

Nozioni anatomomo-fisiologiche e biomeccaniche dell'apparato osteo- articolare

Dott. A. Lombardi

www.nutrirsibene.com



"Disegno"
copy of the original of the
1999 "Anatomia"

Apparato Locomotore

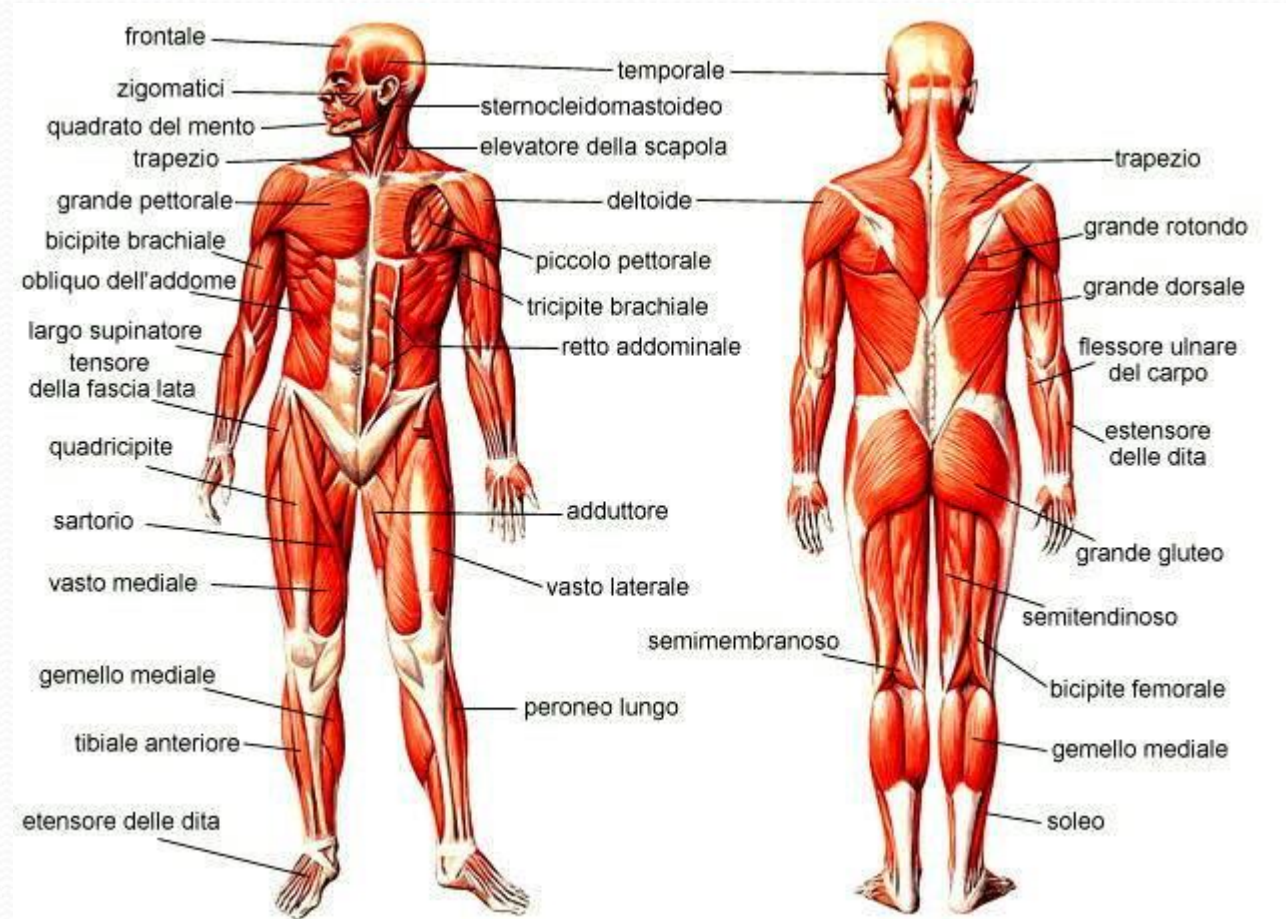
Muscolo + tendine + osso = forza meccanica = **MOVIMENTO**



IL TENDINE DI ACHILLE: CENTRO NEVRALGICO DELL'AZIONE DI CAMMINATA E CORSA

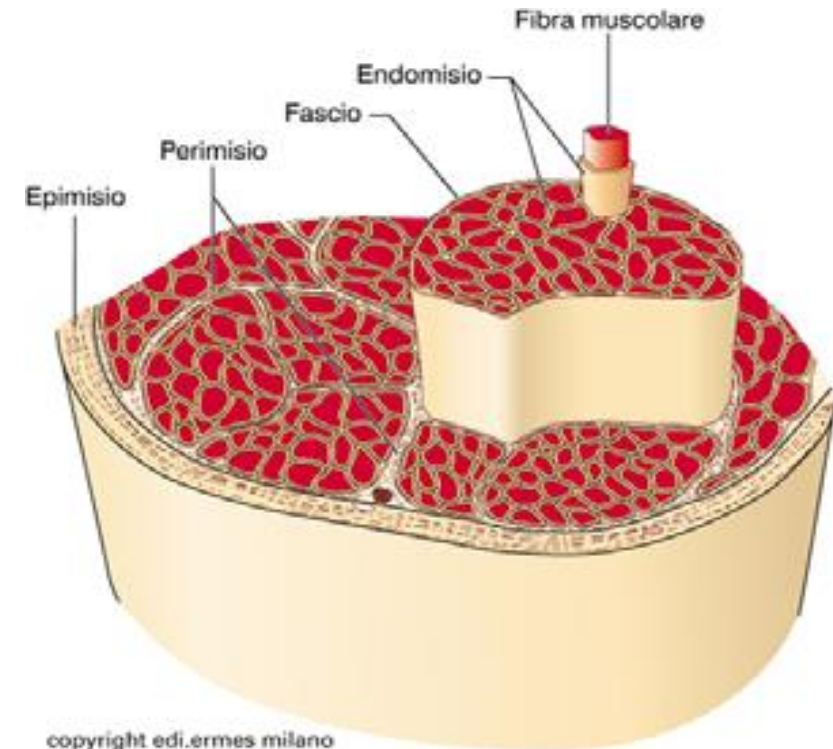
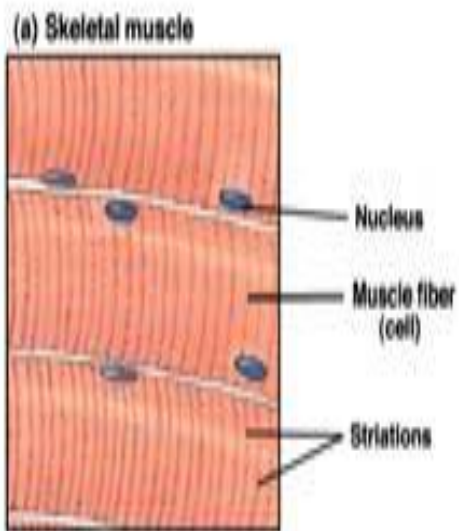
Apparato muscolare

- Un individuo è costituito al 40% da muscoli
- Le unità funzionali sono le fibre muscolari
- Le fibre muscolari sono sincizi polinucleati dati dalla fusione di cellule mononucleate, i **MIOBLASTI**

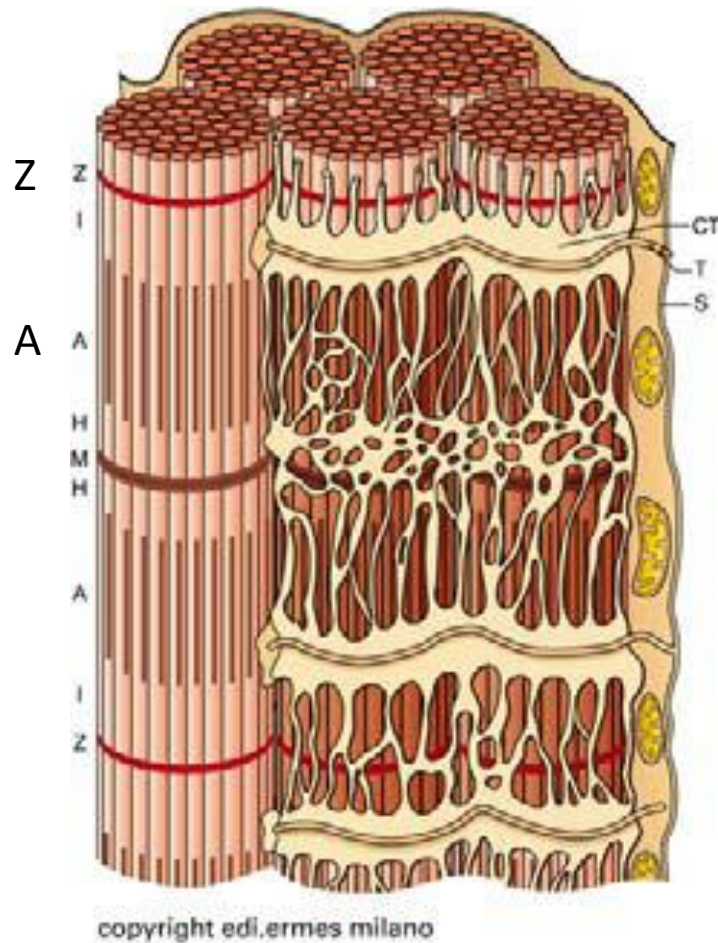


Struttura del muscolo

- Le fibrocellule muscolari sono plurinucleate e circondate da una membrana detta endomisio e dal sarcolemma
- L'unità funzionale sarcomero è costituita da miofilamenti proteici

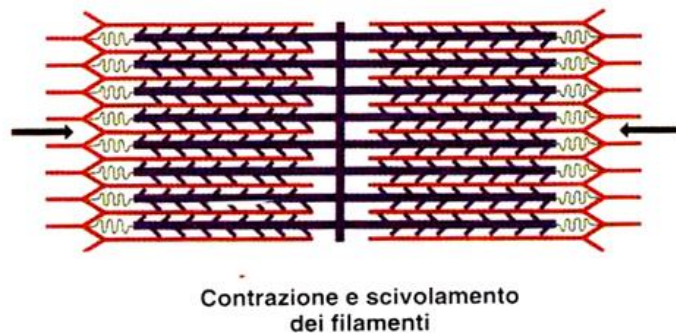
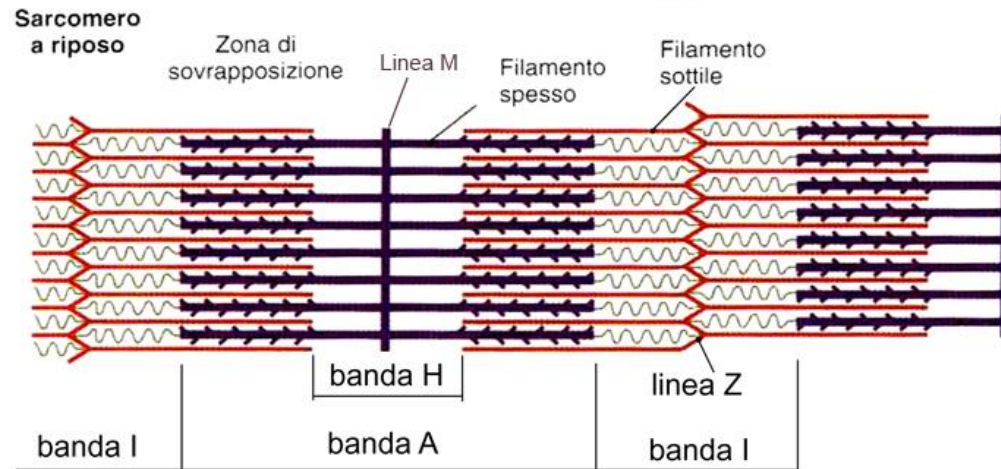


