

La Radiologia Medica - Radiol Med 107: 376-387, 2004
Edizioni Minerva Medica - Torino

Vertebroplastica: teoria e pratica

Guido ROBOTTI - Remigio DEPAOLI

La vertebroplastica fu presentata per la prima volta negli Stati Uniti nel 1988 al Congresso annuale della «Comunità Radiologica del Nord America» (RSNA). A tutt'oggi tale procedura risulta essere poco conosciuta e poco praticata dai radiologi, anche se nei suoi confronti sembra mostrarsi un interesse sempre crescente. La letteratura fino ad ora prodotta su questo argomento, dimostra chiaramente l'efficacia di questa terapia ed i significativi risultati con essa ottenibili nella riduzione del dolore e nel rafforzamento osseo e nella stabilizzazione di corpi vertebrali patologici. Da qui il nostro desiderio di condividere le conoscenze in merito a tale procedura da noi acquisite sia attraverso letture e studi approfonditi sull'argomento ma in particolare sul campo. Lo scopo di questo lavoro, oltre ad illustrare gli aspetti tecnici relativi all'esecuzione della vertebroplastica, è essenzialmente quello di fornire a coloro che desiderassero avvicinarsi a questa procedura una serie di suggerimenti pratici che nella nostra personale esperienza ci hanno aiutato a risolvere quegli inconvenienti tecnici che solo «in opera» si possono incontrare.

PAROLE CHIAVE: Vertebroplastica - Riduzione del dolore - Procedura..

Introduzione

La vertebroplastica è una procedura radiologica particolarmente efficace che consiste nell'iniezione percutanea di metilmetacrilato (cemento) in un corpo vertebrale [1]. La vertebroplastica è particolarmente indicata in caso di metastasi osteolica, di mieloma, di emangioma aggressivo e doloroso ed in caso di collasso vertebrale osteoporotico particolarmente debilitante [2, 3]. Lo scopo della vertebroplastica è di ridurre il dolore e di aumentare la stabilità dei corpi vertebrali danneggiati da fratture osteoporotiche compressive, neoplasie o emangiomi dei corpi vertebrali.

Indicazioni per l'esecuzione della vertebroplastica

La valutazione del paziente comincia con l'anamnesi e gli esami clinici. Il dolore associato al collasso del corpo vertebrale è solitamente aggravato dalla flessione della colonna [4, 5]. Esso riduce significativamente la capacità del paziente di stare in posizione eretta o seduta per lunghi periodi; spesso il paziente trova sollievo solo nel decubito supino. Il dolore è profondo e localizzato lungo la linea mediana del dorso. Con una frattura somatica a livello toraco-lombare e delle lombari superiori il dolore può irradiarsi all'arcata costale o all'addome superiore. La vertebroplastica è efficace nel ridurre questo tipo di dolore. Nell'eseguire una vertebroplastica, bisogna prestare particolare attenzione in quei pazienti in cui il disturbo principale è dovuto ad una patologia radi-

Vertebroplasty: theory and practice

Vertebroplasty was first introduced in the United States at the 1988 annual meeting of the Radiological Society of North America (RSNA). Until now, vertebroplasty is little known and only few radiologists perform this procedure but interest in and enthusiasm for vertebroplasty are growing at a surprising rate. The literature on this matter clearly shows how effective this procedure is. This technique allows significant results in pain relief and in bone strengthening. It also provides increased stability in pathological vertebral bodies. This is why we would like to share our knowledge on this procedure that we have closely examined and tested. The main goal of this paper, besides illustrating the technical aspects of vertebroplasty, is to provide anyone intending to approach this procedure with some practical tips on how to handle the technical problems that may arise when performing the procedure.

KEY WORDS: Vertebroplasty - Pain relief - Procedure.

Introduction

Vertebroplasty is an effective new radiologic procedure consisting of the percutaneous injection of methylmethacrylate (cement) into a vertebral body [1]. The principal indications for vertebroplasty are osteolytic metastasis and myeloma, painful or aggressive hemangioma and osteoporotic vertebral collapse with debilitating pain [2, 3]. The goal of vertebroplasty is to provide pain relief as well as increased stability when vertebral bodies are damaged by osteoporotic compression fractures, neoplasm or vertebral hemangiomas.

