



EVIDENZE CLINICHE

edizione settembre 2003

LA TECARTERAPIA

MECCANISMO DI FUNZIONAMENTO.

EFFETTI FISILOGICI.

VANTAGGI.

La TECARTERAPIA, introdotta in Italia da alcuni anni, è l'ultimo frutto della ricerca in fisioterapia. Riduce il dolore e abbrevia i tempi di recupero riabilitativo. Tecnica del tutto innovativa, stimola energia dall'interno dei tessuti, attivando naturali processi riparativi e antinfiammatori attraverso uno strumento d'alta tecnologia. L'idea di trasferire energia ai tessuti lesi a scopi terapeutici è comune a molte terapie fisioterapiche che si fondano sull'irradiazione di energia. Tuttavia, ciò che le differenzia dalla Tecarterapia è la modalità di trasferimento energetico: irradiazione di energia dall'esterno nelle prime e utilizzo di energia endogena nella seconda, che si realizza attraverso il richiamo nell'area di trattamento di cariche elettriche presenti sotto forma di ioni nei tessuti. Questo meccanismo crea una forte stimolazione a livello cellulare, riattiva la circolazione, incrementa la temperatura interna e innesca precocemente i meccanismi fisiologici.

IL MECCANISMO DI FUNZIONAMENTO

La Tecarterapia funziona nell'ambito delle radiofrequenze a onde lunghe a 0,5 MHz, inferiore quindi alle frequenze usate in diatermia ad onde corte (27,1 MHz) e superiore alle frequenze che determinano contrazioni muscolari.

Ma, la sua peculiarità nell'ambito degli apparecchi per fisioterapia consiste nel generare energia all'interno dei tessuti con un elettrodo capacitivo o con uno resistivo.

Il professor Carlo Tranquilli, medico della Squadra Nazionale Under 21, nonché medico dello sport dell'Istituto di Scienza dello Sport del CONI di Roma, così descrive il meccanismo di funzionamento e d'azione: "Si tratta di un generatore che emette un segnale di radiofrequenza di 0,5 MHz ad una potenza variabile con un massimo di 300 W. La frequenza è notevolmente inferiore a quella utilizzata dalla diatermia ad onde corte (27 MHz), in ipertermia (454 MHz) e in radarterapia (2,5 GHz). Non venendo prodotta alcuna radiazione diretta è necessaria un'applicazione per contatto con il corpo. Tale sistema, grazie al principio di funzionamento che utilizza il tessuto biologico da trattare come parte di un condensatore, consente di interessare omogeneamente sia gli strati più esterni che quelli più profondi del tessuto biologico. Un obiettivo perseguito con scarso successo dalle tecniche tradizionali in quanto con i sistemi radianti già nei primi micron di tessuto biologico avviene una dispersione dell'80/50 per cento dell'energia erogata. Per questa ragione, allo scopo di ottenere risultati apprezzabili in profondità (come nelle lesioni muscolari e nelle patologie osteoarticolari), si è costretti

a utilizzare energie e frequenze elevatissime con grosse limitazioni nell'applicazione legate alla forte azione termica prodotta dal segnale. Il trasferimento energetico capacitivo e resistivo funziona con due modalità: quella capacitiva e quella resistiva, con elettrodi differenti: protetti quelli capacitivi e quindi isolati, non protetti e quindi non isolati quelli resistivi. Gli effetti sul tessuto biologico sono differenti. L'attrazione e la concentrazione delle cariche in prossimità dell'elettrodo capacitivo si sviluppa solo nella sede di applicazione e consente specificità di intervento sulle aree per le quali esiste indicazione terapeutica e facilita il controllo dell'area di trattamento. Questo permette di escludere zone prossimali all'area di applicazione dell'elettrodo per le quali possono esistere controindicazioni. Il sistema capacitivo ha azione riparativa soprattutto sulle masse muscolari. Nella modalità resistiva, dove si fa uso di elettrodi non isolati, la zona di concentrazione delle cariche elettriche si localizza nel punto più resistivo del tessuto biologico, vale a dire tendini, articolazioni e tessuto osseo. Risulta così possibile trattare con grande efficacia anche patologie osteoarticolari di tipo cronico”.

GLI EFFETTI FISIOLÓGICI

Gli effetti fisiologici dell'aumento dell'energia endogena sono rappresentati da:

- ✓ aumento dell'estensibilità del tessuto collagene per riduzione della viscosità;
- ✓ riduzione del dolore per azione controirritante o per liberazione di endorfine;
- ✓ riduzione degli spasmi e contratture muscolari per ridotta attività degli efferenti secondari;
- ✓ più rapida e completa dissociazione dell'ossigeno dall'emoglobina con maggiore disponibilità che si accompagna a riduzione dell'energia di attivazione di importanti reazioni chimiche metaboliche;
- ✓ vasodilatazione con aumento del flusso ematico locale che contribuisce al rifornimento di ossigeno e di sostanze nutritive e all'asportazione di cataboliti;
- ✓ velocizzazione del riassorbimento di raccolte emorragiche.

I VANTAGGI

L'eliminazione del dolore è un effetto percepito dal paziente sin dalla prima seduta: essa facilita e rende più efficaci le successive manovre riabilitative, che vengono attuate su muscoli e tendini già liberati dalla cosiddetta contrattura antalgica. L'assenza del dolore permette di spingere in profondità il massaggio, ottenendo risultati più rapidi e allo stesso tempo più stabili. La Tecarterapia è in grado di trattare con efficacia e in tempi brevi le patologie che riguardano ginocchio, spalla, anca, caviglia, colonna vertebrale, mani e muscoli. Ma anche le patologie dolorose infiammatorie osteoarticolari e muscolari quali artrosi, lombalgie e sciatalgie.

La terapia può essere ripetuta anche più volte nell'arco della stessa giornata, a tutto vantaggio dei tempi di recupero motorio e di guarigione.

LA MEDICINA DELLO SPORT

BANCO DI PROVA DELLA

TECARTERAPIA

EVIDENZE CLINICHE

Da sempre il mondo dello sport è il banco di prova più severo per tutte le tecnologie avanzate. È in questo mondo, dove le capacità degli individui e le potenzialità dei mezzi sono portate all'estremo, che vengono testati materiali, tecnologie, meccanismi per poi essere estesi ai più. Anche la TECARTERAPIA, sistema a trasferimento energetico capacitivo e/o resistivo, è stata in prima battuta oggetto di studi, sperimentazioni e verifiche proprio in questo settore.

“La sempre pressante necessità di conciliare, nell'area delle lesioni muscolo-tendinee degli atleti, lo stato di salute dell'individuo, la conservazione del patrimonio societario del professionista - afferma Carlo Tranquilli, medico della Squadra Nazionale Under 21 e medico dello sport presso l'Istituto della Scienza dello sport del CONI di Roma - ed il recupero in tempi più rapidi possibili, a volte oltre ogni ragionevole considerazione di ordine fisiologico e clinico, pone il medico dello sport di atleti di elevato livello, spesso al centro di interessi, almeno apparentemente, in contrasto tra loro. Particolare attenzione meritano, in questo senso, le lesioni muscolari che, secondo una logica tradizionale, rappresentano un dato di fatto oggettivo ed insuperabile che rende l'atleta sicuramente non idoneo per periodi di tempo variabili, ma sempre in maniera assoluta. I sempre più frequenti tentativi terapeutici alternativi trovano spesso terreno fertile nella necessità di atleti, allenatori e dirigenti che pongono il medico in condizioni di subire o condividere la necessità di 'far presto'. Nel panorama dei possibili interventi fisioterapici per il recupero precoce degli infortuni muscolo-tendinei di atleti di elevato livello si è inserito recentemente il Tecar (Terapia a Trasferimento Energetico Capacitivo Resistivo)”.

Fare presto e fare bene: due requisiti a cui la Tecarterapia sembra rispondere nel modo più adeguato, come hanno dimostrato numerose sperimentazioni e studi clinici che hanno applicato questa nuova terapia per il trattamento di numerose patologie traumatiche sportive.

NUOVE METODOLOGIE NEL TRATTAMENTO DELLA PATOLOGIA MUSCOLARE TRAUMATICA DELL' ATLETA

LA TECARTERAPIA
(TERAPIA A TRASFERIMENTO ENERGETICO CAPACITIVO RESISTIVO)

P. Mondardini, R. Tanzi, L. Verardi, S. Briglia, A. Maione, E. Drago

Istituto di Medicina dello Sport CONI, FMSI Bologna
Centro Interuniversitario di Studi e Ricerche in Medicina dello Sport, Sede di Bologna

RIASSUNTO

L'attività sportiva, agonistica e non, negli ultimi anni ha coinvolto progressivamente sempre più fasce di età, con conseguente aumento dei praticanti; di pari passo sono aumentate le problematiche della Medicina dello Sport, soprattutto nel campo della prevenzione ed il recupero degli infortuni dell'apparato muscolo-scheletrico dello sportivo.

Il servizio di Traumatologia - Cinesiologia e Riabilitazione dell'Istituto di Medicina dello Sport di Bologna sta svolgendo un'attività di ricerca e sperimentazione su nuove apparecchiature per la terapia fisica strumentale allo scopo di individuare protocolli terapeutici che, nel rispetto dei meccanismi fisiologici di riparazione del nostro organismo, accelerino efficacemente, con la minima invasività, i tempi di recupero da infortuni di natura muscolo-scheletrica. Per il trattamento dei traumi muscolari acuti diretti e indiretti negli atleti si sono valutati gli effetti dell'apparecchiatura per TECARTERAPIA, facendo riferimento alle caratteristiche tecniche dello strumento ed alle teorie riguardanti le interazioni chimico-biologiche con i tessuti. Con questo lavoro si presentano i risultati di un protocollo di ricerca biennale inteso a verificare, attraverso valutazioni clinico-strumentali (dolore, tumefazione, impotenza funzionale, ecografia muscolo-tendinea) prima e dopo un ciclo di trattamento standardizzato, l'efficacia della Tecarterapia nelle lesioni muscolari di vario grado dell'atleta. Si sono trattati 30 soggetti (27 maschi e 3 femmine) di età media 32 anni (max 58, min. 16), giunti alla nostra osservazione per traumi muscolari di tipo distrattivo. Ogni paziente è stato valutato dal punto di vista clinico sintomatologico e la diagnosi è stata posta con esame ecografico con sonda da 7,5 MHz. I soggetti sono stati trattati con cadenza di una seduta al giorno, non oltre 5 settimanali e ad almeno 72 ore dal trauma, e la terapia è stata continuata fino a risoluzione del quadro ecografico (riassorbimento ematoma, comparsa delle fibre nell'area di lesione, cicatrizzazione), per un massimo di 18 e un minimo di 5 applicazioni totali (media 8). Nonostante l'entità di alcune delle lesioni trattate non è mai stato necessario eseguire più di 18 trattamenti, per una durata complessiva di 4 settimane di terapia.

Gli ottimi risultati, ottenuti in termini di rapidità di risoluzione del quadro clinico-sintomatologico ed ecografico uniti alla maneggevolezza dell'apparecchio, ci permettono di indicare la Tecarterapia come strumento di notevole efficacia nel trattamento precoce non chirurgico delle lesioni muscolari.

PAROLA CHIAVE

Medicina dello Sport, traumatologia, traumi muscolari

La funzione del muscolo è quella di creare una forza per stabilizzare o per muovere un'articolazione. La forza che il muscolo produce attraverso la contrazione dipende da diversi fattori, ma è in ogni caso direttamente proporzionale alla sezione trasversa del muscolo¹.

È un'osservazione comune che l'allenamento produce ipertrofia muscolare, mentre l'immobilizzazione comporta in breve tempo la diminuzione del volume muscolare, della forza, della capacità dell'esercizio e della coordinazione neuromuscolare. È evidente, quindi, come la macchina muscolare sia dotata di grande plasticità, modificando la propria struttura e, quindi, le prestazioni in rapporto alle diverse richieste muscolari; la plasticità del tessuto muscolare è subordinata alle caratteristiche morfologiche e funzionali del muscolo stesso. Nel corpo umano vi sono 400 muscoli che rappresentano nel loro insieme il 40% del peso corporeo e hanno una lunghezza variabile da 2 mm a 60 cm. Il muscolo è avvolto da una guaina connettivale, l'epimisio, che ai due estremi continua nei tendini o in aponeurosi e prende inserzione nel periostio. Propaggini fibrose a partenza dell'epimisio dividono il ventre muscolare in fascicoli, circondati da uno strato di collagene detto perimisio. In ogni fascicolo sono presenti 10 o più fibre muscolari addossate l'un l'altra e separate dall'endomisio, rete di sottili fibre collagene. La fibra muscolare è una cellula cilindrica allungata multinucleata di lunghezza variabile da pochi millimetri e più di dieci cm, e di diametro oscillante tra i 20 e i 100 μm . La fibra muscolare è delimitata da una membrana detta sarcolemma e all'interno è composta da:

- sarcoplasma (meno del 10% del volume cellulare);
- sistema di membrane interne disposto tra le miofibrille e costituito da tubuli trasversi (invaginazione del sarcolemma) e reticolo sarcoplasmatico;
- centinaia o migliaia di miofibrille stipate e parallele tra loro che occupano circa il 90% del

volume cellulare. Le miofibrille sono sottilissimi cilindri del diametro di 1-3 μm , caratterizzati dall'alternanza regolare di dischi A scuri (anisotropi) e dischi I chiari (isotropi) responsabili della striatura muscolare (muscolo striato). Il disco chiaro I è separato a metà da una linea più scura, la linea Z: la parte di miofibrilla compresa tra due linee Z è il sarcomero, ossia l'unità contrattile del muscolo scheletrico. Il sarcomero è a sua volta costituito da fasci di filamenti intercalati regolarmente tra loro, i miofilamenti. Questi sono distinti in base allo spessore in filamenti spessi, dotati di 'ponti trasversali' e formati da molecole di miosina, e filamenti sottili, formati da molecole di actina tropomiosina e troponina (affinità con Ca^{++}).

L'accorciamento della fibra muscolare con generazione di forza contrattile è il risultato di uno scivolamento reciproco dei due set di filamenti di ciascuna metà del sarcomero.

Un muscolo di una data lunghezza è formato da un certo numero di miofibrille poste in parallelo e di lunghezza uguale a quella del muscolo stesso; a sua volta ciascuna miofibrilla è formata da un certo numero di sarcomeri di lunghezza uguale tra loro e disposti uno di seguito all'altro, ossia in serie.

La forza prodotta da un muscolo con la contrazione è proporzionale al numero di miofibrille poste in parallelo, e cioè alla sezione trasversa del muscolo stesso; la velocità di accorciamento del muscolo che si contrae è, invece, proporzionale al numero dei sarcomeri posti in serie, cioè alla lunghezza del muscolo medesimo².

Nella contrazione del muscolo si ha trasformazione di energia chimica in energia meccanica. L'energia chimica è fornita dall'ATP idrolizzata a ADP con liberazione di energia secondo la formula:

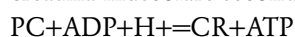


Dove E rappresenta l'energia resa disponibile per la contrazione delle fibre muscolari.

La riserva di ATP entro la fibra è però molto limitata e sufficiente solo per poche contrazioni,

quindi è necessario il ripristino del pool di ATP attraverso risintesi. Questa avviene mediante tre vie utilizzate in modo complementare in funzione dell'intensità e della durata dell'esercizio:

1) Via anaerobica alattacida: idrolisi della fosfocreatina muscolare secondo la reazione:



2) Via anaerobica alattacida: glicolisi anaerobica con trasformazione del glicogeno muscolare in acido lattico secondo la reazione:



3) Via aerobica (glicolisi aerobica): in presenza di O_2 , gli acidi grassi, il lattato e piruvato entrano nel ciclo di Krebs mitocondriale che dà luogo alla formazione di CO_2 e H_2O con liberazione di energia (fosforilazione ossidativa secondo la reazione: glicogeno o lipidi + $O_2 + ADP + P = ATP + CO_2 + H_2O$)³

Dette vie si differenziano in base ai parametri che seguono:

- ✓ **potenza**: massima quantità di energia disponibile per unità di tempo;
- ✓ **capacità**: quantità totale di energia prodotta dal sistema;
- ✓ **latenza**: tempo necessario per ottenere la massima potenza;
- ✓ **ristoro**: tempo necessario per la ricostituzione del sistema.

L'unità funzionale del muscolo è l'unità motoria composta dal nervo di moto o motoneurone, situato nelle corna anteriori del midollo spinale e dalle fibre muscolari, innervate dall'assone (nervoso) con le sue ramificazioni terminali.

Lo stimolo del nervo motorio viene trasmesso alla fibra muscolare a livello della placca neuromuscolare. Lo stimolo nervoso, giunto al terminale presinaptico del nervo, libera quanti di acetilcolina che attraversano lo spazio sinaptico e depolarizzano la zona postsinaptica motoria.

Da qui la depolarizzazione si propaga al sarco-

lemma lungo tutta la fibra muscolare⁴.

Studi sperimentali⁵ hanno dimostrato che le fibre muscolari appartenenti alla stessa unità motoria hanno in comune le caratteristiche morfologiche, biochimiche e funzionali controllate in gran parte del motoneurone stesso.

In base a queste caratteristiche le fibre muscolari sono distinte in:

- ✓ fibre di tipo 1, rosse (alto contenuto di mioglobina) a contrazione lenta, a metabolismo ossidativo, con grande resistenza alla fatica, innervate da motoneuroni più piccoli;
- ✓ fibre di tipo 2B, bianche (scarso o assente contenuto di mioglobina), a contrazione rapida, a metabolismo anaerobio, poco resistenti alla fatica, innervate da motoneuroni più grossi;
- ✓ fibre di tipo 2A con caratteri intermedi rispetto alle prime due.

LESIONI MUSCOLARI ACUTE

DA TRAUMA DIRETTO

Lesioni da causa esogena in cui il muscolo viene colpito con violenza da un agente esterno contundente (contusione).

Aspetti clinici e diagnostici

Nella contusione di modesta entità i segni obiettivi caratteristici sono: iperemia cutanea, tumefazione superficiale in sede di lesione ed ecchimosi (anche declive) a distanza di alcuni giorni. Nelle forme più gravi compare una tumefazione di consistenza duro-elastica provocata dall'ematoma localizzato in sede più profonda; in alcuni casi l'ematoma è situato in prossimità del piano scheletrico, pertanto ne risulta difficile l'individuazione con i soli reperti obiettivi.

La sintomatologia⁶ è caratterizzata da dolore di vario grado in sede lesionale e perilesionale che si accentua alla contrazione attiva ed all'allungamento passivo, nonché da impotenza funzionale. In presenza di manifestazioni cliniche di questo tipo l'indagine ecografica permette di valutare con molta precisione gli aspetti anatomico-

patologici della lesione:

- muscolo localmente o diffusamente aumentato di volume ed ipoecogeno per semplice imbibizione edematosa;
- presenza di area anecogena intramuscolare da raccolta ematica localizzata. All'interno della raccolta talora è possibile osservare piccole aree iperecogene di tessuto necrotico e coaguli.

DA TRAUMA INDIRETTO

Lesioni da causa endogena in cui il muscolo in fase di contrazione viene allungato passivamente da una forte distrazione, oppure si ha una contrazione troppo veloce a partire da una condizione di completo rilassamento.

Fattori predisponenti

- ✓ Intrinseci: squilibrio di forza tra muscoli agonisti-antagonisti, insufficiente o scorretto stato muscolare, inadeguato riscaldamento, eccessivo affaticamento.
- ✓ Estrinseci: tenuta di gioco inadeguata (movimenti incongrui), condizioni ambientali e climatiche sfavorevoli (es.: basse temperature).

Aspetti clinici e diagnostici

Elongazione

Causata da uno stiramento muscolare che non produce alcun punto di concentrazione lesiva, poiché è di intensità inferiore alla capacità massima di tensione del muscolo⁷.

Il dolore, sordo e non ben localizzato, insorge all'improvviso, costringendo spesso l'atleta ad interrompere il gesto atletico. Qualora il dolore non sia di intensità tale da costringere l'atleta a fermarsi, il danno può essere aggravato dalla mancata interruzione dell'esercizio.

Mentre il riposo attenua la sintomatologia dolorosa, la palpazione, superficiale e profonda e le manovre contro resistenza l'accentuano. Quasi costante è la contrattura di difesa⁶.

All'ecografia, in questi casi, si rileva un'area muscolare ipoecogena da edema perifibrillare, senza soluzione di continuità.

Lesione di I grado (distrazione-contrattura)

Il danno anatomico-patologico risulta di modesta entità poiché la soluzione di continuo interessa poche fibre muscolari⁸. Il dolore, in questi casi più localizzato ed acuto rispetto all'elongazione, è accompagnato da minima impotenza funzionale, ma costringe quasi sempre l'atleta ad interrompere l'attività sportiva.

La sintomatologia dolorosa è accentuata dalla palpazione superficiale e profonda, dalla contrazione attiva e dallo stiramento passivo del muscolo.

Ecograficamente è possibile apprezzare una piccola area anecogena intramuscolare, indice di un versamento ematico e soluzione di continuo fibrillare di minima entità.

Lesione di II grado (stiramento-strappo)

Il danno anatomico-patologico è di media entità con interessamento di un più elevato numero di fibre muscolari⁹.

L'atleta, in questi casi, avverte un dolore intenso accompagnato da impotenza funzionale più o meno rilevante.

A parte il rilievo palpatorio di una tumefazione nodulare in corrispondenza del punto di lesione, le caratteristiche obiettive sono simili a quelle delle lesioni di I grado, anche se più evidenti e di maggiore entità.

Ecograficamente è possibile apprezzare l'interruzione delle fibre muscolari (inferiore al 30% della sezione muscolare totale), assieme ad una cavità anecogena riferibile ad ematoma di varia entità.

Lesione di III grado (lacerazione)

Il notevole numero di fibre lese comporta l'interruzione anatomica, parziale o totale, del muscolo. È la più grave patologia muscolare traumatica acuta, la cui prognosi è da considerarsi riservata per quanto riguarda il completo recupero nelle attività sportive di elevato livello¹⁰.

Il dolore è molto intenso e spesso caratteristico: crampiforme, trafittivo o consuntivo ('sassata' o 'colpo di bastone'). L'arto interessato è posizionato in atteggiamento antalgico, allo scopo di

mantenere il muscolo nelle posizioni di maggior rilassamento. La rottura di diversi capillari muscolari determina una precoce infiltrazione ematica che, di solito in 48-72 ore, confluisce in un vasto ematoma.

Obiettivamente si apprezza una tumefazione locale di consistenza duro-elastica mentre la palpazione, oltre a risvegliare vivo dolore, permette di percepire un avvallamento muscolare da perdita di continuità e retrazione delle fibre muscolari lese.

Ecograficamente si osserva una vasta area anecogena, da cospicuo versamento ematico, che separa due regioni iperecogene corrispondenti ai capi muscolari retratti (aspetto a 'batacchio di campana')¹¹.

Talora, quando la rottura coinvolge anche le fasce avvolgenti il muscolo, il versamento ematico, sotto forma di area transonica, può incrinarsi tra le guaine dei muscoli adiacenti.

EVOLUZIONE

Indipendentemente dall'entità (o grado) della lesione il processo di guarigione inizia molto precocemente. La regolarità della sua evoluzione condiziona il ripristino, più o meno valido, delle caratteristiche di elasticità, distensibilità e contrattilità tipiche del tessuto normale⁷.

Nelle forme di modesta gravità prevalgono i fenomeni di rigenerazione cellulare su quelli di riparazione cicatriziale: le cellule satelliti mononucleate (situate tra la membrana cellulare delle fibrocellule e la lamina basale) si attivano, proliferano, si trasformano in mioblasti e si fondono longitudinalmente in miotubuli per poi differenziarsi definitivamente in cellule muscolari mature.

Al contrario nelle lesioni di maggiore entità i fenomeni di guarigione risultano più complessi poiché, accanto alla rigenerazione, si assiste alla formazione di tessuto riparativo cicatriziale. Nell'area circostante la lesione, compare precocemente una reazione flogistica con intensa

vasodilatazione locale, migrazione di cellule infiammatorie polinucleate e di macrofagi verso l'area necrotica.

Il processo di guarigione risulta favorevolmente influenzato dalla proliferazione di neovasi capillari che, dalla periferia verso il centro, portano O₂ e nutrienti necessari ai processi metabolici dei tessuti in fase di rigenerazione-riparazione¹⁰. Di pari passo all'attivazione delle cellule satelliti (che evolvono a formare le fibre muscolari), inizia la proliferazione fibroblastica, che determina la produzione di tessuto di granulazione ed infine della cicatrice connettivale. In queste fasi la tensione locale di O₂ gioca un ruolo fondamentale. Infatti, in presenza di una valida neovascolarizzazione e di un idoneo apporto di ossigeno, prevalgono i processi di rigenerazione mioblastica; di contro, nel caso di insufficiente apporto di O₂ prevalgono quelli cicatriziali.

Sono quindi molto importanti le fasi iniziali del trattamento che deve tendere a stimolare la capillarizzazione, onde evitare una formazione disordinata ed esuberante di tessuto connettivo fibroso che possa pregiudicare la funzionalità muscolare (guarigione).

TERAPIA FISICA STRUMENTALE

Dal punto di vista molecolare la materia vivente è costituita da un insieme di molecole instabili in continuo movimento. Le molecole appena costituite tendono, in brevissimo tempo, a scindersi in ioni che si mettono in movimento a ricostituire neo-molecole (Moti di Brown). Il moto browniano determina modificazioni dell'equilibrio chimico-elettrico della materia (scambio ionico) che rappresenta la base dell'attività cellulare della vita, ma nulla di tutto questo si realizzerebbe se il sistema chimico-biologico cellulare non avesse a disposizione energia. Questa rappresenta la capacità delle forze fisiche di compiere un 'lavoro', calcolabile come prodotto della potenza (watt) per il tempo (sec.).

In fisica ne sono descritte diverse forme: termi-

ca, cinetica, elettrica, elettromagnetica, ecc., che possono trasformarsi l'una nell'altra; ad esempio l'energia elettrica può trasformarsi in energia termica o meccanica e viceversa.

L'applicazione a un tessuto biologico di un campo elettromagnetico artificiale, dotato delle opportune caratteristiche di potenza, frequenza e lunghezza d'onda, fornisce energia al substrato, modificandone l'equilibrio chimico-elettrico compromesso dall'evento patologico.

È questa la teoria che giustifica l'utilizzo di campi elettromagnetici in terapia fisica¹².

CAMPI ELETTROMAGNETICI

Con una semplificazione, la corrente elettrica può essere definita come il passaggio di elettroni da un atomo all'altro della materia (conduttori di 1^a specie) o come spostamento di ioni in un liquido complesso (conduttori di 2^a specie).

Un conduttore percorso da corrente genera al suo interno un insieme di linee di forza ad andamento circolare: l'insieme di queste linee costituisce il campo elettromagnetico. Se il conduttore è avvolto a spirale (solenoidale), le linee di forza si disporranno nello spazio secondo un andamento sferico-cilindrico con un polo magnetico 'nord' ed uno 'sud' ai due estremi del campo. La posizione di questi poli dipende dal senso di "scorrimento" della corrente all'interno del conduttore; quando questa si inverte anche i due poli invertono la loro posizione.

All'aumentare della frequenza di inversione della corrente il campo elettromagnetico si espande nello spazio fino a che, per frequenze superiori ai 10.000 cicli al secondo le linee di forza si spezzano e si proiettano nello spazio trasportando energia (radiazione).

A frequenze al di sotto dei 100 Hz si colloca la magnetoterapia, fra 20 e 40 MHz la Marconiterapia, tra 2 e 3 GHz la radarterapia e oltre 1 THz (miliardi di cicli al secondo) la laserterapia.

L'onda elettromagnetica trasferisce quindi ener-

gia da un generatore nello spazio.

Quando un conduttore di 1^a o 2^a specie viene investito dall'onda, al suo interno si dissipa l'energia trasportata dall'onda stessa.

La materia vivente si comporta come un conduttore di 2^a specie ed il passaggio di corrente avviene con il movimento fisico di ioni in liquidi intra ed extracellulari.

Il trasferimento energetico tramite onda elettromagnetica può avvenire con diverse modalità, in relazione con la frequenza di pulsazione del campo: ● per concatenamento di conduttori di 1^a e 2^a specie (legge di Faraday-Noimann); ● per effetto antenna; ● per proiezione; ● per contatto capacitivo e resistivo.

● La **magnetoterapia** sfrutta l'effetto Faraday-Noimann: si inserisce la parte da trattare all'interno di un campo elettromagnetico generato da un solenoide.

Gli effetti biologico-terapeutici cambiano in funzione del campo applicato (induzione magnetica, misurata in Gauss) e della durata del trattamento:

- cambiamento di fase fisico-chimica (precipitati, opalescenza, orientamento molecolare di composti chimico-organici, ecc.);
- azione delle forze di Lorenz sulle cariche in movimento (es: aumento del flusso salino);
- effetti elettrici indotti, macroscopici (correnti sulle superfici ossee) e microscopici (variazioni del potenziale di membrana cellulare);
- effetti micromeccanici magnetointodotti (modificazione della forma delle cellule e delle microstrutture).

L'effetto terapeutico è riconducibile quindi ad un'azione di stimolo metabolico (lieve a causa della limitata potenza), del circolo e delle strutture a metabolismo rallentato.

● L'effetto antenna è quello sfruttato negli apparecchi per **Marconi** e **radarterapia**.

Le apparecchiature per Marconiterapia sono costituite da un vero e proprio trasmettitore

marconiano per radiotrasmissione. L'energia, trasferita al paziente tramite un sistema di antenne a bracci piani, è dell'ordine dei 400w ad una frequenza tra i 20 e 40 MHz.

Di concezione analoga alla Marconiterapia, la radarterapia si avvale di una tecnologia più moderna: la frequenza di lavoro, molto più alta (2-3 GHz), consente l'uso di antenne ad emettitore parabolico che proiettano energia in fascio stretto. L'area irradiata è molto più definita pertanto, a pari densità (W/cm^2), la potenza complessiva in gioco è molto minore. Ciò favorisce una migliore definizione dell'area da trattare ed un miglior controllo degli effetti. Questi sono rappresentati principalmente dalla vasodilatazione ad origine macroscopicamente esotermica, accompagnata però, purtroppo, da disidratazione tissutale superficiale e lieve flogosi.

- A frequenze superiore ad 1 THz si propaga per proiezione la radiazione elettromagnetica degli apparecchi per **laserterapia**.

Le principali interazioni con il tessuto sono di tipo fotochimico, fototermico e fotomeccanico. L'energia elettromagnetica viene cioè trasformata in calore, energia chimica e meccanica.

Gli effetti terapeutici variano in funzione del tipo di laser ma principalmente sono:

- interazione con i tessuti di conduzione (antalgia);
- attivazione reazioni biochimiche di difesa (antiflogistico);
- stimolo metabolico.

- La **Tecarterapia** sfrutta una forma differente di interazione elettromagnetica che fa riferimento al modello fisico del condensatore: il contatto capacitivo e resistivo.

