

Ing. Biomedico Claudio Costa
Indirizzo Biomeccanico
Laureato al Politecnico di Torino
Valutazione Biomeccanica dell'Equilibrio e del Passo
Ingegneria della Riabilitazione
Analisi del Movimento
Indagini Posturali

Cell. **347/3163122-339/6135624** E-Mail: [**claudio.costa74@tiscali.it**](mailto:claudio.costa74@tiscali.it)
[**www.costa-biomedica.com**](http://www.costa-biomedica.com)

Introduzione:

Che cosa fa il **BIOINGEGNERE**?

Il **Bioingegnere** applica le metodologie e tecnologie **Ingegneristiche** alla **Biologia** e alla **Medicina** con un triplice scopo:

1. comprendere in modo analitico e sistemico i fenomeni biologici,
2. progettare dispositivi, sistemi, materiali che si ispirano agli organismi biologici,
3. gestire le tecnologie biomediche nel sistema sanitario.

Cosa si intende per **Biomeccanica**?

BIOMECCANICA= **FISICA** applicata ai **MOVIMENTI UMANI**, in movimento e a riposo.
Lo studio completo della meccanica comprende due aree di base:

- **STATICA**: che si interessa dello studio dei corpi a riposo o in equilibrio risultante da forze che agiscono su di esso.
- **DINAMICA**:
 - a. **CINEMATICA**: Si occupa delle relazioni che esistono tra spostamenti, velocità ed accelerazioni nei movimenti di traslazione e rotazione
 - b. **CINETICA**: Si interessa dei corpi in movimento e delle forze che intervengono a produrlo.

Alcune problematiche molto importanti per la **BIOMECCANICA** sono:

1.1 Anatomia

I **Principi Biomeccanici** sono alla base della funzione **Muscolo-Scheletrica**.

I muscoli producono una forza che agisce attraverso il sistema scheletrico di leve per resistere alla gravità o creare movimento.

L'effetto della contrazione di un muscolo dipende anche da come si inserisce sull'osso. Quando due o più muscoli agiscono su un osso, il risultato dipende dalle forze combinate da ciascun muscolo.

I **Legamenti**, la **Cartilagine** ed altri **Tessuti Molli** intervengono nel controllo articolare e sono condizionati dalla posizione e dal movimento del corpo.

Le ossa costituiscono un sistema di **Leve** su cui possono agire **MUSCOLI** e **TENDINI**.

1.2 Crescita

Le **Forze Meccaniche** possono avere un effetto importante sulla crescita del corpo. I tessuti rispondono alle forze in base al tipo di carico, alla sua durata ed alla sua direzione.

1.3 Carichi Esterni

La resistenza offerta all'azione dell'apparato **Muscolo-Scheletrico** può derivare dalla forza di gravità, resistenza dell'acqua, elasticità dei materiali, attrito, strutture stazionarie o resistenza manuale.

La gravità, il carico più comune sul corpo, ha una linea di forza in direzione costante. Nel determinare gli effetti della gravità sono importanti il peso, la posizione della resistenza e della parte del corpo.

1.4 Traumi

Le lesioni ossee sono condizionate da vari fattori **biomeccanici**:

- il tipo di carico,
- la sua grandezza,
- la sua velocità
- le proprietà dei materiali del tessuto.

Per valutare con accuratezza una **Lesione Traumatica** è essenziale conoscere il meccanismo con cui si è verificata.

Per esempio, le **fratture da stress**, le **fratture in flessione, compressione**, le **distorsioni** e le **contusioni** sono tutte causate da forze.

1.5 Ergonomia

È una disciplina che si occupa dei **Compiti**, **Equipaggiamenti**, **Mezzi** ed **Attrezzature** che sono compatibili con le caratteristiche:

- anatomiche,
- fisiologiche,
- percettive,
- ambientali,
- biomeccaniche dell'uomo.

L'analisi meccanica del movimento e della **Postura** durante il lavoro permette all'ergonomista di riconoscere le condizioni e le azioni nocive.