Indications for vertebroplasty

Evaluation of the patient begins with a history and physical examination. The pain associated with vertebral body collapse is typically aggravated by flexion of the spine [4, 5]. It significantly impacts the patient's ability to stand or sit for prolonged periods of time and often patients find the greatest relief when lying in bed. The pain is a deep pain experienced in the midline of the back. With fractures at the thoracolumbar junction and upper lumbar spine the pain may radiate around the rib cage or upper abdomen. Vertebroplasty is quite successful in relieving this midline pain. One should be cautious in performing vertebroplasty in those patients where the chief complaint is radicular pain. A physical neurological examination is performed to

Servizio di Radiologia - Ospedale Regionale di Lugano Sede Civico - Lugano (CH).

Pervenuto alla Redazione il 4.2.2003; revisionato il 14.4.2003; restituito corretto il 19.8.2003; accettato per la pubblicazione il 5.9.2003.

Indirizzo per la richiesta di estratti: Dott. R. Depaoli - Via Enrico Fermi, 17 - 22012 Cernobbio CO - Tel. 031/510901-349/6198095.

E-mail: rosabiancaf@tiscalinet.it

colare. Serve effettuare un esame clinico neurologico per verificare che non sussistano patologie misconosciute, sofferenza nervosa o altre condizioni che potrebbero necessitare di altri interventi o che esponano il paziente ad un maggior rischio nel caso si verificasse uno stravasamento di cemento. In quei pazienti con dolore insorto acutamente e documentazione radiologica di una nuova frattura non si valuta la possibilità di effettuare la vertebroplastica sino al momento in cui non si accerti il fallimento della terapia conservativa. Solitamente si preferisce inizialmente una terapia medica della durata di sei settimane sino ai due mesi. In circostanze particolari la frattura può essere trattata precocemente, come nei casi in cui si richieda una rapida mobilizzazione oppure nei casi in cui il paziente non riesca a tollerare il dolore. In quei pazienti con una diretta correlazione tra insorgenza acuta del dolore e documentazione radiografica di un nuovo collasso vertebrale, non vi è necessità di ulteriori indagini per giustificare la sintomatologia. A seconda della metodica usata nell'esecuzione della vertebroplastica, può essere richiesta un'ulteriore indagine quale TC o RM per definire l'integrità e lo spessore della corticale del corpo vertebrale a livello del muro posteriore [6]. In caso di corpi vertebrali con una profonda concavità è possibile stabilire fino a quale profondità la superficie posteriore del corpo somatico dovrà essere riempita. La distruzione della corticale posteriore aumenta il rischio di fuoriuscita del cemento al quale si accompagna il rischio di compromissione neurologica specialmente in caso vi sia uno schiacciamento posteriore del soma. In pazienti con più corpi vertebrali collassati, a causa di una patologia altamente degenerativa, è necessario individuare la causa dell'insorgenza del dolore. Un mezzo per ottenere la conferma della presenza di un corpo vertebrale collassato è la radiologia tradizionale. Quando la fluoroscopia è utilizzata per correlare la zona dolorante con il livello del collasso, dobbiamo tenere conto che il dolore può essere percepito a livello della frattura o più comunemente a livello di uno o due corpi vertebrali al di sotto della lesione. Avendo ben presente ciò, quando sono coinvolti più livelli vertebrali contigui, per l'individuazione di quello da trattare, devono essere eseguite ulteriori indagini diagnostiche. L'esame RM è il preferito dai radiologi che effettuano questo trattamento. L'esame deve comprendere le sequenze più adeguate a rivelare l'edema osseo, solitamente una sequenza STIR. Le vertebre che presentano edema midollare sono considerate quelle scatenanti l'impulso doloroso benché non ci siano studi scientifici che confermino questa teoria. È importante sottolineare che il corpo vertebrale con edema midollare non necessariamente appare collassato sulla radiografia. In pazienti che risultino negativi all'esame RM può essere necessario effettuare un esame SPECT al fine di dimostrare quale corpo vertebrale presenti un'umentata attività; sarà a quel livello che si effettuerà la terapia. In tutti i pazienti la vertebroplastica dovrebbe essere solo una fase del trattamento terapeutico. Quando l'osteoporosi è la patologia determinante, il paziente dovrebbe essere indirizzato ad uno specialista perché si possa valutare lo stato attuale della patologia e determinare il trattamento terapeutico a lungo termine più adeguato per rafforzare la struttura ossea. Quando i pazienti sono neoplastici, solitamente con lesioni metastatiche, dovrebbe essere attuato contemporaneamente un trattamento radio o chemio-terapico [7].