Struttura del muscolo



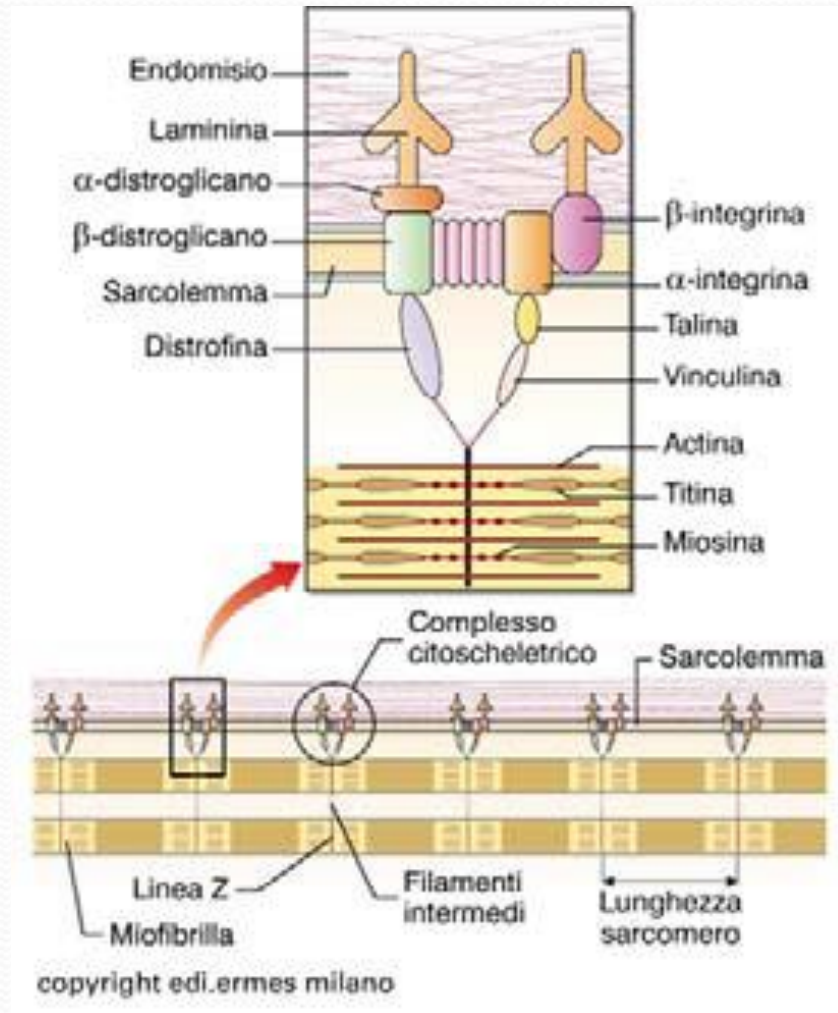
- L'apparato contrattile è dato dalle miofibrille contenute nel liquido intracellulare detto sarcoplasma
- Filamenti spessi banda A interni
- Filamenti sottili banda Z esterni

Struttura del muscolo



- Il Sarcomero è l'unità funzionale del muscolo
- Compresa tra le due strie scure chiamate strie Z
- L'Interazione tra i filamenti spessi ed i sottili è alla base della contrazione muscolare

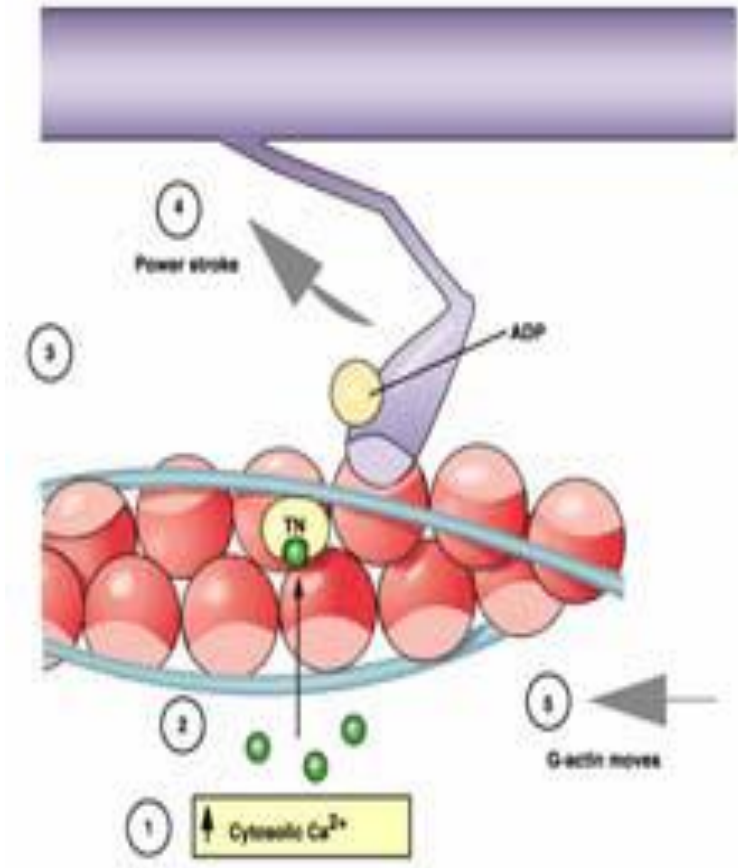
Struttura del muscolo - filamenti



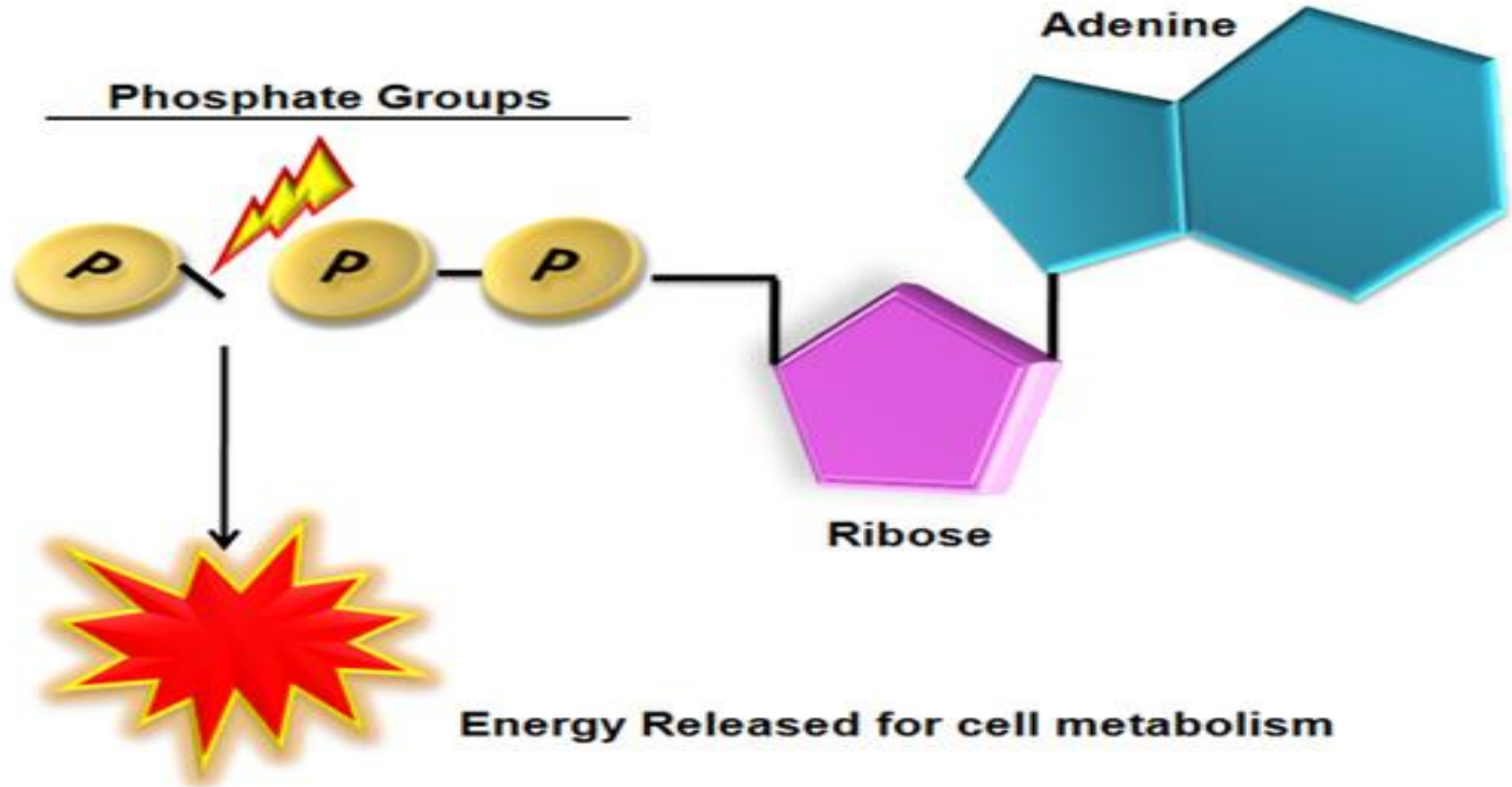
- Nelle bande A è presente la MIOSINA
- Nelle bande Z predomina l'ACTINA con TROPOMIOSINA e TROPONINA
- L'ACTINA è una proteina globulare che forma una struttura filamentosa attorno a cui si avvolge la TROPOMIOSINA, mentre la TROPONINA è proteina responsabile della contrazione è costituita da 3 subunità:
 1. la T lega la tropomiosina
 2. La I inibisce il legame actina-miosina
 3. La C lega il calcio

Contrazione muscolare

1. ADP + Miosina si lega all' Actina
2. Si ha un alterazione della testa della MIOSINA che trascina con se' l'Actina
3. L' ATP si trasforma in ADP e il complesso Actina, ADP, Miosina si scinde con l'azione dell' ATPasi
4. Il CALCIO contenuto nel reticolo sarcoplasmatico è importante legandosi alla troponina e ne regola il funzionamento



ATP (Adenosintrifosfato)



- ATP deriva dal metabolismo dei sistemi energetici
- aerobico (con presenza O₂)
- anaerobico (senza presenza di O₂) :
 - 1) Lattacido (glicolisi + ac.lattico)
 - 2) alattacido (fosfocreatina)

- Contrazione muscolare :
- stimolo sistema neuronale
- Placca neuro muscolare
- Contrazione fibre

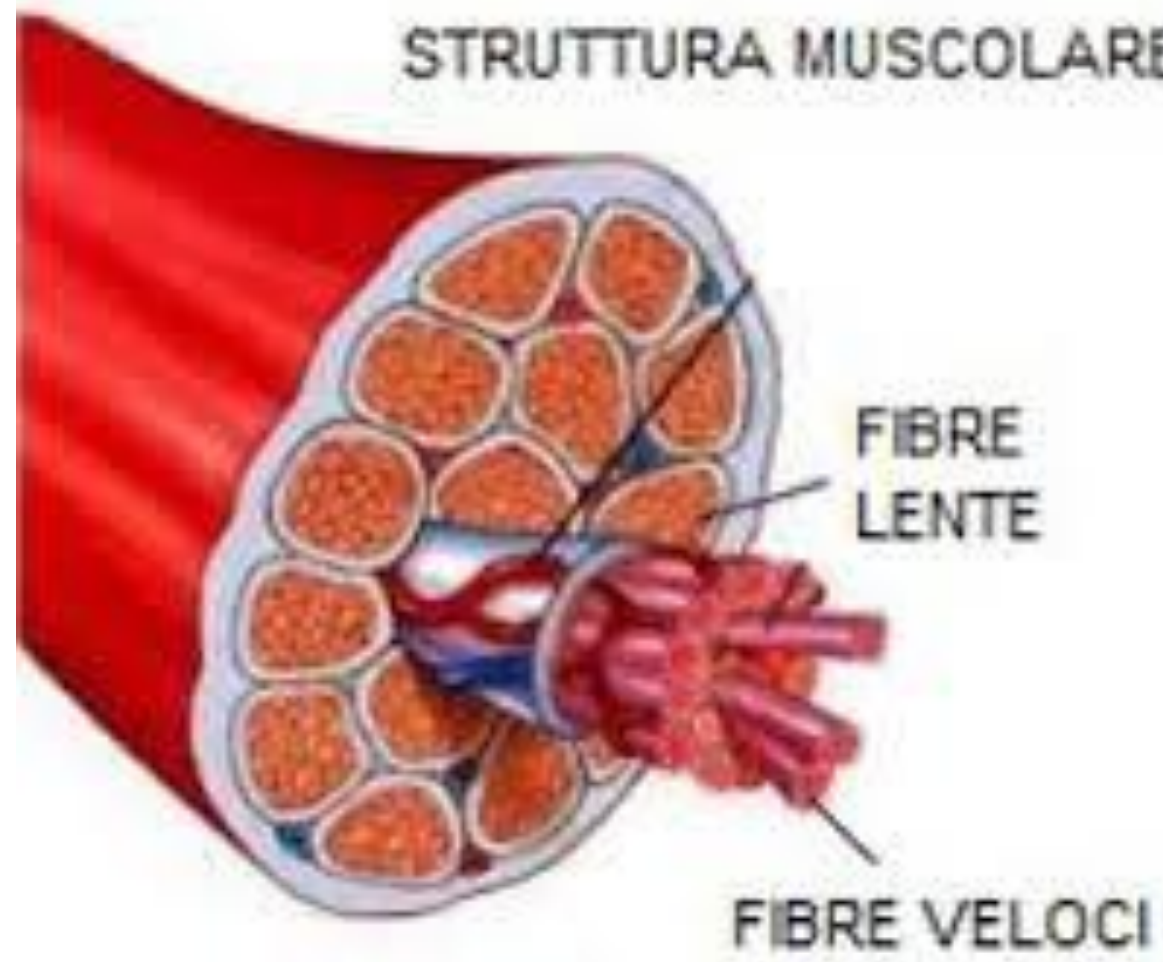
- La fibra muscolare è l'unità morfologica del muscolo scheletrico o, più semplicemente, una delle tante cellule che lo compongono. Ogni muscolo è infatti formato da un certo numero di fascicoli, a loro volta costituiti da cellule chiamate, appunto, fibre muscolari. Grazie a queste unità cilindriche, l'energia chimica liberata dalle reazioni metaboliche si trasforma in energia meccanica che, agendo sulle [leve ossee](#), realizza il movimento

I Muscoli sono composti da fibre :

- **Lente o rosse ricche** di mitocondri (ossidative , Tipo I)
- **Rapide o bianche** (glicolitiche ,glicolisi anaerobica, Tipo IIB)
- **Intermedie chiare** (IIA , Fast glicolitiche ,ossidative) hanno la capacità di svilupparsi nell'uno e nell'altro tipo

- Fibre rosse e Fibre bianche
- In [fisiologia](#) la distinzione tra fibre bianche e [fibre rosse](#) deriva dalla correlazione tra il colore della cellula muscolare e la sua rapidità di [contrazione](#).
- I "muscoli bianchi" (o meglio chiari) sono prevalentemente glicolitici ([metabolismo energetico](#) di [glicolisi anaerobica](#)), quindi *più* [veloci](#) ma *meno resistenti* di quelli rossi; viceversa, i muscoli rossi sono più "efficienti" (minore [forza](#) e maggiore economia nello sforzo) ma, dal punto di vista energetico, meno "efficaci" nella contrazione.

