

Fondazione Don Carlo Gnocchi Onlus POLO TECNOLOGICO BIOMEDICAL TECHNOLOGY DEPARTMENT

Analisi del movimento: strumenti, metodi e applicazioni

Relatore: Mazzoleni Paolo

Polo Tecnologico
Fondazione Don Carlo Gnocchi IRCCS
Milano



LAM

Laboratorio di Analisi del Movimento


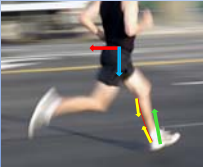



Di che cosa si occupa?

- 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.


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



Analisi del movimento

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

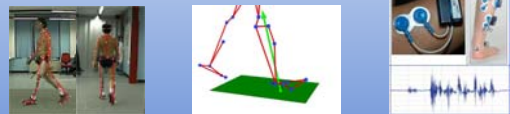

- Sog./Qualit. : Valutazione che il clinico fa durante una visita fisiatrica.
- Og./Quant. : Valutazione effettuata con sistema di misura.



Valutazione strumentale

Analisi multifattoriale

Cinematica Quanto?	Dinamica Perché?	Elettromiografia Quando?
<ul style="list-style-type: none"> • Posizione • Velocità • Accelerazione 	<ul style="list-style-type: none"> • Forze • Momenti • Potenze articolari 	<ul style="list-style-type: none"> • Segnali elettromiografici

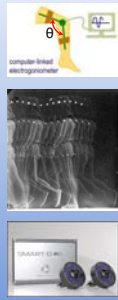

Valutazione strumentale Analisi multifattoriale

Cinematica Quanto si muove?



Strumentazione Analisi cinematica

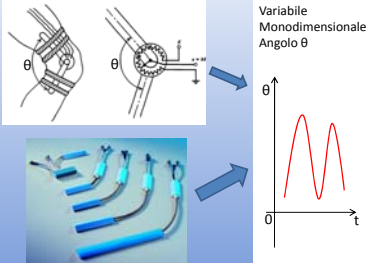
- Sistemi a trasduzione Meccano-Elettrica
 - Elettrogoniometri
 - Accelerometri
 - Magnetici
- Sistemi di Imaging
 - Fotografia
 - Fotografia ad esposizione multiple
 - Cinematografia
 - Televisione
- Sistemi Optoelettronici a marcatori
 - Marcatori attivi
 - Marcatori passivi


Sistemi a trasduzione Meccano-Elettrica Elettrogoniometri

Tipi di sensori

- Potenzimetri
- Estensimetri (Strain gauge)



Variabile Monodimensionale
Angolo θ



Sistemi a trasduzione Meccano-Elettrica Sistemi basati su sensori inerziali

Tipi di sensori

- Accelerometri
- Giroscopi
- Magnetometri



Informazione Spaziali





Sistemi a trasduzione Meccano-Elettrica Sistemi basati su sensori inerziali




Sistemi di Imaging Fotografia & Fotografia ad esposizione multiple

Informazione Bidimensionale

- 1876 Janssen - La "Rivoltella fotografica"
- 1878 Muybridge - Foto
- 1882 Marey - Foto





Sistemi di Imaging

Sistemi optoelettronici a marcatori

Informazione Tridimensionale

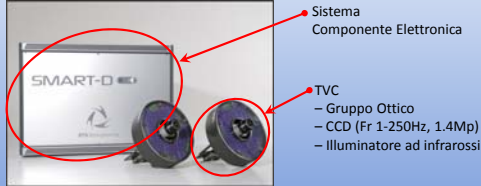

- 1974 Selspot™ - SElective light SPOT recognition. Marker attivi a LED
- 1975 Video technology - Sviluppo dei primi sistemi semi-automatici di detezione dei marcatori
- 1981 Vicom™
- 1988 Elite™
- 1992 MotionAnalysis™
- 2000 Smart™
- 2001 Eagle™