detect any unrecognized weakness, neurologic impairment or other factor which may require other intervention or which places the patient at increased risk should extravasation of cement occur. In those patients with acute onset of pain and radiographic documentation of a new fracture, vertebroplasty is not considered until conservative therapy has failed. A 6-week to 2-month trial of conservative therapy is desirable. In rare circumstances the fracture may be treated earlier, including cases where patients can not tolerate pain or where rapid mobilization is desired. In those cases where there is a direct correlation between the onset of pain and the radiographic documentation of a new vertebral collapse, no additional imaging is necessary to document the source of pain. However, depending on the imaging modality used to guide vertebroplasty, an additional cross-sectional imaging examination such as CT or MR may be useful to define the integrity and shape of the posterior vertebral body cortex [6]. In those vertebrae with a deep concavity one may limit how deeply the posterior aspect of the body is to be filled. Disruption of the posterior cortex increases the risk of extravasation of cement which is accompanied by the risk of neural compromise especially if there is retropulsed bone. In those patients with multiple vertebral bodies collapsed, because of a significant degenerative disease, it is necessary to identify the source of the patient's pain. Radiographs should be performed to confirm the presence of vertebral body collapse. When fluoroscopy is used to correlate the site of pain with the level of collapse, the pain is at the level of the fracture, or very commonly the pain is perceived one to two levels inferior to the injured vertebra. With this fact in mind, when multiple contiguous levels are involved, identification of the site to treat requires additional imaging. MR examination is the preferred examination by most persons who perform vertebroplasty. The MR examination should include a STIR or other oedema-sensitive sequence. The vertebrae with marrow oedema are felt to be the source of pain, although no scientific study has confirmed this theory. One also needs to recognise that the vertebra with marrow oedema may not necessarily demonstrate collapse on plain films. In those patients without marrow oedema on MR examination, a bone scan with SPECT imaging may be performed to identify those vertebrae with increased activity. These vertebrae are then targeted for therapy. In all patients, vertebroplasty should only be one phase of their management. When osteoporosis is the underlying condition, patients should be directed towards the appropriate specialist to ensure that the degree of their osteoporosis is determined and appropriate long-term management for bone strengthening is instituted. When neoplasm (typically metastasis) is present the patient should be evaluated for concurrent radiation therapy and/or chemotherapy [7].

Radiological assessment and material required for vertebroplasty

Radiography and computed tomography (CT) must be performed on the days preceding vertebroplasty to assess

Accertamenti radiologici e materiale necessario per l'esecuzione della vertebroplastica

Gli esami diagnostici tradizionali e l'esame con Tomografia Computerizzata (Radiografia e TC) devono essere eseguiti alcuni giorni prima della procedura di vertebroplastica al fine di accertare il collasso vertebrale, l'allocazione e l'estensione del processo litico, la visibilità e il grado di coinvolgimento dei peduncoli, la presenza di rotture corticali o di fratture, in particolare della parete posteriore, la presenza di stenosi epidurali o foraminali causate dall'estensione di tumori o dalla retropulsione di frammenti ossei [8]. Tutti questi fattori non costituiscono controindicazioni all'esecuzione della vertebroplastica. Gli esiti ottenuti dagli accertamenti radiografici sono però determinanti nella scelta della procedura più adeguata di esecuzione della vertebroplastica. Nel caso si rilevi la presenza di rotture corticali o di stenosi epidurali o foraminali, si dovrà porre particolare attenzione durante l'iniezione di cemento onde evitare l'insorgere di nuove od ulteriori compressioni neurologiche.

Il materiale necessario per l'esecuzione della vertebroplastica comprende:

- 1) aghi da 10 gauge con lunghezza variabile da 10 a 15 cm (questi aghi vengono usati a livello toracico o lombare);
- 2) aghi a punta da 15 gauge con lunghezza variabile da 5 a 7 cm (questi aghi vengono usati a livello cervicale);
- 3) siringhe "luer-lock" dalla capacità di 2 o 3 cc (queste siringhe devono essere molto resistenti per iniezioni energetiche);
- 4) cemento osseo (metilmetacrilato): questo cemento è fatto di polvere e componenti liquidi. Sono disponibili differenti tipi di cemento acrilico. Il cemento deve avere un intervallo di polimerizzazione particolarmente lungo e deve poter essere iniettato con siringhe [9, 10];
- 5) polvere di tungsteno o polvere di solfato di bario per garantire la buona radiopacità del cemento;
- 6) scopia anteroposteriore e laterale, sebbene qualcuno suggerisca l'utilizzo della TC per il posizionamento dell'ago.

