

# IPERTERMIA INTRACRANICA NON INVASIVA MEDIANTE LA TECNICA DI TRASFERIMENTO ELETTRICO CAPACITIVO TEC (\*)

## RISULTATI DELLA TERMOMETRIA CEREBRALE ED INTRATUMORALE

*A. Ley-Valle*

Servizio di Neurochirurgia. HUGTP. Badalona. Barcelona.  
BCCAP-à-à@àÀVà••%@ààAPTÔPCEOAÚÈOÈACErãàNkîÉA  
Ô@à••jajAU@-EAQ:ãÀCàvei•

### RIASSUNTO

*Obiettivo di questo lavoro è la valutazione degli effetti dell'aumento termico ottenuto a livello cerebrale e intratumorale mediante una tecnica non invasiva di ipertermia intracranica con RF di 0,7 MHz, - Trasferimento Elettrico Capacitivo - (TEC), creato nel 1985 da INDIBA (\*). Nella letteratura non esistono riferimenti di termometria in tempo reale con un metodo non invasivo di ipertermia intracranica. I valori termici ottenuti negli otto pazienti studiati hanno mostrato che, durante l'applicazione della TEC, esisteva un differenziale di temperatura a livello cerebrale in funzione della profondità. Fra il tessuto tumorale e quello cerebrale perilesionale la differenza è stata da 0.3 a 0.7 °C. A livello cerebrale l'aumento di temperatura ha avuto oscillazioni fra 0.7 e 1.5 °C in funzione dell'angolo di incidenza dell'elettrodo esterno e della profondità della sonda termometrica. L'osservazione secondo cui in nessun caso si è ottenuto nel tessuto cerebrale adiacente al tumore una temperatura superiore ai 39.2 °C suggerisce l'innocuità del metodo relativamente al possibile interessamento del tessuto cerebrale sano e sembra confermare i dati di assenza di lesioni sui tessuti ed organi degli animali da laboratorio, evidenziati negli studi anatomo-patologici, con la TEC, realizzati nel 1990. Il maggior e un po' più prolungato aumento termico, osservato a livello tumorale, lo abbiamo denominato "effetto serra".*

### PAROLE CHIAVE

Ipertermia intracranica non invasiva. Termometria cerebrale ed intratumorale. Trasferimento Elettrico Capacitivo - TEC - Indiba.

# TECARTERAPIA NEI LINFEDEMI DEGLI ARTI: INDICAZIONI, PRIME APPLICAZIONI CLINICHE E RISULTATI

## PRINCIPI FISICI DELLA TECAR

Il sistema TECAR (acronimo di Trasferimento Energetico Capacitivo e Resistivo) si basa su un principio molto noto in fisica e in elettrologia che però trova per la prima volta un'applicazione biologica: il trasferimento energetico per contatto capacitivo e resistivo. Questo sistema ha consentito di raggiungere risultati terapeutici estremamente rapidi evitando alcuni effetti collaterali tipici delle terapie radianti. L'ulteriore valutazione della Tecarterapia riguarda gli aspetti bioelettrici per i quali è possibile formulare solo delle ipotesi di studio, mancando ancora una letteratura di dati scientifici al riguardo.

Dal punto di vista dell'ultrastruttura l'azione si svolge in modo semplice e rapido e si traduce in:

✓ Riequilibrio del potenziale elettrico della membrana cellulare e del glicocalice. Il glicocalice, importante elemento della struttura della membrana cellulare, è dotato di un proprio potenziale, detto potenziale  $z$ , che ha una importanza decisiva per la trasmissione diretta di informazioni al citoscheletro (filtraggio delle informazioni, attivazione dei secondi messaggeri citoplasmatici cAMP e cGMP, ecc.).

✓ Riequilibrio dei processi elettrici che regolano il passaggio gel/sol della matrice extracellulare.

Il tutto è reso possibile da una variazione momentanea della carica elettrica dei proteoglicani, componenti fondamentali della matrice, che hanno le proprietà dei gel tixotropici, cioè in grado di riassumere lo stato fisico iniziale una volta tolto l'insulto stesso e opportunamente stimolati.

