

R.Carniel, R.Saggini

Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitativa, Università degli Studi "G. D' Annunzio",
Chieti-Pescara

Lo studio di un trattamento con energie fisiche convive con gli studi della medicina stessa: può sembrare esagerata come affermazione ma nel momento in cui ci si pone di fronte al dolore o all'impotenza funzionale il medico ha la intrinseca necessità di trovare il rimedio migliore ed anche quel qualcosa in più che permetta di alleviare le sofferenze altrui.

Ricordiamo che all'inizio della nostra storia con l'autocura, in presenza di mal di testa o di stomaco, l'individuo portandosi la mano sulla zona dolente, ottiene per qualche secondo il miglioramento della sintomatologia mentre quando questo non appare sufficiente allora deve ricorrere ai primi rimedi artigianali come l'acqua calda, fredda e le tisane semplici. E' da qui che si evolve la nostra storia di medicina con le energie fisiche che, affinandosi nei tempi, ha consentito di giungere alle attuali conoscenze e ai protocolli oggi adottati.

Consci di essere ancora all'inizio di un cammino terapeutico, riteniamo che la terapia elettrica rappresenti una freccia importante all'arco dei nostri trattamenti, dalle rudimentali applicazioni con le torpedini di mare dell'epoca egizio-greco-romana alle micro-onde moderne gestite da potenti software con piccole sorgenti.

La storia della terapia elettrica si avvicina molto alle scoperte della fisica moderna. Dalla geometria dei campi magnetici studiati da Faraday che producono correnti elettriche, alle correnti elettriche stesse che secondo Maxwell producono campi magnetici particolari, si è giunti progressivamente al loro utilizzo nel campo medico. Naturalmente il trattamento di prima evidenza della corrente elettrica è stato il dolore, per migliorare lo stato algico del paziente ad esempio con la corrente galvanica.

Così si osservò il miglioramento dei tessuti circostanti alla parte lesa ed il miglioramento tonico del sottosistema trattato che fece sì che in determinati centri termali all'inizio del secolo scorso si utilizzasse questa nuova terapia per la prevenzione di forme morbigena e come ultimo scopo il miglioramento di umore del paziente. Tutto ciò era positivo ma non tutti i soggetti rispondevano ai trattamenti in maniera auspicata e molti erano gli effetti collaterali presenti (bruciature, arresti cardiaci, convulsioni, accelerazioni di stati depressivi) ed inoltre vanno ricordati, non ultimi, coloro che videro in questa terapia la possibile panacea per i disturbi psichiatrici.....

Tutto ciò, tuttavia, diede adito ad altri quesiti supportati dalla fisica dell'infinitesimale o dell'estremamente piccolo, ad esempio ci si chiese quali effetti si avessero sulle cellule dei vari tessuti, perché le risposte a medesime correnti si presentassero così diverse, perché tutti avevano sollievo nel dolore.

La risposta venne fornita non molto tempo fa da Melzak e Wall i quali nel 1965 formularono la teoria, in seguito dimostrata, del "gate control", dove fu evidenziata la differenza di risposta tra fibre nervose piccole e grandi (le piccole aprono il cancello e le grandi lo chiudono) chiarendo così le determinanti della diminuzione del dolore.

Tutto quanto sopra scritto ci consente di arrivare ai nostri giorni in modo da analizzare nello specifico le varie forme d'onda e i loro effetti in formulazioni combinate.

Elettroterapia moderna

Attualmente esistono 100 differenti forme di correnti elettriche. Ricordiamo che per corrente elettrica si intendono cariche positive + e negative - che si muovono con intensità direttamente proporzionale alla velocità di movimento delle cariche stesse e inversamente proporzionale al tempo, impiegate in elettroterapia, e per questo motivo è fondamentale scegliere l'elettroterapia adeguata che risponda a requisiti fondamentali quali successo terapeutico, tollerabilità e mancanza effetti collaterali.

