

Qualità della vita dopo vertebroplastica e cifoplastica per il trattamento delle fratture vertebrali osteoporotiche da compressione

Quality of life after vertebroplasty and kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures

L. Massari
G. Caruso
M. Paganelli
E. Kiokia
F. Artioli

Clinica Ortopedica
e Traumatologica
Università di Ferrara

Indirizzo per la corrispondenza:

Gaetano Caruso
Clinica Ortopedica e
Traumatologica
Università di Ferrara
c/o Arcispedale "S. Anna"
corso Giovecca 203
44100 Ferrara
Tel.: +39 0532 209250
E-mail: g.caruso@libero.it

Ricevuto il 14 dicembre 2005
Accettato il 20 marzo 2006

RIASSUNTO

Obiettivi. Scopo dello studio è valutare l'efficacia della vertebroplastica e della cifoplastica nel migliorare la qualità della vita in pazienti con fratture vertebrali da compressione (VCFs) osteoporotiche.

Materiali e metodi. Il dolore derivante da una VCFs osteoporotica può essere un serio problema per il paziente e per i familiari causa il peggioramento della qualità della vita e della funzionalità fisica.

Abbiamo trattato 69 VCFs osteoporotiche mediante 26 cifoplastiche e 43 vertebroplastiche in 54 pazienti. I risultati sono stati valutati confrontando i punteggi dell'SF-36 e della VAS dolore pre-operatori con quelli dell'ultimo controllo clinico.

Risultati. Abbiamo osservato un miglioramento nei punteggi dell'SF-36 e un decremento della VAS statisticamente significativi per entrambe le procedure, riportando un 7,6% di stravasi nelle cifoplastiche e un 13,9% nelle vertebroplastiche, senza conseguenze cliniche rilevanti.

Conclusione. Vertebroplastica e cifoplastica, eseguite in pazienti selezionati con dolore derivante da VCFs, possono essere una valida alternativa ai tradizionali approcci terapeutici. Entrambe migliorano la funzionalità fisica e riducono il dolore. I vantaggi della vertebroplastica consistono nella rapidità di esecuzione e nei costi relativamente contenuti, la cifoplastica, che comporta tempi e costi superiori, offre il vantaggio di ripristinare, almeno in parte, l'allineamento della colonna se effettuata entro 6-8 settimane dalla frattura.

Parole chiave: fratture vertebrali osteoporotiche da compressione, vertebroplastica, cifoplastica, risultati, qualità della vita

SUMMARY

Objective. This study investigates the clinical outcomes in relation to the quality of life after kyphoplasty and vertebroplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fracture (VCFs).

Materials and methods. Painful osteoporotic VCFs can be a significant burden for patients and their families, impairing physical function and quality of life.

Sixty-nine osteoporotic VCFs were treated during twenty-six kyphoplasty procedures and forty-three vertebroplasty procedures in fifty-four patients. Outcome data were obtained by comparing preoperative and latest postoperative SF-36 and visual analogic scale (VAS) data.

Results. The SF-36 scores showed a significant improvement and the VAS score showed a significant reduction for both procedures. Cement extravasation was seen at 7.6% of patients treated with kyphoplasty procedures and at 13.9% of patients treated with vertebroplasty procedures, both without clinical complications.

Conclusions. Kyphoplasty and vertebroplasty, performed in appropriately selected osteoporotic patients with painful VCFs, are promising addition to current medical treatment. These procedures improves physical function and reduces pain. Vertebroplasty has the advantage of being a relatively fast and inexpensive procedure, kyphoplasty is associated with increased cost and surgical time but offers the potential to improve spinal alignment if it is carried out within six-eight weeks from the collapse.

Key words: osteoporotic vertebral compression fracture, kyphoplasty, vertebroplasty, outcomes, quality of life

INTRODUZIONE

L'osteoporosi è un problema in costante crescita nella popolazione anziana. Da essa derivano una progressiva perdita di matrice minerale ossea e cambiamenti nella architettura dell'osso che rendono la colonna vertebrale estremamente vulnerabile a fratture da compressione conseguenti a traumi lievi o anche in assenza di traumi.

Da questa condizione derivano più di 400.000 fratture vertebrali negli Stati Uniti e più di 1 milione di fratture vertebrali in Europa all'anno^{1 2}.

Le fratture vertebrali osteoporotiche da compressione costituiscono una pesante causa di disabilità e morbilità nella popolazione anziana.