Il condensatore è un dispositivo costituito da due elementi di materiale conduttore, affacciati e separati da un sottile strato isolante quando i due elementi sono collegati ad un generatore elettrico di differenza di potenziale. A causa dell'attrazione reciproca fra cariche di segno opposto si ha un aumento della densità di carica sulla

superficie di ciascun elemento prossimale allo strato di isolante interposto. Man mano che il condensatore accumula cariche la corrente si riduce, fino ad annullarsi quando il sistema è carico. A questo punto, se la polarità del generatore si inverte, si avrà corrente in senso inverso che caricherà il sistema con polarità opposta alla precedente.

Trasferendo il concetto per un'applicazione biologica, avremo un condensatore costituito da un'armatura metallica isolata (elettrodo mobile) collegata ad un generatore ad alta frequenza (0,5 MHz) ed una armatura costituita da tessuto biologico che, come abbiamo visto, è un conduttore di 2^a specie¹³.

Con l'applicazione degli elettrodi isolati il movimento e la concentrazione di cariche si sviluppa soprattutto nello spessore dei tessuti molli immediatamente sottostanti l'elettrodo mobile. Mentre utilizzando un elettrodo non rivestito da isolante (resistivo), a parità di frequenza di emissione, la concentrazione di cariche, e quindi l'effetto biologico, si verifica nei punti più resistivi del tessuto frapposti fra l'elettrodo attivo e una piastra di ritorno. Detti punti più resistivi sono rappresentati da osso, tendini, legamenti e fasce muscolo-tendinee che, sottoposti al trattamento, si comportano come il materiale isolante che riveste l'elettrodo capacitivo¹⁴.

LA TECARTERAPIA

Ogni attività della cellula si realizza attraverso modificazioni dell'equilibrio chimico-elettrico di suoi componenti per cui, ogni modificazione di questo equilibrio altera l'attività della cellula. Ogni singola cellula partecipa alla funzione del tessuto attraverso interazioni morfologiche e di tipo chimico-elettrico¹⁵.

Quando un'onda od un campo elettromagnetico interagisce con un sistema cellulare ed è dotata delle opportune caratteristiche, determina modificazioni nell'attività del sistema. In particolare sulla base dei concetti sopra esposti si è

elaborata la seguente teoria, attualmente in fase di dimostrazione sperimentale.

✓ A bassi livelli energetici (50-100W), pur non verificandosi dissipazione endotermica, si ha stimolazione ultrastrutturale cellulare (vedi magnetoterapia), da cui consegue un aumento delle trasformazioni energetiche (produzione ATP) e del consumo di O₂. Da ciò discende l'attivazione indiretta, per aumento delle richieste metaboliche del tessuto, del microcircolo arterioso e venolinfatico senza dilatazione dei grandi vasi.

✓ A medi livelli energetici (100-200W), oltre all'effetto biostimolante, si verifica un incremento della temperatura endogena, dipendente dall'aumento dei moti browniani. Questo innalzamento termico stimola la dilatazione dei vasi di calibro maggiore aumentando ulteriormente il flusso ematico.

L'effetto termico è in stretta relazione con le correnti di spostamento che, dalle zone più periferiche, si concentrano nelle aree di applicazione e risulta direttamente proporzionale alla loro intensità. Non raggiunge mai, quindi, livelli dannosi, come invece può accadere con i sistemi radianti tradizionali (radar, Marconi, ecc.).

✓ Ad alti livelli energetici (200-300W) risulta minore l'effetto di biostimolo cellulare e maggiore, invece, l'effetto endotermico, con notevole aumento del flusso emolinfatico.

Da ultimo, quindi, si ottiene una stimolazione e una precoce riossigenazione dei tessuti lesi, una pronta rimozione dei cataboliti tossici e un più rapido ripristino dei normali potenziali di membrana. Inoltre un'accelerazione dei tempi di attivazione dei sistemi di difesa e riparazione, compromessi in caso di patologia:

1) Nocicettori e fibre nervose periferiche: reintegro del potenziale di membrana, iperpolarizzazione di membrana fino al blocco di conduzione per scambio ionico indotto.

2) Vasi sanguigni e linfatici: grande aumento della velocità del macro e microcircolo ematico e del

drenaggio venolinfatico.

3) Muscoli: lo stimolo metabolico determina un aumento della velocità di riparazione del danno fibrillare, mentre la scomparsa degli eventuali edema e/o ematoma facilita un rapido e completo recupero funzionale delle fibre.

4) Capsula, cartilagine e osso articolare: per i meccanismi suddetti, rapido riassorbimento del liquido sinoviale e ritorno alla normalità delle strutture alterate.

Da quanto sopra discende che la Tecarterapia sembra trovare razionale di applicazione soprattutto laddove il principale evento patologico è l'alterazione microcircolatoria con lesione tissutale.

Applicando questi concetti alla terapia delle lesioni muscolari acute, l'effetto che si ottiene è:

- nelle lesioni di basso grado un'accelerazione dei normali processi di recupero;
- nelle lesioni più gravi il prevalere dei processi di rigenerazione mioblastica e capillarizzazione su quelli di cicatrizzazione fibrosa, con migliore ripristino della funzionalità del muscolo leso.

OBIETTIVI

Da sempre, sia in campo chirurgico, farmacologico che strumentale, l'attività di ricerca in campo terapeutico persegue l'obiettivo della massima efficacia con la minima invasività. Soprattutto nel settore della terapia fisica questo ha portato allo sviluppo di una grande varietà di apparecchiature elettromedicali che si sono però, purtroppo, rivelate negli anni passati di poca o nessuna utilità. Le principali cause della scarsa efficacia della terapia strumentale erano da ricercarsi nella inadeguatezza degli strumenti di più vecchia concezione e costruzione e nella mancanza di una ricerca clinica e di laboratorio seria. Sono diverse, infatti, le sorgenti di energia utilizzate e le interazioni fisico-biologiche che sono state e vengono sfruttate, spesso in assenza di

un'opportuna sperimentazione e di un vero razionale terapeutico.

Presso l'Istituto di Medicina dello Sport CONI FMSI di Bologna da diversi anni l'attività del Servizio di Traumatologia, Cinesiologia e Riabilitazione è volta alla sperimentazione di nuove apparecchiature ad ultrasuoni, magnetoelettriche e laser, allo scopo di identificare gli strumenti più efficaci e di individuare le possibilità e modalità di intervento nella traumatologia dello sport (**Tabella 1**). In questo contesto abbiamo sviluppato un protocollo di ricerca biennale sull'utilizzo, in terapia fisica, di una nuova apparecchiatura magnetoelettrica che sfrutta il Trasferimento Energetico Capacitivo Resistivo (Tecar) per il trattamento della patologia distrattiva post-traumatica del muscolo.

MATERIALI E METODI

Lo strumento da noi utilizzato è un'apparecchiatura per Tecarterapia con potenza di picco di 300W regolabile a step del 10% e frequenza di emissione di 500.000 Hz.

In questa ricerca l'apparecchio è stato da noi impiegato nel trattamento della patologia muscolare utilizzando come metodi standard di impiego terapeutico il massaggio circolare e longitudinale cranio-caudale. L'apparecchiatura è dotata di un quadro comandi che permette di variare l'energia di erogazione, consentendo di adattare il protocollo terapeutico sulla base del tipo di risposta al rialzo termico del paziente. Per garantire la massima uniformità di applicazione le sedute sono state effettuate tutte dallo stesso operatore e le caratteristiche di emissione dell'apparecchiatura sono state testate periodicamente. Il campione di atleti da noi trattati in questa ricerca consta di 30 casi di cui 27 sono maschi e 3 femmine, di età compresa fra 16 e 58 anni (media 32), praticanti discipline sportive diverse, giunti alla nostra osservazione per traumi muscolari di tipo distrattivo (**Tabella 2**).

La diagnosi è stata posta con esame ecografico

con sonda da 7,5 MHz ed ogni paziente è stato valutato dal punto di vista clinico sintomatologico, in particolare:

- a) il sintomo dolore mediante valutazione con scala analogico-visiva VAS da 1 a 10;
- b) la funzionalità muscolo-articolare attiva e passiva con manovre contro resistenza.

Si sono eseguiti controlli ecografici, seriat, eseguiti dallo stesso operatore e con la medesima apparecchiatura, con cadenza settimanale per valutare le modificazioni organiche, indotte durante il periodo di trattamento, nella regione interessata dalla lesione muscolare.

I soggetti sono stati trattati con cadenza di una seduta al giorno, non oltre 5 settimanali e ad almeno 72 ore dal trauma, e la terapia è stata continuata fino a risoluzione del quadro ecografico (riassorbimento ematoma, comparsa delle fibre nell'area di lesione, cicatrizzazione), per un massimo di 18 e un minimo di 5 applicazioni totali (media 8). Nel periodo precedente al trattamento i pazienti non sono stati sottoposti a nessun tipo terapia, farmacologica o di altro tipo, se non l'applicazione di ghiaccio nella zona interessata dalla lesione. Ogni trattamento, della durata complessiva di 30 minuti, ha previsto l'utilizzo degli elettrodi non isolati (automatico e resistivo) ed isolato (capacitivo) alla massima potenza consentita dalla sensibilità del paziente al rialzo termico tissutale.

L'applicazione è stata eseguita, come ricordato, con tecnica standard, e cioè massaggio circolare del muscolo interessato dalla lesione con estensione alle strutture muscolo-tendinee immediatamente adiacenti, nonché massaggio longitudinale cranio-caudale. La durata del massaggio è stata di 10 minuti per gli elettrodi resistivo automatico, resistivo e capacitivo.

Il segmento articolare interessato dalla lesione non è stato immobilizzato ed è stata permessa la deambulazione durante tutto il periodo di trattamento. In nessun caso si sono evidenziati effetti collaterali di alcun tipo, né dal punto di vista ecografico che clinico-sintomatologico,

TABELLA 1 - TRATTAMENTO NON CHIRURGICO DI PATOLOGIA OSTEO-MUSCOLO-ARTICOLARE

TERAPIA FARMACOLOGICA	PRINCIPALE INTERAZIONE CON IL TESSUTO	PRINCIPALI EFFETTI	INDICAZIONI
Antinfiammatori, per via sistemica e/o topica	Di tipo biochimico: alterazione dei meccanismi biochimici della flogosi	Effetto antiflogistico diretto con, secondo il tipo di farmaco, effetto antalgico, antipiretico, antiedemigeno	Patologia acuta dei tessuti molli, pùssée di riattivazione di quadri cronici, sindromi dolorose miofasciali per trattamento topico e sistemico

Trattamento di secondo livello quadri acuti o cronici di moderata-gnave entità e per sindromi dolorose organiche

TRATTAMENTO	PRINCIPALE INTERAZIONE CON IL TESSUTO	PRINCIPALI EFFETTI	INDICAZIONI
Ultrasuonoterapia	Di tipo meccanico: onde sonore ad alta frequenza con effetto termico associato	Decalcificazione, fibrocalcificazione di strutture molli (lievissimo effetto di stimolo al circolo ematico e linfatico)	Tendinopatie, miopatie cronico-degenerative con fibrosi e/o fibrocalcificazioni
Magnetoterapia	Di tipo elettromagnetico debole con alta polarità di membrana e modificazione livello metabolico cellulare	Effetto biostimolante su strutture con metabolismo rallentato, lieve effetto antalgico e di stimolo al circolo	Lesioni muscolari, ematomi, fratture, lesioni cronico-degenerative di strutture molli, rachialgie
Elettroterapia	Di tipo elettromagnetico sulle strutture di conduzione (eccitazione o depressione della conducibilità)	Effetto antalgico nel caso d'interessamento di strutture nervose e/o muscolari	Rachialgie e dolori ad origine neuritica e/o muscolo-fasciale. Dolore cronico
Tecarterapia	Di tipo termico con eccitazione sistemi chimico-enzimatici ed effetto su macrocircolo	Effetto biostimolante e di stimolo al circolo con effetto antalgico ed antiflogistico secondario	Quadri infiammatori cronici, alterazioni del micro o macrocircolo, lesioni muscolari
Laserterapia	Di tipo elettromagnetico, fotochimico, fototermico e fotomeccanico	Antalgico, antiflogistico e biostimolante in relazione al tipo di laser	Quadri infiammatori acuti e cronici, dolore ad origine neuritica o miofasciale. Artropatie acute o croniche

TABELLA 2 - CLASSIFICAZIONE PER MUSCOLO INTERESSATO E GRADO DI LESIONE

LESIONE					
I GRADO		II GRADO		III GRADO	
Circoscritta diminuzione ecogenicità per edema perifrillare e/o versamento sieroeumatico		Zona di ipoanecogenicità per ematoma intramuscolare con scomparsa della struttura fibrillare < 30% spessore		Zona di ipoanecogenicità per ematoma intramuscolare con scomparsa della struttura fibrillare < 30% spessore	
DESCRIZIONE	N. CASI	DESCRIZIONE	N. CASI	DESCRIZIONE	N. CASI
M. gastrocnemico	1	M. retto femorale	4	M. retto femorale	2
M. bicipite femorale	3	M. bicipite femorale	3	M. bicipite femorale	5
M. tibiale anteriore	1	M. adduttori coscia	1	M. gastrocnemico	6
		M. soleo	2	M. vasto intermedio	1
		M. pettorale	1		
Totale	5		11		14

anzi, in genere fin dalle prime sedute, i pazienti hanno riferito un miglioramento del sintomo ‘dolore’ ed è stata verificata la riduzione dell’impotenza funzionale.

Ogni atleta è stato sottoposto a follow-up dopo due settimane dalla fine del trattamento, durante la fase di riabilitazione attiva, senza che si presentassero modificazioni di rilievo in senso negativo del quadro clinico presente al controllo di fine terapia. Nonostante l’entità di alcune delle lesioni trattate non è mai stato necessario eseguire più di 18 trattamenti, per una durata complessiva di 4 settimane di terapia (Tabella 3).

CONCLUSIONI

Gli ottimi risultati ottenuti in termini di rapidità di risoluzione del quadro clinico-sintomatologico ed ecografico, uniti alla maneggevolezza del-

l’apparecchio, ci permettono di indicare la Tecarterapia come strumento di notevole efficacia nel trattamento precoce non chirurgico delle lesioni muscolari. In particolare la focalità di azione garantita dal sistema capacitivo-resistivo comporta una buona specificità di intervento nelle aree interessate dalla lesione: la facilità di controllo dell’ampiezza dell’area trattata permette di escludere coinvolgimenti di eventuali zone tissutali particolarmente delicate (soluzioni di continuo della cute, mucose, ecc.).

L’assenza di effetti collaterali, rilevata con la ricerca, conferma la teorizzata sicurezza del trasferimento energetico capacitivo-resistivo. Risultati biologicamente apprezzabili in profondità sono ottenibili senza proiezione o concentrazioni troppo elevate di energia.

Per effetto del trasferimento capacitivo-resistivo, infatti, non è presente corrente di contatto, ma

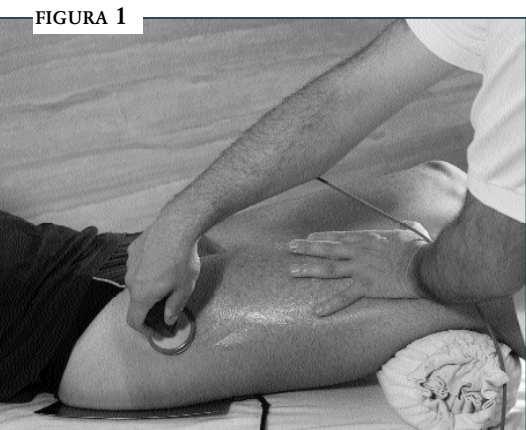


Figure. 1-2 Applicazione Tecar con elettrodo capacitivo a sinistra, e resistivo a destra.

TABELLA 3- NUMERO DI SEDUTE E TEMPI DI RISOLUZIONE ECOGRAFICA			
LESIONE			
PARAMETRI			
I GRADO		II GRADO	III GRADO
TOTALE CASI	5	11	14
Max	10 sedute: 14 giorni	14 sedute: 21 giorni	18 sedute: 28 giorni
Min	4 sedute: 7 giorni	4 sedute: 7 giorni	6 sedute: 14 giorni
Media	5,1 sedute: 8 giorni	8,6 sedute: 14 giorni	11,7 sedute: 19 giorni

movimento di attrazione e repulsione di cariche (ioni). Non è stato possibile effettuare un'indagine statistica sui tempi di recupero a causa della scarsa letteratura reperibile sull'argomento.

Sulla base della nostra esperienza ci sentiamo di affermare, però, che si tratta di tempi estremamente rapidi con miglioramento, inoltre, delle possibilità riabilitative. Ciò è consentito dall'efficacia terapeutica del trattamento, riscontrata nella sperimentazione, sui sintomi dolore e impotenza funzionale, la cui rapida remissione permette di iniziare precocemente manovre riabilitative corrette.

BIBLIOGRAFIA

1. COLO A.J., EAGLESTONE M.A.: The benefits of deep heat. *Ultrasound and Electromagnetic Diatermy. Physic Sportsmedicine* 1994; 22: 77-88
2. GRIBAUDO C.G., ASTEGIANO P., CANALA G.L., GANZIT G.P.: Trattamento con ipertermia a trasferimento energetico resistivo e capacitivo di lesioni muscolo scheletriche acute e croniche: risultati preliminari in Radiazioni in medicina: qualità e sicurezza. *Atti del Congresso - Fisica sanitaria - n. 1/97 gennaio/marzo*; 379-381
3. McMEEKEN J.: *Electrotherapy in: Zuluaga et al Eds Sportphysiotherapy, Applied Science & practice*: Melbourne: Churchill Livingstone 1995, 233-244
4. LEY A., CLADELLAS J.M., DE LAS HERAS P. ET AL: Tránsito Eléctrico capacitivo (TEC). Técnica no invasiva de Hipertermia profunda en el tratamiento de los gliomas cerebrales. *Resultados preliminares. Neurocirugía* 1992; 3: 118-123
5. CAIOZZO V.J. ET AL. Training induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. *J Appl Physiol* 1981; 51: 750-4
6. FRANKEL V.H. ET AL. *Basic Biomechanics of the skeletal system*. Philadelphia: Lea and Febiger, 1980
7. ROTBSTEIN J.M. Muscle biology: clinical considerations. *Arch Phys Med Rehab* 1982; 62: 1823-30
8. HUXLEY A. Muscular contraction. *Ann Rev Physiol* 1988; 50: 1-16
9. THORNSTENSSON A. Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man. *Acta Physiol Scand* 1976; (suppl) 443
10. KIBLER W.B. Clinical aspects of muscle injury. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 4: 450
11. LEHTO MUK ET AL. Muscle injuries, their healing process and treatment. *Ann Chir Gynaecol* 1991; 80: 102
12. MOWAT A. Soft tissue injuries. *Practitioner*. 1992; 236: 1068
13. PECINA M. ET AL. Overuse injuries of the musculoskeletal system. *CRC Press INC*, 1993
14. BENAZZO F. ET AL. Attuali orientamenti nella patogenesi, evoluzione e trattamento degli ematomi muscolari negli atleti. *I J Sports Traumatol* 1989; 4: 273
15. SANTILLI G. ET AL. Patologia del muscolo: ruolo dell'ecografia e della teletermografia. In: *Diagnostica per immagini in Medicina dello Sport*. Milano: Ed. Masson, 1989
16. BORG M. J. ET AL. Campi magnetici in terapia fisica. *Minerva Med* 1996; 87: 495-7
17. ZAUNER A. Introducción a la transferencia eléctrica capacitiva. *Barcelona: Jims*, 1993: 143
18. CALBET J. Tratado de la transferencia eléctrica capacitiva. *Barcelona Doyma*. 1992
19. MYERSON R.J. ET AL. Principles and practice of radiation oncology. *Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers*, 1997; 644-6

LA TECARTERAPIA NEL TRATTAMENTO DI PATOLOGIE ACUTE E CRONICHE DA SPORT

G.P. Ganzit, L. Stefanini, G. Stesina

Istituto di Medicina dello Sport FMSI-CONI Torino

RIASSUNTO

In questo studio viene utilizzata la TECARTERAPIA, un sistema a trasferimento energetico capacitivo e/o resistivo, che funziona nell'ambito delle radiofrequenze a onde lunghe nel trattamento della patologia muscolo-articolare acuta e cronica dell'atleta. La caratteristica della Tecarterapia è quella di trasferire energia all'interno dei tessuti con un elettrodo capacitivo rivestito da un isolante e un elettrodo resistivo conduttore, seguendo il meccanismo del condensatore. L'apparecchio utilizzato è costituito da un generatore che eroga segnale alla frequenza di 0,5 MHz ad una potenza massima di 300 watt.

Sono stati presi in considerazione 327 soggetti (120 femmine, 207 maschi) fra i 18 e i 60 anni affetti da patologie acute e croniche da sport. Sono stati divisi in due gruppi, uno composto da 68 casi di patologie acute non precedentemente trattate, un altro di 259 casi di patologie croniche trattate variamente. Le sedute sono iniziate con il trattamento resistivo con elettrodo posto in corrispondenza della zona da trattare per 10 minuti (5 nelle patologie muscolari) e successivamente per altri 10 minuti (15 nelle patologie muscolari) con l'applicazione dell'elettrodo capacitivo.

L'evolversi della sintomatologia è stata controllata e valutata clinicamente da un osservatore indipendente con l'indice di Steinbrocker modificato per l'attività sportiva e con la scala visiva analogica VAS da 0 a 10, dove 0 corrisponde ad assenza di dolore e 10 a dolore insopportabile. Le patologie trattate sono articolari, muscolari, tendinee e tra queste quelle che hanno evidenziato una più marcata modificazione della classe funzionale sono quelle muscolari.

I risultati ottenuti appaiono degni di attenzione in quanto indicano che la Tecarterapia è un utile strumento nella terapia di patologie da sport dell'apparato locomotore, che si sovrappone ad altre terapie negli effetti positivi o nella mancanza degli stessi, ma che ha anche caratteristiche peculiari che risultano efficaci anche dove altri trattamenti hanno fallito.

PAROLA CHIAVE

Ipertermia, patologie muscolo-articolari, vasodilatazione

Nonostante la relativamente ampia strumentazione fisioterapica attualmente in uso, che comprende anche varie apparecchiature per generare correnti elettriche indotte o trasmesse direttamente al corpo umano, vi sono diversi processi patologici articolari, tendinei, mioentesici che risultano particolarmente resistenti al trattamento e limitano a lungo la possibilità di pratica sportiva sia a livello agonistico che amatoriale. La possibilità che una nuova modalità di trasferimento di energia in profondità possa essere utile anche solo in qualche caso ad abbreviare e risolvere patologie limitanti la prestazione sportiva e a volte anche l'attività quotidiana appare quantomeno meritevole di attenzione.

L'ipertermia è nata e si è sviluppata per trattare associata ad altri mezzi chimici e fisici le masse tumorali allo scopo di distruggere le cellule più centrali, metabolicamente meno attive e poco irrorate dal sangue circolante. Tra i metodi utilizzati vi è quello dell'ipertermia indotta da radiofrequenza¹. Alcune osservazioni evidenziano oltre alla necrosi centrale una riduzione dell'edema periferico alla massa carcinomatosa² e hanno suggerito la possibilità di utilizzazione anche in tessuti soggetti a reazione infiammatoria con le dovute proporzioni di intensità e tempo. In questo caso il flusso ematico, accentuato dall'aumento della temperatura potrebbe, aumentando lo scambio calorico, evitare il raggiungimento di temperature che potrebbero determinare necrosi cellulare, osservata nella terapia dei tumori. Già Lehmann³ nel 1953 aveva evidenziato come temperature fra 40 e 45°C potessero avere effetti terapeutici in varie situazioni patologiche, ma le temperature di 44-45°C dovevano essere mantenute per brevi periodi di tempo.

È stato messo recentemente a punto un sistema detto a trasferimento energetico resistivo e capacitivo e per questo denominato TECARTERAPIA, che funziona nell'ambito delle radiofrequenze a onde lunghe a 0,5 MHz, inferiore quindi alle frequenze usate in diatermia ad onde corte (27,1

MHz) e superiore alle frequenze che determinano contrazioni muscolari.

La Tecarterapia ha quale sua peculiarità, nell'ambito degli apparecchi per diatermia, quella di trasferire energia all'interno dei tessuti con un elettrodo capacitivo o con uno resistivo. Il primo è costituito da un elettrodo rivestito da un isolante, il secondo da un elettrodo conduttore. Nel primo caso possiamo immaginare di essere in presenza di un condensatore con due armature, in cui una è costituita da una piastra conduttrice metallica (il dielettrico è quello opposto sulla sua superficie), e l'altra è costituita da un conduttore di 2^a specie, formato dal tessuto biologico e da un'altra piastra metallica conduttrice che chiude il circuito. Un conduttore di 2^a specie è caratterizzato da correnti di spostamento piuttosto che di conduzione, le particelle cariche tendono ad addensarsi maggiormente nei pressi del dielettrico e la loro energia tende ad aumentare progressivamente dal controelettrodo all'elettrodo isolato con conseguente aumento di temperatura. L'aumento di energia è quindi maggiore nei muscoli posti in prossimità dell'elettrodo isolato. Se l'elettrodo isolato viene tenuto fermo la sensazione di calore sulla cute a contatto diventa presto insopportabile, di conseguenza il trattamento comporta il movimento lento e continuo dell'elettrodo in senso circolare e spostamenti successivi pari al raggio dell'elettrodo. Nel caso dell'elettrodo resistivo il circuito risulta formato da un condensatore in cui un'armatura è costituita dall'elettrodo quale conduttore di 1^a specie e dai tessuti biologici sottostanti con caratteristiche di conduttore di 2^a specie, da un dielettrico formato dal tessuto osseo, da una seconda armatura formata dal tessuto biologico conduttore e dal controelettrodo. In questo caso l'addensamento maggiore di energia si avrà vicino alle superfici ossee e quindi a livello delle inserzioni dei tendini e dei legamenti e delle articolazioni. Infatti, in questo caso l'elettrodo attivo può essere mantenuto fisso e la sensazione di aumento di energia si avrà soprattutto in caso di

TABELLA 1- TEMPERATURA CUTANEA IN °C DURANTE IL TRATTAMENTO CON ELETTRODO RESISTIVO PER TENDINOPATIA ACHILLEA

	INIZIO	10'	20'	30'
TALLONE	27.7	38.7	39.8	40.1
A 5 CM	28.4	38.8	39.7	38.7
A 10 CM	30.0	36.9	39.6	38.2
A 20 CM	31.2	34.5	36.7	37.2
CONTROLAT.	27,6	27.7	27.7	27.7

patologia inserzionale o articolare a questo livello. Tutte le strutture conduttrici investite dalle onde elettromagnetiche avranno un aumento di energia come aumento del movimento ionico e dove le onde si addensano in ogni caso avremo un incremento di temperatura, che aumentando la potenza del generatore è avvertito dal soggetto come eccessivo, quindi anche nel caso di elettrodo resistivo. Infatti si può osservare che la temperatura cutanea nell'uso dell'elettrodo resistivo va progressivamente diminuendo in direzione del controelettrodo. Ad esempio nel trattamento del tendine di Achille la massima temperatura cutanea si ha in corrispondenza del tallone (**Tabella 1**).

La temperatura sale rapidamente nei primi 10 minuti e più lentamente nei minuti successivi. Dopo 20 minuti gli incrementi sono molto modesti ed in alcune zone la temperatura tende a scendere in funzione dei flussi circolatori. L'apposizione opportuna di elettrodo (più piccolo con maggior addensamento di corrente) e controelettrodo permette di trattare varie zone del corpo. In particolare per il trattamento di muscoli verrà usato un elettrodo capacitivo con il controelettrodo situato sul versante opposto dell'arto, per il trattamento di una articolazione l'elettrodo verrà posto su un versante dell'articolazione e il controelettrodo sul versante opposto. Gli effetti fisiologici di questo aumento di energia sono rappresentati da:

- Aumento dell'estensibilità del tessuto colla-

ne per riduzione della viscosità.

- Riduzione del dolore per azione controirritante o per liberazione di endorfine.
- Riduzione degli spasmi e contratture muscolari per ridotta attività degli efferenti secondari.
- Più rapida e completa dissociazione dell'ossigeno dall'emoglobina con maggiore disponibilità, che si accompagna a riduzione dell'energia di attivazione di importanti reazioni chimiche metaboliche.
- Vasodilatazione con aumento del flusso ematico locale che contribuisce al rifornimento di ossigeno e di sostanze nutritive e all'asportazione di cataboliti.
- Velocizzazione del riassorbimento di raccolte emorragiche.

Altri possibili effetti legati all'azione specifica del campo elettromagnetico sono ipotizzabili ma non dimostrati.

MATERIALI E METODI

L'apparecchio utilizzato è costituito da un generatore che eroga un segnale alla frequenza di 0,5 MHz ad una potenza massima di 300watt (HCR900 Unibell). La potenza è regolabile per consentire di controllare la quantità di energia trasferita e la relativa azione biologica. Gli elettrodi attivi sono costituiti da elementi metallici di varie dimensioni (da alcuni centimetri a pochi millimetri), alcuni dei quali sono completamente rivestiti da uno speciale materiale ceramico

che ha la funzione di dielettrico. Il controlettrodo consiste in una placca metallica che viene applicata in contrapposizione o un cilindro che viene impugnato. La zona da trattare viene coperta da un leggero strato di un gel speciale che ha l'unica funzione di rendere omogeneo il contatto fisico tra elettrodo e pelle.

La seduta inizia con il trattamento resistivo con elettrodo che viene posto in corrispondenza della zona da trattare, mantenuto fisso per 10 minuti (5 minuti nelle patologie muscolari) con potenza regolata in modo tale da ottenere la massima temperatura cutanea accettabile dal soggetto senza senso di fastidio (per questo possono essere necessari aggiustamenti ripetuti).

Successivamente viene eseguita per 10 minuti (15 minuti nelle patologie muscolari) applicazione con elettrodo capacitivo. In questo caso l'elettrodo deve essere mosso in continuazione dall'operatore con movimenti circolari per evitare fastidiose sensazioni cutanee da eccessivo calore locale. Sono state eseguite mediamente 10 sedute giornaliere in giorni successivi con pause di due giorni al fine settimana.

Sono stati presi in considerazione 327 soggetti (120 femmine e 207 maschi) fra i 18 e i 60 anni risultati affetti da patologie acute e croniche da sport. Sono stati suddivisi in due gruppi, l'uno composto da 68 soggetti portatori di patologie acute non precedentemente trattate, l'altro di 259 soggetti portatori di patologie croniche già trattate precedentemente a volte con vari trattamenti (FANS, infiltrazioni con steroidi, US, ionoforesi...). In nessun caso è stato utilizzato altro trattamento, fisico o farmacologico, durante la fase di Tecarterapia. Nelle patologie acute sono stati usati quando ritenuto opportuno bendaggi od ortesi e la Tecarterapia è stata iniziata solo dopo 72 ore dal trauma.

L'evolversi della sintomatologia è stata controllata e valutata clinicamente da un osservatore indipendente con l'indice di Steinbroker modificato per l'attività sportiva e cioè:

- attività sportiva possibile senza limitazioni;

- le fasi più impegnative della pratica sportiva sono condizionate e limitate;
- l'attività sportiva è possibile solo a livello moderato;
- il soggetto non è in grado di svolgere alcuna attività sportiva.

