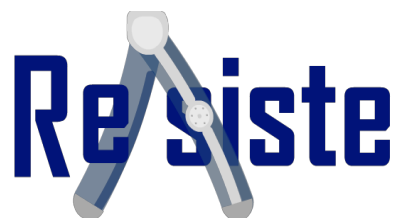


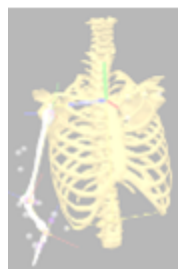
Indicaciones para uso de exoesqueletos: RHB vs Compensación

Angel Gil Agudo MD, PhD

Jefe del Servicio de Rehabilitación
Unidad de Biomecánica y Ayudas Técnicas
Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo



Curso REASISTE-CYTED 2016
22 octubre 2016. La Granja. España



Indice

- Cinemática / Cinética. Patrones alterados en LM
 - Clasificación LM
 - Marcha en Lesiones medulares incompletas
 - Marcha en Síndrome centro-medular
 - Marcha en Síndrome de hemisección medular
- Interacción exo/sujeto. Compatibilidad biomecánica



Indice

- Cinemática / Cinética. Patrones alterados en LM
 - Clasificación LM
 - Marcha en Lesiones medulares incompletas
 - Marcha en Síndrome centro-medular
 - Marcha en Síndrome de hemisección medular
- Interacción exo/sujeto. Compatibilidad biomecánica



Clasificación LM



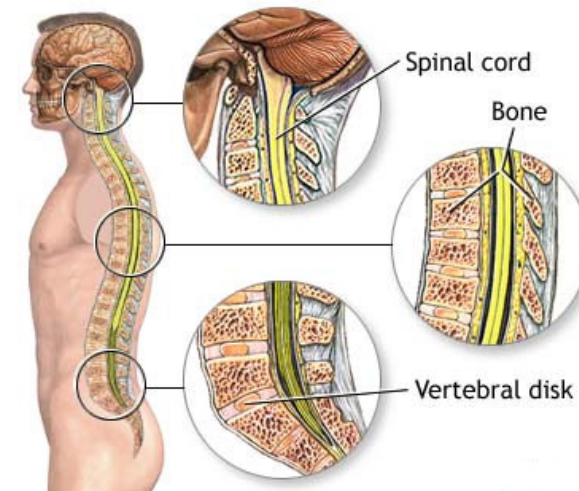
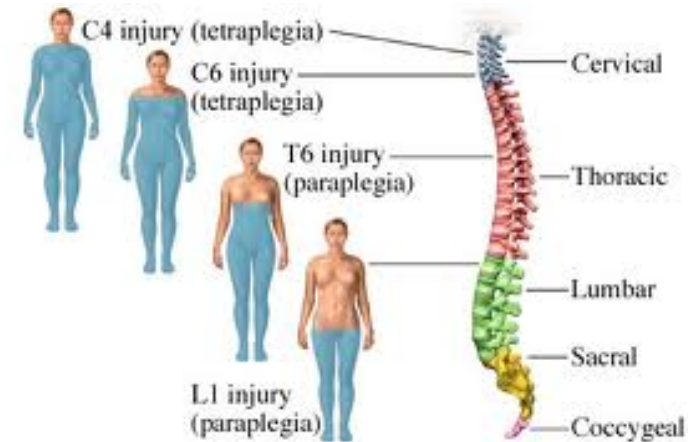
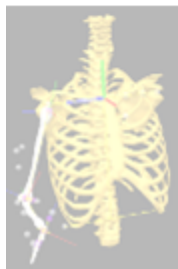
- Nivel de lesión
 - Tetraplegia
 - Paraplegia



- Completa/Incompleta
- Completa
 - No existe función motora no sensitiva por debajo del nivel de la lesión



- Incompleta
 - El paciente tiene algo de sensibilidad o función motora por debajo del nivel de lesión medular. Preservación sacra



Clasificación LM

- Síndrome LM incompleta
 - Síndrome medular anterior
 - Síndrome medular posterior
 - Síndrome centromedular
 - Síndrome de hemisección medular o de Brown-Sequard
 - Cola de caballo

Atteintes incomplètes de la moelle

Syndrôme Central



Syndrôme Antérieur



Syndrôme de Brown-Sequard



Faisceaux postérieurs et médians

Indice

- Cinemática / Cinética. Patrones alterados en LM
 - Clasificación LM
 - Marcha en Lesiones medulares incompletas
 - Marcha en Síndrome centro-medular
 - Marcha en Síndrome de hemisección medular
- Interacción exo/sujeto. Compatibilidad biomecánica



Marcha en LMi



- Paresia o parálisis
 - Espasticidad
 - Contracturas articulares
 - Dolor
 - Alteraciones sensitivas
- En LMi se pueden encontrar cualquier mezcla de todos ellos según nivel y grado

