

Terapia fisica strumentale antinfiammatoria ad intelligenza artificiale

Tesi di laurea in Scienze Motorie Biosanitario

Dr.ssa Giulia Matilde Genitoni

Insegnamento di Tecnologie dello sport e fitness

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

Introduzione	5
1. Infiammazione	1
1.1 Infiammazione acuta	4
1.2 Infiammazione cronica	5
1.3 Trattamento di primo soccorso (PRICE)	7
1.4 Scala VAS	8
2. Diagnostica strumentale	10
3. Patologie del trapezio	13
4. Anatomia funzionale del trapezio	17
5. Esercizi utili	21
6 Terapie fisiche strumentali	22
6.1 TENS	22
6.2 Gli Ultrasuoni	23
6.3 Onde d'Urto	25
6.4 Laser	26
6.5 Magnetoterapia	27
6.6 Tecar (a Trasferimento Elettrico Capacitivo e Resistivo)	28
7. La strumentazione MYOGEN®	32
7.1 Ricerche scientifiche	36
8. Utilizzo di Myogen nel muscolo trapezio	41
8.1 Basi scientifiche e tecnologiche	41
8.2 Materiale e metodi	44
8.3 Risultati	47
8.4 Discussione	49

Introduzione

(1) Questa tesi nasce dalla constatazione di un nuovo ed importante campo di ricerca in ambito scientifico denominato Elettroceutica. Alla base di questo studio vi è un forte interesse, da parte di grandi aziende internazionali, nella tecnologia e nella ricerca scientifica applicata alla medicina in ambito, non solo diagnostico, ma anche terapeutico. Queste nuove tecnologie basate sull'impiego di Intelligenza Artificiale (IA) progrediscono di giorno in giorno con grandissima velocità lasciando intravedere ampi spazi di intervento in moltissimi ambiti della medicina.

La scelta di questo argomento è nata dalla possibilità di conoscere, studiare ed impiegare un nuovo elettromedicale, sviluppato nel centro medico dove lavoro, denominato Myogen®. Anche questa nuova metodica è basata sull'impiego di IA ed è frutto di ricerca e sviluppo integralmente Italiane.

In passato, avevo effettuato un tirocinio per ottenere la qualifica di MCB in un ospedale pubblico della provincia di Milano, presso l'ambulatorio di terapie fisiche dove ho potuto sperimentare direttamente l'impiego della classica strumentazione fisioterapica quotidianamente utilizzata in tutti i centri, privati e pubblici, del territorio nazionale.

Ho avuto, pertanto, la possibilità di poter provare personalmente ognuna delle metodologie attualmente in uso ed essere in grado, successivamente, ed in modo oggettivo, di confrontarne i risultati con l'impiego di Myogen®.

Myogen® per la sua velocità e precisione di analisi e correzione degli stati infiammatori, potrebbe rappresentare una importante svolta in campo sportivo, riabilitativo, post trauma e, più in generale, come primo presidio in campo antalgico.

1. Infiammazione

Per flogosi, o infiammazione, si intende un meccanismo di difesa innato ed aspecifico adottato dall'organismo umano in risposta ad un danno cellulare provocato da agenti di varia natura. L'infiammazione è un processo prevalentemente localizzato che ha l'obiettivo sostanziale di eliminare la causa del danno cellulare o tissutale ed avviare il processo di riparazione e rigenerazione, grazie anche all'intervento delle cellule del sistema immunitario.

Fra gli elementi più comuni capaci di sviluppare la flogosi rientrano:

- Traumi fisici (ferite da taglio, stress muscolari eccessivi, traumi da urto e impatto, ecc.)
- Ustioni
- Congelamento
- Radiazioni
- Acidi
- Veleni
- Alkali
- Agenti ossidanti
- Microrganismi (es. infezioni da virus, funghi e batteri)
- Reazioni allergiche
- Patologie autoimmuni (es. artrite reumatoide, alcune forme di epatite, neuropatia diabetica, gastrite, ecc.)

I segni cardinali della flogosi sono rappresentati da:

- *Rubor*: arrossamento, determinato dall'aumentato flusso di sangue nell'area interessata, secondario a vasodilatazione e crescita della permeabilità vasale necessari per far penetrare le cellule del sistema immunitario e la fuoriuscita delle sostanze di scarto
- *Tumor*: gonfiore, aumento del volume composto dall'essudato
- *Calor*: calore, l'aumentato flusso sanguigno porta all'aumento di temperatura che in caso di infiammazione importante può portare anche a stati febbrili
- *Dolor*: dolore, dato dalla sollecitazione delle terminazioni nervose da parte dell'essudato e le componenti infiammatorie.
- *Functio lesa*: compromissione delle funzioni della zona interessata

Il processo infiammatorio può essere locale, con modificazioni del microcircolo, e con una risposta sistemica prodotta da cellule immunitarie di diversi organi come ipotalamo, fegato, midollo osseo ecc.

A livello biochimico, l'infiammazione coinvolge diverse molecole, tra cui citochine, chemochine, enzimi proteolitici e radicali liberi.

Le citochine sono molecole prodotte dal sistema immunitario, come linfociti e macrofagi, in risposta a un segnale di danno o di infezione.

I microorganismi patogeni, tessuti danneggiati, cellule infettate da virus, vengono riconosciuti grazie a un sistema di molecole recettoriali definite “*pattern recognition receptors*” (PRR). I PRR attivano i primi meccanismi di difesa, i primi processi di infiammazione e la riparazione dei tessuti.

Le citochine possono essere classificate in diverse categorie, tra cui le citochine pro-infiammatorie, anti-infiammatorie, chemochine, citochine regolatorie, citochine di crescita e citochine di differenziazione.

Le citochine pro-infiammatorie, come l'interleuchina-1 (IL-1), l'interleuchina-6 (IL-6) e il fattore di necrosi tumorale alfa (TNF- α), contribuiscono alla distruzione dei patogeni e alla riparazione dei tessuti danneggiati.

Le citochine anti-infiammatorie, come l'interleuchina-10 (IL-10) e il fattore di crescita trasformante beta (TGF- β), svolgono invece un ruolo importante nella regolazione della risposta immunitaria e diminuzione dell'inflammation.

Le chemochine, come la chemochina CC ligando 2 (CCL2), sono coinvolte nella migrazione delle cellule immunitarie verso i tessuti con sede di infiammazione/infezione.

Le citochine regolatorie, come l'interleuchina-2 (IL-2), svolgono un ruolo importante nella crescita, sopravvivenza e funzione delle cellule del sistema immunitario.

Le citochine di crescita, come il fattore di crescita dei fibroblasti (FGF) e il fattore di crescita epidermico (EGF), promuovono la crescita e la sopravvivenza delle cellule del tessuto.

Le citochine di differenziazione, come l'interleuchina-4 (IL-4) e l'interleuchina-12 (IL-12), svolgono una differenziazione ed attivazione delle cellule immunitarie.

Le citochine sono importanti per il funzionamento del sistema immunitario, ma possono anche essere coinvolte in diverse patologie, come malattie autoimmuni, allergie, tumori e malattie infettive.

Gli enzimi proteolitici, come le metalloproteasi di matrice (MMP), sono responsabili della degradazione del tessuto danneggiato e della matrice extracellulare, coadiuvando la migrazione delle cellule del sistema immunitario nell'area infiammata.

I radicali liberi (superossido, perossido di idrogeno) sono prodotti da cellule del sistema immunitario, come i neutrofili, per distruggere gli agenti patogeni.

1.1 Infiammazione acuta

È caratterizzata da una rapida insorgenza nel microcircolo in seguito ad una lesione. Successivamente alla liberazione dei prodotti vasoattivi si osserva una rapida vasocostrizione, stimolata da adrenalina e noradrenalina, che interessa le arteriole dell'area a cui segue la dilatazione dei vasi grazie all'istamina la quale agisce come vasodilatatore che porta un rilassamento della muscolatura liscia dei vasi e degli sfinteri precapillari con conseguente aumento del flusso sanguigno nell'area interessata (rubor e calor).

La permeabilità capillare, aumentando, facilita la fuoriuscita di fluidi a pH acido e di alcune proteine, andando a formare l'essudato che si raccoglie negli spazi interstiziali dei tessuti, il quale determina, a sua volta, la formazione dell'edema (tumor).

Il dolore (dolor) è avvertito tramite le terminazioni nervose, chiamate nocicettori, in grado di rilevare danni o lesioni ai tessuti del corpo.

I nocicettori inviano segnali elettrici attraverso le fibre nervose che raggiungono il midollo spinale e poi il cervello, dove vengono elaborati e interpretati come sensazione di dolore.

Durante un'infezione o una lesione, le cellule danneggiate rilasciano sostanze chimiche, come prostaglandine, bradichinine e sostanza P, che, tramite la costruzione di un gradiente di concentrazione, attivano i nocicettori con conseguente aumento della percezione del dolore.

Il sistema nervoso centrale è in grado di produrre, durante l'esercizio fisico o in situazioni di stress, le endorfine e altre sostanze simili che hanno la potenzialità di ridurre la percezione del dolore.

I globuli bianchi, quando lasciano i vasi, attraverso il gradiente di concentrazione instaurato dal processo infiammatorio medesimo, raggiungono il tessuto danneggiato portando ad una compromissione funzionale (*functio laesa*).

I risultati del processo infiammatorio possono sfociare in tre differenti evoluzioni: guarigione, cronicizzazione oppure necrosi dei tessuti colpiti.

Fra gli effetti sistemici dell'infiammazione acuta si verifica normalmente un aumento della temperatura corporea (febbre), un innalzamento della concentrazione di proteine nel plasma, nonché un aumento della quantità di neutrofili nel sangue.

1.2 Infiammazione cronica

Anche detta istoflogosi, si verifica in quei casi in cui la componente acuta non si è risolta perché nel tempo non è stata rimosso il processo infiammatorio.