Inoltre al soggetto è stata sottoposta una scala visiva analogica (VAS) da 0 a 10, dove 0 corrispondeva ad assenza di dolore al movimento e 10 a dolore insopportabile che rende impossibile il movimento interessato. La valutazione è stata ripetuta all'inizio ed alla fine del trattamento. Alla fine del trattamento è stato chiesto inoltre al soggetto un giudizio sull'efficacia e la tollerabilità della terapia.

RISULTATI E DISCUSSIONI

I soggetti trattati sono atleti appartenenti a diverse discipline: nuoto, sci, calcio, pallacanestro, pallavolo, ciclismo ed in particolare podismo e tennis. Le varie patologie trattate sono state suddivise in tre gruppi:

- ✓ articolari in cui abbiamo compreso distorsioni, versamenti, artrosinoviti, sinoviti da sovraccarico e da impatto, sinoviti meniscali, condropatie, lombalgie;
- ✓ muscolari comprendenti lesioni con perdita di continuità di 1-3° grado, mioentesi, esiti fibrocicatriziali;
- ✓ tendinee costituite da tendiniti acute e croniche, paratenoniti ed entesopatie.

Le patologie articolari sono così risultate 145 pari al 44,3%, quelle muscolari 46 pari al 14,1% e quelle tendinee 136 pari al 41,5%.

La scelta delle patologie ha tenuto conto delle indicazioni alla diatermia ad onde corte^{4,5} che comprende fibrosi muscolare e legamentosa, lesioni tendinee ed articolari, borsiti, infiammazioni ricorrenti come artriti traumatiche ed epicondiliti. Come controindicazioni abbiamo fatto riferimento a quelle generali per applicazione di calore quali infezioni, deficit della sensibilità per cui il paziente non è in grado di per-

cepire o comunicare la sensazione di eventuale dolore e a quelle più specifiche relative alla diatermia elettromagnetica quali coagulopatie e tromboflebiti. Altre situazioni di controindicazione al trattamento con onde corte quali edemi, versamenti articolari e presenza di oggetti metallici potrebbero invece essere trattati con

il sistema a trasferimento energetico capacitivo secondo i costruttori e secondo alcune osservazioni sperimentali². Nella presente sperimentazione abbiamo trattato 12 casi di idrartro del ginocchio. È necessario in ogni caso una corretta applicazione degli elettrodi, del rispetto dei tempi, dell’energia trasmessa che deve essere

TABELLA 2- INDICE DI STEINBROKER MODIFICATO IN TUTTI I SOGGETTI PRIMA E DOPO TRATTAMENTO (x²=143.1)

	PRIMA		DOPO	
I.si S.	N.	%	N.	%
1	6	1.8	93	28.4
2	146	44.3	177	54.1
3	145	44.3	54.0	16.5
4	30	9.2	3.0	0.9

TABELLA 3- INDICE DI STEINBROKER MODIFICATO NEI CASI ACUTI (x²=53.6) E CRONICI (x²=53,6) PRIMA E DOPO TRATTAMENTO

	PRIMA		DOPO	
ACUTI				
I.si S.	N.	%	N.	%
1	0	0.0	27	39.7
2	28	41.2	35	51.5
3	31	45.6	6	8.8
4	9	13.2	0	0.0
CRONICI				
1	6	2.3	66	25.5
2	118	45.6	142	54.8
3	114	44.0	48	18.5
4	21	8.1	3	1.2

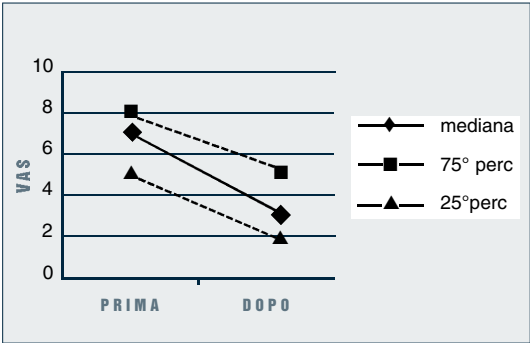


Grafico 1. Valori della scala analogica visiva di tutti gli atleti prima e dopo trattamento.

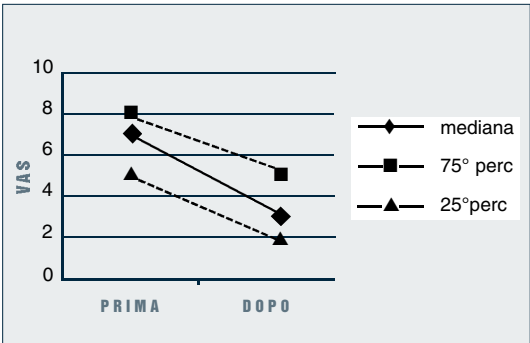


Grafico 2. Valori della scala analogica visiva prima e dopo trattamento nel caso di patologia acuta.

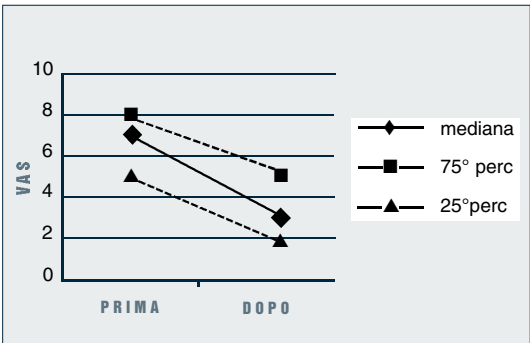


Grafico 3. Valori della scala analogica visiva prima e dopo trattamento nel caso di patologia cronica.

regolata in funzione delle sensazioni riferite dal soggetto, al fine di evitare di produrre lesioni da eccessivo aumento di temperatura.

La maggior parte dei soggetti ha dichiarato una certa riduzione del dolore e miglioramento della riduzione funzionale al termine del trattamento e le classi dell'indice di Steinbroker modificato e

i valori di VAS (**Tabella 2** e **Grafico 1**) sono risultati statisticamente modificati. Le modificazioni sono risultate analogamente significative nei casi acuti e cronici e nei tre gruppi patologici considerati (**Tabelle 3 e 4** e **Grafici 2-6**).

Per verificare meglio i risultati abbiamo considerato per i vari tipi di patologia la differenza del-

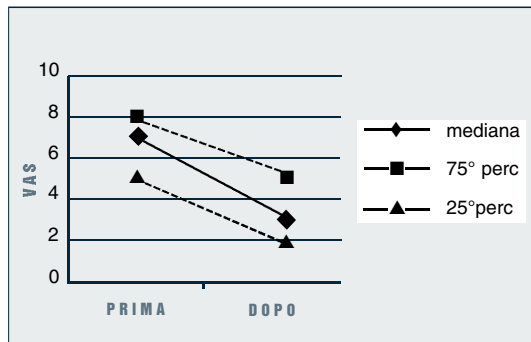


Grafico 4. Valori della scala analogica visiva prima e dopo trattamento nel caso di patologia articolare.

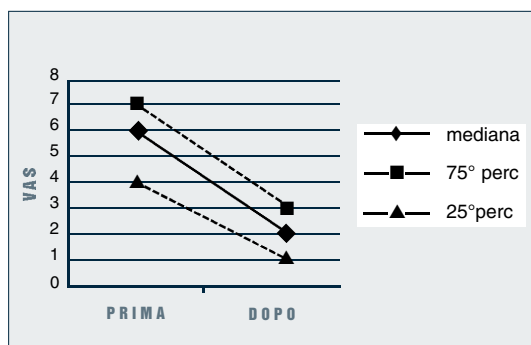


Grafico 5. Valori della scala analogica visiva prima e dopo trattamento nel caso di patologia muscolare.

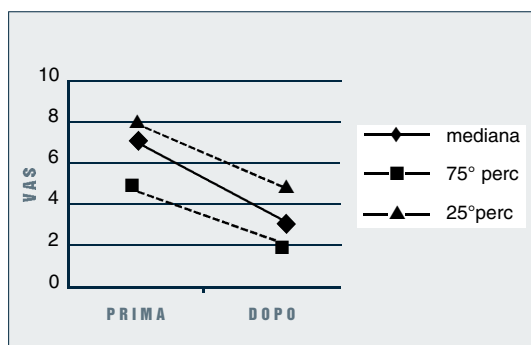


Grafico 6. Valori della scala analogica visiva prima e dopo trattamento nel caso di patologia tendinea.

TABELLA 4 - INDICE DI STEINBROKER MODIFICATO NEI 3 GRUPPI DI PATOLOGIE PRIMA E DOPO TRATTAMENTO

	PRIMA		DOPO	
ARTICOLARI				$\chi^2=49.9$
I.Di S.	N.	%	N.	%
1	2	1.4	34	23.4
2	63	43.4	77	53.1
3	68	46.9	32	22.1
4	12	8.3	2	1.4
MUSCOLARI				$\chi^2=31.8$
1	2	4.3	21	45.7
2	28	60.9	25	54.3
3	13	28.3	0	0.0
4	3	6.5	0	0.0
TENDINEE				$\chi^2=69.3$
1	2	1.5	38	27.9
2	54	39.7	75	55.1
3	65	47.8	22	16.2
4	15	11.0	1	0.7

TABELLA 5- DIFFERENZA FRA L'INDICE DI STEINBROKER MODIFICATO PRIMA E DOPO TRATTAMENTO ($\chi^2=5.81$) NEI CASI ACUTI E CRONICI

	ACUTI		CRONICI	
DIFFERENZA I. DI S.	N.	%	N.	%
0	23	33.8	117	45.2
1	32	47.1	113	43.6
2	12	17.6	23	8.9
3	1	1.5	6	2.3

TABELLA 6- DIFFERENZA FRA L'INDICE DI STEINBROKER MODIFICATO PRIMA E DOPO TRATTAMENTO ($\chi^2=58.7$) NEI 3 GRUPPI DI PATOLOGIE

patologia	ARTICOLARE		MUSCOLARE		TENDINEA	
DIFFERENZA I. DI S.	N.	%	N.	%	N.	%
0	55	37.9	14	30.4	53	39.0
1	78	53.8	22	47.8	60	44.1
2	11	7.6	8	17.4	17	12.5
3	1	0.7	2	4.3	6	4.4

TABELLA 7- GIUDIZIO SULLA TERAPIA AL TERMINE DEL TRATTAMENTO DELL'ATLETA E DEL MEDICO

giudizio	ATLETA		MEDICO		TOLLERABILITÀ	
	N.	%	N.	%	N.	%
scadente	47	14.4	57	17.4	13	4.0
discreto	68	20.8	73	22.3	44	13.5
buono	178	54.4	173	52.9	230	70.3
ottimo	34	10.4	24	7.3	40	12.2

l'indice di Steinbroker fra prima e dopo trattamento. Così possiamo osservare che nei casi cronici (**Tabella 5**) il 45,2% dei soggetti non ha evidenziato modificazioni della classe funzionale e nei casi acuti il 33,8%. La differenza non risulta però statisticamente significativa, considerando la distribuzione in tutte le classi e quindi statisticamente dobbiamo dire che non abbiamo rilevato differenze significative fra patologie acute e croniche nell'entità dei miglioramenti denunciati. Se consideriamo invece i tre gruppi di patologie (**Tabella 6**) possiamo osservare che le patologie muscolari hanno evidenziato una più marcata modificazione della classe funzionale ma i soggetti che sono rimasti nella stessa classe prima e dopo trattamento sono risultati il 30% nelle patologie muscolari il 38-39% in quelle articolari e tendinee. Se però osserviamo il giudizio finale (**Tabella 7**) vediamo che solo il 14,4% dei soggetti reputa il trattamento scadente e quindi senza alcun risultato. Il giudizio medico è un po' più severo (il 17,4%) probabilmente perché in alcuni casi non si è verificato il miglioramento atteso in base all'esperienza clinica. Possiamo quindi osservare come l'indice di Steinbroker comprenda classi abbastanza ampie e quindi possa sottostimare la presenza di effetti positivi, nel senso che il soggetto può denunciare un miglioramento della sintomatologia ma non tale da comportare il passaggio ad una diversa classe funzionale. Potremo pensare anche però che queste modificazioni di non grande entità possano essere in relazione ad una guarigione spontanea o a un effetto placebo e che quindi dovremo tenere conto solo del passaggio almeno da una classe funzionale maggiore ad una inferiore quale effetto positivo terapeutico. La maggior parte dei casi ci siamo però trovati di fronte a patologie croniche sempre già trattate in precedenza con diverso approccio, sovente più di uno, e questo spiega da un lato la soddisfazione degli sportivi anche per miglioramenti modesti e dall'altro sottolinea l'interesse di questa nuova terapia. Può stupire che non

siano stati rilevati effetti statisticamente differenti nel trattamento di patologie acute o croniche. Ma le patologie acute, considerate come tali poiché comparse da meno di 3 settimane, in realtà si presentavano in alcuni casi come forme potenzialmente cronicizzanti (tendiniti, condropatie, artrosinoviti) o nel caso delle lesioni muscolari sono state prese in considerazione solo quelle più gravi per cui non era prevedibile una guarigione spontanea in 15 giorni.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti sono interessanti e indicativi che la Tecarterapia è un utile strumento nella terapia di patologie da sport dell'apparato locomotore, che si sovrappone ad altre terapie negli effetti positivi o nella mancanza degli stessi, ma che ha anche caratteristiche peculiari che risultano efficaci anche dove altri trattamenti hanno fallito.

BIBLIOGRAFIA

1. LEVEEN H.H., WAPRICK S., PICCONE W. E AL.: Tumor eradication by radiofrequency therapy. Reponse in 21 patients. JAMA 1976; 235: 2198-2200
2. LEY A., CLADELLAS J.M., DE LAS HERAS P. E AL.: Tránsito eléctrica capacitiva (TEC). Técnica no invasiva de hipertermia profunda en el tratamiento de los gliomas cerebrales. Resultados preliminares, Neurochirurgia 1992; 3: 118-123
3. LEHMANN J.F., DE LATEUR B.J.: Therapeutic Heat and Cold, Hydrotherapy. In: Leek J.C., Gershwin M.E., Fowler W.M. Eds. Principles of Physical Medicine and Rehabilitation in the Musculoskeletal Disease. Orlando FL: Grune & Stratton Inc., 1986; 61-101
4. COLE A.J., EAGLESTONE M.A.: The benefits of Deep Heat. Ultrasound and Electromagnetic Diathermy. Physic. Sportsmedicine 1994; 22: 77-88
5. MCMEEKEN J.: Electrotherapy in: Zuluaga e al. Eds. Sportphysiotherapy. Applied science & practice. Melbourne: Churchill Livingstone 1995, 233-244

C. Tranquilli, G.P. Ganzit,
A. Ciuffetti, P. Bergamo e F. Combi
Federazione Italiana Giuoco Calcio
Istituto di Medicina dello Sport
FMSI Torino - AC. Reggiana
Azienda Ospedaliera Bassini
Cinisello Balsamo (MI)

STUDIO MULTICENTRICO CON TECARTERAPIA NELLE PATOLOGIE DA SPORT

RIASSUNTO

Questo studio è il risultato di una sperimentazione multicentrica condotta su 116 atleti affetti da patologie acute e croniche muscolo-scheletriche e tendinee, sottoposti a protocolli con Tecarterapia, una terapia a trasferimento energetico capacitivo e/o resistivo. L'obiettivo dello studio era di misurare la riduzione del dolore con la VAS e l'accorciamento dei tempi di recupero motorio. La sperimentazione è stata condotta sotto il controllo del Professor Carlo Tranquilli a Roma, da Gian Paolo Ganzit a Torino, da Pasquale Bergamo a Reggio Emilia e da Franco Combi a Cinisello Balsamo presso l'ospedale Bassini. I risultati globali e quelli esemplificativi di alcuni gruppi sono riportati nelle pagine a seguire.

PAROLE CHIAVE

Ipertermia endogena,
traumi muscolo-tendinei,
patologie dei tessuti molli.

La sempre pressante necessità di conciliare, nella cura delle lesioni muscolo-tendinee degli atleti, la salvaguardia dello stato di salute dell'individuo, la conservazione del patrimonio societario del professionista e il recupero nei tempi più rapidi possibili, a volte oltre ogni ragionevole considerazione di ordine fisiologico e clinico, pone il medico dello sport di atleti di elevato livello spesso al centro di interessi talora, almeno apparentemente, fortemente contrastanti tra loro.

Particolare attenzione meritano, in questo senso le lesioni muscolari che, secondo una logica 'tradizionale' rappresentano un dato di fatto oggettivo ed insuperabile che rende l'atleta sicuramente non idoneo per periodi variabili di tempo ma sempre in maniera assoluta. I sempre più frequenti tentativi 'terapeutici alternativi' trovano spesso terreno fertile nella necessità di atleti, allenatori e dirigenti che pongono il medico in condizione di subire o condividere la necessità di 'fare presto'.

La possibilità di eseguire trattamenti fisioterapici nei primissimi giorni dopo l'infortunio con la speranza di accelerare in maniera significativa i tempi di recupero rappresenta certamente una grande speranza ma spesso è solo una forte tentazione non giustificata da sufficienti dati scientifici.

Nel panorama dei possibili interventi fisioterapici per il recupero precoce degli infortuni muscolo-tendinei di atleti di elevato livello si è inserito recentemente il Tecar (terapia a trasferimento energetico capacitivo e/o resistivo). Si tratta di un generatore che emette un segnale di radiofrequenza di 0,5 MHz, a una potenza variabile con un massimo di 300 W. La frequenza usata è notevolmente inferiore a quella utilizzata dalla diatermia ad onde corte (27 MHz), in ipertermia (454 MHz) ed in radarterapia (2,5 GHz). Non venendo prodotta alcuna radiazione diretta è necessaria una applicazione per contatto con il corpo. Tale sistema, grazie al principio di funzionamento che utilizza il tessuto biologico da trattare come una resistenza elettrica o, alternativamente come parte di un condensatore, consente di interessare omogeneamen-

te sia gli strati più esterni che quelli più profondi del tessuto biologico. Tale possibilità è virtualmente inesistente con i sistemi radianti in quanto già nei primi 10 micron di tessuto biologico avviene una dispersione del 30-40% dell'energia erogata. Per questa ragione, per ottenere risultati apprezzabili in profondità (come nelle lesioni muscolari) si è costretti ad utilizzare energie a frequenze elevatissime con grosse limitazioni nell'applicazione e con problemi legati alla forte azione termica prodotta dal segnale. Il sistema Tecar è in grado di produrre un effetto endotermico che dipende dalla potenza applicata e dall'impedenza offerta dai tessuti al passag-

gio di corrente. Si ritiene che l'azione dipenda dall'ipertermia endogena profonda e probabilmente dall'innalzamento del potenziale energetico delle membrane cellulari.

Una serie di osservazioni sono state compiute, nell'ultimo periodo, nell'uso di questa apparecchiatura nella riabilitazione dei traumi muscolo-tendinei di atleti di elevato livello. Vengono qui riferiti i risultati di queste osservazioni eseguite contemporaneamente da vari gruppi - a Torino, Milano, Roma, Reggio Emilia - che, pur essendo sperimentali e suscettibili di ulteriore approfondimento, mostrano un sicuro interesse nel trattamento precoce di tali patologie.

INDAGINE SUL DOLORE MEDIANTE VAS SUL TOTALE DEI 116 CASI TRATTATI DALLO STUDIO MULTICENTRICO

DOLORE ALLA PRESSIONE NEI CASI ACUTI				DOLORE ALLA PRESSIONE NEI CASI CRONICI			
scala analogica visiva nei casi acuti				scala analogica visiva nei casi cronici			
VAS	PRIMA	8+/-0.5	DOPO 4+/-1.1	VAS	PRIMA	7+/-1.3	DOPO 3+/-1.5
DOLORE A RIPOSO NEI CASI ACUTI				DOLORE A RIPOSO NEI CASI CRONICI			
VAS	PRIMA	6+/-1.2	DOPO 3+/-1.7	VAS	PRIMA	5+/-1.8	DOPO 1+/-0.8
DOLORE AL MOVIMENTO NEI CASI ACUTI				DOLORE AL MOVIMENTO NEI CASI CRONICI			
VAS	PRIMA	8+/-1.9	DOPO 3+/-1.7	VAS	PRIMA	7+/-1.2	DOPO 2+/-0.5

tutte le scale precedenti sono da 0 a 10

INTERFERENZA CON LA NORMALE ATTIVITÀ SPORTIVA (scala da 0 a 4)			
casi acuti		casi cronici	
PRIMA 4+/-0.2	DOPO 1+/-0.5	PRIMA 3+/-1	DOPO 1+/-1.2

TOTALE CASI TRATTATI

(Torino, Milano, Reggio Emilia, Roma)

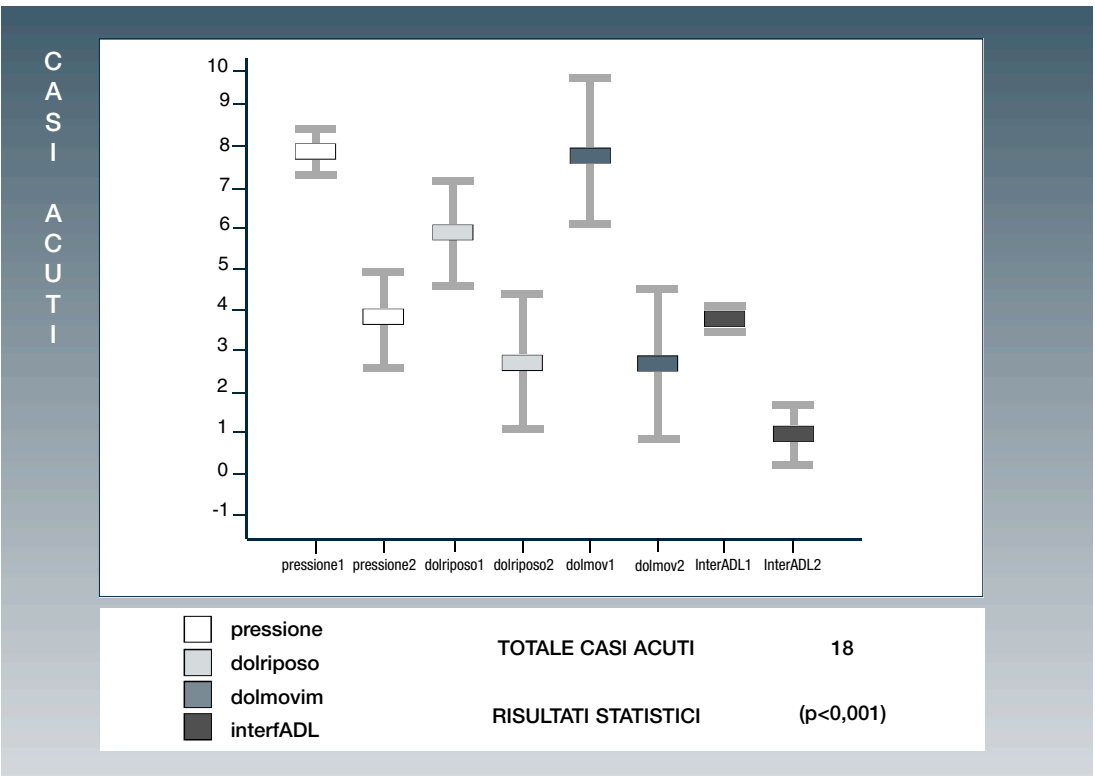
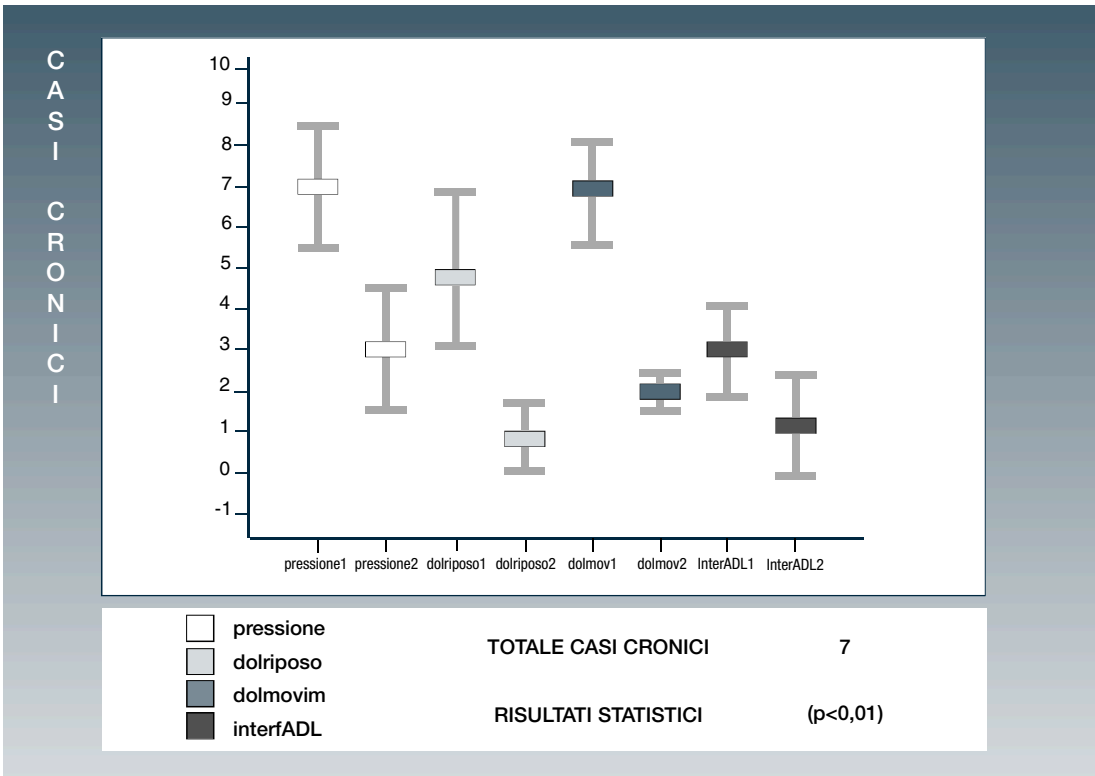
116

TOTALE CASI ACUTI

76

TOTALE CASI CRONICI

40



CASISTICA DEL GRUPPO CONTROLLATO DA C. TRANQUILLI

Sono stati trattati 25 soggetti di ambo i sessi tra i 16 ed i 35 anni affetti da patologie croniche da sport. Tutti i soggetti erano atleti che svolgevano attività agonistica ed in alcuni casi (il 45%) svolgevano attività ad altissimo livello (atleti di livello nazionale ed internazionale). Mediamente gli atleti svolgevano cinque sedute settimanali di allenamento. Di questi, 18 erano portatori di patologie traumatiche acute (non precedentemente trattate) e 7 erano portatori di patologie croniche già trattate (da noi o da altri) con terapie antinfiammatorie locali e generali, FKT, ecc. L'evolversi delle sintomatologie è stata controllata da un osservatore indipendente tramite VAS (scala visiva analogica) da 0 a 10, in cui 0 corrisponde all'assenza di dolore e 10 al massimo del dolore soggettivamente percepito. La valutazione è stata seguita alla pressione, a riposo ed al movimento. Inoltre, con una scala da 1 a 4, abbiamo valutato l'interferenza della patologia con la normale pratica sportiva (intendendo l'attività agonistica costituita da regolari sedute di allenamento variamente periodizzato e l'attività della gara). La valutazione è stata eseguita all'inizio e alla fine del trattamento. I dati sono stati elaborati statisticamente tramite il test T di Student per dati appaiati.

I risultati evidenziati nei grafici rivelano una elevata significatività statistica. Sia nelle lesioni acute ($p < 0,001$) che nelle lesioni croniche ($p > 0,01$). Inoltre la significatività è altrettanto elevata quando vengono analizzate le singole variabili (dolore alla pressione, dolore a riposo, dolore al movimento).

Per quanto riguarda l'interferenza con il ritorno alla normale attività sportiva la maggioranza dei soggetti (9 acuti e 6 cronici) è stata in grado di riprendere gli allenamenti in tempi relativamente rapidi rispetto ai normali tempi di recupero

per le singole patologie e soprattutto in assenza di recidive e complicazioni. In un solo caso, in una distorsione tibio-tarsica di grado II in un calciatore abbiamo sospeso il trattamento, temporaneamente, dopo le prime due sedute in seguito ad un aumento dell'edema e dell'iperemia. Il trattamento è stato regolarmente ripreso dopo il quarto giorno e dopo dieci giorni dal trauma l'atleta è tornato ad allenarsi gradualmente.

In tutti i pazienti sono state eseguite 10 sedute giornaliere nei casi acuti e 15 sedute giornaliere nei casi cronici.

CONCLUSIONI

I risultati hanno evidenziato una forte significatività sia nelle lesioni acute che nelle lesioni croniche, con una drastica e immediata riduzione del dolore e un accorciamento dei tempi di recupero, determinante per una pronta ripresa dell'attività.

CASISTICA DEL GRUPPO CONTROLLATO DA P. BERGAMO

Nella stagione calcistica 1996/97 abbiamo adottato una nuova metodica di trasferimento energetico per le patologie traumatiche acute a carico dei tessuti molli.

I soggetti, in numero di 12, erano tutti calciatori professionisti della A.C. Reggiana e presentavano:

✓ 5 contusioni agli arti inferiori (4 muscolari di cui 1 a livello del quadricipite, 1 al tricipite surale, 1 al tensore della fascia lata, 1 sottocalcaneari).

✓ 7 lesioni agli arti inferiori (2 rotture sub-totali del grande adduttore all'inserzione prossimale; 3 lesioni di II grado a livello del capo lungo del bicipite femorale; una lesione di II grado del retto femorale; una lesione di I-II grado al gastrocnemio interno).

La diagnosi clinica era confermata da quella strumentale mediante esame ecografico iniziale e suc-

cessivi monitoraggi ecografici quotidiani personalmente eseguiti nel nostro ambulatorio che è dotato di tale strumentazione. In tutte le lesioni era presente imbibizione emorragica della zona interessata dal trauma, negli strappi dell’adduttore, in particolare si evidenziavano raccolte ematiche consistenti (3-4 cm di diametro) perilesionali.

Per tutti la terapia iniziata in fase acuta (entro le 24-48 ore dall’infortunio) prevedeva: per i primi 5/6 giorni 2 sedute al giorno della durata di 30-35 minuti fino alla risoluzione della sintomatologia dolorosa.

Nei traumi contusivi trattati, che producevano immediata impotenza funzionale (ad esclusione del trauma sottocalcaneare, che ha richiesto tempi più lunghi, 4-5 settimane), la risoluzione dell’edema e della sintomatologia dolorosa è risultata notevolmente influenzata tanto che i 2 atleti affetti da traumi contusivi a livello del quadricipite hanno ripreso l’attività agonistica dopo 7 giorni, mentre per gli altri 2, colpiti dalla stessa patologia a carico del tricipite surale e del tensore della fascia lata, hanno ripreso regolarmente ad allenarsi dopo

8/9 giorni. Per le lesioni muscolari maggiori a livello dei muscoli adduttori è stato verificato e registrato con documentazione ecotomografica quotidiana un progressivo e rapido riassorbimento del versamento ematico risoltosi per entrambe alla fine della prima settimana di trattamento. Non sono stati osservati fenomeni di aggregazione ossificativa dei depositi ematici.