STRUTTURA MUSCOLARE



- Fibre rosse nei muscoli

- Le fibre rosse si concentrano per lo più nei muscoli e nei fasci deputati a:

1. Mantenimento della postura (logge interne; sostenitori del rachide)
2. Ventilazione polmonare (intercostali interni ed esterni, scaleno, piccolo pettorale, diaframma ecc.)
3. Deambulazione (psoas iliaco, vasto laterale del quadricipite femorale, soleo ecc)
4. Movimenti degli arti superiori ripetuti con frequenza (deltoide, bicipite brachiale, fasci alti del gran pettorale ecc.).

- Come si può notare, a volte è possibile identificare interi fasci muscolari o aree precise dei muscoli che possiedono unità motorie (quindi fibre muscolari) differenti da quelle vicine (è il caso del gran pettorale); questa "varietà" è determinata soprattutto dalla predisposizione ad un movimento e/o dalla consuetudine a svolgerlo frequentemente senza raggiungere elevate intensità di sforzo.
- *Volendo fare un esempio banale*, nell'evoluzione umana, probabilmente il **deltoide ed i fasci alti del pettorale** si sono sviluppati con molte fibre rosse per facilitare la "raccolta" dei frutti dagli alberi; analogamente, il vasto mediale del quadricipite (muscolo della coscia) possiede buone quantità di fibre bianche per migliorare la potenza degli scatti nella caccia e/o nella fuga.

- **Caratteristiche delle fibre bianche**

- Le fibre bianche sono unità funzionali del muscolo scheletrico che trasformano l'energia chimica dei legami presenti nell'adenosin trifosfato (ATP) in energia cinetica/meccanica.
Le fibre bianche comprendono sia quelle glicolitiche (IIB) che quelle intermedie (IIA)

- Le fibre bianche risultano più pallide di quelle rosse, in quanto:
- NON contengono notevoli quantità di mitocondri e mioglobina
- Hanno una minor densità e ramificazione capillare.
- E' dunque appurato che, rispetto a quelle rosse, le fibre bianche presentano una maggior velocità di contrazione e sfruttano prevalentemente la GLICOLISI ANAEROBICA (dal glicogeno di riserva). In realtà, le fibre bianche sono in grado di catabolizzare efficacemente anche il Creatin Fosfato (CP - metabolismo quasi assente nelle fibre rosse), sfruttando appieno la via ANAEROBICA ALATTACIDA seppur per una manciata di secondi all'inizio dello sforzo.
- Se ne evince che, oltre alle suddette differenze strutturali, le fibre bianche contengano un *pool* enzimatico SPECIFICO, quindi totalmente diverso da quello delle fibre rosse;

- **la fisiologia in termini atletici:**

- *le fibre bianche risultano più adatte a sforzi veloci ed intensi [di tipo ANAEROBICO, sia lattacido (glicolisi anaerobica) che alattacido (idrolisi del creatin fosfato)] piuttosto che lunghi e moderati.*
- I muscoli (o meglio, le unità motorie) che contengono più **fibre bianche** rispetto a quelle **rosse** sono quelli che svolgono prevalentemente rapide contrazioni, a discapito della resistenza ma a vantaggio della tensione prodotta (forza pura); fanno parte di questa categoria i grossi muscoli del torso (buona parte del gran pettorale) del dorso (gran dorsale), delle braccia (tricipiti) e delle gambe (come il vasto mediale, il retto femorale ed il soleo).
- Al lettore sia chiaro che la distribuzione delle fibre bianche, piuttosto che quelle rosse o intermedie, **NON è ben definita**; oltre alla soggettività, all'allenamento ed al tipo di sforzo a cui è deputato il muscolo, esistono eterogeneità significative anche all'interno dello stesso distretto (vari tipi di unità motoria). I fasci alti, intermedi o bassi di un muscolo non contengono NECESSARIAMENTE la stessa quantità di fibre bianche, anzi!

Fibre muscolari intermedie

- Le fibre muscolari intermedie sono polimeri di cellule muscolari che, grazie alla loro caratteristica adattabilità allo sforzo, si possono specializzare acquisendo caratteristiche metaboliche più aerobiche (ossidative) o anaerobiche (glicolisi anaerobica e creatinchinasi).

- Specializzare le fibre muscolari intermedie significa orientare lo stimolo allenante in base ai risultati che si vogliono ottenere; prendendo in considerazione l'allenamento con i [sovraccarichi](#), la specializzazione può evolvere:
- in direzione ossidativa aumentando la durata e riducendo l'intensità
- in direzione glicolitica-anaerobica aumentando l'intensità e riducendo la durata.

Genetica dell'unità motoria e variabilità prestativa delle fibre intermedie

In ambito sportivo è frequente sentire dai preparatori un "vecchio detto": "*Con l'allenamento, un velocista PUO' diventare un fondista... ma non è affatto detto che un fondista possa diventare un velocista!*"

Questo concetto NON è assoluto, ma è un'affermazione certamente supportata da molti fattori tra i quali il più importante è la GENETICA.

Ognuno di noi possiede un "progetto muscolare" ben determinato e risponde in maniera efficace (ad uno stimolo piuttosto che all'altro) sulla base della prevalenza delle diverse unità motorie: [motoneurone](#) + [fibre muscolari](#)

Conosciamo già le caratteristiche biochimiche delle DIVERSE fibre muscolari... ma cosa c'entrano i motoneuroni?

Ne esistono diversi tipi ed in pratica si differenziano per la sezione trasversale dell'assone che incide sulla **VELOCITA'** di conduzione dell'impulso.

Praticamente, l'unità motoria con **fibre rosse** è innervata da un motoneurone a sezione stretta (**lento**), mentre la corrispondente con **fibre bianche** possiede un motoneurone a sezione larga (**veloce**).

A veder quanto scritto fin ora, si potrebbe intendere che la predisposizione genetica alle dominanza di un'unità motoria sulle altre (veloci con fibre bianche o lente con fibre rosse) costituisca l'unica variabile che determina il successo o il fallimento di uno sportivo nelle varie discipline

in realtà (e per fortuna), anche questo concetto è solo parzialmente condivisibile.

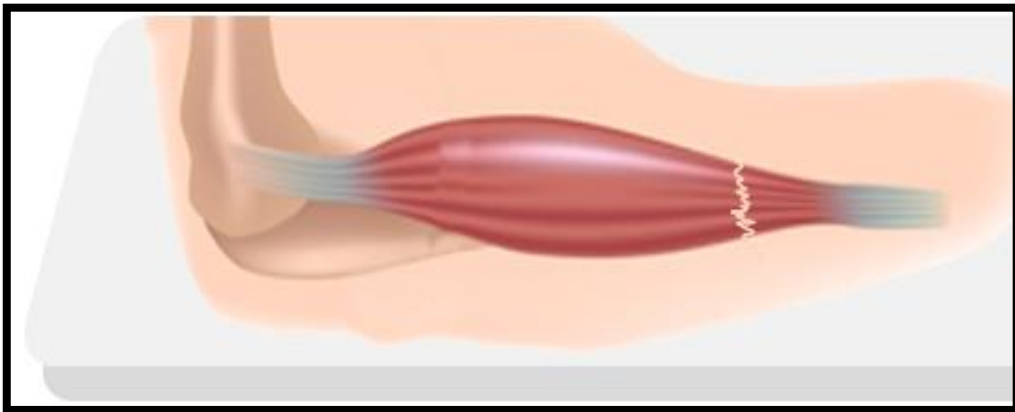
Tralasciando per un attimo l'importanza della SPECIFICITA' dell'allenamento, analizziamo più nel dettaglio un'altra variabile in grado di determinare la predisposizione muscolare ed il potenziale miglioramento di uno sportivo verso l'attività fisica prediletta: le fibre intermedie. Dal punto di vista metabolico, le intermedie sono dei veri e propri "jolly" in grado di orientare la produzione energetica verso l'aerobiosi o l'anaerobiosi;

se ne evince che *un'elevata percentuale*
di queste fibre (intermedie)
determini sia un grosso potenziale
atletico che un'estrema duttilità atletica.

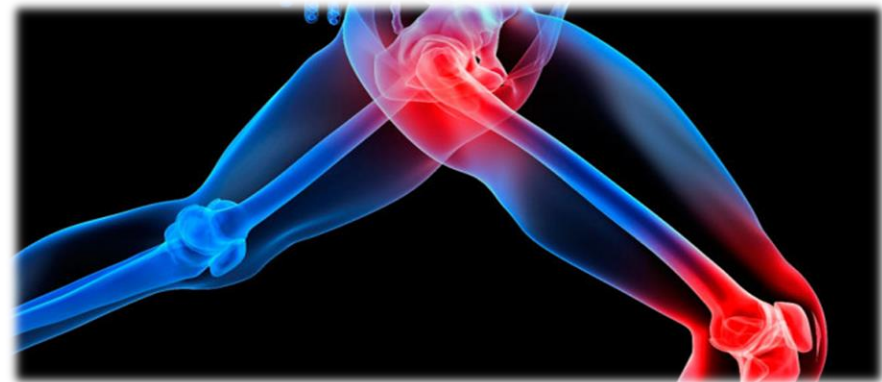
In definitiva: *"non è affatto detto che un fondista possa diventare un velocista!"*, ma se le sue fibre rosse sono in buona parte costituite da fibre intermedie specializzate, modificando l'allenamento, ci sono buone possibilità che possa ottenere discreti risultati anche in discipline di [forza](#) e [velocità](#). Sia chiaro, a volte la predisposizione muscolare è abbastanza evidente anche solo "osservando" la [morfologia](#) ed il fenotipo antropometrico del soggetto; un fondista di 60kg difficilmente potrà diventare un 100 metrista di elite... ma questo non esclude che molti atleti di [endurance](#) possano trovare soddisfazione anche in discipline di durata intermedia (come il [mezzofondo breve](#)).

Il passaggio da un tipo di tessuto ad un altro (muscolare – tendineo e tendineo – osseo), è più fragile e per questo in queste zone avvengono la maggior parte degli infortuni di tipo muscolo-tendineo:

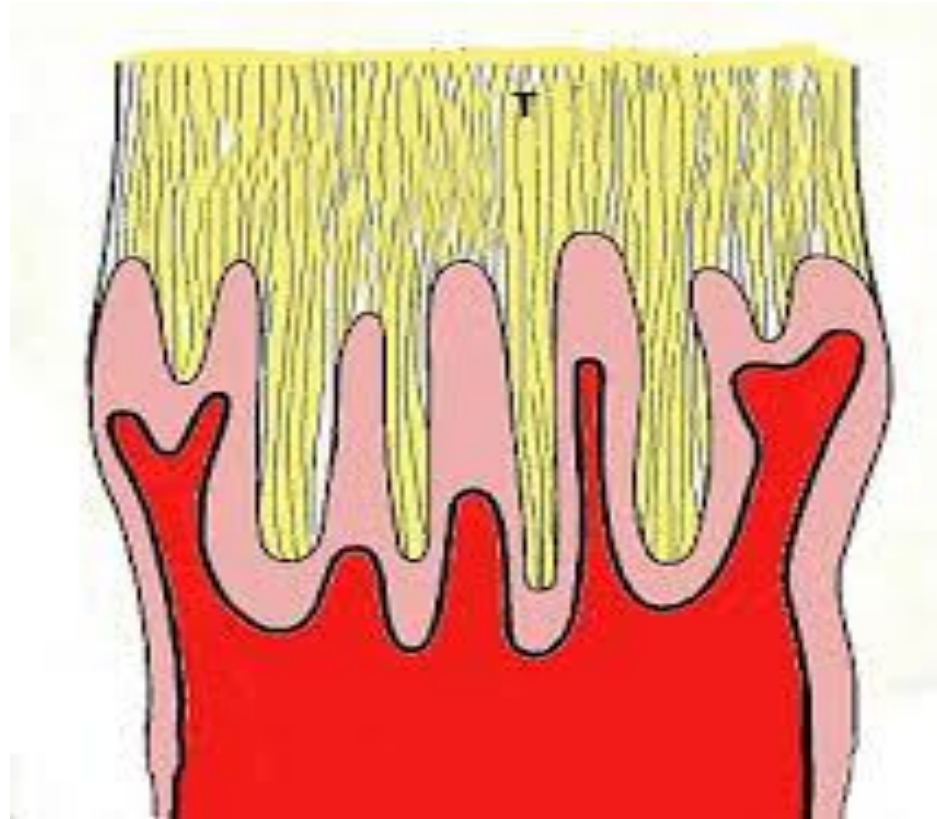
Passaggio muscolo - tendineo
(aponeurosi): strappi ecc.



