EQUILIBRIO CORPOREO E TESSUTO CONNETTIVO

Claudio Gallozzi
Istituto di Medicina e Scienza dello Sport – CONI Servizi – Roma
Per gentile concessione della rivista MEDICINA DELLO SPORT - Edizioni Minerva Medica
(Articolo pubblicato sul Volume 62 - n. 4 - Dicembre 2009)



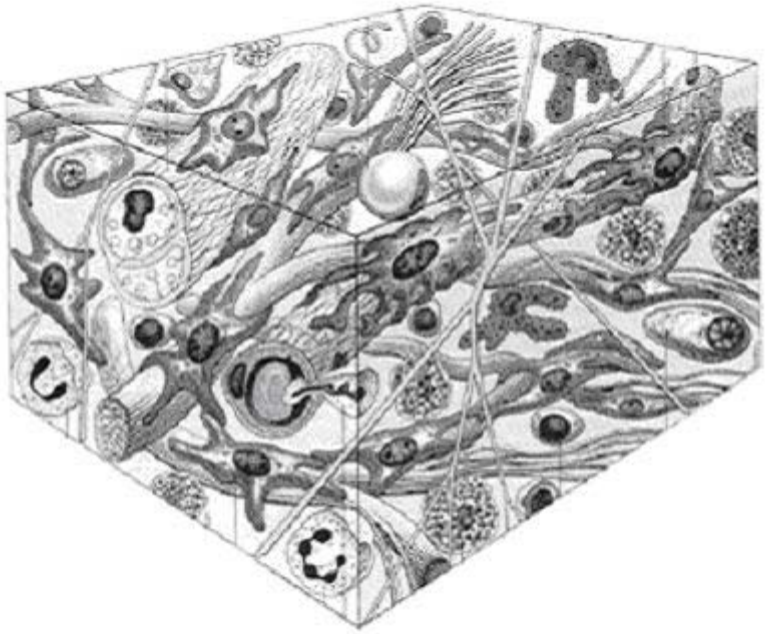
In un precedente lavoro, pubblicato nel 2003 (47), fu descritto il rapporto che intercorre tra equilibrio corporeo e traumatologia dello sport. In tale sede si pose l'accento sulle disfunzioni del sistema tonico-posturale, materia assai complessa e ricca di incognite. Nello studio di tali disfunzioni da alcuni anni viene enfatizzato il ruolo giocato dal tessuto connettivo. L'aumento delle conoscenze sulla sua complessa funzione sta, infatti, aprendo nuovi orizzonti sulla comprensione di numerosi quadri clinici e, soprattutto, sta fornendo nuove e più potenti armi nel trattamento degli stessi. Ci è sembrato giusto fare il punto su questo argomento raccogliendo in questo articolo le conoscenze e le ipotesi che la letteratura ci fornisce.

IL SISTEMA MIOFASCIALE

Il sistema miofasciale è il principale responsabile del mantenimento della postura, suo costituente fondamentale è il tessuto connettivo. Questo riesce, attraverso le sue caratteristiche meccaniche, a sopportare e organizzare l'azione delle ossa e dei muscoli (3,12).
Il tessuto connettivo è uno dei quattro tessuti che compongono il corpo umano, non ha soluzioni di continuità, costituisce il 16% del peso e contiene il 23% dell'acqua. È incaricato di diverse funzioni come, ad esempio, equilibrare le varie forze di tensione, dare elasticità e densità ai tessuti, forma parte del sistema di difesa immunatario, facilita il movimento formando sistemi di leve ed evitando gli eccessi di frizioni, pressioni e d'impatto tra i segmenti mobili

(9,11). Allo stesso tempo è il principale tessuto incaricato della riparazione delle ferite e degli spazi lasciati dalla morte di cellule in tessuti che non si rigenerano (9,11).
Pertanto può essere definito, dal punto di vista funzionale, un *organo o un sistema corporeo* (11).
Il tessuto connettivo, sostegno naturale del corpo, deve restare in equilibrio. Non c'è una parte del corpo più importante di un'altra, tutte le aree sono ugualmente rilevanti. Il concetto di equilibrio è in questo caso, più che mai, sinonimo di benessere.
Il tessuto connettivo si sviluppa dal mesenchima, caratterizzato da cellule ramificate comprese in un'abbondante sostanza intercellulare amorfa. Il mesenchima deriva dal foglietto embrionale intermedio, mesoderma, molto diffuso nel feto dove circonda gli organi in via di sviluppo compenetrandoli. Oltre a produrre tutti i tipi di tessuto connettivo, produce altri tessuti: muscolare, vasi sanguinei, epitelio e alcune ghiandole.
Il tessuto connettivo è morfologicamente caratterizzato da vari tipi di cellule (fibroblasti, macrofagi, mastociti, plasmacellule, leucociti, cellule indifferenziate, cellule adipose o adipociti, condrociti, osteociti) immersi in un abbondante materiale intercellulare, definito *matrice extracellulare (MEC)*, sintetizzato dalle stesse cellule connettivali. Questi elementi e i tessuti che vi stanno attorno agiscono come un sistema integrato e non come entità separate.
Cellule e matrice intercellulare caratterizzano vari tipi di tessuto connettivo: tessuto connettivo propriamente detto (fascia connettivale), tessuto elastico, tessuto reticolare, tessuto mucoso, tessuto endoteliale, tessuto adiposo, tessuto cartilagineo, tessuto osseo, sangue e linfa. I tessuti connettivi giocano quindi diversi importanti ruoli: strutturali, difensivi, trofici e morfogenetici, organizzando e influenzando la crescita e la differenziazione dei tessuti circostanti.

Le cellule del Tessuto Connettivo
Il tessuto connettivo possiede un'ampia varietà di cellule che sono deputate a svolgere attività diverse in relazione anche alla natura del tessuto a cui appartengono e alla posizione che questo assume nell'organismo. In generale, è possibile distinguere tra le cellule deputate alla formazione e al mantenimento della matrice (rappresentate specialmente dai fibroblasti, ma anche da cellule di analoga natura presenti in altri tessuti), cellule deputate alla difesa dell'organismo (macrofagi, mastociti e leucociti) e cellule deputate a funzioni speciali, come gli adipociti del tessuto adiposo, che accumulano grassi come riserva energetica del corpo.



- Fibroblasti

I fibroblasti sono le cellule fondamentali del tessuto connettivo; la loro funzione è quella di produrre le fibre e gli altri componenti della matrice extracellulare, che costituisce l'elemento di gran lunga più abbondante del tessuto, e dalla quale dipendono le funzioni di sostegno proprie del connettivo. I fibroblasti sono generalmente di aspetto fusiforme, sebbene ne esistano varietà che presentano morfologie anche molto diverse, come un aspetto stellato o tentacolare. Si trovano generalmente dispersi nella matrice da loro stessi creata, ed in molti casi sono disposti lungo le fibre. Quando cessano la loro attività biosintetica, i fibroblasti si trasformano in fibrociti. Pertanto, fibroblasti e fibrociti rappresentano i due momenti funzionali di una stessa cellula. Cellule di funzione analoga sono presenti nei diversi sottotipi di tessuto connettivo, anche se presentano in alcuni casi peculiarità funzionali. In particolare:

- i condroblasti producono la matrice del tessuto cartilagineo
- gli osteoblasti producono la matrice del tessuto osseo caratterizzata dal fatto di essere calcificata
- i cementoblasti e gli odontoblasti producono la matrice nei denti.

- Macrofagi

I macrofagi sono cellule specializzate nella fagocitosi, meccanismo che utilizzano con funzione difensiva. Sono infatti deputati ad assorbire ed eliminare elementi esterni, quali virus, batteri ed anche molecole e complessi molecolari pericolosi per l'organismo. Sono inoltre cellule coinvolte nella risposta immunitaria, in quanto presentano sulla loro membrana gli antigeni dei batteri fagocitati, permettendone il riconoscimento da parte dei linfociti. In condizioni normali, i macrofagi hanno forma sferica e si trovano localizzate nel tessuto connettivo, senza presentare motilità. In caso di infezione invece, si staccano dai loro siti e si riversano nel sistema circolatorio, fino a giungere al luogo dell'infezione. Qui si differenziano dallo stadio di monocita (precursore dei macrofagi o istiociti) in macrofago ad azione fagocitaria.

- ***Linfociti***

I linfociti sono cellule appartenenti al sistema immunitario e, pur essendo formalmente cellule connettivali, si trovano in prevalenza libere nel sangue. Vengono suddivisi in due classi principali: i linfociti B e i linfociti T:

- i linfociti B sono in grado di riconoscere l'antigene presentato dai macrofagi, ed in risposta maturano in plasmacellule, producendo anticorpi che intervengono ad eliminare i corpi estranei
- i linfociti T, oltre a cooperare con i linfociti B e con le proteine del complesso maggiore di istocompatibilità per permettere il riconoscimento degli antigeni, sono anche deputati all'eliminazione di cellule appartenenti all'organismo stesso, alterate dall'infezione di un virus o cancerogene.

- ***Mastociti***

Anche i mastociti sono cellule del tessuto connettivo che si trovano spesso libere nel sangue. Sono cellule tondeggianti, che presentano nel citoplasma numerose vescicole di Golgi e di reticolo endoplasmatico; tali vescicole secernono e rilasciano all'esterno della cellula sostanze ad azione paraormonale. I due principali tipi di molecole secrete dai mastociti sono l'istamina e l'eparina.

- l'istamina è un vasodilatatore, che aumenta l'apporto di sangue nelle zone soggette ad infezione, permettendo un maggiore afflusso di macrofagi e linfociti
- l'eparina è invece un anticoagulante, che diminuisce appunto la coagulazione del sangue.

- ***Adipociti***

Gli adipociti formano il tipo particolare di tessuto connettivo denominata tessuto adiposo. Sono cellule adibite alla raccolta, al mantenimento e alla secrezione dei lipidi, svolgendo così sia una funzione di riserva energetica, sia contribuendo al riscaldamento del corpo. Gli adipociti esistono in due varietà: gli *adipociti uniloculari* e gli *adipociti multiloculari*.

- gli adipociti uniloculari presentano un unico grande vacuolo, contenente i lipidi, che riempie la quasi totalità della cellula. Il nucleo ed il citoplasma cellulare risultano perciò decentrati e schiacciati lungo i bordi della membrana plasmatica.
- gli adipociti multiloculari non possiedono invece il vacuolo centrale, ma presentano i lipidi raccolti in numerose piccole gocce disperse nel citoplasma. In queste cellule il nucleo si presenta in posizione centrale.

