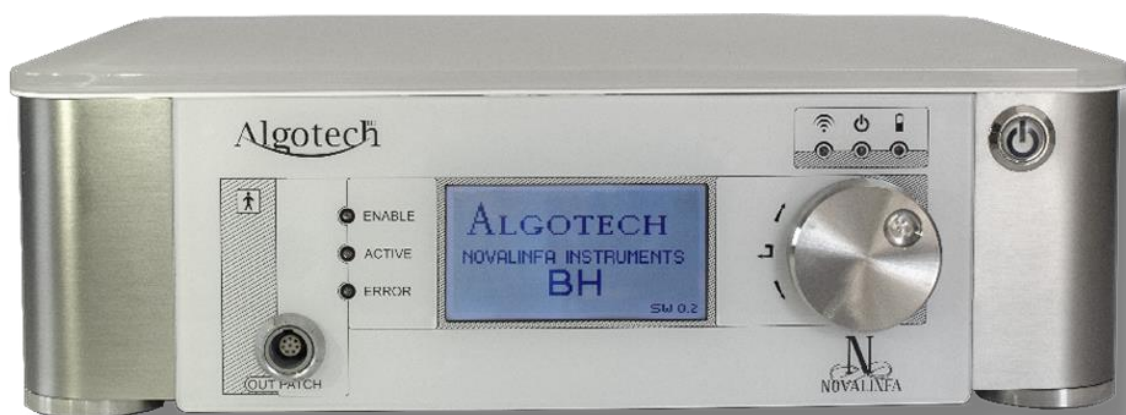


**Talamonti**  
INNOVATE TO WIN

**COME FUNZIONA ALGOTECH BH**



# Razionale Micro Impulsi ALGOTECH<sup>BH</sup>

## Introduzione

Si parte dal concetto che l'uomo non è soltanto una semplice somma di meccanismi biochimici e fisici, ma può essere concepito come il prodotto di interazioni elettromagnetiche (uomo bioelettrico) che a livello molecolare promuovono le dinamiche biochimiche, e a livello sistemico mettono in comunicazione le varie strutture biologiche.

Essendo totalmente in comunicazione l'organismo reagisce globalmente agli stimoli che lo deviano dal suo comportamento fisiologico: le azioni di risposta e la conseguente organizzazione dei sistemi fisiologici inizialmente propedeutiche per l'organismo (l'infiammazione per combattere il danno, compensazioni strutturali per allontanarsi dal dolore) creano degli squilibri **fisico-elettrico-chimici** che, se non risolti in tempi fisiologici possono portare a malattie degenerative o croniche. (U.Grieco, "L'uomo Elettromagnetico", Guna Editore, 2003)

**È possibile eliminare tale squilibri in quanto, essendo bioelettrico, il nostro substrato biologico risponde alle stimolazioni energetiche in maniera totale:** una stimolazione di tipo elettrico può innescare a catena stimolazione di tipo fisico e chimico. (Nordenström. BEW. *Biologically closed electric circuits: clinical, experimental and theoretical evidence for an additional circulatory system.* Stockholm: Nordic Medical Publications, Ostermalmsgatan 46.S-114 26 Stockholm, Sweden, 1983.)

## Razionale biologico

**La cellula**, mattone fondamentale di ogni tessuto, svolge le sue funzioni seguendo un programma genetico modulato dagli stimoli che la circondano solo in una condizione di *normale omeostasi* tra le varie leggi.