Utilizzare correttamente l'elettroterapia, significa aver studiato le diverse forme di correnti elettriche utilizzate a scopo terapeutico, gli effetti bio-elettrici e biochimici che esse generano nell'organismo. Le risposte a stimoli elettrici sono rapide in tessuti come nervi e muscoli, poiché composti da cellule eccitabili e per stimolazione di nervi va intesa la produzione di impulsi elettrici (potenziali d'azione).

Definiamo il concetto "correnti atte alla stimolazione". Correnti stimolatorie sono correnti elettriche, che vengono introdotte nel corpo umano in modo idoneo (tollerabile), in modo da produrre in tessuti eccitabili (nervi e muscoli) potenziali d'azione.

Alle varie forme tecniche delle correnti vengono attribuiti quadri clinici e, talvolta, anche effetti terapeutici conosciuti.

Alcuni esempi di forme di correnti attualmente in uso:

- 1) Corrente faradica: unidirezionale a treni di impulsi regolabili ha maggiore somiglianza con la contrazione volontaria
- 2) Corrente diadinamica. Unidirezionale ed emisinusoidale a bassa f
 - a. monofase f
 - b. diafase fissa
 - c. corrente corto periodo
corrente lungo periodo
corrente sincopata
 - d. con utilizzo di Elettrodo nel punto di maggior dolore; per evitare l'assuefazione

Frequenza (f): n° di onde che passa per 1 punto/sec
Periodo (T): tempo tra creste d'onda successive. $T=1/f$
Velocità (c): a cui viaggia una cresta d'onda
Lunghezza (λ): distanza fra creste d'onda
Ampiezza (A): valore max dello spostamento
Una carica produce un C.E. che a sua volta esercita la sua F su un'altra carica

- e. almeno 2 tipi di corrente a seduta
- f. trattamento < 10'
- g. Iperpolarizzazione della membrana
- h. Inibizione-R dolore
- i. Effetto Trofico x vasodilatazione
- l. Nutrizione dei tessuti analgesia II.

- 3) Corrente esponenziale per il trattamento di una paralisi flaccida.
- 4) Corrente milliampere per il trattamento del dolore.
- 5) Tens

6) Corrente rettangolare a f
Azione analgesica Gate control
liberazione di Endorfine
Impulsi

di breve durata e f : analgesia rapida e breve.

di lunga durata e f : analgesia lenta e durevole.

Attività afferente delle fibre di grande diametro per chiudere il Gate.

Ridurre il dolore e cessare l'attività dei circuiti riverberanti neuronali.

7) Correnti interferenziali.

Iperpolarizzazione della membrana.

Inibizione dei recettori del dolore.

Effetto trofico legato alla vasodilatazione, pertanto si migliora la perfusione locale e dei segmenti trattati, effetto eccito-motorio su muscoli innervati e aumento del tono basale.

L'applicazione dei 4 elettrodi determinano 2 campi biochimici incrociati:

un 1° erogatore genera c.a a f_K di 4000 Hz.

un 2° la fa oscillare intorno a 4000 Hz con un Δf di 1100 Hz.

Nel punto di incontro (incrocio) c'è una corrente a bassa f che genera effetti bioelettrici.

8) La corrente galvanica o continua che ricordiamo è una delle prime utilizzate in terapia risulta indicata per l'introduzione di medicinali nel corpo in funzione della polarità del farmaco.

9) Kotz

Per potenziamento muscolare sano, la sua caratteristica è nel massimo reclutamento con una minore sensazione dolorosa.

10) La corrente alto voltaggio ha un effetto prevalente analgesico e decontratturante utilizzando intensità molto alte per un periodo di tempo molto piccolo (microsecondi).

In questo contesto il prevedibile successo di un trattamento viene giudicato in base all'esperienza e agli studi clinici.

Suddivisione secondo l'area delle frequenze

Le varie forme di correnti sono adattate alle frequenze usate in medicina, quali frequenze basse ($Nf, >0-1.000$ Hz), frequenze medie ($Mf, >1.000-300.000$ Hz) e frequenze alte ($Hf, >300.000$ Hz). A causa delle differenti proprietà elettrofisiologiche di queste aree di frequenze, è più facile associare possibili gruppi d'effetti a queste aree.