Le conseguenze di queste fratture comprendono dolore e, in molti casi, il collasso dei corpi vertebrali osteoporotici che causa deviazioni sagittali della colonna con progressiva cifosi. Le alterazioni biomeccaniche che ne derivano possono favorire l'insorgenza di ulteriori fratture, poiché lo spostamento anteriore del centro di gravità, aumentando il momento del braccio di leva che agisce sul centro di gravità stesso, crea un elevato momento flettente all'apice della cifosi che può determinare l'insorgenza di ulteriori fratture³. Studi clinici hanno dimostrato come il rischio di riportare una nuova frattura vertebrale nell'anno successivo al primo evento sia da 5 a 25 volte superiore rispetto alla popolazione normale⁴, con le vertebre

adiacenti a quella fratturata particolarmente esposte a questo rischio⁵.

Il dolore conseguente a una frattura vertebrale osteoporotica da compressione acuta può essere fortemente invalidante, può protrarsi per settimane o mesi e in molti casi può cronicizzarsi⁶. Questo evento può dipendere dalla mancata guarigione da cui derivano continui microcollassi ossei, dalla alterazione della cinematica della colonna vertebrale conseguente alla cifosi e dallo sviluppo di pseudoartrosi.

Il dolore conseguente a una frattura vertebrale osteoporotica può gravare in maniera significativa sul paziente e indirettamente sui suoi familiari, giustificando un peggioramento della qualità della vita^{7 8}, una compromissione della funzionalità psico-fisica, una perdita dell'indipendenza, l'insorgenza di una sindrome da immobilizzazione nell'anziano e un aumento delle morbilità associate alla deformità spinale⁹, che a livello toracico provoca una diretta riduzione della capacità polmonare (FVC e FEV1)⁶ e a livello lombare determina una riduzione dell'altezza dell'individuo e una riduzione dello spazio addominale con conseguente perdita di appetito e malnutrizione¹⁰.

Le fratture vertebrali osteoporotiche da compressione rappresentano quindi un importante problema clinico sia per le conseguenze dirette sulla colonna vertebrale (dolore e deformità) sia per l'aumento delle comorbilità ad esse associate che giustificano un incremento della mortalità in una popolazione vulnerabile come è quella anziana.

Fino a pochi anni fa il trattamento di queste fratture prevedeva un atteggiamento di "benevola trascuratezza" che si avvaleva del riposo a letto, dell'utilizzo di tutori, di FANS e analgesici come unico presidio terapeutico. A queste tradizionali tecniche di trattamento spesso non segue un effettivo beneficio e sono esse stesse causa di possibili complicanze (gastropatie da FANS, piaghe da decubito, sindrome da immobilizzazione nell'anziano).

Numerosi studi prospettici e retrospettivi^{8 11 12}, hanno dimostrato l'efficacia di tecniche minimamente invasive come la cifoplastica¹³ e la vertebroplastica¹⁴ nel determinare una rapida riduzione della sintomatologia dolorosa in pazienti che presentavano fratture vertebrali osteoporotiche da compressione.

Negli ultimi anni, incoraggiato dai buoni risultati proposti dalla letteratura, il ricorso a queste metodiche è diventato sempre più frequente.

Tuttavia sono disponibili pochi dati relativi ad un effettivo miglioramento della qualità della vita e delle capacità psicofisiche dopo il ricorso a queste procedure¹⁵ e gli

studi disponibili presentano dei limiti relativamente all'esiguo numero di pazienti arruolati, o al breve follow-up, o all'utilizzo di strumenti di valutazione non specifici per misurare la qualità della vita in relazione allo stato di salute generale o non adeguatamente validati.

MATERIALI E METODI

Abbiamo realizzato uno studio prospettico per verificare l'efficacia della vertebroplastica e della cifoplastica nel determinare un miglioramento della qualità della vita in pazienti affetti da fratture vertebrali osteoporotiche da compressione, a uno o due livelli, non sensibili ai tradizionali approcci terapeutici di trattamento.

Pazienti

La durata della sintomatologia dolorosa è stata scelta come criterio per l'attribuzione dei pazienti al gruppo trattato con cifoplastica con palloncino (Kyphon®) o a quello trattato con vertebroplastica (PCD Stryker®), inserendo nel primo gruppo quelli che presentavano fratture vertebrali responsabili di dolore acuto insorto da meno di tre mesi e nel secondo gruppo coloro i quali presentavano fratture vertebrali responsabili di sintomatologia dolorosa cronica persistente da oltre tre mesi.