I fattori che condizionano la salute del lavoratore comprendono:

- la posizione del corpo del lavoratore
- la localizzazione degli oggetti che devono essere afferrati
- il peso degli oggetti e la forza che deve essere applicata agli attrezzi
- come la forza viene applicata.

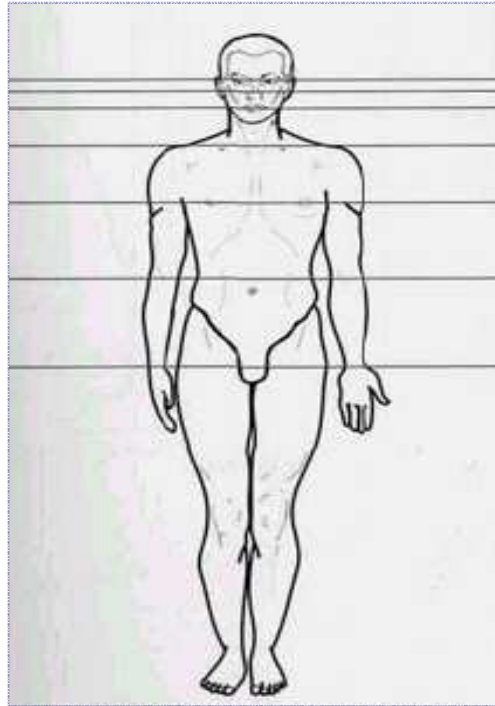
1.6 Applicazioni Cliniche

La valutazione **Biomeccanica** dell'equilibrio e del passo può fornire alcune risposte al ruolo dei sistemi sensitivi compresi quello **Propriocettivo**, quello **Vestibolare** e quello **Visivo**.

Le misurazioni della postura e del movimento aiutano a determinare possibili disfunzioni neurologiche e suggeriscono interventi terapeutici: **TRATTAMENTO**.

Postura

La **POSTUROLOGIA** si propone di studiare l'essere umano nel suo complesso e come questo si pone in relazione allo spazio, alle cose ed alle persone che lo circondano.



Per **POSTURA** di un soggetto non si intende solo la posizione del corpo nello spazio, bensì rappresenta una via di comunicazione extravertebrale dell'organismo che manifesta l'integrazione che riesce a trovare in ciò che lo circonda.

Lo studio della **postura** fornisce indicazioni preziose sulla persona e sulla sua condizione fisica in quel determinato momento della vita.

La **posturologia** consente di correlare ed integrare le valutazioni specifiche quali quella **neurologica, oculistica, ortopedica, fisiatrice, odontoiatrica, otorinolaringoiatrica, ecc**

2.2 Esame Posturologico

- **Controllo Posturale** necessita di una serie di informazioni che sono rivelate continuamente dai recettori, che attraverso le fibre nervose le inviano al **Sistema Nervoso** e agli **Effettori**, che sono i muscoli.
- **Controllo Posturale** si serve di tutte le informazioni provenienti dagli organi **Sensitivi** e **Sensoriali**.

2.3 Sistema Posturale Fine

La scuola Francese di Gagey ha individuato un **Sistema Posturale Fine** composto dai seguenti Recettori:

- **Occhio e Orecchio:** importanti per l'equilibrio del corpo rispetto allo spazio;
- **Piede:** realizza il mantenimento dell'equilibrio durante il cammino, la corsa, ecc.;
- **Mandibola:** ha funzione respiratoria e stabilizzante della posizione del cranio

