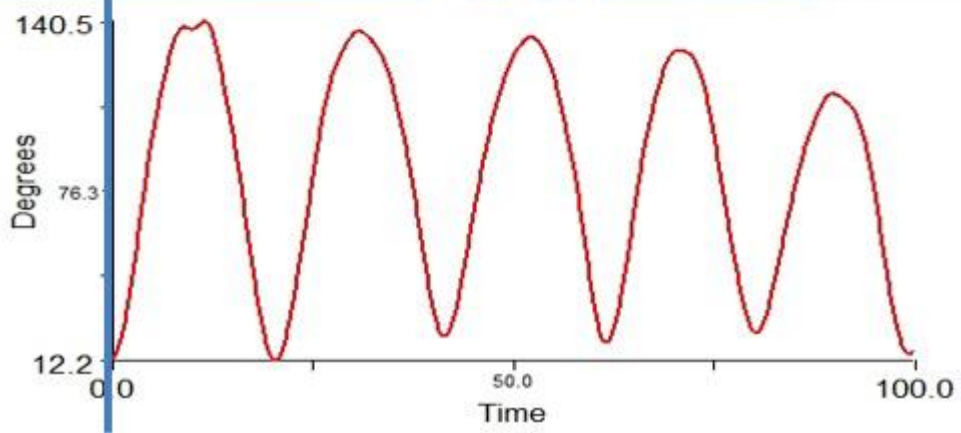
Research article

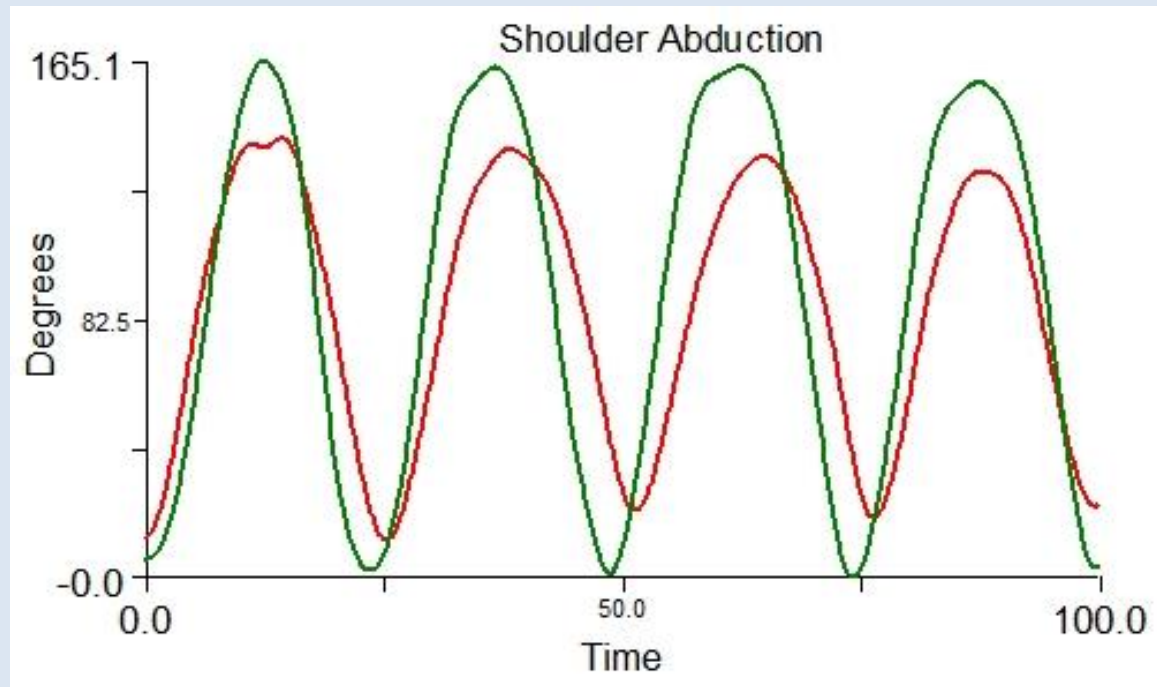
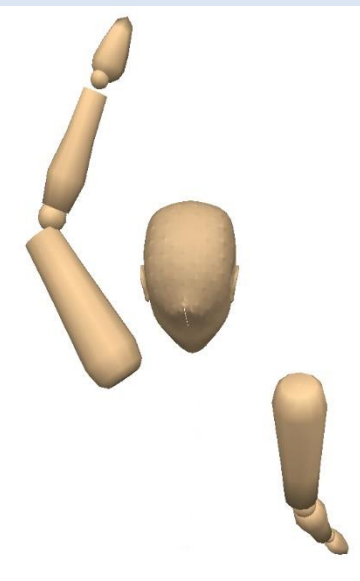
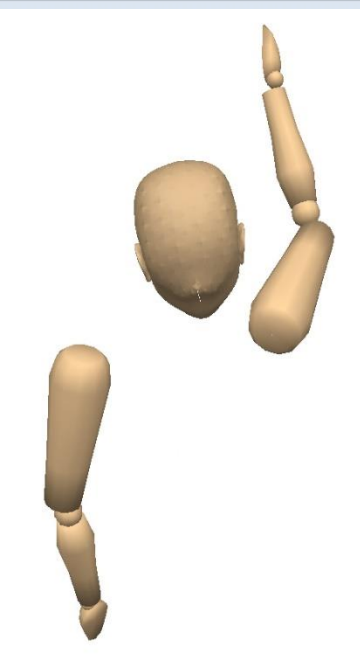
Lower extremity joint kinetics and lumbar curvature during squat and stoop lifting