L'infiammazione cronica può essere diagnosticata attraverso test di laboratorio che misurano i livelli di marcatori dell'infiammazione nel sangue, come la proteina C-reattiva (CRP) e l'interleuchina-6 (IL-6).

Il trattamento dell'infiammazione cronica dipende dalla causa sottostante e può includere farmaci antinfiammatori, terapie immunosoppressive.

Sebbene l'infiammazione sia una risposta naturale del corpo, l'infiammazione cronica può essere dannosa e contribuire allo sviluppo di malattie croniche come l'aterosclerosi, il diabete

e il cancro. Per questo motivo, è importante mantenere uno stile di vita sano e cercare di ridurre lo stress e l'infiammazione attraverso una dieta equilibrata, l'esercizio fisico regolare e il controllo del peso.

In questa fase si verifica una riduzione dei fenomeni vascolari che caratterizzano l'infiammazione acuta e si verifica una prevalenza dei fenomeni citologici rispetto a quelli vascolari.

Fra le cause dello sviluppo dell'infiammazione cronica possiamo trovare:

- Infezioni persistenti da microrganismi (es. funghi, da HCV, micobatteri, parassiti , ecc.)
- Esposizione a sostanze tossiche esogene e/o endogene
- Patologie autoimmuni

È possibile distinguere due principali tipologie di infiammazione cronica: interstiziale e granulomatosa. Nel primo caso l'infiammazione cronica il tessuto diventa fibrotico e ne diminuisce la sua funzionalità.

L'infiammazione granulomatosa invece è caratterizzata da un aumento importante di macrofagi che aumentano le proprie dimensioni.

Un granuloma rappresenta un'area di infiammazione cronica contenente cellule epitelioidi circondate da fibroblasti linfociti e plasmacellule ed originano da corpi estranei che potrebbero essere per esempio spine, schegge ecc, oppure microrganismi (virus, batteri, parassiti, miceti, batteri) prodotti microscopici organici e inorganici.

Traumi sportivi come contusioni, strappi muscolari e distorsioni causano tumefazioni di lieve entità, queste possono diventare violacee, assumendo un aspetto discromico dopo un giorno, e poi giallo/bruno, nei giorni successivi. In caso di sintomi più gravi, come deformità o addirittura impossibilità a camminare, muovere la parte lesa, oppure dolore intenso, si può essere in presenza di lussazione ovvero spostamento dell'osso nell'articolazione oppure una separazione parziale (sublussazione).

1.3Trattamento di primo soccorso (PRICE)

Contusioni e stiramenti o distorsioni lievi possono essere trattati subito con la terapia PRICE (Protection, Rest, Ice, Compression, and Elevation - protezione, riposo, ghiaccio, compressione ed elevazione), azioni queste che accelerano la guarigione, riducono il dolore ed il gonfiore. Qualora l'area coinvolta dal trauma non dovesse rispondere al trattamento, è suggerito procedere con esami di approfondimento come RM.

1.4 Scala VAS



1 Scala (VAS) del dolore

La scala Vas (fig.1) viene utilizzata per la prima volta nel 1921 da Hayes e Patterson, principalmente per ricerche epidemiologiche e cliniche. il livello percepito del dolore è molto difficile perché rimane una valutazione soggettiva da parte del paziente non essendo quantificabile ne verificabile.

Per questo motivo lo “strumento” maggiormente utilizzato per quantificare il dolore è la scala del dolore, definita anche VAS (Visual Analogue Scale).

Questa scala riporta da sinistra a destra numeri che vanno da 0 a 10 tante volte associati a colori che vanno dal verde, rappresentante una condizione di benessere, al rosso che rappresenta una condizione di allerta e di sofferenza.

Questo è il modo più semplice e veloce per aiutare visivamente il paziente a riconoscere e quantificare di conseguenza il proprio livello di dolore percepito e le sue successive variazioni.

Risulta inoltre utile anche per dare un feedback all'operatore che si prende cura del soggetto in questione.

Il test può essere svolto più volte al giorno, a distanza di ore, giorni e settimane a seconda se il dolore è di tipo acuto o cronico, questa scala trova particolare utilità nelle persone all'arrivo in pronto soccorso.

Gli svantaggi con questo tipo di valutazione sono i seguenti:

1 Valutazione soggettiva a seconda del paziente

2 I pazienti non devono avere deficit visivi e cognitivi

3 I pazienti devono essere collaboranti

Oltre al dolore con questa scala è possibile misurare l'umore, l'appetito, l'asma, la dispepsia ecc.

Rimane un test diagnostico per il dolore altamente sensibile che può misurare cambio di intensità e monitorare il suo andamento.

2. Diagnostica strumentale

In genere a diagnosticare una cervicalgia è il medico specialista, ovvero l'ortopedico oppure il fisiatra il quale, per porre diagnosi certa, prescrive indagini diagnostiche per immagini quali:

- Raggi X: utilizzano radiazioni ionizzanti, il risultato è l'interazione tra un fascio di raggi X da una sorgente ad un recettore con una materia interposta, gli atomi del corpo impediscono ai fotoni di raggiungere il recettore, riproducendo un'immagine in "negativo" dato che i fotoni rimangono sulla pellicola e non vengono assorbiti. Attraverso questa metodica si può indagare principalmente sull'apparato scheletrico, la sua densità rende chiara l'immagine e quindi verificare lussazioni, artrosi, fratture e post-operatorio.
- Risonanza magnetica nucleare: in questo caso il paziente è disteso su un lettino in campo magnetico statico, in questa posizione i protoni idrogeno del corpo si allineano all'asse del campo magnetico, gli impulsi di radiofrequenza eccitano i protoni, i quali finito l'impulso tornano ad una situazione normale rilasciano impulsi di radiofrequenza. Questi ultimi vengono acquisiti da antenne che elaborano con algoritmi e trasformano i segnali in immagini. La differenza tra i vari tessuti è osservabile nell'immagine perché le molecole di tessuti diversi rispondono a loro volta con tempistiche differenti. Da questo genere di esame si può osservare tessuti molli, SNC, articolazioni ed organi interni.
- Esami del sangue quando si sospetta un'infezione

- Elettromiografia utilizza agoelettrodi monouso che registrano l'attività delle fibre muscolari in condizioni di riposo, di tensione progressiva, si applicano degli stimoli elettrici al nervo e saranno registrati da elettrodi posti ad una certa distanza. Con questo esame si può indagare su malattie neurologiche periferiche, radici nervose, pacche neuromuscolari e muscoli. Vengono calcolati i parametri dei potenziali neurofisiologici, rappresentati da ampiezza, velocità conduzione e successivamente vengono paragonati a valori di riferimento in base all'età, temperatura cutanea ed altezza. In questo modo si può localizzare il disturbo, identificare il problema, valutare la gravità, monitorarne il decorso, valutare le terapie.
- Ecografia esame operatore dipendente, la sonda viene appoggiata alla cute del paziente attraverso un gel che ha la funzione di amplificare la trasmissione degli ultrasuoni ed attraverso l'eco dei tessuti trasversi biologici si può osservare un'immagine attraverso un apposito monitor. In questo caso si potrebbe osservare i muscoli del collo, tiroide, linfonodi ma più in generale può essere adatta a osservare ghiandole, vasi, organi, tendini, muscoli..

Possiamo però considerare fondamentale, come primo passo, la raccolta dell'anamnesi dettagliata del paziente e l'esame obiettivo costituito dall'osservazione accurata del paziente nel movimento, postura delle spalle, collo, scapole, testa, palpazione dell'area di interesse e valutazione neurologica nell'eventualità dell'arto interessato.

In genere lo specialista prescrive una terapia farmacologica e fisica per il trattamento della cervicalgia, quella farmacologica in genere è costituita dai: FANS, ovvero farmaci antinfiammatori non steroidei per la terapia del dolore:

- ibuprofene, che agisce su infiammazione e di conseguenza dolore

- corticosteroidi, farmaci antinfiammatori da prescrivere nei casi di dolore acuto e intenso come potrebbe essere in caso di presenza di ernia / protrusione

Successivamente possono essere utili trattamenti massoterapici, trazioni, stretching per lavorare sulla contrattura muscolare.

Molto utili potrebbero essere anche consigli di correzione posturale associati ad esercizi per correggere la causa del problema ed evitare che si ripresenti in futuro la medesima patologia o quantomeno che la medesima possa peggiorare.

3. Patologie del trapezio



2 Localizzazione dolore cervicale

La contrattura della muscolatura definita “trapezio”, chiamata anche cervicalgia (fig.2), consiste in un irrigidimento muscolare che, quando diventa importante, può addirittura portare a nausea, giramenti di testa e parestesie.

Statisticamente circa 6 italiani su 10 soffrono di cervicalgia ed è più frequente nelle donne e le informazioni ad oggi acquisite lasciano supporre che la patologia aumenterà ulteriormente negli anni a venire.

Ci sono persone che soffrono di cervicalgia in forma acuta e passeggera , quindi ne soffrono in modo sporadico oppure persone che hanno un infiammazione cronica e quindi “convivono” con questo problema quotidianamente.

Oltre alla tensione generalizzata della fascia muscolare è quasi sempre osservabile ma soprattutto palpabile la presenza di trigger point (TP o punto grilletto).

Questo nome è stato coniato nel 1942 dalla dottoressa Janet Travell, al tatto è riconoscibile come qualcosa di viscoso e duro e la sua pressione porta il paziente ad avere un dolore molto intenso quasi a ricordare un colpo di pistola, per questo il termine “grilletto”.

Si presenta una contrazione continua di alcune fibre muscolari data da una lesione del reticolo sarcoplasmatico, il quale può compromettere l'equilibrio degli ioni calcio con un conseguente rilascio eccessivo. Un rilascio eccessivo e prolungato di ioni calcio a sua volta porta le fibre muscolari a una contrazione prolungata formando così i trigger point.

