

ATTI

*della società emiliana
romagnola triveneta di
ortopedia e traumatologia*

*fondata da
Raffaele Zanoli*



Volume XLIII - Fasc. 1-2001

IL RUOLO DELLA LITOTRISSIA EXTRACORPOREA NEL TRATTAMENTO DELLE PSEUDOARTROSI DI FEMORE E TIBIA

The rule of extracorporeal lithotripsy in the treatment of femoral and tibial bone non-union

E. AMELIO, S.RUSSO*, O.GALASSO*, B.CORRADO*, L.CUGOLA, E.M.CORRADO*

Chirurgia della Mano, Policlinico "G.B. Rossi", Verona, Italia

** Clinica Ortopedica, Policlinico Federico 11, Napoli, Italia*

INTRODUZIONE

Le pseudoartrosi ipertrofiche o atrofiche sono una temibile e frequente complicanza delle fratture (27).

Le cause più probabili di pseudoartrosi sono di natura biomeccanica (l'instabilità del focolaio di frattura) o trovano una causa biologica (scarsa o assente vitalità dei monconi di frattura (9, 10).

I progressi delle tecniche chirurgiche (innesti di spongiosa, cruentazione dei capi ossei, fissazione esterna dinamica) non garantiscono un risultato sicuro ed espongono al rischio di ulteriori complicanze e di decorsi molto prolungati. Per le suddette motivazioni le pseudoartrosi presentano un notevole costo sociale oltre che un elevato costo economico per le strutture sanitarie.

Fin dagli inizi degli anni '90 la litotripsy ha mostrato di possedere meccanismi d'azione razionalmente sfruttabili nel trattamento delle pseudoartrosi (6, 7, 22, 25) e ciò relativamente alla particolare somiglianza tra l'impedenza acustica di alcune forme di cristalli di calcolo renale e quella dei cristalli di idrossiapatite dell'osso. Le onde d'urto riattiverebbero attraverso molteplici meccanismi i processi di osteogenesi spenti nel tessuto di pseudoartrosi.

Gli ultimi anni si sono arricchiti di un gran numero di contributi scientifici sulla validità sperimentale e clinica delle onde d'urto ad alta energia nell'induzione dell'osteogenesi riparativa (5, 11, 15, 19, 26); allo stesso tempo il numero delle indicazioni al trattamento con

tale tecnica è andato via via crescendo (13-18).

Il presente lavoro consiste nella rivalutazione dei risultati ottenuti nel trattamento di 103 casi di pseudoartrosi di femore e tibia trattati con onde d'urto. Gli Autori alla luce dei risultati ottenuti forniscono importanti dati circa le indicazioni e le modalità di trattamento, individuando, altresì i principali fattori prognostici che caratterizzano la cura di tali patologie mediante onde d'urto.

MATERIALE E METODO

Gli Autori riportano una casistica relativa a 103 casi di pseudoartrosi di femore e di tibia trattate con ESWT, dal gennaio 1995 al marzo 2000.

Di questi, 72 sono stati trattati presso il Policlinico Federico II di Napoli ed 31 presso il Policlinico Borgo Roma di Verona.

La durata media delle pseudoartrosi era di 14 mesi. Ciascun paziente, prima di essere sottoposti alle onde d'urto, aveva subito almeno un intervento chirurgico.

Il follow-up è compreso fra 6 mesi e 5 anni.

La casistica mostra la seguente distribuzione per sede (Tab. 1).

Sede	Napoli	Vcrona	Totale
Femore	29	7	36
Tibia	43	24	67
Totale	72	31	103

Tab. 1

Sono state escluse dal trattamento le pseudoartrosi infette, nonché quelle con perdita degli assi e dei rapporti articolari.

La presenza di mezzi di sintesi, non è stata invece considerata motivo di esclusione dal protocollo di trattamento.

Nei pazienti in cui questi non erano presenti si è provveduto ad un'immobilizzazione in gesso al termine delle applicazioni ed i mezzi di contenzione sono stati mantenuti fino a consolidazione avvenuta.

Sono state impiegate due separate apparecchiature elettromagnetiche a bobina cilindrica, con escursione di potenza fino ad un massimo di 1.06 mj/mm² (Napoli) e 0.89 mj/mm² (Verona).

Il protocollo di trattamento ha previsto quattro sedute di 4000 colpi ciascuna, con potenze mediamente comprese tra i 0.5 e 0.89 mj/mm². Il punto focale (target) in cui si sono applicate le onde d'urto, è stato variato di circa 90° ad ogni seduta, al fine di trattare la maggior superficie possibile dei monconi di pseudoartrosi.

Non è stato necessario utilizzare alcun tipo di anestesia durante i trattamenti.