Marcha en LMi

- Difícil homogeneizar.
- Patrón individualizado
- Efectos nivel y espasticidad
 - Sujetos con lesiones torácicas ↓ cadencia y velocidad
 - Sujetos con lesiones lumbares ↓ longitud de paso y velocidad del tobillo

Krawetz and Nance, APMR 1996



Indice

- Cinemática / Cinética. Patrones alterados en LM
 - Clasificación LM
 - Marcha en Lesiones medulares incompletas
 - Marcha en Síndrome centro-medular
 - Marcha en Síndrome de hemisección medular
- Interacción exo/sujeto. Compatibilidad biomecánica



Marcha en SCM

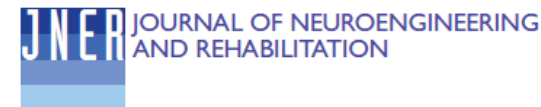


- SCM: Lesión cervical. Mayor debilidad en MMII que en MMSS (Schneider)
- SCM → el síndrome más frecuente de LMi (15-25%)
- Consiguen marcha independiente en el 87-97% de los menores de 50 años
- Pocos estudios existen sobre biomecánica marcha en SCM

Marcha en SCM

- Objetivo
 - Analizar las características de la marcha en pacientes con SCM comparando los hallazgos cinemáticos y temporo-espaciales con un grupo control (ajustado en edad y sexo)

Gil-Agudo et al. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2011, **8**:7
<http://www.jneuroengrehab.com/content/8/1/7>

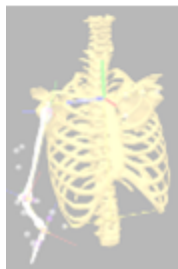


RESEARCH

Open Access

Gait kinematic analysis in patients with a mild form of central cord syndrome

Angel Gil-Agudo^{1*}, Soraya Pérez-Nombela¹, Arturo Forner-Cordero², Enrique Pérez-Rizo¹, Beatriz Crespo-Ruiz¹, Antonio del Ama-Espinosa¹



Marcha en SCM

- Sujetos
 - 12 con SCM / 20 controles
- Criterios inclusión
 - Edad entre 18-65 años
 - Diagnóstico clínico de SCM
 - Ausencia de alteraciones previas ortopédicas y neurológicas
 - Antigüedad de la lesión al menos de 12 meses

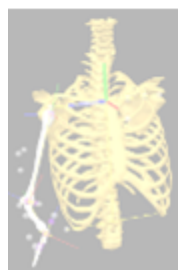
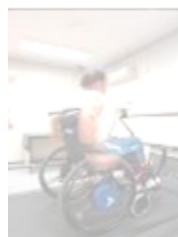


Marcha en SCM

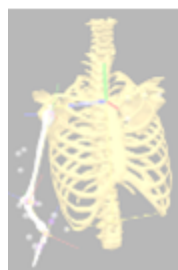
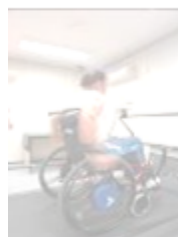
Parámetros témporo-espaciales

- CG / SCM a velocidad libre
 - Diferencias significativas en todos los parámetros
- CG / SCM a velocidad controlada
 - No se encontró ninguna diferencia entre ambos grupos