Esistono TP primari cioè al centro del ventre muscolare oppure secondari presenti in muscoli adiacenti e meno rilevanti, inoltre possono essere attivi cioè dolenti al tatto oppure latenti quindi silenti.

Nello specifico il trigger point del trapezio superiore può dare dolore al collo, orecchio e tempie, il TP a livello dell'infraspinato invece può dare dolore maggiormente lungo il braccio, un altro abbastanza comune si può presentare a livello dell'elevatore della scapola.

In genere una persona che soffre di questa patologia è riconoscibile dall'esterno in quanto si presenta con testa-collo inclinati/ruotati, spalle anteposte ed asimmetriche.

La cervicalgia è considerata più diffusa e con maggior incidenza nelle persone sedentarie ma in realtà le cause possono essere molteplici.

Le motivazioni di questo irrigidimento possono essere dovute a svariati motivi, comunemente lo stress sembra essere la causa più diffusa.

Spesso questa tensione muscolare è accompagnata da mal di testa, tachicardia, stomaco chiuso, sbandamenti ed occhi affaticati. In questo caso non è facile capire se si è presentato prima l'irrigidimento muscolare e poi lo sbandamento oppure il contrario.

Altra possibile causa di cervicaglia è la postura errata nello svolgere le attività quotidiane protratta nel tempo, questo capita spesso nei luoghi di lavoro o in smart working quando l'altezza della scrivania / sedia non è calibrata in modo corretto per avere un effetto ergonomico, ma anche andando in macchina, in bicicletta, nell'accudire bambini ecc

Altra causa potrebbe essere il dormire con postura errata, cuscino o materasso/rete non idonei.

È importante lavorare subito per ottenere una postura corretta in quanto un paramorfismo ovvero un alterazione della colonna vertebrale su base funzionale se protratto nel tempo può trasformarsi in dismorfismo creando un alterazione della struttura scheletrica e quindi più difficile da risolvere.

Altro fattore che potrebbe incidere in questo quadro è un movimento errato o troppo rapido del collo, oppure, il più comune colpo di frusta, ovvero un brusco movimento del capo che supera i limiti fisiologici di escursione articolare.

Questo movimento è tipico degli incidenti automobilistici, quando l'autovettura viene tamponata, il sedile ed il conducente subiscono una forte accelerazione che li proietta in avanti.

Il peso del capo tende, per inerzia, a conservare la posizione iniziale e successivamente viene proiettato in avanti con una velocità superiore rispetto al resto del corpo. (Questa tante volte può provocare parestesie e brachialgia)

Possono incidere sulla cervicaglia anche ernie cervicali ovvero la fuoriuscita del disco intervertebrale dalla sede naturale, protrusioni cioè discopatia meno grave rispetto a quella precedente perché non vi è la fuoriuscita del disco, spondilosi ovvero artrosi degenerativa

che colpisce prevalentemente donne sopra i 60 anni, oppure altri fattori quali, ipotensione muscolare e disturbi della vista.

Anche un colpo d'aria può portare ad una contrattura cervicale, aumentano le probabilità se il soggetto è sudato o comunque con cute del collo bagnata.

Il freddo e l'umidità possono incidere negativamente sulla muscolatura e il suo movimento, bisogna fare attenzione ad ambienti con aria condizionata, spifferi, il finestrino della macchina abbassato può causare il famoso "torcicollo" contrattura dolorosa di alcuni muscoli del collo che non sempre riesce ad essere debellato con facilità.

L'utilizzo di fonti di calore sull'area interessata può apportare beneficio importante se la causa è esclusivamente muscolare in quanto questo ha la funzione di rilassare le fibre muscolari.

Altra possibile causa la si può osservare nel campo del fitness dove il soggetto per prevenire contratture si cimenta ad eseguire a freddo dello stretching per la flessibilità muscolare ed esercizi di mobilità articolare, questo può portare con grande probabilità contratture ed infortuni.

4. Anatomia funzionale del trapezio



3 Muscoli area trapezio

(2) La zona delle vertebre cervicali è la parte più mobile della colonna e protegge componenti anatomiche molto importanti e delicate come midollo spinale, le radici nervose e le arterie vertebrali.

Sono riconosciute come zone molto sensibili perché la lesione neurologica a livello cervicale può portare tetraplegia ovvero paralisi dei 4 arti oppure se interessate le vertebre C1-C2 addirittura la morte.

La cervicale ha una forma lordotica in quanto ha una curvatura di circa 36° a convessità anteriore.

Il rachide cervicale è suddiviso in superiore ed inferiore: quello superiore è costituito dalle prime due vertebre cervicali: atlante ed epistrofeo che servono per dare stabilità e movimento al collo.

La prima vertebra denominata atlante ricorda lontanamente un mito greco, “Atlante” condannato a sopportare per l’eternità il peso del mondo, infatti questa vertebra ha la funzione

di sopportare il capo e svolgere una flessione-estensione con l'aiuto della muscolatura. Questa vertebra non ha disco intervertebrale.

La seconda invece, ovvero epistrofeo, per la sua conformazione garantisce stabilità, movimento e informazioni sensoriali al cervello, infatti l'epistrofeo presenta un grande corpo vertebrale il quale presenta, a sua volta, un grande rilievo osseo a forma cilindrica chiamato *Dente*.

Il rachide cervicale inferiore invece è costituito dalle rimanenti 5 vertebre (C3-C7), che presentano un maggior grado di similitudine per forma e funzioni.

Questa regione della colonna non è specializzata come quella superiore nella rotazione, ma nella flessione/estensione anteriore, posteriore e laterale.

Le vertebre sottostanti a quelle cervicali superiori vedono la presenza del forame trasversario nel quale scorre l'arteria vertebrale, rendendo questo distretto particolarmente delicato.

Nell'area cervicale esistono due tipologie di muscoli(fig.3): quelli superficiali e quelli profondi. Questi due gruppi hanno strutture differenti e di conseguenza anche funzioni differenti.

I muscoli classificati come muscoli profondi o stabilizzatori della regione cranio-cervicale sono:

- i muscoli sub-occipitali, che includono il piccolo e grande retto posteriore del capo e l'obliquo inferiore e superiore del capo
- il muscolo lungo del capo
- il muscolo retto anteriore del capo
- il muscolo retto laterale del capo

I muscoli classificati come muscoli profondi o stabilizzatori della regione cervicale sono:

- il muscolo semispinale cervicale (posteriore)
- il muscolo multifido (posteriore)
- il muscolo lungo del collo (anteriore)
- I muscoli che rientrano nella categoria dei mobilizzatori superficiali:
- il muscolo sternocleidomastoideo
- i tre scaleni (anteriore, posteriore e medio)
- il trapezio

Per quanto riguarda l'innervazione del plesso cervicale è formato dai rami anteriori dei primi quattro nervi cervicali (C1-C4), ognuno di questi si divide in due formando un ramo ascendente e un ramo discendente che si anastomizzano con i rami ascendenti e discendenti dei nervi contigui andando a formare, a lato dell'emergenza dei nervi, le anse cervicali (superiore, media, inferiore), arcate verticali anastomotiche sovrapposte.

Il plesso cervicale emette rami sensitivi, tramite i rami cutanei e motori tramite i rami muscolari.

I rami cutanei sono sensitivi, e sono deputati alla sensibilità esteroceettiva proveniente dalla pelle:

- Nervo cervicale trasverso (C2, C3) e raggiunge la cute delle regioni sopra e sottoioidea
- Nervo piccolo occipitale:(C2) raggiunge il margine posteriore del muscolo sternocleidomastoideo e zona occipitale

- Nervo grande auricolare: (C2, C3) emette rami sensitivi verso il nervo facciale, e dei rami sensitivi cutanei per le regioni parotidea e masseterina
- Nervi sopraclavicolari: raggiungono la cute delle regioni superiori del torace e della spalla.

I rami muscolari e quindi motori:

- Nervi a disposizione segmentale: questi nervi raggiungono i muscoli retto anteriore e laterale della testa, il muscolo lungo della testa, il muscolo lungo del collo, i muscoli scaleni anteriore e medio, il muscolo elevatore della scapola e il muscolo romboide.
- Nervi per i muscoli sternocleidomastoideo e trapezio vanno ad innervare i rispettivi muscoli
- Nervo cervicale discendente a livello del tendine intermedio del muscolo omoioideo si anastomizza con il ramo discendente del nervo ipoglosso, qui originano filamenti per il muscolo omoioideo, muscolo sternoioideo e muscolo sternotiroideo.
- Nervo frenico: È formato prevalentemente da fibre motrici per l'innervazione del muscolo diaframma; ma anche da fibre sensitive per la pleura, il pericardio e un tratto di peritoneo.

5. Esercizi utili

Vi sono alcuni esercizi che possono essere utilmente impiegati nelle varie sintomatologie che coinvolgono la regione cervicale ed il muscolo trapezio:

- *Esercizio 1:* Flessione del collo indietro. Flettere la testa indietro alzando il mento e mantenere la posizione per qualche secondo, ripeterlo più volte.
- *Esercizio 2:* Rotazione. Ruotare la testa a destra e sinistra allineando il mento alla spalla. Mantenere la testa dritta ed eseguire più volte
- *Esercizio 3:* Allungamento. Spingere il mento in avanti e mantenere la posizione per qualche secondo, ritornare alla posizione di partenza e poi spingere il mento indietro mantenendo la posizione per qualche secondo.
- *Esercizio 4:* Semi-circonduzioni del capo. Mantenendo la schiena dritta, oscillare la testa in avanti da destra a sinistra, e ritorno in senso inverso.
- *Esercizio 5:* Circonduzioni del capo. Mantenendo busto dritto, eseguire circonduzioni complete della testa da sinistra verso destra e da destra verso sinistra in modo da compiere un giro in senso orario ed uno antiorario.