Il livello sintomatico è stato individuato correlando i dati clinici con quelli radiografici e in presenza di due vertebre fratturate contigue la conferma di quale fosse il livello "attivo" è stata ottenuta ricorrendo alla RMN in particolare nelle sequenze STIR (Fig. 1).

Con queste metodiche abbiamo trattato una serie consecutiva di 54 pazienti (43 donne, 11 uomini) che presentavano 69 fratture vertebrali osteoporotiche da compressione dorsali o lombari. L'età media era 74,3 anni (minimo 55, massimo 89, mediana 75,5).

In 39 pazienti è stato trattato 1 singolo livello di frattura (19 pazienti con vertebroplastica, 20 con cifoplastica), in 15 pazienti sono stati trattati contemporaneamente 2 livelli di frattura (12 pazienti con vertebroplastica, 3 con cifoplastica).

La sede di localizzazione delle fratture vertebrali osteoporotiche era rappresentata prevalentemente dal passaggio dorso-lombare.

In totale sono state effettuate 43 vertebroplastiche e 26 cifoplastiche così distribuite nei metameri vertebrali:

- *vertebroplastiche*: 1 D6; 2 D7; 2 D8; 2 D9; 2 D10; 3 D11; 6 D12; 9 L1; 5 L2; 4 L3; 7 L4;
- *cifoplastiche*: 1 D7; 2 D11; 5 D12; 9 L1; 6 L2; 2 L3; 1 L4.

La procedura di vertebroplastica è stata eseguita mediante anestesia locale ricorrendo occasionalmente ad una blanda sedazione, mentre per la cifoplastica è stato neces-

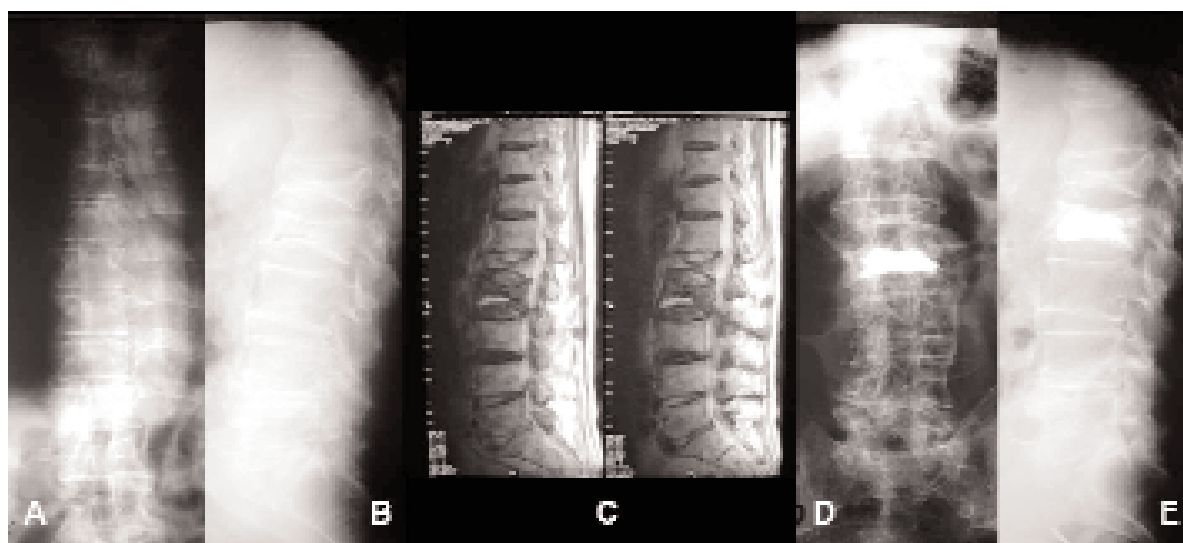


Fig. 1. Individuazione del livello sintomatico in presenza di due fratture vertebrali contigue. A-B) Radiografie anteroposteriore e laterale che mostrano le fratture somatiche di L1 e L2, dalla radiografia si nota la maggior cuneizzazione di L1. C) La sequenza STIR della RMN mostra edema nel corpo di L2 e consente di definire il livello sintomatico. D-E) Radiografie anteroposteriore e laterale dopo trattamento con cifoplastica di L2.

sario ricorrere ad anestesia generale causa il dolore avvertito nel momento dell'espansione del palloncino.