Seonhong Hwang¹, Youngeun Kim² and Youngho Kim^{*3}

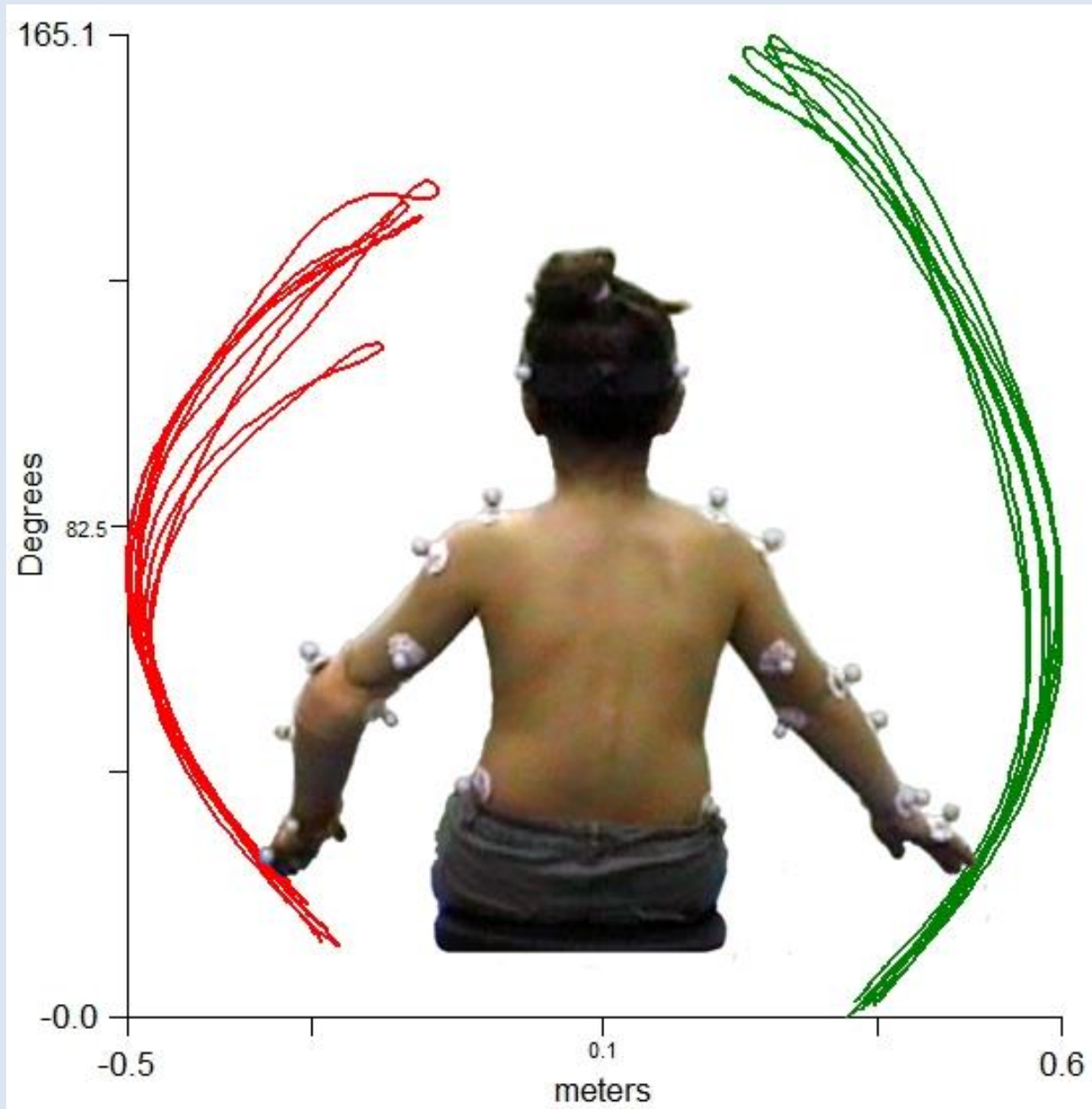


10-year-old patient, with congenital transradial amputation of the left upper limb





● Right ● Left



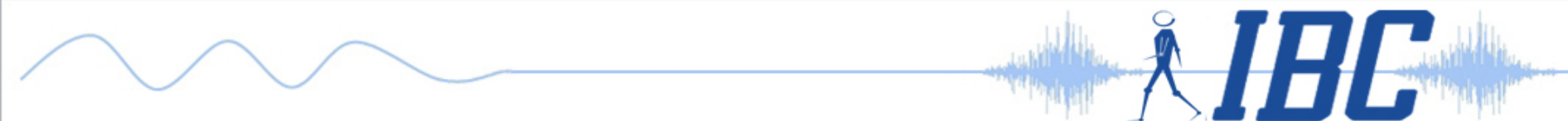
Body segment parameter data from Zatsiorsky et al. (1990), as modified by deLeva (1996).

Segment	Endpoint		Mass (%mass)		CM (%length)		Sagittal k (%length)		Transverse k (%length)		Longitudinal k (%length)	
	proximal	distal	female	male	female	male	female	male	female	male	female	male
Head	VERT	MIDG	6.68	6.94	58.94	59.76	33.0	36.2	35.9	37.6	31.8	31.2
	VERT	CERV	6.68	6.94	58.94	59.76	27.1	30.3	29.5	31.5	26.1	26.1
Trunk	SUPR	MIDH	42.57	43.46	41.51	44.86	35.7	37.2	33.9	34.7	17.1	19.1
	CERV	MIDH	42.57	43.46	41.51	44.86	30.7	32.8	29.2	30.6	14.7	16.9
	MIDS	MIDH	42.57	43.46	41.51	44.86	37.9	38.4	36.1	35.8	18.2	19.7
Upper Trunk	SUPR	XYPH	15.45	15.96	20.77	29.99	74.6	71.6	50.2	45.4	71.8	65.9