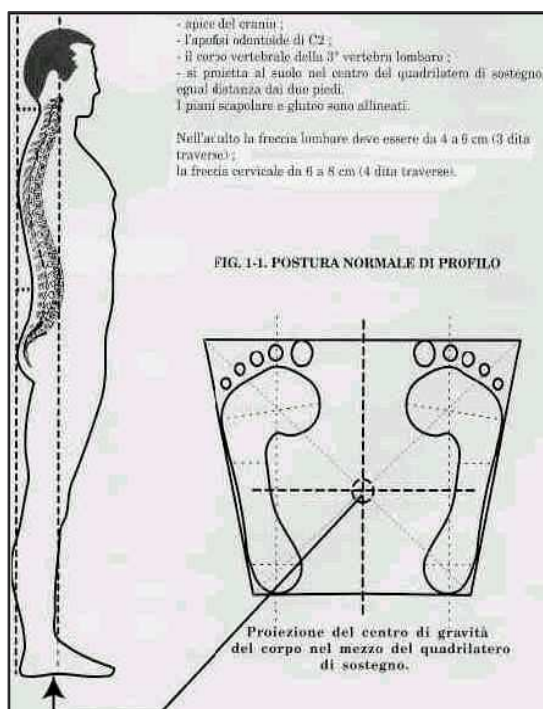
PIANI di RIFERIMENTO

- Piano Sagittale
- Piano Frontale
- Piano Orizzontale

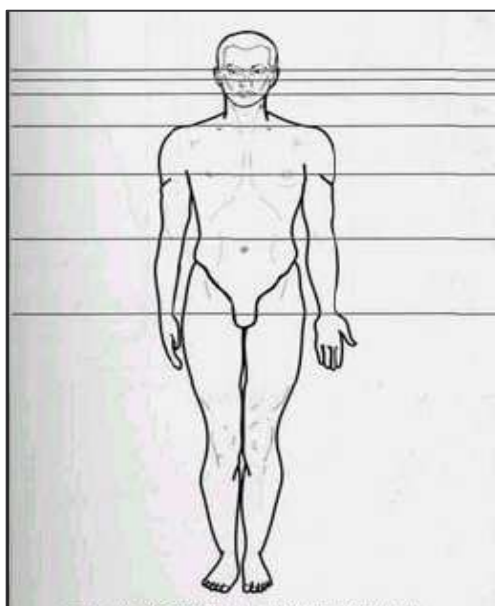
i seguenti riferimenti sono tratti dal:

“Trattato di FISIOLOGIA ARTICOLARE, autore I.A. KAPANDJI”

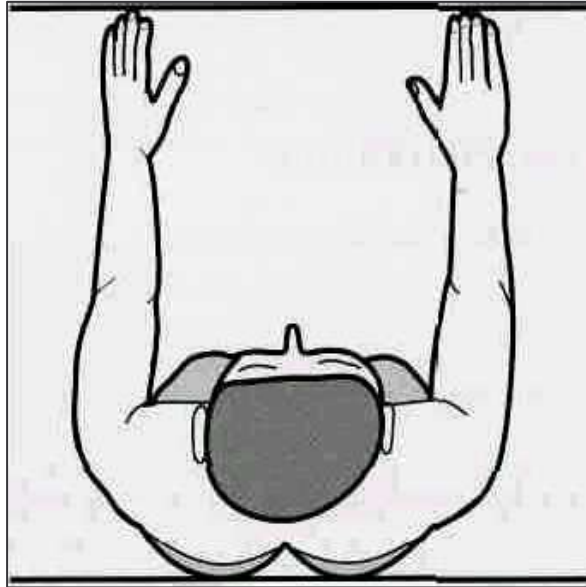
PIANO SAGITTALE: sul quale sono eseguiti i movimenti di **flesso-estensione**



PIANO FRONTALE: sul quale sono eseguiti i movimenti di **latero-flessione**



PIANO ORIZZONTALE O TRASVERSO: sul quale sono eseguiti i movimenti di **rotazione**



2.5 Bio Postural Test

Lo studio dell'appoggio plantare viene effettuato su un sistema di **baropodometria elettronica modulare clinico**, costituito da:

- un camminamento deambulatorio,
- una piattaforma di rilevazione (dove ci sono 4800 sensori attivi su 120 cm²) interfacciato ad un software di acquisizione,

Il paziente viene fatto salire sulla piattaforma scalzo e in posizione naturale e rilassata, immobile per 5-10 secondi per valutare l'appoggio statico, visualizzato dopo che il software ha calcolato la media delle oscillazioni del soggetto durante il tempo di acquisizione.