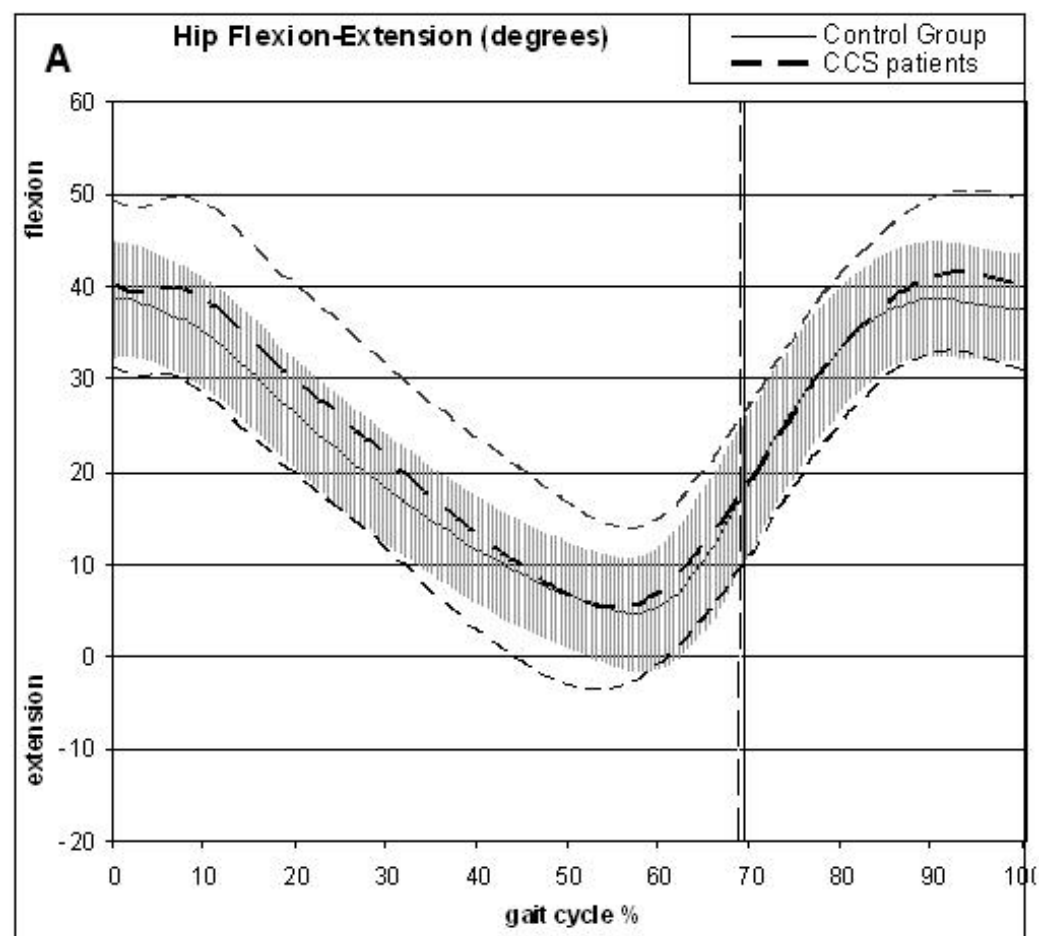
Temporal-spatial parameters between CCS group and control group (self selected speed).						
	CCS group (n=12)			Control group (n=20)		
Variable	Units	Mean	SD	Mean	SD	P value
Speed	m/s	0.72	±0.25	1.28	±0.11	0.000
Speed*	%height	43.22	±15.09	76.79	±8.66	0.000
Stride Length*	%height	58.20	±11.67	80.24	±4.26	0.000
Stride Time	s	1.44	±0.32	1.06	±0.08	0.002
Strides/Minute		43.37	±8.31	57.28	±4.48	0.000
Step Length*	%height	29.38	±6.35	40.38	±2.23	0.000
Step Time	s	0.72	±0.16	0.53	±0.04	0.002
Cadence	Steps/Minute	87.09	±16.26	114.22	±9.21	0.000
Single Support	%cycle	0.44	±0.05	0.38	±0.02	0.000
Double Support	%cycle	0.27	±0.13	0.15	±0.02	0.006
Percentage stance	%cycle	68.41	±4.58	63.99	±1.19	0.007



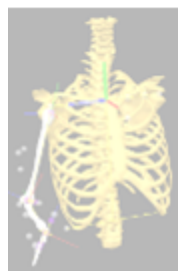
Temporal-spatial parameters between CCS group and control group at a matched speed

	CCS group (n=12)			Control group (slow speed) (n=20)		
Variable	m/s	0.72	±0.25	0.71	±0.08	0.835
Speed*	%height	43.22	±15.09	42.10	±4.45	0.806
Stride Length*	%height	58.20	±11.67	61.62	±4.35	0.345
Stride Time	s	1.44	±0.32	1.48	±0.15	0.685
Strides/Minute		43.37	±8.31	40.98	±3.69	0.363
Step Length*	%height	29.37	±6.35	30.64	±2.20	0.519
Step Time	s	0.72	±0.16	0.74	±0.07	0.726
Cadence	Steps/Minute	87.09	±16.26	82.57	±7.44	0.380
Single Support	%cycle	0.44	±0.05	0.45	±0.04	0.494
Double Support	%cycle	0.27	±0.13	0.28	±0.05	0.874
Percentage stance	%cycle	68.41	±4.58	69.20	±1.81	0.573

