

Analisi del movimento: strumenti, metodi e applicazioni

Relatore: Mazzoleni Paolo

Polo Tecnologico

Fondazione Don Carlo Gnocchi IRCCS

Milano



LAM

LAM

Laboratorio di Analisi del Movimento

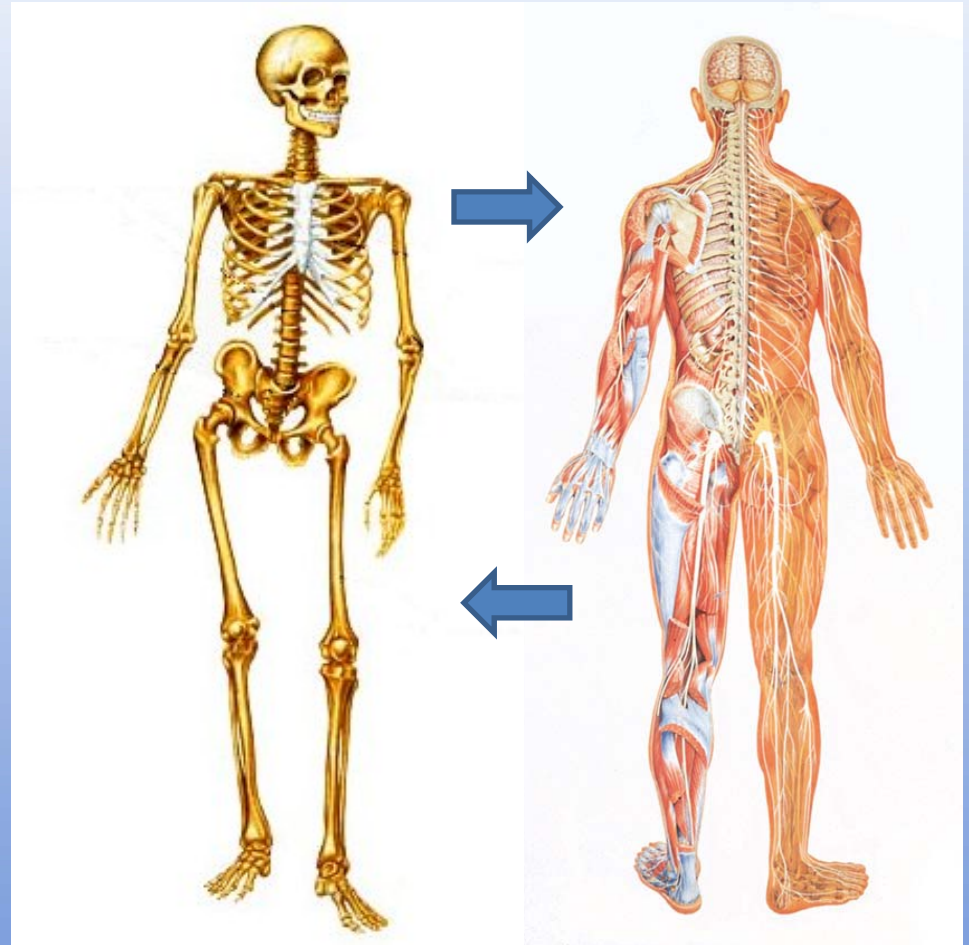
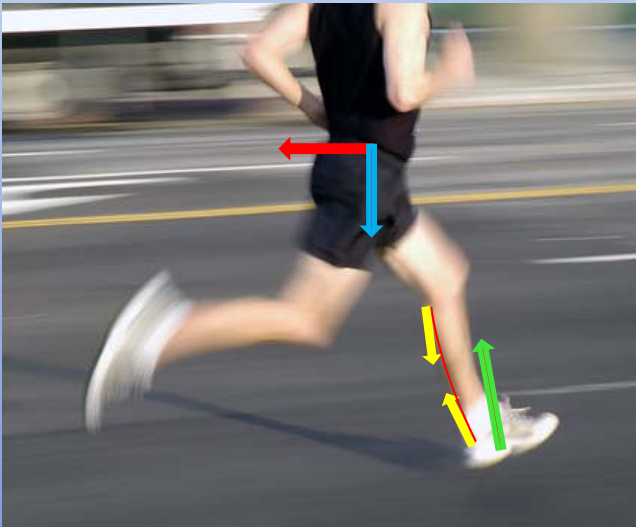


Di che cosa si occupa?

- Di analisi multifattoriale del movimento
- Di sviluppo e validazione di protocolli sperimentali per l'analisi multifattoriale del movimento
- Di validazione di sistemi innovativi per l'analisi multifattoriale del movimento

Il movimento

Il movimento richiede al nostro corpo l'integrazione dei sistemi nervoso, muscolare e scheletrico al fine di risolvere in ogni istante un problema di equilibrio dinamico.



LAM

Analisi del movimento

Ogni alterazione in questi sistemi causata dall'età o dalla patologia, porta ad una limitazione funzionale.

L'analisi del movimento umano, permette la valutazione di queste alterazioni.

Finalità

- Diagnosi funzionale di disordini motori
- Impostare e valutare le terapie
- Ricerca sulla fisiologia/patologia nel movimento
- Sviluppo di nuovi dispositivi
- Ottimizzazione del gesto atletico
- Progettazione di oggetti/ambienti ergonomici



LAM

Analisi del movimento

Valutazione	Soggettiva	Oggettiva
Qualitativa	Descrizione osservazionale	Video ripresa
Quantitativa	Scale di valutazione	Valutazione strumentale

- Sog. /Qualit. : Valutazione che il clinico fa durante una visita fisiatrica.
- Og./Quant. : Valutazione effettuata con sistema di misura.



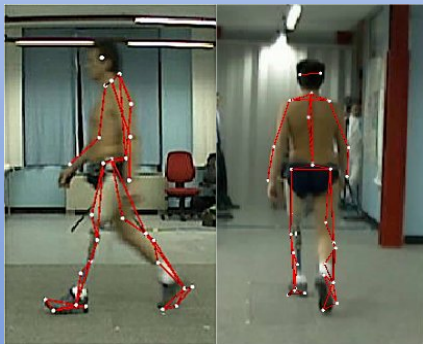
LAM

Valutazione strumentale

Analisi multifattoriale

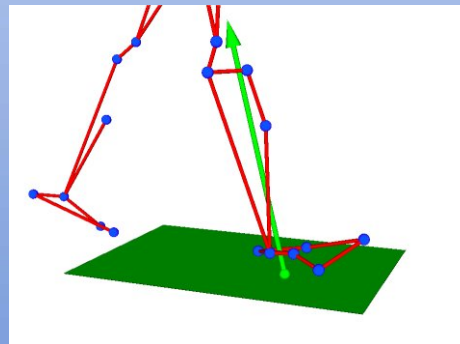
Cinematica Quanto?

- Posizione
- Velocità
- Accelerazione



Dinamica Perché?

- Forze
- Momenti
- Potenze articolari



Elettromiografia Quando?

- Segnali elettromiografici



LAM

Valutazione strumentale

Analisi multifattoriale

Cinematica

Quanto si muove?