All'interno delle singole aree va osservato che però si dipende sempre ancora delle esperienze maturate e degli studi clinici; infatti anche qui mancano parametri chiari, con i quali si possono scegliere le forme più adeguate di correnti per un determinato quadro clinico.

Negli stimolatori classici sono utilizzati solitamente le seguenti frequenze:

Corrente continua:	0 Hz
Frequenze basse:	$>0 - 200$ Hz
Frequenze medie:	2.000 Hz e 3.800 - 4.200 Hz

Non vorremmo trattare ulteriormente delle alte frequenze, anche se appartengono all'elettroterapia, poiché sono impegnate principalmente nella produzione di calore (onde corte e microonde) e nell'inibizione nervosa per la terapia del dolore (frequenze ultra alte).

Relativamente alla soglia di stimolazione è possibile considerare la soglia di percezione, la soglia motoria e la soglia del dolore.

Va osservato come, anzitutto, utilizzando le basse frequenze si necessita, per il raggiungimento della soglia, di un'intensità di corrente più bassa che con le alte frequenze; in secondo luogo va rilevato come da tutte le correnti di stimolazione l'intensità sia sempre modulata verticalmente così da superare, e nuovamente ritornare, sotto la soglia. E' con l'effettuazione di questo movimento nel ritmo delle basse frequenze che si producono potenziali d'azione sincroni che sono poi inoltrati nel nervo e possono essere utilizzati per la produzione di effetti terapeutici.

In medicina possiamo distinguere, relativamente al trattamento mediante correnti elettriche, due gruppi di effetti terapeutici:

- 1) effetti stimolatori (bioelettrici). Risposte sincrone (potenziali d'azione) di cellule eccitabili ad un nostro stimolo elettrico, indotto nel ritmo delle frequenze basse;
- 2) effetti non-stimolatori (biochimici). Reazioni a livello elettrochimico ed elettrofisiologico, creati da frequenze medie con intensità costante.

Soltanto con la Horizontal Therapy è attualmente possibile ottenere in uno stesso tessuto contemporaneamente entrambi i tipi di effetti sopra descritti.

La HT lavora con corrente alternata a frequenze medie [2,5], lasciando l'intensità sempre costante, e modulando solamente la frequenza tra 4.400 Hz e 12.300 Hz. Questa stimolazione riesce ad incrementare il metabolismo ed influisce sul raggiungimento dei seguenti risultati terapeutici [8, 9, 10]: maggiore efficienza dei processi di diffusione nelle cellule, prodotto dal cosiddetto "effetto di scuotimento" biochimico, che ha luogo nella matrice extracellulare tra i vasi capillari e i tessuti riforniti di prodotti metabolici;

- 3) effetti di biostimolazione sugli enzimi e substrati, che comporta una maggiore probabilità di incontro tra substrati ed enzimi nella posizione e nell'orientamento corretto. Questo favorisce una reazione biochimica tra di loro che attiva il metabolismo;
- 4) una riduzione del dolore a livello di tessuto grazie alla dispersione e alla minor concentrazione dei trasmettitori locali del dolore e dello stato infiammatorio, risultanti dall'azione biochimica dell'effetto di scuotimento;
- 5) stimolazione dei recettori della membrana cellulare, che si manifesta con un effetto diretto sull'adenilato ciclasi e quindi sulla formazione di uno dei principali mediatori intracellulari, l'adenosina ciclica (cAMP);
- 6) attivazione della comunicazione intracellulare attraverso i processi bioelettrici e biochimici, con attivazione selettiva del canale "cellula-cellula" (gap junctions - sinapsi intracellulare che permette la comunicazione tra cellule) durante il passaggio della corrente nei tessuti;
- 7) azioni che modulano il flusso di informazioni tra le cellule che partecipano all'intero meccanismo di scuotimento, attivando così lo scambio di prodotti metabolici intracellulari;
- 8) in conseguenza della HT, le sostanze quali gli ioni di calcio, 3', 5' -cAMP, 3', 5' -cGMP, e 1,4,5-inositolo trifosfato, che trasferiscono informazioni da una cellula all'altra, funzionano come portatori di correnti, passando attraverso le cellule, e utilizzando i canali "cellula-cellula" in misura ancora maggiore;
- 9) avvio dei fenomeni di risonanza nei cosiddetti "centri attivi" degli enzimi. Con l'uso di una gamma di frequenza idonea, questo porta ad una azione di stimolo dei processi metabolici;

