

Fondata da Pieuo Farneti

aprile-giugno

# La Riabilitazic

RIVISTA DI MEDICINA FISICA E RIABILITAZIONE

La PST (Terapia a Segnale Pulsante):  
proposta di condroprotezione con metodiche fisiche

M. Cossu, N. Portale



ESTRATTO

MASSON 

MASSON S.p.A. Div. Periodici - Via F.lli Bressan 2 - 20126 Milano  
Periodicità Trimestrale - Sped. in abb. post. - 45% - art. 2 comma 20/b legge 662/96 Filiale di Milano  
Indirizzo: *Excerpta Medica e Current Opinion/Bioscience e Medicine*

## La PST (Terapia a Segnale Pulsante): proposta di condroprotezione con metodiche fisiche

M. Cossu, N. Portale

Istituto di Terapia Fisica e Riabilitazione (Primario f.f.): Dr. M. Cossu  
Azienda Ospedaliera Niguarda Cà Granda - Milano

**Summary:** *PST (Pulsing Signal Therapy): a proposal for a chondro-protection with physio-*

*PST (Pulsing Signal Therapy) is suggested as a method of long-term physical chondro-protection administration of very low frequency magnetic fields, ranging between 3 and 30 Hz. The results provided by an open study null in progress are reported. The pathologies examined and non-discal low-back pain.*

*The results achieved are rather satisfactory although some further confirmations (both human and animal) are required to support the effectiveness of the chondro-protection mechanism a*

**Key words:** Electromagnetic fields, proteoglycans, osteoarthritis, articular cartilage

### Introduzione

L'osteoartrosi è una malattia che colpisce circa l'8% della popolazione nei paesi civilizzati e la sua incidenza è in continuo incremento parallelamente all'aumentare della durata media della vita. Nei suoi confronti attualmente si agisce con un articolato programma terapeutico basato:

- sull'applicazione di norme comportamentali dirette ad attuare un'economia articolare;
- sull'uso di farmaci sintomatici come gli antinfiammatori non steroidei (FANS) per il controllo della sintomatologia dolorosa e degli accessi flogistici
- sull'impiego di farmaci condroprotettori, in grado di intervenire sul processo di degradazione della cartilagine e nel contempo di stimolare i meccanismi di riparazione.

L'osteoartrosi è una patologia della cartilagine articolare che s'instaura più precocemente di quanto una volta ritenuto, probabilmente già attorno ai 20-25 anni, ma che presenta un'evoluzione assai lenta.

La cartilagine articolare istologicamente è costituita da cellule, condrociti, e

tercellulare, o matrice, a sua volta fibre collagene e da una complessa matrice proteica. I condrociti sono dotati di un corredo completo sia in senso sintetico che in senso catabolico, sono quindi responsabili sia della degradazione dei proteoglicani che della loro sintesi. I proteoglicani sono costituiti da una catena proteica centrale (core) e da una serie di catene laterali (side chains) costituite da zuccheri e da acidi amminici. I proteoglicani sono disposti in aggregati d'alto peso molecolare (aggrecani). I proteoglicani sono disposti in aggregati d'alto peso molecolare (aggrecani). I proteoglicani sono disposti in aggregati d'alto peso molecolare (aggrecani).

Gli elementi fondamentali della matrice sono i proteoglicani (PG) e i condrociti. I proteoglicani sono disposti in aggregati d'alto peso molecolare (aggrecani). I proteoglicani sono disposti in aggregati d'alto peso molecolare (aggrecani). I proteoglicani sono disposti in aggregati d'alto peso molecolare (aggrecani).





Fig. 2 - Posizionamento del ginocchio

### Metodo di valutazione

La valutazione è stata effettuata in tre momenti nel corso dello studio: all'inizio del trattamento (tempo 0), alla fine del trattamento (tempo 1), a distanza di sei settimane dalla fine del tratta-



Fig. 3 - Posizionamento della regione lombare

mento (tempo 2). Sono stati presi in considerazione il dato soggettivo del dolore ed alcuni parametri funzionali. Per la misura quantitativa del dolore ci siamo serviti della Scala Visivo-Analogica.