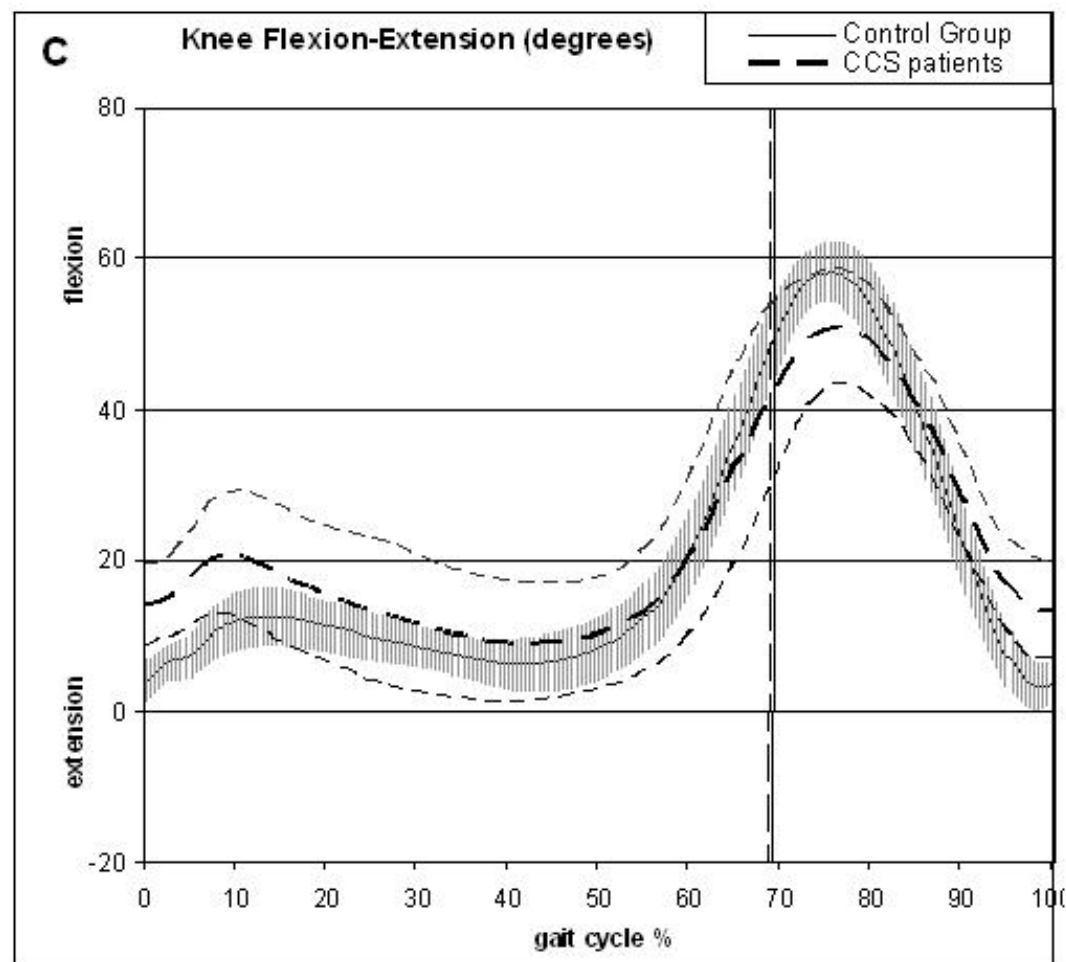
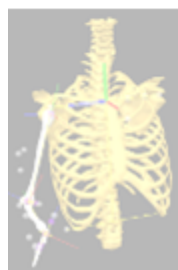
Marcha en SCM