Passaggio tendine – osso:
patologie da sovraccarico



Giunzione Muscolo Tendinea



- Fra il ventre muscolare ed il tendine esiste una zona di passaggio detta:
giunzione muscolo tendinea
- in cui la fibra muscolare si “fonde” con quella tendinea con un rapporto di continuità.

Tale zona ha la caratteristica di una notevole resistenza alle forze di trazione, tanto che un muscolo eccessivamente disteso, difficilmente si lacera in tale sede, ma generalmente in corrispondenza del tessuto muscolare. La giunzione può essere immediata, quando la direzione della fibra tendinea è la stessa di quella muscolare o laterale, quando i fasci tendinei incidono obliquamente su quelli muscolari, con varie direzioni

tendini

composto da matrice extracellulare (proteoglicano e glicoproteina)

e

tessuto connettivo



I Tendini

I tendini sono robuste strutture fibrose dal colorito madreperlaceo che legano i muscoli alle ossa o ad altre strutture di inserzione. Non tutti i muscoli, infatti, si inseriscono sulle ossa; è il caso, ad esempio, dei muscoli mimici che, essendo inseriti sulla pelle del volto, la spostano determinando le espressioni facciali. Allo stesso tempo più fasci muscolari possono terminare in un unico tendine (muscolo tricipite), così come un unico ventre muscolare può inserirsi con più tendini su un segmento osseo (flessori ed estensori delle dita). Tra i vari tendini del corpo umano esistono poi grosse differenze anatomiche che possono coinvolgere forma, vascolarizzazione, lunghezza e rivestimento sinoviale.



Ogni tendine è formato da una sostanza molto resistente chiamata collagene e da una più elastica detta elastina.

La principale funzione dei tendini è quella di trasmettere la forza esercitata dai muscoli alle strutture alle quali sono connessi. Per sopportare tutte queste sollecitazioni, spesso violente, i tendini sono dotati di un'elevata resistenza e di una minima elasticità. Si calcola infatti che uno stiramento del 10% sia più che sufficiente per lacerare le fibre tendinee più deboli.



Così come il muscolo anche il tendine reagisce agli stimoli esterni adattandosi e modificando le proprie caratteristiche. Il continuo processo di rinnovamento cellulare permette ai tendini di adattarsi gradualmente ai carichi di lavoro sia che questi aumentino (irrobustimento) sia che questi diminuiscano (indebolimento).

Tuttavia questo processo è abbastanza lento, e in ogni caso di gran lunga inferiore rispetto a quello muscolare. I tendini, infatti sono strutture scarsamente vascolarizzate con un consumo di ossigeno piuttosto ridotto. Per questo motivo la loro rigenerazione è piuttosto lenta.



Ecco svelato il motivo per cui chi utilizza steroidi anabolizzanti è maggiormente esposto ad infortuni. Infatti, in caso di somministrazione di ormoni anabolici si verifica un rapido incremento della massa e della forza muscolare che non viene però accompagnato da un adeguato irrobustimento tendineo. I tendini si trovano così costretti a sopportare sollecitazioni eccessive per la loro struttura e, in caso di improvvise violente contrazioni sono maggiormente predisposti alla lesione.



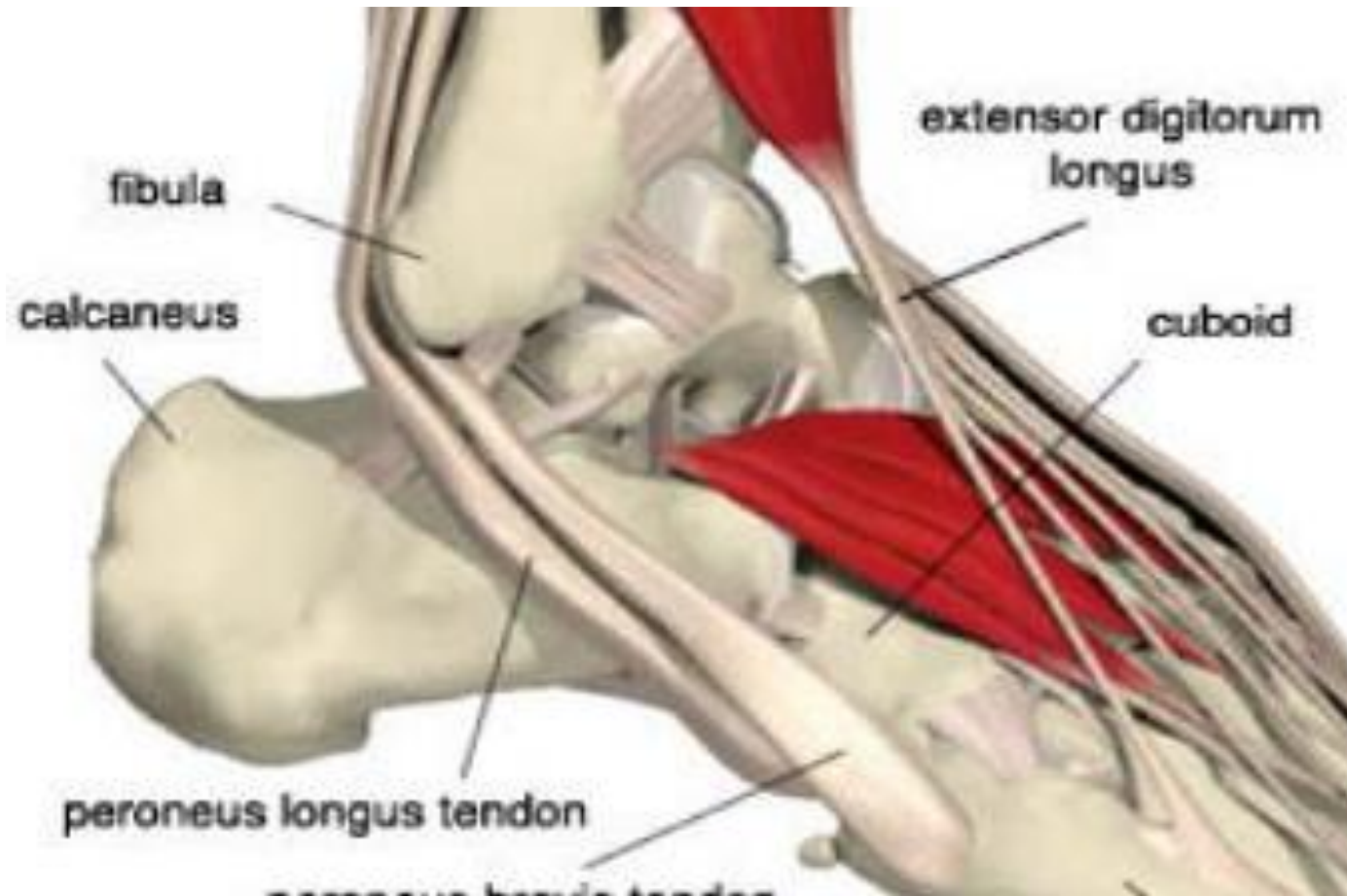
Ma esiste anche un nemico più subdolo che può causare nel tempo lesioni tendinee altrettanto gravi, è il cosiddetto **microtrauma ripetuto**. In questi casi la lesione ligamentosa è causata dalla ripetizione ciclica di piccole sollecitazioni, la cui frequenza supera la velocità di riparazione cellulare del tendine.



E' il caso per esempio dei podisti e della tendinopatia Achillea, una patologia che colpisce una buona percentuale dei runner e che è causata, appunto, dai ripetuti stress meccanici a cui viene sottoposto il tendine di Achille durante la corsa.

La tendinopatia rotulea colpisce invece principalmente gli atleti di discipline sportive che prevedono movimenti esplosivi come la pallavolo, il basket o il rugby.

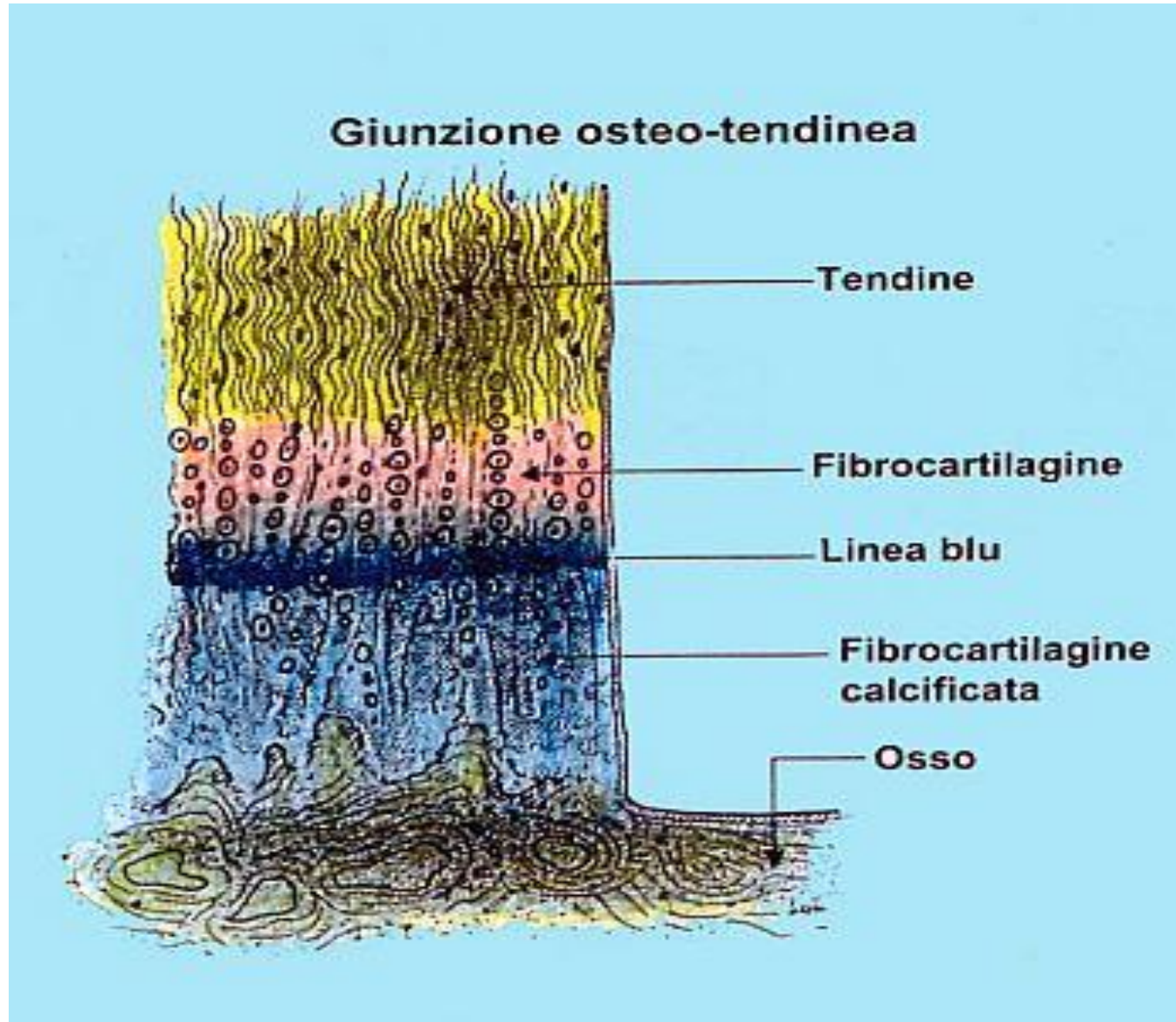
Connessione muscolo tendinea



L'invecchiamento, la sedentarietà e l'obesità mettono a rischio la funzionalità e la salute dei tendini. Con il passare degli anni si assiste infatti ad una progressiva perdita di elasticità sia del collagene sia della matrice ossea. L'invecchiamento modifica inoltre l'inserzione dei tendini: la corticale (parte esterna dell'osso) si assottiglia e il midollo (parte interna) si estende attraverso delle microfessurazioni calcificando la parte prossimale del tendine. Tutto ciò causa dolore ed irrigidimento compromettendo la funzionalità articolare e favorendo degradazioni cartilaginee a livello locale (soprattutto in presenza di sovrappeso). Per mantenere in salute tendini ed articolazioni è sufficiente praticare con costanza quasi quotidiana un po' di moto, avendo cura di iniziare la seduta con 5-10 minuti di riscaldamento globale e di terminarla con altrettanti minuti da dedicare allo stretching ed al miglioramento/mantenimento della flessibilità



Giunzione osteo-tendinea



La giunzione osteo tendinea è quella parte del muscolo che mette in rapporto i tendini, prossimale e distale, con la leva scheletrica.