6 Terapie fisiche strumentali

6.1 TENS

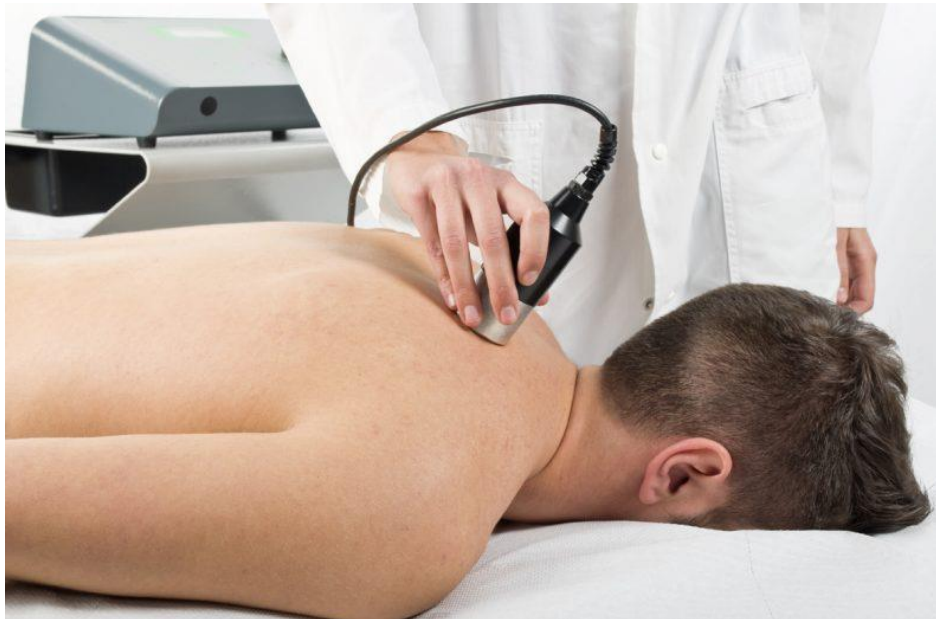
(3)TENS è l'acronimo di TransCutaneous Electrical Nerve Stimulation (stimolazione elettrica nervosa transcutanea), una tecnica ormai datata utilizzata per trattare infiammazioni acute e croniche.

La TENS consiste nell'applicazione sulla cute di impulsi elettrici tramite elettrodi, che attivano, inibendole, le fibre nervose riducendone conseguentemente la percezione del dolore da esse trasportato. La stimolazione elettrica nervosa transcutanea è quindi un metodo terapeutico non invasivo, efficace nel ridurre le manifestazioni dolorose come: artrite, mal di schiena, lesioni sportive, etc...

L'effetto antalgico della TENS è dato dall'inibizione delle afferenze nervose coinvolte nella trasmissione nocicettiva (teoria del controllo a cancello o "Gate control"). Secondo questa teoria, la percezione del dolore può essere modulata agendo sugli interneuroni spinali non dolorifici che, grazie all'inibizione sinaptica agiscono, invece, a loro volta, sui neuroni deputati alla trasmissione delle informazioni dolorifiche. L'effetto terapeutico della TENS sarebbe inoltre da attribuire anche alla liberazione di endorfine. La TENS è comunemente applicata in ambito fisioterapico, ma è considerata solitamente come trattamento complementare ad altri approcci terapeutici per la gestione del dolore.

L'applicazione della TENS è stata studiata per molte condizioni mediche, ma il beneficio che può apportare in alcune patologie è ancora controverso e sarebbero auspicabili, se non necessarie, ulteriori ricerche scientifiche per convalidarne il campo di applicazione e la validità terapeutica.

6.2 Gli Ultrasuoni



4 Trattamento eseguito con ultrasuoni

(4) Gli ultrasuoni vengono usati sia nell'ambito dell'ortopedia che dell'estetica.

L'ultrasuonoterapia (fig.4) è una tecnica terapeutica che impiega l'azione delle onde sonore (ultrasuoni) su di un sistema biologico (corpo).

La potenza dell'onda determina la capacità di penetrare in profondità nei tessuti.

La scelta del tipo di frequenza cambia a seconda dell'organo e del tessuto trattati ed a seconda del tipo di effetto terapeutico richiesto. Le onde usate in ultrasuonoterapia hanno una frequenza che può variare tra i 750 KHz ed i 3 MHz. Maggiormente elevata è la frequenza, meno profonda diviene la capacità di penetrazione dell'onda acustica. La frequenza è utilizzata in modo differente anche in funzione del tipo di applicazione: in acqua o tramite l'impiego esclusivo di gel, esercitando così diverse azioni:

- un'azione chimica
- un'azione termica

- un'azione sulla circolazione vascolare.

Gli ultrasuoni vengono comunemente utilizzati per artrosi, artriti, contratture muscolari, slogature, tendiniti, distorsioni, strappi muscolari e borsiti.

L'irradiazione ultrasonora genera un effetto simile a un micromassaggio sul punto di appoggio della testina dell'apparecchio ed anche un effetto termico, scaldando l'area sottostante.

Il trattamento con ultrasuoni può essere effettuato in due modi diversi: in modo diretto e in modo indiretto. Il metodo più usato è quello per contatto diretto: si applica un gel conduttivo sulla testina dell'apparecchio e sulla zona da trattare. Quindi, si sposta la testina con movimento di tipo rotatorio lento. Il trattamento a contatto indiretto, invece, si esegue in acqua.

Si immerge la testina in una bacinella insieme alla zona da trattare ma l'apparecchio non va a contatto con la pelle. Si tratta di un metodo utile nel caso in cui si debbano trattare più zone o zone irregolari e difficili da trattare direttamente per esempio: gomiti, mani e malleoli.

I benefici degli ultrasuoni si possono riscontrare a diversi livelli. La terapia è antalgica, anti-edemigena, anti-aderenze dei tessuti, miorilassante e bio-stimolante a livello cellulare.

Controindicazioni: non possono essere impiegate in zone adiacenti al cuore se si soffre di miocardiopatie, bisogna evitare l'uso vicino agli organi sessuali, al midollo osseo, in presenza di neoplasie e di tromboflebiti.

Inoltre, è meglio evitare l'applicazione di ultrasuoni nei bambini e negli adolescenti così come in presenza di osteoporosi (possono peggiorare la decalcificazione dell'osso).

6.3 Onde d'Urto



5 Trattamento eseguito con onde d'urto

(5)E' una metodica non invasiva, utilizzata anche in fase acuta, grazie alle sue proprietà benefiche di tipo antinfiammatorio, antidolorifico ed "anti-edema", nonché per stimolare la riparazione dei tessuti.

Ultimamente, infatti, si sono mostrate efficaci anche nell'ambito della rigenerazione cutanea, accelerando il processo di guarigione di piaghe, ulcere e ferite "difficili", di varie origini, anche post-traumatica.

Le onde d'urto (fig.5) sono impulsi sonori di natura meccanica ed in grado poi di propagarsi nei tessuti, in sequenza rapida e ripetuta. Sono caratterizzate da una particolare forma d'onda che le differenzia dagli ultrasuoni nei suoi effetti.

A livello microscopico, la stimolazione con le onde d'urto è paragonabile ad una sorta di "micro-idromassaggio" profondo sui tessuti e sulle cellule, in grado di indurre queste ultime a reagire positivamente, producendo così una reazione antinfiammatoria.

La durata di ogni trattamento può variare dai 10-15 minuti nel caso di applicazioni sui tessuti "molli" (tendini, muscoli e cute), a tempi maggiori per i trattamenti sull'osso.

Principalmente utilizzato per infiammazioni acute, fratture ossee, calcificazioni, rigenerazione di tessuti. Le controindicazioni sono per le patologie oncologiche, le tromboflebiti, gli organi cavi e le zone sensibili.

6.4 Laser



6 Trattamento eseguito con laser

La laserterapia (fig.6) è una particolare tecnica terapeutica che si avvale dell'energia generata dai raggi laser (flusso di particelle coerenti dette fotoni) per stimolare la membrana cellulare.

Esistono due funzioni nell'utilizzo fisioterapico del laser quale antidolorifico e antinfiammatorio.

L'azione antidolorifica del laser si ottiene grazie ad un aumento della soglia di percezione delle terminazioni nervose che contribuisce a liberare endorfine.

L'effetto antinfiammatorio, invece, è dovuto all'aumento del flusso sanguigno che si ottiene a seguito della dilatazione dei vasi sanguigni.

Esistono dei limiti per questa terapia ovvero la difficoltà di individuare il giusto dosaggio, perché un'eccessiva potenza potrebbe provocare danni importanti.

In genere è utilizzato per trattamento di tendiniti, contratture muscolari, edema, artrosi, ulcere, borsiti, cicatrici (estetica).

Le controindicazioni principali sono : la gravidanza, le neoplasie ed il pace maker.

6.5 Magnetoterapia



7 Trattamento eseguito con magnetoterapia

La magnetoterapia (fig.7) è una forma di terapia che sfrutta campi magnetici originati da impulsi elettrici a bassa ed alta frequenza.

(6)I campi magnetici utilizzati a scopo terapeutico sono di tipo pulsato, prodotti facendo passare una corrente all'interno di un conduttore definito solenoide. Quando si utilizza un solenoide singolo a contatto con il corpo, la corrente genera un campo magnetico a sua volta

in grado di generare correnti elettriche nei tessuti limitrofi. Il flusso di queste correnti è perpendicolare al piano del solenoide, sia che esso sia singolo o che ce ne siano due contrapposti.

Le finalità è quella di alleviare il dolore, stimolare lo scambio cellulare, migliorare il flusso capillare, rallentare il processo di diminuzione della densità ossea, ridurre l'infiammazione.

L'FDA, l'ente governativo statunitense per la regolamentazione dei prodotti alimentari e farmaceutici, sostiene però che la magnetoterapia sia una pratica priva di qualsiasi utilità medico-terapeutica.