Anche l’edema peri-lesionale (infarcimento o imbibizione peritessutale che si evidenzia normalmente all’esame ecografico come area iperecogena a comparsa precoce) osservato nelle altre lesioni muscolari, è evoluto nel giro di 4-5 giorni in riassorbimento completo e totale.

CONSIDERAZIONI

I risultati preliminari di tale esperienza portano a una considerazione che è stata frutto di verifiche quotidiane cliniche, strumentali e rieducative sul campo. Certamente si può affermare che tale strumentazione procura un trasferimento energetico a favore dei tessuti molli in grado di migliorare gli

DIAGNOSI CLINICA PRIMA DEL TRATTAMENTO		RISOLUZIONE DELL'EDEMA	
7 CASI LESIONI MUSCOLARI A. A. INFERIORI	2 rotture subtotali del grande adduttore all'inserzione prox.	RACCOLTA EMATICA PERILESIONALE CONSISTENTE (3-4CM) IMBIBIZIONE EMORRAGICA DELLA ZONA INTERESSATA DAL TRAUMA	4-5 giorni
	3 lesioni di 2° grado a livello del bicipite femorale		
	1 lesione di 2° grado a livello del retto femorale		
	1 lesione di 1° e 2° grado a livello del gastrocnemico interno		
5 CASI CONTUSIONI A. A. INFERIORI	2 lesioni muscolari a livello del quadricipite		7 giorni
	1 lesione a livello del tricipite surale		8 giorni
	1 lesione a livello del tensore della fascia lata		
	1 lesione a livello del sottocalcaneare		4-5 settimane

scambi di membrana, favorendo il drenaggio dei versamenti siero-ematici nonostante l'impiego del calore. Eravamo un po' scettici e titubanti nell'adottare tale metodica nella fase acuta e soprattutto in tessuti riccamente vascolarizzati. Purtroppo è proprio in tali sedi anatomiche dove abbiamo riscontrato un più spiccato effetto risolutivo.

L'unico caso, infatti, che non ha mostrato significativo miglioramento riguardava il trauma sottocalca-neare, zona notoriamente poco vascolarizzata.

CONCLUSIONI

Anche se le moderne metodologie d'indagini hanno portato ad una sicura interpretazione dei traumi a carico dei tessuti molli, il supporto terapeutico non possiede ancora oggi strumentazioni e metodologie codificate in grado di risolvere rapidamente traumatismi muscolari anche semplici, in un mondo, quello del calcio professionistico italiano, sempre più esasperato.

Tale apparecchiatura risulta a nostro avviso un valido presidio per un'adequata e veloce risoluzione dell'edema o delle eventuali raccolte siero-ematiche. Ben accettata dal nostro sofisticato paziente che il più delle volte avverte benefici effetti sia sul dolore che sulla limitazione funzionale già dopo le prime sedute.

Certamente il celere superamento di tale fase (risoluzione della contrattura dolorosa riflessa; riaccostamento dei monconi della lesione) costituisce un terreno fertile per la successiva fase cicatriziale, creando i presupposti per una completa e sicura guarigione della lesione.

Sottolineo completa e sicura e non rapida e miracolosa poiché ben sa, chi si occupa di tali patologie, quanto sia aleatorio e pericoloso cercare in tale campo record con metodologie suggestive e talvolta invasive piuttosto che la fisiologica via di un trattamento privo di effetti collaterali che sia il giusto presupposto per una adeguata riabilitazione sia in palestra che in campo.

CASISTICA DEL GRUPPO CONTROLLATO DA F. COMBI

Sono stati trattati 41 soggetti d'ambo i sessi fra i 20 e 60 anni suddivisi in patologie acute e croniche. 33 casi erano sofferenze acute, 8 croniche sottoposte periodicamente a vari trattamenti.

Così suddivise:

n° 5 tendiniti t. Achille,

n° 3 lesioni bicipite surale,

n° 3 lesioni inserzionali gemello mediale,

n° 2 tendinosi retto ed obliquo,

n° 2 tendiniti t. rotuleo,

n° 2 trauma t. tarsico,

n° 4 lesioni bicipite femorale,

n° 2 epitrocleiti,

n° 2 contusioni spalle,

n° 1 cruralgia adduttore,

n° 1 lesione quadricipite,

n° 1 lesione retto-femorale,

n° 2 tendiniti adduttori 1° dito, tendinite tunnel metacarpale,

n° 1 dolore articolare LS-S1,

n° 3 spondiloartrosi,

n° 2 artrosi bilaterale,

n° 2 coxartrosi.

L'evolversi della sintomatologia è stata controllata con una scala visiva da 0 a 10 in cui lo 0 corrisponde ad assenza di dolore alla pressione, al movimento, a riposo; 10 a dolore massimo rispettivamente alla pressione, al movimento e a riposo. Con una scala da 1 a 4 abbiamo valutato l'interferenza alle attitudini della vita quotidiana. Con pressione 1, movimento 1, riposo 1 abbiamo indicato la sintomatologia dolorosa pre-trattamento; con pressione 2, movimento 2, riposo quella post-trattamento. La valutazione è stata eseguita tramite elaborazione statistica dei dati. Come è visualizzabile dalle tabelle e da grafici alla pagina successiva, la maggior parte dei soggetti ha dichiarato un sensibile miglioramento del dolore sia alla pressione che a riposo ed

anche durante il movimento; oltre ad un ritorno alle normali attitudini della vita quotidiana. Dalla elaborazione statistica dei dati del valore P risulta $< 0,001$ in casi di lesione muscolare. In 4 casi di lesione muscolare (2 lesioni al gemel-

lo mediale, 1 al retto femorale e 1 al bicipite femorale) sono state effettuate ecografie muscolari prima e dopo il trattamento.

Le scansioni ecotomografiche hanno dimostrato una riduzione del diametro della lesione.

PAIRED T AND NON-param Tests: IPERT pressione1 e pressione2

Confronti Appaiati: pressione1 vs. pressione2

Statistiche descrittive:

VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
PRESSIONE1	41	4.0732	2.0783	0.3246
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
PRESSIONE2	41	1.7317	1.7324	0.2706
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
PRESS- PRESS	41	2.3415	1.9951	0.3116

Test Statistico:

Nessuna ipotesi. Differenza media=0.0000

T-test controllato:

VALORE T	DF	VALORE P
7.5147	40	0.0000

PAIRED T AND NON-param Tests: IPERT dolriposo1 e dolriposo2

Confronti Appaiati: dolriposo1 vs. dolriposo2

Statistiche descrittive:

VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
DOLRIPOSO1	41	1.8049	1.8196	0.2842
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
DOLRIPOSO2	41	0.9512	1.3407	0.2094
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
DOLRI- DOLRI	41	0.8537	1.3146	0.2053

Test Statistico:

Nessuna ipotesi. Differenza media=0.0000

T-test controllato:

VALORE T	DF	VALORE P
4.1581	40	0.0002

PAIRED T AND NON-param Tests: IPERT- Dolmovim1 e dolmovim2

Confronti Appaiati: dolmovim1 vs. dolmovim2

Statistiche descrittive:

VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
DOLMOVIM1	41	4.5854	2.1210	0.3312
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
DOLMOVIM2	41	1.7073	1.6770	0.2619
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
Dolmo- dolmo	41	0.8780	2.0760	0.3242

Test Statistico:

Nessuna ipotesi. Differenza media=0.0000

T-test controllato:

VALORE T	DF	VALORE P
8.8769	40	0.0000

PAIRED T AND NON-param Tests: IPERT- InterfADL1 e interfADL2

Confronti Appaiati: interfADL1 vs. interfADL2

Statistiche descrittive:

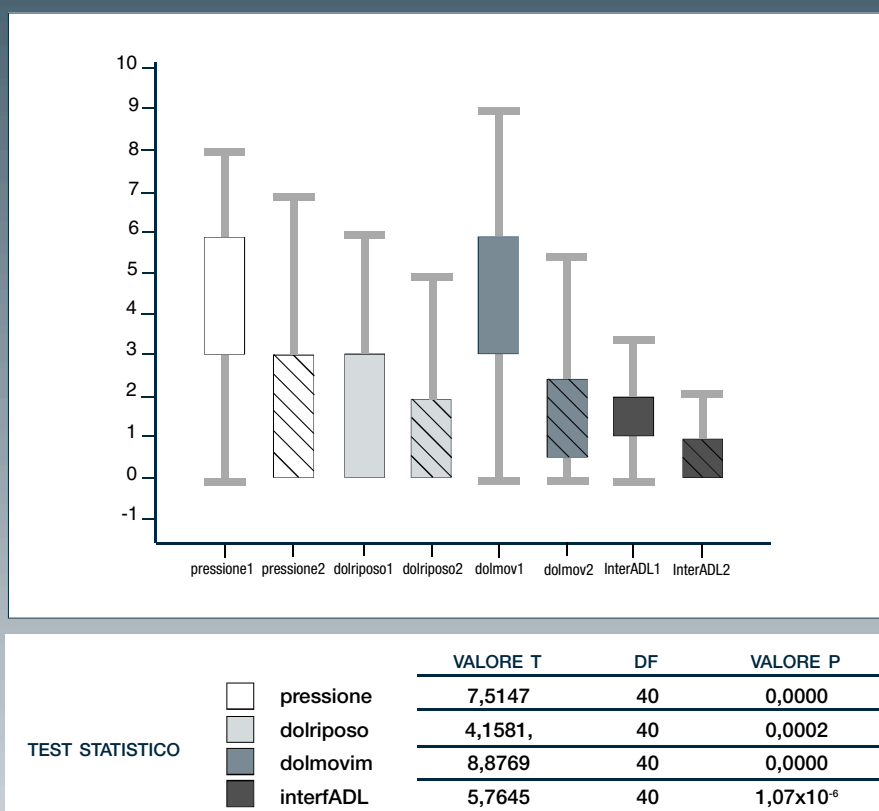
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
INTERFADL1	41	1.8049	1.0055	0.1570
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
INTERFADL2	41	0.8293	0.5875	0.0917
VARIABILE	N	MEDIA	StdDev	StdErr
INTER- inter	41	0.9756	1.0837	0.1692

Test Statistico:

Nessuna ipotesi. Differenza media=0.0000

T-test controllato:

VALORE T	DF	VALORE P
5.7645	40	1.0729E-06



BIBLIOGRAFIA

1. COLO AJ, EAGLESTONE MA: The benefits of deep heat. Ultrasound and Electromagnetic Diathermy. Physic Sportsmedicine 1994;22:77-88
2. GRIBAUDO C.G., ASTEGIANO P, CANALA GL, GANZIT GP: Trattamento con ipertermia a trasferimento energetico resistivo e capacitivo di lesioni muscolo scheletriche acute e croniche: risultati preliminari in "Radiazioni in medicina: qualità e sicurezza." Atti del Congresso - Fisica Sanitaria - n. 1/97 gennaio/marzo; 379-381
3. MCMEEKEN J: Electrotherapy in: Zuluaga et al Eds Sportphysiotherapy. Applied Science & practice. Melbourne: Churchill Livingstone 1995, 233-244
4. LEY A, CLADELLAS JM, DE LAS HERAS P ET AL: Trasferencia Electrica capacitiva (TEC). Tecnica no invasiva de Hypertermia profunda en el tratamiento del los gliomas cerebrales. Resultados preliminares. Neurochirurgia 1992; 3ç:118-123.

LA RIABILITAZIONE NELLE TENDINOPATIE

G. Melegati*, P. Volpi**, D. Tornese*, e G. Mele*

*Dipartimento di Terapia Fisica e Riabilitazione, Istituto Ortopedico G. Pini, Milano,

**Clinica Ortopedico-Traumatologica dell'Università degli Studi di Milano, Centro di Traumatologia dello Sport,
Istituto Ortopedico G. Pini, Milano – Settore Medico F.C. Internazionale, Milano

RIASSUNTO

Le tendinopatie rappresentano una patologia di frequente riscontro nella pratica del calcio. Secondo una recente indagine epidemiologica condotta su un campione di soggetti professionisti di alto livello le tendinopatie del rotuleo rappresentano le più frequenti patologie tendinee del calciatore, seguite da quelle dell'achilleo. Il trattamento delle forme da sovraccarico funzionale è tuttora ampiamente dibattuto, ma esiste accordo comune sul fatto che quello conservativo deve essere considerato come la prima scelta terapeutica, peraltro risolutiva nella maggioranza dei casi.

Tale trattamento prevede in fase iniziale il controllo del dolore e dell'infiammazione mediante l'impiego di farmaci antiinfiammatori non steroidei e di mezzi fisici selezionati e il riposo attivo, regolato dal sintomo del dolore. Pur risultando generalmente utili, tali presidi terapeutici non sono sufficienti per il completo recupero funzionale che deve passare attraverso la fase del ripristino delle qualità di forza e resistenza muscolo-tendinee. Dal momento che la massima sollecitazione a carico dell'unità miotendinea avviene durante la fase eccentrica della contrazione, è verosimile che la patologia tendinea sia causata dalle microsollecitazioni ripetute durante il sovraccarico eccentrico. Il recupero funzionale della forza eccentrica mediante impiego di esercizi specifici rappresenta la chiave per il rimodellamento del tendine e il conseguente ripristino delle condizioni fisiologiche della struttura tendinea alterata dai processi degenerativi.

Parallelamente al recupero delle qualità strutturali del tendine il programma rieducativo prevede il recupero delle qualità coordinative neuromuscolari mediante esercizi propriocettivi progressivi, che agiscono sia a livello corticale che a livelli inferiori, sino all'allenamento mediante esercizi di stabilizzazione dinamica riflessa. L'attività aerobica, per il mantenimento di un adeguato funzionamento del sistema cardiocircolatorio, funge da collante lungo tutto l'iter riabilitativo. Vengono trattati nel presente lavoro i principali aspetti riabilitativi che regolano il processo di normalizzazione di tutte le conseguenze funzionali che accompagnano le tendinopatie su base microtraumatica nello sport del calcio.

PAROLA CHIAVE

Tendinopatie da sovraccarico, biostimolazione cellulare, riparazione cellulare, produzione del collagene

Il gioco del calcio è una disciplina sportiva che richiede dei costi elevati, non solo sotto il profilo energetico ma anche per ciò che riguarda l'usura cui viene sottoposto l'apparato muscolo-scheletrico. La corsa, nelle sue differenti forme, è l'attività dominante nel calcio soprattutto a carico degli arti inferiori.

Le tendinopatie del calciatore rappresentano una classica patologia da sovraccarico. Numerosi studi in letteratura hanno inquadrato questa patologia dal punto di vista eziopatogenetico: alcuni tra i più comuni fattori eziologici riportati in letteratura riguardano una cattiva gestione dei carichi in allenamento, condizioni di gioco inappropriate, fattori anatomici (ipossia, ipertermia tendinea indotta dall'esercizio), squilibri muscolari^{1,4}. Tuttavia l'eziopatogenesi delle tendinopatie rimane ancora incerta. Non è ancora possibile stabilire una relazione tra il tipo e l'intensità del sovraccarico funzionale e l'insorgenza della patologia.

RISPOSTA DEL TENDINE AL SOVRACCARICO

La struttura tendinea subisce un continuo rimodellamento causato dal sovraccarico, sia a livello cellulare che a livello della matrice extracellulare⁵⁻⁷. Attraverso questo progressivo rimodellamento il tessuto tendineo si adatta ai carichi crescenti cui viene sottoposto durante l'esercizio. Se tale adattamento è sufficiente a mantenere l'integrità tendinea, il tendine risulta 'pronto' a ricevere il progressivo aumento del carico. Se viceversa l'adattamento e il tempo di recupero sono insufficienti a mantenere l'integrità tendinea, il tendine rimane in una situazione temporanea di debolezza, che in caso di improvvise sollecitazioni predispone lo stesso tessuto tendineo alla lesione.

Un appropriato intervento terapeutico in questa fase favorisce il normale rimodellamento, necessario ad adattare il tessuto al sovraccarico.

Archambault⁴ ha recentemente proposto un dia-

gramma che mette in relazione il sovraccarico tendineo, il conseguente responso cellulare e la possibile patologia. Esiste una sottile linea di demarcazione tra il corretto quantitativo di carico favorente il fisiologico adattamento tendineo e l'eccessivo carico applicato, che stressa il tessuto connettivo oltre i normali limiti di mantenimento e riparazione cellulare.

I tendini sono strutture poco vascolarizzate⁸.

Per tale motivo la capacità di recupero risulta essere bassa a seguito di un eccessivo carico funzionale⁹. La chiave di un appropriato recupero funzionale risiede nella capacità da parte dell'operatore di non eccedere tali limiti fisiologici di adattamento e di proporre carichi crescenti nel rispetto delle capacità di sopportazione dei carichi del tendine in quel momento e dei relativi tempi di recupero necessari al normale processo di adattamento.

Se esiste consenso generale circa gli effetti positivi dell'esercizio a lungo termine sul tendine degenerato, tale esercizio va tagliato a misura del paziente, prestando estrema attenzione ai segni e ai sintomi clinici apprezzati durante le differenti fasi riabilitative. Il tendine non è una struttura inerte avente la funzione puramente meccanica di trasferire energia dai muscoli alle leve ossee: oltre a una importante funzione sensoriale propriocettiva^{10,11} il tendine deve essere considerato come una struttura metabolicamente attiva che risponde all'esercizio adattandosi gradualmente alle sollecitazioni, come avviene per i muscoli e il tessuto osseo.

In ultima analisi, la ricerca indica che, a lungo termine, l'esercizio ha un effetto positivo sulla struttura del tendine, in quanto ne aumenta la resistenza al sovraccarico^{12,13}.

Il riposo, come terapia per le tendinopatie da sovraccarico, se da un lato favorisce l'attenuazione del sintomo dolore, dall'altro ha un effetto negativo sull'unità muscolo-tendine-osso. L'immobilizzazione favorisce l'insorgenza di atrofia muscolare¹⁴, riassorbimento osseo e diminuisce le proprietà di forza e resistenza ai carichi

del tendine¹⁵⁻¹⁸.

Nei soggetti athleticamente attivi il tendine costituisce la porzione più vulnerabile dell'unità funzionale muscolo-tendine-osso¹⁹. Un recupero funzionale affrettato o inadeguato in termini di progressione dei carichi, a seguito di un lungo periodo di immobilizzazione, può favorire la recidiva⁴.

PROCESSI RIPARATIVI DEL TENDINE

Vengono arbitrariamente riconosciute tre fasi nel processo di guarigione del tessuto tendineo, fasi che vengono descritte distinte per convenzione ma che rappresentano un continuum funzionale: la fase infiammatoria, la fase della sintesi di collagene e la fase del rimodellamento biologico²³. Inizialmente, nella fase infiammatoria, non si riscontrano processi di sintesi collagena, ma l'influsso di sostanze vasoattive, fattori chemiotattici ed enzimi degradanti.

Orientativamente dal terzo giorno post-infortunio hanno inizio i processi riparativi ad opera di cellule pluripotenti provenienti dalla guaina tendinea e dalla matrice extracellulare, differenziate in senso fibroblastico. L'orientamento casuale delle fibre collagene prodotte in questa fase rende la struttura neoformata dotata di scarsa forza meccanica. L'incremento di quest'ultima è ottenuto progressivamente con la terza fase del processo di guarigione, detta di rimodellamento, durante la quale si compie il graduale orientamento delle fibre collagene in senso longitudinale. Intorno alla 6^a-8^a settimana il contenuto totale di collagene neoformato è stabile e la forza del tessuto tendineo cresce gradualmente, fino alla completa maturazione della cicatrice che avviene tra il 4° ed il 6° mese.

Il razionale alla base del processo riabilitativo si racchiude proprio in questa fase poiché l'aumento della forza tendinea si verifica in direzione della linea di forza muscolare. Per questo motivo il tessuto molle non viene immobilizzato per un tempo prolungato (a meno che l'entità

della lesione non lo consigli), bensì sottoposto a sollecitazioni progressive aventi lo scopo di ottimizzare per quanto possibile la forza tensiva del tessuto cicatriziale neoformato. La mobilizzazione e il carico precoci hanno effetti benefici sui processi riparativi del tendine²⁴. Tuttavia è consigliato evitare una mobilizzazione aggressiva entro i primi 3-4 giorni dalla lesione tendinea, ma iniziare l'applicazione di moderato stress meccanico mediante mobilizzazione passiva ed attiva-assistita dopo il 5°-6° giorno^{25,26}.

L'ESERCIZIO ECCENTRICO

Numerosi studi in letteratura dimostrano che l'esercizio fisico aumenta la forza di sopportazione dei carichi nel tessuto tendineo favorendo i processi metabolici di produzione del collagene^{27, 28}. L'esercizio prevede un certo tipo di azione muscolare. Esistono sostanzialmente due tipi di contrazione muscolo-tendinea: la contrazione statica o isometrica e la contrazione dinamica o ansiometrica. L'esercizio risulta essere composto dalla somma di diverse contrazioni statiche e dinamiche²⁹.

Durante la contrazione statica o isometrica il muscolo sviluppa tensione senza che i suoi estremi si avvicinino. In questo caso non può essere espresso un lavoro meccanico. Nella contrazione dinamica il muscolo produce una tensione variando la sua lunghezza e quindi compiendo lavoro meccanico: quando la tensione muscolare prodotta è maggiore della resistenza, il muscolo si accorcia e abbiamo una contrazione concentrica; quando invece la tensione è minore della resistenza il muscolo viene allungato e si parla di contrazione eccentrica, durante la quale il muscolo compie lavoro negativo, in allungamento.

Abbiamo infine una contrazione isocinetica durante la quale il muscolo si contrae a velocità costante per tutto l'arco di movimento³⁰.

La contrazione dinamica eccentrica risulta generare la maggior tensione a carico dell'unità

muscolo-tendinea rispetto alla contrazione concentrica e isometrica, con un conseguente maggior sviluppo di forza muscolare^{31, 32}.

Tuttavia l'esercizio eccentrico provoca affaticamento muscolare; Komi³³ e coll., in uno studio condotto su un gruppo di soggetti allenati eccentricamente, riportano che a 2 settimane dall'inizio del programma eccentrico nessun soggetto era in grado di mostrare i valori di forza espressi prima dell'inizio del training.

Un programma di lavoro eccentrico deve essere accuratamente dosato per evitare periodi di "overstress" che possono rallentare la progressione³². Si suppone che il tendine sopporti le sollecitazioni massimali durante la fase eccentrica del movimento: è probabile che le lesioni tendinee avvengano durante tale fase²⁰⁻²². In effetti i sintomi clinici di tendinopatie nel calciatore soprattutto a carico del tendine di Achille e del tendine rotuleo si manifestano caratteristicamente soprattutto durante la fase eccentrica del movimento (es: concerne la decelerazione dopo uno scatto per ciò che concerne il rotuleo e atterraggio da una fase di stacco aereo per ciò che riguarda l'achilleo). Alfredson e coll. hanno rilevato valori di forza eccentrica decisamente diminuiti a carico del tricipite surale in soggetti affetti da tendinopatia achillea. Secondo gli autori tale deficit funzionale potrebbe predisporre il tendine alla lesione, anche se il deficit potrebbe essere insorto a causa della lesione; in quest'ultimo caso però si dovrebbe riscontrare il deficit anche a carico del gruppo muscolare controlaterale³⁴.

È importante considerare il tendine non come singola entità anatomica ma come componente di una unità funzionale muscolo-tendine-osso. Jonhagen e coll.³⁵ hanno evidenziato un deficit evidente di forza eccentrica e di flessibilità a carico della muscolatura flessoria in atleti che avevano subito lesioni muscolari ai flessori della coscia.

Come possibile spiegazione per i positivi effetti dell'allenamento eccentrico nelle tendinopatie è stato ipotizzato un effetto di allungamento del-

l'unità muscolo-tendine con conseguente minor sollecitazione durante i movimenti articolari. In aggiunta l'esercizio eccentrico pare induca ipertrofia del tessuto tendineo con conseguente aumentata resistenza ai carichi³⁴. La concentrazione eccentrica (in allungamento) permette un immagazzinamento di grandi quantità di energia elastica, dovuto all'allungamento della componente elastica, connettivale del muscolo. L'esercizio eccentrico provoca dolenzia muscolare. Vi sono diverse ipotesi in proposito per giustificare tale evenienza: un certo grado di danneggiamento delle fibre, deplezione di ATP, infiammazione del tessuto connettivo, alterazione del meccanismo neuromuscolare contrazione-rilasciamento^{36, 37}. Inoltre, dopo esercizio eccentrico, si assiste a una diminuzione delle qualità neuromuscolari di destrezza e coordinazione necessarie durante l'attività sportiva³³.

Sulla base di queste considerazioni risulta evidente che l'esercizio eccentrico risulta molto impegnativo per l'atleta; i tempi e le modalità dell'esercizio vanno programmati con attenzione rispettando i sintomi soggettivi. Risulta quindi indispensabile la "compliance" del soggetto ai fini di un soddisfacente risultato funzionale.

PRINCIPI RIABILITATIVI GENERALI NELLE TENDINOPATIE

Per tendinopatie si intende una sindrome clinica caratterizzata da dolore, tumefazione diffusa o localizzata e limitazione funzionale. Maffulli e coll.³⁸ sottolineano che il termine tendinite dovrebbe essere usato solo dopo esame istopatologico, dal momento che spesso nella pratica corrente si definisce tendinite una tendinopatia cronica sostenuta da un processo degenerativo, con scarsa evidenza di un vero quadro infiammatorio. La natura degenerativa delle tendinopatie da sovraccarico indica che i sintomi clinici sono il risultato di un processo patologico piuttosto che di un evento acuto, tale processo implica degli adattamenti biomeccanici da ricer-

care sia localmente, in prossimità del sito di lesione, sia distalmente lungo la catena cinetica. È compito del riabilitatore normalizzare tutte le conseguenze funzionali che accompagnano la lesione tendinea cronica su base microtraumatica, e non focalizzare l'attenzione solo sul sito di lesione. Ai sintomi clinici (dolore, tumefazione, limitazione funzionale) si accompagnano sempre deficit biomeccanici quali debolezza muscolare del muscolo interessato o dei gruppi muscolari sinergici, contrattura e conseguente perdita di elasticità dell'unità muscolo-tendinea, alterazioni dell'equilibrio muscolare tra agonisti e antagonisti.

Ne sono esempi il deficit di forza del tricipite surale nella tendinopatia dell'achilleo oppure della muscolatura flessoria nella tendinopatia rotulea, o ancora la rigidità delle strutture capsulari posteriori nella sindrome da conflitto subacromiale. Se tali alterazioni biomeccaniche, che come detto possono instaurarsi anche lontano dal sito di lesione, lungo la catena cinetica, non vengono risolte, possono impedire il recupero funzionale completo e predisporre l'atleta alla recidiva al ritorno alla competizione³⁹.

Per facilitare la valutazione di tutti i fattori che compongono il quadro clinico di tendinopatia e di conseguenza per intervenire con un'approvata e razionale riabilitazione, Kibler ha proposto di analizzare i seguenti aspetti clinici⁴⁰:

- Complesso dei tessuti sottoposti a sovraccarico
- Complesso delle strutture lesionate
- Complesso dei sintomi clinici (che caratterizzano la lesione)
- Complesso del deficit funzionale biomeccanico (contratture o squilibri muscolari che alterano il corretto gesto biomeccanico, ad esempio: corsa, calcio, stacco, ecc.)
- Complesso degli adattamenti subclinici (attività sostitutive che l'atleta pone in atto per compensare l'alterata biomeccanica).

Ad esempio, nel caso di tendinopatia inserzionale del tendine rotuleo, è possibile che si presenti il seguente scenario clinico:

- Complesso dei tessuti sottoposti a sovraccarico: quadricipite, bendeletta ileotibiale, tendine rotuleo
- Complesso delle strutture lesionate: inserzione del tendine al polo inferiore della rotula e porzione prossimale dello stesso tendine
- Complesso dei sintomi clinici: dolore localizzato, dolore peritrotuleo, dolore in fase di decelerazione
- Complesso del deficit funzionale biomeccanico: rigidità del quadricipite e della bendeletta ileotibiale, debolezza dei flessori, alterazione dello schema della corsa
- Complesso degli adattamenti subclinici: deficit dell'estensione completa del ginocchio, tendenza a shiftare il peso del corpo sull'arto controlaterale in atterraggio o in decelerazione.

LE FASI RIABILITATIVE

Generalmente si divide il processo riabilitativo delle tendinopatie da sovraccarico in tre fasi, distinte tra loro solo per convenzione ma che in realtà risultano intimamente connesse tra loro:

- ✓ la fase sintomatica,
- ✓ la fase del recupero funzionale
- ✓ la fase del mantenimento del recupero ottenuto.

In ciascuna fase il riabilitatore si prende cura di alcuni degli aspetti che, nel loro insieme, costituiscono la lesione. I presupposti per il recupero funzionale sono così sintetizzati:

- ✓ È necessaria la completa collaborazione del paziente, soprattutto nella fase del recupero funzionale.
- ✓ Ciascun paziente necessita di un'accurata personalizzazione del trattamento rieducativo.
- ✓ La progressione dei carichi deve essere guidata dal raggiungimento di precisi obiettivi, rappresentati dai sintomi clinici, dalla risposta soggettiva del paziente all'incremento progressivo dei carichi e dalla conoscenza dei principi biomeccanici che regolano i processi biologici di guarigione del tessuto connettivo.

TABELLA 1

LIVELLO	DESCRIZIONE DEL DOLORE	LIVELLO DI ATTIVITÀ
1	Nessun dolore	Normale
2	Dolore solo dopo esercizio strenuo	Normale
3	Dolore dopo esercizio strenuo, che persiste per 1-2 ore successive	Normale o lievemente diminuito
4	Dolore durante e dopo ogni attività impegnativa	Moderatamente diminuito
5	Dolore durante l'attività e conseguente interruzione dell'attività sportiva	Decisamente diminuito
6	Dolore durante le attività quotidiane	Attività non praticabile

✓ Il recupero funzionale di un atleta affetto da tendinopatia da sovraccarico dura tutta la vita agonistica dell'atleta.

✓ Trattare il particolare senza perdere di vista l'insieme delle strutture che compongono la catena cinetica.

✓ Il recupero della forza muscolare, qualora esista un deficit, non deve essere ottenuto a scapito dell'equilibrio tra i gruppi muscolari agonisti-antagonisti.

FASE ACUTA, SINTOMATICA

Il sintomo dolore caratterizza la fase finale. Curwin ha proposto una classificazione del dolore in relazione al livello di attività sportiva⁴¹.

L'obiettivo di questa fase è il controllo del dolore e dell'infiammazione. In presenza di sintomatologia dolorosa è utile il trattamento farmacologico mediante antinfiammatori non steroidei, la cui efficacia sul controllo del dolore e dell'infiammazione locale risulta provata da diversi studi clinici prospettici^{42, 43}.