Articolazioni



Le articolazioni sono giunzioni tra capi ossei interconnesse tramite tessuti connettivi



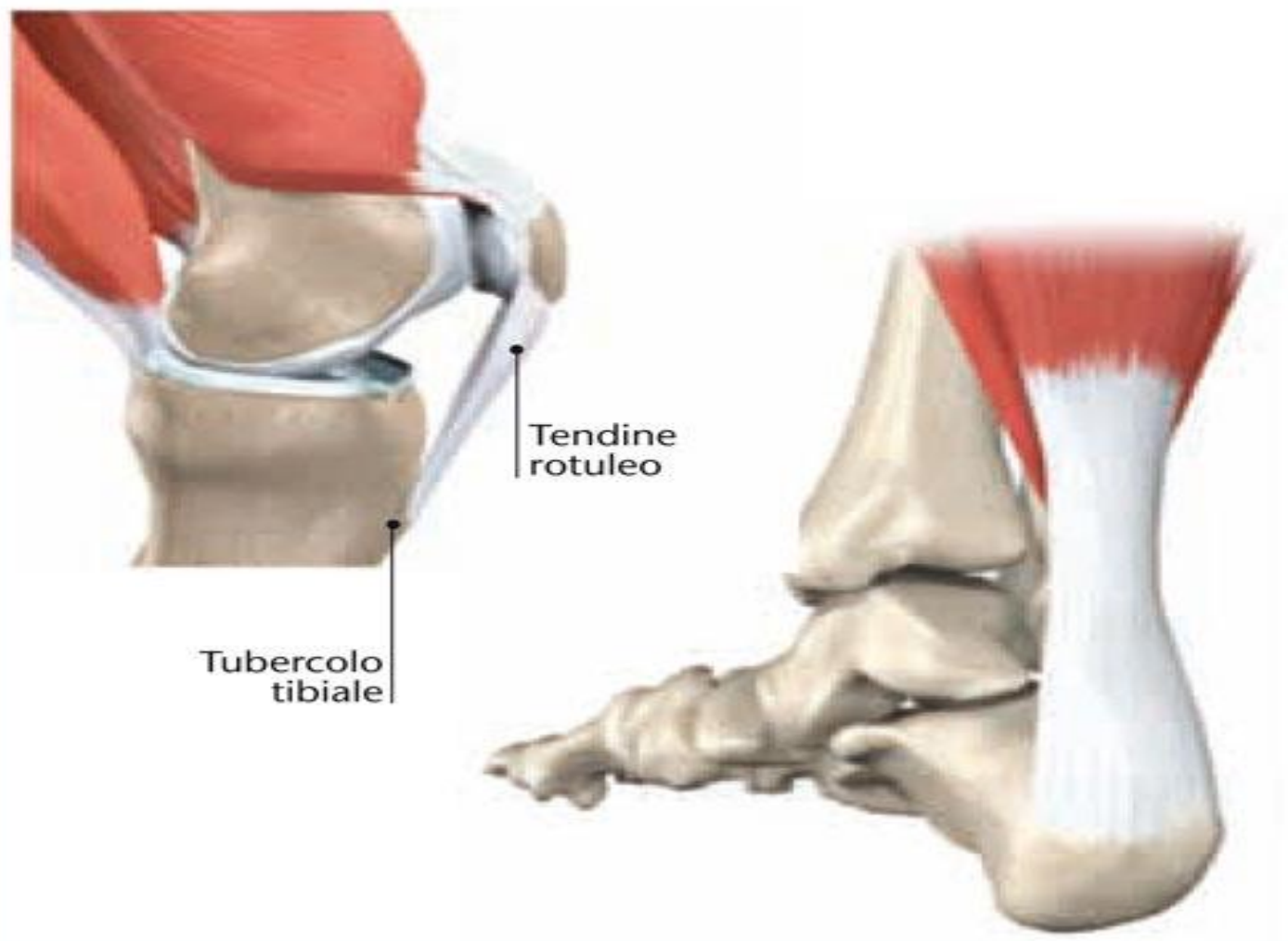
Classificazione semplice delle articolazioni:

➤ 1) **Mobile** (es. spalla)

➤ 2) **Semi Mobile** (tra le vertebre)

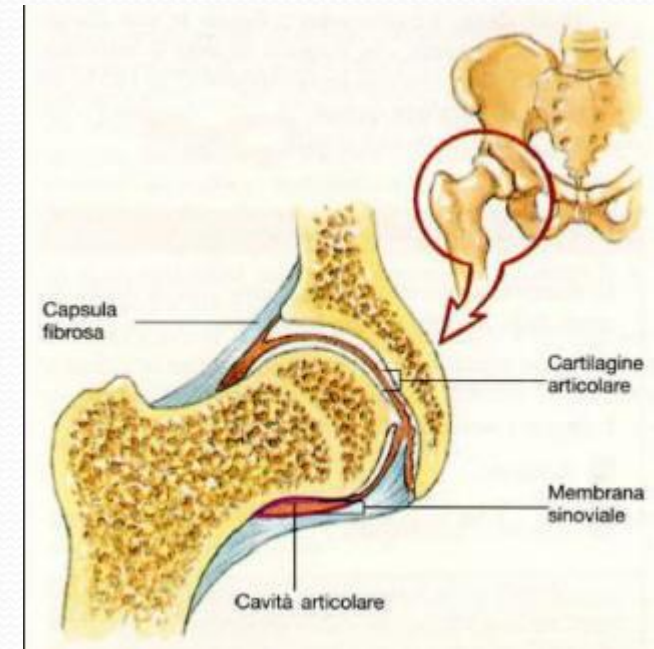
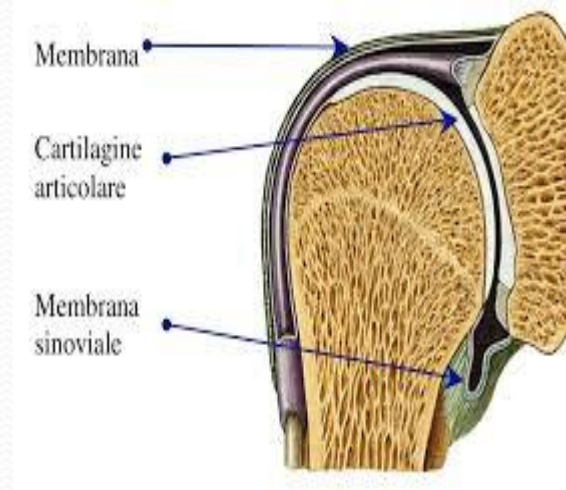
➤ 3) **fisse** (ossa del cranio)

Figura 2 - Strutture anatomiche del tendine rotuleo e del tendine di Achille



Un'articolazione è costituita da due superfici **cartilaginee** strettamente a contatto, separate da un sottile film di **liquido sinoviale**, e tenute così dalla **capsula**, dai **legamenti** e dalle strutture **tendinee** che la scavalcano.

Articolazioni



Legamenti e Articolazione



Scroscio articolare

Una trazione dell'articolazione può provocare una depressione all'interno di essa in seguito alla quale, per il fenomeno di cavitazione, i gas disciolti nel liquido sinoviale formano una bolla che implode provocando un'onda sonora e un effetto meccanico. Questa è l'ipotesi più diffusa sul fenomeno dello "scrocchio" delle articolazioni, ma non esistono studi su di essa e su un possibile effetto meccanico che potrebbe avere effetti negativi sulle superfici cartilaginee.

Ligamenti



Legamenti

Il **legamento** (o *ligamento*) è una formazione di tessuto connettivo fibroso con la funzione di tenere unite fra loro due o più strutture anatomiche (per esempio due segmenti ossei) o di mantenere nella posizione che gli è propria un organo, ovvero di concorrere a delimitare aperture o cavità nelle quali si trovano altre formazioni anatomiche (vasi sanguiferi o linfatici, tronchi nervosi ecc.).



Legamenti

Il nome dei legamenti deriva in genere dalle parti ossee e dagli organi con cui hanno rapporto o che collegano, per esempio: «legamento femorale, legamento gastroepatico. I legamenti crociati sono fasci fibrosi dell'articolazione del ginocchio tra loro incrociati; i legamenti gialli sono robusti fasci fibrosi, dal particolare colore giallastro, che uniscono due lamine vertebrali adiacenti, mantenendo in rapporto due vertebre contigue.

Legamenti

Il **legamento** (o *ligamento*) è una formazione di tessuto connettivo fibroso con la funzione di tenere unite fra loro due o più strutture anatomiche (per esempio due segmenti ossei) o di mantenere nella posizione che gli è propria un organo, ovvero di concorrere a delimitare aperture o cavità nelle quali si trovano altre formazioni anatomiche

La Biomeccanica

La biomeccanica del movimento è una scienza che tratta lo studio della meccanica, applicandolo ai meccanismi **corporei motori**. Questo ramo della meccanica è diviso in due categorie:

- La biomeccanica statica, quindi lo studio dell'equilibrio dei corpi e delle condizioni per mantenerlo;
- La **biomeccanica dinamica**, quindi lo studio delle forze che causano il movimento



L'attività sportiva permette di valutare il livello massimale delle prestazioni meccaniche di cui è capace il corpo umano. La biomeccanica applicata allo sport serve non soltanto a misurare quanto riesce a compiere la 'macchina' a geometria variabile che è il corpo dell'atleta, ma anche a smembrare ogni singolo elemento che compone il gesto sportivo e a valutarne gli aspetti statici, cinematici e dinamici.



Gli scopi che la biomeccanica applicata agli sport si prefigge sono, in sintesi, i seguenti: a) ottenere, nel gesto sportivo, i movimenti più corretti ed economici; b) ottenere dal movimento il massimo possibile come espressione di energia meccanica esterna; c) evitare che l'atleta, per effetto di movimenti sbagliati, anomali oppure non sufficientemente studiati, possa subire danni o lesioni, sia di tipo acuto sia legati al sovraccarico funzionale.

Negli studi sullo sport, la formula della performance, cioè la produzione di potenza meccanica, è $P = E_{\max} / C$, dove P indica la performance, espressa seguendo le regole imposte dalla regolamentazione delle diverse discipline sportive, $E_{\max}$ indica la potenza espressa dal sistema muscolare nella realizzazione del gesto sportivo e C la resistenza che, in qualsiasi forma, costituisce un freno alla performance.



I due limiti alla performance sono quindi, da una parte, le effettive possibilità di miglioramento della potenza del sistema locomotore umano, cioè dei muscoli e dall'altra, la resistenza al movimento che si produce all'interno della 'macchina' corporea.



Il sistema contrattile del muscolo è, infatti, costretto a disperdere energia per vincere gli attriti offerti dalle articolazioni, dallo scorrimento dei tendini, dalle viscosità interne dei tessuti, dalle compressioni di alcune parti del corpo.

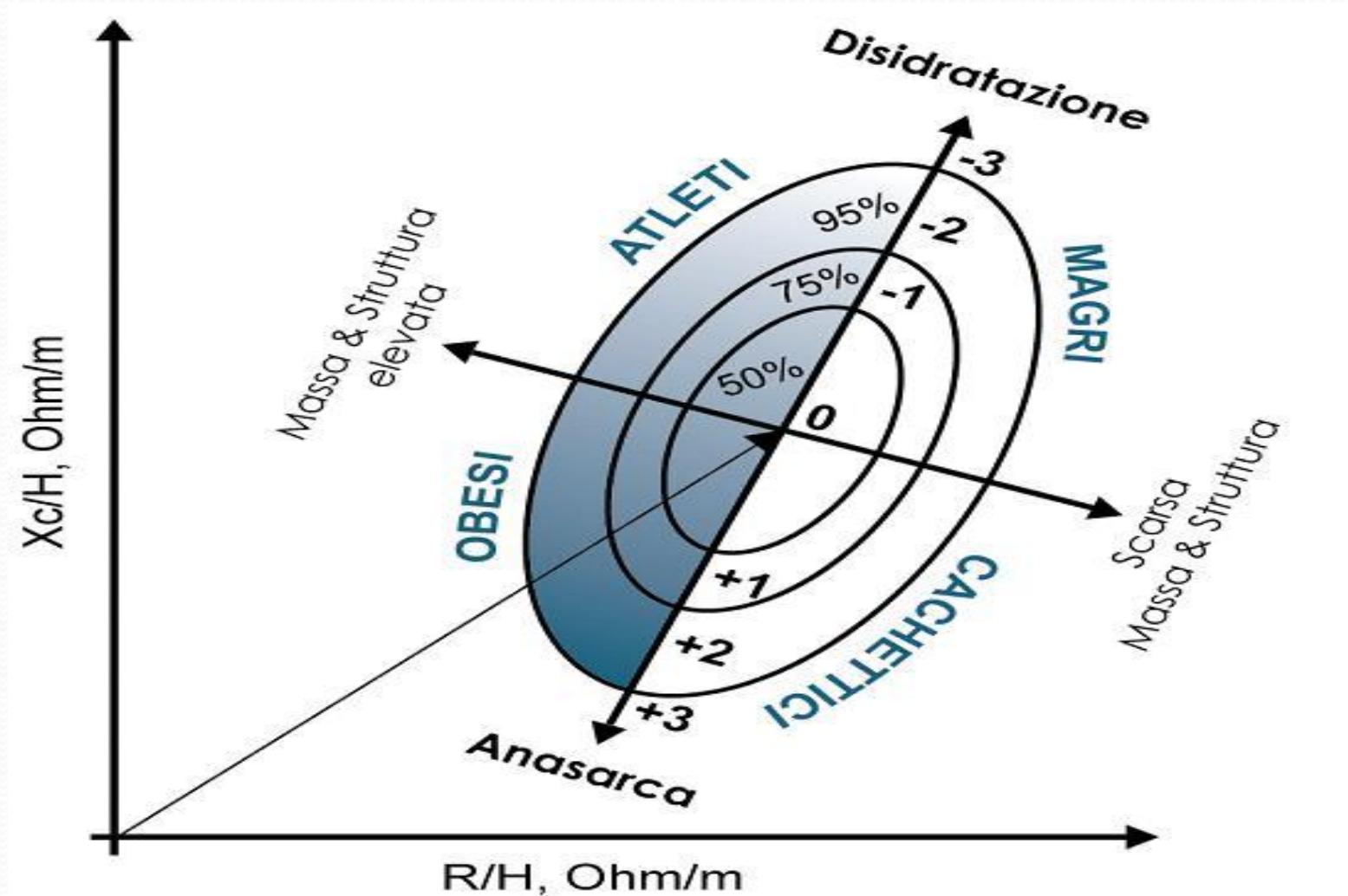


A questo insieme di elementi che si oppongono al movimento si aggiunge la resistenza offerta dai muscoli antagonisti, ossia quelli che esercitano funzioni opposte, che debbono essere distesi dalla forza predominante dei muscoli agonisti. Questi muscoli, che agiscono come 'freno', sono indispensabili per evitare di superare, al termine di un movimento, i limiti fisici del movimento articolare degli elementi ossei che formano il sistema locomotore. Se, però, essi lavorano troppo, cioè non si lasciano distendere, offrendo la massima resistenza possibile, costituiscono un limite non trascurabile al miglioramento delle performance.