Successivamente il paziente viene inviato a camminare sulla pedana per effettuare l'esame dinamico. L'acquisizione inizia quando il piede tocca la piattaforma, termina quando il paziente esce dalla piattaforma.

Questo test viene ripetuto per tre/quattro volte per individuare deficit deambulatori dell'equilibrio. Durante lo svolgimento del passo vengono elaborati i centri di pressione di ciascun piede, suddivisi in vari fotogrammi che evidenziano il rotolamento dal **retropiede** allo stacco dell' **avampiede** (fasi dell'appoggio).

TEST BAROPODOMETRICO (VEDI STAMPE)

L'indagine baropodometrica effettuata da fermo ed in movimento permette di diagnosticare le patologie dell'appoggio plantare.

Analisi del Movimento - 3D TMT



3D-TMT

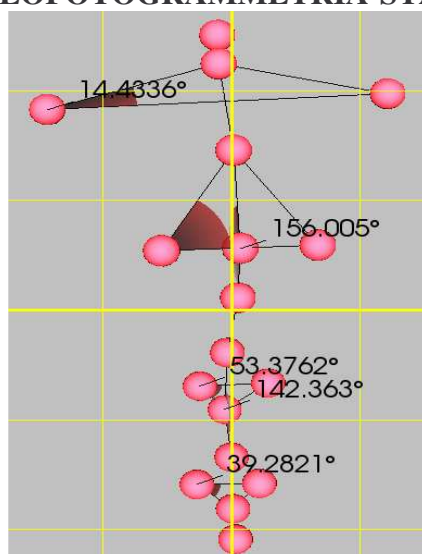
utilizza telecamere speciali per lo studio del movimento di marcatori passivi catarifrangenti opportunamente posizionati in punti di repere anatomico particolarmente significativi. I dati raccolti e la successiva analisi permettono una valutazione quantitativa dei movimenti del corpo umano.

APPLICAZIONI

Studio e analisi funzionale biomeccanica del movimento di:

- Arto Superiore;
- Arto Inferiore;
- Rachide (cervicale-dorsale-lombare);
- Cammino;
- Parti Anatomiche in Riabilitazione;
- Gestii Atletici.

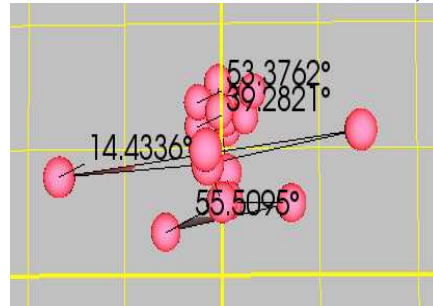
STEREOFOTOGRAMMETRIA-STATICA



PIANO POSTERIORE

Lieve lateroflessione sinistra del rachide dorsale rispetto al piano sagittale;

- si osserva una limitazione articolare del distretto **T8 e L2**;

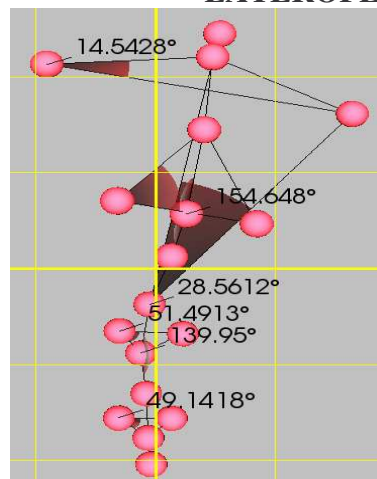


PIANO TRASVERSO

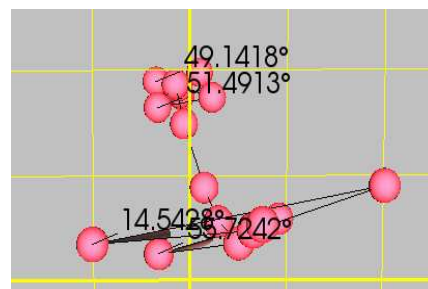
Sul **Piano Trasverso** si apprezzano:

- torsione posteriore **sinistra** del cingolo scapolare;
- torsione posteriore **sinistra** della linea bicipolare;
- torsione posteriore **sinistra** del rachide lombare;
- torsione posteriore **sinistra** del bacino.