10) effetto sul potenziale di cellula nel campo compreso tra la soglia di stimolo e la soglia di depolarizzazione (soglia di conduzione - blocco della conduzione nervosa), che consiste nel dare avvio all'azione di eccitabilità transitoria ("tea") con un pattern di depolarizzazione-ripolarizzazione che di base non differisce dai naturali processi che hanno luogo all'interno della membrana cellulare. A differenza di quanto avviene nella tradizionale terapia, con la HT sono le cellule stesse a regolare i periodi di potenziale di azione, che non vengono imposti in modo sincronico, coerentemente con la frequenza di stimolazione.

Gli effetti depolarizzanti reversibili sulle strutture eccitate con l'applicazione della HT, si manifestano mediante:

- blocco reversibile della conduzione nervosa;
- determinazione dell'effetto fisiologico di contrazione della fibra muscolare.

Nella HT le azioni volte a lenire il dolore sono caratterizzate da:

- effetto terapeutico immediato sotto forma di: blocco della conduzione dei nervi periferici, prodotto dalla depolarizzazione reversibile permanente;
- sopravvenienza dell'effetto analgesico centrale, quale reazione allo stimolo irritante o risultato dell'azione dell'analizzatore, che determina un'azione eccitatoria transitoria della cellula ("tea");
- sopravvenienza ritardata dell'effetto terapeutico, ma permanente per un periodo più prolungato, con conseguente riduzione degli edemi, ed attività analgesica periferica e centrale, attraverso la stimolazione del rilascio di endorfine nel sistema nervoso centrale.

La HT nel trattamento dei pazienti geriatrici con stati patologici involutivi di un apparato di locomozione agisce sul metabolismo e sul miglioramento di efficienza dei processi enzimatici all'interno della cellula, grazie all'ottenimento del preciso posizionamento delle molecole in un campo elettrico alternato; si aumenta così la probabilità che la molecola di substrato e la molecola enzimatica si incontrino secondo un orientamento e posizionamento corretto. Le reazioni di questo tipo avvengono nei condrociti e nelle cellule che svolgono un ruolo ricostruttivo nei processi infiammatori e degenerativi.

Invece nel liquido sinoviale e nella matrice del tessuto cartilagineo ricco d'acqua, il campo elettrico variabile della HT agisce solo nel senso di compensare le differenze presenti a livello di concentrazioni ioniche organiche e inorganiche, che rimangono pertanto in movimento costante e costituiscono il veicolo per il passaggio della corrente attraverso i tessuti. Le sostanze che non si presentano in forma ionica, come ad esempio il glucosio, vengono messe in movimento soltanto in maniera indiretta, con la modificazione della diffusione intracellulare; questo risulta particolarmente importante nel caso di pazienti con disturbi degenerativi alle articolazioni, nei quali il dolore causa una limitazione dell'ampiezza di movimento a livello appunto articolare.

Le correnti a media frequenza sono caratterizzate da attività analgesica in quanto agiscono sui recettori nocicettivi dei tessuti e bloccano la conduzione degli stimoli nocicettivi; per tale motivo è possibile ottenere una sensibile diminuzione o la completa eliminazione delle reazioni periferiche dolorose provenienti dalle fibre muscolari, alterate dall'artrosi. Grazie a ciò risulta più facile per il paziente far compiere all'articolazione un movimento completo sia nel corso dell'intervento che successivamente ad esso, e quindi migliorare l'alimentazione della cartilagine articolare, forzando meccani-

camente la traslocazione del liquido sinoviale all'interno dell'articolazione interessata [1, 2, 8]. La HT non rafforza soltanto i muscoli striati, ma anche i muscoli lisci del rivestimento muscolare dei vasi. Allo stesso tempo si va a supportare la funzione drenante dei vasi capillari e di quelli linfatici.