6.6 Tecar (a Trasferimento Elettrico Capacitivo e Resistivo)

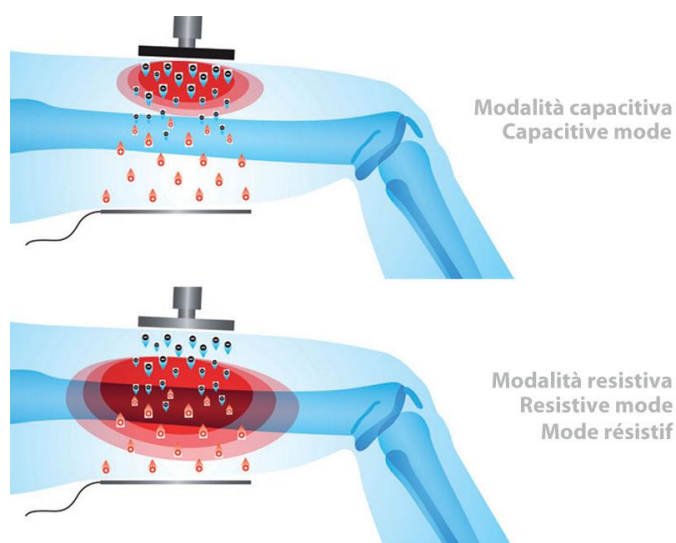


8 *Trattamento eseguito con Tecar*

La Tecarterapia (fig.8) è una delle tecniche di diatermia più utilizzate nella riabilitazione fisioterapica, che sfrutta l'effetto fisico direttamente sul corpo umano.

L'apparecchiatura prevede un elettrodo attivo da porre a contatto con la cute rasata del soggetto ed una piastra metallica di ritorno che funge da chiusura del circuito. Quando viene

immessa corrente in quest'ultimo, essa fluisce dall'elettrodo attivo alla piastra attraversando i tessuti del paziente.



9 Due modalità di stimolazione Tecar

La Tecarterapia può essere capacitiva o resistiva (fig. 9)

La diatermia capacitiva utilizza un elettrodo attivo (solitamente di ceramica). Questa tipologia lavora nei tessuti più superficiali e più ricchi di acqua ed elettroliti: i muscoli, i tessuti molli ed i vasi. In questo tipo di terapia è consigliato che l'operatore muova l'elettrodo attivo circolarmente, alla velocità di un "circolo" ogni 1-2 secondi, per favorire una dispersione ottimale di cariche e calore e contemporaneamente impedire il surriscaldamento dei tessuti cutanei trattati.

La diatermia resistiva utilizza invece due elettrodi di metallo non rivestiti, così che siano i tessuti del paziente il mezzo che opponga resistenza elettrica al passaggio di energia. L'entità di questo fenomeno dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche dei tessuti attraversati dalla corrente. Il tessuto più resistente è l'osso, perché è il meno ricco di acqua ed elettroliti, seguito dai tessuti ricchi di collagene (tendini, legamenti, capsule, cartilagini), dal tessuto nervoso, dal tessuto muscolare e dai liquidi organici. Nella diatermia resistiva l'elettrodo può essere tenuto

fermo, in quanto il calore arriva più in profondità, con un innalzamento termico cutaneo limitato. In entrambe le modalità bisogna utilizzare una crema specifica ad alta conducibilità per consentire un completo contatto con la cute e favorire lo scorrimento dell'elettrodo attivo. La quantità di calore generato è data dall'intensità della corrente.

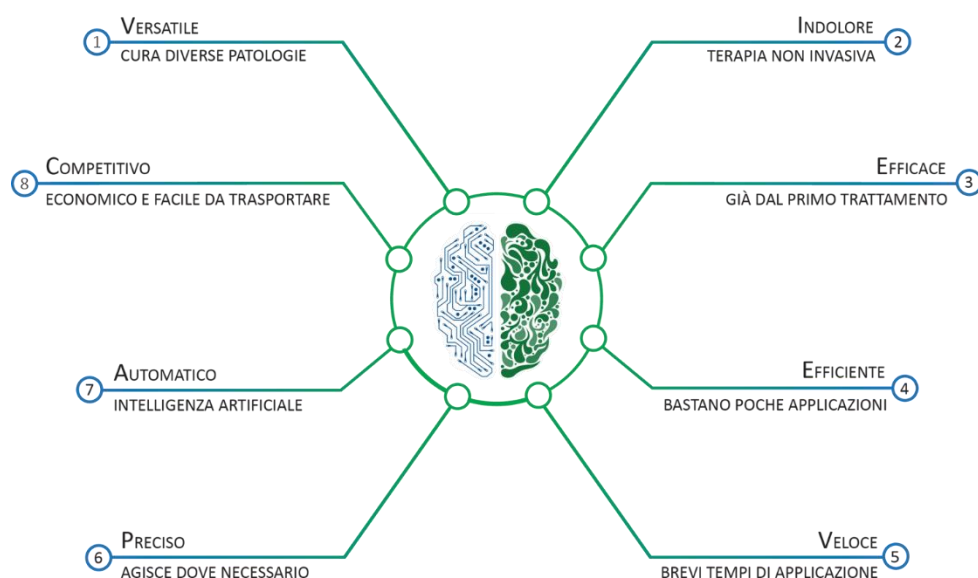
Nel primo caso, utilizzando la "Tecar a freddo" non si produce calore ma si induce l'attivazione del microcircolo con effetto antiedemigeno ed antinfiammatorio e si promuove contestualmente la biostimolazione della cellula con aumento del metabolismo, maggior consumo di ossigeno e maggior trasformazione di ADP in ATP. Se invece vengono utilizzati livelli energetici medi, si ha un effetto termico solo leggero ed una maggiore biostimolazione. Questa biostimolazione provoca un rilevante incremento del metabolismo cellulare cui conseguono il rilascio di fattori di crescita (neoangiogenesi e mitosi), l'incremento del microcircolo (iperemia locale arteriolare e lieve aumento della temperatura locale) e l'aumento del deflusso venulo-linfatico (effetto antiedemigeno e antinfiammatorio). Ad alti livelli di energia dissipata nei tessuti si ha, infine, un aumento dell'effetto termico ed una diminuzione dell'effetto biostimolativo. I primi due livelli vengono utilizzati per trattare patologie subacute, mentre il livello energetico più alto è impiegato per il trattamento di patologie croniche. Gli effetti provocati dall'aumento di temperatura sono sovrapponibili a quelli svolti dal caldo nella termoterapia superficiale o nell'ultrasuonoterapia (vasodilatazione, analgesia, aumento del metabolismo cellulare, rilassamento muscolare ed aumento dell'estensibilità del tessuto connettivale).

A differenza delle più comuni terapie che trasferiscono energia esogena verso i tessuti, la Tecarterapia richiama le cariche elettriche presenti nell'organismo, riattivando i meccanismi fisiologici riparativi proprie delle cellule. La Tecar è utilizzata per diminuire le contratture, le rigidità articolari ed il dolore. Nelle patologie muscolo-tendinee acute e croniche, è utile per

aumentare l'estensibilità dei tessuti, favorire l'iperemia o il riassorbimento di edemi e versamenti. Il numero di trattamenti dipende dalla gravità della patologia da trattare, mentre la durata di ogni seduta è generalmente di 15-20 minuti e possono essere effettuate più terapie al giorno. È utile associare entrambe le modalità terapeutiche, iniziando con la capacitiva e continuando poi con la resistiva. La prima, infatti, prepara l'organismo per il successivo trattamento resistivo: elasticizza i tessuti e rilassa i muscoli, diminuendo la sensazione di formicolio che può essere percepita durante il trattamento resistivo. Attiva anche il microcircolo ed abitua il corpo a sopportare temperature più elevate, il che consente di utilizzare intensità e durate maggiori nel trattamento resistivo.

7. La strumentazione MYOGEN®

IL SISTEMA COMPLETAMENTE AUTOMATICO PER LA TERAPIA DEL DOLORE



10 Punti qualitativi di Myogen

(7)MYOGEN® è uno stimolatore a micro-correnti in grado di individuare, valutare e trattare le zone del corpo che presentano un'attività bioelettrica alterata, identificate dal paziente come zone algiche. MYOGEN® è una strumentazione che nasce da anni di studi e ricerche approfondite da parte di un Team di medici ed ingegneri.

L'Intelligenza Artificiale di MYOGEN® (fig.10) modula, in ampiezza, frequenza e forma gli impulsi in tempo reale secondo le necessità del paziente, garantendo il ripristino delle normali condizioni fisiologiche dei tessuti, senza mai risultare *iper* o *ipo-stimolante*.

Esistono ad oggi moltissimi tipi di stimolazione fisica finalizzati sia al trattamento di stati algici sia al recupero funzionale.

Il mondo delle terapie fisiche è caratterizzato da molteplici apparecchiature. Ciò che caratterizza tali strumentazioni è la diversa modalità con la quale le diverse tecnologie impiegate rilasciano energia sotto forme differenti. Ciò che invece le accomuna tutte:

- Il non prevedere una capacità di adattamento alle singole esigenze che possono variare tra paziente e l'altro
- La variabilità anche nell'ambito del medesimo paziente visto in tempi successivi
- La variabilità tra differenti tessuti oggetto della stimolazione.

Per poter stabilire lo stato dell'arte dobbiamo, nel nostro caso, riferirci all'ambito delle terapie effettuate tramite sistemi di elettrostimolazione, prevalentemente di tipo transcutaneo (TENS).

Per poter ovviare a queste difficoltà di carattere individuale e di necessità soggettive, i vari produttori hanno cercato una possibile soluzione diversificando le varie patologie mediche tramite la creazione di differenti protocolli di stimolazione nei quali vengono modificate arbitrariamente le singole variabili che risultano essere:

- intensità di corrente
- frequenza
- forma d'onda
- durata della stimolazione

Tale soluzione risulta ovviamente potenzialmente valida ad un livello di previsione statistica ma scarsamente risolutiva ad un livello clinico per la risoluzione della sindrome dolorosa sia essa di origine cronica che acuta. Risulta pertanto difficile capire quali debbano essere, a priori, le caratteristiche di una stimolazione elettrica senza poter capire quali siano le reali necessità individuali del soggetto in terapia, nelle sue specificità tissutali ed in funzione del tipo di patologia all'origine della sindrome algica.