L'immobilizzazione in apparecchio gessato o mediante tutore funzionale del segmento articolare interessato, da alcuni evocata nelle fasi ini-

ziali, non è consigliabile anche nei casi più impegnati, dati i potenziali effetti dannosi sui tessuti (tendineo, osseo, muscolare, cartilagineo), anche per periodi relativamente brevi di immobilizzazione⁴⁴. Il riposo attivo è incoraggiato e una cauta mobilizzazione attiva-assistita viene applicata a partire dal terzo giorno.

Esercizi per il ripristino della escursione articolare vengono eseguiti dal paziente sotto il controllo del terapeuta, che al bisogno si avvale di tecniche manuali. Ciò entro i limiti del dolore.

Per le situazioni più impegnate in termini di dolore e limitazione articolare risulta utile l'idrokinesiterapia, assistita o autoassistita, per sfruttare gli effetti positivi dell'ambiente acquatico. L'effetto idrostatico permette un più rapido e sicuro recupero dell'escursione articolare e del normale schema del cammino, grazie probabilmente a una sorta di "glove effect"⁴⁵, favorito dalla pressione idrostatica che produce una sorta di stimolazione propriocettiva a livello del distretto corporeo interessato dalla lesione, che favorisce il recupero neuromuscolare. Vengono introdotti esercizi propriocettivi di posizionamento - riposizionamento articolare, per il recupero del senso di posizione articolare e della per-

cezione del movimento (kinestesia)⁴⁶. In acqua, vengono precocemente introdotti esercizi propriocettivi per il recupero dell'equilibrio, inizialmente in carico bipodalico e successivamente monopodalico, occhi aperti - occhi chiusi.

Quando il dolore e la tumefazione diminuiscono, vengono incoraggiati esercizi di contrazione muscolare isometrica e successivamente isotonica, entro ambiti articolari ridotti e crescenti, contro la resistenza manuale del terapista. Viene in sostanza introdotta una iniziale e graduale sollecitazione in allungamento a carico delle strutture tendinee in via di guarigione, avendo cura di applicare stress veramente modesti, lungo l'asse longitudinale del tendine, affinché fungano da stimolo per un iniziale corretto orientamento delle fibre collagene neoformate. Tale sollecitazioni devono rimanere ben entro i limiti fisiologici della escursione articolare. Risulta utile la crioterapia locale, sotto forma di massaggio con ghiaccio, effettuato per 3-4 minuti e ripetuto 2-3 volte nella giornata (1).

I criteri per avanzare alla fase successiva sono:

- risoluzione della tumefazione e diminuzione del dolore locale;
- recupero della escursione articolare entro i limiti fisiologici;
- deambulazione libera con normalizzazione dello schema del cammino.

TERAPIE CON MEZZI FISICI

Le terapie trovano spazio applicativo in questa fase iniziale, per favorire i fisiologici processi rigenerativi del tendine. Accanto alle tradizionali terapie fisiche, la cui validità e reale efficacia è tuttora molto controversa, ci pare opportuno analizzare alcune tra le più recenti terapie che utilizzano mezzi fisici per il trattamento delle tendinopatie: la terapia mediante impiego di Laser Neodimio Yag e la terapia a trasferimento energetico capacitivo-resistivo (Tecarterapia).

Per completezza occorre ricordare che le tendinopatie rappresentano uno dei campi di appli-

cazione della terapia con onde d'urto extracorporee, argomento trattato in modo esaustivo in altra sezione.

Le terapie fisiche nella nostra impostazione rivestono ruolo primariamente antalgico, (comprovabile da quanto riferito dal paziente) poiché gli effetti biologici attribuiti in letteratura, a cui faremo di seguito accenno, mancano a nostro avviso di un adeguato sostegno scientifico. Le caratteristiche proprie delle patologie da sovraccarico funzionale consentono il ricorso al trattamento fisioterapico in qualsiasi momento dell'evoluzione clinica, sotto forma di trattamento associativo.

La sigla laser è l'acronimo di Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, ossia amplificazione della luce mediante emissione stimolata della radiazione. La radiazione liberata dal processo di stimolazione ha la stessa frequenza in funzione del materiale attivo adottato (monocromaticità), è costituita da onde con differenza di fase costante (coerenza), si propaga secondo una direzione definita e con minima divergenza (direzionalità) e può raggiungere intensità di energia elevata in aree molto ristrette (brillanza)⁴⁷. Le caratteristiche elencate rendono la radiazione laser una risorsa particolarmente utile a disposizione del fisiatra per il trattamento dei disordini muscolo-tendinei e articolari minori. Gli apparecchi attualmente disponibili si classificano in base al materiale attivo e alla potenza erogata dal macchinario. L'esperienza maturata fin dal 1992 indica nel laser ad alta potenza Neodimio Yag una risorsa preziosa nel trattamento delle tendinopatie⁴⁸⁻⁵⁰. Trattasi di un laser a stato solido, in cui il materiale attivo è costituito da un cristallo di yag (granato di ittrio e alluminio), drogato con impurezze di alluminio. La lunghezza d'onda a cui opera è di 1060 nm, appartenente al campo dell'infrarosso A, all'interno dell'intervallo di lunghezze d'onda definito "finestra terapeutica" (400-1400 nm), avente una profondità di azione terapeutica raggiungibile fino oltre i 6 cm. La definizione "fine-

stra terapeutica" è giustificata dal fatto che le r.e.m. appartenenti a questo campo non possiedono controindicazioni da radiazione ionizzante, che si presentano per valori minori di 400 nm, e i relativi fotoni non risultano preferenzialmente assorbiti dalla molecola acqua come avviene per valori maggiori di 1400 nm. Gli effetti biologici del laser sono riassumibili in tre effetti principali⁵¹:

- antalgico: aumento della soglia delle terminazioni algotrope e produzione di β -endorfine a livello sinaptico;
- antiflogistico: stimolazione di polimorfonucleati e macrofagi, ridotta secrezione di prostaglandine, aumento di prostacicline, attivazione del microcircolo con conseguente aumento del drenaggio linfatico e del flusso ematico locale;
- biostimolazione: stimolazione della sintesi proteica per azione sulla membrana del reticolo endoplasmatico granulare, aumento della sintesi di ATP per stimolazione mitocondriale.

A scopo puramente indicativo consigliamo le seguenti linee comportamentali:

- continuità giornaliera del trattamento;
- fase preliminare di riscaldamento spazzolando l'area da trattare con emissione continua, senza campana distanziatrice, con la sonda mantenuta a una distanza di circa 3 cm dal piano cutaneo;
- successiva esposizione del distretto tendineo ricorrendo a campana distanziatrice ed emissione pulsata della radiazione laser;
- potenze comprese tra 10 e 25 W.

In casi selezionati di entesopatie, in preparazione alla seduta con terapia ad onde d'urto, utilizziamo il laser a elio-neon a scansione per 15' sull'area da trattare successivamente con gli impulsi pressori, al fine di ottenere un incremento locale del microcircolo. Trattasi di un laser a gas, operante a una lunghezza d'onda di 633 nm, compresa nel campo del rosso. Appartenendo al gruppo dei soft-mid laser, il laser a elio-neon limita la sua azione ai primi strati cutanei rendendo la sua applicazione nelle tendinopatie del tutto inadeguata al risolvimento del quadro

infiammatorio. I successi terapeutici ottenibili con il laser ND-Yag non devono farci dimenticare che, trattandosi di una termoterapia endogena con trasferimento energetico a proiezione, esso possiede il limite di tutte le terapie fisiche ad energia radiante, ossia non consente di determinare esattamente la quota di energia che raggiunge il tessuto che si vuole trattare sulla quota totale emessa dall'apparecchio.

Con il termine di Tecarterapia si indica l'ipertermia e biostimolazione mediante trasferimento energetico per contatto capacitivo e resistivo. Da alcuni mesi abbiamo intrapreso la sperimentazione di questa risorsa fisica innovativa nel trattamento delle tendinopatie da sovraccarico funzionale. La particolarità dell'apparecchio consiste nel fatto che, lavorando ad una frequenza di 0,5 MHz, non si realizza proiezione di energia verso il paziente ma, sfruttando il principio del condensatore, modello fisico a cui viene fatto riferimento, si realizza una corrente di spostamento di cariche all'interno del tessuto biologico determinante un interessamento uniforme degli strati profondi e conseguente omogeneità della risposta endotermica in profondità⁵². A seconda del livello di trasferimento energetico a cui si decide di operare si ottengono risultati diversi:

- basso livello: biostimolazione ultrastrutturale cellulare con aumento delle trasformazioni energetiche e del consumo di ossigeno;
- medio livello: aggiunta di un iniziale incremento della temperatura interna e di una vasodilatazione del microcircolo con relativo aumento del flusso locale;
- alto livello: minore biostimolazione, ma effetto francamente termico con maggiore vasodilatazione e notevole aumento del flusso emolinfatico.

Da un punto di vista pratico, orientativamente, a una fase di circa 15' con l'elettrodo resistivo fisso sui punti dolenti, facciamo seguire una fase di circa 5' utilizzando l'elettrodo capacitivo a massaggio sull'area tendinea e peritendinea.

Come per la laserterapia è necessaria la continuità giornaliera del trattamento.

I risultati fin qui ottenuti sia con la tecarterapia, che con il laser ad alta potenza (quest'ultimo da noi utilizzato da alcuni anni) ci permettono di affermare che entrambe le metodiche risultano decisamente efficaci in particolare per la precocità e intensità dell'effetto antalgico ottenibile. Tuttavia è bene evitare di cadere in quei facili entusiasmi che accompagnano sempre l'introduzione di una nuova terapia fisica nel panorama riabilitativo, ed aspettare le necessarie conferme scientifiche per aumentare le nostre conoscenze circa il reale meccanismo d'azione di tali mezzi fisici.

FASE DEL RECUPERO FUNZIONALE

Gli aspetti clinici caratteristici di questa fase a cui il riabilitatore deve prestare attenzione sono, il complesso dei tessuti sottoposti a sovraccarico e il deficit funzionale biomeccanico. È questa la fase in cui il soggetto inizia il lavoro di graduale sovraccarico del tendine per recuperare e incrementare la resistenza ai carichi della unità muscolo-tendinea, in modo da rendere la stessa pronta a ricevere gli stress legati alla ripresa dell'attività sportiva. Prima di iniziare il lavoro contro resistenza, il soggetto deve recuperare la completa escursione articolare. Vengono introdotte tecniche di massaggio trasverso profondo, applicate in modo molto graduale, per favorire il corretto orientamento delle fibre cicatriziali. Il paziente inizia il lavoro contro resistenza mediante esercizio isotonico, e successivamente mediante l'impiego di elastici a differente tensione, per sfruttare anche la fase eccentrica di ritorno. Dopo gli iniziali esercizi effettuati in isolamento articolare (catena cinetica aperta) vengono introdotti esercizi in catena cinetica chiusa, per migliorare la funzione globale del segmento corporeo interessato. I vantaggi di tali esercizi in termini di stabilizzazione articolare, miglior distribuzione dei carichi a livello artico-

lare, in termini di reclutamento e coordinazione muscolare e di miglioramento della funzione globale, sono ampiamente descritti in letteratura⁵³.

Il punto focale di questa fase risiede nell'introduzione del lavoro muscolare eccentrico, secondo tempi e modalità ben definite. Abbiamo ricordato come tale esercizio sia molto impegnativo in termini di fatica e dolenzia muscolare: per tale motivo è indispensabile la buona predisposizione del paziente.

Stanish²¹ ha proposto un protocollo di lavoro eccentrico per il trattamento della tendinopatia del rotuleo, di grande attualità, che prende in considerazione tre aspetti fondamentali:

- ✓ Allungamento dell'unità muscolo-tendinea. Gli esercizi di stretching risultano parte integrante di tale programma, per il fatto che il recupero di una normale tensione risolve la contrattura dell'unità muscolo-tendinea favorendo di conseguenza una diminuzione della tensione durante il movimento articolare.
- ✓ Carico. Aumentando progressivamente i carichi applicati si ottiene un aumento della forza e resistenza dell'unità muscolo-tendinea.
- ✓ Velocità di contrazione. Nell'esercizio eccentrico, fisiologicamente, aumentando la velocità di contrazione aumenta la tensione muscolare ed il conseguente sviluppo di forza²².

Questi tre criteri vengono utilizzati dal paziente e guidano lo stesso paziente nella progressione dell'esercizio (tabella 2). Il sintomo dolore agisce da feedback per la progressione del carico. Il paziente in genere avverte dolore al passaggio dalla fase eccentrica a quella concentrica, nel momento di massima flessione delle ginocchia. Tale dolore diminuisce progressivamente con l'allenamento, ed è spesso necessario tranquillizzare il paziente su questo punto e indurlo a continuare l'esercizio anche in presenza di discomfort a livello del polo inferiore della rotula.

Se tale dolore persiste è necessario adattare l'esercizio e rallentare la progressione dei carichi, a

TABELLA 2 - SCHEMA DI ESERCIZIO ECCENTRICO PER TENDINOPATIA DEL ROTULEO DA CURWIN E COLL.⁴¹, MODIFICATO.

1	Stretching statico 20" per 5 volte pre e post esercizio
2	Esercizio eccentrico (mezzo squat) 3 sets per 5 ripetizioni progressione: 1-2° giorno: esecuzione lenta-tronco inclinato 30° 3-5° giorno: esecuzione a velocità moderata 6-7° giorno: esecuzione veloce
3	Ghiaccio a massaggio 3-5' dopo ogni seduta d'allenamento
3	2° settimana: ripetere il ciclo, aggiungendo carico (10% del peso corporeo con bilanciere, zaino) ed effettuando squat completo (> lunghezza) z passando a 3 per 8 ripetizioni
4	3°-6° settimana: 3 sedute settimanali; ripetere il ciclo ogni 7 giorni, aggiungendo carico (aggiungere progressivamente 5 kg fino a 15-20 kg con bilanciere, zaino) ed effettuando squat completo (> lunghezza) e passando a 3 per 10 ripetizioni
5	5°-6° settimana: possibile isocinetica eccentrica, 2 sedute settimanali + 1 seduta eccentrica come sopra. Vedi modalità più avanti.

giudizio del terapeuta.

L'impiego delle terapie fisiche sopradescritte (terapia ad onde d'urto extracorporee, Tecarterapia, Laser Nd-Yag) trova un interessante spazio in questi casi, per sfruttare l'effetto antalgico importante che tali metodiche innovative possono garantire.

Il programma di rinforzo eccentrico dura in genere 6 settimane.

L'IMPIEGO DEL DINAMOMETRO ISOCINETICO CON MODALITA' DI ESERCIZIO ECCENTRICO

È opportuno completare tale recupero muscolare con l'impiego del dinamometro isocinetico

utilizzato in modo eccentrico. Abbiamo ricordato come venga sviluppata maggior forza in condizioni eccentriche rispetto alle condizioni isometriche o concentriche. Tuttavia può accadere che a elevate velocità angolari di utilizzo e quindi di stiramento il muscolo subisca una sorta di feedback inibitorio propriocettivo per preservare l'integrità. Tale inibizione si verificherebbe quando i livelli di forza superano del 40% la rispettiva forza in condizioni concentriche⁵⁴. Il vantaggio dell'esercizio isocinetico eccentrico nel trattamento di patologie tendinee sarebbe quello di fornire una sollecitazione controllata del tendine, data la possibilità di impostare una velocità di esercizio costante.

Esiste evidenza in letteratura degli effetti positivi dell'esercizio isocinetico eccentrico nelle patologie tendinee⁵⁵⁻⁵⁷. Studi sperimentali evidenziano che l'esercizio isocinetico eccentrico, contrariamente a quanto ritenuto comunemente, provoca un danno muscolare minore rispetto a un normale esercizio eccentrico con sovraccarichi⁵⁴.

Noi consigliamo di introdurre il lavoro eccentrico al dinamometro isocinetico durante la 5° e la 6° settimana, mediante due sedute la settimana utilizzando velocità angolari medie-elevate (120°-180°/sec.) per sei-otto serie di cinque ripetizioni per ciascuna velocità, avendo cura di mantenere almeno 2' di recupero tra una serie e l'altra e almeno 53 di recupero tra le due velocità. I vantaggi di tale metodica risiedono nella possibilità di monitorare i guadagni ottenuti mediante test funzionali e di permettere al paziente di lavorare in modo massimale, grazie alle caratteristiche fisiologiche dell'esercizio isocinetico (velocità costante, resistenza del braccio di leva del dinamometro che si adatta alla forza espressa dal soggetto, quindi possibilità di esprimere una tensione muscolare massimale).

Non è consigliabile effettuare test di valutazione isocinetica eccentrica prima delle 3 settimane, dal momento che i risultati ottenuti risultano generalmente non attendibili per la componen-

te dolore-affaticamento caratteristica di questo esercizio³³. Il soggetto durante l'esercizio eccentrico continua a mantenere in lavoro submassimale concentrico, mediante ad esempio elastici. I protocolli che prevedono entrambe le modalità di esercizio sembrano particolarmente utili⁵⁸. L'attività di corsa a carichi progressivi è ripresa gradualmente con l'inizio del training eccentrico, e viene permesso solo se procura modesto "discomfort" ma non dolore. Ciò riveste grande importanza per la necessità di "trasformare" i guadagni di forza e resistenza muscolo-tendinei ottenuti in laboratorio in attività funzionali alla prestazione. Parallelamente alla ripresa dell'attività di corsa, al giocatore è permessa la ripresa dell'allenamento tecnico di base (palleggio, controllo del pallone in situazioni poco dinamiche), per incentivare la ripresa del controllo neuromuscolare.

Alfredsno e coll.³⁴ hanno recentemente proposto un programma di esercizio eccentrico per il trattamento di tendinopatie croniche dell'Achilleo, con evidenza di effetti molto positivi a breve termine sul recupero funzionale del tendine. Il programma è incentrato su due tipi di esercizio: una elevazione del soggetto sull'avampiede a ginocchio esteso ed uno simile a ginocchio flesso, utilizzando un gradino.

Il terapeuta controlla che il paziente effettui una fase eccentrica con l'arto interessato ed eviti la successiva fase concentrica di risalita in punta di piedi (posizione di partenza) avendo accortezza di riportarsi in posizione di partenza utilizzando l'arto controlaterale. Il programma dura 12 settimane, per un carico di lavoro giornaliero (7 giorni la settimana) di 3 sets di 15 ripetizioni per ciascuno dei due esercizi. I pazienti vengono avvisati del fatto che possono avvertire dolore muscolare durante le prime 2 settimane e vengono sollecitati a continuare gli esercizi anche in presenza di moderato dolore, tale da non richiedere la sospensione dell'esercizio. Quando l'esercizio non provoca più dolore, ai pazienti viene concesso di aumentare il carico gradual-

mente (5-10 Kg ogni 2-3 giorni) mediante pesi liberi o zaino appesantito. Noi utilizziamo da tempo questo programma modificato con l'aggiunta di lavoro eccentrico mediante dinamometro isocinetico per l'incremento dei valori di forza eccentrica dei flessori plantari, gruppi muscolari che evidenziano invariabilmente un deficit di forza (soprattutto eccentrica) in soggetti affetti da tendinopatia dell'Achilleo^{59, 60}. In genere vengono consigliati supporti dinamici in questa fase riabilitativa, da utilizzare durante gli esercizi di recupero muscolare e durante l'attività di corsa, come la fascia sottorotulea nelle tendinopatie del rotuleo o il classico rialzo del tallone nelle tendinopatie dell'Achilleo mediante impiego di talloniere viscoelastiche. Se nel primo caso esistono pareri concordi circa la reale efficacia clinica, viceversa nel caso delle talloniere in materiale viscoelastico non esistono ragionevoli motivi sia biomeccanici sia clinici per tale soluzione⁶¹.

Parallelamente al recupero articolare e muscolare viene condotto l'allenamento propriocettivo, che deve essere graduale e deve procedere utilizzando esercizi in grado di stimolare diversi livelli di controllo motorio; tali esercizi vengono organizzati in funzione del recupero del senso di posizione articolare e del movimento articolare, del recupero dell'equilibrio posturale fino al recupero del controllo neuromuscolare ottenuto mediante esercizi di stabilizzazione dinamica riflessa.

I criteri per passare all'ultima fase sono:

- nessun dolore durante gli esercizi di rinforzo muscolare o durante le fasi di allenamento tecnico;
- nessun dolore durante le attività di corsa leggera;
- risoluzione dei processi riparativi del tendine;
- articularità pressoché uguale al controlaterale.

FASE DEL MANTENIMENTO

È questa la fase della ripresa graduale della atti-

vità agonistica. Gli obiettivi principali riguardano il recupero completo di qualità muscolari di forza, resistenza, elasticità, coordinazione neuromuscolare, esecuzione del gesto tecnico-atletico specifico in modo corretto senza disturbi biomeccanici favorenti un'ulteriore situazione di sovraccarico. In effetti spesso capita di incontrare notevole resistenza nel risolvere determinati adattamenti biomeccanici scorretti, favoriti dalla persistenza di contratture muscolari in determinati distretti lungo la catena muscolare interessata. È compito del riabilitatore, soprattutto in questa fase, verificare la persistenza di tali squilibri biomeccanici, mediante tecniche di valutazione chinesiológica e tecniche posturali appropriate, che solo l'osservazione clinica diretta e l'esperienza possono affinare. Ad esempio, nel caso di un atleta affetto da fascite plantare, adattamenti scorretti come la corsa in punta dei piedi o un accorciamento della normale lunghezza del passo, o ancora un atteggiamento in inversione del piede sono favoriti dalla persistenza di un deficit di elasticità e di forza dei muscoli flessori plantari, favorevole allo sviluppo nel tempo ad una eccessiva pronazione funzionale.

Eccessiva pronazione che può favorire a sua volta un sovraccarico al tendine di Achille (1)???: L'eccessiva pronazione genera una rotazione interna forzata della tibia che tende a guidare il tendine di Achille medialmente in modo più brusco quanto più veloce è il movimento pronatorio (ad esempio nelle fasi molto dinamiche quali una ricaduta da una fase aerea, un cambio di direzione, la conduzione della palla in velocità, ecc.). questo meccanismo riconducibile quasi a una "frustata" predispone all'insorgenza di microtraumatismi che sono alla base della tipica patologia da sovraccarico.

Alcuni autori (1)??? hanno ipotizzato l'insorgenza di una situazione di ridotta vascolarizzazione del tendine di Achille, sostenuta dal conflitto che si verifica tra la rotazione esterna tibiale prodotta dalla estensione del ginocchio e la rotazio-

ne tibiale interna favorita dalla pronazione prolungata. Tale conflitto può favorire l'insorgenza di alterazioni degenerative a carico dei tendini di Achille.

In questi casi risulta utile l'impiego di una soletta plantare che sostenga la volta plantare e corregga l'eventuale malallineamento del retro piede. Il giocatore deve essere gestito durante gli allenamenti affinché non si verifichi una nuova situazione di sovraccarico.

I tempi di recupero tra le fasi dell'allenamento devono essere appropriati e l'atleta mantiene una costante attività di rinforzo sia concentrico che eccentrico fino al recupero dell'eventuale deficit di forza; sarà compito del preparatore trasformare questo lavoro di mantenimento in funzione delle necessità specifiche di velocità, resistenza allo sforzo, forza esplosiva, coordinazione neuromotoria.

Esistono svariati test, funzionali che permettono di valutare le condizioni dell'atleta: tra questi il test isocinetico sia concentrico che eccentrico riveste per noi grande importanza per obiettivamente il recupero muscolare e l'equilibrio tra gruppi muscolari agonisti ed antagonisti.

Nel caso specifico dell'atleta dopo il recupero da una tendinopatia del tendine rotuleo, il rapporto tra la forza concentrica degli estensori e la forza eccentrica dei flessori ($Hecc/Qcon$) rappresentativo dell'estensione, ed il rapporto tra la forza concentrica dei flessori e la forza eccentrica degli estensori ($Qecc/Hcon$) rappresentativo della flessione del ginocchio⁶², assume notevole valore predittivo di un buon recupero funzionale, soprattutto in termine di prevenzione delle recidive.

Esercizi pliometrici effettuati secondo modalità differenti risultano indispensabili in questa fase e vengono consigliati dopo le sedute di rinforzo muscolare concentrico ed eccentrico.

Mediante un lavoro di balzi da altezze crescenti, cui fa seguito un'azione di sprint, effettuati dopo una seduta di rinforzo muscolare, è possibile ottimizzare, trasformandolo, il guadagno di

forza ottenuto.

CONCLUSIONI

Le tendinopatie da sovraccarico nel calciatore rappresentano una patologia che risponde in modo eccellente alla terapia conservativa nella maggior parte dei casi. Tuttavia un lavoro rieducativo superficiale non in linea con i più recenti principi biomeccanici di conoscenza di base e non sorretto da una attenta osservazione degli aspetti clinici, rischia di compromettere il completo recupero funzionale e di predisporre l'atleta alla cronicizzazione ed alle recidive. Il riconoscimento di eventuali deficit biomeccanici, evidenziati da adattamenti scorretti, risulta fondamentale per il processo di normalizzazione di tutte le conseguenze funzionali che accompagnano invariabilmente le patologie tendinee da sovraccarico

BIBLIOGRAFIA

1. CLEMENT D.B. ET AL. Achilles tendinitis and peritendinitis: etiology and treatment. *Am. J. Sports Med.*, 12, 179-184, 1984
2. HESS J.P., CAPPIELLO W.L. ET AL. Prevention and treatment of overuse tendon injuries. *Sports Med.*, 80 371-384, 1989
3. TORSTENSEN E.T., BRAY R.C. ET AL. Patellar tendinitis: a review of current concepts and treatment. *Clin. J. Sports Med.*, 4, 77-82, 1994
4. ARCHAMBAULT J.M., ET AL. Exercise loading of tendons and the development of overuse injuries. A review of current literature. *Sports Med.*, 20, 77-89, 1995
5. ZAMORA A.J., MARINI F. Tendon and myo-tendinous junction in an overloaded skeletal muscle of the rat. *Anat. Embryol.*, 179, 89-96, 1988
6. MICHNA H. Morphometric analysis of loading induced changes in collagen-fibril populations in young tendons. *Cell Tissue Res.*, 236, 465-470, 1984
7. MICHNA H., HARTMANN G. Adaptation of tendon collagen to exercise. *Int. Orthop.*, 11, 157-162, 1987
8. PEACOCK E.E. JR. A study of the circulation in normal tendons and healing grafts. *Ann. Surg.*, 149: 415-428, 1959
9. WILLIAMS I.F. Cellular and biochemical composition of healing tendons. In: Jenkins D.H.R. (Ed.), *Ligament injuries and their treatment*. Chapman and Hall, London, 1985, pp. 43-57
10. FREEMAN M.A.R., WYKE B. The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. *J. Anat.*, 101, 505-532, 1964
11. GRIGG P. Peripheral neural mechanism in proprioception. *J. Sport Rehabil.*, 3, 2-17, 1994
12. WOO S.L-Y, RITTER M.A. ET AL. The biomechanical and biochemical properties of Swine tendons: long term effects of exercise on the digital extensors. *Connect. Tissue Res.*, 7, 177-183, 1980
13. SOMMER H-M. The biomechanical and metabolic effects of a running regime on the Achilles tendon in the rat. *Int. Orthop.*, 11, 71-75, 1987
14. HAGGMARK T., JANSSON E., ERIKSSON E. Fiber type area and metabolic potential of the thigh muscle in man after knee surgery and immobilization. *Int. J. Sports Med.*, 7, 48-56, 1979
15. NOYES F.R. ET AL. Biomechanics of ligament failure. 11. An analysis of immobilization, exercise and reconditioning effects in primates. *J. Bone Joint Surg.*, 56A, 1406-1418, 1974
16. AKESON V.H. ET AL. The connective tissue response to immobility: A study of the chondroitin 4 and 6 sulfate and dematan sulfate changes in periarticular connective tissue of control and immobilized knee of dogs. *Clin. Orthop.*, 51, 1967
17. PEACOCK E.E. Comparison of collagenous tissue surrounding normal and immobilized joints. *Surg. Forum (Orthop. Surg.)* 14, 1963
18. BOOTH F.W., GOUL E.D. Effects of training and disuse on connective tissue. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 3, 83, 1975
19. BARFRED T. Experimental rupture of the Achilles tendon. Comparison of rupture in rats of different ages and living under different conditions. *Acta Orthop. Scand.*, 42, 406-428, 1971
20. FYFÈ I, STANISH V.V.U. The use of eccentric training and stretching in the treatment and prevention of tendon injuries. *Clin. Sports Med.*, 11: 601-624, 1992
21. STANISH W.D., RUBINOVICH R.M., CURWIN S. Eccentric exercise in chronic teninitis. *Clin. Orthop.*, 208: 65-68, 1986
22. KOMI P.V. Neuromuscular performance: factors influencing force and speed production. *Scand. J. Sports Sci.*, 1: 2, 1979
23. ENWEMEKA C.S. Inflammation, cellularity and fibrillogenesis in regenerating tendon: implications tendon rehabilitation. *Phys. Ther.*, 69: 816-825, 1989
24. ENWEMEKA C.S., KONYECSNI W.M. Biomechanical changes induced by early weight bearing in healing rabbit Achilles tendon. *Phys. Ther.*, 68: 843, 1988
25. PEACOCK E.E. Biological principles in the healing of

tendons. *Surg. Clin. North Am.*, 45 1965

26. ENWEMEKA C.S., SPIELHOLZ N.I. ET AL. The effect of early function ambulatory activities on experimentally tenotomized Achilles tendon in rats. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 67, 1988

27. VIIDIK A. Experimental evaluation on tensile strength of isolated rabbit tendons. *Biomed. Eng.*, 2 1967

28. HEIKKINEN E., VORI I. Effects of physical activity on metabolism of collagen in aged mice

29. ROI G.S. *L'esercizio isocinetico* Alea Ed. 1998, ed. 2, pp. 22-30

30. HISLOP H., PERRINE J.J. The isokinetic concept of exercise. *Phys. Ther.*, 47: 114-117, 1967.

31. PETERSEN F.B. Muscle training by static, concentric and eccentric contractions. *Acta Physiol. Scand.*, 48, 1960

32. KOMI P.V., BURSKIRK E.R. Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of Human muscle. *Ergonomics*, 15, 1972

33. KOMI P.V., VIITASALO J.T. Changes in motor unit activity and metabolism in human skeletal muscle during and after repeated eccentric and concentric contractions. *Acta Physiol. Scand.*, 100, 1977

34. ALFREDSON H. ET AL. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am. J. Sports Med.*, 26: 360-366, 1998

35. JONHAGEN S. ET AL. Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *Am. J. Sports Med.*, 22, 262-266, 1994

36. DAVIES C.T.M., WHITE M.J. Muscle weakness following eccentric work in man. *Pflug. Arch.* 392, 1981

37. EDWARDS R.H.T. ET AL. Fatigue of long duration in human skeletal muscle after exercise. *J. Physiol.*, 272, 1977

38. MAFFULLI N., KHAN K.M., PUDDU G. Overuse tendon conditions: Time to change a confusing terminology. *Arthroscopy*, 14: 840-843, 1998

39. KIBLER W.B. Concepts in exercise rehabilitation. In: Leadbetter W., Buckwalter J.A., Gordon S.I., (Eds), *Sports induced infirmation*. Chicago, Am Acta Orthop Surg 1990, pp. 759-769

40. KIBLER W.B. Principles of rehabilitation after chronic tendon injuries. *Clin. Sports Med.*, 11: 661-671, 1992

41. CURWIN S., STANISH W.D. *Teninitis: Its etiology and treatment*. Lexington NU, DC Heath & Co, 1984, 64

42. ADEBAIO A.O. ET AL. A prospective double blind dummy placebo controlled study comparing triamcinolone hexacetonide injection with oral diclofenac 50 mg TDS in patients with rotator cuff tendinitis. *J. Rheumatol.*, 17: 1207-1210, 1990

43. BONO R.F., FINKEL S. ET AL. A multicenter, double blind comparison of oxaprozin, phenylbutazone and placebo therapy in patients with tendonitis and bursitis. *Clin. Ther.*, 6: 79-85, 1983

44. DONATELLI R. OWENS-BURKHART H. Effects of immo-

bilization on the extensibility of periarticular connective tissue. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 67-72, 1981

45. SPEER K.P., CAVANAUGH J.T. ET AL. A role for hydrotherapy in shoulder rehabilitation. *Am. J. Sports Med.*, 21, 6850-6854, 1993

46. LEPHART S.M., PINCIVIERO D.M. ET AL. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am. J. Sports Med.*, 25: 1130-1137, 1997

47. PARRA P.F. 1 laser ad Argon e Neodimio-Yag nella pratica clinica. Edizioni Libreria Cortina, 1991

48. MELEGATI G., MIGLIO D. Defocussed Nd-YAG laser therapy in treatment of humeral epicondylitis. *J. Sports Traumatol.*, 16: 115-122, 1994

49. PARRA P.F., GHINASSI S., CIUTI F. Il Neodimio-YAG defocalizzato nella sua evoluzione per un trattamento sempre più efficace dell'atleta infortunato. *Laser Technol.*, 2, 13, 1992

50. LUBICH T., ET AL. Impiego del laser di potenza nel trattamento precoce e nel recupero dell'atleta infortunato. *Med. Sport*, 50: 71-83, 1997

51. MIGLIO D. 1 laser nella terapia della lombalgia. Il trattamento della lombalgia - stato dell'arte, Edi Ermes, 1996, pp. 349-350.