Dopo un trattamento chirurgico si manifesta una congestione reattiva dei tessuti trattati ed il trattamento ripetuto con correnti a media frequenza rappresenta un tipo di training per i vasi sanguigni. Si ritiene inoltre [2, 5] che il metabolismo nel tessuto endoteliale dei vasi nonché nelle cellule all'interno della zona di passaggio della corrente venga stimolato a seguito dell'azione esercitata dalla corrente sulla parete cellulare. La letteratura descrive significative variazioni di monofosfato di adenosina-c a seguito delle procedure di HT [11, 12].

Il ricorso sistematico alla elettroterapia con la HT nel trattamento delle malattie degenerative delle articolazioni nei pazienti geriatrici, sia essa in fase iniziale o in fase acuta, consente di alleviare il dolore, o addirittura di eliminarlo completamente. Vi sono anche ottime probabilità di ricostruire e mantenere inalterate le funzioni delle articolazioni, e di controllare o ritardare il progredire delle alterazioni al loro interno.

Come utilizzare l'elettroterapia

Dopo l'analisi degli strumenti utilizzati per produrre l'elettroterapia, le disponibilità odierne e il modo di utilizzo delle varie forme d'onda possiamo trarre delle conclusioni significative e che ci diano un nuovo indirizzo per utilizzare la corrente elettrica nel modo più indicato.

Fino al 2003 la Tens è stata la terapia elettrica più utilizzata nel mondo occidentale, primo per la facilità di reperire apparecchi a basso prezzo, secondo per la semplicità d'uso (il trattamento veniva fatto a domicilio), terzo per la scarsa discriminazione patologica, ovvero veniva utilizzata per qualsiasi patologia.

Gli effetti biochimici e bioelettrici sopra descritti hanno determinato nuove modalità di considerare l'elettroterapia attraverso un'associazione alle varie patologie e ai quadri anatomo-patologici una forma e un utilizzo dell'elettroterapia, specifici sia per il dolore che per la "restituto ad integrum" del tessuto lesionato (nel nostro caso i traumi da sport). Inoltre ciò ha permesso lo studio di frequenze ed intensità specifiche per ogni patologia sia cronica che acuta.

Nel caso di patologie croniche come la gonartrosi (Saggini R. e coll., Università di Chieti) in uno studio policentrico si è determinato il miglioramento dell'articolazione del ginocchio dei pazienti con una notevole e significativa diminuzione di uso di farmaci sia di tipo corticosteroidico che FANS.

Sempre nel dolore cronico (Janiszewski, Kluszczylska, Blaszczyk - Dipartimento per la Riabilitazione dell'Adulto, Università di Łódź, Polonia) è stato dimostrato che l'utilizzo di questa nuova forma di corrente elettrica definita HT atta al riequilibrio biochimico e bioelettrico permetteva al paziente anziano di migliorare la sua condizione di vita, migliorandone l'umore e il dolore e dimostrando efficacia sull'osteoporosi, migliorandone la massa ossea. Tale lavoro è stato confermato dallo studio di tipo policentrico effettuato su una popolazione di soggetti di sesso femminile, affetti da dolore lombare per frattura vertebrale di recente insorgenza effettuato da Saggini dell'Università di Chieti e Zambitto dell'Università di Verona nel quale in conclusione si evinceva come il trattamento con Horizontal Therapy fosse assolutamente da indicare nella gestione del dolore per frattura recente rachidea anche nei confronti delle più usate correnti

interferenziali in quanto Horizontal Therapy si era dimostrata più adatta nella riduzione del dolore e nell'incremento della capacità funzionale nel medio periodo ovvero a 3 mesi dal termine del trattamento ed inoltre si evinceva anche un miglioramento dell'architettura tissutale dell'osso.