	CERV	XYPH	15.45	15.96	20.77	29.99	46.6	50.5	31.4	32.0	44.9	46.5
Mid Trunk	XYPH	OMPH	14.65	16.33	45.12	45.02	43.3	48.2	35.4	38.3	41.5	46.8
Lower Trunk	OMPH	MIDH	12.47	11.17	49.20	61.15	43.3	61.5	40.2	55.1	44.4	58.7
Upper Arm	SJC	EJC	2.55	2.71	57.54	57.72	27.8	28.5	26.0	26.9	14.8	15.8
Forearm	EJC	WJC	1.38	1.62	45.59	45.74	26.1	27.6	25.7	26.5	9.4	12.1
	EJC	STYL	1.38	1.62	45.59	45.74	26.3	27.8	25.9	26.7	9.5	12.2
Hand	WJC	MET3	0.56	0.61	74.74	79.00	53.1	62.8	45.4	51.3	33.5	40.1
	WJC	DAC3	0.56	0.61	74.74	79.00	24.4	28.8	20.8	23.5	15.4	18.4
	STYL	DAC3	0.56	0.61	74.74	79.00	24.1	28.5	20.6	23.3	15.2	18.2
	STYL	MET3	0.56	0.61	74.74	79.00	51.9	61.4	44.3	50.2	32.7	39.2
Thigh	HJC	KJC	14.78	14.16	36.12	40.95	36.9	32.9	36.4	32.9	16.2	14.9
Shank	KJC	LMAL	4.81	4.33	44.16	44.59	27.1	25.5	26.7	24.9	9.3	10.3
	KJC	AJC	4.81	4.33	44.16	44.59	26.7	25.1	26.3	24.6	9.2	10.2
	KJC	SPHY	4.81	4.33	44.16	44.59	27.5	25.8	27.1	25.3	9.4	10.5
Foot	HEEL	TTIP	1.29	1.37	40.14	44.15	29.9	25.7	27.9	24.5	13.9	12.4