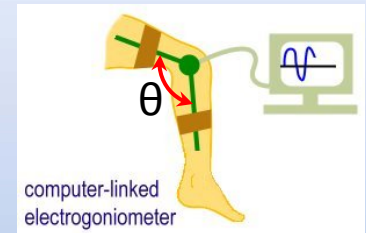
LAM

Strumentazione

Analisi cinematica

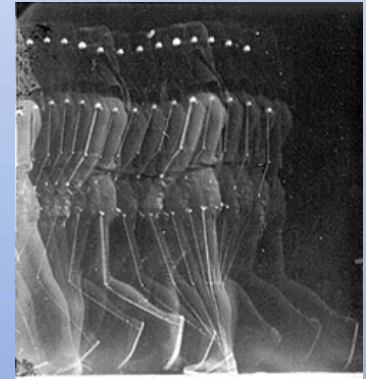
Sistemi a trasduzione Meccano-Elettrica

- Elettrogoniometri
- Accelerometri
- Magnetici



Sistemi di Imaging

- Fotografia
- Fotografia ad esposizione multiple
- Cinematografia
- Televisione



Sistemi Optoelettronici a marcatori

- Marcatori attivi
- Marcatori passivi



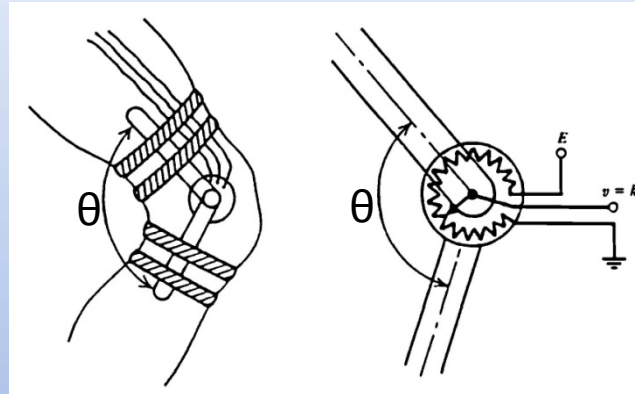
LAM

Sistemi a trasduzione Meccano-Elettrica

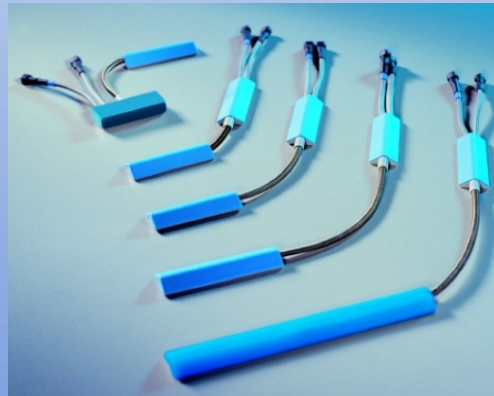
Elettrogoniometri

Tipi di sensori

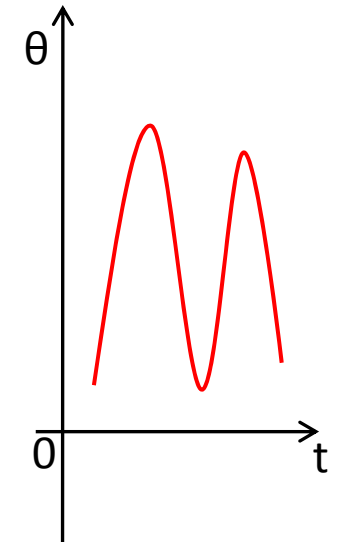
- Potenzimetri



- Estensimetri
(Strain gauge)



Variabile
Monodimensionale
Angolo θ



LAM

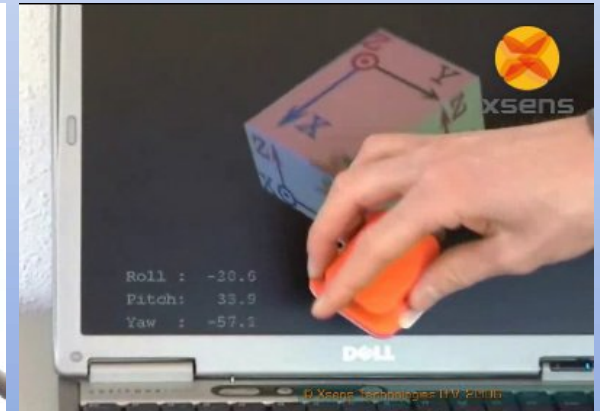
Sistemi a trasduzione Meccano-Elettrica

Sistemi basati su sensori inerziali

Tipi di sensori



- Accelerometri
- Giroscopi
- Magnetometri



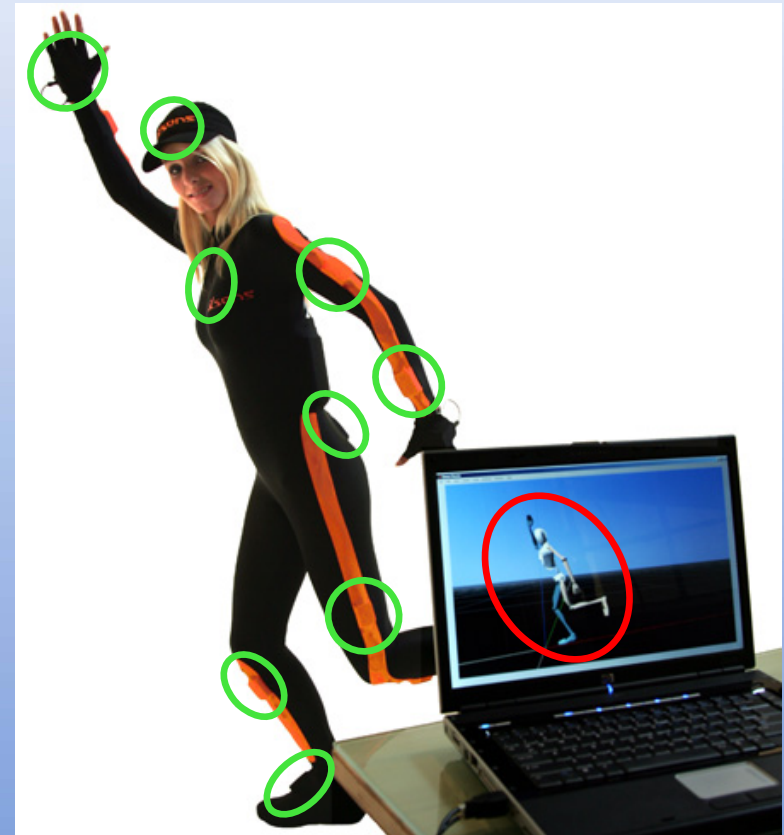
Informazione Spaziali



LAM

Sistemi a trasduzione Meccano-Elettrica

Sistemi basati su sensori inerziali



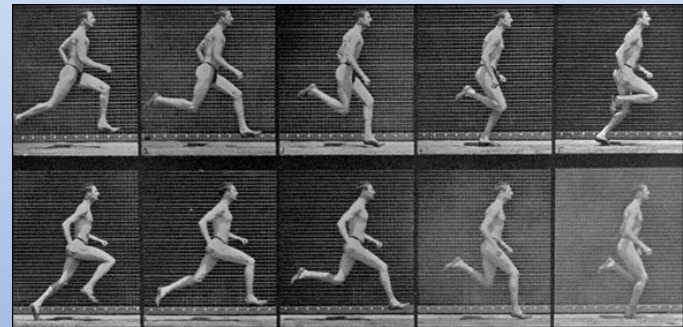
LAM

Sistemi di Imaging

Fotografia & Fotografia ad esposizione multipla

Informazione Bidimensionale

- 1876 Janssen - La “Rivoltella fotografica”



- 1878 Muybridge - Foto



- 1882 Marey - Foto



LAM

Sistemi di Imaging

Sistemi optoelettronici a marcatori

Informazione Tridimensionale

- 1974 SelspotTM - SElective light SPOT recognition. Marker attivi a LED
- 1975 Video technology - Sviluppo dei primi sistemi semi-automatici di deteazione dei marcatori
- 1981 VicomTM
- 1988 EliteTM
- 1992 MotionAnalysisTM
- 2000 SmartTM
- 2001 EagleTM



LAM

Strumentazione LAM

Analisi cinematica 3D

Sistema SMART-D (BTS S.p.a) 9TVC



● Sistema
Componente Elettronica

● TVC
– Gruppo Ottico
– CCD (Fr 1-250Hz, 1.4Mp)
– Illuminatore ad infrarossi

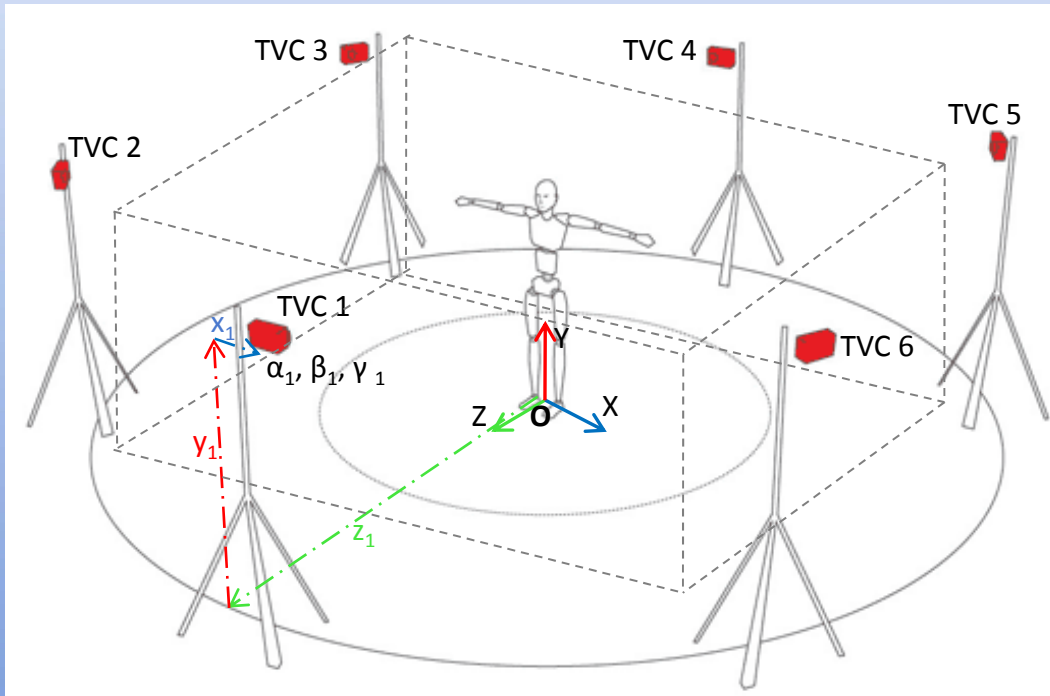


LAM

Strumentazione LAM

Analisi cinematica

Sistema SMART-D



Procedura di calibrazione

- Definizione dell'origine del laboratorio
- Coordinate e orientamento delle TVC
- Correzione delle distorsioni
- Definizione della dimensione del volume di lavoro