Strumentazione LAM

Analisi cinematica 3D

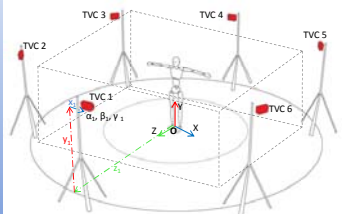
Sistema SMART-D (BTS S.p.a) 9TVC

Strumentazione LAM


Analisi cinematica

Sistema SMART-D



Procedura di calibrazione

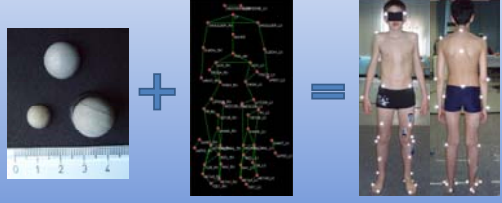

- Definizione dell'origine del laboratorio
- Coordinate e orientamento delle TVC
- Correzione delle distorsioni
- Definizione della dimensione del volume di lavoro



Strumentazione LAM

Marcatori

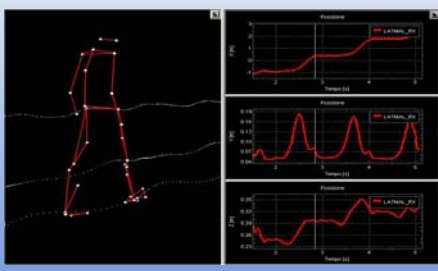

I marcatori vengono posizionati nei punti anatomici di repere secondo un protocollo ben definito

Le Variabili

Analisi cinematica

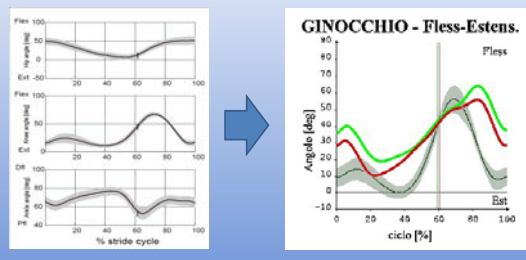

Variabili misurate strumentalmente: Coordinate x,y,z di ogni marker.

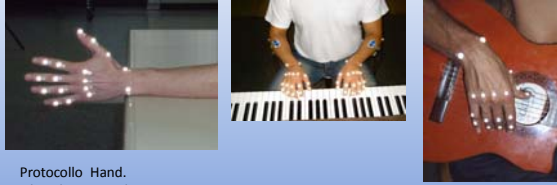
Le Variabili

Analisi cinematica

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

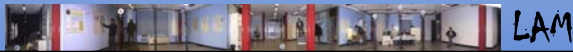



Protocolli Analisi cinematica



Protocollo Hand.
Ob: valutazione dei trattamenti.

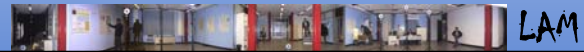
Protocolli per la valutazione di distonie
Ob: Valutazione di trattamenti



Protocolli Analisi cinematica



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



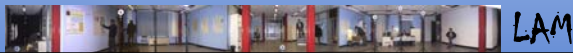
Protocolli Analisi cinematica



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

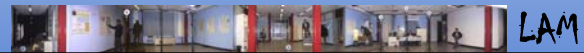


Protocolli per la valutazione respiratoria
Ob: studio dei flussi respiratori minimizzando l'invasività

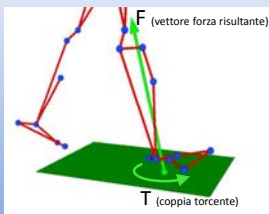


Valutazione strumentale Analisi multifattoriale

Dinamica
Perché si muove?



Strumentazione LAM Dinamica



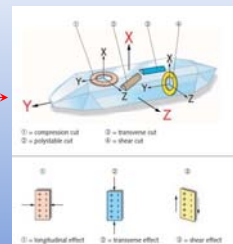
- Componenti direttamente misurate in sdr piattaforma
- F: vettore forza risultante
- COP (center of pressure) : punto della superficie di appoggio in cui è applicato il vettore forza risultante
- T : coppia torcente perpendicolare alla superficie di appoggio



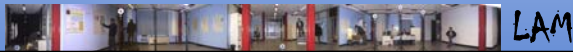
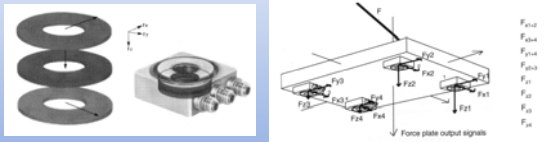
Strumentazione LAM Dinamica