Ne risulta pertanto una serie infinita di schemi di terapia per lo più basati sulla esperienza individuale ma che non trovano nessun riscontro in termini di risultati clinici ripetibili ed applicabili ad una intera popolazione, seppur limitando il campo nell'ambito di una unica patologia medica. Diventa ancor più evidente la difficoltà se ci si confronta con una molteplicità di variabili relative a patologie tra loro nemmeno clinicamente correlabili.

Un tentativo di aggirare questa difficoltà nel rendere soggettiva la terapia è stato percorso utilizzando degli algoritmi in grado di variare la stimolazione erogata modificandone i parametri in modo randomico. Risulta chiaro in tale contesto che gli effetti ottenuti risultano essere molto variabili e di difficile prevedibilità da un punto di vista dei risultati di carattere clinico.

Un ulteriore problema è inoltre legato all'intensità delle stimolazioni erogate nell'ordine di grandezza dei MilliAmpere (mA) tramite le quali si cerca di ottenere il blocco dell'informazione dolorosa interferendo sui meccanismi di trasmissione dell'informazione neurologica del dolore (teoria del Gate Control di Melzak & Wall). Questa strategia comporta tempi di stimolazione molto lunghi che possono variare da un minimo di 20 minuti sino ad alcune ore e, per particolari applicazioni, anche per giorni interi. Con tempi di stimolazione così lunghi si va incontro a numerosi effetti collaterali sia di tipo sistemico (nausea, cefalea, vertigini, astenia etc ..) che di carattere locale (lesioni da ustione della cute e del derma).

Le terapie fisiche oggi in voga impiegano molteplici impulsi, variabili in ampiezza, frequenza e forma d'onda. Le finalità d'impiego degli elettrostimolatori sono sostanzialmente di due tipi e coinvolgono, nel primo caso la muscolatura con finalità di potenziamento e riabilitazione, nel secondo caso sono utilizzati come presidi di elettro-analgesia.

Mentre nella elettrostimolazione convenzionale vengono impiegate stimolazioni nell'ordine delle decine di milliampere e frequenze variabili in un range da 2 a 10.000 Hz, nel caso della

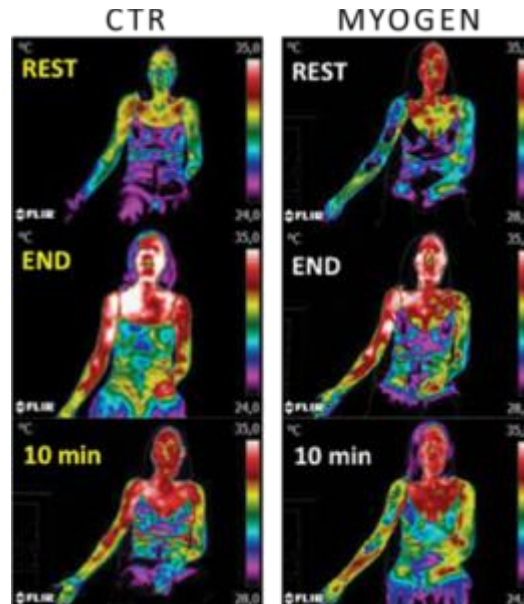
nuova e innovativa metodologia a micro-correnti MYOGEN®, le stimolazioni sono nell'ordine delle decine di microampere (quindi 100 volte più basse) e con frequenze che non superano in nessun caso i 100 Hz.

Nelle terapie TENS convenzionali i tempi di stimolazione oscillano attorno ai 30 minuti, mentre nella metodica MYOGEN® i tempi di trattamento si riducono a pochi, trascorsi i quali, l'effetto antinfiammatorio ed antalgico è già chiaramente percepibile. Questi straordinari risultati sono essenzialmente riconducibili all'applicazione di un sistema di Intelligenza Artificiale (IA) incaricato di effettuare un'analisi in tempo reale dei parametri elettrici emergenti dai tessuti, in quanto espressione dei potenziali chimico-fisici ad essi sottesi.

Tramite l'impiego di algoritmi matematici il sistema di IA riesce a normalizzare nel giro di pochi minuti gli alterati processi locali di carattere infiammatorio presenti nel tessuto. Lo strumento rileva, attraverso elettrodi transcutanei, i segnali elettrici emergenti da una specifica area muscolare ed è in grado di produrre correnti a bassissima intensità (μA) per ripristinare l'omeostasi cellulare, come risposta terapeutica allo stato fisio-patologico, modificando autonomamente la frequenza, l'intensità e la forma d'onda del segnale elettrico immesso nei tessuti. Tale innovativa metodica lascia intuire enormi potenzialità di applicazione nei campi della terapia del dolore, in fisioterapia e riabilitazione, in ortopedia, in neurologia, nonché in medicina dello sport.

7.1 Ricerche scientifiche

1. ESERCIZI DI CONTRAZIONE ECCENTRICA AD ESAURIMENTO (su volontari sani)



11 Immagine infrarosso pre e post Myogen

Uno studio condotto dai ricercatori dell'Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare del Consiglio Nazionale delle Ricerche, IBFM-CNR di Segrate- MI, su volontari sani sedentari sottoposti ad un esercizio di contrazione eccentrica ad esaurimento (contrazione eccentrica dell'arto non dominante con carico costante di 3 Kg), ha evidenziato come l'utilizzo del dispositivo al termine dell'esercizio sia in grado di accelerare i tempi di recupero (parametri analizzati produzione di lattati e test di forza) e diminuire la risposta infiammatoria e la sensazione di fatica percepita, strettamente correlati all'esercizio (fig.11).

I soggetti arruolati sono stati sottoposti a 2 condizioni sperimentali in crossover:

a) esercizio fisico fino all'esaurimento muscolare, seguito da un periodo di riposo di 10 minuti (CTR) e valutazione dei parametri di studio

b) esercizio fisico fino all'esaurimento muscolare, seguito da trattamento con il dispositivo MYOGEN® per un tempo non superiore a 10 minuti. Successiva valutazione dei parametri di studio

Risultati: Immediatamente alla fine dell'esercizio è stato registrato un aumento della produzione di specie radicaliche dell'ossigeno, ROS (CTR 12,73%, Myogen® 11,68 %) e lattato (CTR + 97,68%, Myogen® + 86,12%) in entrambe le condizioni di studio.

Il trattamento con il dispositivo MYOGEN® post-esercizio ha favorito il recupero muscolare; la citochina IL-6, tra i principali attori nel processo di indolenzimento muscolare, è significativamente ridotta ($P < 0,01$) dopo il trattamento con Myogen® rispetto alla condizione di controllo.

2. AFFATICAMENTO MUSCOLARE

Recupero post allenamento (Atleti Professionisti – Pallavolo Maschile)



MYOGEN® è risultato essere efficace nel alleviare l'affaticamento muscolare. Uno studio condotto su di un gruppo di atleti professionisti della squadra “Libertas Cantù”, seria A2 (fig.12), suggerisce che il dispositivo è in grado di alleviare il dolore muscolare e migliorare le prestazioni. I pallavolisti, impegnati in un lavoro ad alta intensità di allenamento, come ad esempio all’inizio della preparazione pre-campionato, spesso sperimentano il dolore muscolare in relazione ad azioni prevalentemente eccentriche.

Il dolore inizia entro 24 ore dall’esercizio fisico, con un picco a 48-72 ore dopo l’attività e continua per diversi giorni, da cui la definizione di *Indolenzimento muscolare a ritardata insorgenza (DOMS – Delayed Onset Muscle Soreness)*, usato per descrivere questo fenomeno. In presenza di DOMS si può verificare la diminuzione del range di movimento ed una riduzione della produzione di forza muscolare del 50%.

Studi condotti dai ricercatori dell’Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare del Consiglio Nazionale delle Ricerche, IBFM-CNR, in collaborazione con il team medico della squadra Libertas Cantù, suggeriscono che MYOGEN® può essere efficace nel modulare il dolore, agevolando la riparazione dei tessuti.

Un campione di atleti della squadra “Libertas Cantù” è stato reclutato e sottoposto ad allenamento intensivo durante il campionato, per 20 giorni e, dopo essere stati trattati con MYOGEN®, è stato valutato l’insorgere di DOMS nei giorni successivi al lavoro fisico. I dati riguardanti la valutazione soggettiva del dolore con Visual Analogue Scale (VAS) e la citochina IL-6 da plasma, indicano che MYOGEN® è in grado di ridurre la percezione soggettiva del dolore e la concentrazione periferica del biomarcatore infiammatorio IL-6

3. VALUTAZIONE DEL RECUPERO MUSCOLARE

(Atleti Ultra-Endurance – Tor Des Geants 2017)



13 gara di ultra-endurance “Tor des Geants”

Il modello fornito dalle gare di ultra-endurance (fig.13) offre un’occasione unica per effettuare uno studio osservazionale sugli effetti del dispositivo MYOGEN® nel recupero muscolare durante l’attività sportiva.

Il recupero muscolare rappresenta un elemento fondamentale nell’ambito della massimizzazione della performance, soprattutto nell’atleta di alto profilo prestativo. Negli ultimi tempi, vi è stato un notevole progresso per ciò che riguarda la metodologia dei sistemi di allenamento; tuttavia, le modalità di recupero non si sono evolute di pari passo e sovente è l’atleta stesso che si “autogestisce” in tal senso, fattore che comporta un alto rischio d’incorrere nel fenomeno dell’over-reaching o addirittura di sfociare in un over-training.

Durante la gara di ultra-endurance “Tor des Geants” 2017 è stato condotto uno studio sul recupero muscolare mediante l’utilizzo dispositivo MYOGEN®.