52. CALBET J. *Tratado de la transferencia electrica capacitiva*. Doyma, 1992

53. PALMITIER R.A., KAI-NAN A.N. ET AL. Kinetic chain exercise in knee rehabilitation. *Sports Med.*, 11: 6402-6413, 1991

54. KELLIS E. BALIZOPOULOS V. Isokinetic eccentric exercise. *Sport Med.*, 19: 202-222, 1995

55. BENNETT G., STAUBER W.T. Evaluation and treatment of anterior knee pain using eccentric exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 18: 526-530, 1986

56. COCKER B., STAUBER W.T. Objective analysis of quadriceps force during bracing of the patellae: a preliminary report. *Aust. J. Sci. Med. Sport*, 21: 25-28, 1989

57. NALDONI G.C., FIORINI S. La riabilitazione isocinetica nei pazienti affetti da tendinosi del tendine rotuleo. *Isocinetica '92*. (Scientific Press Ed.) Atti del II Congresso Nazionale di Isocinetica

58. ROI G.S. *L'esercizio isocinetico*. Alea Ed. 2, 96-97, 1998

59. ALFREDSON H., PIETILA H. ET AL. Chronic Achilles tendinitis and calf muscle strength. *Am. J. Sports Med.*, 24: 829-833, 1996

60. ALFREDSON H., PIETILA H. ET AL. Achilles tendinosis and calf muscle strength. The effect of short terms immobilization after surgical treatment. *Am. J. Sports Med.*, 26: 166-171, 1998

61. LOWDON A., DANIEL L. ET AL. The effect of heel pads on the treatment of Achilles tendinitis: a double blind trial. *Am. J. Sports Med.*, 12: 6431-6435, 1984

62. AAGARD P., SIMONSEN E.B. ET AL. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio.

L'IMPIEGO DELLA TECARTERAPIA NEI TRAUMI DISTORSIVI DI CAVIGLIA

G. Melegati, D. Tornese, M. Bandi

Dipartimento di Terapia Fisica e Riabilitazione (Capo Dipartimento Dott. Felicianantonio Di Domenica)
Istituto Ortopedico Gaetano Pini, Milano

RIASSUNTO

I traumi distorsivi della caviglia sono per incidenza gli infortuni più frequenti in ambito sportivo. Un'attenta gestione dell'atleta nelle prime fasi dopo l'infortunio è in grado di orientare al meglio il recupero all'attività agonistica.

L'entità del versamento periarticolare non è sempre indice di gravità della lesione. La sua frequente imponenza richiede però l'applicazione nelle prime 48 ore dello schema RICE (Rest Ice Compression Elevation). In questo studio, 15 soggetti andati incontro a trauma distorsivo di caviglia di I e II grado con meccanismo in inversione sono stati sottoposti dalla terza giornata postinfortunio a trattamento con la Tecarterapia (terapia di biostimolazione a trasferimento capacitivo e resistivo), una risorsa fisica di recente acquisizione che riconosce nel condensatore il suo modello fisico di riferimento.

Il protocollo di trattamento si è composto di 10 sedute a cadenza giornaliera della durata di 24 minuti (12 minuti con elettrodo resistivo automatico e 12 minuti con elettrodo capacitivo). Ciascun paziente è stato sottoposto prima e dopo la prima e l'ultima seduta di Tecarterapia a rilevazione dell'impedenza nella sede trattata, come metodo per stimare le modificazioni tissutali indotte dalla terapia. L'ipotizzato effetto di stimolazione del microcircolo da parte della Tecarterapia ha potuto in primo luogo essere stimato tramite la variazione di impedenza locale manifestatasi. Si sono inoltre evidenziate le riduzioni della soggettività dolorosa al carico deambulatorio (VAS) e della misura della circonferenza bimalleolare. Al termine del ciclo di trattamento, all'esame ecografico è stata rilevata una risoluzione subtotale del versamento periarticolare in 7 soggetti.

PAROLA CHIAVE

Distorsione di caviglia, riabilitazione, fisioterapia

Le lesioni a carico del complesso laterale della caviglia (legamento peroneo-astralgico anteriore-LPAA; peroneo-calcaneare-LPC; peroneo-astralgico posteriore-LPAP) costituiscono il 38-45% di tutti gli infortuni in ambito sportivo. Circa l'85% delle lesioni della caviglia sono rappresentate da distorsioni capsulo-legamentose; di queste, l'85% riconoscono un meccanismo in inversione, il 5% in eversione, mentre il restante 10% investe la sindesmosi tibio-peroneale¹⁻³.

Lanzetta⁴, da un punto di vista temporale suddivide i traumi distorsivi di caviglia in acuti (primo episodio), acuti su precedenti e lassità croniche. Le distorsioni con meccanismo in inversione, in senso anatomopatologico si distinguono in:

- I grado: lesione parziale LPAA;
- II grado: lesione del LPAA e del LPC;
- III grado: lesione di LPAA, LPC, LPAP (eventualmente anche del legamento interosseo).

In caso di lesione acuta di I e II grado il trattamento è classicamente conservativo e si articola in tre fasi fondamentali:

- ✓ controllo del versamento;
- ✓ recupero articolare;
- ✓ recupero del controllo neuromuscolare con rieducazione propriocettiva e potenziamento concentrico-eccentrico di peronei, tibiale anteriore, tibiale posteriore, tricipite surale.

L'adeguatezza del trattamento contribuisce a prevenire complicanze quali artralgia cronica, lassità residua o degenerazione artrosica⁵.

Per tale motivo la prima fase, quella del controllo del versamento, rappresenta un momento fondamentale nel recupero del soggetto andato incontro a un trauma distorsivo della caviglia.

In tal modo, infatti, risulta più precoce il recupero articolare ed è ipotizzabile una minore incidenza nella comparsa di aderenze fibrose derivandone in ultima istanza un globale miglioramento dell'outcome clinico-funzionale.

CONTROLLO DEL VERSAMENTO

L'entità dell'edema perimalleolare laterale che si evidenzia in caso di distorsioni della caviglia in inversione non è indice diretto di gravità della lesione legamentosa, essendo riconducibile nelle lesioni di I grado alla rottura dell'arteriola peroneale (che topograficamente risulta prossima al LPAA) o, nelle lesioni di II grado, all'interessamento di un suo terminale che attraversa la membrana interossea 4-5 cm sopra il malleolo laterale⁶.

Accumulandosi lo stravasamento sieroso, si realizza un incremento della pressione interstiziale (vn 1-2 mmHg) che conduce al collasso del microcircolo flebolinfatico (perpetuando la stasi locale) e al rallentamento della diffusione dei nutrienti. Si innesca uno stato di ischemia tissutale (cellulare) che riconosce nel meccanismo compressivo il suo fattore scatenante.

Per questi motivi il primo obiettivo da porsi nel trattamento di una distorsione acuta di caviglia deve essere quello di ridurre al minimo la tumefazione periarticolare.

Nelle prime 48 ore dopo l'infortunio deve quindi essere seguito il classico schema RICE (Rest Ice Compression Elevation).

La nostra impostazione prevede l'applicazione della crioterapia per periodi di 20 minuti ogni ora in modo da evitare la vasodilatazione cutanea riflessa insorgente con tempi di esposizione superiori.

In letteratura sono stati confrontati i dati relativi all'effettuazione nei primi due giorni postinfortunio di cicli di ginnastica vascolare in forma di immersione del piede infortunato in bagni alternati di acqua calda e fredda con pazienti sottoposti alle sole immersioni fredde. Il trattamento crioterapico si è dimostrato il più efficace nel controllo dell'edema periarticolare⁷.

TECARTERAPIA

La continua evoluzione nel campo delle terapie fisiche ci ha portati a considerare dalla terza giornata postinfortunio, l'applicazione della terapia a trasferimento energetico capacitivo e resistivo (Tecarterapia)⁸. La particolarità dell'apparecchio consiste nel fatto che, lavorando a una frequenza di 0,5 MHz, non si realizza proiezione di energia verso il paziente, ma sfruttando il principio del condensatore, modello fisico a cui viene fatto riferimento, si verifica una corrente di spostamento di cariche all'interno del tessuto. Sono disponibili due tipi fondamentali di elettrodi:

- capacitivi, rivestiti da materiale isolante ceramizzato;
- resistivi, sistemi non isolati.

L'applicazione degli elettrodi isolati (capacitivi) porta alla concentrazione delle cariche in prossimità della zona loro sottostante. L'utilizzo dell'elettrodo non rivestito da isolante (resistivo) evoca invece la concentrazione delle cariche nei punti tissutali più resistivi frapposti tra l'elettrodo attivo e la piastra di ritorno (osso, tendini, legamenti che si comportano quindi come il dielettrico che riveste gli elettrodi capacitivi)⁹.

A seconda del livello di trasferimento energetico a cui si decide di operare si ottengono risultati diversi:

- ✓ **basso livello** (fino a 100W di potenza o più precisamente differenza di potenziale applicata che corrisponde a una potenza fino a 100W): biostimolazione ultrastrutturale cellulare con aumento delle trasformazioni energetiche e del consumo di ossigeno. Ne consegue attivazione indiretta del microcircolo per le aumentate richieste metaboliche;
- ✓ **medio livello** (100-200W): aggiunta di un iniziale incremento della temperatura endogena e

di una vasodilatazione del microcircolo con relativo aumento del flusso locale;

- ✓ **alto livello** (200-300W): minore biostimolazione cellulare, ma effetto francamente termico con maggiore vasodilatazione e notevole aumento del flusso emolinfatico.

Da un punto di vista biofisico i vantaggi della Tecarterapia rispetto ai sistemi a proiezione di energia deriva dal fatto che la corrente non è presente per contatto diretto, ma come movimento di attrazione e repulsione di cariche (corrente alternata). In tal modo la biostimolazione dei tessuti profondi non è realizzata proiettando elevate concentrazioni di energia ai piani cutanei del paziente.

MATERIALI E METODI

Sono stati sottoposti al trattamento Tecarterapico 15 soggetti praticanti varie discipline sportive (rugby, calcio, pallavolo, tennis), di età media $35,73 \pm 13,33$ anni, andati incontro a trauma distorsivo della caviglia con meccanismo in inversione. Sono stati esclusi da questo studio i soggetti che al momento della prima visita presentavano segni clinici tipici di lesioni di III grado e coloro i quali all'esame radiografico presentavano fratture malleolari associate. Il protocollo di Tecarterapia è stato intrapreso dalla terza giornata postinfortunio e si è composto di 10 sedute a cadenza giornaliera della durata di 24 minuti così ripartiti:

- 12 minuti a elevati livelli energetici, utilizzando l'elettrodo resistivo automatico applicato con la piastra di ritorno secondo una disposizione geometrica che localizzasse il punto più resistivo alla tibio-tarsica (piastra posta sotto la pianta del piede e elettrodo resistivo automatico applicato alla faccia laterale del III distale della gamba);
- 12 minuti a livelli energetici medio-bassi,

secondo la tolleranza del paziente, utilizzando l'elettrodo capacitivo a massaggio sulla tibio-tar-sica estendendosi fino alla III distale della gamba e al dorso del piede.

Prima di ogni seduta di Tecarterapia è stata rilevata la circonferenza bimalleolare in posizione eretta e pianta appoggiata al terreno. La misurazione è stata ripetuta tre volte, calcolando infine la media delle tre rilevazioni.

La soggettività dolorosa al carico deambulatorio è stata valutata a mezzo di un analogo visivo impostato su 10 livelli crescenti. L'esame ecografico della caviglia è stato eseguito sempre dallo stesso operatore all'inizio del ciclo terapeutico e al termine dello stesso al fine di verificare l'eventuale riduzione del versamento periarticolare. Onde stabilire una possibile riduzione della resistività tissutale riconducibile all'ipotizzato effetto drenante il microcircolo, prima e dopo la prima e l'ultima seduta del ciclo terapeutico, per ciascun paziente abbiamo effettuato una rilevazione dell'impedenza locale.

È stato impiegato un impedenzometro digitale (controllato da un computer), al fine di effettuare una serie di acquisizioni temporizzate per stabilire la variazione di impedenza¹⁰ quale indice delle modificazioni tissutali (compartimentali) indotte dalla terapia^{11,12}. Abbiamo utilizzato come sonda, una coppia di elettrodi di superficie semiellittica a sezione nota, in cui l'analizzatore ha inviato una tensione di riferimento autoregolata e a frequenza nota come segnale di controllo. La scala di lettura utilizzata (in Mohm) è stata continuamente aggiornata ogni 3 secondi nel corso dell'acquisizione di durata totale pari a 2 minuti. La metodica di rilevazione da noi impiegata concorda, in forma e sostanza, con i principi della Tecarterapia a trasferimento capacitivo, nella quale gli effetti a carico del tessuto trattato si esplicano in primo luogo attraverso

trasformazioni compartimentali, a livello della superficie cutanea per quanto riguarda il movimento di cariche ($q = C \cdot U$ armatura del condensatore) per poi evidenziarsi man mano in sede endotissutale per quanto riguarda endotermia e biostimolazione che si propagano dalla profondità alla superficie.

Le serie di dati acquisiti sono stati sottoposti quindi a validazione statistica.

RISULTATI

Nella Tabella 1 sono riportati i dati relativi alla soggettività dolorosa al carico deambulatorio. Nella Figura 1 il grafico rappresenta la variazio-

TABELLA 1 - PUNTEGGI VAS AL CARICO DEAMBULATORIO

- VAS pre-trattamento: $5,5 \pm 1,17$
- VAS post-trattamento: $1,58 \pm 1,00$
- $p < 0,05$

FIGURA 1 - CIRCONFERENZA BIMALLEOLARE

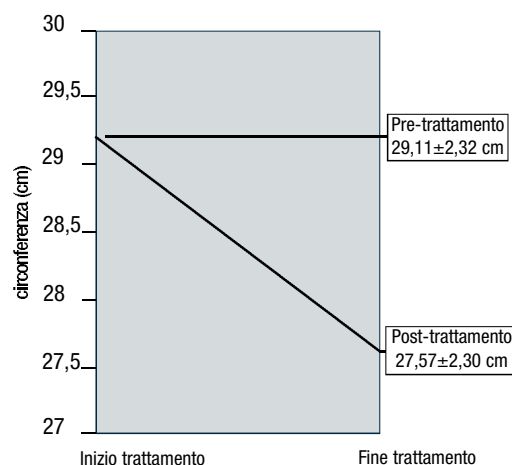


TABELLA 2 - IMPEDENZA LOCALE

□ Valori basali soggetti sani:	1,41±1,05 Mohm
□ Soggetti con trauma distorsivo	
Pre-trattamento:	10,00±1,15 Mohm
Post-trattamento:	0,77±0,09 Mohm
	p=0,008*
I seduta pre-seduta:	10,00±1,15 Mohm
post-seduta:	1,81±0,19 Mohm
	p=0,01*
X seduta pre-seduta:	2,38±0,51 Mohm
post-seduta:	0,77±0,09 Mohm
	p=0,048*

*p<0,05

ne media della circonferenza bimalleolare tra inizio e fine trattamento Tecarterapico. Nella Tabella 2 sono indicati i valori medi di impedenza locale registrati prima della prima seduta e al termine dell'ultima e i valori registrati prima e dopo la prima e l'ultima seduta di Tecarterapia. Sono inoltre indicati i valori medi di riferimento di una popolazione di 33 soggetti sani.

DISCUSSIONE

Per quanto concerne il protocollo di Tecarterapia abbiamo optato, vista la precocità della sua effettuazione (terza giornata postinfortunio), per un trattamento che individuasse nel versamento periarticolare il suo principale punto di impatto. La prima fase, che ha previsto l'impiego dell'elettrodo resistivo automatico, per le sue caratteristiche di azione profonda effettuata geometricamente ha quindi assunto significato di ottimizzazione dell'area trattata, in preparazione alla fase capacitiva specificamente mirata all'effetto

di drenaggio del microcircolo emolinfatico.

Le misurazioni della circonferenza bimalleolare, così come i rilievi ecografici (risoluzione subtotale del versamento periarticolare in 7 soggetti, riduzione significativa nei restanti 8 casi) hanno deposto per una progressiva riduzione del versamento periarticolare durante il ciclo di Tecarterapia. L'immediata sensazione di svuotamento a livello della regione trattata, riferita dai pazienti al termine di ciascuna seduta ci ha suggerito di ricercare un sistema che ci consentisse di valutare cosa potesse essere avvenuto dopo i 24 minuti di Tecarterapia.

Abbiamo testato la resistività cutanea di 33 soggetti sani (età media $36,8 \pm 12,13$ anni), con le medesime modalità impiegate per i 15 soggetti con distorsione di caviglia presenti in questo studio al fine di stabilire dei valori di normalità cui fare riferimento. È stata rilevata una modificazione dell'impedenza locale sia interseduta, sia al termine del ciclo tecarterapico, presumibilmente riconducibile sia a un effetto drenante

diretto (ipotizzato con l'utilizzo di livelli energetici medi) che indiretto (utilizzando bassi livelli di energia) sul microcircolo.

Nei 15 soggetti trattati non si sono manifestati episodi di riacutizzazione né del versamento né della sintomatologia dolorosa da carico che, come dimostrato dal punteggio VAS, è andata progressivamente migliorando.

CONCLUSIONI

Sulla base di soggettività, clinica, esame ecografico e rilievi strumentali, la Tecarterapia si propone come una risorsa utile nel controllo del versamento dopo episodio distorsivo della tibiotarsica. Il fatto che non si siano evidenziati episodi di riacutizzazione o di intolleranza al trattamento nel gruppo di pazienti presentato, fissa nella terza giornata postinfortunio un punto di partenza sufficientemente sicuro visto l'effetto endotermico profondo che la Tecarterapia è in grado di evocare. Punto fermo nelle prime 48 ore dopo l'episodio distorsivo resta lo schema RICE.

BIBLIOGRAFIA

1. GARRICK J.G. Epidemiologic perspective Clin Sports Med 1982; 1: 13-8
2. BALDUINI F. C., TETZLAFF J. Historical perspectives on injuries of the ligaments of the ankle Clin Sports Med 1982; 1: 3-12
3. GARRICK J.C., REQUA R.K. Role of external support in the prevention of ankle sprains. Med Sci Sports 1973; 5: 200-3
4. LANZETTA A. Le lesioni legamentose della caviglia. Milano: Masson Ed., 1977
5. TREVINO S.G. ET AL. Management of acute and chronic lateral ligament injuries of the ankle. Orthop Clin North Am 1994; 25: 1-16
6. FERRARIO A. Lesioni capsulo-legamentose della caviglia. In: Respizzi S. Aggiornamenti in Riabilitazione sportiva. Milano: Edi-Ermes, 1997: 113-7
7. COTE D.J. ET AL. Comparison of three treatment procedures for minimizing ankle swelling. Phys Ther 1988; 68: 1072-6
8. MONDARDINI P., ET AL. Nuove metodologie nel trattamento della patologia muscolare traumatica dell'atleta. La TECAR terapia. Med Spor 1999; 52: 201-13
9. CALBET J. Tratado de la transferencia electrica capacitiva. Barcellona: Doyma, 1992
10. BIASUTTI G. Elettricità industriale. Milano: Hoepli, 1980
11. LANE J.F. Electrical impedences of superficial limb tissues, epidermis, deris and muscle sheath. Ann New York Acad Sci 1974; 238: 812
12. WARD A.R. Electricity fields and waves in therapy. Marickville: Australia Science Press, 1980

PATOLOGIE ARTICOLARI E MUSCOLARI ACUTE E CRONICHE

EVIDENZE CLINICHE

I primi straordinari risultati ottenuti sull'onda dell'emergenza nella Medicina dello Sport, in cui, come abbiamo visto, la rapidità del recupero motorio e la scomparsa del dolore sono necessità primarie, gli studi clinici si sono moltiplicati nell'ambito della traumatologia e dell'ortopedia per cercare evidenze cliniche di conforto per quanto riguarda le patologie articolari e muscolari acute e croniche, estendendosi all'artrosi, malattia tipica dell'anziano e agli effetti antalgici dei pazienti con disabilità grave.

In quest'area della medicina, una riabilitazione efficace riveste un ruolo fondamentale, in considerazione dell'incidenza sociale e dell'onere sanitario che generano i problemi connessi a traumi e lesioni. Un'incidenza così onerosa che le direttive sanitarie del Ministero della Salute per il 2003-2005 indicano la riabilitazione come area di intervento programmatica e prioritaria.

In questa sezione sono raggruppati studi clinici riguardanti il trattamento con Tecarterapia di lesioni muscolo-scheletriche acute e croniche (E. Parolo e M. P. Onesta), del dolore osteoarticolare in geriatria (J.R. Bordas Serrat e Dory Martines), di patologie del ginocchio e della colonna vertebrale (M. Perez Bonitez, Jordi Fores Colomer), delle lombalgie, sciatalgie e cervicali (A. Molina, B. Estacho, M. V. Molina, Y. S. Mariscal) e un lavoro sul dolore da arto fantasma (D. Orlandini, G. Cavallari, A. Amoresano) condotto presso il centro protesi INAIL di Vigorso di Budrio.

IPERTERMIA A TRASFERIMENTO ENERGETICO RESISTIVO E CAPACITIVO NEL TRATTAMENTO DI LESIONI MUSCOLO-SCHELETRICHE ACUTE E CRONICHE

E. Parolo*, M.P. Onesta**

*Fisiatra U.O. di riabilitazione, Ospedale Bassini (Primario, Dr. F. Combi)

**Specializzanda in Terapia Fisica e Riabilitazione Università di Catania

RIASSUNTO

L'obiettivo di questo studio clinico è stato quello di valutare l'efficacia del trasferimento energetico resistivo e capacitivo, indotto tramite l'applicazione di un'apparecchiatura Tecar (HCR 900), in pazienti che presentavano patologie acute e croniche dell'apparato muscolo-scheletrico. Valutando l'intensità e il tempo di esposizione, esiste la possibilità di utilizzare questa nuova modalità di trasferimento di energia in profondità in tessuti sottoposti a reazione infiammatoria. De Lauteur e Lehmann avevano notato come l'incremento termico endogeno può avere degli effetti terapeutici legati all'intensificato flusso ematico. Il tessuto, infatti, si comporta come semiconduttore, offre una resistenza al passaggio di energia elettrica e questa si trasforma in temperatura. Si ritiene pertanto che l'azione terapeutica dipenda sia dall'effetto endotermico, sia dall'aumento del potenziale energetico delle membrane cellulari.

In questo studio viene valutata l'efficacia dell'ipertermia per affezioni croniche e acute muscolo scheletriche. A seconda della potenza usata si possono osservare 3 fasi caratterizzate da effetti biologici ben definiti come la biostimolazione cellulare, analgesia, aumento del flusso e fenomeni di drenaggio linfatico. Vengono studiati 41 pazienti (33 con patologie acute): la maggior parte ha dichiarato un miglioramento della sintomatologia dolorosa.

PAROLA CHIAVE

Ipertermia, biostimolazione cellulare, analgesia, drenaggio linfatico, patologia muscolo-scheletrica.

Il calore è sempre stato un mezzo fisico di grande importanza nella cura delle patologie artroreumatiche. Sin dai tempi più antichi ha sempre stimolato la ricerca di fonti di calore sempre più focalizzate e mirate al problema, prima con fonti di calore esogeno poi, negli ultimi tempi, con mezzi fisici in grado di elevare la temperatura corporea in tessuti profondi.

Tutti questi mezzi terapeutici hanno riscontrato dei limiti applicativi nel corpo umano che, per il sistema di termoregolazione e per l'isolamento cutaneo non è stato possibile riscaldare in profondità. Negli anni 60 studi in oncologia hanno scoperto sistemi fisici in grado di agire in profondità, con lo scopo di distruggere le cellule più centrali, metabolicamente meno attive e poco irrorate.

Già nel 1953 Lehmann aveva evidenziato che temperature tra i 40° e i 45° potevano avere effetti terapeutici in varie situazioni patologiche. Infatti l'intensificato flusso ematico indotto dall'aumento della temperatura, accrescendo lo scambio di calore, consente di raggiungere temperature efficaci dal punto di vista terapeutico ma non così elevate da determinare necrosi cellulari.

Il tessuto infatti, si comporta come semiconduttore, offre resistenza al passaggio di energia elettrica e questa si trasforma in aumento di temperatura. L'azione terapeutica dipende da questo incremento di temperatura, ma anche da aumento del potenziale energetico delle membrane cellulari.

È stato recentemente messo a punto un sistema detto a trasferimento energetico capacitivo e resistivo (ipertermia) che funziona nell'ambito delle radiofrequenze tra 0,4-0,8 Mhz., capace di raggiungere in profondità i tessuti senza danneggiare quelli superficiali.

I dati in letteratura sono molto incoraggianti, pertanto abbiamo voluto valutare l'efficacia del-

l'ipertermia in alcune patologie muscolo-tendinee seguendo la risposta clinica mediante dati oggettivi e soggettivi.

Nonostante l'ampia strumentazione in fisioterapia attualmente in uso, ci sono diversi processi patologici, tendinei e mioentesici che risultano particolarmente resistenti al trattamento e limitano la possibilità di pratica sportiva agonistica e non agonistica.

La possibilità che una modalità di trasferimento di energia a doppia valenza (stimolazione biologica e rialzo termico) possa essere utilizzato per alleviare i tempi di recupero nello sportivo e nell'attività di vita quotidiana ci è parsa particolarmente meritevole di attenzione.

MECCANISMO D'AZIONE

L'efficacia del trattamento nelle patologie muscolo-tendinee con la metodica dell'ipertermia si basa sull'intensificazione di alcune fasi peculiari del processo flogistico che si accompagna all'aumento di temperatura. La vasodilatazione ottenuta con il calore provoca un aumento degli scambi di sostanze che si estrinseca con un aumento del drenaggio del sito infiammato, con allontanamento di scorie e detriti e con un miglioramento della perfusione tissutale con aumento dell'afflusso locale di cellule deputate ai processi riparativi

MATERIALI E METODI

L'HCR 900 è l'apparecchio usato per il nostro studio. È costituito da un generatore di radio frequenze a 0,5 Mhz con una potenza massima di 300 Watt.

Il trasferimento resistivo permette di utilizzare, per la prima volta, l'ipertermia senza l'uso di una sorgente di calore esterna. Esso, infatti, utilizza un generatore di radiofrequenze a bassa poten-

za, che sviluppa un innalzamento di temperatura endogeno. In tale modo si sfrutta l'impedenza del corpo umano che si trova tra due elettrodi per generare l'aumento di temperatura.

Una piastra neutra con ampia superficie e un elettrodo attivo di dimensioni più piccole producono l'effetto terapeutico limitato solo nella parte compresa tra i due elettrodi.

Tali effetti producono un notevole incremento del flusso sanguigno e della tensione di ossigeno, oltre a una riduzione notevole dell'acidosi tissutale. Il trasferimento capacitivo sfrutta un principio ben noto, il condensatore. Questo è un'unità elettrica capace di accumulare energia all'interno di una sostanza frapposta tra due elettrodi. L'effetto del sistema capacitivo sarebbe dovuto all'aumento del potenziale di membrana cellulare, ad un effetto cinetico sugli ioni presenti sia nel liquido intracellulare sia interstiziale e a un conseguente aumento della temperatura interna. A seconda della potenza utilizzata si possono osservare tre fasi, caratterizzata ciascuna da effetti biologici ben definiti:

1° fase (*potenza a minimi livelli*):

- ✓ Biostimolazione cellulare
- ✓ Aumento del fabbisogno di ossigeno
- ✓ Analgesia per azione sulle terminazioni nervose e libere

2° fase (*potenza media*)

- ✓ Microiperemia
- ✓ Incremento della velocità del flusso ematico
- ✓ Ossigenazione intracellulare
- ✓ Accelerazione del metabolismo cellulare

3° fase (*potenza alta*)

- ✓ Vasolidatazione meccanica
- ✓ Iperafflusso ematico
- ✓ Drenaggio linfatico
- ✓ Calore profondo

La seduta inizia con il trattamento resistivo: viene posto un elettrodo in corrispondenza della zona infiammata mantenendolo fisso per 10 minuti. Successivamente per 20 minuti si ha l'applicazione del trattamento capacitivo: questo invece deve essere mosso in continuazione dall'operatore con movimenti circolari.

LA NOSTRA ESPERIENZA

Abbiamo utilizzato un protocollo terapeutico che prevedeva 10 sedute giornaliere di 1/2 ora, con pausa di due giorni nel fine settimana.

Viene somministrata durante la visita iniziale una scala visu-analogica (VAS) con estremi 0 (assenza del dolore) a 10 (max dolore concepibile). Al termine del ciclo di sedute il paziente viene sottoposto a una nuova valutazione del dolore nel corso della visita di controllo.

La seduta inizia con il trattamento resistivo con l'elettrodo che viene posto in corrispondenza della zona da trattare, mantenuto fisso per 10 minuti con potenza regolata in modo da ottenere il valore massimo senza che il paziente avverta aumento di temperatura a livello cutaneo sottostante.