En fase de apoyo → flexión incrementada en SCM

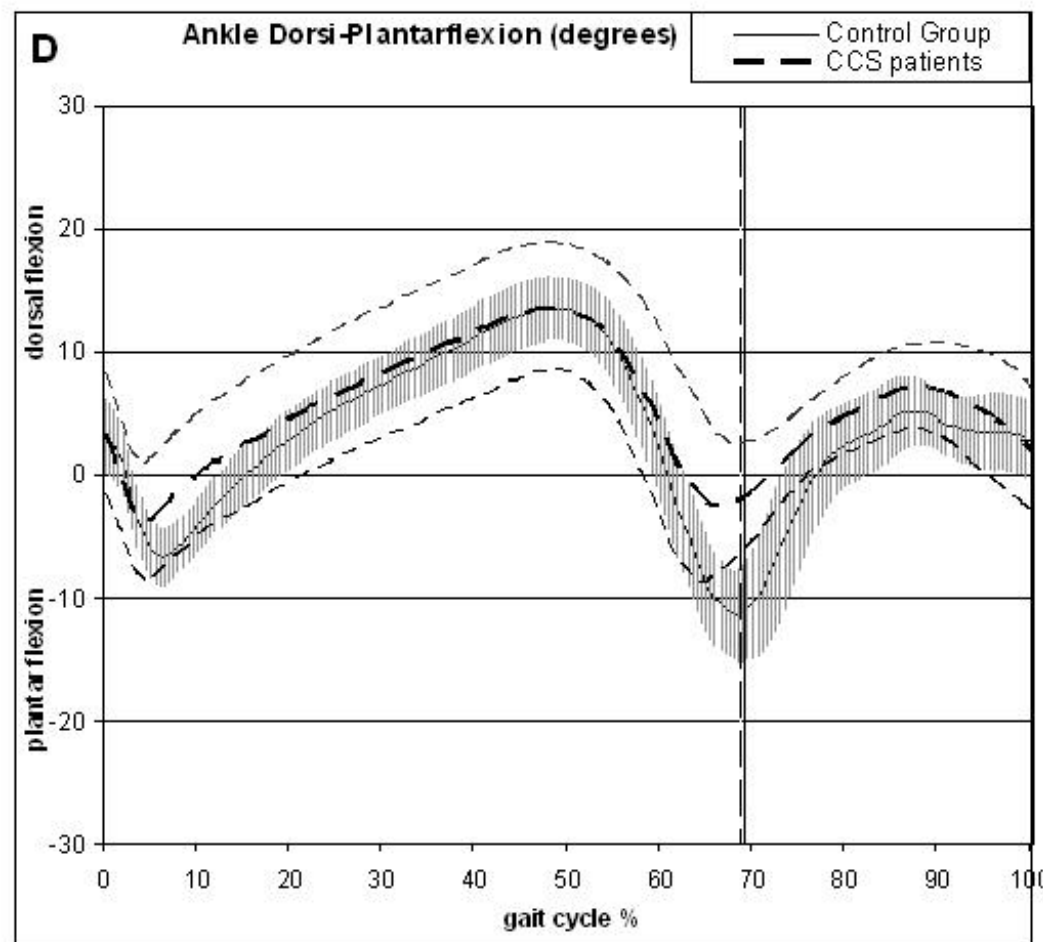


Marcha en SCM

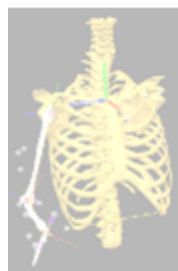


En fase de apoyo → flexión incrementada en SCM
Pico de flexión de rodilla mayor en CG

Marcha en SCM



En fase de apoyo → dorsiflexión tobillo incrementada en SCM
Pico de flexión plantar de tobillo mayor en CG



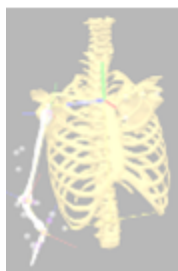
Índice

- Cinemática / Cinética. Patrones alterados en LM
 - Clasificación LM
 - Marcha en Lesiones medulares incompletas
 - Marcha en Síndrome centro-medular
 - Marcha en Síndrome de hemisección medular
- Interacción exo/sujeto. Compatibilidad biomecánica



Marcha en hemisección medular

- Objetivo
 - Analizar las diferencias entre el patrón biomecánico de la marcha entre un grupo de pacientes con SCM y otro con hemisección medular



Disability
and
Rehabilitation

An international, multidisciplinary journal

<http://informahealthcare.com/dre>
ISSN 0963-8288 print/ISSN 1464-5165 online

Disabil Rehabil, Early Online: 1–8
© 2013 Informa UK Ltd. DOI: 10.3109/09638288.2013.766268

informa
healthcare

RESEARCH ARTICLE

Comparative biomechanical analysis of gait in patients with central cord and Brown-Séquard syndrome

Angel Gil-Agudo¹, Soraya Pérez-Nombela¹, Enrique Pérez-Rizo¹, Antonio del Ama-Espinosa¹, Beatriz Crespo-Ruiz¹, and José L. Pons²

Marcha en hemisección medular

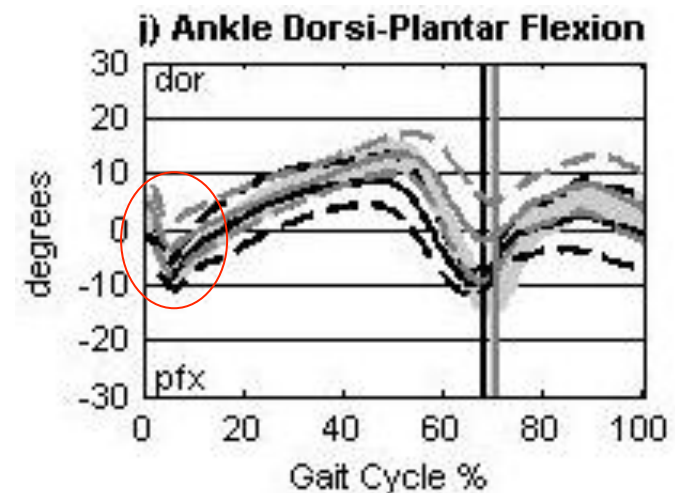
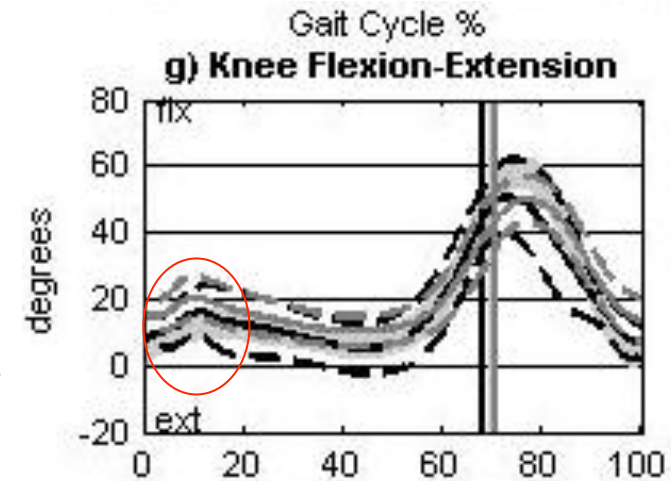