Per questo studio sono stati reclutati 20 soggetti, suddivisi random in due gruppi di studio;

- gruppo controllo
- gruppo sottoposto a trattamento con MYOGEN® prima della gara e immediatamente al termine della gara.

I dati preliminari indicano che il trattamento con il dispositivo MYOGEN® è in grado di accelerare i tempi del recupero muscolare dopo esercizio intenso ed esser in grado di alleviare le sintomatologie dolorose ad esso correlate.

I valori di concentrazione del lattato, riferiti al Pre-race, sono risultati significativamente differenti nei soggetti sottoposti al trattamento MYOGEN® rispetto ai soggetti del gruppo di controllo; “Tor des Geants “: + 89% (MYOGEN®) e + 129% (CTR).

I valori di VAS, per la valutazione soggettiva del dolore, indicano che il trattamento con MYOGEN® ha portato il valore del dolore percepito da 6.5 a 1.0 nel post esercizio ed, a 2.8 valutato a 48 ore dopo l’esercizio.

MYOGEN® risulta pertanto essere un alleato nelle dinamiche riabilitative di forme traumatiche acute e croniche, particolarmente idoneo in fisioterapia, medicina sportiva, traumatologia e riabilitazione.

8.Utilizzo di Myogen nel muscolo trapezio

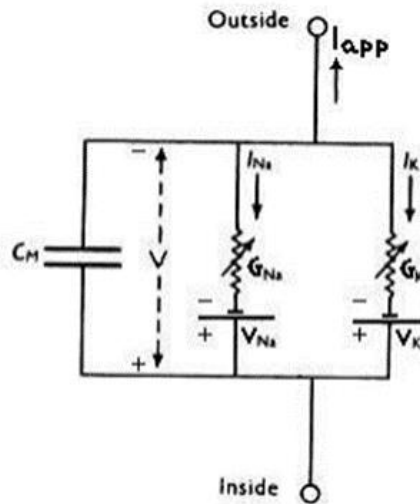
8.1 Basi scientifiche e tecnologiche

La realizzazione di Myogen® ha avuto, come scopo iniziale, quello di costruire uno strumento che fosse in grado di misurare e quantizzare il fenomeno energetico necessario per una corretta stimolazione dei tessuti e che non creasse alcun tipo di danno iatrogeno ed effetto collaterale. A tal fine è stato elaborato un sistema in grado di decodificare i deboli potenziali elettrochimici nell'ordine dei millivolt emergenti dal corpo alla base dei meccanismi infiammatori tissutali, sia con polarità positiva che negativa, senza per altro alterarli. Infatti, il potenziale emergente, essendo frutto di interazioni chimiche a livello molecolare e ionico, è facilmente deteriorabile per sottrazione di elettroni necessari alla lettura medesima del tessuto biologico da parte della strumentazione elettronica impiegata.

Il sistema atto alla stimolazione dei punti è però il vero cuore dell'invenzione.

Come accennato nella fase di descrizione dello stato dell'arte delle elettrostimolazioni, la vera difficoltà è quella di determinare quanta energia debba essere rilasciata per poter ottenere il massimo del beneficio. Myogen® è in grado di leggere il potenziale di un punto (e più in generale di un tessuto biologico) e determinarne, in tempo reale, il livello di correzione necessario per ripristinare il corretto equilibrio chimico-fisico e la conseguente omeostasi. Dato che il sistema tissutale viene letto tramite parametri di tipo bio-elettrico, il modello cui si fa riferimento è quello descritto in figura secondo Hodgkin & Huxley.

Si tratta infatti di un modello interpretativo di tipo elettrico ohmico-capacitivo con carico attivo in grado di mimare il comportamento elettrico di un tessuto cellulare.



14 *Circuito elettrico equivalente di un tessuto biologico*

I parametri espressi alla componente delle batterie sono determinati dal gradiente ionico di distribuzione delle cariche elettriche in funzione della loro distribuzione spatio-temporale nei tessuti. Dato che tale distribuzione ionica è strettamente legata alle continue reazioni di tipo chimico-fisico (sostanzialmente reazioni di tipo Redox) ne risulta che l'equilibrio ricercato non può più essere considerato di tipo omeostatico, in quanto soggetto a continue oscillazioni compensatorie delle variabili coinvolte nei continui processi chimico-fisici di tipo auto-compensatorio. (fig.14) Ne risulta pertanto la necessità di introdurre un nuovo concetto, più aderente ai modelli realmente interpretativi, che definiremo di tipo "Omeodinamico". Un sistema quindi in continuo divenire, dove il cambiamento è la chiave di lettura che porta al concetto di equilibrio auto-adattativo, il tutto guidato dalle regole che governano i sistemi caotici ed i loro naturali attrattori.

Questa capacità di lettura dei fenomeni chimico-fisici coinvolti è affidata all'impiego di algoritmi appositamente studiati e finalizzati a monitorare il flusso dei dati derivanti dalla stimolazione in tempo reale dei tessuti. Per ottenere questa analisi in tempo reale il sistema

ricorre a degli appositi circuiti elettronici in grado di trasdurre i segnali elettrici provenienti dai tessuti e convertirli in dati fruibili dal sistema di analisi firmware e software. La complessità di tutto il processo di monitoraggio e di retroazione a feedback, avviene sotto il controllo di un programma residente nello strumento stesso (firmware) con capacità di calcolo sufficientemente elevate per poter gestire il controllo del flusso dei dati sia in entrata che in uscita (input e output .. da e verso il paziente). Il firmware si comporta quindi come sistema di intelligenza artificiale (IA) in grado di rispondere in tempo reale ad ogni perturbazione chimico-fisica dei tessuti con la finalità di ricondurli verso uno stato di equilibrio omeodinamico il più possibile vicino a quello spontaneamente emergente in natura. Viene da sé che ogni condizione indotta da una patologia di tipo infiammatorio lesionale avrà, come conseguenza, quella di allontanare i tessuti dalle regole di equilibrio naturalmente indotte.

Analizzando i parametri derivanti da una alterazione di carattere flogistico il sistema di IA è quindi in grado di intervenire con delle correzioni di carattere fisico (campi elettrici) in grado di ricondurre i tessuti biologici verso una condizione di miglior equilibrio. Se questa condizione viene ottenuta, i sintomi connessi tenderanno a ridursi fino potenzialmente a sparire, il tutto ovviamente in funzione di un concetto di potenziale reversibilità delle alterazioni patologiche.

Una volta che l'operatore qualificato dà il via al processo di riequilibrio chimico-fisico del tessuto, il sistema di IA diviene operativo ed autonomo sino a che non riuscirà a riportare i tessuti nella condizione di miglior equilibrio possibile; soltanto allora il sistema si interromperà nel loop di analisi e correzione, ridando all'operatore la facoltà di scegliere la stimolazione di un punto successivo da correggere. L'operatore può interagire con il sistema soltanto tramite l'impiego del Software appositamente sviluppato per monitorare in tempo reale l'attività dello strumento nell'interazione con il paziente. L'operatore può quindi seguire l'andamento della terapia attraverso il movimento di alcuni indici mobili a video che

informano su quale tipo di attività di stimolazione il sistema sta elaborando al fine di indurre un riequilibrio.

Tutto il processo di controllo è totalmente autonomo ed affidato al sistema di IA. Questo è operativo soltanto all'interno dello strumento ed è integralmente svolto dal Firmware residente.

8.2 Materiale e metodi

Sono stati effettuati trattamenti tramite l'ausilio di un elettromedicale ad intelligenza artificiale su pazienti attraverso l'utilizzo contemporaneo di due elettrodi con puntale in ottone.

L'ottone viene pulito e disinfettato regolarmente al termine di ogni seduta con dei dischetti imbevuti di alcool e, quando necessario, con un detergente apposito per togliere la componente ossidata della lega di ottone dei quali sono composti gli elettrodi.

Viene utilizzato tra la cute e l'elettrodo un gel neutro conduttivo (nel ns caso specifico "Globus Italian Excellens" utilizzabile per "elettrostimolazione e ultrasuoni"), indispensabile per non disperdere, convogliare ed utilizzare al meglio l'impulso a bassissima intensità di corrente (max 500 Micro-Ampere) come già enunciato precedentemente.

I due punti scelti dove posizionare gli elettrodi sono discrezione dall'operatore e sono, in genere, origine ed inserzione tendino muscolari.

Nel caso del trapezio sono stati trattati in genere i seguenti muscoli: splenio, trapezio, romboidi.

Le stimolazioni di qualche minuto ciascuna, sono conclusi in totale autonomia da parte del macchinario, che, al termine della singola stimolazione, indica se l'infiammazione rilevata è acuta/cronica/normalizzata. Questa specifica funzione del Software aiuta ad essere più precisi

nella correzione dell'area, in quanto concede la possibilità da parte dell'operatore, di scegliere una stimolazione di correzione diversa da quella scelta in autonomia dal macchinario (acuto/cronico/normale).

Importante risulta l'idratazione del soggetto per migliorare la diffusione degli impulsi, l'utilizzo di sali minerali aiutano infatti ulteriormente a velocizzare il processo e quindi ad avere un effetto ancora più immediato.

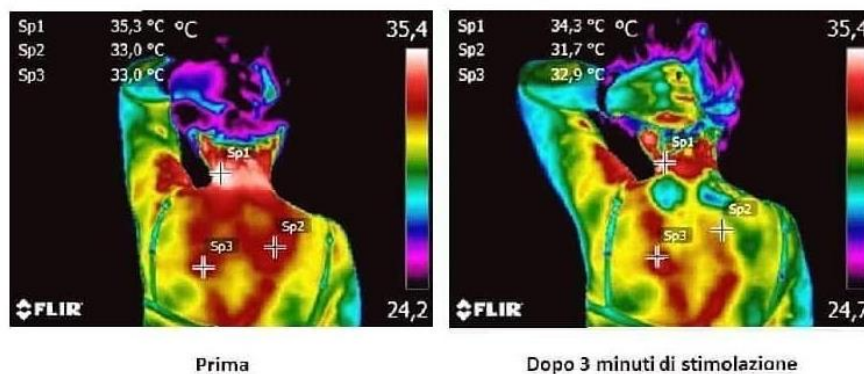
Il trattamento ha una durata che varia nel complesso tra i 10/20 min durante i quali si concede al paziente di eseguire delle pause dal trattamento per verificare, fin dai primi istanti, il beneficio immediato.