Fra gli elementi capaci di 'frenare' la prestazione va considerata anche la resistenza che, negli sport in cui si raggiungono elevate velocità, è offerta dall'aria e, negli sport acquatici, dall'acqua. In questi sport, alla resistenza idrodinamica si può aggiungere un cattivo e dispendioso andamento dei cinematismi corporei. Nella valutazione biomeccanica del gesto sportivo si cerca perciò di considerare globalmente la correttezza del gesto, la velocità dei singoli movimenti, la coordinazione e l'energia chimica spesa per produrre una determinata performance atletica.

Valutazione Composizione corporea



Valutazione della composizione corporea

La valutazione della composizione corporea è utilizzata in vari settori come medicina, antropologia, ergonomia, sport e auxologia.

Grande interesse viene riposto alla quantificazione del grasso corporeo in relazione allo STATO DI SALUTE e alla PERFORMANCE SPORTIVA

La valutazione della composizione corporea viene inoltre utilizzata per:

Identificare il rischio di salute del paziente associato a livelli eccessivamente alti o bassi di FM

Identificare il rischio di salute del paziente associato a eccessivo accumulo di grasso intra-addominale

Monitorare i cambiamenti di composizione corporea che sono associati a certe malattie

Cambiamenti nelle proporzioni durante l'accrescimento e l'invecchiamento

Valutare l'effetto dell'alimentazione e dell'esercizio fisico

Stimare il peso corporeo desiderabile di un soggetto.

Bioimpedenziometria o BIA

BIA (o meglio B.I.A.) è l'acronimo del termine inglese *Body Impedence Assessment*, che in italiano è traducibile in Bioimpedenziometria. BIA è una delle più veloci e precise tecniche di misurazione e valutazione della composizione corporea (CC); il suo funzionamento è indiretto (come la plicometria) e si basa sulla misurazione dell'IMPEDENZA (Z) offerta dal corpo umano al passaggio di una corrente elettrica alternata a frequenza fissata, in virtù del fatto che la capacità di conduzione dell'organismo è direttamente proporzionale alla quantità d'acqua ed elettroliti in esso contenuti (Total Body Water - TBW).



La stesura di un programma di allenamento non è certamente cosa facile se si pensa al fatto che ogni persona è unica nel suo genere e diversa dalle altre.

Ognuno, infatti, risponde in maniera differente nei confronti dell'esercizio fisico poiché sono molti i fattori che possono influenzare capacità e reazione agli stimoli d'allenamento, dalla risposta soggettiva a sedute di allenamento e capacità di recupero, allo stile di vita.

Alla luce di queste considerazioni, ogni programma di allenamento dovrebbe prevedere una valutazione iniziale

della composizione corporea, tale da fornire informazioni dettagliate sul livello di forma fisica e sullo stato nutrizionale della persona che si deve allenare.

Nel dimagrimento

Nel caso del dimagrimento, se pensiamo al corpo come ad un modello semplificato composto da massa magra e da massa grassa, è bene essere sicuri che il calo di peso avvenga nella parte grassa del nostro corpo e non nella magra. Questo semplice esempio ci fa capire quanto sia importante l'analisi della composizione corporea.



A tale scopo la **Bioimpedenziometria (BIA)** è senza dubbio una delle metodiche più attendibili e sicuramente la meno invasiva per valutare la composizione corporea, poiché si basa su un modello di tipo “tricompartimentale”.

Il modello tricompartimentale al quale fa riferimento è composto da:

- Massa Grassa;
- Massa Cellulare;
- Massa Extracellulare.



La BIA si basa sul principio che i tessuti biologici si comportano come conduttori, semiconduttori o isolanti. Le soluzioni elettrolitiche intra ed extracellulari dei tessuti magri sono ottimi conduttori, mentre osso e grasso sono isolanti, e non sono attraversati dalle correnti.

Il corpo risponde come un circuito elettrico ogni qualvolta viene attraversato da correnti elettriche. Quando s'infonde nel corpo una corrente, questa lo attraversa più facilmente se contiene molti fluidi corporei, mentre quando incontra la massa cellulare incontra più resistenza. Le cellule, inoltre, funzionano come dei condensatori per cui producono una capacitanza. Avremo così che una corrente di bassa frequenza applicata ad un tessuto passa prevalentemente attraverso i fluidi extracellulari perché, alle basse frequenze, l'impedenza delle membrane cellulari è molto elevata (quindi le misurazioni a bassa frequenza forniscono informazioni sull'acqua extracellulare).



Con frequenze più elevate la corrente attraversa tutti i fluidi, extra ed intracellulari (le frequenze più elevate forniscono informazioni sull'acqua intracellulare).

Come anticipato, il tessuto grasso è un cattivo conduttore, ne consegue che l'impedenza corporea dipende quasi completamente dalla massa magra.

Il protocollo di esecuzione del test prevede che il soggetto si sdrai supino. A questo punto il tecnico collocherà quattro elettrodi, due sulla mano e due sul piede e, attivando il macchinario, misurerà la resistenza e la reattanza del suo corpo.



La **Resistenza (R_z)** rappresenta la capacità di tutte le strutture biologiche di opporsi al passaggio della corrente elettrica. I tessuti privi di grasso, buoni conduttori, rappresentano così una via di bassa resistenza, quindi ideale per il passaggio della corrente. I tessuti adiposi, cattivi conduttori, rappresentano invece una via elettrica molto resistiva.

Da questo si può dedurre che un soggetto molto grasso con poca acqua totale rappresenta un corpo con una resistenza elevata in confronto ad un soggetto muscoloso e magro.

La **Reattanza (X_c)**, conosciuta anche come resistenza capacitativa, è la forza che si oppone al passaggio di una corrente elettrica a causa di una capacità, cioè di un condensatore. Per definizione il condensatore, questo consiste in due o più piastre conduttive separate da loro da uno strato di materiale non conduttivo o isolante che serve per immagazzinare cariche elettriche. Nel corpo umano la massa cellulare si comporta come un condensatore costituito da una membrana di materiale lipidico non conduttivo interposto tra due strati di molecole proteiche conduttive. Biologicamente la membrana cellulare funziona come una barriera permeabile selettiva che separa i fluidi extracellulari da quelli intracellulari, protegge la parte interna della cellula permettendo comunque il passaggio di alcune sostanze verso le quali si comporta come materiale permeabile. Mantiene la pressione osmotica e favorisce l'instaurazione di un gradiente di concentrazione ionica tra i compartimenti intra ed extracellulari. La reattanza è quindi una misura indiretta delle membrane cellulari integre ed è rappresentativa della massa cellulare. Pertanto la determinazione della reattanza è fondamentale per la determinazione dei tessuti privi di grasso



Tramite un software in dotazione, da questi due valori si ricavano importanti parametri che vado a descrivere di seguito:

Angolo di fase (PA): esprime il rapporto tra Reattanza e Resistenza, nel corpo umano esprime le proporzioni intra ed extracellulari. L'angolo di fase ha dimostrato avere un forte valore prognostico in svariate patologie croniche.

Acqua corporea (TBW) e idratazione: E' la parte più vasta del corpo umano. Se il soggetto è ben idratato, tutti gli altri parametri sono corretti. Oltre a determinare la quantità di Acqua presente nel nostro corpo, la BIA determina la sua distribuzione all'interno e all'esterno delle cellule: una corretta idratazione prevede una distribuzione che va dal 38 al 45% negli spazi extracellulari e dal 55 al 62% nello spazio intracellulare.

Massa magra (FFM): E' la risultante della somma della **Massa Cellulare (BCM)** - il compartimento che contiene il tessuto interno alle cellule, ricco di potassio, che scambia l'ossigeno, che ossida il glucosio - con la **Massa Extracellulare (ECM)**, la parte che include i tessuti extra cellulari quindi il plasma, i fluidi interstiziali (l'acqua extracellulare), l'acqua trans cellulare (fluido cerebrospinale, fluidi articolari), i tendini, il derma, il collagene, l'elastina e lo scheletro.

Massa grassa (FM): Esprime tutto il grasso corporeo che va dal grasso essenziale al tessuto adiposo.



Scambio sodio potassio (Na/K): un valore molto importante per verificare le funzionalità delle cellule.

Metabolismo basale (BMR): s'intende la quantità minima di energia (calore) indispensabile per lo svolgimento delle funzioni vitali, quali circolazione sanguigna, respirazione, attività metabolica, **termoregolazione**. Da questo valore si può ricavare, tramite delle equazioni, il metabolismo totale. Di conseguenza si riescono a elaborare programmi di allenamento e nutrizionali molto più precisi e mirati.

Dati di input

Peso	kg	80.0
Altezza	cm	170
Resistenza	Ohm	600
Reattanza	Ohm	60

Dati di output

Valori Bioelettrici

PA (Angolo di fase)	°	5,7
---------------------	---	-----

Idratazione e fluidi

TBW (Acqua totale)	L	38,4 (47,9%)
ICW (Acqua intracellulare)	L	20,3 (52,9%)
ECW (Acqua extracellulare)	L	18,1 (47,1%)

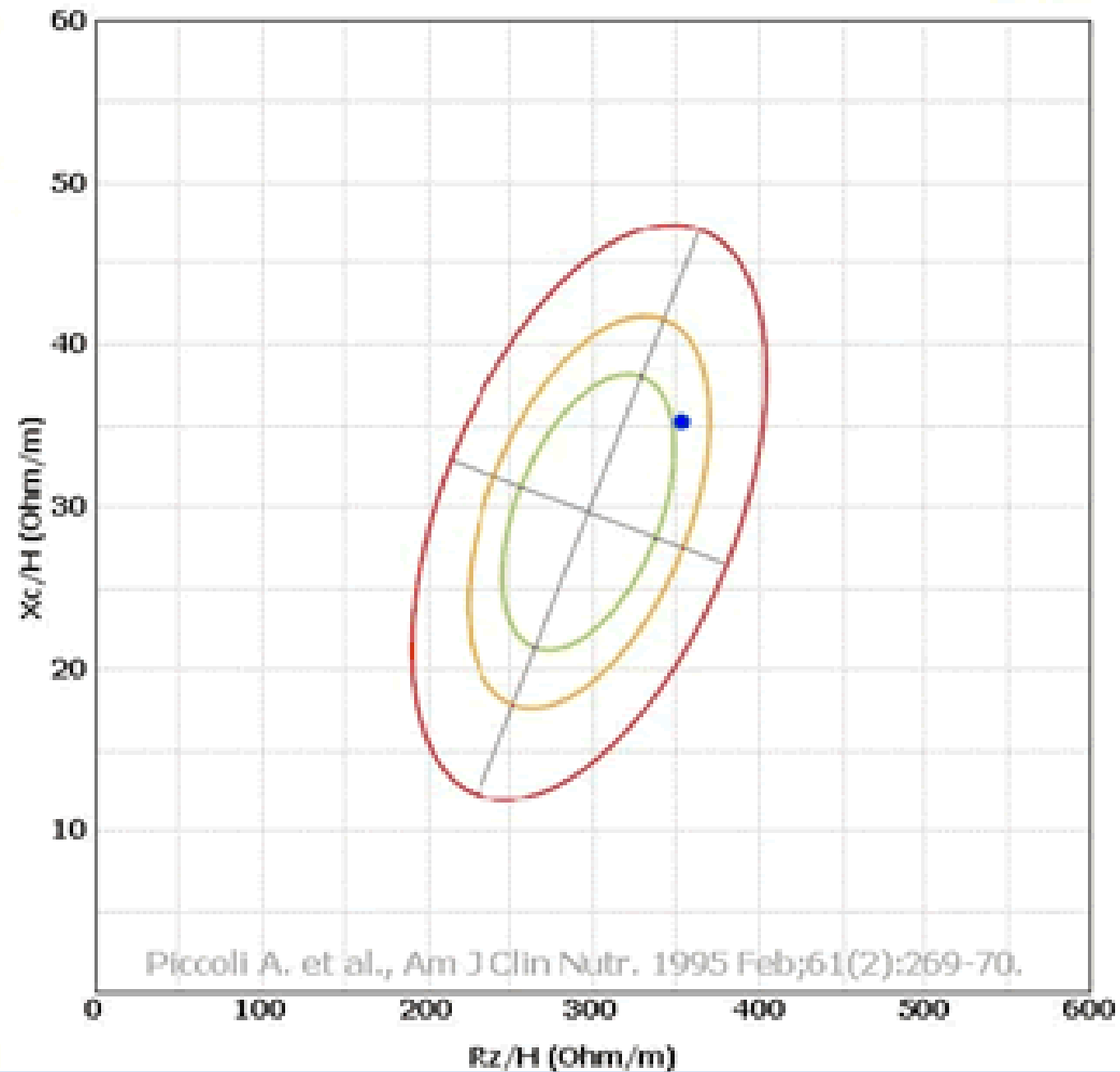
BD (Densità corporea)	kg/L	1,01
-----------------------	------	------