Per alcuni pazienti si è provveduto, a distanza di un mese dal termine della terapia, ad un secondo ciclo di applicazioni con le stesse caratteristiche del primo. Questo perché la consolidazione ottenuta era insufficiente o addirittura assente.

RISULTATI

Vengono di seguito riportati i risultati a sei mesi di distanza dal trattamento (Tab. 2). La media di consolidazione completa è stata del 86,11% per il femore e del 76,11 % per la tibia

DISCUSSIONE

L'efficacia delle onde d'urto nel trattamento delle pseudoartrosi è sicuramente legata a molteplici fattori (8).

Alcuni Autori hanno ipotizzato che le onde d'urto determinerebbero una rottura dei legami tra le molecole di fosfato tricalcico costituenti i macrocristalli inerti di idrossiapatite. Si verrebbero a formare così dei microcristalli di idrossiapatite che agirebbero come nuclei di aggregazione calcica, siti attivi di innesco del processo di ossificazione. Al contempo, attraverso l'induzione di microfissurazioni dell'osso ed alla formazione di un ematoma perifocale si realizzerebbe una ripresa dei fenomeni riparativi dell'osso.

Studi sperimentali hanno dimostrato un aumento della permeabilità capillare ed un conseguente incremento del flusso ematico e della quantità di ossigeno e metaboliti disponibili (23, 24). Tale effetto risulterebbe particolarmente utile nel trattamento delle pseudoartrosi in cui il ridotto apporto locale di metaboliti ed ossigeno riferibile, tanto all'instabilità interframmentaria, quanto alle caratteristiche intrinseche dell'osso fratturato o alle condizioni generali del paziente, determinando la differenziazione delle cellule mesenchimali totipotenti in condroblasti produttori di tessuto fibroso anziché in osteoblasti (21).

Gli Autori, alla luce della personale esperienza clinica ed a recenti studi sperimentali condotti sia in vitro che in vivo (19, 20), sono portati ad affermare che esistono ulteriori ed importanti meccanismi alla base dell'efficacia delle onde d'urto sul tessuto osseo in pseudoartrosi.

L'analisi dei dati presentati nello studio offre, inoltre, informazioni utili allo specialista impegnato nella scelta della terapia da intraprendere. L'approccio terapeutico con le onde d'urto deve essere preceduto da un accurato studio clinico e radiografico, che permetta di escludere la presenza di rotazione o marcati spostamenti angolari dei capi di frattura. Anche la durata della pseudoartrosi è un elemento importante da considerare: i pazienti in cui la pseudoartrosi data da diversi anni non rappresentano i candidati migliori all'utilizzo delle onde d'urto.

Sede	Totale numero casi Napoli/Verona	Consolidazione	Parziale consolidazione	Assenza di consolidazione
Femore	36	31(86.11%)	3 (8,33%)	2 (5,55%)
Tibia	67	51(76.11%)	8 (11.94%)	8 (11.94%)
Totale	103(100%)	82(81,11%)	11 (9,89%)	10(8,99%)

Tab. 2

Altro fattore importante per la riuscita del trattamento è l'adeguatezza dei macchinari impiegati: l'uso di apparecchiature dotate di validi sistemi di puntamento e localizzazione rappresenta un elemento tecnico fondamentale. In particolare è richiesta massima precisione dell'area di applicazione delle onde d'urto sul focolaio di pseudoartrosi. Risulta importante, infine, la stretta osservanza delle controindicazioni di ordine generale e locale al trattamento con onde d'urto (2, 3, 5, 12).

CONCLUSIONI

L'applicazione delle onde d'urto rappresenta una terapia oramai consolidata nel trattamento delle pseudoartrosi e con le giuste indicazioni e la corretta selezione dei pazienti, può essere considerata il golden standard. Si tratta, infatti, di una metodica caratterizzata non solo da una percentuale elevata di successi ma ben tollerata ed accettata dal paziente per la sua non-invasività ed assenza di complicanze.



Fig. 1A: Frattura del femore trattata con inchiodamento endomidollare. La figura mostra il risultato radiografico a distanza di sei mesi dall'intervento chirurgico. Si decide di sottoporre il paziente ad un ciclo di tre applicazioni con onde d'urto.



Fig. 1B: La figura mostra la completa consolidazione della pseudoartrosi a distanza di tre mesi dalla terapia con onde d'urto e dopo nove mesi dall'intervento chirurgico.

Le poche controindicazioni, i costi ridotti per le strutture sanitarie che possono utilizzare un regime di ricovero in day hospital e la semplicità d'impiego fanno di questa metodica una valida soluzione per lo specialista impegnato a trattare i difetti di consolidazione dell'osso.