TABELLA 1- DATI DEMOGRAFICI

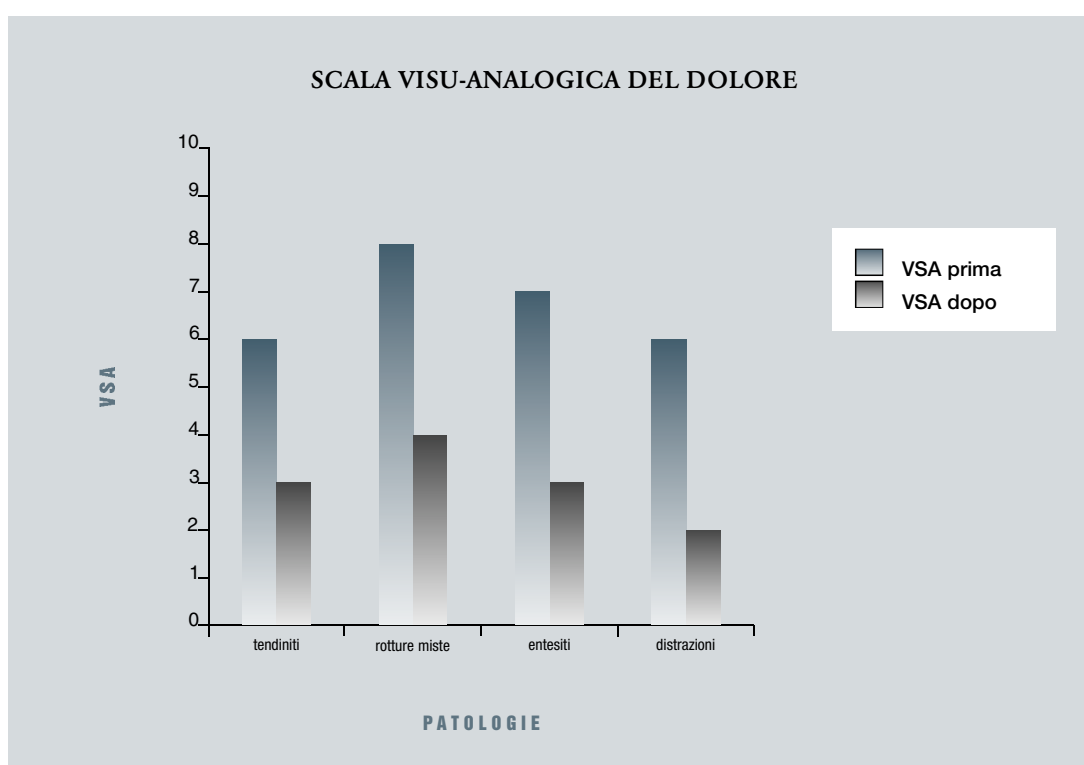
TOTALE	60
MASCHI	43
FEMMINE	17
ETÀ	RANGE TRA I 17 E 60

TABELLA 2 - TIPI DI PATOLOGIE

TENDINITI	31
ROTTURE MUSCOLARI	4
ENTESITI	7
DISTRAZIONI MUSCOLARI	18

TABELLA 3

SEDE	
ARTO SUPERIORE	11
ARTO INFERIORE	49



Poi successivamente viene eseguito per 20 min. il trattamento capacitivo.

Sono stati trattati 60 soggetti di età compresa fra i 17 e i 60 anni affetti da patologie muscolo-tendinee acute o croniche (**Tabella 1, 2 e 3**).

Per la patologia muscolare acuta (rottture) e per le tendiniti è stata eseguita un'ecografia prima del trattamento e alla fine del ciclo terapeutico.

RISULTATI

I pazienti esaminati fanno parte di un'ampia fascia di età. Sono tutti pazienti con lesioni acute o subacute.

Le lesioni hanno interessato l'arto inferiore per 49 casi, 11 l'arto superiore 7 la cuffia dei rotatori con tendinite da sovraccarico e 4 il gomito

con una borsite degli estensori. La maggior parte dei soggetti ha dichiarato un miglioramento della sintomatologia dolorosa, oltre che ad un ritorno alle normali attività della vita quotidiana, alla fine del trattamento con HCR 900.

Solo due pazienti presentavano ancora una limitazione funzionale alla scapolo-omeroale, probabilmente da addebitare ad una lesione cronica degenerativa della cuffia, pur riscontrando un netto miglioramento della sintomatologia algica.

CONCLUSIONI

I risultati, legati anche al rispetto delle indicazioni, sono estremamente incoraggianti, visto che la quasi totalità dei soggetti trattati ha mostrato un netto miglioramento algico e funzionale.

La scelta delle indicazioni è stata la stessa della diatermia a onde corte, già proposta da Cole e Eaglestone (1994) e in seguito da McMeeken (1995), che riguarda le fibrosi muscolari e legamentose, le lesioni tendinee e articolari, borsiti. Per quanto riguarda le controindicazioni ci siamo attenuti a quelle generali per l'applicazione al calore, quali infezioni, deficit di sensibilità, e a quelle specifiche relative alla diatermia elettromagnetica, quali coagulopatie e tromboflebiti.

BIBLIOGRAFIA

1. COLE A.J., EAGLESTONE M.A.: The benefits of deep heat. Ultrasound and electromagnetic diathermy. *PhYsic. Sportsmedicine* 1994; 22: 77-88
2. LEHANN J.F., DE LATEUR B.J.: Therapeutic heat and cold, hydrotherapy. In: Leek J.C., Gershwin M.E., Fowle W.M. Eds. *Principles of Physical Medicine and rehabilitation in the Musculoskeletal disease*. Orlando FL: Grune & Stratton Inc., 1986, 61-101
3. LEVEEN H.H., WAPRICK S., PICCONE W. ET AL.: Tumor eradication by radiofrequency therapy. Response in 21 patients. *JAMA* 1976; 235: 2198-2200
4. LEY A., CLADELLAS J.M., DE LAS HERAS P. ET AL.: Trasferencia electrica capacitiva (TEC). Tecnica no invasiva de Hypertermia profunda en el tratamiento de los gliomas cerebrales. Resultados preliminares. *Neurocirurgia* 1992; 3: 118-123
5. McMEEKEN J.: Electrotherapy in: Zuluaga e al. Eds. *Sportphysiotherapy. Applied Science & practice*. Melbourne: Churchill Livingstone 1995, 233-244. Gamberini F., Lovisolo G.A., Benini D., et al. Un'innovazione in tema di termoterapia endogena. *Hypertherm PT-100. Microonde* 1991; marzo n. 10: 97-107
6. PRENTICE W.E. *Therapeutic Modalities in sports medicine*. St. louis, MO Times Mirror/Mosby College Publishing; pp 132-135
7. RESPICCI, F. DANELON. Utilizzo dell'ipertermia in ambito fisiokinesiterapico nel trattamento del paziente artrosico. Atti del Congresso: "Radiazioni in medicina: qualità e sicurezza" Torino, 13-16 marzo 1997, 390-391
8. SANTORI F., ERRIQUEZ A., GIACOMI R., ET AL. Primi risultati clinici dell'applicazione dell'ipertermia in ortopedia. *Microonde* 1991; marzo 10: 149-162
9. STRICKLER T., MALONE T., ET AL. The effects of passive warming on muscle injury. *Am J Sports Med*

DOLORE OSTEOARTICOLARE IN GERIATRIA: TRATTAMENTO CON IL SISTEMA A TRASFERIMENTO ENERGETICO CAPACITIVO

J.R. Bordas Serrat
Dory Martinez

Unità di Fisioterapia
Centro Medico "Fabra i Puig"
Paseo Fabra
Barcellona

Il dolore osteoarticolare nell'anziano è attribuibile a diverse patologie che producono lo stesso effetto: dolore articolare, incapacità funzionale, rigidità muscolare. Più del 75% delle persone oltre i 65 anni sono soggetti a dolori cronici o acuti che vengono trattati con farmaci a carico del sistema sanitario, senza effetti duraturi.

Il sistema a Trasferimento Energetico Capacitivo rappresenta, in questi casi, una terapia priva di effetti collaterali adatta a soggetti che non possono assumere analgesici per le loro controindicazioni o che non hanno ricavato benefici dalla fisioterapia.

MATERIALI E METODI

Sono stati scelti 214 pazienti, oltre i 65 anni, che sono stati trattati nel nostro centro (tra il giugno 1986 e il giugno 1990), 63 maschi e 151 femmine. Soffrivano di dolori muscolo-scheletrici da più di 3 mesi e necessitavano trattamenti di fisioterapia e/o medici. Le patologie erano diverse: artrosi, artriti, osteoporosi, contrazioni muscolari.

RISULTATI

I risultati ottenuti sono stati:

- nessun miglioramento nel 2,33% dei casi
- lieve miglioramento nel 5,14%
- importante miglioramento (senza mantenimento) nel 25,70%
- importante miglioramento (con mantenimento) nel 61,68%
- completa scomparsa del dolore nel 5,14%

La valutazione è stata fatta dallo stesso paziente alla fine del trattamento e dal fisioterapeuta all'inizio e alla fine del trattamento.

CONCLUSIONI

Il sistema a Trasferimento Energetico Capacitivo risulta essere un buon metodo complementare nel trattamento del dolore osteoarticolare in geriatria, che non ostacola l'utilizzo congiunto di altri mezzi terapeutici.

Il Trasferimento Energetico Capacitivo rappresenta uno strumento di grande ausilio per il fisioterapeuta, e può dare molte soddisfazioni a livello professionale in ambito geriatrico.

RIASSUNTO

Questo studio è stato condotto su 214 pazienti con dolore articolare, incapacità funzionale, rigidità muscolare, trattati con il sistema a Trasferimento Energetico Capacitivo.

I risultati ottenuti hanno rilevato un importante miglioramento nel 62 per cento circa dei casi, miglioramento mantenuto come condizione stabile nel tempo.

La valutazione è stata operata soggettivamente dal paziente, verificata dal fisioterapeuta e dal medico.

PAROLE CHIAVE

Dolore osteoarticolare nell'anziano.

Maria Perez Benitez
Jordi Fores Colomer

Centro di medicina omeopatica e
biologica, Capo dipartimento
Fores-Perez
Manresa (Barcellona)

LA TECARTERAPIA NELLA PATOLOGIA DEL GINOCCHIO E DELLA COLONNA VERTEBRALE

RIASSUNTO

I risultati positivi ottenuti con l'apparecchiatura HCR 900 nelle diverse patologie possono essere attribuiti a una serie di effetti biologici prodotti dalla tecnica del Trasferimento Energetico Capacitivo e Resistivo. In particolare, si possono relazionare con l'aumento della temperatura interna e la contemporanea microvasodilatazione, responsabile del miglioramento del biochimismo cellulare; con l'aumento del flusso emolinfatico che incrementa l'apporto nutrizionale e ossigenativo, ottimizzando la respirazione endocellulare e l'eliminazione dei cataboliti tossici. Sulla base di queste conoscenze è stato possibile sperimentare le azioni cliniche dell'HCR 900 presso il centro di Medicina Omeopatica e Biologica di Barcellona.

PAROLE CHIAVE

Artrosi del ginocchio,
sciatica, rachide cervicale,
colpo di frusta, ernia del disco.

Oggi giorno le infermità reumatiche causano un gran numero di invalidità. L'artrosi del ginocchio è la patologia più diffusa nei paesi industrializzati. Uno dei fattori determinanti è l'età. La seguono, per frequenza, i traumi, l'usura da fattori meccanici e/o dall'obesità. Poiché un eccessivo o maldistribuito carico sulle articolazioni determina a lungo termine una lesione del tessuto cartilagineo e dell'osso subcondrale.

ARTROSI DEL GINOCCHIO

Nel nostro centro abbiamo realizzato uno studio su 35 pazienti con artrosi del ginocchio, come denominazione comune. In tutti il sintomo comune era il dolore e la limitazione al movimento del ginocchio. Di questi 35 pazienti, 24 erano donne e 11 erano uomini. L'età media era di 58 anni. Il riferimento anamnestico della sintomatologia (dolore+limitazione funzionale) datava per 5 pazienti ai 12 mesi precedenti l'osservazione, mentre per gli altri 30 era relativa a parecchi anni.

Tutti i pazienti, avevano precedentemente effettuato diversi trattamenti con metodi terapeutici, senza però ottenere risultati soddisfacenti. 12 pazienti di questo gruppo erano stati operati ma hanno continuato a manifestare sintomatologia analoga. Il dolore era il motivo principale per il quale si erano rivolti a noi. Le donne presentavano in maggior numero una sintomatologia dolorosa di grado moderato/severo che peggiorava al movimento con rigidità mattutina.

All'esame obiettivo dell'articolazione abbiamo constatato dolorabilità alla palpazione e edema tissutale con crepitazione ossea in fase di movimento. In qualche caso più grave si sono rivelate deformazioni importanti, ipertrofia ossea e perdita considerevole di mobilità articolare.

A livello radiologico, in tutti i pazienti, la riduzione dello spazio articolare era presente in maggior o minor grado.

Il protocollo terapeutico iniziale era identico per tutti i pazienti. Si sono effettuate due sedute settimanali durante le prime tre settimane, 10 minuti di Trasferimento Energetico Resistivo e 5 minuti di Trasferimento Energetico Capacitivo nella parte anteriore del ginocchio e 5 minuti di entrambe le metodiche nella parte posteriore dello stesso. Dalla quarta settimana si è passati a una seduta settimanale. Durante il trattamento, a tutti i pazienti è stata somministrata una cura omeopatica diversa, in base alla sintomatologia soggettiva.

RISULTATI

I risultati di questo studio sono stati i seguenti:

- in 3 pazienti si è avuta una eccellente riduzione del dolore con miglioramento della deambulazione alla terza settimana di trattamento. Per questo si è passati alla terapia di mantenimento con una seduta ogni 15 giorni per 3 mesi, periodo al termine del quale sono stati dimessi.

- 21 pazienti hanno ottenuto un'elevata diminuzione della sintomatologia dolorosa con ripresa della deambulazione tra la 6^a e la 12^a settimana di trattamento. A questi pazienti è stata poi somministrata come terapia di mantenimento una seduta ogni 15 giorni per 3 mesi, periodo al termine del quale sono stati dimessi.

- 5 pazienti sono stati trattati per 12 settimane e al termine hanno mostrato un miglioramento accettabile della sintomatologia dolorosa come pure della deambulazione, ma hanno continuato ancora a percepire dolore quando si alzavano alla mattina o dopo un periodo di inattività.

Si è programmato il mantenimento di una seduta ogni 15 giorni, ma i sintomi sono riapparsi. Si è ripreso il piano terapeutico di due sedute settimanali per tre settimane. Uno dei pazienti ha abbandonato il trattamento. I quattro che lo hanno continuato, dopo tre settimane hanno

constatato un miglioramento, ma passando un'altra volta al piano di mantenimento hanno di nuovo riscontrato i sintomi iniziali, anche se il dolore era meno intenso.

- 6 pazienti sono stati trattati per 6 settimane senza significativi risultati e per questo è stato cambiato il trattamento.

Dei 12 pazienti operati, 5 non hanno avuto alcun beneficio significativo, 3 hanno registrato una riduzione del dolore e un miglioramento della deambulazione significativi e 4 notevoli. I tre pazienti che sono migliorati nelle prime tre settimane, appartenevano al gruppo dei pazienti i cui sintomi non superavano i 12 mesi di manifestazione.

RACHIDE CERVICALE

Un'altra patologia dolorosa di frequente osservazione, è quella che si manifesta a livello del rachide cervicale: aumenta con l'età (nell'83% delle persone tra i 60-70 anni è la patologia più frequente) e si localizza con alterazioni deformanti all'altezza della V, VI e VII vertebra cervicale, dove il sovraccarico meccanico-funzionale è maggiore.

La postura cifotica del rachide cervicale inferiore (dalla V alla VII vertebra cervicale) è spesso la causa dell'osteocondrite. Il dolore generato in questa zona si percepisce nel collo e nella parte posteriore della testa e di solito si irradia a spalla, braccio, avambraccio e mano; il dolore si produce e aumenta per determinati movimenti o posture del collo, accompagnato da ipersensibilità e limitazione dei movimenti.

Per questo studio abbiamo scelto 24 pazienti, 18 donne e 6 uomini, con un'età media di 51 anni che avevano dolori cervicali con irradiazione alle spalle. In questo gruppo il dolore variava da lieve/moderato a intenso, secondo l'attività professionale e i ritmi stagionali.

Si somministrava una seduta settimanale di Trasferimento Energetico Resistivo di 15 minuti, seguita da una seduta di Trasferimento Energetico Capacitivo di 10 minuti. Solo quando il dolore era intenso, la seduta diventava giornaliera.

RISULTATI

I risultati di questo studio sono stati i seguenti:

- 20 pazienti dopo due mesi di trattamento, con una seduta settimanale, hanno mostrato miglioramenti con scomparsa del dolore. Di questi 20 pazienti, 9 presentavano ancora dolori moderati, isolati, correlati al lavoro che svolgevano.

Con l'applicazione di ulteriori 3-4 sedute a cadenza giornaliera, sono divenuti asintomatici.

- 4 pazienti, dopo due mesi di trattamento, presentavano ancora sintomatologia dolorosa lieve/moderata.

Questi pazienti svolgevano un'attività lavorativa faticosa dalla quale non si potevano astenere durante il trattamento; pensiamo sia questo il motivo del mancato miglioramento.

CONTUSIONE VERTEBRALE DA 'COLPO DI FRUSTA'

Altra causa frequente del dolore al rachide cervicale è il trauma ai legamenti e ai muscoli dopo un incidente in cui il collo presenta una estensione forzata. Per esempio nella contusione vertebrale da 'colpo di frusta' l'estensione forzata del collo è accompagnata a volte da frammentazione di un disco intravertebrale che causa un dolore persistente aggravato dall'ipertensione e dalla rotazione con una riduzione dei movimenti di flessione laterale del capo.

Abbiamo realizzato uno studio su 4 pazienti con dolore cervicale, in seguito a un incidente.

Presentavano un forte dolore alla iperestensione

e alla rotazione del collo.

Provenivano da diversi centri sanitari con la diagnosi di sindrome dolorosa cervicale post-traumatica (contusione vertebrale da "colpo di frusta"). Come trattamento erano stati prescritti analgesici, antinfiammatori e collare cervicale.

Si è effettuata una seduta giornaliera, tralasciando le domeniche.

La seduta era di 10 minuti di Trasferimento Energetico Resistivo e 20 minuti di Trasferimento Energetico Capacitivo. Sono state eliminate le cure analgesiche e antinfiammatorie, sostituite con cure omeopatiche. Dovevano ancora usare il collare cervicale.

RISULTATI

I risultati sono stati decisamente positivi.

- 3 dei 4 pazienti denunciavano poco dolore alla rotazione e alla iperestensione del collo, dopo la 4ª seduta consecutiva. Poi si è passati a sedute alternate e alla 6ª seduta erano asintomatici.

- L'altro paziente ha mostrato un significativo miglioramento dopo la 6ª seduta consecutiva. È poi passato a sedute alternate e dopo la 10ª seduta non presentava più dolore.

SCIATICA

Altro motivo frequente di visita medica è il dolore dovuto a irritazione della IV e V radice nervosa lombare e della I sacrale punto in cui si diparte il nervo sciatico; tale patologia è detta comunemente sciatica. Il dolore è sordo, intenso, circoscritto all'area di innervazione, cioè si estende principalmente verso la parte posteriore della coscia e verso le zone posteriori e laterali della gamba; questa irritazione talora si estende sino alla caviglia ed è accompagnata da parestesia o intorpidimento che può irradiarsi nel piede, accompagnato da sensibilità dolorosa

cutanea. Durante l'esame obiettivo si nota una perdita di riflessi, debolezza e a volte, edema da stasi, imputabili alla irritazione infiammatoria o alla compressione della radice midollare a livello del forame intervertebrale, quando si colpiscono le fibre motorie della radice anteriore.

Nel nostro centro medico abbiamo effettuato uno studio su un gruppo di 43 pazienti, di cui 34 donne e 9 uomini. L'età media del gruppo era di 41 anni. Il denominatore comune era un intenso dolore a livello lombare con affezione del nervo sciatico che creava un dolore sordo nella parte posteriore della coscia e della gamba. Tutti i pazienti si erano rivolti direttamente al nostro centro, senza aver effettuato nessun trattamento precedente.

Dei 43 pazienti, a 30 di essi si è applicato un trattamento con HCR 900 alla mattina e al pomeriggio. Agli altri 13 è stato effettuato un solo trattamento giornaliero. Per tutti fatta eccezione per la domenica.

Le sedute erano di 15 minuti di Trasferimento Energetico Resistivo seguita da 10 minuti di Trasferimento Energetico Capacitivo.

RISULTATI

I risultati del primo gruppo, formato da 30 pazienti trattati con sedute mattutine e pomeridiane, sono stati:

- 20 pazienti erano totalmente asintomatici dopo la 5ª seduta consecutiva.
- 7 pazienti erano asintomatici dopo l'8ª seduta consecutiva.
- 2 pazienti, all'8ª seduta, avvertivano un leggero dolore, inferiore rispetto all'inizio del trattamento. Questi pazienti hanno continuato il trattamento con sedute bisettimanali per una durata di 2 settimane; alla fine del trattamento erano asintomatici.
- 1 paziente ha abbandonato il trattamento alla

2ª seduta perché non presentava alcun miglioramento significativo.

16 pazienti di questo primo gruppo, mostravano una considerevole diminuzione del dolore già al secondo giorno di trattamento e hanno proseguito il trattamento conducendo una vita normale. Dei 30 pazienti, 6 hanno avuto una ricaduta con gli stessi sintomi nei seguenti due mesi. Si è ripetuto lo stesso piano terapeutico con buoni risultati.

I risultati del secondo gruppo, trattati in un'unica seduta giornaliera, sono stati:

- 10 pazienti erano asintomatici dopo la 7ª seduta consecutiva.
- 3 pazienti erano asintomatici dopo la 10ª seduta consecutiva.

Di questi 13 pazienti, in 8 il dolore è diminuito notevolmente a partire dalla 3ª seduta e la loro vita è continuata normalmente. Solo 1 paziente ha avuto una ricaduta dopo la quarta settimana. Si è ripetuto il trattamento, ma con due sedute giornaliere. Il terzo giorno il paziente era asintomatico.

Al gruppo di 43 pazienti sono state somministrate giornalmente cure omeopatiche.

ERNIA DEI DISCHI INTRAVERTEBRALI LOMBARI

La causa principale del dolore intenso, cronico o recidivo, nella parte inferiore della schiena e della gamba, è l'ernia dei dischi intravertebrali lombari, con maggior frequenza tra la V lombare e la I sacrale.

La causa più frequente è la degenerazione dell'anello fibroso del disco intervertebrale e l'alterazione dei legamenti longitudinali posteriori legata all'invecchiamento. A volte la causa determinante può essere un trauma, ma la maggior parte dei pazienti ha sofferto di dolori lievi o moderati nella zona lombare, prima che fosse diagnosti-

cata un'ernia al disco. Alcuni pazienti con questa patologia, presentavano dolore alla gamba, con scarsi sintomi alla schiena a livello lombare, e altri avevano solo dolori lombari.

Questo dolore lombare si aggravava con il movimento e con altri gesti, anche con un semplice starnuto. Ci siamo occupati di un gruppo di 15 pazienti, 10 uomini e 5 donne, di età media 46 anni, tutti con ernia al disco. Nessuno di loro aveva subito intervento chirurgico prima del trattamento.

Il piano terapeutico consisteva in due sedute settimanali per un mese. Poi si è passati a una seduta settimanale per altri due mesi.

Nella zona vertebrale lombosacrale e nella zona glutea, si sono applicati il Trasferimento Energetico Resistivo per 20 minuti e poi, il Trasferimento Energetico Capacitivo per 15 minuti. Come trattamento parallelo sono stati usati prodotti omeopatici a livello locale.

RISULTATI

I risultati sono stati:

- 6 pazienti erano asintomatici dopo tre mesi di trattamento, con un significativo miglioramento a partire dalla 12^a seduta. Poi si è effettuata una seduta di mantenimento ogni 15 giorni per altri 3 mesi. Attualmente sono asintomatici.

- 4 pazienti sono notevolmente migliorati dopo tre mesi. Poi, la terapia è continuata con una seduta settimanale, ma avvertivano ancora dolore al movimento.

I 4 pazienti hanno abbandonato il trattamento dopo il 4°-5° mese, poichè si era ripresentata la sintomatologia dolorosa. Nessuno di loro aveva però potuto abbandonare lavori pesanti, che erano controindicati nella loro patologia.

- 5 pazienti non hanno mostrato miglioramento significativo dopo la 12^a seduta, ragione per cui hanno interrotto il trattamento.

CONCLUSIONI

Sulla base dei risultati si può affermare che la tecnica di Trasferimento Energetico Capacitivo e Resistivo è uno strumento molto utile nella maggior parte delle patologie osteoarticolari; la sua validità aumenta se combinata ad altre terapie. La sua facilità d'applicazione, la mancanza di effetti secondari, dimostrano l'eccezionalità di questo strumento elettromedicale.

BIBLIOGRAFIA

1. COLO AJ, EAGLESTONE MA: The benefits of deep heat. *Ultrasound and Electromagnetic Diatermy. Physic Sportsmedicine* 1994;22:77-88
2. GRIBAUDO C.G., ASTEGIANO P, CANALA GL, GANZIT GP: Trattamento con ipertermia a trasferimento energetico resistivo e capacitivo di lesioni muscolo scheletriche acute e croniche: risultati preliminari in "Radiazioni in medicina: qualità e sicurezza." *Atti del Congresso - Fisica Sanitaria* - n. 1/97 gennaio/marzo; 379-381
3. McMEEKEN J: *Electrotherapy in: Zuluaga et al Eds Sportphysiotherapy. Applied Science & practice.* Melbourne: Churchill Livingstone 1995, 233-244
4. LEY A, CLADELLAS JM, DE LAS HERAS P ET AL: *Trasferencia Electrica capacitiva (TEC). Tecnica no invasiva de Hypertermia profunda en el tratamiento del los gliomas cerebrales. Resultados preliminares.* *Neurochirurgia* 1992; 3ç:118-123.

CERVICALI, LOMBALGIE, SCIATALGIE: APPLICAZIONE DEL SISTEMA A TRASFERIMENTO ENERGETICO CAPACITIVO

A. Molina, B. Eschacho,
M. V. Molina, Y S. Mariscal

Servizio di Riabilitazione,
Ospedale Universitario di
Valladolid, Barcellona

L'obiettivo di questo studio clinico è quello di comprovare l'efficacia della Tecarterapia a trasferimento capacitivo in pazienti che presentano dolori cervicali e lombari, fissi o irradiati alle estremità, così come nella patologia sussidiaria al trattamento chirurgico con diagnosi di lombalgia e/o cervicalgia di tipo meccanico non connessa a eziologia infiammatoria o post-chirurgica.

Questi pazienti, prima di ricorrere al Servizio di Riabilitazione dell'Ospedale Universitario, erano stati trattati con antinfiammatori con steroidi ed elettroterapia convenzionale.

In alcuni casi la riabilitazione era stata perseguita in precedenza con trattamenti idro e chinesioterapici presso il nostro servizio. Il denominatore comune a tutti era la cattiva risposta ai trattamenti, con persistenza del sintomo.

I trattamenti precedenti sono esposti alla **Tabella 1**.

TABELLA 1- TRATTAMENTI PRECEDENTI

CHIRURGICO	• 1 paziente (4,3%)
ELETTROTHERAPIA	• 12 pazienti (52,1%)
CHINESITERAPIA	• 6 pazienti (26%)
IDROTHERAPIA	• 1 paziente (4,3%)
NESSUN TRATTAMENTO	• 19 pazienti (82,6%)

Dall'esame obiettivo si evidenzia in tutti i soggetti la persistenza di dolore cronico di tipo meccanico e, in tutti i casi, le analisi strumentali e di laboratorio realizzate non pongono in rilievo problemi specifici.

RIASSUNTO

In questo studio clinico sono stati selezionati un totale di 23 pazienti inviati presso il Servizio di Riabilitazione dell'Ospedale Universitario di Valladolid con le diagnosi di lombalgia semplice, lombosciatalgia, cervicalgia e cervicobrachialgia dopo essere stati trattati con antinfiammatori non steroidei e elettroterapia convenzionale senza risultati positivi. Nel Centro sono stati trattati con applicazioni del sistema a Trasferimento Energetico Capacitivo. Nello studio si descrive il protocollo del trattamento, i parametri diagnostici, l'evoluzione clinica e i risultati ottenuti.

PAROLE CHIAVE

Lombosciatalgia,
cervicobrachialgia, cervicalgia.

MATERIALI E METODI

Abbiamo studiato 23 pazienti, 13 donne e 10 uomini, con età compresa tra i 36 e i 77 anni, con una media di 47,5 anni.

In base alla diagnosi 7 soffrivano di lombosciatalgia, 4 di lombalgia semplice e 4 di cervicale semplice (Tabella 2).

Per lo studio abbiamo realizzato un protocollo nel quale si analizzano i seguenti parametri:

- ✓ età, sesso, professione;
- ✓ diagnosi;
- ✓ trattamenti preventivi ricevuti;
- ✓ grado di dolore soggettivo e oggettivo;
- ✓ esplorazione fisica.

TABELLA 2- DIAGNOSI			
DONNE		UOMINI	
4	Lombosciatalgia	3	
2	Lombalgia	2	
5	Cervicobrachialgia	3	
2	Cervicalgia	2	

Il grado di dolore soggettivo è stato calcolato su una scala da 0 a 10.

Successivamente all'esame obiettivo, è stata analizzata la mobilità cervicale e/o dorso-lombare, la presenza o meno di dolore nell'area, la presenza di contrazioni muscolari, le reazioni a manovre di carico, i segni di sofferenza radicolare, le affezioni dei riflessi osteotendinei, le alterazioni della sensibilità, la forza muscolare e, nel caso di lombalgia e sciatalgia, l'alterazione dell'andatura.

TRATTAMENTO

Il trattamento somministrato a questi pazienti è stato l'endotermia mediante Trasferimento Energetico Capacitivo. Nel caso delle cervicalgie e cervicobrachialgie è stato applicato l'elettrodo neutro cilindrico sotto l'ascella del paziente; per le lombalgie e sciatalgie l'elettrodo neutro in forma di placca, collocato sotto l'addome.

Con l'elettrodo attivo si è agito sulla zona dolente, o meglio all'estremità della radice interessata. Sono stati usati elettrodi piani con diverso diametro secondo la grandezza della zona da trattare. Per assicurare la conduzione è stato usato il gel specifico neutro. Il numero delle sedute del trattamento per paziente si è aggirato da un massimo di 7 a un minimo di 4, con una media di 6. Il tempo di applicazione del trattamento per ogni seduta è stato dai 5-10 minuti, nella colonna cervicale 8 minuti e in quella lombare 9 minuti. L'intensità ben tollerata nella scala di valutazione dell'apparecchiatura (da 0 a 10) variava tra 3 e 5: nella regione cervicale era di 3,4 e in quella lombare di 4.