La Matrice Extra-Cellulare (MEC)

La MEC è composta da fibre proteiche insolubili (collagene, elastiche e reticolari) e sostanza fondamentale.

Le fibre proteiche insolubili della MEC

- ***Fibre Elastiche***

Queste fibre gialle predominano nel tessuto elastico e quindi in zone del corpo dove è necessaria una particolare elasticità (es. padiglione auricolare, cute,

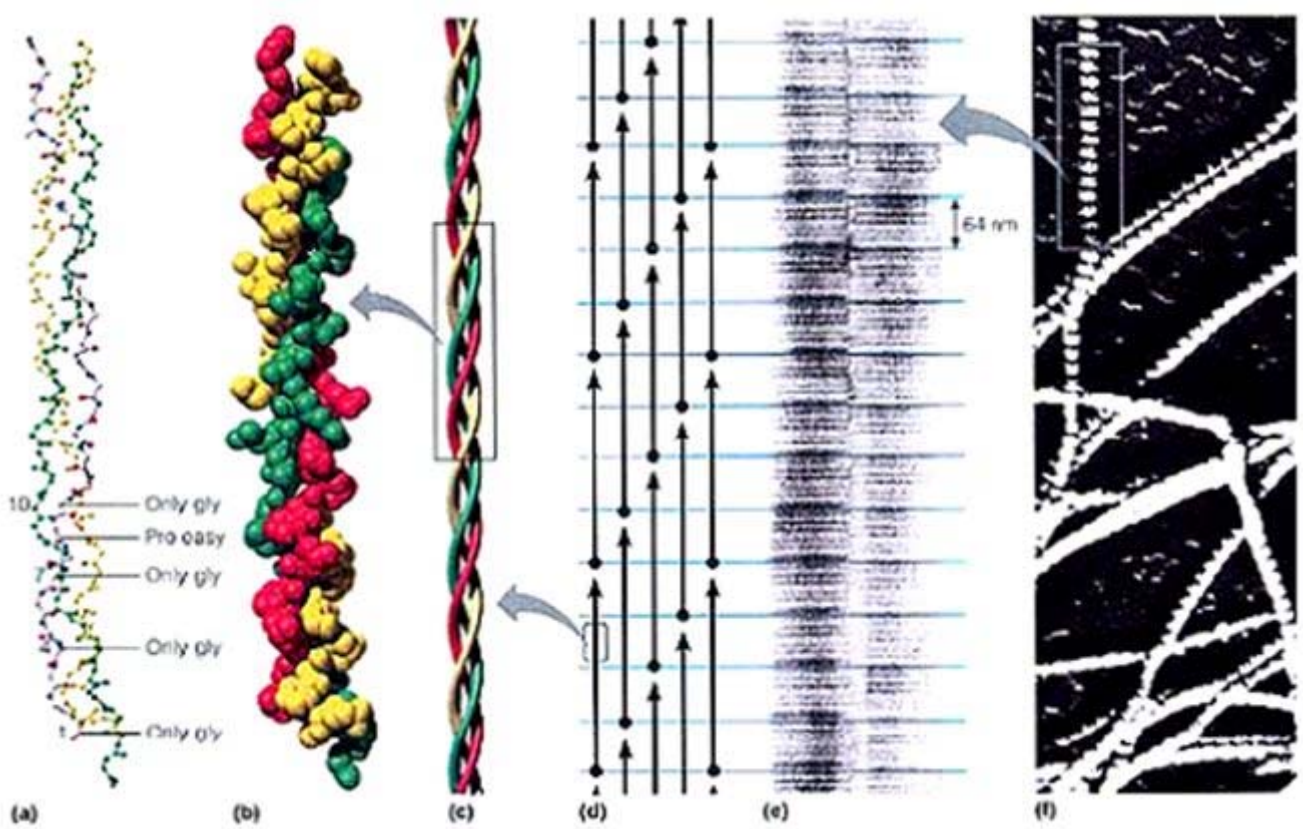
vasi sanguinei nei quali contribuiscono all'efficienza della circolazione del sangue). Le fibre elastiche sono più sottili delle fibre collagene, si ramificano e riuniscono formando un reticolato irregolare, cedono facilmente a forze di trazione riprendendo la loro forma quando la trazione cessa. Il componente principale di queste fibre è la scleroproteina elastina, alquanto più giovane, in termini evolutivi, del collagene.

- ***Fibre reticolari***

Sono fibre molto sottili e sono considerate come fibre collagene immature nelle quali in gran parte si trasformano. Sono presenti in grandi quantità nel tessuto connettivo embrionale e in tutte le parti dell'organismo in cui si formano fibre di collagene. Dopo la nascita esse sono particolarmente abbondanti nell'impalcatura degli organi ematopoietici (es. milza, linfonodi, midollo rosso delle ossa) e costituiscono una rete intorno alle cellule degli organi epiteliali (es. fegato, rene, ghiandole endocrine).

- ***Fibre Collagene***

Sono le fibre più numerose, costituiscono circa il 15% della massa corporea ed impartiscono al tessuto in cui sono presenti colore bianco (ad es. tendini, aponeurosi, capsule degli organi, meningi, cornee). Formano l'impalcatura di molti organi e sono i componenti più resistenti del loro stroma (tessuto di sostegno). Presentano molecole lunghe e parallele che si strutturano in microfibrille e quindi in fasci lunghi e tortuosi tenuti assieme da una sostanza cementante contenente carboidrati. Queste fibre sono molto resistenti alla trazione subendo un allungamento del tutto trascurabile.



Le fibre collagene sono composte principalmente da una scleroproteina, il collagene, proteina di gran lunga più diffusa nel corpo umano rappresentando il

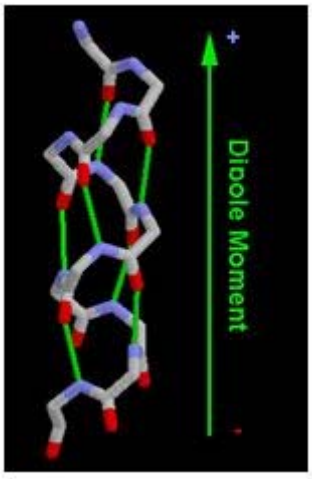
30% delle proteine totali. Questa proteina basica è in grado di modificarsi, in base alle richieste ambientali e funzionali, assumendo gradi variabili di rigidità, elasticità e resistenza. Della sua gamma di variabilità ne sono esempi il tegumento, la membrana basale, la cartilagine e l'osso.
Il collagene è una proteina ad emivita piuttosto breve (11). E' stato dimostrato che se la tensione del tessuto è continua, lenta, prolungata, le molecole di collagene si dispongono in serie, e le fibre ed i fasci si allungano. Se invece il tessuto è sottoposto a tensioni brevi, veloci e ripetute, le molecole si dispongono in parallelo, le fibre e i fasci si addensano, diventano compatti e resistenti ma perdono proporzionalmente in elasticità.
In qualche modo il collagene viene prodotto e rimetabolizzato in funzione del carico meccanico che subisce il tessuto. Se questo subisce un carico meccanico fisiologico, le fibre si orientano in maniera seriale, i fasci si allungano, e lì dove è possibile (ad esempio nella fascia) il tessuto mantiene le sue caratteristiche di estensibilità. Se invece il tessuto è sottoposto a sollecitazioni meccaniche eccessive il collagene si raggruppa in fasci molto più compatti, paralleli tra di loro, con perdita della capacità estensoria.

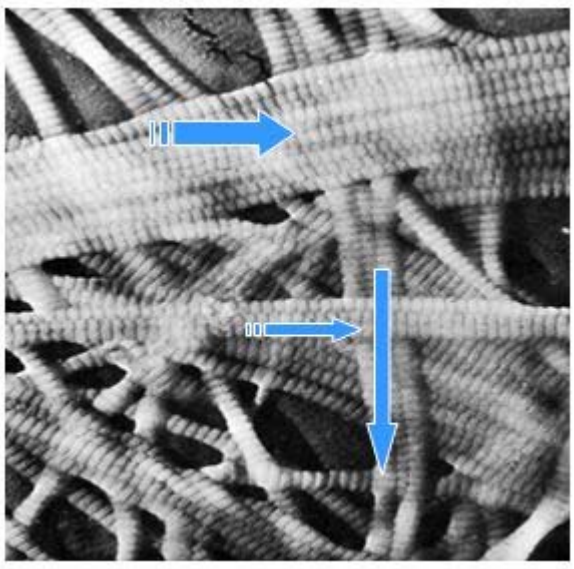
Principi di biofisica del collagene
Recenti ricerche aprono la strada ad una nuova interpretazione delle funzioni del collagene. Questo infatti può essere considerato come un vero e proprio "*network comunicazionale*".
Le fibre collagene, con il loro rivestimento di PG/GAG (proteoglicani/glucosaminoglicani elemento base nella costituzione della Sostanza Fondamentale, vedi paragrafo successivo) possiedono, infatti, proprietà di biosensori e bioconduttori (22, 23).
Il collagene rappresenta una rete ubiquitaria costituita da fibre e fibrille che compongono la rete di sostegno di tutti i tessuti e gli organi ed è interconnessa nelle tre direzioni dello spazio. Questa rete di sostegno ha una caratteristica peculiare: condurre segnali di natura bioelettrica nella direzione in cui la fibra stessa si orienta.
Una caratteristica essenziale del collagene a cui fino ad ora si è data poca importanza è, infatti, la sua proprietà piezoelettrica. Con ciò si intendono le cariche elettriche che compaiono nella deformazione in caso di pressioni meccaniche (pressione, tensione, torsione).

Gli studi di Athesteadt (40)

Athenstaedt dimostrò nel 1969 che la potenza piezoelettrica è già presente ed ha grande importanza nella fase di disposizione e di polimerizzazione delle fibrille delle molecole di tropocollagene espulse dai fibroblasti. Il ricercatore notò, inoltre, che la polarizzazione elettrica non si presenta soltanto nell'asse longitudinale della fibra ma anche ad angolo retto. Questo dimostra che il sistema di comunicazione è diretto nelle 3 dimensioni dello spazio.
Il fenomeno si realizza per un tempo T determinato e poi viene annullato in tempi brevissimi.
Infatti l'energia piezo e piroelettrica generata da sollecitazioni meccaniche e termiche verrebbe neutralizzata dagli ioni circolanti entro 10-7 – 10-9 secondi.