- La flexión de rodilla en el contacto inicial es mayor en SCM que BSS

BSS black lines

CCS grey lines

- La flexión plantar de tobillo en el contacto inicial en BS es mayor que SCM



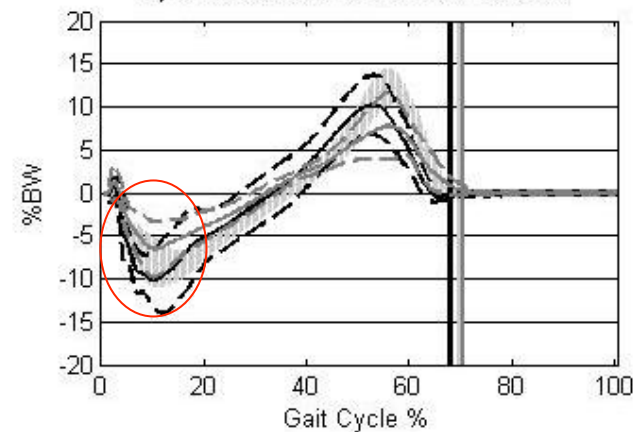
Marcha en hemisección medular

- Fuerzas de frenado en BS son mayores que en SCM

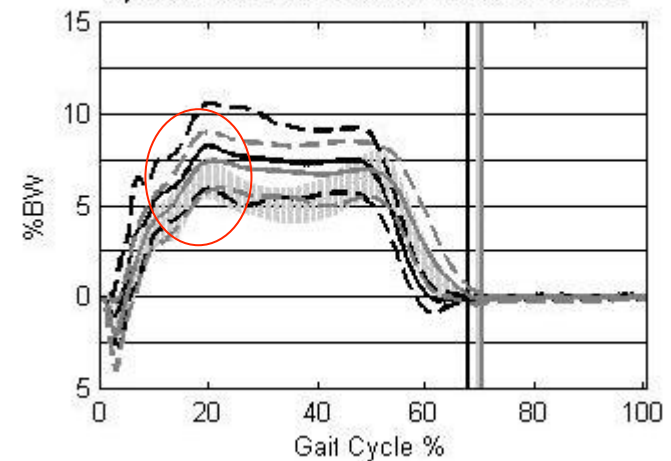
BSS black lines

CCS grey lines

a) Fore-Aft Ground Reaction Forces



b) Medio-Lateral Ground Reaction Forces



- Fuerzas verticales son mayores en BS



Indice

- Cinemática / Cinética. Patrones alterados en LM
 - Clasificación LM
 - Marcha en Lesiones medulares incompletas
 - Marcha en Síndrome centro-medular
 - Marcha en Síndrome de hemisección medular
- Interacción exo/sujeto. Compatibilidad biomecánica



Compatibilidad biomecánica

- Modelos anatómicos y de ingeniería desarrollados para:

Hombro

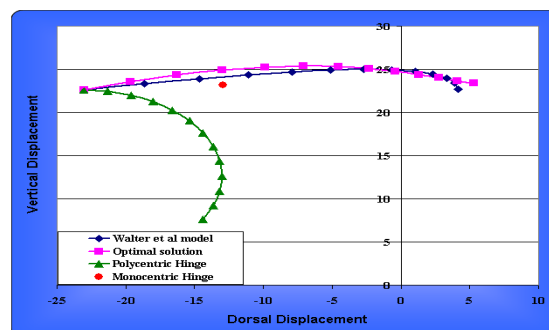
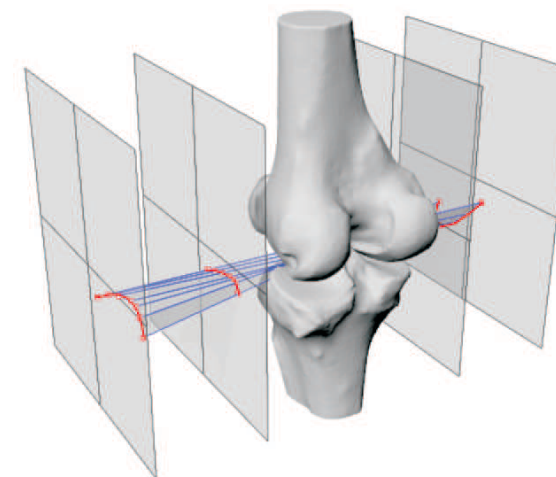
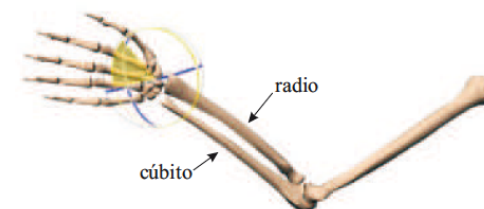
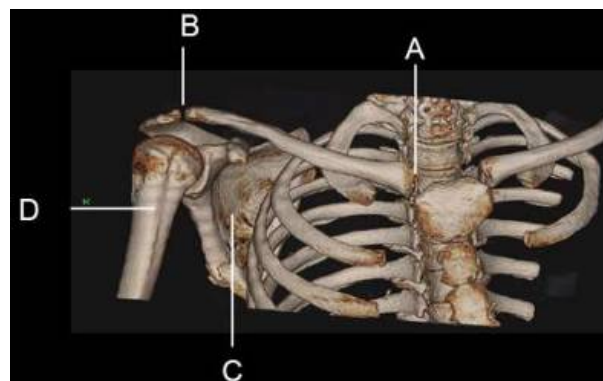
Codo