Principio di funzionamento

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



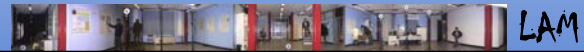
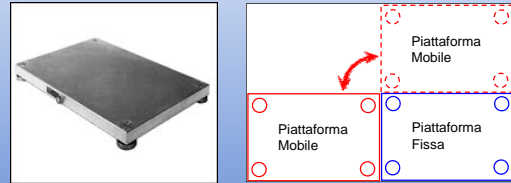
Strumentazione LAM Dinamica



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)



Le Variabili Dinamica

Componente Verticale
Componente Antero/Posteriore
Componente Medio/Laterale

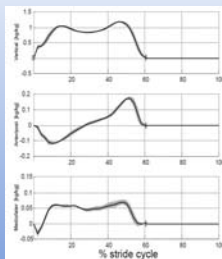
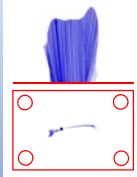
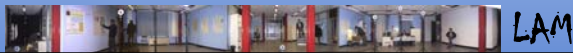


Diagramma Vettoriale

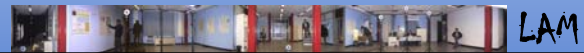
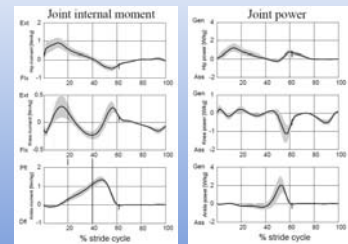


Traiettoria del Centro di Pressione COP



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.



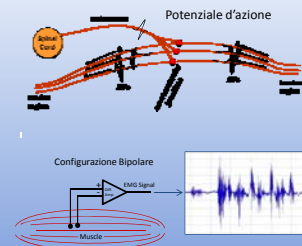
Valutazione strumentale Analisi multifattoriale

Elettromiografia
Quando e quanto i muscoli sono attivi?



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.



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

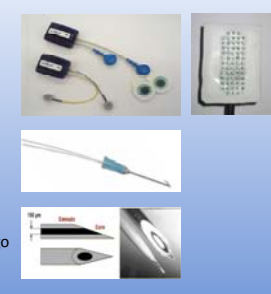

Elettromiografia Tipologia di elettrodi

Non Invasivi

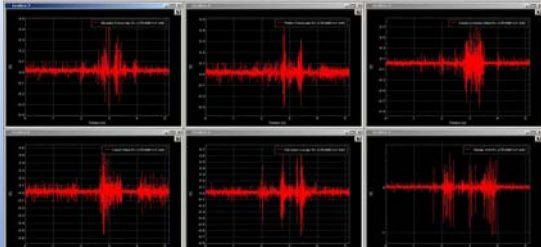

- Elettrodi di superficie
 1. Pregellati
 2. Da gellare

Invasivi

- Elettrodi a filo
- Elettrodi di profondità o ad ago

Le Variabili Elettromiografia

Report

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


REPORT CLINICO

COGNOME: _____ DATA SEGNALAZIONE: _____
 NOME: _____ PROTOCOLLO: _____
 DATA DI NASCITA: _____ Numero file: _____
 PATOLOGIA: _____ Spazio: _____

PARAMETRI TEMPORALI		NORMALITA'	
	DX	SX	
FASE DI APPROPRIAZIONE	99.9 ± 1.6	100.0 ± 1.0	98.3 ± 2.3
FASE DI VELOCITÀ	100.0 ± 1.0	100.0 ± 1.0	101.3 ± 2.0
FASE DI RISPONDO MUSC. (%)	8.9 ± 1.0	9.0 ± 1.4	2.3 ± 0.6
FASE DI APPLICAZIONE	0.00 ± 0.01	0.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00
FASE DI VELOCITÀ	0.41 ± 0.02	0.40 ± 0.02	0.41 ± 0.04
TEMPI DI CICLO (s)	0.97 ± 0.05	0.98 ± 0.04	0.99 ± 0.03
CAMBIO (integrato)	122.04 ± 5.559		132.626 ± 4.32