È stato utilizzato sempre un accesso transpedicolare e nella maggior parte dei casi bipeduncolare (85%). La stabilizzazione del corpo vertebrale fratturato è stata effettuata mediante l'introduzione di polimetilmetacrilato.

I pazienti si sono alzati 24 ore dopo la procedura senza ricorrere all'ausilio di busti e sono stati dimessi il giorno successivo all'intervento. In nessun caso è stata fatta profilassi antitromboembolica.

I pazienti sono stati controllati clinicamente con un follow-up medio di 6,5 mesi (minimo 2 mesi, massimo 16 mesi, mediana 5,5).

Valutazione dei risultati

Il risultato clinico è stato valutato confrontando i punteggi pre-operatori con quelli del follow-up ottenuti utilizzando la versione validata in italiano dello Short Form 36 (SF-36) ¹⁶, un questionario generico sul livello di qualità della vita, autosomministrato, in grado di analizzare in maniera olistica lo stato di salute fisica, mentale e psicosociale.

Infine la percezione pre-operatoria e al follow-up del "mal di schiena" è stata confrontata utilizzando una scala visiva analogica (VAS) per il dolore.

Per l'analisi statistica dei dati ottenuti con l'SF-36 e la VAS abbiamo utilizzato test non parametrici come il Wilcoxon signed rank test e il Mann-Whitney test, considerando come statisticamente significativo un valore $p < 0,01$.

RISULTATI

Tutti i pazienti hanno tollerato bene la procedura e non si sono verificate complicanze significative.

Abbiamo registrato 6 fuoriuscite extravertebrali di polimetilmetacrilato durante l'esecuzione della procedura di vertebroplastica (13,9%) e 2 durante l'esecuzione della cifoplastica (7,6%).

Lo stravaso si è realizzato antero-lateralmente al corpo vertebrale o nel contesto del disco intervertebrale (Fig. 2), mai nel canale vertebrale, e comunque non sono state registrate complicanze clinicamente rilevanti ad esso correlate. L'osservazione, sotto controllo fluoroscopico, degli stravasi ha portato alla immediata interruzione dell'introduzione del polimetilmetacrilato.

In nessun caso la fuoriuscita di polimetilmetacrilato ha

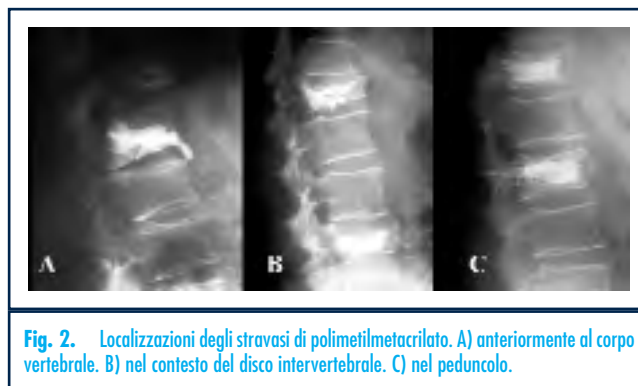


Fig. 2. Localizzazioni degli stravasi di polimetilmetacrilato. A) anteriormente al corpo vertebrale. B) nel contesto del disco intervertebrale. C) nel peduncolo.

provocato compressioni spinali o radicolari, embolie polmonari o fratture dei peduncoli, che sono complicanze occasionalmente descritte, in letteratura, relativamente a queste procedure.

Tutti i pazienti hanno riferito, nei giorni successivi alla procedura, una sensazione soggettiva di miglioramento del dolore precedentemente percepito alla schiena e un recupero della mobilità.

I punteggi complessivi dell'SF-36 e della VAS dolore ottenuti al follow-up sono stati confrontati con i valori pre-operatori.

Il punteggio medio della VAS dolore è passato da 88,26/100 a 33,9/100 dimostrando un decremento statisticamente significativo della percezione del dolore (Fig. 3). Analogamente è stato possibile registrare un miglioramento statisticamente significativo dei punteggi dell'SF-36 nelle scale valutative finalizzate a registrare funzionalità fisica (Physical Functioning, 10 domande), ruolo fisico (Role Physical, 4 domande), dolore fisico (Bodily Pain, 2 domande), stato generale di salute (General Health,