RIASSUNTO

Gli Autori comunicano la loro personale esperienza maturata nel trattamento delle pseudoartrosi di femore e di tibia mediante onde d'urto ad alta energia presso i due diversi Servizi di Terapia con Onde d'Urto delle Università di Napoli "Federico II" e di Verona "Borgo Roma". La valutazione dei risultati ottenuti, consente di fornire al lettore parametri importanti riguardo le indicazioni, i protocolli di terapia, i fattori prognostici e la percentuale di successi attesi. La casistica totale comprende 103 casi di pseudoartrosi interessanti il femore e la tibia. I dati presentati si riferiscono ad un periodo di tempo che va dal gennaio 1995 al marzo 2000. Tutti i casi



Fig. 2A: Frattura di tibia e perone trattata con un Fissatore esterno. La figura mostra l'esito in pseudoartrosi a distanza di nove mesi dall'applicazione del fissatore

Presentano un follow-up compreso tra un minimo di sei mesi ed uno massimo di cinque anni. Il protocollo di trattamento utilizzato ha previsto un numero d'applicazioni, un'intensità d'energia ed un numero di colpi variabili in base alla tipologia, alla sede ed alla gravità della pseudoartrosi. La percentuale di successi ottenuta è stata elevata. La metodica ha mostrato una totale assenza d'effetti collaterali o indesiderati relativamente ai protocolli utilizzati

SUMMARY

Shock wave therapy in last years has been successfully employed in orthopaedics and traumatology. The efficacy and the fast effect have won it an extensive place in the treatment of bone pseudoarthrosis and tendon diseases, especially in athletes. Authors here report in a retrospective study their five-years experience in the treatment of femur and tibia bone non-union by high-energy shock waves. Since 1995 up to march 2000, one hundred three patients suffering from femur and tibia pseudoarthrosis

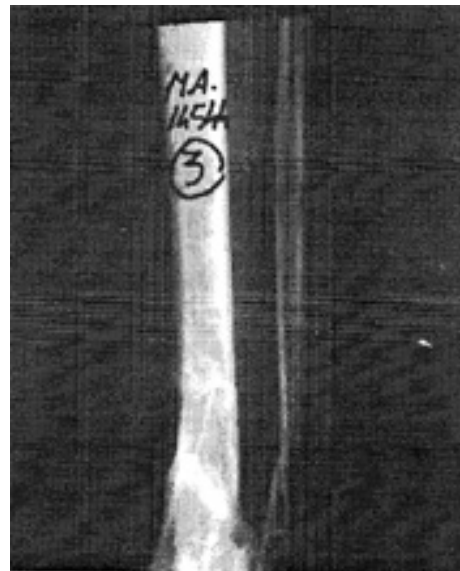


Fig. 2B: L'esame radiografico praticato a distanza di tre mesi dalla fine del ciclo di terapia con onde d'urto mostra la completa consolidazione della pseudoartrosi. La guarigione della lesione ha permesso la rimozione dei FEA.

have been treated All patients have been treated at ESWT units of Orthopaedic Departments of University of Naples Federico II and Hand Surgery of University of Verona. Prior to undergo shock wave therapy patients have been subjected to clinical and radiological examinations. All cases have a minimum follow up of six months, some cases showed an five years follow up. Electromagnetic coil lithotriptors provided with in-line radiographic and ultrasound aiming (Modulith SL-20 and Modulith SLK by Storz Medical) have been used. The device used in Verona was provided with a virtual aiming system, named lithotrack system, too. Results: The success rate reported was 86,11% for femur and 76,11% for tibia non-unionshigh. No side effects were observed Conclusions: The success rate in the treatment of femur and tibia pseudoarthrosis is high. Shock wave technique has several advantages over the other treatments: it does not give any complication, it's a non-operative, painless treatment with an excellent compliance (no anaesthesia is required), it can be used both before operative methods and after unsuccessful surgical interventions for fractures, the time required for a single application is short (15\20 minutes), its sanitary cost is not exorbitant mainly because the treatment doesn't require hospitalisation. Due to the above mentioned reasons and on the basis of results achieved shock wave therapy represent an useful technique the specialist should always consider to treat such disease.