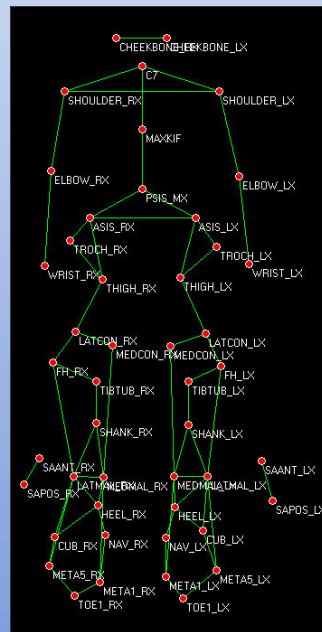


LAM

Strumentazione LAM

Marcatori

I marcatori vengono posizionati nei punti anatomici di repere secondo un protocollo ben definito

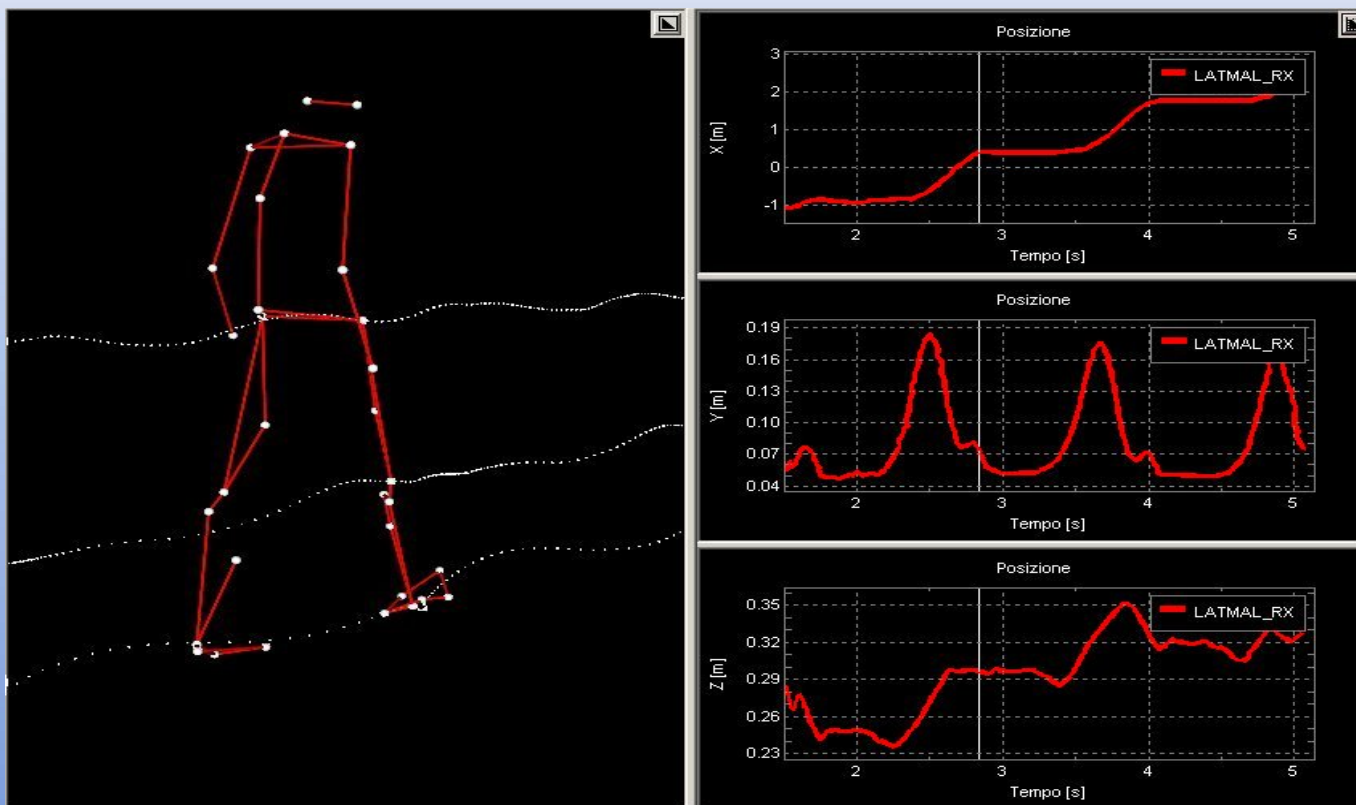


LAM

Le Variabili

Analisi cinematica

Variabili misurate strumentalmente: Coordinate x, y, z di ogni marker.

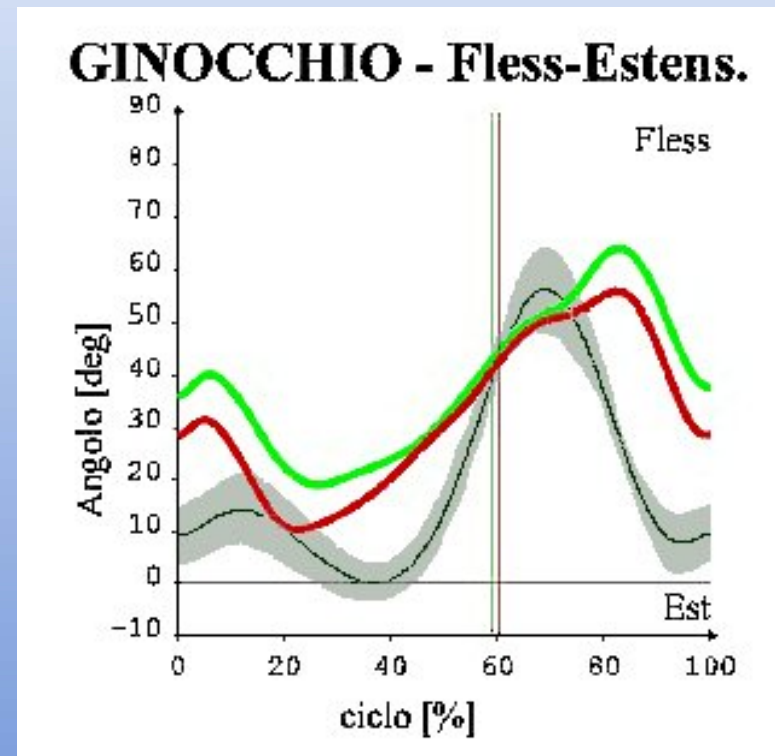
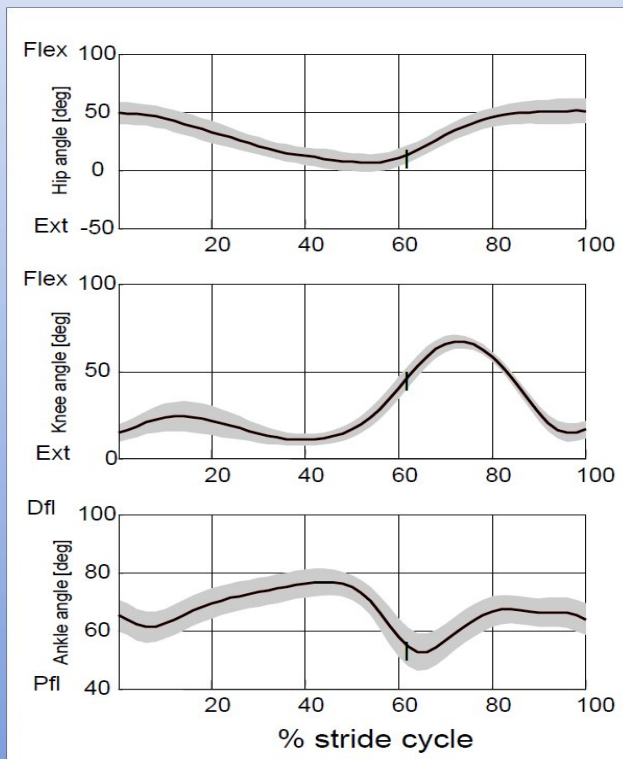


LAM

Le Variabili

Analisi cinematica

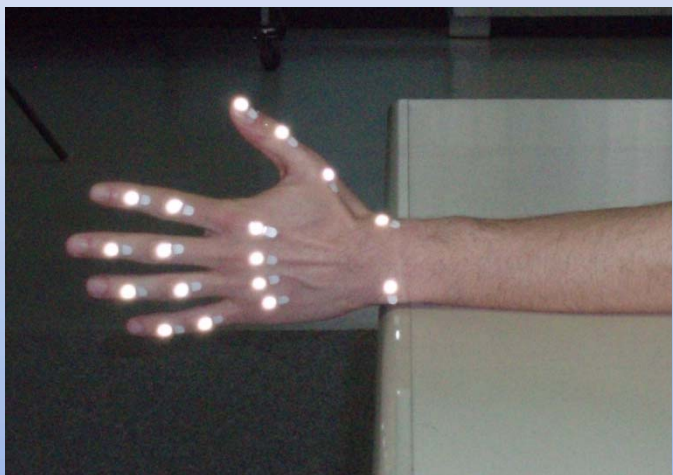
Applicando i modelli biomeccanici si estrapolano le variabili NON direttamente misurabili:
Angoli, velocità, accelerazione,...