- Legge chimica: per mantenere il suo corretto funzionamento la cellula deve mantenere all'interno un'alta concentrazione di potassio e una bassa concentrazione di sodio (proprietà di condensatore). Dato che all'esterno della cellula il livello di potassio è basso e quello di sodio è alto la cellula utilizza la pompa sodio/potassio per regolare la concentrazione dei minerali intra ed extra cellulare.
- Leggi elettriche: questa rotazione dei minerali genera, e allo stesso tempo viene influenzata, da un campo elettrico o energia elettrica

Crocevia di tutti i sistemi fisiologici, il **sistema connettivo** trasmette ogni genere di informazioni e mediante le sue proprietà è il protagonista di tutte le leggi a cui soggiace il nostro organismo, influenzando l'omeostasi tissutale:

- Legge fisica: varia il suo stato da gel a sol mediante la regolazione del grado di polimerizzazione dei suoi componenti (tessuto tissotropo)
- Legge chimica: quando è in fase sol consente un flusso incessante di molecole (nutrienti, mediatori chimici, ioni e sostanze di rifiuto) tra il compartimento ematico e quello cellulare
- Legge elettrica: le sue fibre hanno proprietà conduttive che gli permettono di trasmettere impulsi elettrici sia endogeni che esogeni.

Tessuto nervoso:

- Legge elettrica: la trasmissione degli impulsi nervosi si basa sull'alterazione del normale equilibrio di cariche presenti sulla superficie interna e quella esterna della membrana che comportano modificazioni transitorie dei flussi di correnti che entrano ed escono dalle cellule
- Legge chimica: variazione dell' equilibrio chimico, a causa della presenza di sostanze algogene (istamina, sostanza P, PG, acido lattico, bradichinine, catecolamine, ecc.), inducono la trasmissione del segnale doloroso.
- Legge fisica: stiramento dei nocicettori attiva la trasmissione dolorosa

Tessuto muscolare

Legge chimico - elettrica: nella placca neuromuscolare affinché l'impulso nervoso superi lo spazio post-sinaptico è necessaria la liberazione di un neurotrasmettitore, nello specifico di acetilcolina.

## Principio fisico

Da quanto esposto si nota come equilibri fisici, chimici e elettrici siano interconnessi, presenti in ogni tessuto e come l'uno possa influenzare l'altro.

Generalmente, stimolazioni esterne che colpiscono sistemi in equilibrio ne provocano una reazione con seguente variazione dei suddetti equilibri. Quest'ultima considerazione vale anche per il corpo e la stimolazione esterna può essere rappresentata dal segnale generato dalla macchina.

Come esposto precedentemente tutte le cellule (non solo quelle eccitabili) hanno proprietà elettriche che si prendono forma nella loro capacità di immagazzinare (potenziale di membrana) e movimentare ioni.

L'esistenza del potenziale di membrana dipende da due fattori: il primo, l'ineguale distribuzione di ioni carichi sulle due facce della membrana (gli ioni K<sup>+</sup> sono circa 50 volte più concentrati all'interno che all'esterno, mentre gli ioni Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> sono da 15 a 40 volte più concentrati all'esterno; infine, nel citosol si trovano elevate concentrazioni di anioni organici assenti nel liquido interstiziale); il secondo, è la permeabilità selettiva della membrana verso specifici ioni.

La permeabilità della membrana dipende dai suoi canali ionici che, oltre a lasciar passare gli ioni, posseggono anche la proprietà importante di riconoscerli e selezionarli. Infatti, la selettività generale di una membrana per le singole specie ioniche dipende dalle rispettive proporzioni con cui sono aperti i diversi canali ionici della cellula

In generale la forza che spinge gli ioni attraverso la membrana cellulare, determinandone il flusso ionico, è espressa dalla relazione:

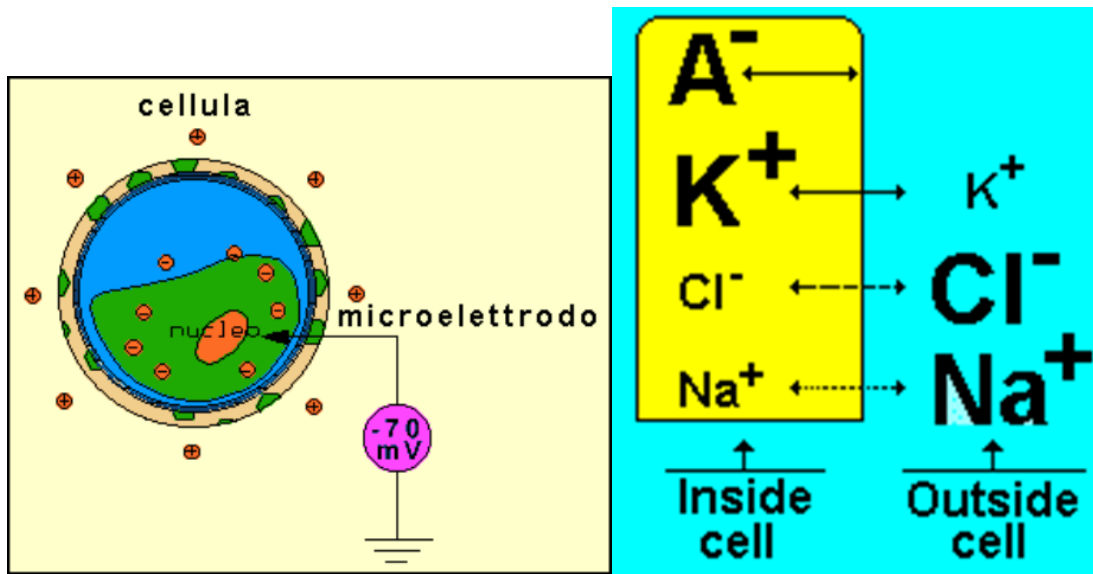
**flusso ionico = (f.m. chimica + f.m. elettrica) \* conduttanza ionica,**

dove **f.m. chimica** indica la forza motrice promossa dal gradiente di concentrazione

**f.m. elettrica** indica la forza motrice promossa dalla differenza di potenziale elettrico che rappresenta l'energia immagazzinata in una quantità di carica

**la conduttanza** si riferisce alla misura in cui la membrana è permeabile e, quindi, in grado di veicolare le cariche.

Da ciò si deduce che il flusso degli ioni portatori della corrente ubbidisce solo raramente alle semplici leggi della elettrodiffusione (Legge di Ohm), poiché questo flusso soggiace anche a leggi chimiche.



La diffusione di ioni dallo spazio ad alta concentrazione verso quello a bassa concentrazione ad una velocità che dipende dal gradiente di concentrazione e dalla permeabilità della membrana è regolato dalla legge di Fick:

$$J_d = -DA \frac{dC}{dx}$$

dove D è la costante di diffusione, A l'area interessata dal flusso, C' il gradiente di concentrazione (per semplicità si considera solo la derivata lungo una direzione).

Tale flusso comporta un accumulo di cariche sui lati della membrana andando a generare un campo elettrico che induce a sua volta un flusso di cariche che si oppone al flusso generato dal gradiente.

L'espressione del flusso dovuto al campo elettrico è:

$$J_e = -DAzCF \frac{V'}{RT}$$

dove z è la valenza dello ione diffuso, F e R le costanti di Faraday e dei gas, T la temperatura assoluta, V' il gradiente di potenziale.

L'equilibrio dinamico viene raggiunto quando i due flussi si bilanciano:

$$J_d + J_e = 0$$

Sostituendo le corrispondenti espressioni si ottiene:

$$-DAC' - DAzCF \frac{V'}{RT} = 0$$

Semplificando D, A e riscrivendo si ricava:

$$\frac{C'}{C} = -zFV'/(RT)$$

Integrando attraverso la membrana con estremi lo spazio intracellulare e quello extracellulare si ottiene:

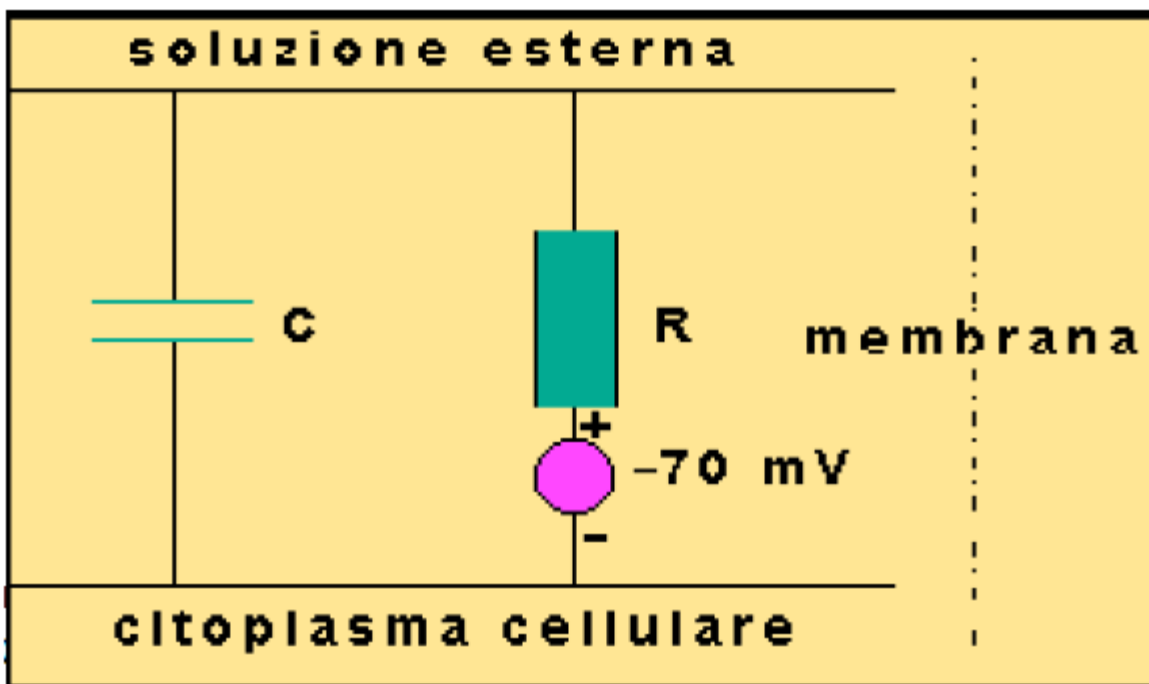
$$\ln (C_{ext}/C_{int}) = zF/(RT) (V_{int} - V_{ext})$$

Il potenziale di Nerst relativo ad una sostanza può venir interpretato come quel potenziale che deve sussistere tra l'interno e l'esterno della cellula affinché non vi sia un flusso netto di quella sostanza attraverso la membrana stessa.

**Attraverso questa equazione si comprende come impulsi esogeni elettrici e negativi che creano una forte variazione di  $V_{ext}$  (fisiologicamente positivo) comportano il disequilibrio del sistema e la creazione di flussi ionici intra e extracellulari che tendono a riportare all'omeostasi.**

Tale comportamento è ulteriormente comprensibile se si considera il modello elettrico della membrana cellulare: essa separando cariche elettriche si comporta come un condensatore. La membrana non è perfettamente isolante ed è attraversata da un certo numero di ioni perciò, oltre ad un valore di capacità, presenta anche una resistenza elettrica. Pertanto il modello elettrico semplificato delle cellule umane è rappresentato da un condensatore C in parallelo con una resistenza R e, da un generatore di tensione che rappresenta il potenziale di riposo determinato dalla diversa concentrazione di ioni nella cellula.

Quindi è logico percepire che se aumentando la differenza di potenziale si incrementa il valore del generatore di tensione comportando..



Dato che, come anticipato, il flusso degli ioni non ubbidisce solo alle leggi della elettrodiffusione (Legge di Ohm) è necessario ampliare il modello.

Il più importante modello per descrivere il comportamento della membrana cellulare è stato sviluppato da Alan Hodgkin e Andrew Huxley (premi nobel per la medicina e la fisiologia nel 1963) ed è descritto dall'equazione:

$$C_m V' + I_{ion}(V, t) = 0$$

dove  $V = V_{int} - V_{ext}$  ( $V$  è la differenza tra il potenziale interno e quello esterno),  $C_m$  è la capacità di membrana e  $I_{ion}$  sono le correnti ioniche attraverso la membrana le più importanti delle quali sono quelle dovute agli ioni sodio  $Na^+$ , potassio  $K^+$  e cloro  $Cl^-$ .