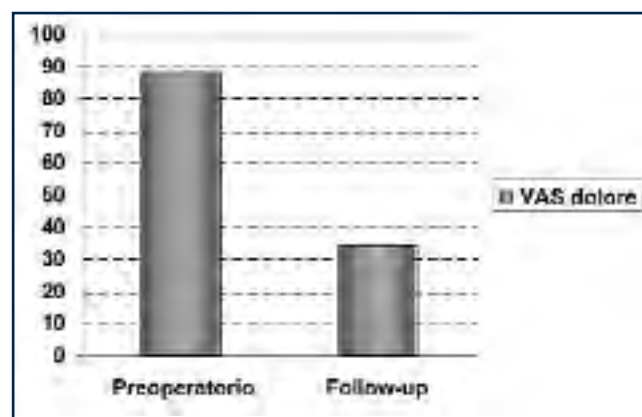


Fig. 3. Al follow-up è possibile osservare una riduzione statisticamente significativa della percezione del dolore misurata con la VAS (Wilcoxon signed rank test $p < 0,01$).

Tab. I.

	PF	RP	BP	GH	VT	SF	RE	MH
Normale	65,57	57,74	60,96	50,1	53,35	71,71	69,3	58,77
Preoperatorio	12,85	2,97	8,86	37,88	28,21	40,77	23	36,64
Follow-up	62,5	47,61	62,9	65,73	57,02	75,09	68,23	58

5 domande), vitalità (Vitality, 4 domande), funzione sociale (Social Functioning, 2 domande), ruolo emotivo (Role Emotional, 3 domande), e salute mentale (Mental Health, 5 domande) (Tab. I).

Confrontando i punteggi ottenuti al follow-up con i valori attesi nella popolazione di riferimento, è stato possibile osservare un ritorno nell'intervallo di normalità per tutte le scale valutative (Fig. 4).

Analizzando separatamente i risultati relativi alle due procedure e valutando di quanto si discostassero dai valori attesi nella popolazione di riferimento per fascia di età, abbiamo riscontrato una differenza statisticamente significativa pre-operatoria per tre degli otto punteggi dell'SF-36, con i punteggi relativi a funzionalità fisica, ruolo fisico e dolore fisico significativamente inferiori nel gruppo che sarebbe stato poi trattato con la cifoplastica (Fig. 5).

Nel post-operatorio, pur rimanendo complessivamente superiori i punteggi del gruppo trattato con vertebroplastica, non vi è significatività statistica nelle differenze tra i due sottogruppi (Fig. 6).

DISCUSSIONE

Il dato più interessante della nostra esperienza è rappresentato dalla constatazione che vertebroplastica e cifoplastica si sono rivelate metodiche adeguate e ben tollerate per il trattamento delle fratture vertebrali osteoporotiche da compressione responsabili di sintomatologia dolorosa.

La casistica proposta conferma come entrambe le procedure siano estremamente efficaci nel ridurre il dolore e nel migliorare

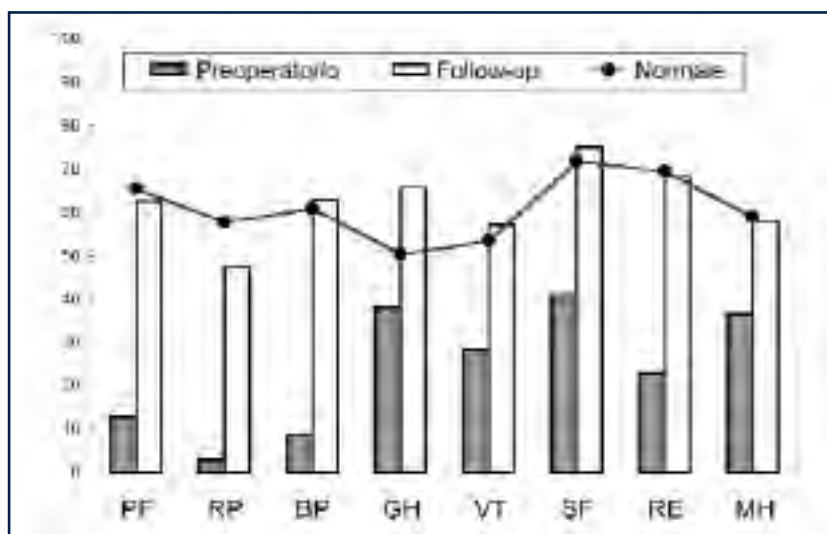


Fig. 4. Confronto tra i punteggi dell'SF-36 pre-operatori, al follow-up e nella popolazione di riferimento nella stessa fascia di età. Al follow-up è possibile rilevare un miglioramento statisticamente significativo (Wilcoxon signed rank test $p < 0,01$) degli 8 punteggi dell'SF-36 (funzionalità fisica PF, ruolo fisico RP, dolore fisico BP, stato generale di salute GH, vitalità VT, funzione sociale SF, ruolo emotivo RE, e salute mentale MH), con il raggiungimento dell'intervallo di normalità per tutte le scale valutative.