✓ Incremento della temperatura, conseguenza del movimento degli elettroliti tissutali, che si propaga dall'interno del tessuto stesso verso la superficie cutanea. Questa termogenesi profonda permette il manifestarsi di una efficace azione biostimolante sulle

V. Gasbarro, C. Medini,  
A. Cataldi, R. Soverini,  
P. Teutonico.

Unità Operativa di Chirurgia  
Vascolare  
Arcispedale S. Anna Ferrara

## RIASSUNTO

*La tecnologia biomedica ha raggiunto un importantissimo traguardo: la scoperta di un metodo assolutamente rivoluzionario, la TEC, destinato a diventare un ausilio terapeutico indispensabile nella patologia traumatologica non chirurgica, nella terapia del dolore, nella flebolinfologia e nella medicina estetica.*

*Sinteticamente si tratta di un'apparecchiatura a radiofrequenze che utilizza un segnale relativamente basso, 0,5 Mhz, e sfrutta per il trasferimento energetico un principio del tutto nuovo e originale mediante il quale richiama energia dall'interno delle biostrutture in modo omogeneo. Questo ha consentito di velocizzare i risultati terapeutici, evitando alcuni effetti collaterali tipici delle terapie radianti. L'azione si svolge in modo semplice e rapido, coinvolgendo in maniera omogenea e selettiva sia gli strati profondi che superficiali del tessuto e si traduce in:*

- riequilibrio del potenziale elettrico della membrana cellulare e del glicocalice;
- riequilibrio dei processi elettrici che regolano il passaggio gel/sol della matrice;
- incremento della temperatura, prodotto dal movimento degli elettroliti tissutali, che si propaga dall'interno del tessuto stesso verso la superficie cutanea, contribuendo alla dinamica dei processi rigenerativi.

*Sulla scorta di queste premesse, abbiamo condotto uno studio clinico al fine di verificarne l'efficacia nei pazienti affetti da linfedema degli arti.*

PAROLE CHIAVE  
Flebolinfologia, linfedema

soglie energetiche dei processi metabolici ultra-strutturali e produce, sia direttamente sia attraverso la stimolazione delle terminazioni nervose e dei mediatori chimici, una vasodilatazione.

### **EFFETTI CLINICI DELLA TECAR**

Dal punto di vista biologico l'effetto può essere sintetizzato in un'azione fondamentale:

Sviluppo di una Endotermia profonda ed omogenea in grado di riossigenare velocemente i tessuti sofferenti attraverso l'attivazione del microcircolo.

Si ottiene così uno spiccato aumento del flusso sanguigno e linfatico con una pronta rimozione dei cataboliti pre-infiammatori e una precoce riossigenazione dei tessuti lesi.

Ne consegue una immediata riduzione del dolore che si mantiene nel tempo, grazie alla attivazione dei processi riparativi connessi all'aumento del metabolismo cellulare distrettuale.

Tali effetti sono modulabili attraverso differenti livelli di potenza consentendo all'operatore un completo monitoraggio del trattamento.

Da notare che l'effetto termico, essendo proporzionale all'intensità delle correnti di spostamento, non raggiunge mai livelli dannosi.

Questi effetti sono stati comprovati dagli studi clinici e offrono prospettive molto promettenti in campo fisioterapico e riabilitativo data l'efficacia terapeutica di questa metodica sul sintomo doloroso e sull'impotenza funzionale la cui rapida remissione permette di anticipare i tempi di inizio delle manovre riabilitative specifiche.

### **MATERIALI E METODI**

Presso la U.O di Chirurgia Vascolare di Ferrara, sono stati valutati 20 pazienti con età compresa tra i 18 e 40 anni, affetti da linfedema congenito

monolaterale dell'arto inferiore. Tutti i pazienti sono stati esaminati, prima dell'arruolamento, con un esame clinico accurato ed esami strumentali (linfoscintigrafia, ecografia tessuti molli, ecodoppler). Venivano determinati prima dell'applicazione con Tecar sia la circonferenza, sia gli spessori ecografici in determinati punti dell'arto inferiore affetto. I pazienti compilavano un modulo per la qualità della vita con specifiche domande riguardo al loro stato e all'applicabilità della macchina.