**Stereofotogrammetria-Dinamica
LATEROFLESSIONE-DESTRA**

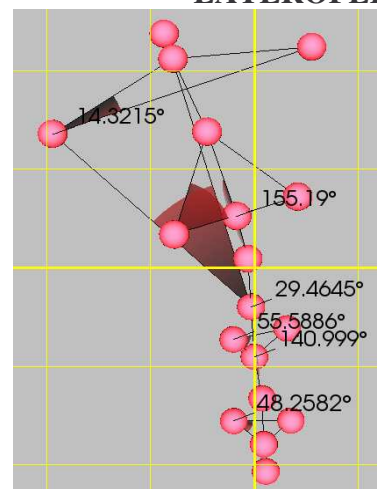


PIANO POSTERIORE

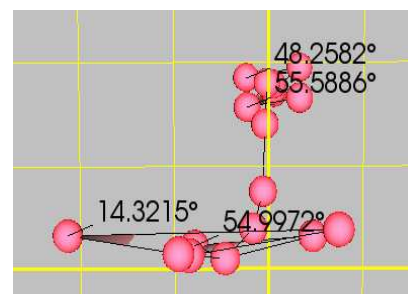


PIANO TRASVERSO

LATEROFLESSIONE-SINISTRA



PIANO POSTERIORE



PIANO TRASVERSO

ASIMMETRIA DI MOVIMENTO:

- limitazione dell'emiprestazione motoria di sinistra;
- quanto al punto 1 è compatibile con la limitazione articolare al distretto **T8**;
- torsione posteriore sinistra del rachide lombare e del bacino costante su tutta la prestazione motoria.

FLESSIONE DEL RACHIDE DORSALE E LOMBARE

L'analisi dinamica di rachide dorsale e lombare eseguita su movimenti di flessione rispetto al piano frontale ha evidenziato:

PIANO LATERALE DESTRO:

1. curva del rachide dorsale non regolare rispetto al piano frontale, compatibile con la limitazione articolare del distretto **T4-T8 (Fig.1-A/B)**;
2. curva del rachide lombare non regolare rispetto al piano frontale, compatibile con la limitazione articolare del distretto **L2-S1 (Fig.1-A/B)**;
3. generale spostamento nel semipiano di sinistra del distretto articolare **C7-T12** rispetto al piano frontale (**Fig.1-A**);
4. generale spostamento nel semipiano di destra del distretto articolare **T12-S1** rispetto al piano frontale (**Fig.1-A**);