Per la propagazione del segnale è, quindi, decisiva la disposizione del legame dei PG/GAG con la superficie delle fibrille ed, in particolare, la periodicità dello sfalsamento longitudinale di 64 nm tra le molecole (al microscopio ottico appare come una striatura; vedi figura). In questi punti infatti, si lega una maggior quantità di PG/GAG con le relative cariche elettriche. Ne consegue una maggior capacità di legare acqua e scambiare ioni e, quindi una maggior capacità elettrica. Si vengono a formare, quindi, dei veri e propri "ripetitori" (41) dell'impulso elettrico con periodicità tale da impedire la neutralizzazione dello stesso.
Su "periodi" di 64 nm la velocità è di circa di 64 m/s, che corrisponde alla velocità di conduzione delle fibre nervose veloci (corrente di spostamento).
Le fibrille di collagene presentano un forte momento dipolare. Poiché il mezzo circostante cioè la matrice possiede una costante dielettrica bassa, le reazioni chimiche risultano facilitate.



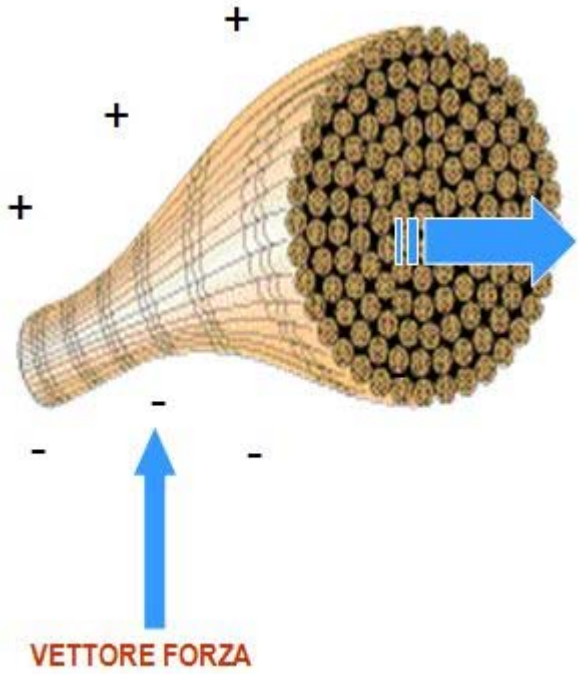


IL NETWORK DI COLLAGENO

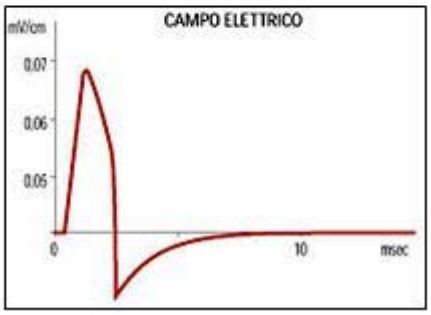
Per la loro struttura le fibrille collagene si comportano, quindi, come semiconduttori per cui il flusso di elettroni sulla loro superficie è a senso unico, come nei diodi.

Perciò a seconda della disposizione relativa tra fibrille collagene e cellule, si potrebbero differenziare fibrille *afferenti* ed *efferenti*. Le fibrille afferenti condurrebbero fin nelle cellule l'energia elettromagnetica coerente immessa nella rete neurale della sostanza fondamentale, le fibrille efferenti trasporterebbero invece l'energia dalle cellule nella sostanza fondamentale.
Il collagene, come ogni struttura peptidica, è capace anche di risonanza. Ciò dà luogo a π-elettroni delocalizzati, il che fa accelerare l'accoppiamento coerente di fotoni ed il trasporto vettoriale di impulsi di energia, vale a dire di informazione (42).

Andamento del segnale elettrobiologico e del trasferimento di informazione nelle sollecitazioni meccaniche



TRAFERIMENTO
INFORMAZIONALE VETTORIALE



Quando le fibre collagene vengono sollecitate con pressioni o torsioni, quindi con forze meccaniche, producono un segnale caricandosi elettricamente. Le cariche positive nel lato convesso e negative in quello opposto.
Questo è uno dei segnali elettrici informativi che parte del sistema del sensing bio-elettromagnetico-chimico con caratteristica di informare in tempo reale.
Una delle azioni più importanti di questo sistema è la capacità di determinare l'inizio dei processi di riparazione/rigenerazione. Gli strain-related-potential (SRP) sono, ad esempio, parzialmente responsabili del processo di rimodellazione ossea in un osso sottoposto a forze di deformazione meccaniche.
Recentemente la "biphasic poroelastic theory" e la teoria elettrocinetica cercano di dare maggior delucidazione ai processi rigenerativi. Variazioni della fluidità e della viscosità dei liquidi intraossei e la microporosità dell'osso, sembrano essere il sito in cui operano questi patterns di meccanismi induttivi.
La risultante (Fourier) è un'onda bifasica la quale rappresenta il segnale integrato riconoscibile.

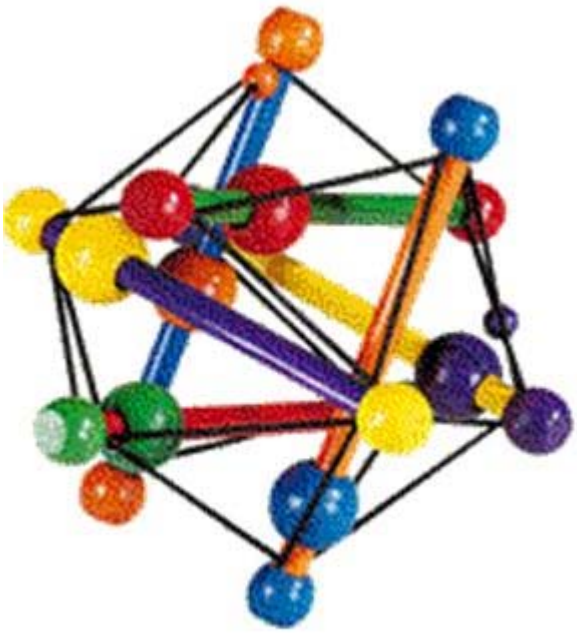
Si può interagire con il collagene?
Sulla base di quanto esposto è certamente possibile attraverso:

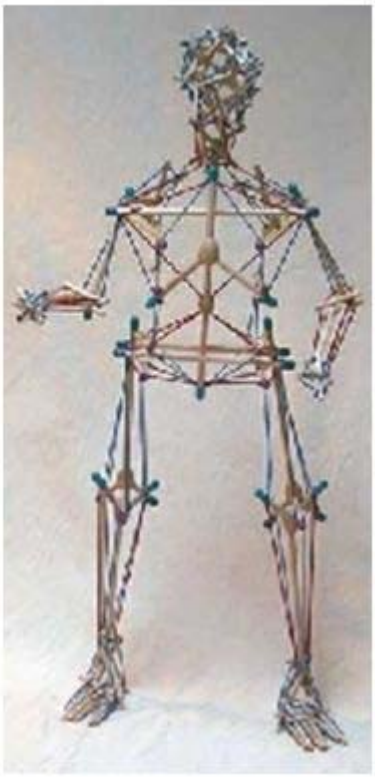
- Sollecitazioni meccaniche (terapie manuali, vibrazioni, onde acustiche).
- Sollecitazioni elettriche (elettroterapia).
- Sollecitazioni magnetoelettriche (campi magnetoelettrici) e trasferimento fotonico (Laser, cromoterapia). Pensiamo, infatti, che l'essere umano può essere paragonato agli elettroni, poiché le sue energie si collocano su diversi livelli energetici che possiamo chiamare orbite di salute ed orbite di malattia. Per l'individuo i cui sistemi energetici sono su una "orbita di malattia", per ritornare ad una "orbita di salute" saranno utili energie sottili della frequenza adatta.
- Trasferimento termico (diatermoterapia).

A proposito delle terapie manuali, oltre all'azione meccanica esercitata attraverso le manovre del terapeuta, sembra entrino in gioco alcune frequenze elettromagnetiche comprese fra 1-30 Hz, omogenee per sistema a quelle dei segnali biologici endogeni (22). Queste si sommerebbero ai segnali piezoelettrici determinati dalla deformazione del collagene, segnali che vengono trasmessi al network comunicazionale con effetti terapeutici evidenti ma di difficile comprensione se non si tiene conto di questi fattori.
Sicuramente è necessario un serio approfondimento sulla biofisica del collagene, ma è comunque importante assumere alcuni concetti fondamentali come quello del "sensing bioelettromagnetico-chimico" che ci dà un'idea di come si creino e vengano trasmessi alcuni segnali informativi/riparativi dai tessuti attraverso una rete informazionale di cui il collageno rappresenta un elemento, non unico, ma di basilare importanza.

La Sostanza Fondamentale
Lo stanza fondamentale, erroneamente definita amorfa, è una struttura colloidale che costituisce un gel compatto nel quale sono immerse le fibre. È formata soprattutto da complessi solubili di carboidrati, in gran parte legati a proteine, detti mucopolissaccaridi acidi, glicoproteine, glucosamminoglicani o GAG (acido ialuronico, coindroitinsolfato, cheratinsolfato, eparinsolfato ecc.) e proteoglicani o PG.
- I ***glucosaminoglicani*** sono lunghi polimeri costituiti da polisaccaridi; ne esistono diverse varietà e possono essere solforati o non solforati. Il GAG di gran lunga più abbondante nella matrice è l'acido ialuronico, presente in tutti i connettivi e in grado di regolare la viscosità della sostanza fondamentale, in quanto le sue molecole hanno elevata affinità per l'acqua.
- I ***proteoglicani*** sono costituiti da numerosi GAG associati ad una proteina centrale che funge da "scheletro"; più proteoglicani possono, inoltre, unirsi intorno ad una molecola di acido ialuronico centrale, formando delle strutture di ordine superiore definite aggregati (o complessi) proteglicanici, che sono fra le molecole organiche più grandi esistenti in natura.
La Sostanza Fondamentale contiene inoltre, in parti minori, altri componenti quali proteine (come la fibrina, l'elastina, la fibronectina, la laminina e l'entactina), minerali (come l'idrossiapatite nel tessuto osseo) e fluidi (come plasma e siero con antigeni liberi).