Nutrizione

FAT (Massa grassa)	kg	27,6 (34,5%)
FFM (Massa magra)	kg	52,4 (65,5%)
BCM (Massa cellulare)	kg	27,4 (52,3%)
ECM (Massa extracellulare)	kg	25,0 (47,7%)
MM (Massa muscolare)	kg	33,8 (42,3%)

Indici e metabolismo

Na/K (Sodio/Potassio scambiabile)		0,9
Rapporto ECM/BCM	kg	0,9
BCMI (Indice di Massa cellulare)	kg/m ²	9,5
BMR (Metabolismo basale)	kcal	1540



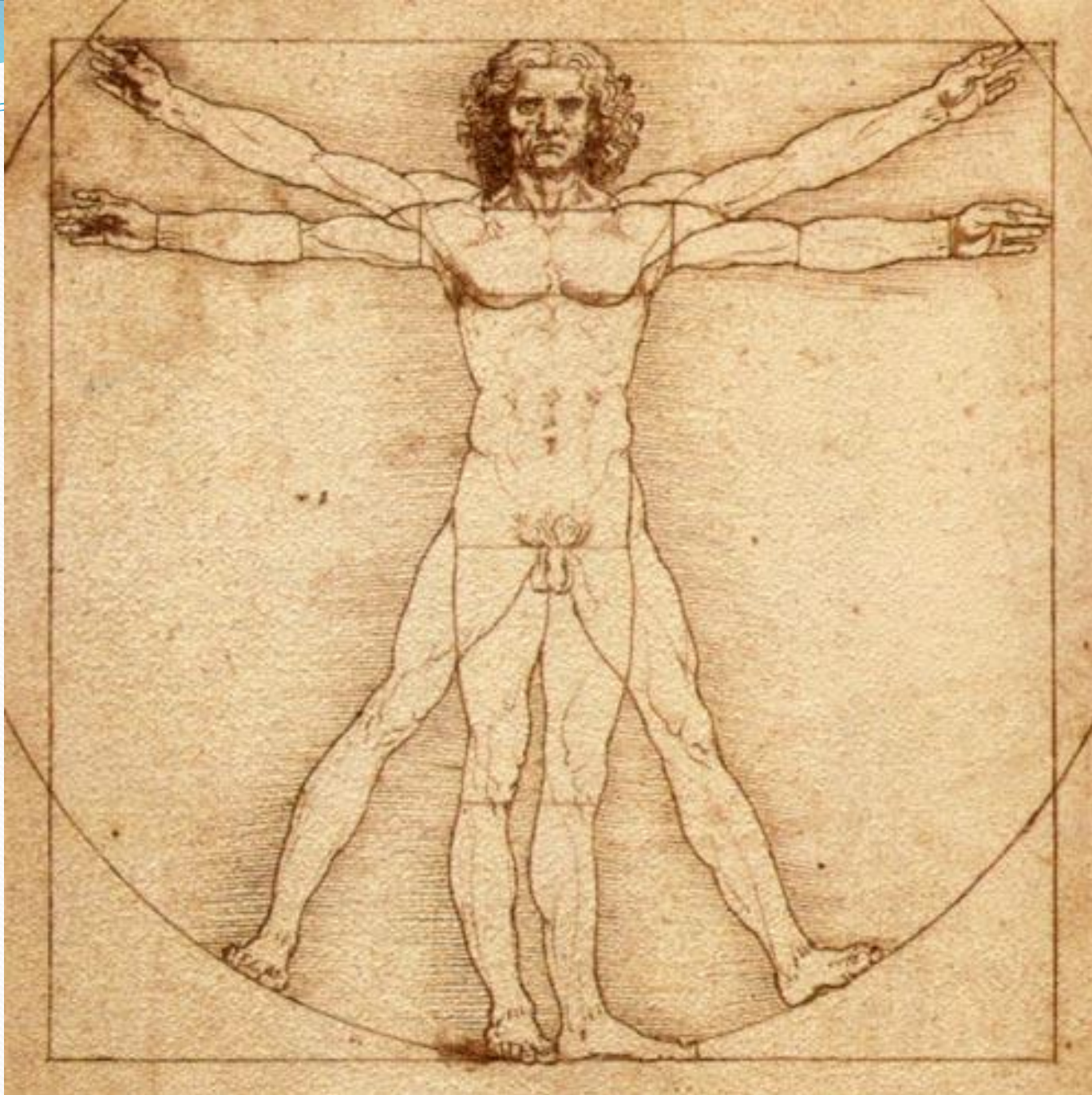
In sintesi la Bioimpedenziometria permette di:

- dimostrare che l'allenamento e l'alimentazione stanno realmente facendo perdere tessuto adiposo, e non altri tessuti più importanti;
- valutare quanto grasso c'è nel corpo prima di iniziare un programma di dimagrimento;
- calcolare il metabolismo basale, le percentuali di massa muscolare e grassa, al fine di adattare allenamento e alimentazione;
- escludere o valutare l'entità di eventuali stati di ritenzione idrica;
- verificare se l'acqua totale in valore assoluto e nei compartimenti intra ed extracellulari rimane stabile, indicando un sostanziale equilibrio idrico.

Soprattutto, la bioimpedenziometria consente di dimostrare che non è vero che allenandosi più del dovuto si possono ottenere più risultati, che l'andamento del peso non è costante e giornalmente l'acqua può variare di molto (un allenamento di resistenza per esempio porta cambiamenti rilevanti dei parametri fisiologici a causa della notevole sudorazione), che un calo ponderale non è sinonimo di diminuzione di grasso (soprattutto quando avviene in poco tempo), e che a seguito di una dieta incontrollata per prima cosa varia l'acqua e la massa proteica, cioè la massa cellulare. Pertanto, qualsiasi personal trainer non dovrebbe prescrivere programmi di allenamento e suggerimenti alimentari senza conoscere la composizione corporea del suo allievo.

The background of the slide is black, featuring a complex, abstract pattern of thin, glowing blue lines. These lines are scattered across the frame, with a higher concentration in the center, creating a sense of dynamic movement and energy. The lines vary in length and orientation, some forming small loops or clusters, while others are straight and radiating.

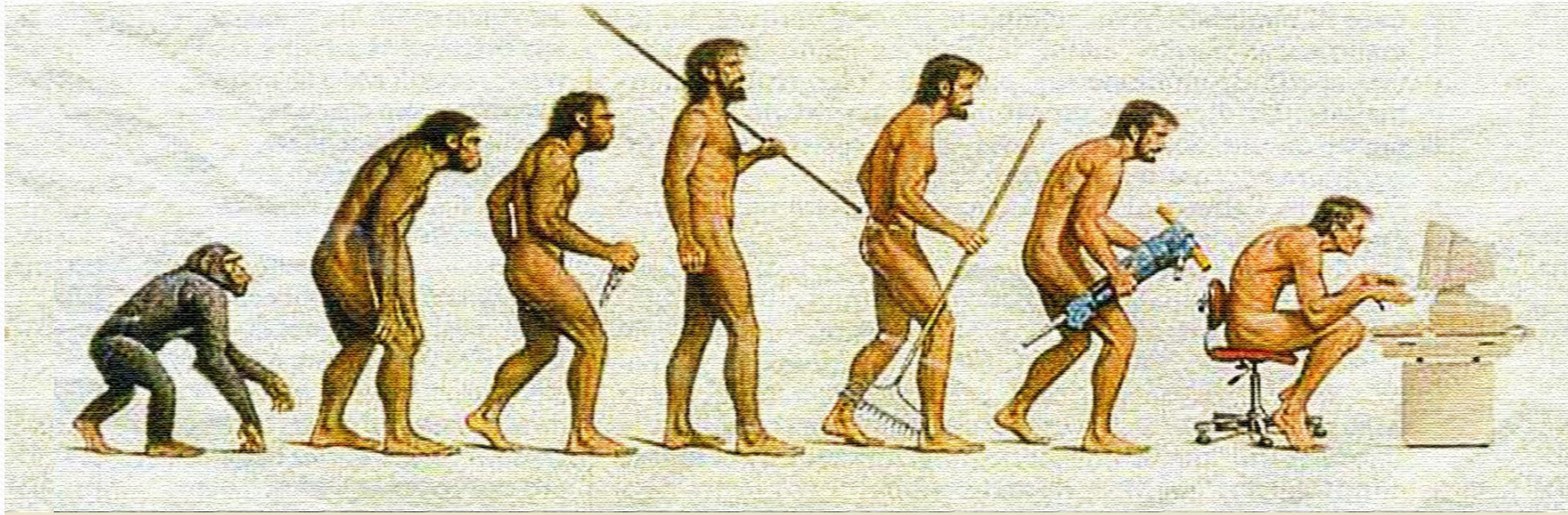
Una postura corretta migliora la qualità della vita.



La Postura

Il corpo umano è una struttura rigida (*scheletro*) sostenuta da un gioco di tensioni e da tiranti (*muscoli e tendini*) controllata da un sistema di regolazione e controllo (*sistema nervoso*) e cambia continuamente di forma e posizione.

“La saggezza del corpo” Dr. Maurizio Andorlini



La Postura

È la risultante di un delicato gioco di equilibri attivo sia quando il corpo sta fermo, sia quando si muove, per permettergli di non cadere



La Postura

Lo studio della postura è l'esame dei rapporti spaziali dei diversi segmenti corporei in relazione allo spazio, cioè alla forza di gravità.

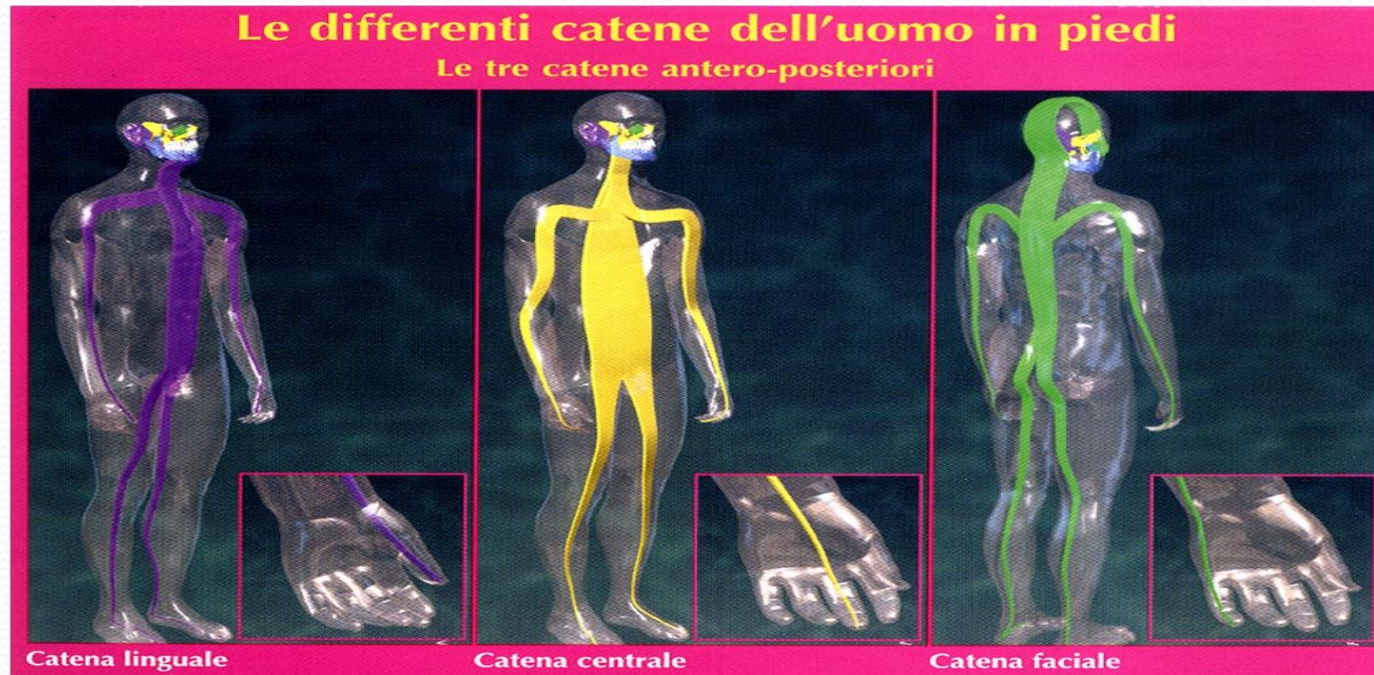
La Postura

La posizione eretta viene mantenuta grazie a un continuo alternarsi di contrazioni e rilasciamenti dei muscoli che fanno oscillare il corpo cercando di mantenere il baricentro in uno spazio contenuto tra i piedi (detto poligono d'appoggio)

La Postura

I muscoli che si oppongono alla forza di gravità per impedire di cadere si chiamano Muscoli Posturali e sono funzionalmente collegati in catene che vanno dai piedi alla testa.