References:

Zatsiorsky, VM; Seluyanov, VN & Chugunova, LG (1990). Methods of determining mass-inertial characteristics of human body segments. In G.G. Chernyi & S.A. Regirer, Contemporary Problems of Biomechanics (pp.272-291). USA: CRC Press.

DeLeva, P (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. Journal of Biomechanics, v.29 (9), pp.1223-1230.





% Masa Corporal Total
Conjunto Antebrazo-Mano: 1.94%

98.06% = 42 Kg.

100% = 42.83 Kg.

1.94% = 0.83 Kg.

Peso Prótesis: 1.4 Kg.

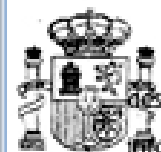
Diferencia: **0.57 Kg.**



La implementación de la biomecánica en pacientes con trastornos músculo-esqueléticos y/o neurológicos, es una herramienta muy eficaz y efectiva en el control objetivo de la evolución, permitiendo:

- **Disminuir las variables subjetivas** (dolor, molestias).
- **Aportar información al paciente** que es capaz de entender (biofeedback).
- **Ayudar en la toma de decisiones**, para determinar cuándo redirigir, continuar o terminar un tratamiento.
- **Agilizar el expediente y reducir el gasto innecesario** (ambulancias, taxis, RMN, etc.), y por tanto, optimizar los recursos y disminuir el coste social y económico.
- Ayudar a la reinserción social y laboral, y garantizar una **mejor calidad de vida**.
- Aconsejar en la **reubicación del puesto de trabajo**.
- **Determinar**, objetivamente y con precisión, **niveles de capacidad, discapacidad o disfunción**.





descritas por el Centro de Análisis de Biomecánica que consta en la Fig. 1 de dicho informe y cuyas gráficas se dan aquí por expresamente reproducidas. De dicho informe médico se aprecia con palmaria claridad que «la movilidad de la cadera derecha se encuentra limitada en flexión, que se muestra dolorosa en el movimiento activo», y que «los déficits y alteraciones de la extremidad inferior derecha descritas, limitan las actividades corrientes de ella vida habitual, y dificultan de forma importante la realización de trabajos o prácticas deportivas en terreno irregular y/o planos inclinados, así como bajar y principalmente subir escaleras. El cambio de apoyo de escalón en ascenso requiere la flexión de la cadera, la flexión de la rodilla y la flexión dorsal del tobillo, dos de cuyas funciones se encuentran restringidas en la extremidad inferior derecha».

Por tanto, ante tal científica conclusión, a lo que se debe añadir la reiteración y la dureza de las tareas de mantenedor de instalaciones deportivas a las que se refiere dicho informe médico, procede la desestimación de la demanda y la confirmación de la incapacidad total del trabajador para su profesión habitual.

FALLO

Que desestimo la demanda interpuesta por MUTUA DE ACCIDENTES DE TRABAJO DE frente al INSTITUTO NACIONAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL, TESORERÍA GENERAL DE LA SEGURIDAD SOCIAL, J A y C , a quienes expresamente absuelvo de los pedimentos de la demanda..

Notifíquese a las partes la presente resolución, haciéndoles saber que contra la misma cabe recurso de duplicación a interponer en la forma y requisitos establecidos en la Ley de Procedimiento Laboral.

Así por esta mi sentencia, lo pronuncio, mando y firmo.





La preocupación por el hombre debe constituir siempre el objetivo principal de todo esfuerzo tecnológico...

Albert Einstein



¡Gracias!

Gràcies!

Thank you!

DANKE!

Merci!

jlparreno@ibc.bio