Dal punto di vista meccanico la MEC si è sviluppata per distribuire le tensioni del movimento e della gravità, mantenendo contemporaneamente la forma dei diversi componenti del corpo tramite tutta la gamma di possibilità che va dalla rigidità di una struttura a compressione continua all'elasticità di una struttura a *tensegrità*.
La parola inglese «Tensigrity» è stata inventata dall'architetto Fuller nel 1955 (43); risulta dalla contrazione delle parole «tensile» ed «integrity» e caratterizza la *facoltà di un sistema a stabilizzarsi meccanicamente col gioco di forze di tensione e di decompressione che si ripartiscono e si equilibrano* (44).
Le strutture di tensegrità si ripartiscono in due categorie:
- **la prima** è costituita di barre rigide di cui ognuna può lavorare in trazione e in compressione, e che sono assemblate in triangoli, in pentagoni o in esagoni; l'orientamento delle barre determina la posizione di ogni articolazione e garantisce la stabilità della struttura;
- **la seconda** è costituita da due elementi di base: barre e cavi, articolati in uno stato di autocostrizione; le sbarre rimangono tra loro discontinue mentre i cavi formano una configurazione continua. In seno alla struttura, le barre rigide in compressione esercitano una forza di trazione sugli elementi elastici in trazione, che, a loro volta, comprimono gli elementi rigidi. Compressioni e trazioni si equilibrano in un ciclo vettoriale chiuso mentre si scartano e si solidarizzano gli elementi gli uni con gli altri.





I vantaggi della struttura sono:
- la ***resistenza*** dell'insieme che supera di molto la somma di quella dei suoi componenti; l' "irrigidimento lineare" (ad una forza esterna crescente si

oppone una resistenza ugualmente crescente) si spiega con la sommazione del reclutamento degli elementi della struttura
- la ***leggerezza*** in riguardo delle loro performance meccaniche permette di ridurre il peso di metà rispetto a dei sistemi equivalenti in termine di resistenza meccanica
- la ***flessibilità*** del sistema è simile a quella di un sistema pneumatico, ciò che le consente una grande capacità di cambiamento di forma; la deformazione locale sotto un'azione esterna si esaurirà nell'insieme del sistema e quindi minimizzare le costrizioni, permettendo la reversibilità.
Nell'organismo umano possiamo riconoscere la stessa organizzazione di tensegrità: le parti in compressione (le ossa) spingono in fuori contro le parti in trazione (miofascia) che spingono verso l'interno. Lo scheletro, infatti, è in realtà solo apparentemente una struttura a compressione continua in quanto le ossa poggiano su superfici con scarso attrito (cartilagini articolari) e senza il sostegno miofasciale non sono in grado di sostenersi. Quindi variare la tensione dei tessuti molli significa variare la disposizione delle ossa e la minima variazione strutturale di un "angolo" organico si trasmette meccanicamente e *piezoelettricamente*, tramite la rete di tensegrità, su tutte le restanti parti corporee. Le condizioni della parte fibrosa e della sostanza fondamentale del sistema connettivale sono in parte determinate dalla genetica, in parte da fattori ambientali (nutrizione, esercizio ecc.).
Le fibre proteiche sono infatti in grado di modificarsi in base alle esigenze ambientali e funzionali. Del loro spettro di variabilità strutturale e funzionale ne sono esempi il tegumento, la membrana basale, la cartilagine, l'osso, i legamenti, i tendini ecc.
La sostanza fondamentale varia continuamente il suo stato, divenendo più o meno viscosa (da fluida a collosa fino a solida), in base alle specifiche esigenze organiche. Riscontrabile in grandi quantità quale liquido sinoviale articolare e umor vitreo oculare, essa è in realtà presente in tutti i tessuti.
Il tessuto connettivo varia le proprie caratteristiche strutturali attraverso l'effetto piezoelettrico (vedi paragrafo precedente): qualunque forza meccanica che crea deformazione strutturale stira i legami inter-molecolari producendo un leggero flusso elettrico. Questa carica può essere rilevata dalle cellule e comportare modifiche biochimiche: ad esempio, nell'osso, gli osteoclasti non possono riassorbire osso piezoelettricamente carico.
La MEC fornisce anche l'ambiente chimico-fisico per le cellule che avvolge, formando una struttura a cui queste aderiscono e dentro la quale possono muoversi, mantenendo un adatto ambiente ionico idratato e permeabile, attraverso il quale diffondono i metaboliti. La densità della matrice fibrosa e la viscosità della sostanza fondamentale determinano il libero flusso delle sostanze chimiche fra cellule, impedendo allo stesso tempo la penetrazione di batteri e particelle inerti. "Ostruzioni" locali, come le aderenze fasciali derivanti da sforzi eccessivi, da ipocinesia, traumi ecc, possono creare impedimento al corretto flusso delle sostanze chimiche alterando il metabolismo delle cellule dei tessuti interessati.

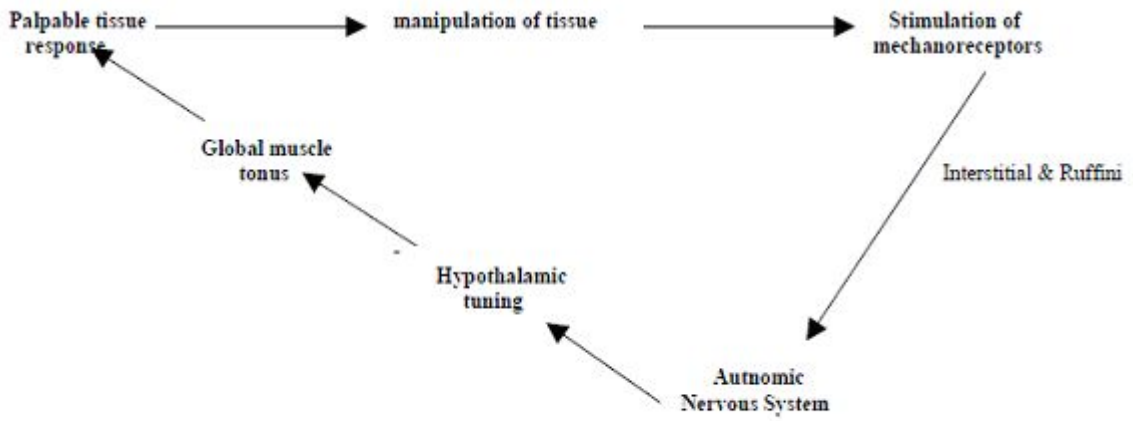
LA FASCIA CONNETTIVALE

La fascia è una rete di sottile tessuto connettivale che si dispone in strati continui in tutto il corpo. I muscoli e le ossa sono organizzati e sostenuti da questa rete, come pure tutti gli elementi che costituiscono il corpo umano.
In particolare i muscoli sono avvolti nella fascia, ma lo è anche ogni singola fibra e ognuno dei fusi (*MIOFASCIA)*. Non si può, quindi, limitare la definizione di movimento marcatamente all'azione muscolare, ma a un'azione combinata e inseparabile tra i muscoli e le loro fasce. Le lamine fasciali penetrano infatti anche nelle sue strutture più elementari, come le fibre e le miofibrille. Formano così una specie di impalcatura, nella quale ogni miofibrilla può contrarsi longitudinalmente ed espandersi in modo trasversale. Se si considera che c'è continuità nel tessuto connettivo che cambia solo la sua forma, tra muscolo, tendine e periostio, l'azione muscolare viene trasmessa in modo articolato sull'osso, generando così il movimento.
Ma la fascia è un qualcosa di più, non è soltanto un contenitore, ha degli elementi al suo interno molto importanti che sono in qualche modo correlati con lo stato di equilibrio generale e di cui mancano ancora conoscenze complete.
Va sottolineato che il sistema fasciale non ha soluzioni di continuità ed è quindi l'unico elemento anatomico che mette in contatto (ed in comunicazione) tutti gli organi ed apparati del nostro corpo.
Le nuove tecniche dell'anatomia, hanno permesso di focalizzare la ricerca su dettagli anatomici fino ad ora non raggiungibili (13). Ciò ha permesso una osservazione e una investigazione più precisa degli elementi anatomici scoprendo connessioni fino ad ora sconosciute o considerate fino ad ora di poca importanza (11). Gli innovativi processi di conservazione dei tessuti hanno, inoltre, permesso di ottenere immagini della struttura anatomica conservandone il suo aspetto naturale. In questo modo è stato possibile realizzare una nuova visione della fascia. Questa ha un percorso continuo avvolgendo tutte le strutture somatiche e viscerali includendo le meningi. In un certo modo possiamo dire che la fascia è il materiale di rivestimento che non solo avvolge tutte le strutture del nostro corpo, ma anche collega tra loro tutte le parti, offrendogli il sostegno e determinandone la forma. Oltre alle funzioni di sostegno e partecipazione al movimento la fascia copre anche funzioni biomeccaniche e biochimiche (14). La fascia organizza e separa, assicura la protezione e l'autonomia di ogni muscolo e viscere ma, nel contempo, li riunisce in unità funzionali stabilendo le relazioni spaziali tra di loro e formando in questo modo una specie di rete ininterrotta di comunicazione (3,6,11). Agisce, infine, modulando l'azione di nervi e vasi linfatici, l'interscambio metabolico, la funzione nutritiva. Il ventaglio di possibilità è sorprendente.