Sempre nell'ambito del dolore cronico Felicetti (IRCCS Fondazione Maugeri, Pavia) ha effettuato uno studio sulla lomboartrosi, dove i risultati ottenuti sono sovrapponibili a quelli dell'Università di Chieti sia relativamente al miglioramento dell'articolari che alle condizioni generali dei soggetti.

Per quel che riguarda il dolore acuto post traumatico è presente uno studio sul trattamento della patologia dolorosa del piede nell'atleta effettuato da Marchini, Graziano e Marchetti dell'Università di Pisa ed uno studio teso a valutare l'effetto della Horizontal[®] Therapy, ed in particolare di due diverse modalità di emissione di correnti, nella patologia traumatica di spalla con presenza di quadro artrosinovitico post-traumatico in confronto ad un trattamento con correnti interferenziali in presenza sempre di un trattamento farmacologico effettuato da Saggini e coll. dell'Università di Chieti.

Dalla disamina dei risultati ottenuti nello studio effettuato, si evince che il trattamento con Horizontal Therapy con il programma specifico risulta efficace in modo statisticamente significativo nel breve periodo e dopo il trattamento vi è una significativa riduzione del dolore e la stabilizzazione espressa dalla VAS oggettiva e dalla riduzione di supplementazione farmacologica antiinfiammatoria si attesta statisticamente significativamente sino ai 30 giorni per il gruppo A rispetto agli altri gruppi studiati. In particolare nel breve periodo seguente la terapia con Horizontal Therapy programma specifico, l'assunzione di farmaci antinfiammatori non steroidei nonché antidolorifici, è completamente cessata mentre ciò non è accaduto negli altri due gruppi. Anche nel periodo seguente l'assunzione di farmaci antinfiammatori non steroidei nonché antidolorifici, si è mantenuta, come al termine del ciclo terapeutico, con valore statisticamente significativo ($p \leq 0,001$) a 1 mese. Inoltre nel breve periodo seguente la terapia con Horizontal Therapy programma specifico, la VAS ha subito una riduzione statisticamente significativa che ha persistito sino al termine del periodo di valutazione ovvero 1 mese ($p \leq 0,001$) mentre le altre due modalità hanno dimostrato una significatività inferiore.

Relativamente alla valutazione ecografia, questa ha reso evidente nei 20 soggetti del gruppo A una scomparsa completa nel 80% dei casi mentre nel gruppo B la scomparsa è stata nel 60% dei casi e nel gruppo C nel 50% del campione studiato.

Lo studio sperimentale da noi realizzato su soggetti affetti da trauma distorsivo di ginocchio ha reso evidente nella maggioranza dei casi da noi trattati, ovvero 18 su 20, che sin dalle prime applicazioni si è assistito ad una rapida diminuzione del dolore, dell'edema e delle conseguenti limitazioni funzionali. In particolare mentre prima della terapia l'intensità del sintomo dolore era quantificabile chiaramente con una VAS, pari a 4.0 a cui si associava un grado di impotenza funzionale pari a 3.8, dopo il ciclo terapeutico di 10 sedute tali valori erano scesi a 0.8 e 1. L'applicazione di tale protocollo nella patologia sportiva può perciò comportare una significativa riduzione dei tempi di recupero con conseguente ripresa precoce degli allenamenti riducendo inoltre l'utilizzo di farmaci e contribuendo in maniera determinante al ripristino del benessere dell'atleta. Tutti traumi distorsivi hanno un buon risultato con questa metodica, special-

mente nell'ambito sportivo perché permettono di migliorare velocemente le condizioni dell'atleta dimezzando il tempo di guarigione. Va osservato come l'associazione con la Kinesiterapia permetta di focalizzare in patologie come quelle della spalla (spalla congelata, capsuliti, tendinite e lesioni di cuffia dei rotatori) l'intervento del terapeuta primo sul dolore poi sul movimento come definito già nello studio "Trattamento della spalla dolente non traumatica con elettroterapia analgesica seguito da Kinesi con modalità di resistenza adattata secondo il metodo B.B." (Saggini R, Carniel R, Fraccaro S).