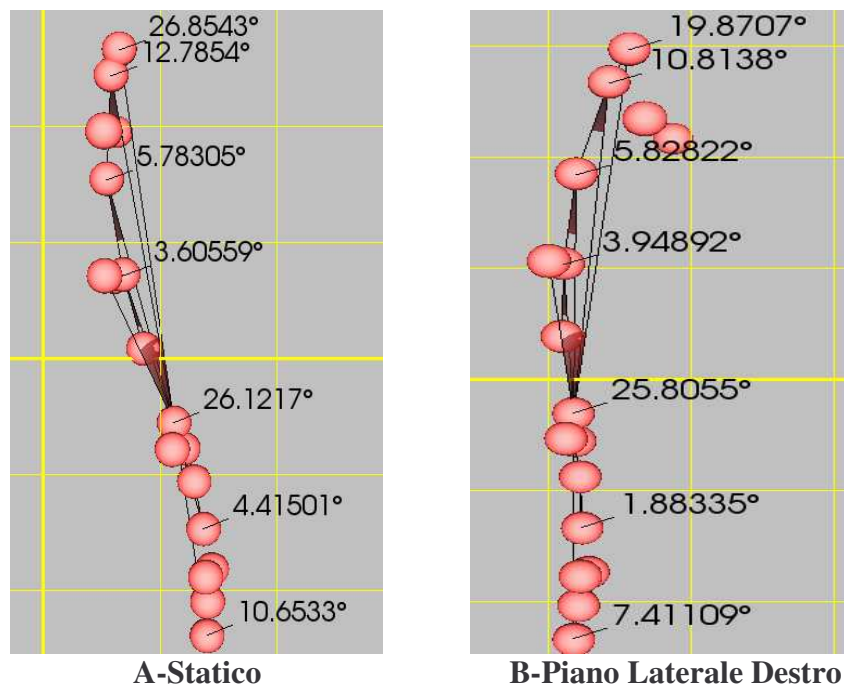


Fig. 1

ESTENSIONE DEL RACHIDE DORSALE E LOMBARE

L'analisi dinamica di rachide dorsale e lombare eseguita su movimenti di estensione rispetto al piano frontale ha evidenziato:

PIANO LATERALE DESTRO:

1. curva del rachide dorsale non regolare rispetto al piano frontale, compatibile con la limitazione articolare del distretto articolare **T4-T8** (**Fig.2-A/B**);
2. curva del rachide lombare non regolare rispetto al piano frontale, compatibile con la limitazione articolare del distretto articolare **L2-S1** (**Fig.2-A/B**);
3. generale spostamento nel semipiano di sinistra del distretto articolare **C7-T12** rispetto al piano frontale, (**Fig.2-A**);
4. generale spostamento nel semipiano di destra del distretto articolare **T12-S1** rispetto al piano frontale, (**Fig.2-A**).

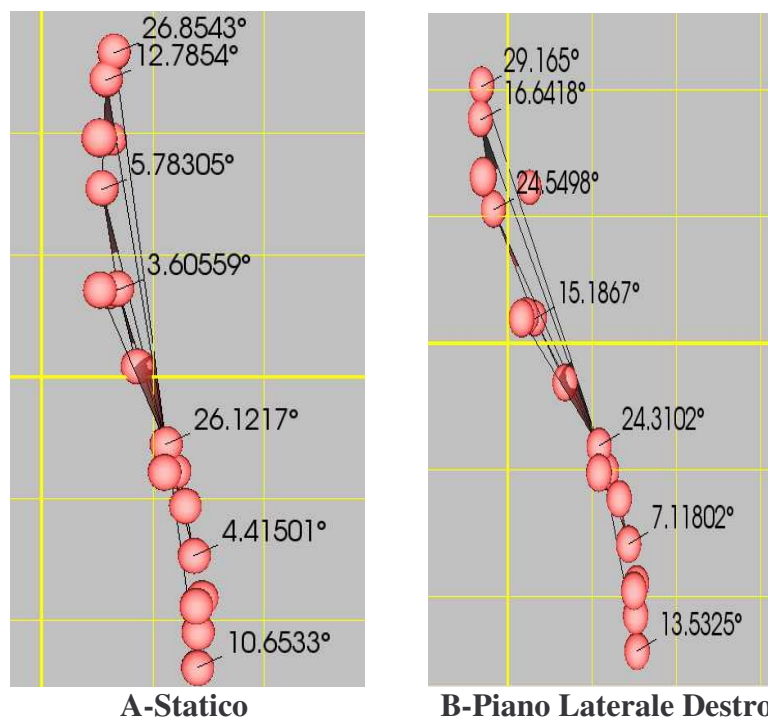


Fig. 2

CONCLUSIONI

Da quanto sopra si evince:

che il controllo del segmento **Testa-Collo** e' importante per una ergonomica configurazione corporea **Morfo-Funzionale**.

Per configurazione **Morfo-Funzionale** si intende la posizione spaziale del corpo migliore dal punto di vista ergonomico per svolgere una determinata funzione (Vella).

- Ogni **cedimento posturale** ed ogni **deviazione** dalla **norma fisiologica del soggetto**, induce alterazioni della struttura e deformazioni determinando sovraccarichi e tensioni con graduale usura dei tessuti
- Lo schema di adattamento alle varie sollecitazioni dell'ambiente obbedisce a principi **Ergonomici** (minor dispendio energetico e del Confort-assenza di dolore e/o benessere) per mantenere la stessa configurazione **morfo-funzionale**.