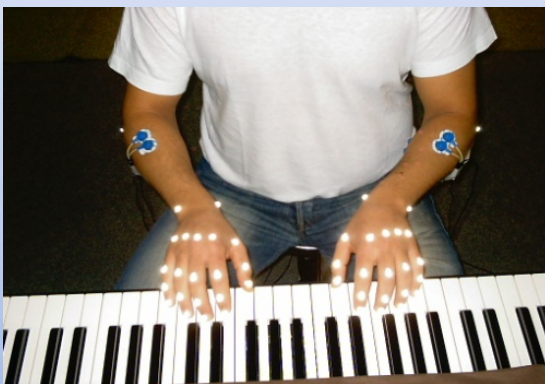
LAM

Protocolli

Analisi cinematica



Protocollo Hand.
Ob: valutazione dei
trattamenti.



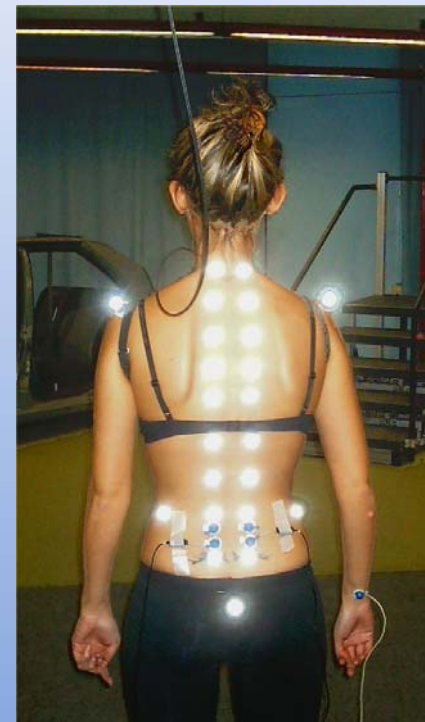
Protocolli per la valutazione di distonie
Ob: Valutazione di trattamenti



LAM

Protocolli

Analisi cinematica



Protocolli per le valutazioni posturali e del rachide
Ob: Riprogettazione dello strumento o di ausili
Riprogettazione di ambienti lavorativi



LAM

Protocolli

Analisi cinematica



Protocolli per la valutazione
del gesto sportivo
Ob: Minimizzazione del
dispendio energetico per
l'ottimizzazione del gesto.



Protocolli per la valutazione respiratoria
Ob: studio dei flussi respiratori minimizzando l'invasività



LAM

Valutazione strumentale

Analisi multifattoriale

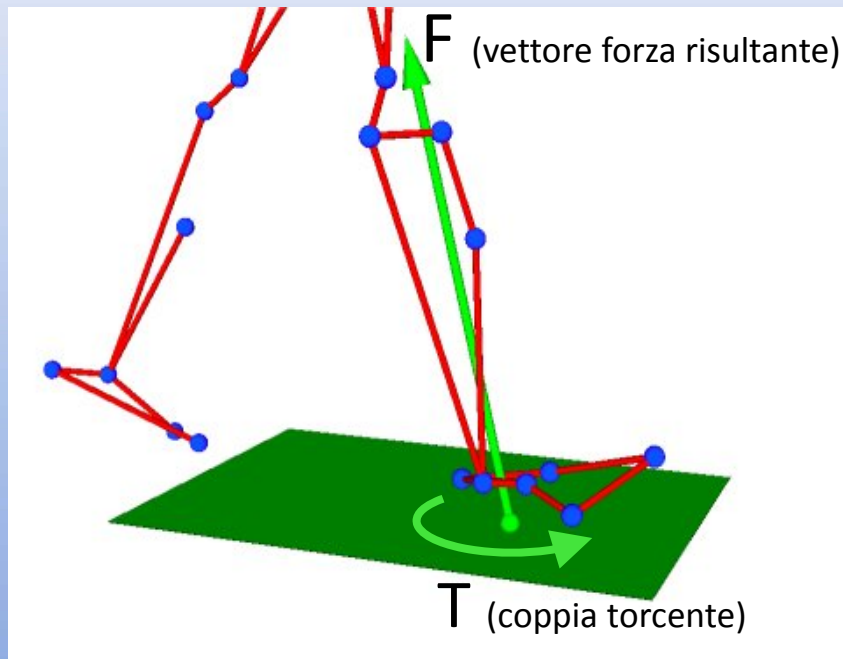
Dinamica
Perché si muove?



LAM

Strumentazione LAM

Dinamica



- Componenti direttamente misurate in sdr piattaforma
 - F : vettore forza risultante
 - COP (center of pressure) : punto della superficie di appoggio in cui è applicato il vettore forza risultante
 - T : coppia torcente perpendicolare alla superficie di appoggio



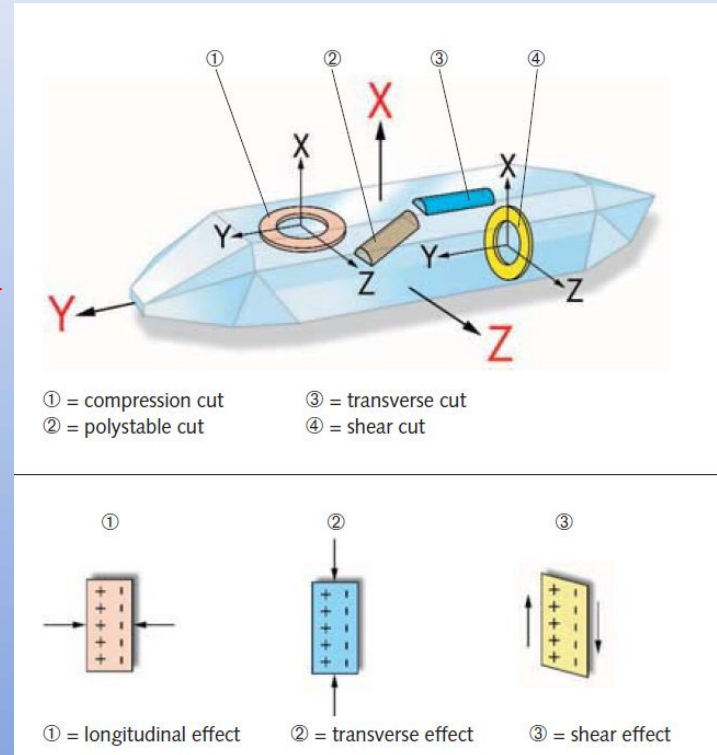
LAM

Strumentazione LAM

Dinamica

Principio di funzionamento

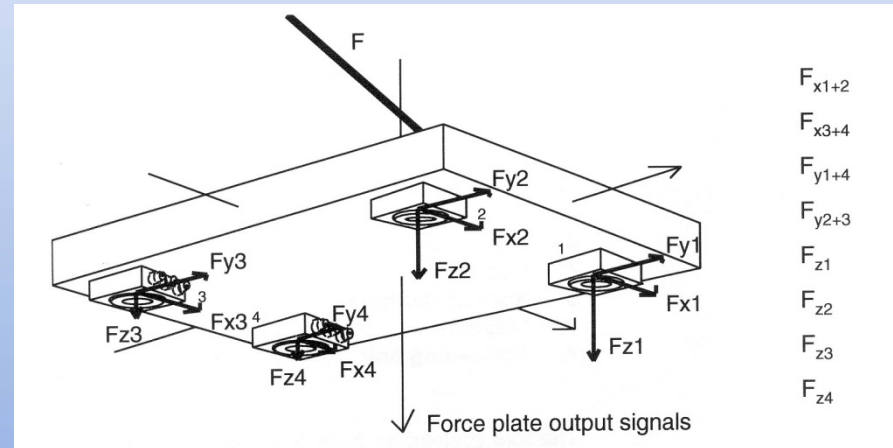
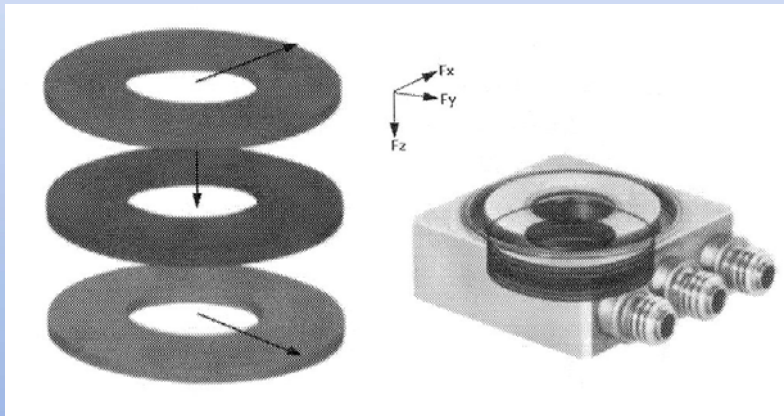
- Estensimetrici resistivi
- **Cristalli piezoelettrici**
- Elementi induttivi
- Elementi capacitivi