Conclusioni

Quanto sopra descritto rende evidente come si sia di fronte a un cambiamento importante nell'utilizzo della terapia elettrica nelle patologie acute e croniche e post-chirurgiche, infatti l'introduzione di nuovi parametri geometrici applicati alla corrente elettrica, grazie alle nuove tecnologie che ci consentono di disporre di sistemi sempre più sofisticati tali da disegnare onde sempre più complesse ma sempre più intelligibili per quei tessuti e quelle cellule che necessitano di un trattamento terapeutico finalizzato a ricreare uno stato di "eutrofismo".

Va osservato come non esista più un sistema unico e uguale per tutti, una macchina che dopo aver spinto un tasto permetta di far terapia su qualsiasi patologia flogistica e posttraumatica.

Per taluni il nuovo approccio può apparir complesso e difficile, ma ciò ben venga, così che nel campo riabilitativo coloro che hanno definito tali processi metodologici terapeutici trovino un giusto premio per risultati significativi che mai in passato si sono raggiunti, attraverso la possibilità di discriminare variamente i tessuti con l'uso di programmi diversi.

Bibliografia

- 1) Barnhard H.X.. Reducing frailty and falls in older persons, 1995(4).
- 2) Brighton, C.T. & Townsend P.F: Increased camp production after short term capacitively coupled stimulation of bovine growth plate chondrocytes. Transactions of the 6th annual meeting of the Bioelectrical Repair and Growth Society (BRAGS). vol. VI. p. 43 Oct. 19th – 22nd 1986.
- 3) Detroger A.: Functional anatomy of the respiratory muscles. Clinics in Chert Medicine. 1998(2).
- 4) Flores A. M.: Cardiovascular, pulmonary and cancer rehabilitation. 1990, 71.
- 5) Freund, H.J., H.J. Büdingen & V. Dietz. Activity of single motor units from human forearm muscles during voluntary isometric contractions. J. Neurophysiol. 38, 933-945 1975, Journal of Ageing Physical Activity, 1997, 5.
- 6) Garrison S. J. : Podslawy rehabilitacji i medycyny fizyajej. PZWL. 1997.
- 7) Kolke F J.: The effects of limitation of activity upon the human body. Jarna 1996. 196.
- 8) Kumazawa. T.: Excitation of muscle fibre membrane by means of transversely apptied middle-frequency pulse stimulation Helv. Physiol. Acta 26, 257-269 1968/61.
- 9) Nikolova L.: Treatment with interferential current Edinburgh, London, Melboun & New Nork: Churchill Livingstone 1987.
- 10)Sieron A.: Magnetoterapia, laser terapia. Sam, 1994.
- 11)Strabuzynski G.: Medycyna fizykaina. 1997 PZWL.

- 12)Verfaille D.C.: Effects of resistance balance and geit training on reduction risk factor. 1997, 5.
- 13)Hansjürgens A.: Electrical Differentiation Therapy EDT American Academy of Pain Management 1999 Annual Clinical Meeting Sep. 23-26, 1999 – Las Vegas, Nevada
- 14)Wyss O.A.M.: “Principi della stimolazione elettrica” - Editrice Leeman 1976.
- 15)Hansjürgens A.:Horizontal Therapy and Shoulder Treatment Clinical Pain Journal of the Korean Association of Pain Medicine Vol. 9, No. 1, 2002, Pages 79 – 83.
- 16)Hansjürgens A., Klotzbucher R. Summary of clinical case studies utilizing Horizontal[®] Therapy for the treatment of 496 patients suffering from Osteoarthritis Lumbar pain and other conditions. The Corean Pain Society p. 69-74, 2002.
- 17)Zambito A., Bianchini B., Adami S., Bellomo R.G., Saggini A., Carniel R. e Saggini R. L'Horizontal Therapy nel trattamento del dolore lombare da frattura vertebrale osteoporotica recente. Atti Congresso Nazionale Simfer 2005 – Catania.