Il grado di linfedema era tra il II e III stadio secondo la classificazione clinica operativa. L'ecografia veniva effettuata con sonda da 7,5 MHz con apparecchio tipo ACUSON 128 X10. I parametri ecografici presi in considerazione sono stati: lo spessore del tessuto sottocutaneo, la presenza di ipoecogenicità nel sottocute (espressione di linfa libera), la variazione di consistenza tissutale espressa come il rapporto tra la compressione che la sonda esplicava al massimo sul punto di valutazione (A) e il valore con compressione zero (B), utilizzando uno spessore ecografico per migliorare la rilevazione dell'interfaccia sonda-cute.

Abbiamo preso in considerazione le trabecolature interstiziali che in questi stadi si presentano ispessite ed iperecogeniche e se ne è valutato il loro spessore in millimetri e la loro disposizione geometrica. Con un mapping ecografico dell'arto si sono osservate le aree di maggiore fibrosi e di maggior accumulo linfatico e si è rivalutato lo stesso dopo applicazione della metodica.

L'applicazione della Tecarterapia è stata effettuata seguendo le vie del drenaggio linfatico, associando così sia il beneficio del drenaggio linfatico manuale, in questo caso effettuato con gli elettrodi resistivi e capacitativi, sia l'energia applicata dalla macchina. Lo zero veniva effettuato trattando i pazienti (gruppo 0) prima della

TABELLA 1- VALUTAZIONE DEL VALORE DEI RAPPORTI (A/B) A LIVELLO DEL 1/3 MEDIO DI COSCIA E DEL 1/3 MEDIO DI GAMBA

	PRIMA	DOPO
COSCIA (p=0,01)	1,45 ± 0,13	1,6 ± 0,12
GAMBA (p=0,01)	1,12 ± 0,09	1,3 ± 0,1

TABELLA 2- RIDUZIONE DELL'EDEMA SOVRAFASZIALE A LIVELLO DEL 1/3 MEDIO DI COSCIA E DEL 1/3 MEDIO DI GAMBA

	PRIMA	DOPO
COSCIA (p<0,05)	15,32 ± 11,5 mm	3,5 ± 8,6 mm
GAMBA (p<0,05)	11,24 ± 9,32 mm	2,34 ± 7,1 mm

metodica vera è propria con il solo drenaggio linfatico manuale con elettrodi senza applicazione della corrente.

Per applicazione secondo gli schemi correnti del drenaggio linfatico manuale (D.L.M.) si intende il seguire le fasi principali di detta applicazione ovvero: preparazione delle stazioni linfonodali centrali e periferiche e successivo drenaggio verso questi linfocentri seguendo le vie di flusso linfatico e prevalendo sulle aree di maggior accumulo linfatico.

L'applicazione della Tecarterapia era compresa tra i 50 ed i 60 minuti e il ciclo era ripetuto 2 volte la settimana per 2 mesi.

Lo studio è stato protratto per 2 anni per valutare eventuali effetti negativi a distanza nell'applicazione di questa metodica.

La macchina per la Tecarterapia presenta una frequenza di lavoro di 485 KHZ ± 5 % , con una potenza di uscita con elettrodo capacitivo di 235W sopra i 1000 Ohm e di 200 Watt sopra i 47 Ohm (elettrodo resistivo). La tensione efficace di uscita con elettrodo resistivo con carico

normale è di 100Volt, mentre la tensione efficace con un carico normale è di 485Volt (elettrodo capacitivo). Durante l'applicazione viene utilizzata una specifica pasta elettrolitica.

L'analisi statistica è stata effettuata con il GraphPad Prism®.