Si può descrivere un modello completo tenendo conto che:

- i flussi di ioni avvengono lungo canali ionici specifici ciascuno caratterizzato da una determinata resistenza;
- gli ioni si muovono lungo i canali grazie al potenziale di membrana (descritto dall'equazione di Goldman che combina i potenziali di Nerst di ciascun ione);
- all'equilibrio la differenza di concentrazione di ioni sono mantenute da una pompa attiva che bilancia i flussi di sodio e potassio.

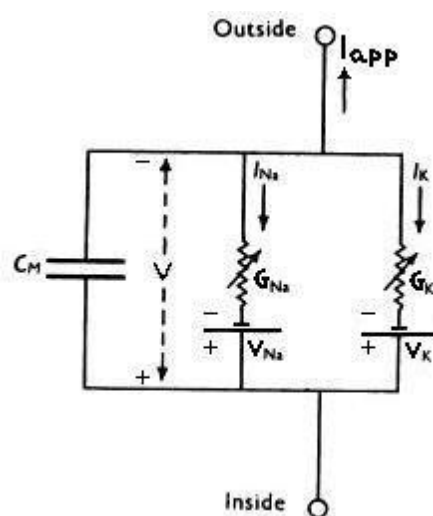
Il contributo delle correnti degli ioni di sodio e potassio viene considerato rilevante ai fini dell'analisi elettrica della membrana cellulare a differenza di altri ioni (il cloro ad esempio) i cui contributi vengono conglobati in un'unica corrente di dispersione.

Seguendo questa logica l'equazione diventa:

$$C_m V' + g_{Na} (V - V_{Na}) + g_K (V - V_K) + g_L (V - V_L) = I_{pump} + I_{app}$$

dove  $g_{Na}$  e  $g_K$  sono le conduttanze del sodio e del potassio,  $g_L$  la conduttanza dovuta agli altri ioni,  $V_{Na}$  e  $V_K$  sono i potenziali di Nerst rispettivamente di sodio, potassio,  $V_L$  il potenziale di Nerst di tutti gli altri ioni ed infine  $I_{pump}$  è la corrente che rappresenta la pompa sodio- potassio mentre  $I_{app}$  è la corrente applicata dovuta allo stimolo. Il modello di Hodgkin – Huxley è una versione semplificata del modello più generale, in cui non si considera il ruolo della pompa sodio – potassio. L'equazione del modello diventa:

$$C_m V' = - g_{Na} (V - V_{Na}) - g_K (V - V_K) + I_{app}$$



L'intuizione fondamentale alla base del modello è che le conduttanze degli ioni non sono costanti ma sono tutte funzioni del potenziale di membrana  $V$ . In più è stato studiato che per un aumento del potenziale di membrana, la permeabilità aumentava diversamente per i vari ioni presenti. Poiché il potenziale di membrana è funzione delle conduttanze degli ioni che a loro volta dipendono dal potenziale di membrana,

l'unica possibilità per studiare il sistema era quella di mantenere un potenziale costante nel tempo. Per questo scopo Hodgkin e Huxley inventarono la tecnica del "voltage clamp" (Alan Hodgkin, Andrew Huxley *A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve pp. 507-518*). Mediante questa tecnica, i due studiosi scoprirono che quando la differenza di potenziale veniva aumentata di quantità discrete e poi tenuta fissa, la corrente ionica totale dapprima era diretta verso l'interno ma in seguito si sviluppava una corrente diretta verso l'esterno.

## Conclusioni e azioni fisiologiche indotte

Da ciò si deduce che un impulso elettrico esogeno è in grado di variare il potenziale della membrana cellulare, che comporta un aumento della permeabilità della membrana stessa (aumento conduttanza ioni) producendo un flusso ionico diretto verso l'interno che poi si tramuta in uno diretto verso l'esterno in quanto la cellula deve ripristinare la propria omeostasi.