Carpó

Cadera

Rodila

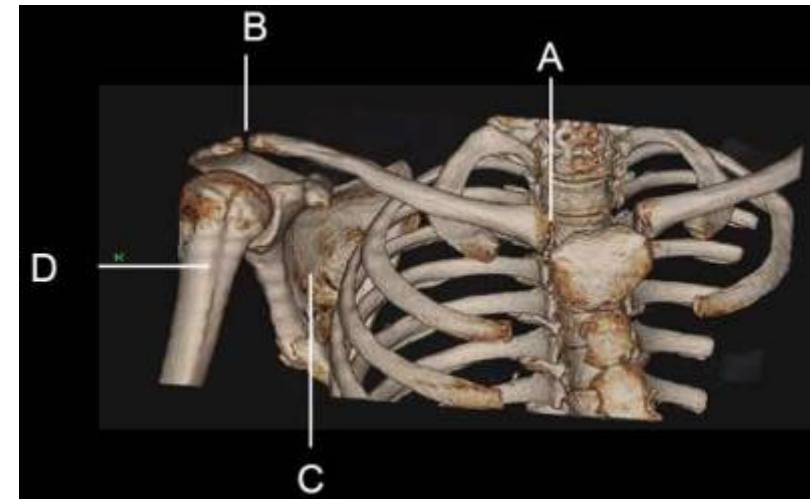
Tobillo



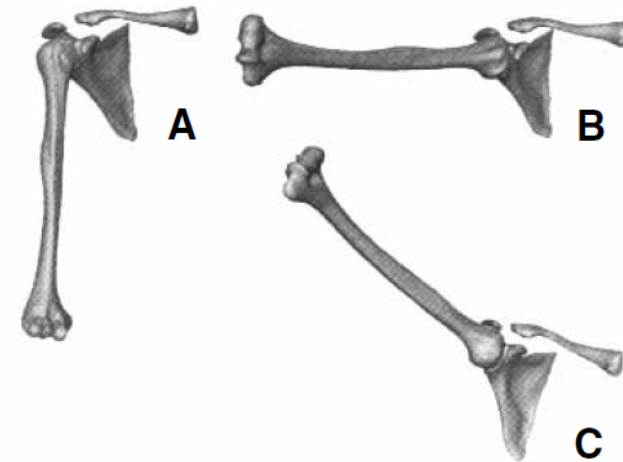
Compatibilidad biomecánica



- Hombro: Articulación de gran movilidad
 - Posicionar la mano en el espacio.
- Compuesto por varias articulaciones:
 - Esternoclavicular (**A**)
 - Acromioclavicular (**B**)
 - Escápulo-torácica (**C**)
 - Glenohumeral (**D**)

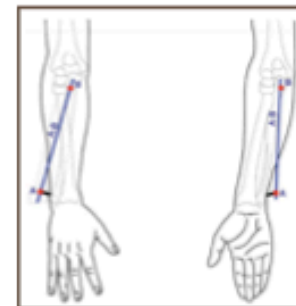
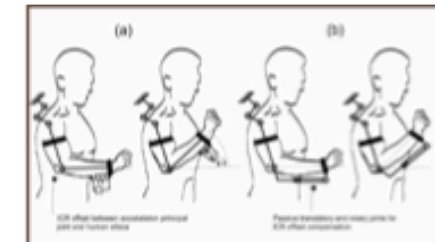
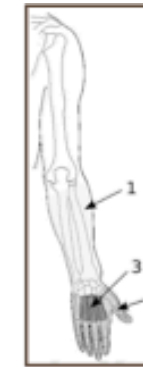
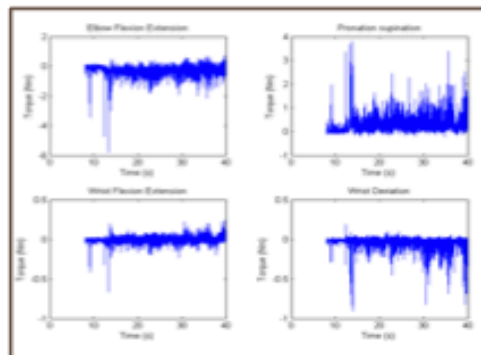
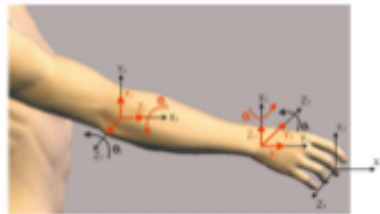
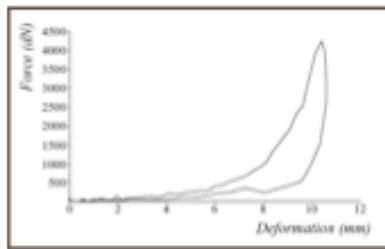
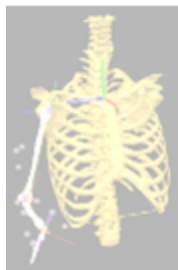


- ¿Cuál es la contribución de cada articulación al movimiento total del húmero?
- ¿Cómo diseñar la articulación del hombro para asegurar la compatibilidad ?