## RISULTATI E CONCLUSIONI

I risultati sono molto interessanti in quanto in tutti i pazienti si è osservato alla fine di ogni applicazione sia la riduzione della circonferenza ( $1,1 \pm 0,6$  cm) sia la riduzione degli spessori ecografici ( $0,45 \pm 0,32$  cm). Dopo il ciclo di trattamento si è osservato in ogni paziente un miglioramento della consistenza dell'arto trattato con diminuzione del rapporto ecografico a livello mediale del terzo medio di coscia e di gamba (Tabella 1).

Si è osservata inoltre la netta diminuzione dell'edema sovralfasciale in queste sedi (Tabella 2). Riguardo alla trabecolatura interstiziale si è osservata in pratica una omogeneizzazione del

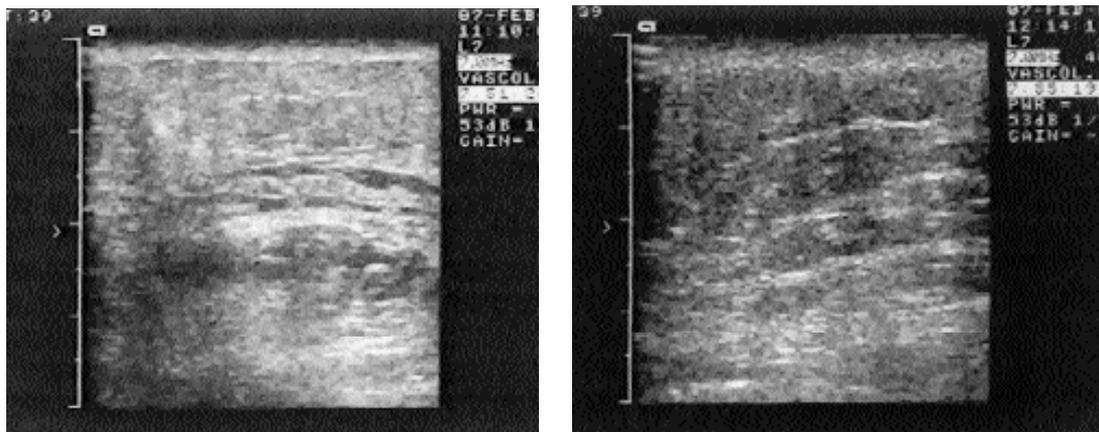


Figure 1-2. *A destra, prima del trattamento, a sinistra dopo trattamento.*

sottocute nelle sedi dove le trabecole superavano il millimetro, con netta riduzione dei tralci fibrotici in tutti i casi (Figure 1 e 2).

I pazienti hanno espresso un parere positivo a livello dell'applicazione con il massimo del punteggio riguardo all'applicazione (scala da 0 per insoddisfazione totale a 10 per massima gratificazione). Alla domanda se questa terapia era migliore rispetto al drenaggio linfatico manuale il parere è stato intorno ad 8.

Non sono stati osservati effetti collaterali durante l'applicazione. Un elemento che si osserva dopo il drenaggio linfatico manuale è quello di un' aumentata diuresi che si protrae durante la notte, in pazienti senza altre patologie concomitanti. In questi casi si è osservato un quadro sovrapponibile, in quanto tutti i pazienti avevano effettuato in precedenza dei cicli di drenaggio linfatico manuale (sec. Vodder o Leduc).

Il mapping linfatico era completamente sovrattito con scomparsa dei laghi linfatici dove presenti, redistribuzione della linfa con aumento di attività a livello dei linfonodi nelle sedute successive.

Al termine di questo lavoro clinico si può esprimere un parere positivo nell'applicabilità della metodica Tecar nel linfedema, parere che è già condiviso in campo sportivo-traumatologico e

riabilitativo dove già da vari anni è applicata. La soddisfazione dei pazienti all'applicazione della metodica, il miglioramento dei dati strumentali la propongono come metodica alternativa al trattamento del paziente con linfedema.