Tab. 2 - *Lombalgia*

| Prove funzionali                                 |               |
|--------------------------------------------------|---------------|
| Ha dolore nel girarsi nel letto?                 | SI NO         |
| Ha dolore alla tosse o starnuto?                 | SI NO         |
| Ha formicolii ad un arto (od entrambi)?          | SI NO         |
| Ha dolore a salire/scendere le scale?            | SI NO         |
| Ha dolore a lavarsi davanti al lavabo?           | SI NO         |
| Ha difficoltà ad entrare/uscire dall'auto?       | SI NO         |
| Ha difficoltà ad indossare le calze?             | SI NO         |
| Ha difficoltà a camminare sulla punta dei piedi? | SI NO         |
| Ha difficoltà a camminare sui talloni?           | SI NO         |
| Misura della distanza di marcia in flessione?    | +10 cm -10 cm |

Tab. 1 - *Gonartrosi*

| Prove funzionali                                |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| Accusa dolore a riposo?                         | SI NO |
| Ha dolore dopo stazione eretta prolungata?      | SI NO |
| Ha dolore nell'accosciarsi?                     | SI NO |
| Ha dolore dopo breve postura seduta?            | SI NO |
| Ha dolore dopo prolungata postura seduta?       | SI NO |
| Ha difficoltà ad entrare ed uscire dall'auto?   | SI NO |
| Ha difficoltà ad indossare le calze?            | SI NO |
| Ha dolore nel cammino normale?                  | SI NO |
| Ha dolore nel cammino veloce?                   | SI NO |
| Ha difficoltà nell'eseguire i lavori domestici? | SI NO |

gica (VAS) di Scott-Huskisson. Ricordiamo che la presenza di dolore costituiva la condizione indispensabile per essere ammessi allo studio. Oltre alla VAS ci siamo avvalsi di un personale questionario con 10 domande, col quale il paziente era interrogato sulle conseguenze funzionali provocate dal dolore (Tabella 1-2), tale questionario è stato compilato da un medico in seguito dei tre momenti di rilevazione.

È stata impiegata l'analisi della variazione per misure ripetute; per la disamina della casistica ed i test funzionali sono state invece utilizzate analisi di tipo descrittivo prendendo in considerazione la frequenza di distribuzione dei vari items.

### Risultati

Si è riscontrato un significativo miglioramento, presente già al termine del ciclo terapeutico, che è andato aumentando nelle settimane successive.

#### *Pazienti con gonalgia*

Prendendo in considerazione il dolore si è passati da un valore iniziale medio alla VAS di

7,12  $\pm$  5,41 ed infine a 3,09, con un miglioramento rispettivamente del 24% (Tabella 3). Per quanto riguarda il dolore proveniente dai tests funzionali da un valore medio totale di 7,18 ne a 2,26, con un miglioramento del 17,8% e del 68,4%. Più in dettaglio l'analisi dei risultati ottenuta dalle prove (Tabella 4). Confrontando poi il dato rilevato al tempo 0 con quello rilevato al tempo 1, si può non era più presente negli items, il dolore che compare dopo la seduta era riferito da 25 soggetti e non a soli 7, il dolore nell'accosciarsi tutti i 34 soggetti arruolati per il miglioramento del 35,3%. Dell'intero gruppo, 21 riferiva inizialmente colla nell'effettuare i lavori domestici, si riduceva a 16 al tempo 1 e a 2 al tempo 2. Come si può vedere i risultati che tale trattamento consegue un miglioramento della terapia in termini di efficacia a distanza, la giustificare il proposito della come un trattamento analgesico in quanto mirato ad intervenire sulla sintomatologia dolorosa.