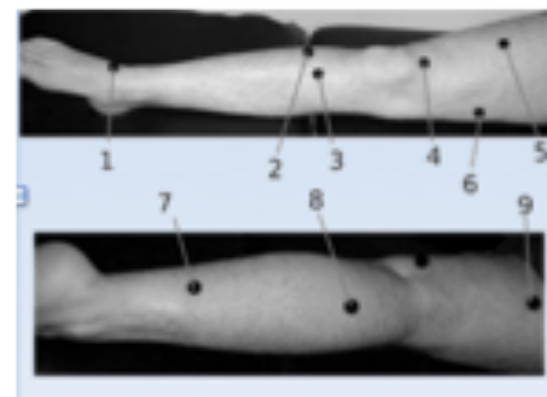
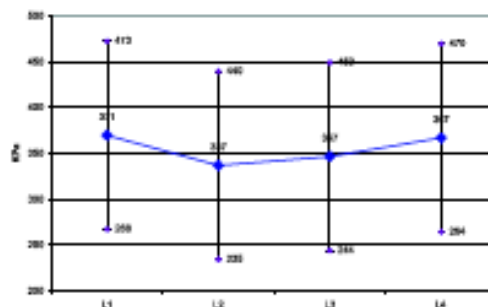
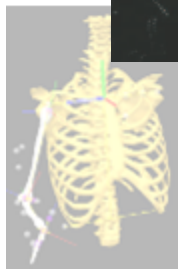
Compatibilidad biomecánica

Para la aplicación estática y dinámica
del exo

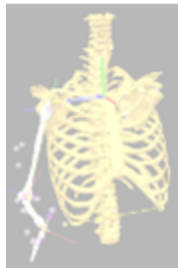


Compatibilidad biomecánica

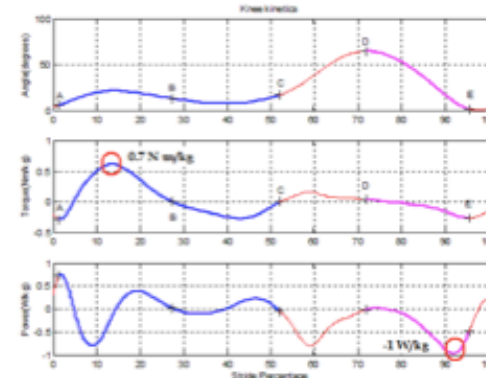
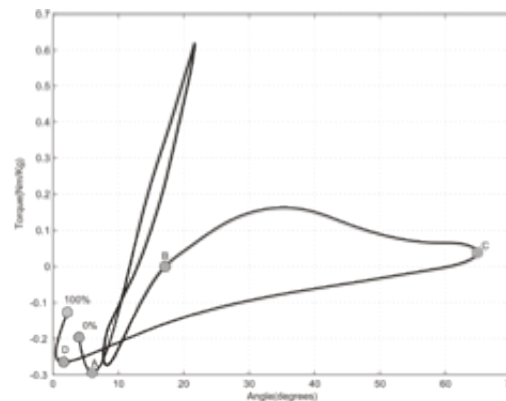
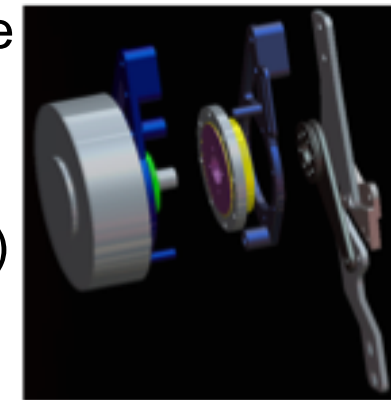
- Puntos de aplicación de las fuerzas
- Mapa de tolerancia a la presión



Compatibilidad biomecánica



- Exoesqueletos para la marcha: requerimientos de actuadores
- Análisis de la función muscular en la marcha
- Máximo torque por articulación (peso del usuario)
- Límites de la velocidad de la marcha

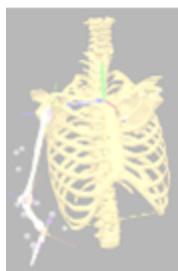


Conclusión



- La determinación de los patrones biomecánicos de la marcha → elemento base para determinar requerimientos diseño de los exoesqueletos
- Análisis de compatibilidad estático y dinámico entre el exo y el paciente

Unidad I+D+i de Biomecánica
y Ayudas Técnicas



Gracias por vuestra atención