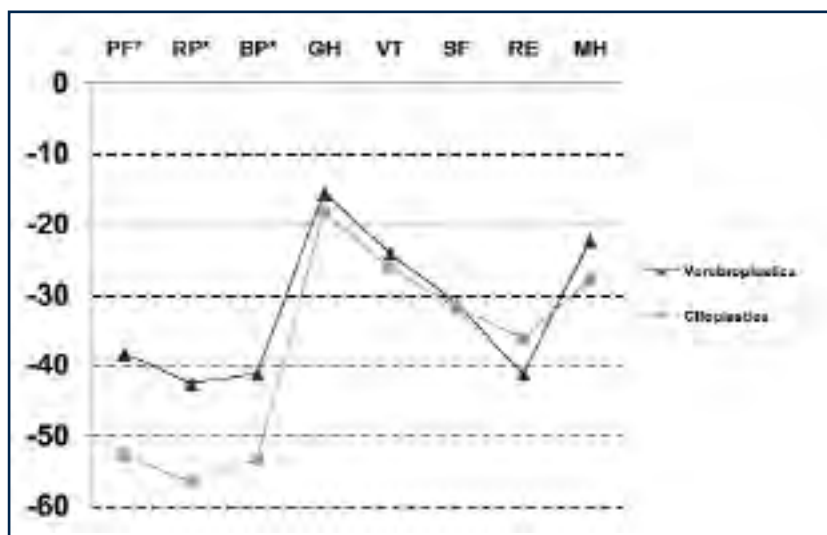


Fig. 5. Differenza tra i punteggi pre-operatori dell'SF-36 dei due gruppi e i valori attesi nella popolazione di riferimento della stessa fascia di età. È possibile osservare una differenza statisticamente significativa (Mann-Whitney test $p < 0,01$) per i punteggi relativi a funzionalità fisica, ruolo fisico e dolore fisico (PF*, RP*, BP*).

la qualità della vita da un punto di vista fisico, mentale e psicosociale e come non ci sia una differenza statisticamente significativa tra le due procedure.

I valori complessivamente superiori del gruppo trattato con vertebroplastica sono probabilmente da mettere in relazione al maggior grado di inabilità che una frattura recente, come erano quelle del gruppo cifoplastica, provoca rispetto a una frattura cronica, come erano quelle del gruppo vertebroplastica.

Tuttavia le due metodiche, pur presentando molti elementi comuni, devono essere considerate come procedure distinte e devono essere studiate individualmente in termini di efficacia, costi e complicanze.

Il potenziale vantaggio offerto dalla cifoplastica nel migliorare l'allineamento vertebrale riducendo le complicanze secondarie alla progressiva cifotizzazione post-fratturativa, deve essere commisurato alla necessità di ricorrere ad una anestesia generale per rendere la procedura sicuramente tollerabile e ad un aumento dei costi economici e dei tempi chirurgici.

Non sempre siamo riusciti a sfruttare questo potenziale vantaggio della cifoplastica. La nostra casistica è ancora esigua per trarre delle considerazioni conclusive, tuttavia, sulla base nella nostra esperienza e da quanto è possibile desumere dalla letteratura internazionale, riteniamo che l'efficacia nel conseguire anche la riduzione della cifosi sia inversamente proporzionale al tempo intercorso dalla frattura, e che probabilmente i tre mesi che avevamo preso come tempo limite per l'esecuzione della cifoplastica siano eccessivi se si vuole sperare di ottenere un risultato positivo anche sotto questo aspetto.

È ragionevole ipotizzare che i risultati migliori in termini di recupero del fisiologico allineamento della colonna vertebrale si ottengano se la procedura di cifoplastica viene eseguita entro 6-8 settimane dalla frattura.

Sicuro vantaggio offerto dalla cifoplastica, confermato anche dalla nostra casistica, è rappresentato dalla minor incidenza di quella che è considerata la più frequente complicanza di queste procedure, e cioè la fuoriuscita extravertebrale del polimetilmetacrilato. Tale vantaggio è riconducibile alla possibilità di creare una cavità all'interno del corpo vertebrale nella quale è possibile introdurre un cemento maggiormente viscoso e a una pressione inferiore riducendo così il rischio di stravasi.