RISULTATI

I soggetti studiati sono per la maggioranza persone che compiono abitualmente sforzi fisici

TABELLA 3- PROFESSIONI	
Lavori di casa	9
Lavoro sotto sforzo	6
Lavoro sedentario	4
Pensionati	4

TABELLA 4- ESPLORAZIONE FISICA

COLONNA CERVICALE			COLONNA LOMBARE		
	1° SEDUTA +/-	ALTA +/-		1° SEDUTA +/-	ALTA +/-
Spurling	5/7	3/9	Lasegue	1/10	2/9
Trazione	3/9	0/12	Brogard	2/9	2/9
ROT	2/10	1/11	ROT	1/10	1/10
Parestesia	12/0	5/7	Andatura	0/11	0/11
Mobilità	5/7	3/9	Mobilità	5/6	4/7

durante il lavoro (Tabella 3). I dati concernenti la valutazione clinica e l'analisi fisica studiati prima e dopo il trattamento sono risultati i seguenti:

✓ Cervicalgie o cervicobrachialgie

Grado di dolore: il dolore obiettivo del paziente va da 3 a 10 con una media di 6,8 prima del trattamento; da 1 a 8 con una media di 4,6 dopo il trattamento.

Oggettivamente, prima del trattamento una media di dolore ++ e di + dopo.

Segno di Spurling: positivo in 5 pazienti prima e in 3 dopo il trattamento.

Trazione del plesso cervicale: positivo in 3 pazienti nella prima verifica e negativo in tutti dopo il trattamento.

Riflessi osteotendinei: prima del trattamento solo 2 pazienti presentavano alterazioni che non sono state modificate dalla terapia.

Parestesia negli arti superiori: presente in tutti i pazienti prima del trattamento, e solo in 5

pazienti dopo il trattamento.

Mobilità cervicale: limitata in 5 pazienti prima, è migliorata in 2 pazienti dopo il trattamento.

✓ Lombalgie e sciatalgie

Grado di dolore: prima del trattamento era presente un dolore soggettivo tra 5 e 10 (media di 6,8), e da noi valutato con una media di 1,3.

Dopo il trattamento, il valore soggettivo del dolore dei pazienti si era collocato tra 1 e 8, con una media di 5,6; dopo l'analisi la media da noi stabilita era di 0,8.

Segno di Lasègue: positivo in 2 pazienti prima e dopo il trattamento

Segno di Bragard: positivo in 2 pazienti prima, in 1 dopo il trattamento

Riflessi osteotendinei: invariati col trattamento.

Andatura sulle punte e sui talloni: effettuata correttamente prima e dopo il trattamento da tutti i soggetti

Mobilità dorsolombare: limitata in 5 pazienti prima, e in 3 pazienti dopo (Tabella 4).

Rianalizzati dopo il trattamento, in base alla valutazione soggettiva del paziente e all'esame obiettivo, i risultati sono stati così valutati:

- buono: se l'obiettività è negativa e il paziente non sente dolore;
- mediocre: se l'obiettività è negativa ma il paziente sente dolore residuo;
- cattivo: quando permangono segni patologici all'esame obiettivo.

Sulla base di queste considerazioni, abbiamo ottenuto i seguenti risultati finali:

- buono: 10 pazienti (43,47%);
- mediocre: 5 pazienti (21,73%);
- cattivo: 8 pazienti (34,78%).

CONCLUSIONI

Sulla base della valutazione clinica dei dati ottenuti si può concludere che si è avuto un miglioramento sostanziale nel 65% dei pazienti trattati con il Trasferimento Energetico Capacitivo.

Va sottolineato che le patologie scelte per sperimentare questo sistema di endoterapia, sono difficili da curare coi metodi tradizionali, poiché si tratta di pazienti cronici, che hanno consultato vari medici e sono stati sottoposti a vari trattamenti ma sempre con risultati scoraggianti.

BIBLIOGRAFIA

1. BORG M. J. ET AL. Campi magnetici in terapia fisica. Minerva Med 1996; 87: 495-7
2. CAIOZZO V.J. ET AL. Training induced alterations of the in vivo force-velocity relationship of human muscle. J Appl Physiol 1981; 51: 750-4
3. CALBET J. Tratado de la transferencia eléctrica capacitiva. Barcelona Doyma. 1992
4. COLO A.J., EAGLESTONE M.A.: The benefits of deep heat. Ultrasound and Electromagnetic Diathermy. Physic Sportsmedicine 1994; 22: 77-88
5. FRANKEL V.H. ET AL. Basic Biomechanics of the skeletal system. Philadelphia: Lea and Febiger, 1980
6. McMEEKEN J.: Electrotherapy in: "Zuluaga et al Eds Sportphysiotherapy, Applied Science & practice". Melbourne: Churchill Livingstone 1995, 233-244
7. MYERSON R.J. ET AL. Principles and practice of radiation oncology. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1997; 644-6
8. ZAUNER A. Introducción a la transferencia eléctrica capacitiva. Barcelona: Jims, 1993: 143

ARTO FANTASMA DOLOROSO: TRATTAMENTO CON TECARTERAPIA E TENS

D. Orlandini, G. Cavallari,
A. Amoresano

Centro Protesi INAIL
Vigorso di Budrio (Bologna)

È noto che i pazienti che hanno subito un'amputazione, vanno frequentemente incontro a particolari disturbi della sensibilità localizzati nella zona dell'arto mancante: da ciò deriva il nome di arto fantasma. L'arto fantasma è una conseguenza naturale della deafferentazione (cioè quando le cellule cerebrali o spinali perdono le loro afferenze), che non presenta problemi terapeutici.

Occasionalmente l'arto fantasma diventa sede di dolore intenso, ed in questo caso ciò costituisce un grave ostacolo al compimento di un percorso riabilitativo con protesi sull'amputato di arto. I meccanismi che sono alla base dell'arto fantasma e dei fenomeni ad esso correlati, sono ancora ipotetici.

L'esperienza dell'arto fantasma varia considerevolmente, andando da una precisa replica della parte del corpo persa, fino ad una sensazione transitoria, vaga, pruriginosa, formicolante, di parti del corpo; a questo proposito, in base alle caratteristiche sotto riportate si potranno avere sensazioni non sempre uniformi, variate e/o coesistenti che possono essere descritte come sensazioni cinestesiche, esteroceettive, cinetiche. Un cenno a parte merita il fenomeno del telescoping, fenomeno che si riferisce alla riduzione e scomparsa nel tempo della sensazione di arto fantasma non doloroso; le dita della mano e del piede gradualmente si avvicinano al moncone fino a che il paziente le sente attaccate ad esso. Se compare il dolore dell'arto fantasma durante gli attacchi il paziente sente l'arto che gradualmente si allunga nuovamente. Nella maggior parte dei casi il dolore post amputazione, si attenua per poi scomparire nell'arco di due anni; circa un terzo dei pazienti però mantiene inalterata la sensazione di dolore fantasma per molti anni.

I trattamenti fino ad oggi proposti per questo tipo di problema (terapie mediche, tecniche di rilassamento e biofeedback, stimolazione elettrica transcutanea, blocco del simpatico paravertebrale, terapia chirurgica etc.), non hanno dato risultati definitivi, in relazione alle varie metodiche adottate.

Presso il Centro Inail di Vigorso di Budrio, per trattare un arto fantasma doloroso le terapie fisiche più usate sono state le terapie elettriche e la laserterapia oltre all'eventuale massaggio di scolla-

RIASSUNTO

Questo studio è stato condotto presso il Centro Protesi INAIL di Vigorso di Budrio con l'obiettivo di testare l'efficacia della Tecarterapia nella riduzione del dolore dell'arto fantasma. Quarantun pazienti sottoposti ad amputazione e con sindrome dell'arto fantasma sono stati suddivisi in due gruppi, uno trattato con Tecarterapia e uno trattato con TENS. I risultati hanno dimostrato un'immediata e rilevante azione terapeutica del trattamento Tecar rispetto alla somministrazione della TENS.

PAROLE CHIAVE

Sindrome dell'arto fantasma, analgesia.

mento delle cicatrici all'apice del moncone; nell'ambito delle terapie elettriche sicuramente la più usata è la TENS, cioè Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, e questo per quattro motivi fondamentali:

- L'effetto analgesico immediato (teoria del Gate Control, con azione a livello midollare nella sostanza gelatinosa di Rolando ove si avrebbe un blocco della trasmissione del dolore dalla periferia al SNC, teoria delle endorfine secondo la quale un debole stimolo nocicettivo quale la corrente elettrica impiegata provocherebbe localmente il rilascio di endorfine con conseguente analgesia).
- L'assenza di effetti collaterali riscontrati, soprattutto a livello cutaneo all'apice del moncone.
- La maneggevolezza degli apparecchi usati che consentono l'utilizzo domiciliare e/o applicazioni prolungate.
- Il costo accettabile delle sedute e degli apparecchi portatili, ormai accessibili praticamente a tutti.

Gli elettrodi vengono applicati sui punti "Trigger" (il negativo sulle zone più dolenti e il positivo ad una distanza inferiore a 3 centimetri da esso nella target area) e l'intensità degli impulsi viene regolata in base alla sensibilità del paziente (formicolio).

Una nuova terapia fisica basata sul trasferimento energetico tramite onda elettromagnetica sfruttando il contatto capacitivo e resistivo, chiamata Tecarterapia a Trasferimento Energetico per contatto Capacitivo e Resistivo ha attirato la nostra attenzione dopo aver avuto notizia dei buoni risultati ottenuti nella terapia del dolore in medicina sportiva (Ist. Medicina dello Sport CONI-FMSI di Bologna) e nel trattamento delle cicatrici cutanee.

Questa apparecchiatura, che genera onde radio a bassa frequenza, (0,5 Mhz), utilizza il principio del condensatore per attrarre o respingere alternativamente delle cariche elettriche all'interno del tessuto biologico contrapposto all'elettrodo

stesso; in tal modo grazie al principio di funzionamento, richiamando energia dall'interno delle biostrutture, vengono eliminati disidratazione e surriscaldamento dei tessuti e possono essere trattati pazienti con artroprotesi od osteoprotesi con effetti biologici (microiperemia ed ipertermia endogena) sia a livello dei tessuti molli che dei tessuti osteoarticolari. Anche nella Tecarterapia l'intensità delle applicazioni è correlata alla sensibilità del paziente che avverte una sensazione di calore nei tessuti sottostanti l'elettrodo; i due tipi di elettrodi possono essere utilizzati in sequenza anche all'interno della stessa seduta:

Elettrodo capacitivo, isolato; le cariche si addensano in prossimità dell'elettrodo che deve essere sempre tenuto in movimento (tessuti molli sottostanti).

Elettrodo resistivo, non isolato; in questo caso le cariche si addensano tra l'elettrodo e il controelettrodo localizzandosi nei tessuti biologici più resistivi (tendini, articolazioni e tessuto osseo).

La vera novità di questa terapia è che non viene utilizzato un campo magnetico per creare un generatore di corrente secondario all'interno dei tessuti, bensì utilizzando il principio del condensatore, si crea un movimento di cariche elettriche all'interno del tessuto biologico stesso (corrente capacitiva di spostamento) con la possibilità di trattare tutti i piani del tessuto biologico tanto in superficie che in profondità agendo in modo selettivo sia sui tessuti molli che sul tessuto osteoarticolare.

Il trasferimento energetico per contatto capacitivo e resistivo nei tessuti biologici, a seconda della potenza erogata, ha diversi effetti:

- Effetti a basso livello (atermico): con potenza erogata ai minimi livelli si ha biostimolazione per aumento delle trasformazioni energetiche endocellulari (ADP in ATP) con incremento del consumo di ossigeno per aumento dei processi proliferativi.
- Effetti a medio livello (moderatamente termico): oltre agli effetti precedenti avremo microi-

peremia capillare e precapillare indotta dalla richiesta di ossigeno da parte dei tessuti, inoltre nella zona controllata dall'elettrodo attivo isolato.

● Effetti ad alto livello (francamente termico): nelle zone trattate oltre all'azione di biostimolazione a livello cellulare si aggiunge iperafflusso ematico, vasodilatazione e aumento del drenaggio linfatico.

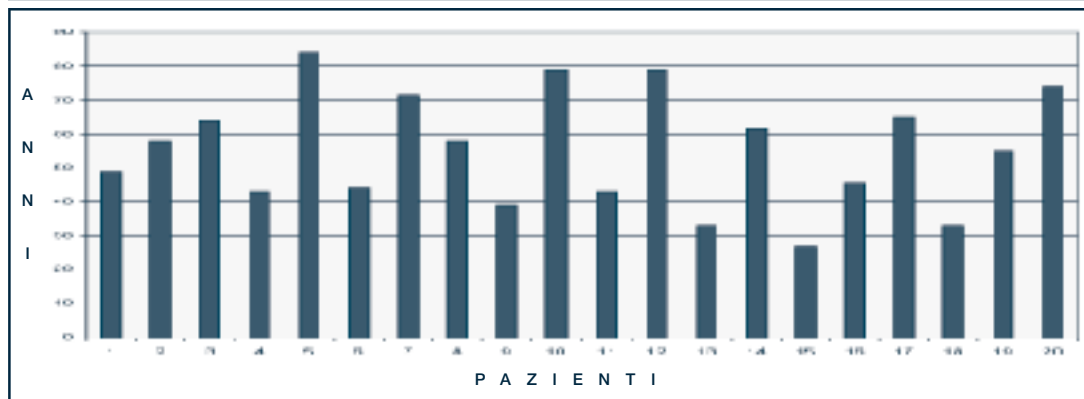
Usando l'elettrodo resistivo si è in grado di ottenere gli stessi effetti a livello del tessuto osseo, con un coinvolgimento tridimensionale del segmento trattato.

MATERIALI E METODI

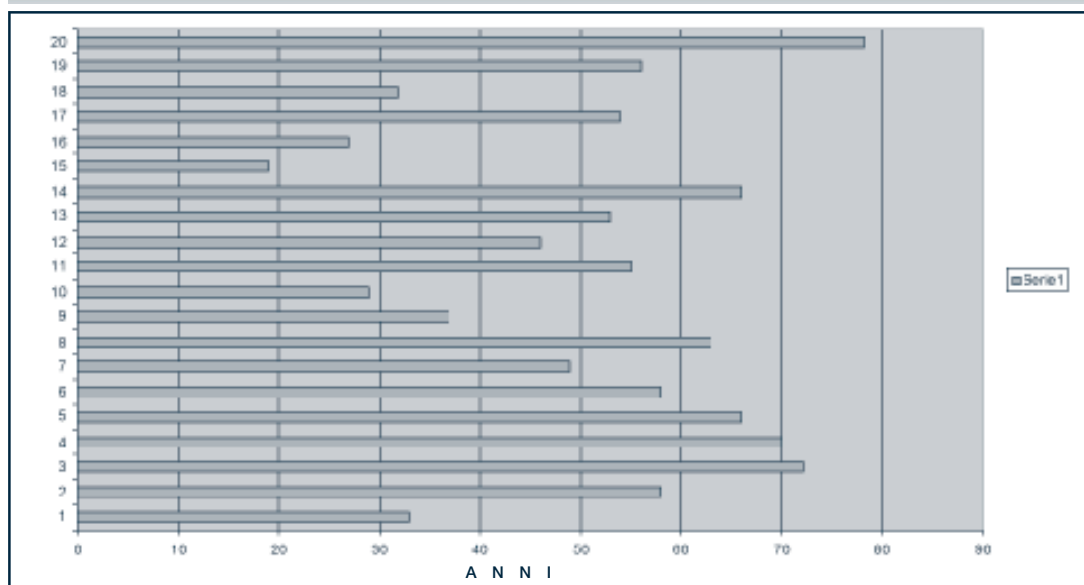
Sono stati trattati 40 pazienti amputati con sindrome dell'arto fantasma doloroso ricoverati presso il Centro Protesi di Vigorso di Budrio suddivisi in due gruppi: il 1° gruppo di 20 pazienti di età compresa tra i 27 e gli 84 anni (media 55,35), è stato trattato con Tecarterapia, il secondo gruppo di 20 pazienti con età compresa tra i 19 e i 78 anni (media: 51,05) è stato trattato con TENS.

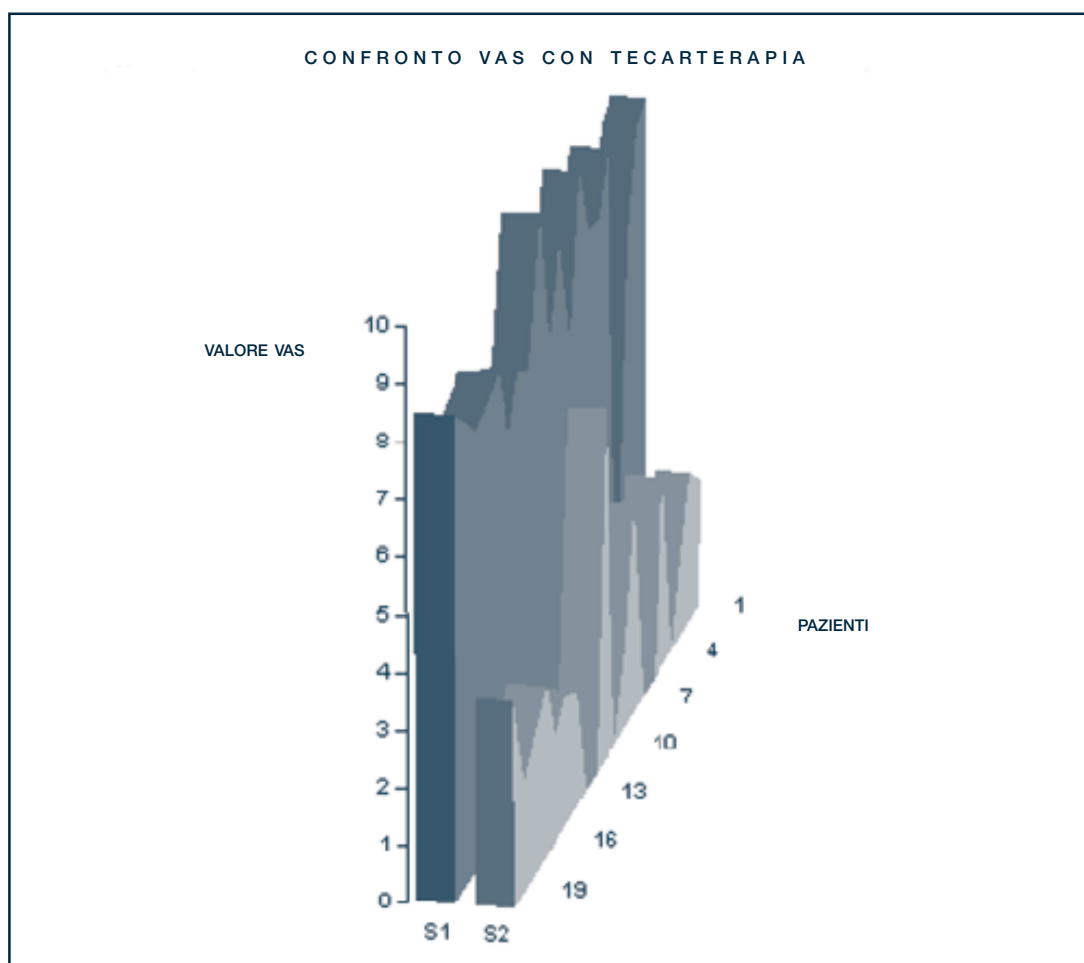
Ogni paziente è stato valutato dal punto di vista

DISTRIBUZIONE ETÀ PAZIENTI TRATTATI CON TECARTERAPIA



ETÀ PAZIENTI TENS





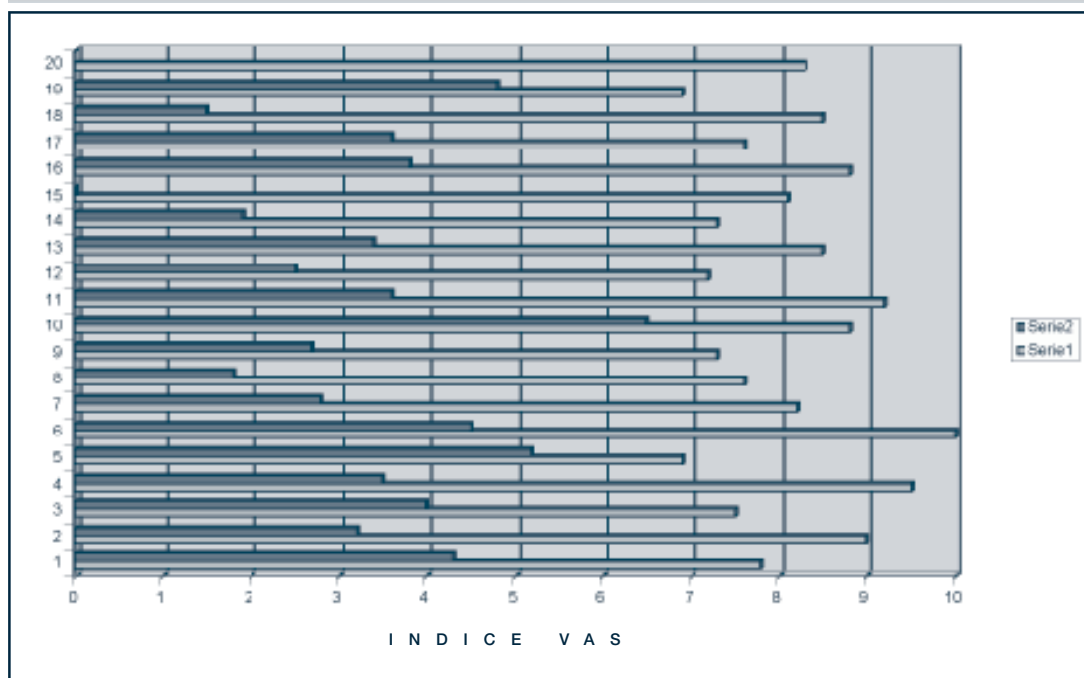
clinico e sintomatologico; all'ingresso è stata effettuata la misurazione del dolore all'arto fantasma con scala di Scott-Huskinsson (VAS) con valori da 0 a 10 (dolore assente, massimo dolore); è stato quindi programmato trattamento con Tecarterapia a cadenza giornaliera, della durata di 30 minuti e con elettrodo prima capacitivo (15 min.) e poi resistivo (15 min.) oppure con TENS, sempre sedute giornaliere di 30 minuti. Le applicazioni comprendevano sia l'apice del moncone che le radici sensitive lungo il loro decorso fino all'emergenza midollare. Al termine del trattamento è stata riproposta la valutazione con scala VAS a seguito di breve colloquio individuale con i pazienti e i risultati sono quindi stati messi a confronto.

RISULTATI

Come si vede dai grafici ottenuti, anche se entrambi i gruppi di pazienti nella maggior parte dei casi hanno ottenuto un notevole miglioramento dalla terapia fisica effettuata, il gruppo trattato con Tecarterapia ha avuto una discreta riduzione del dolore soggettivo, in alcuni casi addirittura la scomparsa.

In particolare, nel gruppo trattato con la TENS si partiva da un VAS medio di 8,15 e al termine del ciclo si è ottenuta una media di VAS pari a 3,305; per contro nel gruppo trattato con la Tecar si è partiti da un VAS medio di 8,365 prima della terapia per arrivare ad un VAS medio finale pari a 2,255.

RISULTATI PAZIENTI TRATTATI CON TENS



RISULTATI TRATTAMENTO CON TECARTERAPIA



A seguito dei colloqui effettuati con i pazienti sono emersi inoltre altri dati interessanti: se si osservano bene i grafici, si può notare che i miglioramenti più evidenti sono stati ottenuti da alcuni pazienti che partivano da un indice di dolore pari a 10 o comunque molto alto; inoltre abbiamo notato che mentre con la Tecarterapia i miglioramenti sono stati evidenti sin dalle prime sedute (in alcuni casi dalla prima), con la TENS sono iniziati dalla 5a-7a seduta.

Il motivo di queste differenze a nostro avviso è legato a diversi fattori: rispetto alla TENS, che agisce esclusivamente come elettroanalgesia, la Tecarterapia ha un'azione più generale sul moncone; dopo ogni seduta i tessuti e le cicatrici risultano più elastici, è presente una lieve iperemia con conseguente migliore ossigenazione dei tessuti e, cosa molto importante, si instaura un rapporto più stretto con il terapista che ogni giorno dedica 30 minuti al paziente applicando l'elettrodo sulla regione dolente con un leggero massaggio.

CONCLUSIONI

L'utilizzo della Tecarterapia ha dimostrato, rispetto alla TENS, un'azione terapeutica analgesica più rilevante e immediata nel trattamento a breve termine del dolore da arto fantasma; questo è certamente dovuto alla netta diversità delle energie impiegate per il trattamento dei monconi.

Naturalmente la casistica presentata non è molto vasta, ma pensiamo valga la pena continuare a trattare i pazienti affetti da sindrome dell'arto fantasma doloroso con la Tecarterapia ed eventualmente variare i protocolli impiegati per ottenere un risultato ottimale, sfruttando interamente le risorse e le potenzialità dello strumento.

Questo perché nel training di addestramento all'utilizzo della protesi, è molto importante ottenere rapidamente un'attenuazione del dolore, che consentirà al paziente migliorando la cenestesi generale, di concentrare le sue energie

sugli aspetti puramente riabilitativi legati all'addestramento protesico.

Per quel che riguarda la valutazione della stabilità nel tempo dei risultati ottenuti con la somministrazione di Tecarterapia e TENS, non è stato concluso uno studio di follow-up, sufficientemente affidabile su questo primo gruppo di casi studio, per cui si rinvia a lavori successivi l'approfondimento di questo aspetto del problema.

BIBLIOGRAFIA

1. COLO AJ, EAGLESTONE MA: The benefits of deep heat. *Ultrasound and Electromagnetic Diathermy. Physic Sportsmedicine* 1994;22:77-88
2. GRIBAUDO C.G., ASTEGIANO P, CANALA GL, GANZIT GP: Trattamento con ipertermia a trasferimento energetico resistivo e capacitivo di lesioni muscolo scheletriche acute e croniche: risultati preliminari in "Radiazioni in medicina: qualità e sicurezza." *Atti del Congresso - Fisica Sanitaria - n. 1/97 gennaio/marzo*; 379-381
3. McMEKEN J: Electrotherapy in: Zuluaga et al Eds *Sportphysiotherapy. Applied Science & practice.* Melbourne: Churchill Livingstone 1995, 233-244
4. LEY A, CLADELLAS JM, DE LAS HERAS P ET AL: Trasferencia Electrica capacitiva (TEC). *Tecnica no invasiva de Hypertermia profunda en el tratamiento del los gliomas cerebrales. Resultados preliminares.*

VERSO NUOVI ORIZZONTI: IL TRATTAMENTO DI ALTRE PATOLOGIE

I risultati incoraggianti ottenuti con l'impiego della Tecarterapia nelle patologie articolari e muscolari acute e croniche, grazie alla stimolazione della circolazione e all'attivazione rapida dei naturali processi riparativi dei tessuti, hanno indirizzato l'interesse dei clinici verso indagini esplorative in altri settori della medicina: l'oftalmologia, l'oncologia, la dermatologia, la broncopneumologia, la flebolinfologia.

Proprio quest'ultima patologia, per la quale non esistono né sul piano farmacologico, né sul piano fisioterapico trattamenti di sicura efficacia, la Tecarterapia è stata oggetto di numerosi studi clinici italiani, di cui ne riportiamo uno, recentissimo, condotto presso l'Unità Operativa di Chirurgia Vascolare Arcispedale di Sant'Anna di Ferrara, sotto il controllo del professor Gasbarro.

Al proposito possiamo dire che l'assenza degli effetti collaterali, e la rapidità con la quale la circolazione sanguigna si riattiva aprono prospettive di trattamento non convenzionale interessanti. Ma si tratta solo di un felice esempio di applicazione della Tecarterapia in patologie, che esulano dal suo più conosciuto utilizzo in ortopedia e fisiatria: campi già esplorati con successo ai quali si aggiungeranno quelli ancora in fase di esplorazione.

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

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

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 TECARTERAPIA, 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 di frequenza 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 e strumentale al fine di verificarne l'efficacia nei pazienti affetti da linfedema degli arti. I risultati ottenuti su un numero di 20 pazienti, hanno confermato che tale principio potrà avere un ruolo importante nel trattamento di una patologia così complessa e difficile.

PAROLE CHIAVE

Flebolinfologia, linfedema

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 soglie energetiche dei processi metabolici ultrastrutturali 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 capacitivi, sia l'energia applicata dalla macchina. Lo zero veniva effettuato trattando i pazienti (gruppo 0) prima della 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 $485 \text{ KHZ} \pm 5 \%$, 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 ($1,1 \pm 0,6 \text{ cm}$) sia la riduzione degli spessori ecografici ($0,45 \pm 0,32 \text{ cm}$). 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 sovrasciale in queste sedi (**Tabella 2**). Riguardo alla trabecolatura interstiziale si è osservata in pratica una omogeneizzazione del 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

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

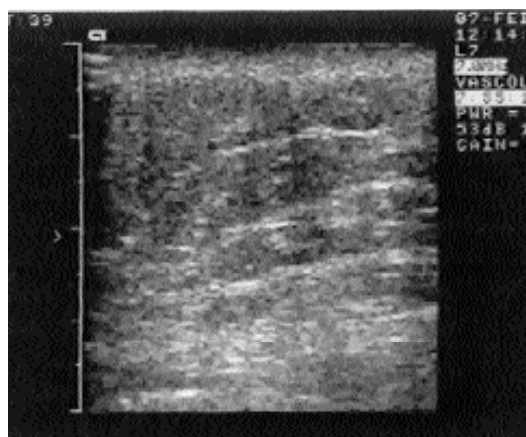
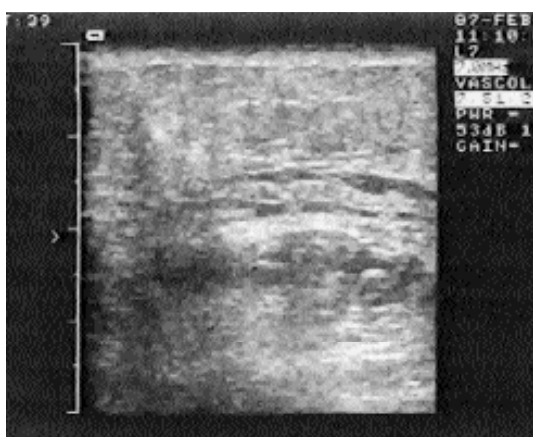


Figure. 1-2 A destra, prima del trattamento, a sinistra dopo trattamento.

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 sovver-

tito 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 alterna-

tiva al trattamento del paziente con linfedema. Le azioni esplicate 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 esplicano 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. 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. 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

Finito di stampare
nel mese di Settembre 2003
da Grafiche Ba.ia. srl - Usmate (MI)
per conto di
Unibell International srl
via Indipendenza 27
23885 Calco (LC) Italy
© 2003 Unibell International

*La presente pubblicazione è protetta da copyright.
Nessuna parte può essere riprodotta o trasmessa
sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo elettronico o meccanico
senza il permesso esplicito e scritto di Unibell International*