BIBLIOGRAFIA

1. *Apfel RE*: Acoustic cavitation. In: Methods of experimental physics, vol. 19. New York: Academic Press, 1981,355-411.
2. *Brummer F, Brummer J, Brummer T, Hulser D*: Effects of shock waves on suspended and immobilized L 1210 cells. *Ultrasound Med Bio* 1989; 15: 229.
3. *Buch M, Siebert W*: Extracorporeal shock waves in orthopaedics. Heidelberg: Springer Verlag Berlin Ed., 1997.
4. *Coleman AJ, Sanders JE; Crum LA, Dysorn M*: Acoustic cavitation generated by an extracorporeal shock wave lithotripter. *Ultrasound Med Biol* 1987; 13: 69.
5. *Coombs R, Schaden W, Zhou SSH*: Musculoskeletal Shockwave Therapy Greenwich Medical Media. Ltd, London 2000
6. *Corrado EM, Russo S, Gigliotti S, de Durante C, Marinò D, Cozzolino F, Misasi N*: Le onde d'urto ad alta energia nel trattamento delle pseudoartrosi, *Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia*, 1996; 22,2: 485-490.
7. *Delius M*: Biological effects of shock waves. In vivo effect of high energy pulses on rabbit bone. *Ultrasound Med Biol* 1995,21(9): 1219.
8. *Delius M*: Medical applications and bioeffects of extracorporeal shockwaves. *Shockwaves* 1995; 4:55-72.
9. *Judet R, Judet J. Roy Camille R*: La vascularisation des pseudoarthroses des os longs d'après une étude clinique et expérimentale. *Revue de Chirurgie Orthopédique* 1958;44: 5-14.
10. *Frost HM*: The Biology of fracture healing: an overview for clinicians. Part I and II. *Clin Orthop Rel Res* 248: 283-309.
11. *Judet R, Judet J., Roy Camille R*: La vascularisation des pseudoarthroses os longs d'après une étude clinique et expérimentale *Revue de Chirurgie Orthopédique* 1958; 44: 5-14.
12. *Haupt G.*: Use of E.S.W. in treatment of pseudoarthrosis, tendinopathy and other orthopaedic diseases. *J Urol* 1158:4-11,1997.
13. *Leslie D. Christopher PJ*: Effects of shock waves on the structure and growth of the immature rat epiphysis. *J. Of Urology* 1989; 141: 670-674.
14. *Loew M, Daecke W, Kusnierczak D, Rahmanzadeh M, Ewerbeck V*: Shock-wave therapy is effective for chronic calcifying tendinitis of the shoulder. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1999 Sep; 81 (5): 863-7.
15. *Rompe JD, Kirkpatrick CJ, Kullmer K, Schwitalle M, Kischek O*: Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis. A sonographic and histological study. *J Bone Joint Surg Br* 1998 May; 80(3): 546-52.
16. *Russo S, Galasso O*: Stobwellentherapie der H_ftkopfnekrose. *Stobwellentherapie*, 2001; 17: 171-177

16. *Russo S, Gigliotti S, de Durante C, Passaretti U:* The treatment of shoulder pain with shock waves. *J. Hand Surg* 1997; 22b: 57.
17. *Russo S, de Durante C, Gigliotti S, Galasso O:* Shock wave management of footballer's tendinopathies. *J Sports Traumatol rel res* 1999; 2:84-88.
18. *Russo S, Galasso O, Corrado B, Andretta D:* Le onde d'urto nel trattamento dell'osteonecrosi della testa del femore agli stadi iniziali. *Giornale Italiano di Ortopedia e traumatologia* 1999; 25, 2: 207-214.
19. *Russo S, Marlinghaus E, Amelio E, Corrado B, Galasso O, Cugola L, Corrado EM:* Le onde d'urto nel trattamento delle pseudoartrosi: valutazione clinica e sperimentale della risposta neo-osteo-angiogenetica. *Giornale Italiano di Ortopedia e Traumatologia* 2000; 26:20-31.
20. *Russo S, Galasso O, Marlinghaus E, Hagelauer U, Maver J:* The in vivo cavitation measurement. In: *Proceedings of the 3rd Congress of the International Society for Musculoskeletal Shockwave Therapy* Napoli, 1-3 Giugno, 2000.
21. *Scheatk R, Hunziker E:* Histologic and ultrastructural features of fracture healing. In: *Brighton CT, Friedlander GE, Lane JM, eds. Bone formation and repair. Rosemont: AAOS, 1994.*
22. *Schleberger R, Senge T:* Non invasive treatment of long bone pseudoarthrosis by shock waves. *Arch Orthop Trauma Surgery* 1992; 111: 224-227.
23. *Seidl M, Steinback P, Worle K, Hofstardler F:* Induction of stress fibres and intercellular gaps in human vascular endothelium by shock waves. *Ultrasonics* 1994; 32 (5): 397-400.
24. *Seidl M:* Shock wave induced endothelial damage in situ analysis by confocal laser scanning microscopy. *Ultrasound Med. Biol.* 1994; 20 (6): 571.
25. *Valchanov VD, Michailov P:* High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion of fractures. *International Orthopaedics* 1991; 15: 181-184. 26.
26. *Vogel J, Kopf C, Eysel P, Rompe JD:* Application of extracorporeal shock-waves in the treatment of pseudoarthrosis of the lower extremity. Preliminary results. *Arch Orthop Trauma Surg* 116 (8): 480-483, 1997.
27. *Weber BG, Cech O:* Pseudoartrosi. Padova: Piccin, 1989.