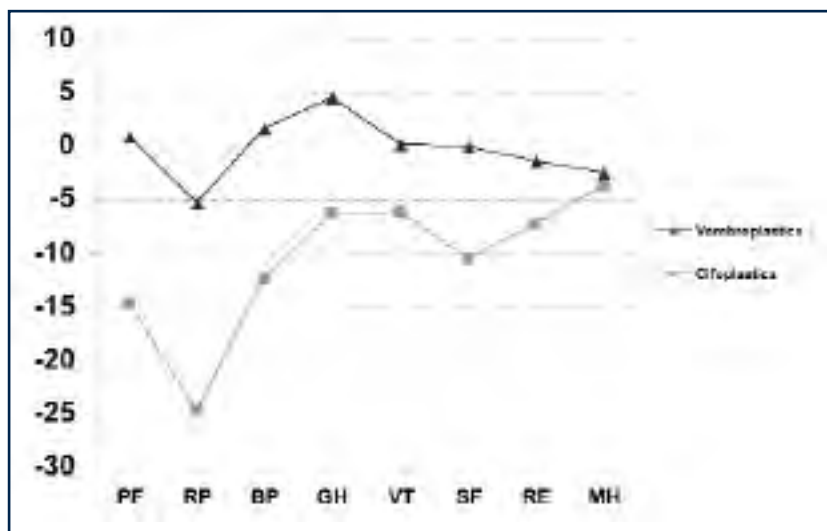


Fig. 6. Differenza tra i punteggi dell'SF-36 ottenuti al follow-up nei due gruppi e i valori attesi nella popolazione di riferimento della stessa fascia di età. È possibile osservare complessivamente punteggi migliori per il gruppo trattato con vertebroplastica ma senza che la differenza sia statisticamente significativa (Mann-Whitney test $p < 0,01$) rispetto al gruppo trattato con cifoplastica.

Complessivamente la percentuale di stravasi extravertebrale riportati si è rivelata sovrapponibile a quanto proposto in letteratura (8,6-9,8%)^{8 11 12 17} per la cifoplastica, ma inferiore ai dati pubblicati (15-67%)^{11 15 18 19} per quanto riguarda la vertebroplastica.

La variabilità delle percentuali riportate nelle casistiche disponibili è da mettere in relazione alla variabilità degli strumentari utilizzati per eseguire la procedura di vertebroplastica, sia relativamente alle caratteristiche chimiche del polimetilmetacrilato che alla metodica di introduzione nel corpo vertebrale.

Probabilmente la ridotta incidenza di complicanze osservata nella nostra casistica è riconducibile all'utilizzo di un sistema che garantisce l'introduzione del polimetilmetacrilato a valori di pressione costanti.

Come atteso dall'analisi della letteratura anche nella nostra esperienza l'insorgenza di questa complicanza non ha determinato conseguenze clinicamente rilevanti.

Il vantaggio più evidente della vertebroplastica è rappresentato dalla possibilità di eseguire rapidamente la procedura in anestesia locale conservando una buona tollerabilità da parte del paziente, questo rende tale procedura indicata anche in pazienti anziani per i quali sarebbe rischiosa una anestesia generale.

Nei pochi casi in cui è stata effettuata una procedura monopoduncolare non è stata osservata una differenza significativa rispetto alle procedure bipoduncolari, questa

osservazione, che necessita di ulteriori verifiche, è suffragata però da studi biomeccanici recentemente comparsi in letteratura^{20 21}.

L'ultima considerazione riguarda l'aumentato rischio di fratture nei livelli adiacenti a quelli trattati. Nella nostra esperienza non è stata rilevata questa complicità e i pochi casi in cui a breve distanza è insorta una nuova frattura sono stati nuovamente trattati con queste procedure su esplicita richiesta del paziente. In accordo con quanto propongono recenti studi biomeccanici riteniamo che l'insorgenza di nuove fratture sia da porre in relazione non tanto alla alterazione della distribuzione dei carichi sui livelli adiacenti indotta dall'aggiunta di polimetilmetacrilato, ma alla naturale progressione della malattia osteoporotica²² e allo spostamento del carico verso la parte anteriore dei corpi vertebrali²³.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti in termini di riduzione della sintomatologia dolorosa ma soprattutto di miglioramento della qualità della vita e di recupero della funzionalità psico-fisica e dell'indipendenza e l'assenza di complicanze significative rendono queste nuove procedure minimamente invasive una valida opzione nel trattamento delle fratture vertebrali osteoporotiche da compressione resistenti ai tradizionali approcci terapeutici.