LAM

Strumentazione LAM

Dinamica



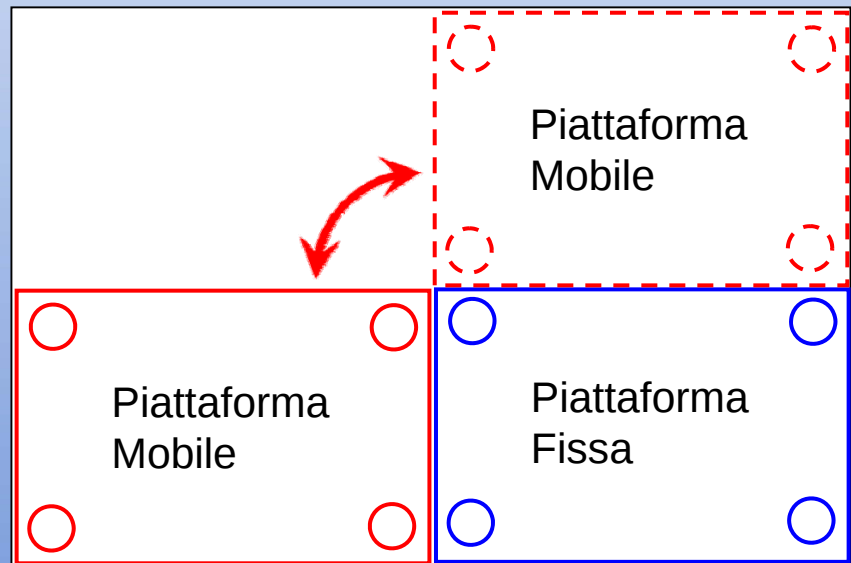
LAM

Strumentazione LAM

Dinamica

2 Piattaforme di forza (Kistler Italia S.r.l.)

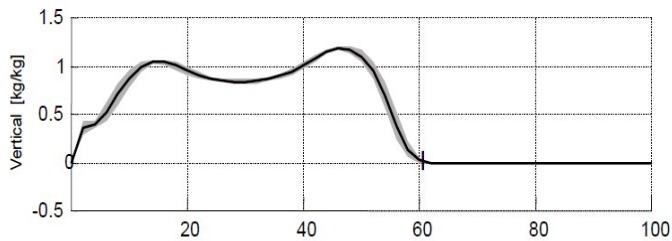
- 1 piattaforma fissa (600x400 mm – Type 9281B)
- 1 piattaforma trasportabile (600x400 mm – Type 9286AA)



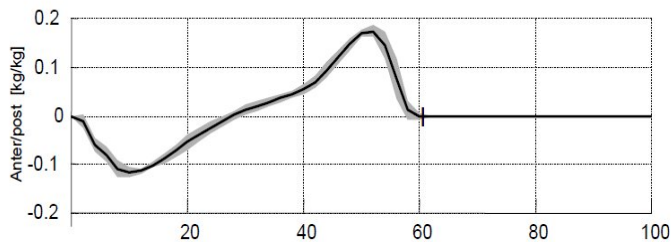
LAM

Le Variabili Dinamica

Componente Verticale



Componente Antero/Posteriore



Componente Medio/Laterale

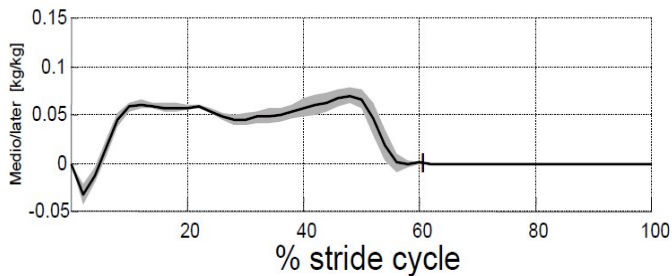
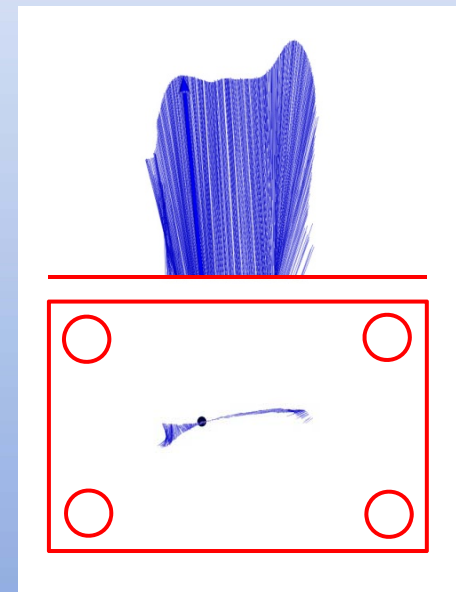


Diagramma Vettoriale



Traiettoria del Centro di Pressione COP

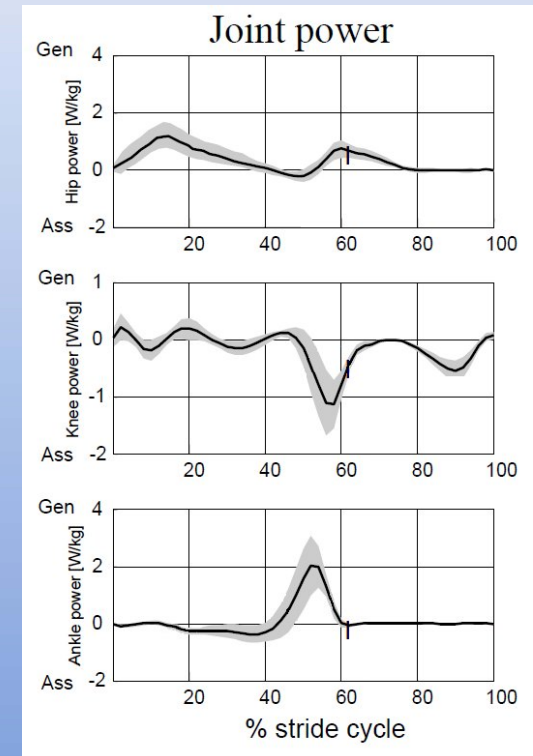
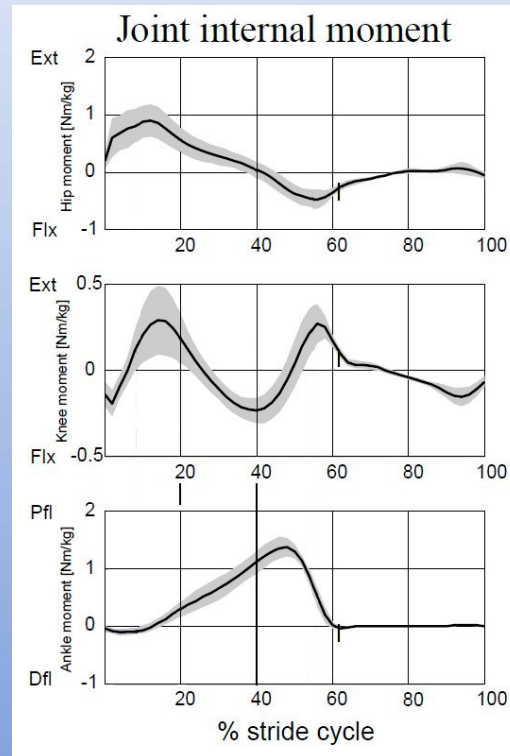


LAM

Le Variabili

Cinematica e Dinamica

Le variabili cinematiche, quelle dinamiche e i parametri antropometrici, integrate con modelli biomeccanici permettono di calcolare variabili non direttamente misurabili, come i momenti interni e le potenze articolari.



LAM

Valutazione strumentale

Analisi multifattoriale

Elettromiografia

Quando e quanto i muscoli sono attivi?

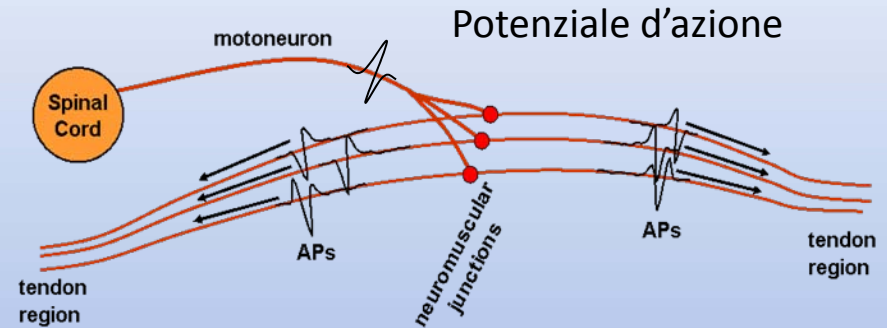


LAM

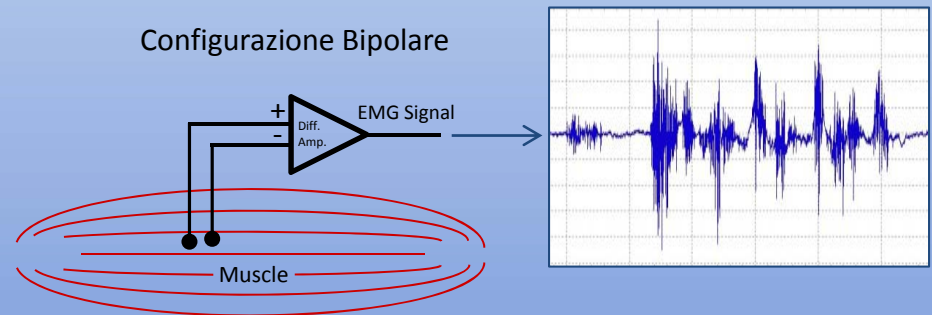
Elettromiografia

Cos'è

- Definizione Ingegneristica.
Disciplina riguardante il rilevamento, l'analisi e l'utilizzo del segnale elettrico generato dal muscolo.