L'innervazione della fascia

La fascia possiede al suo interno recettori di tipo propriocettivo.
I **corpuscoli di Pacini** e i **Paciniformi** rispondono a rapidi cambiamenti di pressione e alle vibrazioni; gli **organi di Ruffini** rispondono a cambiamenti di pressione a lungo termine e a stiramenti laterali (applicazione di forze tangenziali). Il loro effetto non è soltanto locale ma anche generale perché inibiscono l'attività del simpatico. La stimolazione dei meccanocettori interstiziali (vedi oltre) e di Ruffini, ed in parte degli organi del Golgi,

provocando un aumento dell'attività vagale, può condurre non solo a cambiamenti locali delle dinamiche dei fluidi e del metabolismo dei tessuti, ma anche a un rilassamento del tono muscolare. La stimolazione agisce anche a livello centrale con minore reattività emotiva e sensazione di rilassatezza.
Questi due gruppi di recettori hanno una diffusione abbastanza ampia (fascia, tendini, legamenti, aponeurosi e capsule articolari). Altri tipi di recettori (di tipo III e IV) detti **interstiziali**, sono molto diffusi. Basti pensare che a livello del nervo tibiale anteriore ben un quarto delle fibre provengono da questi recettori. Rispondono a cambiamenti di pressione e tensione, trasmettono il dolore e sono fondamentali nella modulazione della tensione muscolare; hanno importanti afferenze ed interconnessioni con il SNC.
La maggioranza di questi recettori di III e IV tipo ha funzione autonoma: la stimolazione delle loro terminazioni conduce ad esempio a cambiamenti nella frequenza cardiaca, nella respirazione, nella pressione del sangue, ecc.
Alcuni studi effettuati sui gatti hanno dimostrato che pressioni lente e profonde sui tessuti molli portano ad una riduzione nel tono muscolare, misurata con l'attività EMG, mentre l'accarezzamento lento della schiena porta sia alla riduzione della temperatura della pelle sia a segni di inibizione del sistema motorio gamma (quindi un'interferenza con l'attività dei fusi neuromuscolari).
La pressione che stimola questi recettori produce risposte riflesse parasimpatiche che includono patterns di sincronia corticale nell'EEG, incremento di attività nelle fibre vagali e riduzione nell'attività EMG.
Secondo il modello degli stati di modulazione dell'ipotalamo di Ernst Gellhorn (37), un incremento nel tono vagale non solo innesca cambiamenti nelle attività del sistema nervoso autonomo e correlati organi interni, ma tende anche ad attivare il lobo anteriore dell'ipotalamo.



The 'Hypothalamus-Loop' based on Gellhorn.

Mechanoreceptors in Fascia			
Receptor type	*Preferred location*	*Responsive to*	*Known results of stimulation*
Golgi  Type I b	• Myotendinous junctions • attachement areas of aponeuroses • ligaments of peripheral joints • joint capsules.	Golgi tendon organ: to muscular contraction. Other Golgi receptors: probably to **strong stretch** only	**Tonus decrease** in related striated motor fibers.
Pacini & Paciniform  Type II	• Myotendinous junctions • deep capsular layers • spinal ligaments • **investing muscular tissues.**	**Rapid pressure changes** and vibrations	Used as proprioceptive feedback for movement control. (**sense of kinesthesia**).
Ruffini  Type II	• Ligaments of peripheral joints, • Dura mater • outer capsular layers • and other tissues **associated with regular stretching**.	Like Pacini, yet also to **sustained pressure**. Specially responsive to **tangential forces** (lateral stretch).	**Inhibition of sympathetic activity.**
Interstitial  Type III & IV	• **Most abundant** receptor type. Found almost everywhere, even inside bones. • Highest density in periosteum.	Rapid as well as sustained pressure changes. 50% are **high threshold** units, and 50% are **low threshold** units	Changes in **vasodilation** plus apparently in **plasma extravasation.**

(45)

Una sorta di modulazione dell'ipotalamo induce, quindi, un più basso tono muscolare, una più calma attività emozionale e un incremento della sincronia corticale (verificata sia nei gatti sia negli esseri umani).
Evidentemente trattando queste strutture si va ad incidere su qualcosa di molto profondo che trascende i fenomeni che sono alla base delle modificazioni tessutali sin qui descritte.

Le capacità di apprendimento della fascia
Il tessuto fasciale è in grado di apprendere attraverso gli stimoli che gli pervengono. Ci ricolleghiamo ai processi di adattamento e trasmissione dell'informazione cui abbiamo già accennato nei paragrafi precedenti. Uno schema di comportamento o di movimento ripetuto costantemente si apprende, ovvero si stabilizza in circuiti neurali diventando un processo automatico che non richiede l'impegno della consapevolezza per dare luogo all'esecuzione dello schema stesso. Una volta imparato a camminare, ad andare in bicicletta, a suonare uno strumento musicale o ancora ad eseguire un'azione sportiva, nell'eseguire tali gesti si avvertirà che gambe, braccia e mani "vanno da sole", senza dover applicare lo sforzo che caratterizza l'apprendimento. Nello stesso modo "si apprende" l'adattamento ad una lesione

corporea: "nessuno è al riparo da un trauma nell'esercizio del suo sport preferito. Per sfuggire al dolore il corpo compensa immediatamente". È così che si zoppica dopo una distorsione alla caviglia, in modo da evitare tutti i movimenti rischiosi della porzione dell'articolazione lesionata. Una contrazione ipertonica del polpaccio e degli ischio-crurali immobilizza le articolazioni della caviglia e del ginocchio. I muscoli spinali compensano la bascula automatica del bacino e la spalla opposta si alza, grazie al trapezio superiore, per alleggerire l'appoggio del piede dolorante durante il cammino.
Quindi secondo questo principio di protezione anche i muscoli lontani dalla lesione primaria sono fortemente coinvolti nel processo di difesa. È dunque tutto l'insieme muscolare che si "accorcia" per il dolore. Se la guarigione della caviglia non avviene rapidamente, questo irrigidimento perdura. La torsione del bacino e l'elevazione della spalla si fissano: permarranno anche dopo la cicatrizzazione del legamento (29). In altre parole, se l'adattamento ad una lesione, effettuato dal corpo a livello automatico per salvaguardarsi e che si manifesta attraverso una modificazione della morfologia di base, si mantiene nel tempo, tale adattamento potrà dare luogo ad una vera e propria deformazione di tale morfologia naturale. La forma "*appresa*" dal corpo per far fronte ad un insulto tenderà a mantenersi anche una volta guariti, una volta sparito l'elemento che ha scatenato l'adattamento della forma stessa. La medesima cosa avviene nel caso di ripetute e continue risposte emotive di un certo tipo, risposte che come sappiamo e vedremo meglio in seguito coinvolgono tutto il nostro essere manifestandosi nell'atteggiamento del corpo: anche in questo caso il corpo "impara" una certa forma e la utilizza automaticamente.

LA SINDROME MIOFASCIALE

Il *controllo posturale* è quell'insieme di processi neurofisiologici complessi, statici e dinamici, che mettono in condizione il corpo di orientarsi rispetto alla gravità.
La presenza di alterazioni morfostrutturali (es. asimmetrie, scoliosi) e/o recettoriali (es. dimorfismi del piede o disfunzione dell'apparato stomatognatico) o, come vedremo, la presenza di alterazioni della sfera psico-emotiva, modificano la posizione del corpo e quindi alterano in qualche modo il rapporto che noi abbiamo nei confronti della gravità. In altre parole, in qualunque momento della nostra vita, sia nella posizione statica eretta, sia durante il movimento, abbiamo la necessità di orientare i nostri segmenti corporei in modo da ottenere la migliore condizione di equilibrio.
Dal punto di vista biomeccanico, il corretto orientamento nello spazio (postura ottimale) fa in modo che il vettore forza peso relativo alle masse corporee venga a coincidere con l'asse scheletrico in modo che l'attività del sistema miofasciale sia la più fisiologica possibile.
Se la postura ottimale viene ad essere perduta, al fine di mantenere l'equilibrio, si avrà un impegno abnorme del sistema con un sovraccarico a tale livello. Il sistema, con l'andare del tempo, può andare incontro a profonde alterazioni che si manifestano dal punto di vista clinico con quadri caratteristici.

Le *disfunzioni miofasciali* sono caratterizzate da ipertono muscolare, che si traduce in una alterazione dell'estensibilità e dell'elasticità degli elementi coinvolti. Sono presenti dolore spontaneo ed evocato, trigger points, impotenza funzionale (debolezza). Queste alterazioni agiscono secondariamente sull'apparato locomotore. Con i muscoli retratti ed accorciati, con la limitazione al movimento che ciò determina, con le modificazioni morfostrutturali che vengono ad instaurarsi, si può avere sovraccarico funzionale di diversi distretti corporei (46).
Questo elemento risulta una concausa che non va trascurata nella genesi di lesioni a carico di:
- muscoli (mialgie, lesioni muscolari)
- tessuto osteo-articolare (condropatie, artrosi, fratture da stress)
- tendini e legamenti (tendinite, tendinosi, mioentesiti)
- tessuto nervoso (compressione dei fasci sensitivi e/o motori).
Tipiche, ad esempio, sono forme di sciatalgia che hanno la loro origine in compressioni del tronco nervoso da parte della muscolatura accorciata. È il caso della sindrome del piriforme, patologia frequente e misconosciuta, o di molte forme di cervico-brachialgie legate alla compressione dei rami del plesso brachiale per alterazione dei muscoli attraverso i quali decorrono.
Nello sport, infine, le problematiche di tipo miofasciale determinano una importante diminuzione della capacità di prestazione con riduzione della potenza muscolare, della capacità coordinativa (la retrazione miofasciale impedisce la libertà di movimento), predisposizione per lesioni muscolo-tendinee e possibilità di recidive.

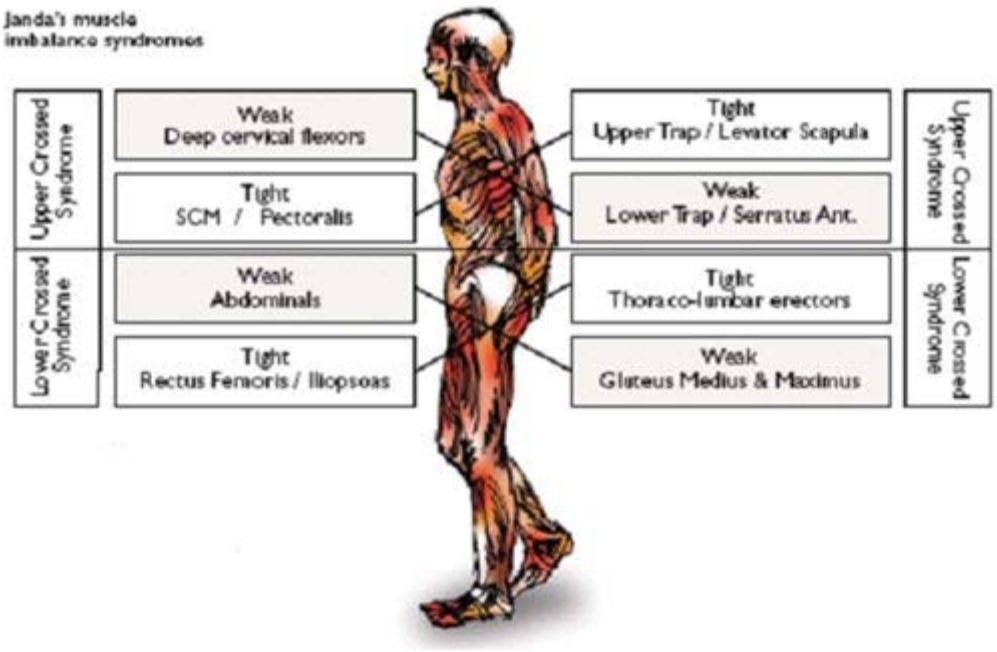
Fisiopatologia delle Sindromi Miofasciali