Infatti, al termine già della prima stimolazione della durata di 2-3 minuti, il paziente deve già avere una sensazione di miglioramento della componente algica e della mobilità dell'area interessata.

In genere la prima sensazione riferita dal paziente, dopo i primi minuti di trattamento, è quella di percepire un alleggerimento dell'area interessata dallo stato infiammatorio ed, a riscontro di questo fenomeno, alla palpazione da parte dell'operatore, i tessuti risultano subito modificati in senso migliorativo.

Il cambiamento delle 5 caratteristiche infiammatorie generali (dolor, calor, tumor, rubor, functio lesa), viste nei capitoli precedenti, subiscono un miglioramento in genere immediato. Ad esempio, in caso di traumi acuti con versamento, è evidente già nei primi minuti di stimolazione, un parziale riassorbimento dei liquidi (edema).

I muscoli, infatti, risultano essere meno contratti, più facilmente trattabili.



15 Immagine infrarosso pre e post Myogen

Come rilevabile in figura, tramite metodo termografico (Flir E60 (fig.15)), il tessuto risulta subito essere più freddo a conferma di un ridotto stato infiammatorio. Infatti, nei lavori svolti sulla strumentazione Myogen® dal CNR, si evince una immediata riduzione dei ROS e delle citochine addirittura anche a livello ematico sistemico.

I pazienti sottoposti a questa osservazione erano tutti sofferenti di cervicalgia e cervico-brachialgia.

Per ogni paziente è stata rilevata la scala VAS del dolore:

1. All'ingresso
2. Al termine di ogni trattamento
3. Al termine del ciclo di trattamenti

8.3 Risultati

1 Statistica trattamenti Myogen

	Popolazione	Maschi	Femmine
Totale	36	17	19
Età media	48.6	48.4	48.8
<i>DS</i>	<i>13.78</i>	<i>12.57</i>	<i>15.13</i>
Paz. Conclusi con VAS 9	4	2	2
Paz. Conclusi con VAS 0	27	12	15
VAS Medio	1.4	1.6	1.3
<i>DS</i>	<i>3.8</i>	<i>3.37</i>	<i>2.88</i>
Paz. Che hanno concluso con 1 trattamento e VAS 0	6	3	3
Media trattamenti su tutta popolazione	3.3	2.6	3.9
<i>DS</i>	<i>2.17</i>	<i>1.23</i>	<i>2.64</i>

Abbiamo osservato una popolazione totale di 36 pazienti suddivisi in 17 maschi e 19 femmine (tab.1).

L'età media della popolazione era di 48.6 anni (48.4 maschi, 48.8 femmine), le due sottopopolazioni erano pertanto omogenee e statisticamente sovrapponibili.

Abbiamo chiesto di valutare la soglia del dolore con un metodo standardizzabile ovvero la SCALA VAS descritta nel capitolo 2.4. La popolazione totale ha prodotto un valore totale di dolore di 7.7 di media prima di aver eseguito il primo trattamento (7.8 media maschile, 7.7 media femminile).

La media delle persone che dopo aver concluso i trattamenti non hanno risolto il dolore ed hanno rilevato uno score invariato pari a 9 è di 4 unità, specificatamente 2 nella popolazione maschile e 2 in quella femminile.

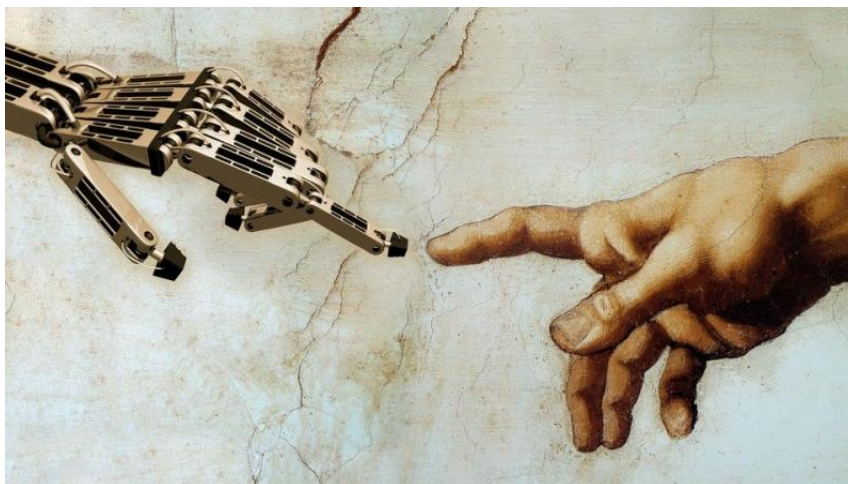
I pazienti che a fine trattamenti hanno rilevato score 0, ovvero mancanza totale di dolore sono state 27 su 36 nella popolazione totale, 12 dei 17 maschi e 15 delle 19 femmine (rispettivamente 70 % maschi e 79 % delle femmine).

Lo score medio della scala VAS in conclusione ai trattamenti, ovvero percezione del dolore rimasto, è decisamente sensazionale: 1.4 popolazione totale, 1.6 maschi, 1.3 femmine.

I Pazienti che già dopo il primo trattamento avevano ottenuto score 0, ovvero totale scomparsa della sintomatologia algica, sono risultati essere 6 su una popolazione totale di 36 persone, 3 su 17 maschi e 3 su 19 femmine. Quindi il 18% dei maschi ed il 16% delle femmine ha risolto completamente la sintomatologia algica con il primo trattamento !

Il numero totale dei trattamenti sui pazienti è stato variabile ma, dalla tabella, si evince che di media la popolazione totale ha ricevuto 3.3 trattamenti, nello specifico: i maschi 2.6, e le femmine 3.9. Possiamo quindi osservare che la media dei pazienti sofferenti di cervicalgia da noi trattati con Myogen® ha risolto la sintomatologia con soli 3.3 trattamenti in media.

8.4 Discussione



16 L'intelligenza artificiale incontra l'uomo

Prendendo in considerazione un confronto con la strumentazione fisica più conosciuta in Italia, ovvero la Tecar, risultano in modo più che evidente le differenze nei risultati ottenibili. È abbastanza noto che Tecar viene prescritta in genere dallo specialista già con un ciclo predefinito di 10 sedute, informando il paziente che il beneficio potrebbe ottenerlo a distanza di giorni o addirittura di mesi dall'ultima seduta che verrà effettuata.

Anni fa ho partecipato ad uno stage in ospedale ed ho osservato molti pazienti sottoporsi al trattamento con Tecar, in genere i pazienti che riuscivano ad ottenere un beneficio iniziavano a riscontrarlo non prima della quarta seduta.

Per riportare dei dati scientifici e quindi numeri che possono attestare la differenza tra Tecar® e Myogen® possiamo prendere a riferimento la ricerca scientifica svolta da *A. Molina, B. Eschacho, M.V. Molina, Y S Mariscal* eseguita nel 2003 presso l'ospedale universitario Valladolid, Barcellona, servizio di riabilitazione. (8)

Nella seguente ricerca è stata studiata una popolazione composta da 23 persone 13 donne, 10 uomini con una media di 47,5 anni, sono state sottoposte ad un trattamento con endotermia mediante trasferimento energetico capacitivo per patologie quali: cervicalgia,

cervicobrachialgia, lombalgia, lombosciatalgia ed il numero dei trattamenti è variato da un minimo di 4 e un massimo di 7.

Nello specifico nel caso di cervicalgia e cervicobrachialgia si è riscontrato una media di 6,8 di dolore prima del trattamento e di 4,6 dopo il trattamento e la mobilità cervicale su 5 pazienti è migliorata in 2 persone.

Confrontando quindi le ricerche svolte su Myogen e Tecar possiamo verificare che la sintomatologia in media viene risolta decisamente più rapidamente con Myogen ed anche che la soglia del dolore è decisamente più bassa alla conclusione dei trattamenti in Myogen.

Myogen, se confrontato con tutte le apparecchiature elettromedicali nel campo delle terapie fisiche, sarebbe in grado di portare un miglioramento rivoluzionario nel campo della riabilitazione, della medicina del dolore, nel trattamento pre/post operatorio e della medicina dello sport (fig.16).

Myogen è stato dimostrato essere in grado di curare l'infiammazione di qualsiasi genere di tessuto (articolare, tendineo, muscolare, legamentoso, tegumentario, neurologico e circolatorio) ed il conseguente dolore che ne deriva, in poco tempo e senza effetti collaterali di nessun genere.

Per questo motivo sono in grado oggi di poter affermare che il trattamento MYOGEN è altamente risolutivo senza termine di paragone rispetto a quanto presente oggi in ambito riabilitativo e nella terapia del dolore e di tutti gli astati infiammatori.

SITOGRAFIA

- (1) <https://www.nurse24.it/dossier/salute/flogosi-inflammatione.html>
- (2) <https://www.cervicalevertigini.it/le-vertebre-cervicali/>
- (3) <https://www.my-personaltrainer.it/salute-benessere/tens.html>
- (4) <https://www.pantamedica.it/terapia-con-ultrasuoni/>
- (5) <https://www.centrodiagnosticolafenice.it/news/dalla-legenda-alla-storia-dal-passato-al-futuro-terapia-onde-d-urto.html>
- (6) <https://www.fisioterapistagenova.it/fisioterapia/la-magnetoterapia/>
- (7) <https://www.wecaretechnologies.it/>
- (8) http://www.cmconsulenze.it/pdf/tecar_evidenze_cliniche/cervicali_lombalgie_sciatalgie.pdf