Le azioni esplicitate si esprimono in sintesi su quattro livelli tissutali:

- azione sul microcircolo,
- azione sugli adipociti,
- azione sul gel mucopolisaccaridico,
- azione sulla trama interstiziale.

**Azione sul microcircolo:** la Tecarterapia stimola una microiperemia che consente di superare il deficit arterio-arteriolare e di incrementare la velocità di flusso nei capillari.

In questo modo viene risolta la stasi microcircolatoria e regredisce l'inondazione edematosa dell'interstizio.

**Azione sugli adipociti:** la ripresa del microcircolo innalza il gradiente termico ed enzimatico, riattivando così la lipolisi.

Inoltre l'attrito provocato dalle correnti di spostamento prodotte dalle cariche ioniche in movimento all'interno del tessuto, produce un aumento localizzato e omogeneo della temperatura, che ripristina il normale turn-over atto a mantenere sempre qualitativamente giovane il grasso contenuto negli adipociti.

*Azione sul gel mucopolisaccaridico:* restituisce la corretta fluidità al gel sia intervenendo sulle sostanze che lo compongono, sia ripristinando la selettività di membrana che regola l'osmosi fra i compartimenti endoluminale, vasale e interstiziale.

*Azione sulla trama interstiziale:* aumentando la temperatura riduce la compattezza delle fibre connettivali con conseguente riduzione dell'ecogenicità, e conseguente miglioramento degli scambi microcircolatori e cellulari poiché è lungo le travate di sostegno che questi si applicano fisiologicamente.

Come già citato, il rapporto dei pazienti con la macchina ed il beneficio ottenuto è notevole: infatti tutti hanno espresso un parere molto favorevole alla metodica. La cessione di energia biocompatibile, attiva sulle soglie energetiche del metabolismo cellulare e subcellulare, l'efficacia terapeutica anche sui tessuti poco reattivi per la loro natura fibrotica e resistente ai trattamenti e la specificità di azione in base alla tipologia del tessuto offrono una nuova prospettiva di applicazione in questa grave patologia.

## BIBLIOGRAFIA

1. AA.VV., Linee guida diagnostico terapeutiche delle malattie delle vene e dei linfatici. ACTA Phlebologica. 2000; 1(1), 58-69
2. ALLEGRA C., BARTOLO M. JR., R SARCINELLA Morphological and functional characters of the cutaneous lymphatic in primary lymphoedema. Europ. Journ. Lymph. 1996; 6 (I), 24
3. C. CAMPISI Lymphoedema: modern diagnostic and therapeutic aspects. Int Angiol 1999;18(1),14-24
4. BERNAS MJ, WITTE C.L., WITTE M.H. For the ISL Executive Committee. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. Lymphology,2001,34,84-91
5. DONINI I., VETTORELLO G.F., GASBARRO V. ET AL. Proposta di Classificazione operativa del linfedema. Federazione Medica 12: 381-387; 1995
6. FÖLDI M., CASLEY-SMITH J.R. Lymphangiology Schattauer. New York; 1983
7. FÖLDI M., KUBIK S. Lymphologie. III Edizione, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 469-526, 1993
8. GASBARRO V., CATALDI A. Fisiopatologia del linfedema. In: Mancini S.: Trattato di flebologia e linfologia. UTET. 2001; II,1113-1125
9. GASBARRO V. VIAGGI R.,CATALDI A. L'esame clinico nell'insufficienza linfatica. In: Mancini S.: Trattato di flebologia e linfologia. UTET. 2001; II,1139-1144
10. GLOVICZKI P., WAHNER H.W. Clinical Diagnosis and Evaluation of Lymphedema in: Vascular Surgery IV Ed. II. 143; 1899-1920: 1995
11. AA.VV., Manuale d'uso della scala FIM - Ricerca in Riabilitazione. 1993; n.2, (1)
12. PECKING A, CLUZAN R. Explorations du système lymphatique: epreuve au bleu, lymphographies directs, lymphoscintigraphies, autres méthodes. Encycl Med Chir (Elsevier, Paris) Angéologie. 1997, 19,1130-5