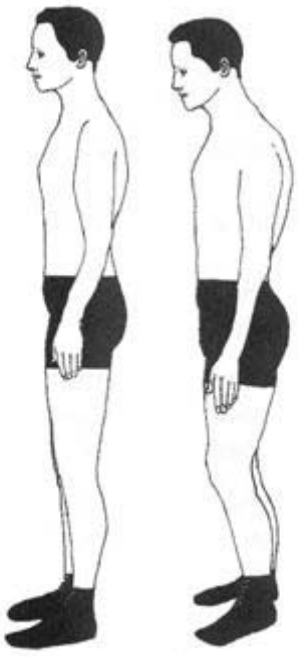
Per spiegare la fisiopatologia delle Sindromi Miofasciali si pensi che il corpo umano subisce traumi con molta frequenza, nella maggior parte dei casi si tratta di microtraumi che si accumulano lentamente e gradualmente. Il sistema fasciale reagisce a questi stimoli anomali, come abbiamo visto, modificando il comportamento meccanico della fascia, diminuendo la sua elasticità e le sue capacità di autodifesa. Di conseguenza si sviluppa una tensione "patologica" che scatena dolori e la necessità di compensi: ciò si ripercuote in un perturbamento della funzione di altri sistemi (4,7, 8,11,12).
Quando parliamo di "trauma" non ci riferiamo solamente alla conseguenza di lesioni dirette ma anche a:
1. sovraccarico del sistema fasciale per posture viziate sviluppate nel processo di compensazione o lesioni relazionate con stress ripetuti
2. presenza di dolore cronico (vedi oltre)
3. fattori psico-emotivi che determinano modificazioni posturali e alterazione del tono muscolare (vedi oltre)
4. immobilizzazione prolungata: apparecchi gessati, malattie croniche, ecc.
Conseguenza inevitabile di questi meccanismi è, come detto, una limitata capacità di movimento. Il classico concetto del sistema locomotore del corpo, basato sulla descrizione anatomica della relazione tra le ossa ed i muscoli, limita lo studio ad un modello del movimento prevalentemente meccanico e segmentale. Questo modello divide il comportamento del corpo nei movimenti basilari di ognuno dei suoi segmenti, dove attraverso la contrazione muscolare

si realizza il movimento angolare di una articolazione, o gruppo articolare determinati. In realtà, quando si realizza il movimento in un segmento qualunque del corpo, questo risponde come un insieme unico, perché il corpo umano rappresenta una struttura globale, plastica e mutevole. I cambiamenti che si producono nel corpo non possono spiegarsi sempre basandosi sul classico schema biomeccanico del movimento.
Lo stesso principio dei cambiamenti strutturali del movimento fisiologico può applicarsi al processo della reazione del corpo ad una lesione, nel senso ampio della parola. Una lesione non è, come abbiamo visto, causata esclusivamente da un trauma diretto: può esserne causa anche un esercizio realizzato in maniera "eccessiva" o scorretta, o una posizione viziata adottata durante lunghi periodi di tempo nelle attività giornaliere. Quando nel corpo si crea una lesione in un determinato distretto, esso per compenso devia dai modelli normali del movimento adattandoli ad una nuova situazione, con l'obiettivo di proteggere il segmento leso e sviluppare così la funzione con la maggiore efficacia possibile.
Così spariscono i modelli naturali di movimento e, di conseguenza, il corpo sviluppa un modello motorio nuovo che mantiene l'asimmetria difensiva iniziata a causa della protezione contro il dolore. Man mano che il processo di dolore - difesa dura nel tempo, i cambiamenti si sviluppano in modo più forte e, con il tempo, si strutturano.
In generale, in questo processo si sviluppa l'accorciamento delle strutture che rimangono non ben utilizzate per l'azione protettiva. Questa compensazione finisce per produrre un accorciamento e una deviazione permanenti. Il tessuto accumula nella sua memoria questo comportamento e, col tempo, lo assume come proprio, attraverso movimenti ripetitivi e costanti. Questa capacità di creare e realizzare le compensazioni è la base della sopravvivenza per il corpo (*capacità di adattamento*).
Il tessuto che determina questa nuova struttura del corpo è, come abbiamo visto, quello connettivo (7,11). Le zone di tensione ed ipomobilità (sequele della lesione) agiscono sul muscolo riducendo la sua capacità di allungamento e, ovviamente, di movimento: si creano così le aree dette "restrizioni miofasciali". Il deficit di movimento altera la lunghezza del tessuto connettivo che, a sua volta, tende ad adattarsi alla distanza più corta tra i suoi punti di inserzione; lentamente questo circolo vizioso porta alla progressiva perdita della funzione e all'istaurarsi del dolore (12,11,6).
Il processo inizia con l'alterazione della quantità e qualità della sostanza fondamentale, che si manifesta con la progressiva perdita di acqua specialmente nei piani interfasciali, così come la diminuzione dei GAG. Questa riduzione determina l'addensamento della sostanza fondamentale con la conseguente diminuzione della distanza critica tra le fibre di collagene e provoca la perdita della lubrificazione tra le fibre (1).
Si altera così il libero scivolamento tra le fibre di collagene nei punti di incrocio fisiologico producendo un aumento della densità del tessuto (perdita di orientamento delle fibre che appaiono disposte in maniera caotica ed aumento della loro sintesi) con la conseguente diminuzione della capacità di movimento.
Come risultato finale abbiamo una alterazione della plasticità e labilità della struttura del tessuto connettivo con la conseguente formazione di cordoni che

rendono il tessuto meno elastico. In queste aree si osserva un incremento dei fibroblasti e delle fibre nella direzione della trazione. Queste aree possono osservarsi con facilità sulla superficie corporea. Di solito si trovano vicino a superfici ossee o nelle zone di incrocio delle grandi masse muscolari e sono *molto sensibili e dolenti*.
Questi adattamenti tessutali sono difficili da rilevare dal paziente o dal terapeuta che ne effettua la valutazione (11).
Se troviamo dei cambiamenti in un determinato distretto corporeo è, come detto, possibile che la lesione originaria sia accaduta altrove con una risposta immediata e correttrice in tutte le aree secondarie incluso il luogo nel quale si manifestano i sintomi. Le restrizioni in una regione determinata, caratterizzate da aree di ipertonia e fissità, possono originare una riduzione nell'ampiezza del movimento in altre zone, incluse quelle più distali. In altri termini, vengono ad alterarsi le capacità coordinative, ossia la sequenza delle azioni che caratterizzano l'attività del sistema neuromotorio che determina e controlla il movimento. *La zona dove il paziente percepisce il dolore è, infatti, spesso molto distante dalle aree di relativa fissità del sistema fasciale* (12,11,5,8).

Dolore e postura
Nel paragrafo precedente è stato già introdotto il rapporto esistente tra dolore ed alterazione del sistema miofasciale. Secondo il ricercatore Vladimir Janda (31,32,33) esiste una interdipendenza tra il sistema muscolo-scheletrico ed il Sistema Nervoso Centrale. In particolare viene messo in relazione il tono muscolare con la presenza del "dolore" cronico.
La nostra muscolatura, posturale e fasica, reagisce al dolore. La muscolatura posturale tende ad aumentare il suo tono, e quindi si accorcia. La muscolatura fasica a diminuire il tono ed a diventare debole. La conseguenza è che si ha, in presenza di dolore, una modificazione della postura legata agli squilibri muscolari che si vengono a determinare.
I quadri più tipici riguardano la muscolatura del tronco e del cingolo scapolare con debolezza dei muscoli flessori cervicali, aumento del tono dei pettorali e dello sternocleidomastoideo, aumento di tensione del trapezio superiore e dell'elevatore della scapola e debolezza del trapezio inferiore e del serrato anteriore. Il quadro determina aumento della cifosi dorsale, intrarotazione ed elevazione delle scapole, sofferenza del tratto cervicale della colonna.





EFFETTI SULL'ATTEGGIAMENTO POSTURALE

Altro quadro caratteristico si riscontra a carico della muscolatura del bacino e degli arti inferiori con aumento di tensione a livello del retto femorale e degli ileo-psoas, debolezza degli addominali, del gluteo medio e del grande gluteo ed aumento di tono degli erettori del tronco. Tale quadro agisce prevalentemente sul tratto lombare della colonna con aumento della lordosi e rigidità di tale distretto.
Così il corpo per azione difensiva del sistema fasciale, sviluppa uno schema posturale nuovo, che mantiene questa asimmetria difensiva prodotta allo scopo di protezione (3,6,12). Questi adattamenti possono essere considerati fasi temporanee di un riflesso mirato a consentirci di difenderci o proteggerci: una

volta passato il pericolo, o comunque superato o allontanato l'evento generatore, l'organismo dovrebbe poter ritornare all'omeostasi, e quindi alla forma e alla funzionalità naturale. Tuttavia, proprio perché il sistema fasciale "impara" rapidamente, questo processo il più delle volte porta ad un accorciamento e deviazione delle strutture con carattere di permanenza (18,19,38,39).
Va detto, inoltre, che il riflesso o risposta di allarme ci costringe a prestare attenzione a stimoli sconosciuti indipendentemente dalla loro reale natura,anche nel caso che non sfocino in una situazione dolorosa.