Tabella 3 : valutazione soggettiva del dolore tramite VAS

|         | GONARTROSI |                 |                |
|---------|------------|-----------------|----------------|
|         | N.         | Media $\pm$ DS  | Minimo Massimo |
| Tempo 0 | 34         | 7.12 $\pm$ 1.01 | 6 8            |
| Tempo 1 | 34         | 5.41 $\pm$ 1.44 | 2 8            |
| Tempo 2 | 34         | 3.09 $\pm$ 1.88 | 1 6            |

\*\* p < 0.01 vs basale ( Analisi della varianza per misure ripetute )

|         | LOMBALGIA |                 |                |
|---------|-----------|-----------------|----------------|
|         | N.        | Media $\pm$ DS  | Minimo Massimo |
| Tempo 0 | 24        | 7.92 $\pm$ 1.10 | 6 10           |
| Tempo 1 | 24        | 6.25 $\pm$ 1.36 | 4 8            |
| Tempo 2 | 24        | 3.92 $\pm$ 2.10 | 1 8            |

\*\* p < 0.01 vs basale ( Analisi della varianza per misure ripetute )

Tab. 4 - Test funzionale genitoriali

|                                               | TEMPO 0 |    |       |    | TEMPO 1 |    | TEMPO 2 |  |
|-----------------------------------------------|---------|----|-------|----|---------|----|---------|--|
|                                               |         | N. | %     | N. | %       | N. | %       |  |
| Ha dolore a riposo?                           | NO      | 23 | 67,6  | 28 | 82,4    | 34 | 100,0   |  |
|                                               | SI      | 11 | 32,4  | 6  | 17,6    | 0  | 0,0     |  |
| Ha dolore dopo situazione eretta prolungata?  | NO      | 5  | 14,7  | 8  | 23,5    | 18 | 52,9    |  |
|                                               | SI      | 29 | 85,3  | 26 | 76,5    | 16 | 47,1    |  |
| Ha dolore nell'accosciarsi?                   | NO      | 0  | 0,0   | 0  | 0,0     | 12 | 35,3    |  |
|                                               | SI      | 34 | 100,0 | 34 | 100,0   | 22 | 64,7    |  |
| Ha dolore dopo breve postura seduta?          | NO      | 32 | 94,1  | 34 | 100,0   | 34 | 100,0   |  |
|                                               | SI      | 2  | 5,9   | 0  | 0,0     | 0  | 0,0     |  |
| Ha dolore dopo prolungata postura seduta?     | NO      | 9  | 26,5  | 13 | 38,2    | 27 | 79,4    |  |
|                                               | SI      | 25 | 73,5  | 21 | 61,8    | 7  | 20,6    |  |
| Ha difficoltà ad entrare/uscire dall'auto?    | NO      | 2  | 5,9   | 14 | 41,2    | 30 | 88,2    |  |
|                                               | SI      | 32 | 94,1  | 20 | 58,8    | 4  | 11,8    |  |
| Ha difficoltà ad indossare le calze?          | NO      | 5  | 14,7  | 8  | 23,5    | 28 | 82,4    |  |
|                                               | SI      | 29 | 85,3  | 26 | 76,5    | 6  | 17,6    |  |
| Ha dolore nel cammino normale?                | NO      | 7  | 20,6  | 16 | 47,1    | 33 | 97,1    |  |
|                                               | SI      | 27 | 79,4  | 18 | 52,9    | 1  | 2,9     |  |
| Ha dolore nel cammino veloce?                 | NO      | 1  | 2,9   | 1  | 2,9     | 13 | 38,2    |  |
|                                               | SI      | 33 | 97,1  | 33 | 97,1    | 21 | 61,8    |  |
| Ha difficoltà nell'eseguire lavori domestici? | NO      | 13 | 38,2  | 18 | 52,9    | 34 | 100,0   |  |
|                                               | SI      | 21 | 61,8  | 16 | 47,1    | 0  | 0,0     |  |