Il sistema tonico posturale controlla ciascuno di questi muscoli.



La Postura

L'attenta visita dell'atleta con l'ausilio di un esame stabilometrico ci permette di correggere alterazioni posturali

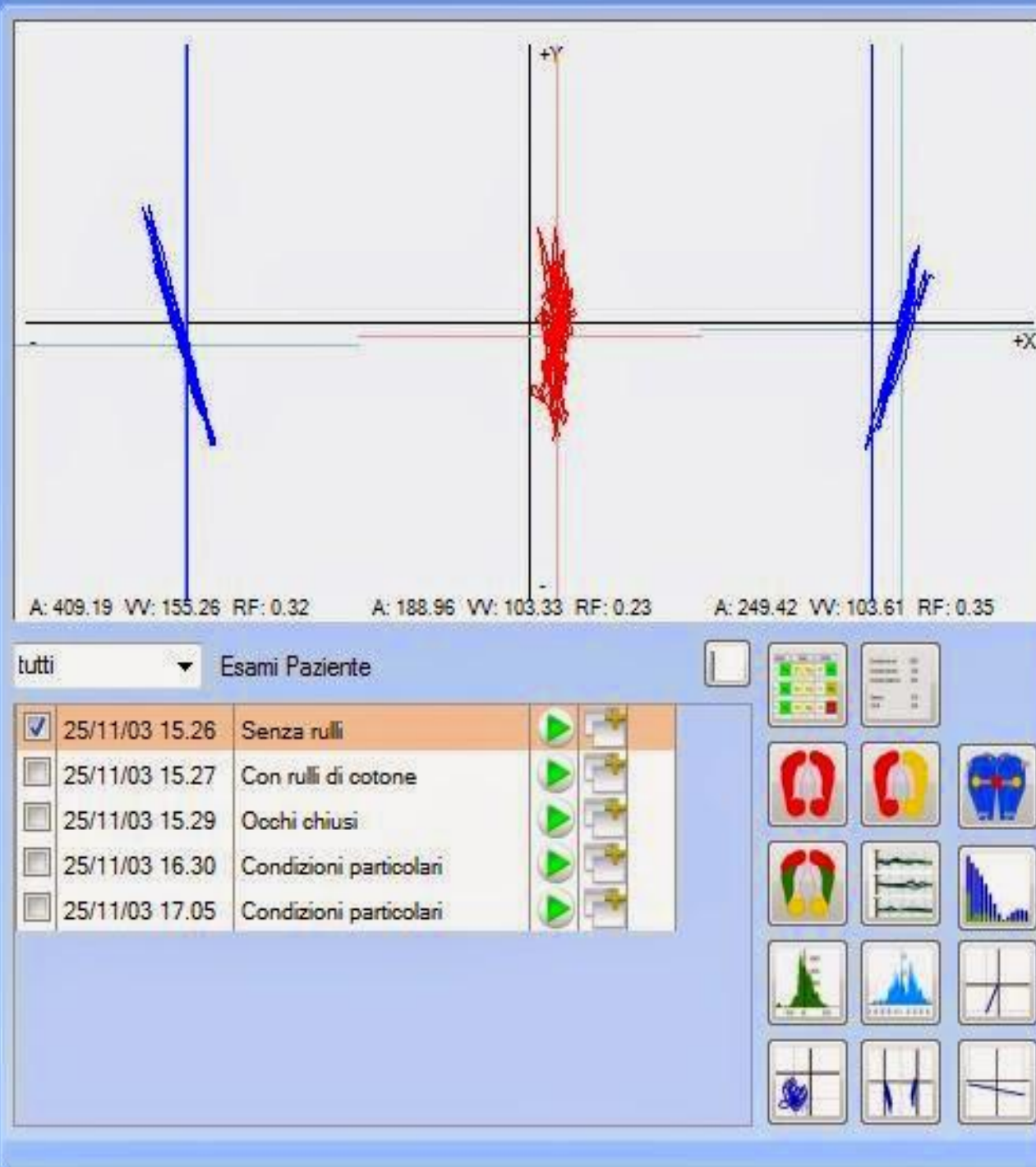
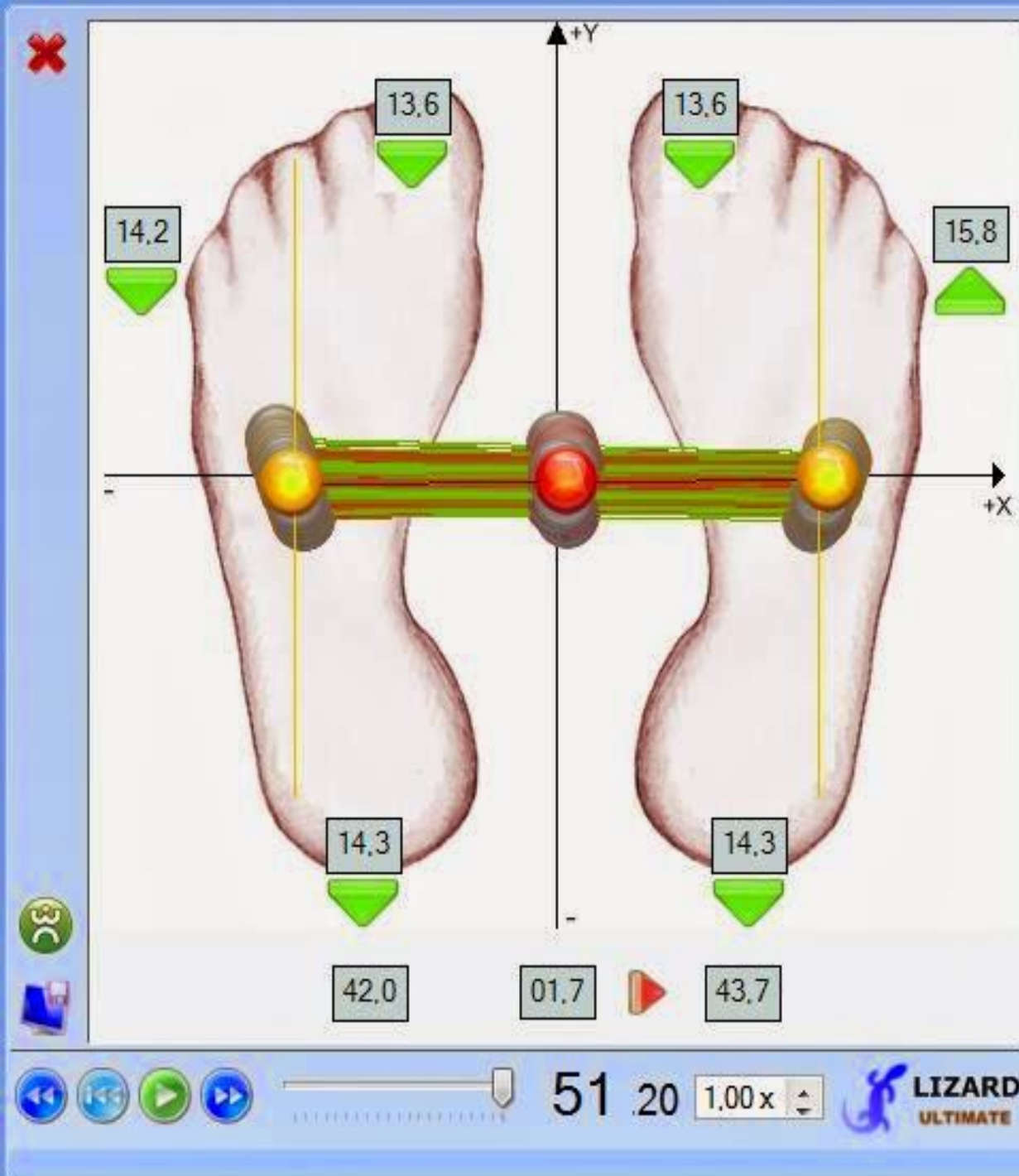




La **stabilometria** è un'indagine strumentale che misura le oscillazioni posturali in posizione statica in assenza di perturbazioni e la dinamica di spostamento nell'unità di tempo. Tramite l'elaborazione informatica dei dati ottenuti durante l'esame, l'analisi stabilometrica permette di ricostruire la strategia utilizzata dal soggetto per mantenere la posizione statica, quantificando il contributo delle varie componenti del sistema posturale ed evidenziando eventuali problemi di equilibrio del paziente dovuti a interferenze vestibolari, oculomotorie, esterocettive plantari e propriocettive.

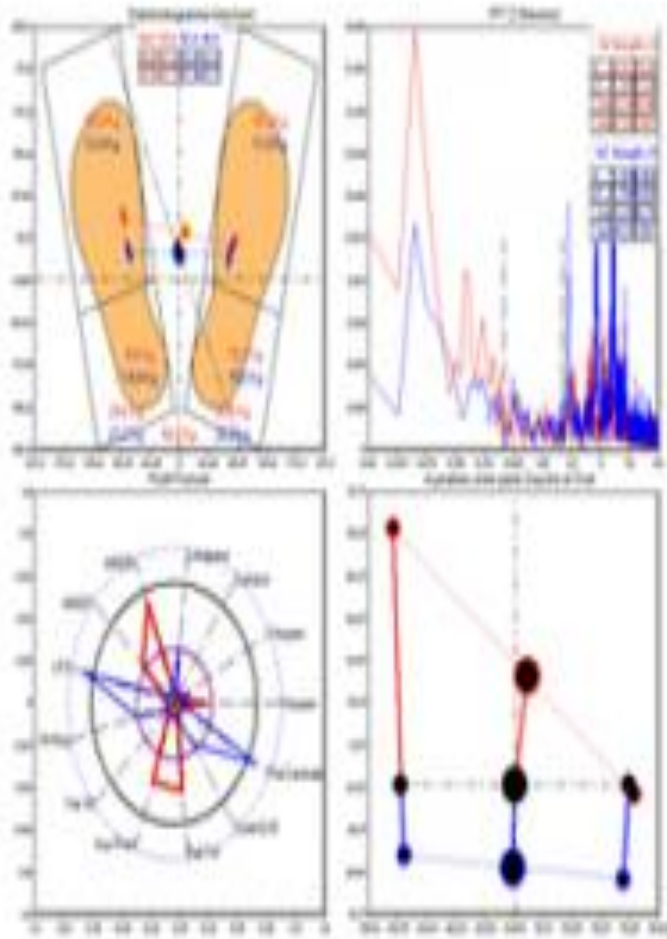


La pedana stabilometrica è uno strumento che ci permette di qualificare e quantificare le oscillazioni posturali del soggetto posto in ortostasi fermo in postura neutra e analizzare le strategie posturali utilizzate per il mantenimento dell'equilibrio, monitorando il contributo dei recettori nel mantenimento della sua funzionalità.



L'analisi stabilometrica si esegue ponendo il soggetto sulla padana e facendolo sostare per 30 o 60 secondi, prima a occhi aperti e successivamente a occhi chiusi.

I dati forniti dalla pedana stabilometrica ci riferiscono informazioni del movimento del CoP (Centre of Pressure), definendone i parametri cinematici nel tempo e la frequenza delle oscillazione.



La **Stabilometria** ci fornisce di rilevare, tra gli altri, i parametri che sono internazionalmente accettati:

- Le coordinate del CoP: ovvero il valore medio delle ascisse e delle ordinate del CoP sul referenziale dello statokinesiogramma, le oscillazioni sul piano frontale (asse X, movimento destro-sinistra) e sul piano sagittale (asse Y, movimento antero-posteriore), durante la stazione eretta

- 
- La lunghezza delle oscillazioni: ovvero la distanza complessiva percorsa da CoP, indice di dispendio energetico
 - La velocità media delle oscillazioni: indice dell'energia spesa dal sistema
 - La superficie dell'ellisse: ovvero la dispersione delle oscillazioni e la precisione del sistema, che contiene il 90% delle posizioni campionate del CoP

STATOKNESIGRAMMA C. P. Genrale



Val :	5.000	(mm/h)
A/P :	3.904	(mm/h)
Le :	2.949	(mm/h)
Area :	176.104	(mm ²)

Length :	291.254
Val Var :	13.436
Val Sga :	3.692
Detxy :	2.020/

- 
- Lo spettrogramma di frequenza delle oscillazioni sul piano frontale e sagittale
 - Lo statokinesigramma: ovvero la rappresentazione al suolo delle oscillazioni del soggetto e i valori medi di X e Y
 - Lo stabilogramma: ovvero la graficazione dello spostamento nel tempo del centro di pressione rispetto ai valori medi di X e Y

- 
- La lunghezza dello statokinesiogramma: ovvero il cammino percorso dal CoP nel corso della registrazione per unità di tempo
 - Quoziente di Romberg: ovvero in quale misura un soggetto utilizzi la vista nel controllo della propria postura ortostatica



Attraverso l'analisi dei dati forniti dal computer, è possibile valutare se la disfunzione del sistema tonico-posturale sia di origine postulare, vestibolare, ortopedica, odontoiatrica o podologia.