Correlazione tra sistema miofasciale, postura ed emozioni

Al pari del dolore un altro importante fattore che va considerato nella comprensione nelle manifestazioni legate alla presenza di un disequilibrio posturale, è la presenza di disturbi della componente psicoemotiva.
Wilhelm Reich (34), neuropsichiatria austriaco ed allievo di Freud sviluppò il tema dell'energia organica, una forma di energia vitale che trova la sua massima espressione nella libertà del corpo, rilevando l'identità funzionale tra i processi psichici e quelli somatici, scoprendo così la corazza caratteriale: essa consiste in tutti quegli atteggiamenti sviluppati dall'individuo per bloccare le proprie emozioni e i propri desideri. Queste modalità difensive messe in atto per bloccare le emozioni e le sensazioni conflittuali come l'angoscia, la rabbia, l'eccitazione, sono costituite a livello fisico dalle *rigidità corporee (la corazza muscolare)* e a livello psicologico dagli atteggiamenti caratteriali e dalla mancanza di contatto emozionale.
Secondo Reich, l'uomo è prigioniero di una "corazza" muscolare e caratteriale formata da tutti quegli atteggiamenti sviluppati dall'individuo per bloccare il corso delle emozioni e delle sensazioni organiche. L'energia si blocca in alcune parti del corpo che diventano sede di tensioni e conflitti emotivi.
Con il tempo la corazza si rivela un impedimento al raggiungimento della propria identità e di una vera creatività, perché lo stato cronico di contrazione muscolare aumenta l'indurimento del carattere, riducendo la comunicabilità, l'amore e la percezione del piacere di vivere. Questa corazza si accentua di anno in anno per le tensione che si accumulano, e non è certo facile riuscire a liberarsene, anzi, qualcuno non sia accorge nemmeno di averla; essa limita l'emotività e la libera espressione dei sentimenti e impedisce il libero scorrere dell'energia vitale. Il corpo diviene la chiave per penetrare in ciò che viene comunemente chiamato carattere. Il carattere, tratto fondamentale della personalità, non sarebbe altro che il modo di reagire alle situazioni della vita, che si è strutturato a partire dall'infanzia, esso rappresenta un meccanismo di protezione, la sintesi delle difese che un individuo oppone alle provocazioni del mondo (21).

- ***Controllo delle Emozioni***

Accettando questa teoria, si può ipotizzare che sia il sistema nervoso centrale incaricato del controllo delle nostre emozioni. C'è, quindi, una connessione diretta tra il comportamento del sistema locomotore e le emozioni (3,2).
Il tipico esempio, è la reazione al mezzo. Gli schemi di movimento non si devono nettamente agli impulsi di indole meccanica, la maggior parte sono dovuti ai cambi emozionali. Gli schemi di movimento sono l'espressione degli

schemi della personalità e viceversa. Questi schemi ripetuti con una certa frequenza hanno la capacità di fissarsi e determinano successivamente nuovi schemi di movimento (2,3).

- ***Reazioni Emozionali***

La paura, le preoccupazioni, la tristezza ci obbligano a collocare il nostro corpo in una postura molto lontana dalla sua naturale. La ripetizione di determinati schemi e posture porta nel tempo alla sua fissazione sovraccaricando determinati tessuti e di conseguenza si generano disturbi e dolori cronici. Il corpo ha le sue reazioni di fronte a una situazione stressante e reagisce come un insieme in modo totale e globale.

Gli eventi emotivi e fisici stanno intimamente collegati al nostro corpo, abituandoci a percepire le emozioni in modo fisico.

- ***Risposta Fisica alle Emozioni***

La risposta fisica alle emozioni si realizza attraverso il tessuto connettivo (12). Possiamo considerare che la fascia è "il corpo delle emozioni"(1). Le emozioni viaggiano attraverso la rete della fascia (12). Il dolore prodotto per esempio da un colpo è un dolore di tipo fisico, però una cefalea può essere generata da fattori emozionali, senza coinvolgere direttamente la parte fisica, strutturale.

- ***Origine Emozionale***

Per questa ragione qualunque azione terapeutica diretta esclusivamente alla parte fisica può risolvere solamente il problema in modo parziale, il quale però ha un origine emozionale. Solamente se abbiamo la completa chiarezza della situazione emozionale, possiamo agire in modo appropriato per curare (12,3,2).

In tal modo la immagine del dolore e l'incapacità di origine fisica, si confondono con quella di origine emozionale, così le reazioni del corpo sono uguali: dolore e limitazione e incapacità funzionale. Per esempio, il dolore a livello dei trapezi è uguale se generato dalla stanchezza o per le preoccupazioni accumulate, come lo è quando si presenta dopo una caduta traumatica, le sensazioni fisiche e le emozionali si presentano insieme e si influenzano tra loro.

Il meccanismo fisiologico attraverso il quale i fattori emotivi incidono sulla postura non è del tutto noto ma sappiamo che la risposta coinvolge tutto l'assetto neuro-chimico, e quindi lo stato del corpo; in particolare, nei suoi vari stadi, essa si evidenzia attraverso progressivi cambiamenti di forma che coinvolgono tutto il sistema fasciale e la postura, a partire dal muscolo diaframma e da altre strutture fondamentali che separano le cavità del nostro corpo, ripercuotendosi sull'allineamento e l'organizzazione della struttura (21).

Abbiamo citato il sistema respiratorio: quando si è sotto stress o si è soggetti a particolari stati emotivi la respirazione diviene superficiale con lunghi periodi di apnea. Tale condizione, protratta nel tempo, determina una disfunzione del diaframma che arriva ad una situazione patologica caratterizzata da ipertono, dolore ed accorciamento.

Ricordiamo che il diaframma è un muscolo impari, cupoliforme e appiattito. Anatomicamente può essere definito come una lamina muscolo-tendinea che divide la cavità toracica da quella addominale. Prende rapporto con importanti elementi anatomici come l'aorta, il dotto toracico, i nervi splancnici, l'esofago, la vena cava inferiore. È un muscolo involontario, innervato dal nervo frenico,

ma la sua attività è anche modificabile volontariamente; ha importanza nella respirazione, nella defecazione, nell'espulsione del feto nella fase terminale del parto.
Il diaframma ha un altro ruolo e funzione strategica poiché è in collegamento con le catene posturali sia anteriori che posteriori attraverso il centro frenico. Per tale motivo svolge un ruolo primario nell'equilibrio corporeo: la sua disfunzione determina, quindi, una serie di compensi che portano ad assumere atteggiamenti posturali alterati.

TRATTAMENTO DELLE DISFUNZIONI MIOFASCIALI: LA TERAPIA MANUALE

Le terapie miofasciali si avvalgono di un esplorazione combinata sia a livello fisico che emozionale. *Con le terapie che non associano i due elementi è difficile realizzare trattamenti effettivamente completi e duraturi (12).*

Trattamento di Induzione Miofasciale

Sotto il nome di induzione miofasciale si raggruppano una serie di tecniche di valutazione e trattamento, attuate attraverso *movimenti e pressioni modulate e mantenute sul sistema della fascia (terapia manuale)*, che hanno l'obiettivo di eliminarne le "restrizioni". I processi di valutazione e trattamento si uniscono in un'azione reciproca.
Come abbiamo visto, la presenza dei meccanocettori è stata abbondantemente riscontrata nella fascia, perfino nei legamenti viscerali e nella dura madre. Sembra dunque plausibile che gli effetti dei trattamenti che coinvolgono questi tessuti, anche con pressioni minime (25), siano imputabili alla stimolazione dei meccanocettori, stimolazione alla quale conseguono i profondi cambiamenti dovuti al coinvolgimento del sistema nervoso autonomo descritti precedentemente.
La stimolazione dei meccanocettori intra-fasciali produce un cambiamento delle afferenze propriocettive dirette al sistema nervoso centrale che, a sua volta, conduce ad un cambiamento nella regolazione del tono delle unità motorie associate al tessuto coinvolto. Misurazioni effettuate sui meccanocettori dei legamenti del ginocchio hanno mostrato che la loro stimolazione produce deboli effetti sui motoneuroni alfa ma potenti cambiamenti nell'attività dei motoneuroni gamma. Questo significa che detti meccanocettori sono usati in un feedback propriocettivo per la regolazione preparatoria (preprogrammazione) del tono muscolare (30).
Questo è un elemento di elevata importanza. Infatti, per quanto i sistemi motori alfa e gamma siano usualmente coattivati, ci sono sostanziali differenze tra i due: il sistema alfa ha origine prevalentemente nella corteccia ed è primariamente coinvolto nei movimenti volontari e di precisione a carico delle estremità. Il sistema gamma origina, invece, dalle più arcaiche strutture del tronco cerebrale e gioca un potente ruolo sia nella organizzazione posturale dei muscoli con funzione antigravità, sia nel rapporto tra postura-muscoli ed emozioni (24,25,26). È importante ricordare a questo punto che il sistema nervoso lavora attraverso unità funzionali del sistema motorio, le cosiddette unità motorie, di cui contiamo diversi milioni nel nostro corpo. In base alla

qualità del feedback mediato dai neuroni sensitivi, tali unità possono essere regolate individualmente (27).
Si è osservato che la plasticità della fascia è imputabile alla densità di meccanocettori in essa presente e non a cause puramente meccaniche. In particolare i recettori di Ruffini e quelli cosiddetti interstiziali possono innescare profondi cambiamenti nelle funzioni del sistema nervoso autonomo. Particolari stimolazioni di queste terminazioni sensitive possono condurre a cambiamenti nel tono delle unità motorie, le quali sono meccanicamente correlate e connesse con i tessuti fasciali che le contengono.
Quindi, si può affermare, che alcune risposte della fascia sono primariamente regolate da un cambiamento nel tono delle unità motorie gamma ad essa connesse, ricordando che su tali unità motorie difficilmente possiamo intervenire esercitando un controllo con la nostra volontà cosciente. Inoltre, altre ricerche (28) hanno reso nota l'esistenza di cellule lisce, inglobate nella fascia internamente alle fibre collagene, e l'esistenza di nervi intrafasciali. Ciò rende altamente probabile che attraverso tali cellule il sistema nervoso autonomo possa regolare una sorta di pre-tensione fasciale, indipendente dal tono muscolare, che interverrebbe come sistema di tensione accessorio per incrementare il tono muscolare. Inoltre, la presenza di tali cellule nelle capsule di rivestimento degli organi spiegherebbe ad esempio come la milza può rimpicciolirsi fino alla metà del suo volume in pochi minuti, come è stato osservato accadere nei cani quando è richiesta l'erogazione della scorta di sangue in essa contenuto durante uno sforzo strenuo, oltre che spiegarci come mai il terapista è in grado di percepire un "rilascio" della tensione dei legamenti viscerali semplicemente palpandoli con estrema delicatezza (26).