### Pazienti con lombalgia

Il dolore secondo la VAS si è modificato dal valore 7,92 (tempo 0) a 6,25 (tempo 1) e 3,92 (tempo 2) con un miglioramento rispettivamente del 21,1% e del 50,5% (Tabella 3). Prendendo in considerazione i singoli test funzionali (Tabella 5) desideriamo rimarcare quanto ottenuto relativamente alla possibilità di indossare le calze, prova assai indicativa, che inizialmente risultava assai difficoltosa in 23 dei 24 soggetti, ma che permaneva tale al tempo 2 solo in 13. Altrettanto interessante è il dato proveniente dai test che valuta la difficoltà nel lavarsi davanti al lavandino: tutti i soggetti la denunciavano prima di intraprendere la cura, ma nessuno la presentava ancora al tempo 2.

### Conclusioni

I risultati ottenuti nel campione di pazienti sono sicuramente positivi e superiori a quelli che possono essere attribuiti ad un semplice effetto placebo. Resta da spiegare il meccanismo d'azione con cui la PST determina il suo benefico effetto. È noto che la malattia osteoartrosica presenta una lenta progressione che consente una risposta reattiva che rallenta il suo processo evolutivo: osservazioni sperimentali documentano come nella fase iniziale del processo artrosico vi sia un aumento della sintesi dei proteoglicani che rendono il processo ancora reversibile. Questa risposta col tempo diventa tuttavia insufficiente a compensare le lesioni, sempre più gravi, che si manifestano nella cartilagine

Tab. 5 - Test funzionale lumbalgia

|                                                  | TEMPO 0 |    |       |    | TEMPO 1 |  |
|--------------------------------------------------|---------|----|-------|----|---------|--|
|                                                  |         | N. | %     | N. | %       |  |
| Ha dolore nel girarsi a letto?                   | NO      | 2  | 8,3   | 9  | 37,5    |  |
|                                                  | SI      | 22 | 91,7  | 15 | 62,5    |  |
| Ha dolore alla tosse o starnuto?                 | NO      | 24 | 100,0 | 24 | 100,0   |  |
|                                                  | SI      | 0  | 0,0   | 0  | 0,0     |  |
| Ha formicolio ad una gamba (od entrambe)?        | NO      | 20 | 83,3  | 21 | 87,5    |  |
|                                                  | SI      | 4  | 16,7  | 3  | 12,5    |  |
| Ha difficoltà a salire o scendere le scale?      | NO      | 0  | 0,0   | 0  | 0,0     |  |
|                                                  | SI      | 24 | 100,0 | 24 | 100,0   |  |
| Ha difficoltà a lavarsi davanti al lavabo?       | NO      | 0  | 0,0   | 9  | 37,5    |  |
|                                                  | SI      | 24 | 100,0 | 15 | 62,5    |  |
| Ha difficoltà ad entrare/uscire dall'auto?       | NO      | 0  | 0,0   | 1  | 4,2     |  |
|                                                  | SI      | 24 | 100,0 | 23 | 95,8    |  |
| Ha difficoltà ad indossare le calze?             | NO      | 1  | 4,2   | 1  | 4,2     |  |
|                                                  | SI      | 23 | 95,8  | 23 | 95,8    |  |
| Ha difficoltà a camminare sulla punta dei piedi? | NO      | 16 | 66,7  | 17 | 70,8    |  |
|                                                  | SI      | 8  | 33,3  | 7  | 29,2    |  |
| Ha difficoltà a camminare sui talloni?           | NO      | 17 | 70,8  | 17 | 70,8    |  |
|                                                  | SI      | 7  | 29,2  | 7  | 29,2    |  |
| Distanza dita-terra nella flessione del tronco?  | -10 cm  | 1  | 4,2   | 2  | 8,3     |  |
|                                                  | +20 cm  | 23 | 95,8  | 22 | 91,7    |  |

articolare, che perde di elasticità e diventa insufficiente a sopportare gli stress ai quali è sottoposta. La riduzione della sintesi di GAG associata ad una incrementata attività delle metalloproteinasi che degradano le molecole proteoglicaniche (frammenti di proteoglicani sono stati ritrovati nel liquido sinoviale di pazienti affetti da artrosi) fanno sì allora che una maggior pressione sia trasmessa all'osso sottostante, determinando dolore in quanto il rivestimento periosale è altamente innervato.