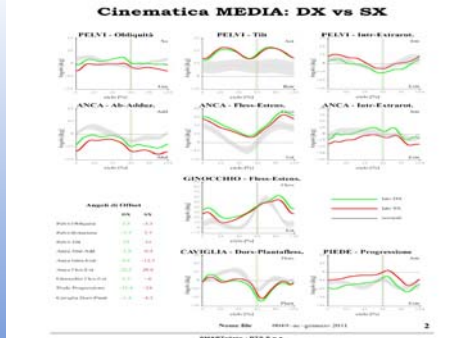
PARAMETRI SPAZIALI		NORMALITA'	
	DX	SX	
ALTEZZA DEL PASSO (cm)	0.50 ± 0.02	0.50 ± 0.02	0.50 ± 0.03
VELOCITÀ MEDIA (m/s)	0.79 ± 0.00	0.80 ± 0.00	1.22 ± 0.19
VELOCITÀ DI VELOCITÀ (m/s)	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	2.52 ± 0.42
VELOCITÀ DI VELOCITÀ (m/s)	0.78 ± 0.00	0.78 ± 0.00	1.00 ± 0.07
LARGHEZZA DEL PASSO (cm)	0.21 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.11 ± 0.03
VELOCITÀ MEDIA (m/s)	0.74 ± 0.01		1.21 ± 0.16

1



Report


Cinematica MEDIA: DX vs SX



Angoli di Effetto

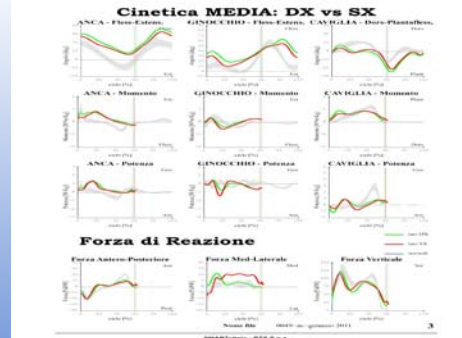
	DX	SX
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17
Angolo di inclinazione	1.17	1.17

2



Report


Cinetica MEDIA: DX vs SX



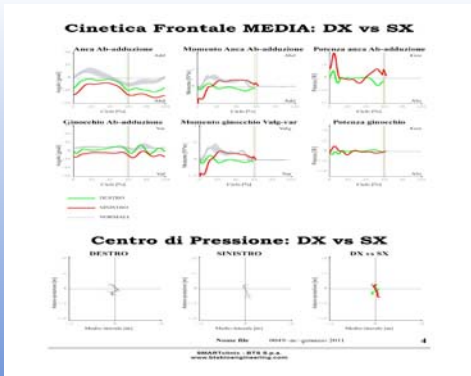
Forze di Reazione

Forza Antero-Posteriore, Forza Med-Laterale, Forza Verticale

3

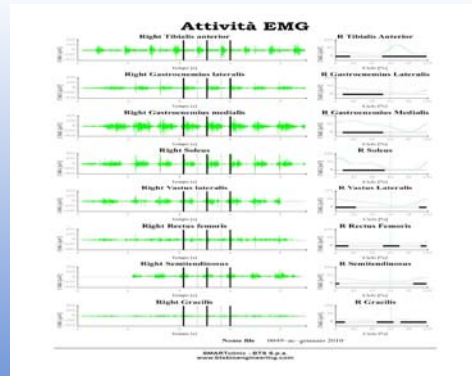


Report



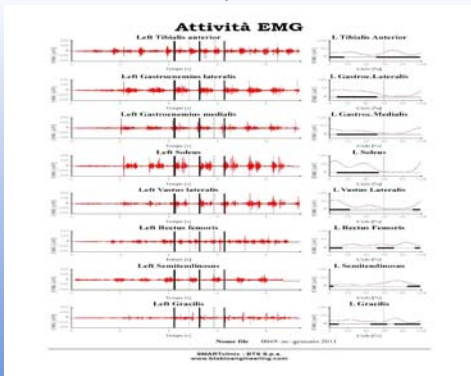
LAM

Report



LAM

Report



LAM

LAM

Laboratorio di Analisi del Movimento



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