La variazione del potenziale elettrico condiziona direttamente il passaggio attraverso la membrana cellulare di tutte le particelle che possiedono una carica elettrica (ioni inorganici ed organici), mentre condiziona indirettamente tutti i processi di trasporto delle sostanze nutritive e dei metabolici con immediato effetto biochimico (azione enzimatica, sintesi proteica, proliferazione cellulare...) (Cho M.R. et al. *Integrin Dependent Human Macrophage Migration Induced by Oscillatory Electrical Stimulation. Ann. Am. Biomed. Eng. 2000, 28: 234243.*)

I microimpulsi ripristinano, utilizzano l'attività bioelettrica endocellulare con un meccanismo "feedback", per riassetare il normale status biologico nel tessuto danneggiato dalla patologia o dal trauma con conseguente scomparsa del dolore. (Mendonica A.C. et al. *Directly Applied Low Intensity Direct Electric Current Enhances Peripheral Nerve Regeneration in Rats. J. Neurosci. Methods 2003, 129: 183190*)

Il potenziato flusso elettrico si traduce in un beneficio che si espande come una reazione a catena in tutti i tessuti:

- trasmissione delle informazioni verso tutte le cellule sotto forma di rinnovata corrente elettrica endogena attraverso le fibre conduttive del tessuto conduttivo: la comunicazione è alla base della regolazione e della conservazione dell'omeostasi
- la corrente endogena che scorre nel tessuto connettivo permette il ripristino/mantenimento del fisiologico stato fisico (sol) dello stesso tessuto e chimico (allontanamento di sostanze flogogene ecc..) (Berger P. *Electrical Pain Modulation for the Chronic Pain Patients. South African J. Anaesth, and Analg. 1999, 5: 1419*)
- comunicazione di informazione contenuta in segnali elettrici, sia tra parti diverse di una stessa cellula eccitabile, sia tra cellule eccitabili vicine. La più vistosa di queste manifestazioni elettriche è indubbiamente il "potenziale di azione", cioè quel brevissimo impulso che si propaga con varia frequenza nelle fibre nervose e nelle fibre muscolari: tale corretta comunicazione è alla base di un sano sistema di comunicazione nervoso e di un fisiologico comportamento del tessuto muscolare (miorilassamento). (Savtchenko L.P. et al. *Electric Fields of Synaptic Currents Could Influence Diffusion of Charged Neurotransmitter Molecules. Synapse 2004, 51: 270278*  
Goldman R.J. et al. *Electrotherapy Reverses Inframalleolar Ischemia: A Retrospective Observational Study. Adv. Skin Wound Care 2003, 16:7989*)
- miglioramento del microcircolo locale a causa dell'ambiente nel pieno di rinnovata energia che induce risposte naturali e ripresa della funzionalità con conseguente riossigenazione tissutale (Evans R.D. et al. *Electrical Stimulation with Bone and Wound Healing. Clin. Podiatr. Med. Surg. 2001, 18: 7995*)

- blocca la trasmissione del dolore attraverso la stimolazione delle fibre A-β (Teoria del Gate Control, Melzack e Wall, 1965): l'attivazione delle fibre non nocicettive chiude il cancello e blocca la trasmissione del dolore Melzack R. et al. Pain Mechanisms: A New Theory. Science 1965, 150: 971979 Melzack R. The Gate Control Theory of Pain. Canad. Health Res. 1992)

## Descrizione tecnica impulsi Algotech

Sequenza di treni di microimpulsi elettrici ad alto voltaggio, gestiti in intensità e frequenza dal software integrato. I microimpulsi vengono opportunamente modulati in frequenza, ampiezza e durata, in grado di interagire con i tessuti biologici in base alla resistenza alla loro resistenza.

Inoltre ogni programma è studiato appositamente per risolvere gli adattamenti specifici per ciascuna patologia in modo da interagire in maniera diversa ma selettiva con strutture anatomiche e attività biochimiche cellulari diverse così da ottenere bioazioni multiple.