- Definizione Medica.
Studio della funzione muscolare attraverso la misura del segnale elettrico generato da muscolo.



LAM

Strumentazione LAM

Elettromiografia

3 Sistemi Elettromiografici

- TeleEmg (BTS S.p.a) 8 canali a filo
- ZeroWire (Aurion S.r.l.) Wi-Fi a 8 canali
- FreeEmg (BTS S.p.a) Wi-Fi a 8 canali



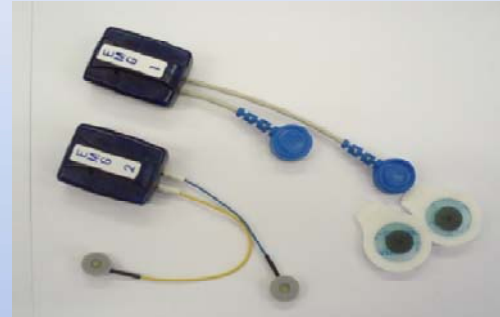
LAM

Elettromiografia

Tipologia di elettrodi

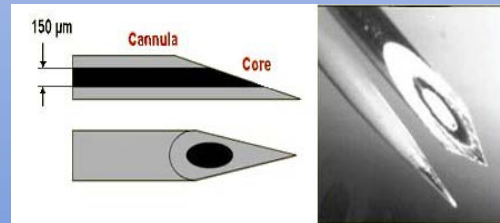
Non Invasivi

- Elettrodi di superficie
 1. Pregellati
 2. Da gellare



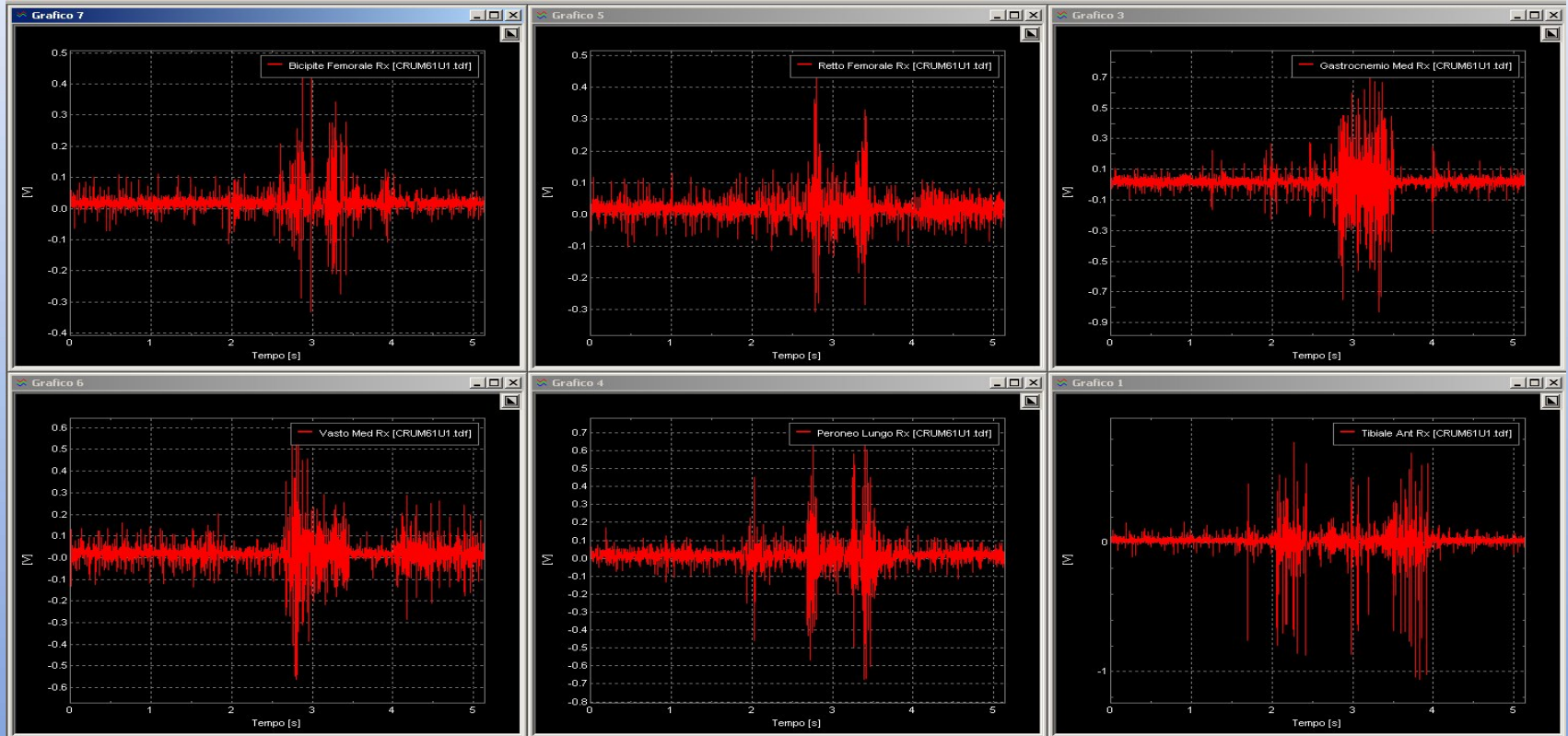
Invasivi

- Elettrodi a filo
- Elettrodi di profondità o ad ago



LAM

Le Variabili Elettromiografia



LAM

Report

Servizio di Analisi della Funzionalità Locomotoria - SAFLo
Fondazione Don Carlo Gnocchi - Onlus

REPORT CLINICO

COGNOME:	DATA SESSIONE:	
NOME:	PROTOCOLLO:	Davis
DATA di NASCITA:	Nome file	0049-ac-gennaio 2011
PATOLOGIA:	Note della sessione	
DIPARESI	Prova Num	

PARAMETRI TEMPORALI

NORMALITA'

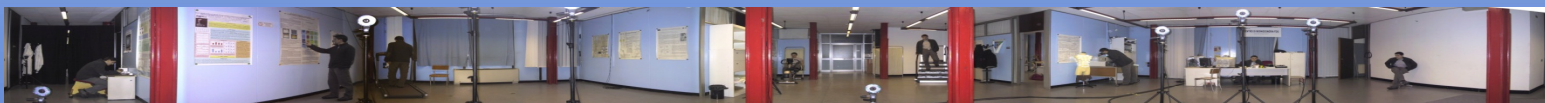
	DX	SX	DX	SX
FASE di APPOGGIO (%)	58.9 ± 1.6	60.4 ± 1.9	58.5 ± 2.1	58.7 ± 2.9
FASE di VOLO (%)	40.9 ± 1.5	39.6 ± 1.9	41.5 ± .9	41.3 ± 2.9
FASE di DOPPIO SUPP. (%)	9.9 ± 1.6	9.6 ± 1.4	5.3 ± .6	5.7 ± .8
FASE di APPOGGIO (s)	0.58 ± .04	0.59 ± .03	0.57 ± .06	0.58 ± .08
FASE di VOLO (s)	0.41 ± .02	0.39 ± .02	0.41 ± .04	0.42 ± .03
TEMPO del CICLO (s)	0.99 ± .05	0.98 ± .04	0.98 ± .1	0.99 ± .1
CADENZA (step/min)	122.04 ± 5.559		132.626 ± 4.32	

PARAMETRI SPAZIALI

NORMALITA'

	DX	SX	DX	SX
LUNGHEZZA del PASSO (m)	0.36 ± .02	0.34 ± .02	0.54 ± .03	0.55 ± .02
VELOCITA' (m/s)	0.79 ± .08	0.8 ± .06	1.22 ± .19	1.2 ± .19
VELOCITA' di VOLO (m/s)	1.68 ± .16	1.75 ± .15	2.76 ± .42	2.72 ± .32
LUNGHEZZA del CICLO (m)	0.78 ± .06	0.78 ± .05	1.09 ± .07	1.08 ± .08
LARGHEZZA del PASSO (m)	0.21 ± .01	0.21 ± .01	0.11 ± .02	0.11 ± .03
VELOCITA' MEDIA (m/s)	0.74 ± .1		1.21 ± .16	