Gli schemi di trattamento
Nel trattamento delle disfunzioni miofasciali, il terapeuta deve considerare l'individuo nel suo insieme anche se le strutture fisiche sulle quali agisce in maniera diretta sono da considerare, singolarmente ed in modo alternato, le superfici articolari, i muscoli, le fasce, gli organi interni. L'obiettivo è tuttavia quello di ristabilire, attraverso diverse tecniche, un equilibrio fra le varie strutture fisiche eliminando, o riducendo, gli effetti degli eventi traumatici e non, che hanno causato l'alterazione dei fisiologici rapporti strutturali.
Considerando ogni particolarità anatomica, l'attenzione del terapeuta va in primo luogo indirizzata su singoli muscoli o determinati gruppi muscolari; quindi si trattano singolarmente i vari complessi articolari, concentrandosi sulle singole porzioni fasciali e i relativi muscoli, seguendo così i principi della continuità della rete miofasciale; successivamente si utilizzeranno le *tecniche "globali"* (*Riprogrammazione Posturale Globale)* che avranno il loro effetto nelle relazioni fasciali intramuscolari (15).
Esistono, infine, particolari tecniche che vengono utilizzate per il trattamento delle fasce: le tecniche di esagerazione e la liberazione somato-emozionale (16,20).
Nella "esagerazione" si ricreano i presupposti della sollecitazione a cui la fascia è stata sottoposta in modo da ripetere la deformazione iniziale delle fibre.
L'azione del terapeuta è svolta a portare all'estremo la deformazione, come se

volesse comprimere il più possibile una molla, per poi allentare gradualmente la tensione esercitata guidando il movimento nella direzione corretta.
La "liberazione somato-emozionale" si basa sul fatto che nel corso del rilasciamento fasciale si riproduce la situazione traumatica di partenza, sia nell'aspetto fisico (le fibre deformate) che in quello psichico (l'emozione trattenuta). Quando si tratta di un trauma fisico si possono considerare tre aspetti nella determinazione delle conseguenze sul connettivo: la forza d'impatto, la sede anatomica interessata e l'emozione vissuta. Se eseguite correttamente, le tecniche di liberazione somato-emozionale possono dare risultati talvolta inaspettati, con pazienti che riescono ad eliminare i propri sintomi dopo anni di inutili tentativi terapeutici convenzionali.

Considerazioni finali sullo stretching

Lo stretching viene spesso indicato come forma di trattamento nelle disfunzioni miofasciali.
Lo stretching, che si vede praticare quotidianamente, con posizioni mantenute poco, respirazione non specifica, magari addirittura a piccoli rimbalzi, è controindicato nella sindrome miofasciale. Anzi, va considerato come fattore aggravante. Eble (35), già nel 1960, dimostrò che manipolazioni rapide e brusche, profonde o superficiali, inducono una contrazione generale dei muscoli dello scheletro, F. Mézières (36) scriveva: "... si allunga solo ciò che già può allungarsi. Come un elastico vecchio il tessuto si allunga nei punti sani, cioè dove non serve, mentre là dove è deteriorato, nella migliore delle ipotesi non succede nulla. Faremo delle bellissime "asana" e delle splendide spaccate ma tutte a carico di quella zona che si è potuta allungare, probabilmente extra-estendendolo e portandolo verso il disequilibrio".
Soltanto risolta la problematica miofasciale con le tecniche precedentemente descritte, si arriva alla stabilizzazione del quadro attraverso un programma di ricondizionamento che riguarda sia lo stretching sia il potenziamento dei disequlibri delle zone trattate.
Un idoneo protocollo di riequilibrio finalizzato ad ottenere la migliore estensibilità muscolare, la flessibilità articolare ed il potenziamento dei distretti ipostenici, risulta indispensabile per la ripresa della normale attività e per la stabilizzazione del caso.

RINGRAZIAMENTI

Voglio ringraziare i colleghi Anna Mercuri, Gaia Pecorelli, Fabio Faiola con i quali condivido quotidianamente le esperienze cliniche che mi hanno indotto ed aiutato a riassumere in questo capitolo concetti che sono, a mio avviso, indispensabili per un corretto approccio alle problematiche della postura e della riabilitazione in generale.

BIBLIOGRAFIA

1. Rolf I. : *Rolfing*. Ediciones URANO, Barcelona 1994
2. Shelton H.: *Humans Life: Its Philosophy and Laws*. Kessinger Publishing Company, Montana 1999
3. Levine P.: *Walking the Tiger*. North Atlantic Books, California 1997

4. Vecchiet L., Giamberardino M.: *Muscle Pain, Myofascial pain, and Fibromyalgia*. The Harworth Medical Press New York-London-Oxford 1999
5. Schultz R., Feitis R.: *The Endlees Web*. North Atlantic Books, Berkely, California 1996
6. Sandweiss J.: *Myofascial Release*, San Francisco, ABS Annual Meeting 1996
7. Rivard. J.: *Pathological changes in tissues and its impact on function. Differential diagnostic Procedures*. 6th International Conference Lillehammer, Norway 1996
8. Alexander D.: *Myofascial Implications in the treatment of low back pain*. ABS Spring Simposium, San Francisco 1991
9. Pilat A.: *Terapias Miofasciales: Liberación Miofascial. Escuela de Terapias Miofasciales*, Madrid 1999
10. Cohen D.: *Introducción a la Terapia Sacrocraneal*, Mandala Ediciones, Madrid 1997
11. Pilat A.: *Inducción Miofascial*, McGraw Hill Interamericana, Madrid 2003
12. Barnes J.: *Myofascial Release*. MFR Seminars, Paoli 1990
13. Von Hagens G. Nina Kleinschmidt/Henri: *"Endlich unsterblich? Gunther von Hagens - Schöpfer der Körperwelten"*, BASTEI LÜBBE 1982
14. Bienfait M.: *Estudio e tratamento do esqueleto fibroso: Fascias e pompages*. Summus Editorial, Sao Paulo 1987
15. Cosciotti M.: *Trattamento della Fascia della Spalla con Tecniche di Induzione Miofasciale*, www.sportmedicina.com
16. Chetta G.: *Il Tessuto Connettivo*, www.anatomytrains.it
17. Oschman J.L.: *La Matrice Vivente*, Energy Medicine, The Scientific Basis, www.anatomytrains.it
18. Stecco L.: *La coordinazione motoria attuata dalla Fascia Corporis*, www.anatomytrains.it
19. Chetta G.: *L'Instaurarsi della Disfunzione*, www.anatomytrains.it
20. Mangiavillano S.: *Liberazione Somato-Emozionale*, www.italmed.com
21. Lowen A.: *La Bioenergetica*, www.iifab.org
22. Oschman J.L.: *The connective tissue and Myofascial systems.* Privately published manuscript, 1984
23. Oschman J.L.: *How does the body maintain its shape*, A series of 3 articles that appeared in Rolf Lines, the new magazine of Rolf Institute Members, Boulder, CO, ending with Vol. 18(1):24-25, 1989, 1990
24. Henatsch H-D: *Bauplan der peripheren und zentralen sensomotorischen Kontrollen*. In: Physiologie des Menschen, Vol. 14. Urban & Schwarzenberg, Munchen, 1976
25. Schleip R.: *Fascial plasticity – a new neurobiological explanation*. Journal of Bodywork and Movement Therapies 7(1):11-19 and 7(2):104-116; 2003
26. Glaser V.: *Eutonie*. Karl F. Haug Verlag, Heidelberg, 1980
27. Basmajian J.V., De Luca C.J.: *Muscles alive - their function revealed by electromyography*. 5th edition. Williams & Wilkins, Baltimore, USA, pp 212, 1985

28. Schleip W., Klingler F., Lehmann-Horn: *Active fascial contractility: Fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics*. Medical Hypotheses, Volume 65, Issue 2, Pages 273 - 277 R
29. Souchard P.: *Basi del metodo di rieducazione posturale globale* - Editore Marrapese, 1994
30. Head S.I. and Bush B.M.: *Reflex actions of one proprioceptor on the motoneurones of a muscle receptor and their central modulation in the shore crab*. *J Physiol* Vol 437 pp 49-62
31. Janda V.: *On the concept of postural muscles and posture in man*. Aust J Physiother 29: 83-84; 1983
32. Janda V.: *Muscles, central nervous motor regulation and back problems: in "Neurobiologic mechanisms in manipulative therapy*. Edited by M. Korr, New York, Plenum Press, p. 27-41, 1978
33. Janda V. *Muscle weakness and inhibition (pseudoparesis) in back pain syndromes*. In "Modern Manual Therapy of the Vertebral Column" edited by GP Grieve, New York, Churchill-Livingston, p. 197-201, 1986
34. De Marchi L., Valenzi V.: *Wilhelm Reich. Una formidabile avventura scientifica ed umana*. Macro Edizioni, 2007
35. Eble J.N.: *Patterns of response of the paravertebral musculature to visceral stimuli*. American Journal of Physiology 198: 429–433, 1960
36. MÉZIÈRES F.: *Révolution en gymnastique orthopédique*. Amédée Legrand et compagnie, 1949
37. Gellhorn Ernst: *Autonomic imbalance and the hypothalamus*. University of Minnesota Press, 1957
38. Stecco Luigi, Stecco Carla: *Manipolazione Fasciale. Parte pratica*. Piccin Nuova Libraria, 2007
39. Stecco Luigi: *La manipolazione neuroconnettivale. Disfunzioni segmentarie dell'apparato locomotore*. Marrapese, 1996
40. Athenstaedt H.: *Permanent Electric Polarisation and Pyroelectric behaviour of the Vertebrate Skeleton*. Z Zellforsch 1969
41. Rengling Gunter: *Magnetic fields and connective tissue regulation*. Electromagnetic Biology and Medicine, Vol 20, Issue 2 June 2001
42. Bistolfi F.: *Biostructures and Radiation Order Disorder*. Vol. di 302 pag. Edizioni Minerva Medica, Torino, 1991
43. FULLER R.B.: *Synergetics*. Macmillan, New York, 1975
44. INGBER D.E.: *The Architecture of Life*. Scient Am Mag. 1998
45. Schleip R.: *Fascial plasticity – a new neurobiological explanation*. Journal of Bodywork and Movement Therapies 7(1):11-19 and 7(2):104-116, 2003
46. Scoppa Fabio: *Lombalgie e apparato locomotore. Attuali orientamenti patogenetici e terapeutici*. Edi-Ermes, Milano, 1998
47. Gallozzi C.: *Il ruolo dell'equilibrio corporeo nella traumatologia dello Sport*. Medicina dello Sport - Edizioni Minerva Medica Volume 56 – n. 4 – Dic. 2003