I microimpulsi inducono il tessuto trattato a utilizzare sostanze endogene e energia metabolica prodotte dalle stesse cellule in questo modo si riescono a raggiungere anche i tessuti più profondi (Takata S. et al. *Difference in Energy Metabolism and Neuromuscular Transrnission between 30Hz and 100Hz Stimulation in Rat Skeletal Muscle. Arch. Phys. Med. Rehabil. 2001, 82: 666670*)

## Microimpulsi

L'applicazione del segnale terapeutico controllato da questa parte dell'apparecchiatura viene eseguito mediante elettrodi applicati direttamente sulla cute.

I microimpulsi modulati sono in grado di variare il potenziale della membrana cellulare, comportandone un aumento della permeabilità della membrana stessa (aumento conduttanza ioni) producendo un flusso ionico diretto verso l'interno che poi si tramuta in uno diretto verso l'esterno in quanto la cellula deve ripristinare la propria omeostasi.

La variazione del potenziale elettrico condiziona direttamente il passaggio attraverso la membrana cellulare di tutte le particelle che possiedono una carica elettrica (ioni inorganici ed organici), mentre condiziona indirettamente tutti i processi di trasporto delle sostanze nutritive e dei metabolici con immediato effetto biochimico (azione enzimatica, sintesi proteica, proliferazione cellulare...) (Cho M.R. et al. *IntegrinDependent Human Macrophage Migration Induced by Oscillatory Electrical Stimulation. Ann. Am. Biomed. Eng. 2000, 28: 234243.*)

**I microimpulsi utilizzano l'attività bioelettrica endocellulare con un meccanismo "feedback" per riassetare il normale status biologico nel tessuto danneggiato dalla patologia o dal trauma con conseguente scomparsa del dolore.** (Mendonica A.C. et ai. *Directly Applied Low Intensità Direct Electric Current Enhances Peripheral Nerve Regeneration in Rats. J. Neurosi. Methods 2003, 129: 183190*)



Il potenziato flusso elettrico si traduce in un beneficio che si espande come una reazione a catena in tutti i tessuti che porta ad abbattere il dolore, non solo con l'interruzione della trasmissione del dolore, ma anche, e soprattutto, con il ripristino dell'omeostasi tissutale. Questo omeostasi riattivato permette di avere risultati duraturo.

Infatti i microimpulsi agiscono innanzitutto sul tessuto nervoso provocando un **abbattimento del dolore**:

- induce un fisiologico blocco della trasmissione nel nervo, stoppando in questo modo ogni stimolo doloroso che arriva dal sistema periferico.

*Noble JG, Henderson G, Cramp AF, et al. "Effect of interferential therapy upon cutaneous blood flow in humans", Clin Physiol 2000; 20(1): 2-7.)*

L'abbattimento del dolore, dovuto al flusso di ioni che, urtando contro sostanze flogogene e macromolecole, fungono come pompa spingendole verso il drenaggio linfatico. Tale azione è agevolata dallo stato sol del tessuto connettivo, divenuto più fluido a causa dell'azione dei microimpulsi: la corrente endogena che scorre nel tessuto connettivo permette il ripristino/mantenimento del **fisiologico stato fisico (sol)** di tale tessuto.

Inoltre il potenziale di azione che i microimpulsi riescono a innescare sulle fibre muscolari permette un ripristino del fisiologico comportamento del tessuto muscolare (miorilassamento).

Infine i microimpulsi inducono un **miglioramento del microcircolo** locale a causa della produzione locale di citochine coinvolte nei processi di neoangiogenesi, con conseguente crescita esponenziale dei fenomeni metabolici in genere con apporto di ossigeno e metaboliti, rimozione di cataboliti, aumento del letto vasale e possibilità di processi riparativi e ricostruttivi

Inoltre la rinnovata energia induce risposte naturali e ripresa della funzionalità (Evans R.D. et al. Electrical Stimulation with Bone and Wound Healing. Clin.Podiatr. Med. Surg. 2001, 18: 7995).