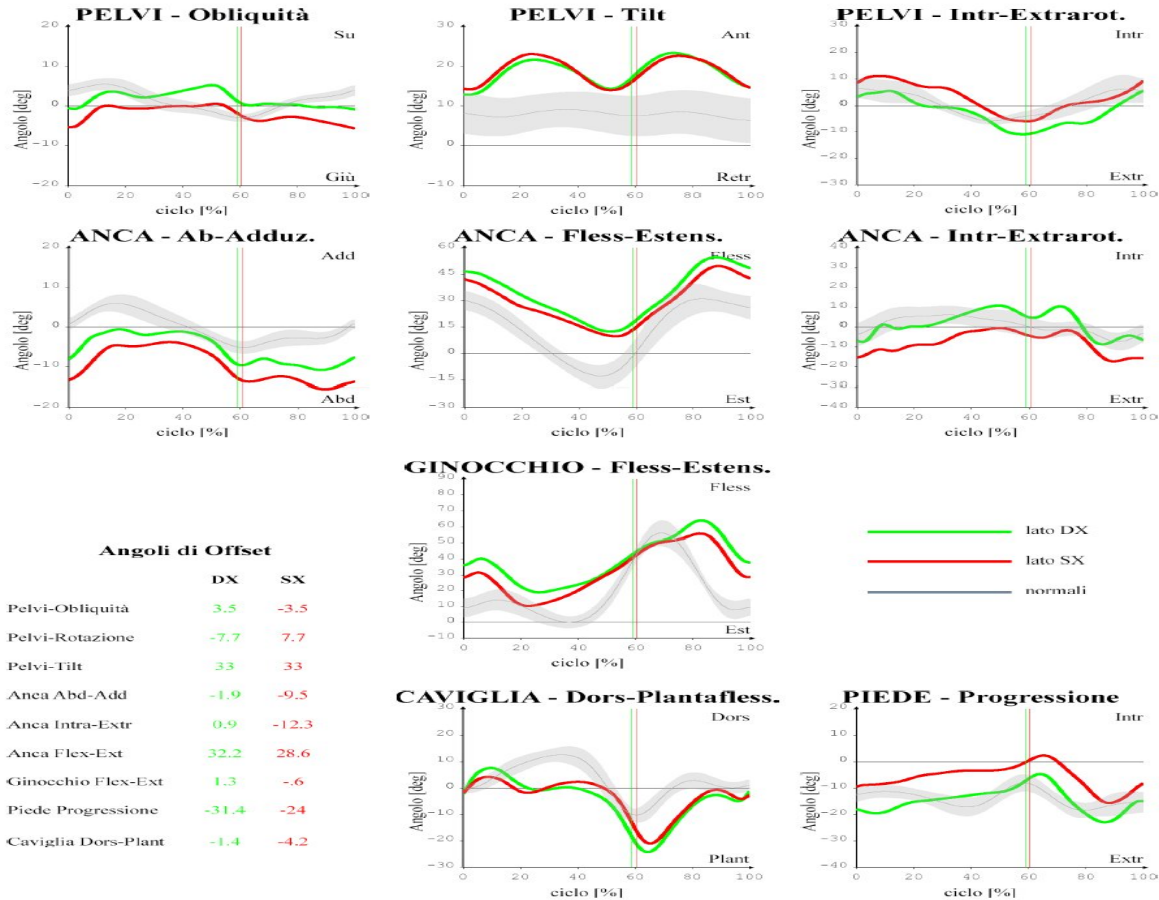
1



LAM

Report

Cinematica MEDIA: DX vs SX



Nome file 0049~ac~gennaio 2011

2

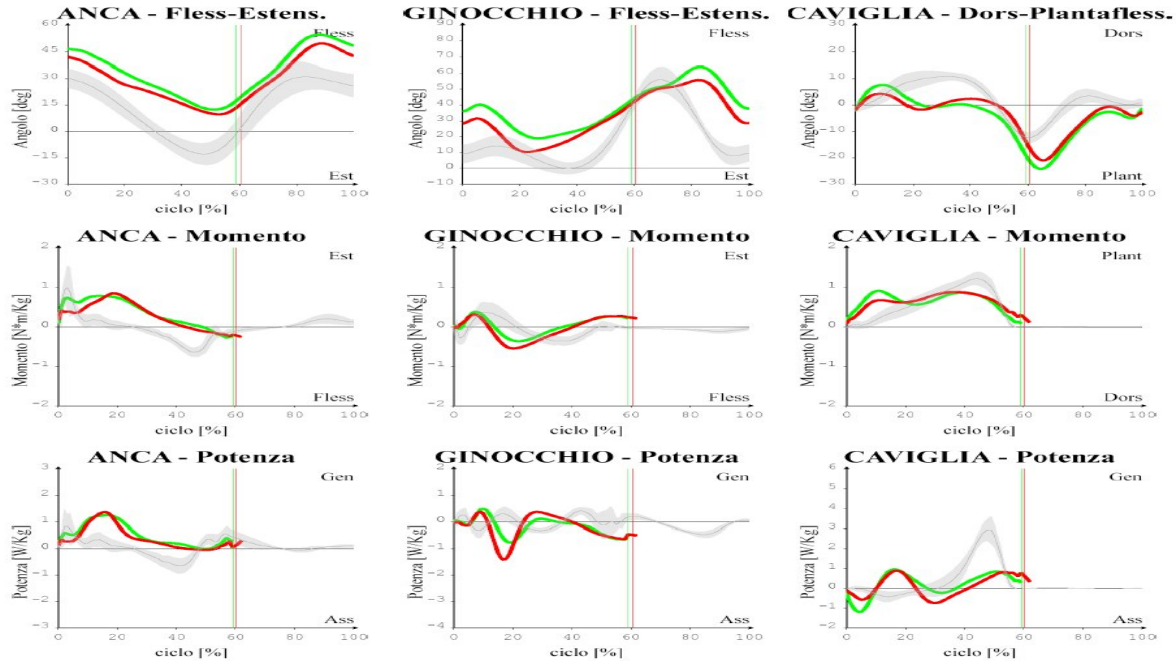
SMARTclinic - BTS S.p.a.
www.btsbioengineering.com



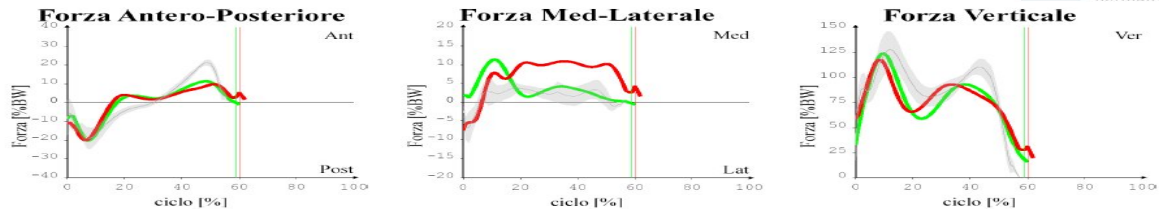
LAM

Report

Cinetica MEDIA: DX vs SX



Forza di Reazione



Nome file 0049-ac~gennaio 2011

3

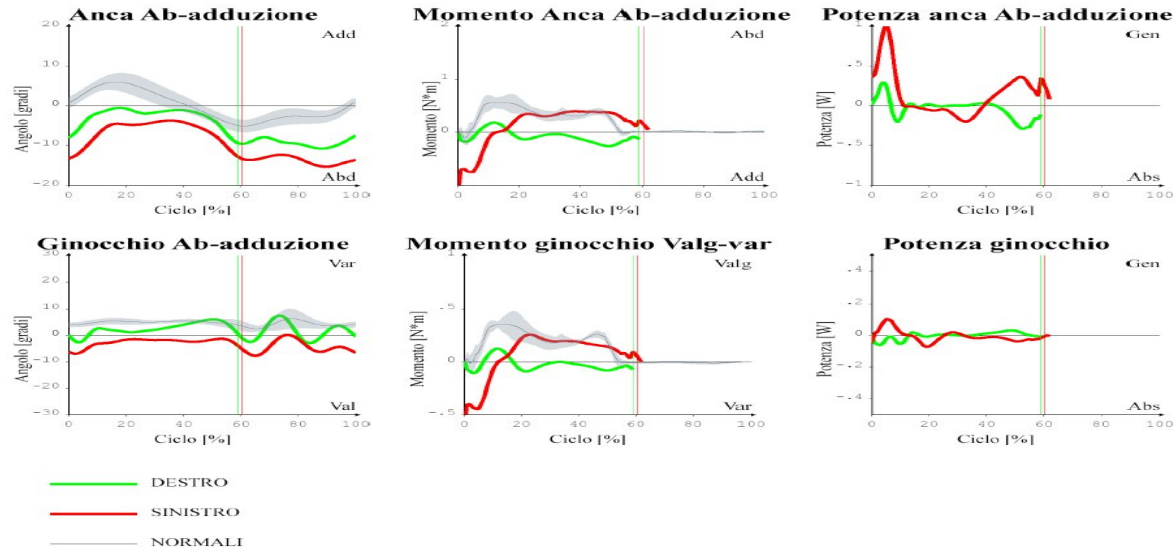
SMARTclinic - BTS S.p.a.
www.btsbioengineering.com