Fondamentale per il conseguimento di questi obiettivi è la selezione dei pazienti e l'attenta individuazione dei casi in cui la frattura è la principale responsabile della sintomatologia dolorosa, tenendo presente che questa valutazione, spesso, non è agevole in pazienti che presentano problematiche osteo-artrosiche associate.

BIBLIOGRAFIA

- Roy DK, O'Neill TW, Finn JD, Lunt M, Silman AJ, Felsenberg D, et al. for the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). *Determinants of incident vertebral fracture in men and women: results from the EPOS*. Osteoporos Int 2003;14:19-26.
- Finnern HW, Sykes DP. *The hospital cost of vertebral fractures in the EU: Estimates using national datasets*. Osteoporos Int 2003;14:429-36.
- Belmont PJ Jr, Polly DW Jr, Cunningham BW, Klemme WR. *The effects of hook pattern and kyphotic angulation on mechanical strength and apical rod strain in a long-segment posterior construct using a synthetic model*. Spine 2001;26:627-35.
- Wasnich U. *Vertebral fracture epidemiology*. Bone 1996;18:1791-6.
- Haczynski J, Jakimiuk A. *Vertebral fractures: A hidden problem of osteoporosis*. Med Sci Monit 2001;7:1108-17.
- Silverman SL. *The clinical consequences of vertebral compression fracture*. Bone 1996;13(Suppl 2):S27-31.
- Oleksik A, Lips P, Dawson A, Minshall ME, Shen W, Cooper C, et al. *Health related quality of life in postmenopausal women with low BMD with or without preexisting fractures*. J Bone Miner Res 2000;15:1384-92.
- Lieberman IH, Dudeney S, Reinhardt MK, Bell G. *Initial outcome and efficacy of Kyphoplasty in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures*. Spine 2001;26:1631-8.
- Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ 3rd. *Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota 1985-1989*. J Bone Miner Res 1993;7:221-7.
- Ross PD, Davis JW, Epstein RS, Wasnich RD. *Pain and disability associated with new vertebral fractures and other spinal conditions*. J Clin Epidemiol 1994;47:231-9.
- Garfin SR, Yuan HA, Reiley MA. *New technologies in spine: kiphoplasty and vertebroplasty for the treatment of painful osteoporotic compression fractures*. Spine 2001;26:1511-5.
- Phillips FM. *Minimally invasive Treatment of Osteoporotic vertebral compression Fractures*. Spine 2003;28:S45-S53.
- Wong W, Reiley MA, Garfin S. *Vertebroplasty/Kyphoplasty*. J W I 2000;2:117-24.
- Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. *Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty*. Neurochirurgie 1987;33:166-8.
- McKiernan F, Faciszewski T, Jensen R. *Quality of Life Following Vertebroplasty*. J Bone Joint Surg 2004;86:2600-6.
- Apolone G, Mosconi P, Ware JE. *Questionario sullo stato di salute SF-36*. Milano: Guerini e Associati 1997.
- Phillips FM, Ho E, Campbell-Hupp M, McNally T, Todd Wetzel F, Gupta P. *Early radiographic and clinical results of balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures*. Spine 2003;28:2260-7.
- Hardouin P, Grados F, Cotten A, Cortet B. *Should percutaneous vertebroplasty be used to treat osteoporotic fractures? An update*. Joint Bone Spine 2001;68:216-21.
- Deramond H. *Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: technique, indication and results*. Radiol Clin N Am 1998;36:533-46.
- Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM, Belkoff SM. *Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures*. Spine 1999;24:1772-6.
- Steinmann J, Tingey CT, Cruz G, Dai Q. *Biomechanical comparison of unipedicular versus bipedicular kyphoplasty*. Spine 2005;30:201-5.
- Villarraga ML, Bellezza AJ, Harrigan TP, Cripton PA, Kurtz SM, Edidin AA. *The biomechanical effects of kkyphoplasty on treated and adjacent nontreated vertebral bodies*. J Spin Dis Tec 2005;18:84-91.
- Rohlmann A, Zander T, Bergmann G. *Spinal loads after osteoporotic vertebral fractures treated by vertebroplasty or kyphoplasty*. Eur Spine J 2005;26:1-10.