Secondo Markoll, ma anche secondo altri Autori che hanno utilizzato la PST, essa agisce ricorrendo a meccanismi di autostimolazione presenti nella cartilagine e ripristinando in tal modo un'adeguata concentrazione di proteoglicani. In letteratura esistono vari studi sperimentali

tal che riportano gli effetti dei pulsanti sulla cartilagine e quelli di essi è stato riscontrato un aumento in proteoglicani in risposta a Grodzinski sottoponendo un cartilagine ad una pressione intermittente, sintesi di una corrente aumento della sintesi dei costituenti, sintesi tanto maggiore quanto erano le compressioni cartilagine.

Gli studi eseguiti in vitro su colli di cartilagine presentano limiti e necessitano di conferme in vitro e prospettive vengono dalla valutazione dello stato della superficie cartilaginea non invasiva con

che consentirebbe di evidenziare lesioni precoci non ancora rilevabili all'indagine radiografica e di monitorare nel tempo l'efficacia della PST.

In attesa di avere questi riscontri, vi è comunque da sottolineare che il meccanismo d'azione invocato può essere accettabile per alcune forme di artrosi ma non per tutte, inoltre è lecito attendersi i risultati migliori nelle forme che presentano una cartilagine ancora non molto usurata, con un numero di condrociti residui ancora alto. Tale potrebbe essere la situazione di quei pazienti che lamentano disturbi che non si accompagnano ancora ad immagini radiografiche di interessamento articolare. Un'altra considerazione critica riguarda i protocolli di trattamento utilizzati che sono uguali per tutte le localizzazioni, per le forme artrosiche primarie e quelle secondarie, per gli interessamenti articolari modesti e quelli più avanzati.

Infine alla luce dei risultati ottenuti nei pazienti affetti da lombalgia, dove l'origine articolare del disturbo è alquanto discutibile, è ipotizzabile che la PST agisca anche attraverso altri meccanismi, ancora non noti.

Come si vede vi è ancora molto da indagare sulle possibilità della PST. Nell'intraprendere il nostro studio c'eravamo posti due obiettivi: valutare l'efficacia della terapia, capire e, se possibile, documentare il suo meccanismo d'azione. Il primo obiettivo è stato raggiunto, anche se resta da individuare quali siano le forme più sensibili e quali le meno. Il secondo obiettivo non ancora, ed attendiamo di conoscere i risultati ottenuti in Germania da uno studio attualmente in corso.

## Riassunto

La PST (Terapia a Segnale Pulsante) si propone come forma di condroprotezione fisica attraverso la somministrazione di campi magnetici a frequenza estremamente bassa, tra 3 e 30 Hz. Sono riportati i risultati derivanti da uno studio aperto ancora in corso. Le patologie prese in esame sono l'artrosi del ginocchio e la lombalgia non discale. I risultati ottenuti sono soddisfacenti, ma necessitano ulteriori con-

ferme (istologiche e strumentali) per avvalorare il meccanismo d'azione condroprotettore in vivo.

## Résumé

PST (Thérapie à Signal Pulsant) est proposée comme un système de chondroprotection par l'application de champs magnétiques à très basse fréquence, compris entre 3 et 30 Hz. On rapporte les résultats obtenus par un étude ouverte encore en cours.

Les pathologies examinées sont l'arthrose du genou et la lombalgie non-discale.

Les résultats obtenus sont satisfaisants mais d'autres confirmations (histologiques et instrumentales) sont nécessaires à l'appui du mécanisme d'action chondroprotective soutenu.