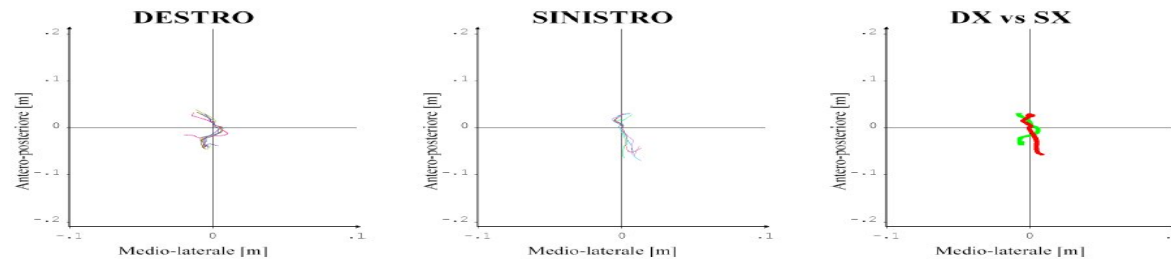
LAM

Report

Cinetica Frontale MEDIA: DX vs SX



Centro di Pressione: DX vs SX



Nome file 0049-ac~gennaio 2011

4

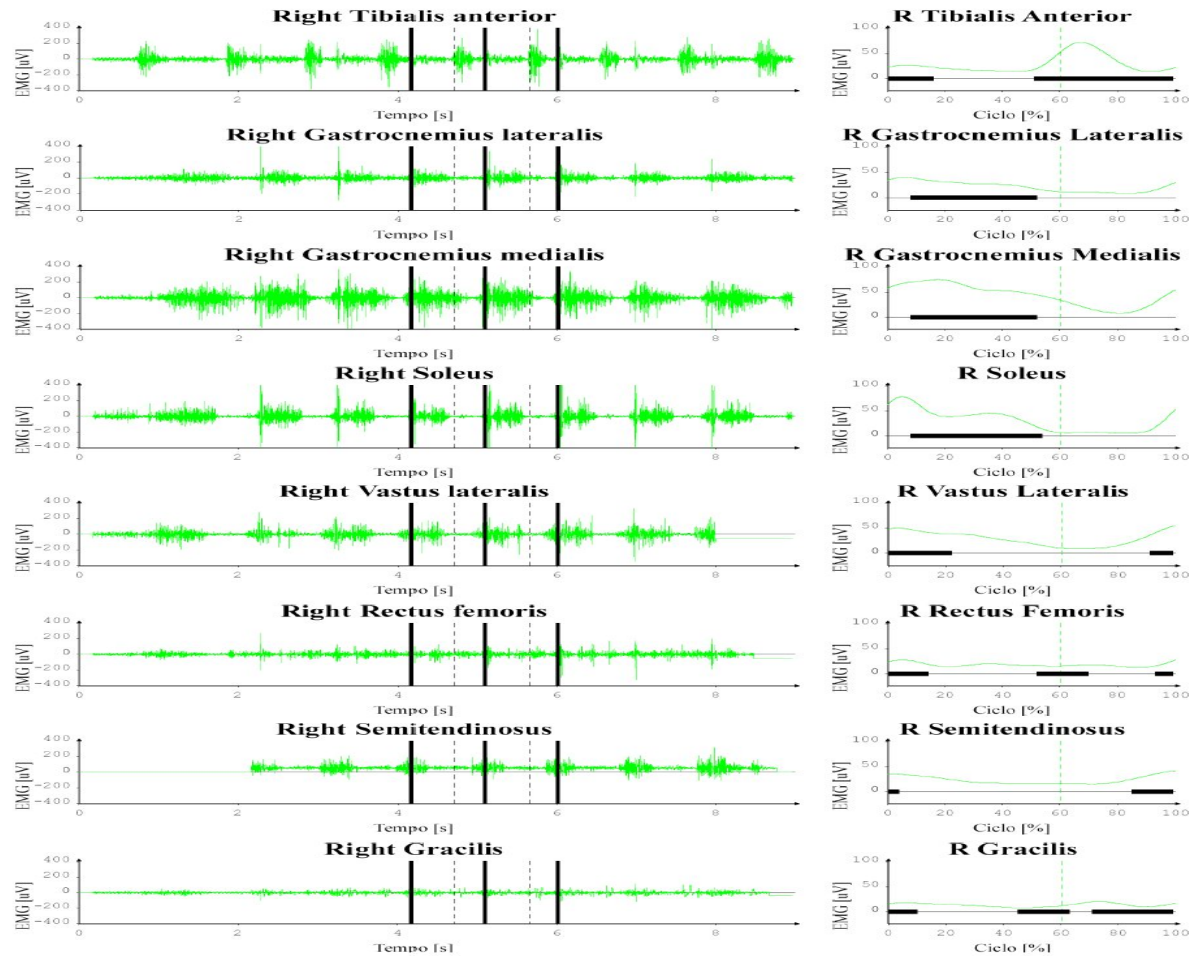
SMARTclinic - BTS S.p.a.
www.btsbioengineering.com



LAM

Report

Attività EMG



Nome file 0049~ac~gennaio 2010

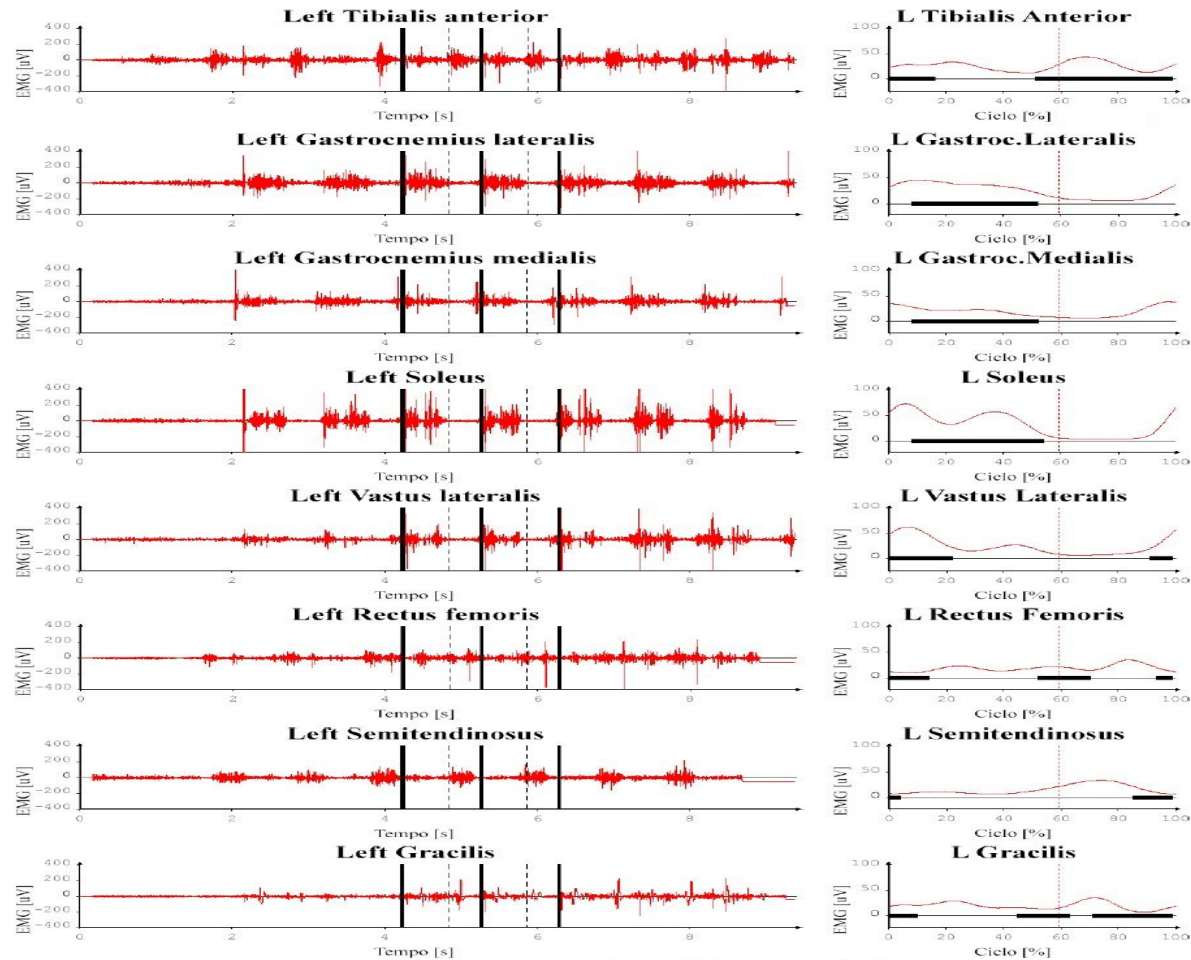
SMARTclinic - BTS S.p.a.
www.btsbioengineering.com



LAM

Report

Attività EMG



Nome file 0049~ac~gennaio 2011

SMARTclinic - BTS S.p.a.
www.btsbioengineering.com



LAM

LAM

Laboratorio di Analisi del Movimento



Info:

<http://www.dongnocchi.it/politecnologico/nuovosito/default.htm>
pmazzoleni@dongnocchi.it