## Bibliografia

1. AARON RK, PLASS AHK. Stimulation of proteoglycan synthesis in articular chondrocyte cultures by a pulsed electromagnetic field. *Trans Orthop Res Soc* 1987; 12: 273.
2. AARON RK, CHAMBER DM. Proteoglycan synthesis in articular cartilage explants. *Mol Biol* 1992; 3(Suppl): 65A.
3. ANDERSON JC, ERIKSSON C. Electrical properties of articular collagen. *Nature* 1968; 218: 166-8.
4. BASSSETT CAL, PAWLICK RJ. Electrical behaviour of cartilage during loading. *Science* 1972; 178: 982-3.
5. CARRABIA M, GALANTI A, PARISC E, DUCI D. Esplorazione dell'artrosi RMP. *Rheumatologia* 1992; 426: 5-20.
6. CATERSON B, LOWTHER DA. Changes in the metabolism of the proteoglycans from sheep articular cartilage in response to mechanical stress. *Biochim Biophys Acta* 1978; 540: 412-22.
7. DI WITT MT, HANDLEY, OAKES BW, LOWTHER DA. In vitro response of chondrocytes to mechanical loading: the effect of short term mechanical tension. *Conn Tissue Res* 1984; 12: 97-109.
8. FRANK EH, GRODZINSKY AJ. Cartilage electromechanics: A continuum model of cartilage electrokinetics and correlation with experiments. *J Biomech* 1987; 20(6): 629-39.
9. HARRISMAN D. The biology of osteoarthritis. *N Engl J Med* 1989; 320(20): 1322-30.
10. HARDINGHAM TE, FOSANG AJ. The structure of aggrecan and its turnover in cartilage. *J Rheumatol* 1995; 22(4 Suppl): 86-90.

11. LIU H, ANNOTI J, BUI JA. Pulsed electromagnetic fields influence hyaline cartilage extracellular matrix composition without affecting underlying structure. *Osteoarthritis and Cartilage* 1996; 4(1): 63-76.
12. MANNING HJ, BRADY KD, STUMMUS LE. Workload on chondrogenesis of osteochondral. *Proceedings and 11th Annual Meeting J Rheumatol* 1986; 13: 1130-60.
13. MASON JONES R. *Lezioni* (vol. 1-2). Milano: Masson s.r.l. Redazioni Scientifiche, 1997.
14. NEWTON LA. Effects of a pulsed electromagnetic field on a mixed chondrocyte tissue culture. *Chin Orthop* 1982; 167: 280-90.
15. PÉJOL JP, GALERA P, VIVIER D, REDINI F, BERNARDINI K. Physiopathologie du cartilage arthrosique. *Revue du Praticien* 1996; 46(19) Supp. No 58-S10.
16. SAKAI A, SUZUKI K, NAKAMURA T, TSUCHIYA T. Effects of pulsed electromagnetic fields on cultured cartilage cells. *Int Orthop* 1991; 15(4): 341-6.
17. SAKAI RU, SAKAI DA. Effects of pulsed electromagnetic fields on bone growth and on Chin Orthop 1983; 181: 273-82.
18. JONES DH, BUI JA, DYER RH, F W K, MANNING R. A double blind study of effects of pulsed electromagnetic fields on osteoarthritis. *J Rheumatol* 1993; 20: 456-60.
19. JONES DH, BUI JA, MANNING R. A double blind study of effects of pulsed electromagnetic fields on osteoarthritis of the knee and cervical spondylosis. *Chin Orthop* 1994; 21(10): 1003-31.
20. WEL L, STENSSON O, HILBERT A. Morphology and biochemical changes of spontaneous osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism* 1997; 40(11): 1081-90.
21. ZIZIC TM, HOFFMAN KC, HOLT PA. Effects of osteoarthritis of the knee with proinflammatory J Rheumatol 1995; 22: 175.