A seconda del livello spinale, della lesione vertebrale e dello stato generale di salute del paziente, si può optare per l'anestesia locale, l'anestesia epidurale o generale.

Procedura di esecuzione

L'ago viene inserito nel corpo vertebrale attraverso un accesso transpeduncolare, posterolaterale o anterolaterale, a seconda del livello spinale e della visibilità dei peduncoli. Si procede quindi mescolando il polimero metilmetacrilato finché non avrà la consistenza di una pasta [11]. Solo allora si potrà procedere con l'iniezione attraverso l'ago. Si continuerà ad iniettare fin quando verrà opposta resistenza o finché il cemento non avrà raggiunto la parete posteriore del corpo vertebrale.

L'iniezione dovrà essere immediatamente interrotta se la guida fluoroscopica indicasse perdite epidurali, foraminali o venose. A seconda della distribuzione del cemento nel corpo vertebrale, potrebbero essere necessarie una o più iniezioni. Un esame TC, da eseguire nelle ore successive all'i-

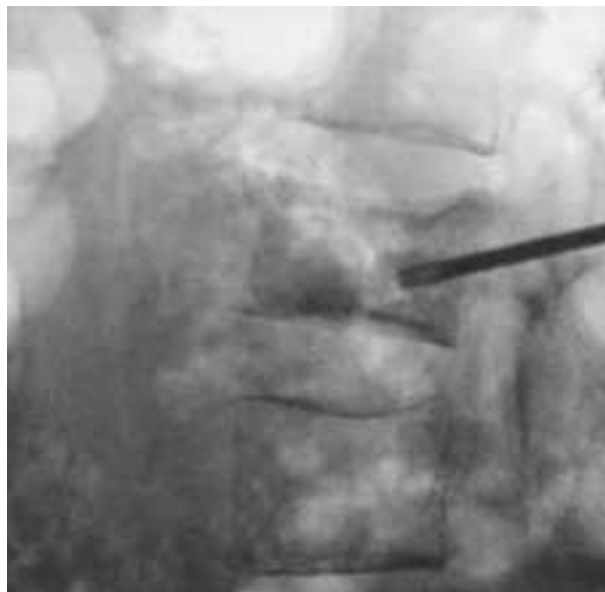


Fig. 1. — Proiezione latero-laterale per vertebroplastica di L3, corretto posizionamento dell'ago con accesso transpeduncolare.
Side-lateral projection for vertebroplasty on L3, correct needle positioning via a transpedicular approach.

the extent of vertebral collapse, the location and extent of the lytic process, the visibility and degree of involvement of the pedicles, the presence of cortical destruction or fracture, especially of the posterior wall and the presence of epidural or foraminal stenosis caused by tumour extension or bone fragment retropulsion [8]. These assessments may influence the way the procedure is performed, but none is an absolute contraindication for vertebroplasty. The presence of cortical destruction or of epidural or foraminal stenosis should lead to the exercise of extreme caution during cement injection to prevent new or further neurologic compression.

The material needed for vertebroplasty includes:

- 1) ten-gauge needles of 10 to 15 cm length (these needles are used at the thoracic or lumbar level);*
- 2) fifteen-gauge needles of 5 to 7 cm length with a tapered tip (these needles are used at the cervical level);*
- 3) luer-lock syringes of 2 or 3 cc (these syringes have to be very strong for forceful injections);*
- 4) bone cement (methylmethacrylate) – This cement consists of powder and liquid components. Different types of acrylic cements are available. The cement must have a long polymerizing time-lag, allowing injections with a syringe [9, 10];*
- 5) tungsten powder or barium sulphate powder to provide good radiopacity of the cement;*
- 6) anteroposterior and lateral fluoroscopic guidance, although some authors have emphasised the use of CT for needle positioning.*

Local anaesthesia, neuroleptanalgesia or general

iniezione di cemento, permetterà di stabilire se il corpo vertebrale sia stato correttamente riempito o se vi siano fuoriuscite di metilmetacrilato.

Dettagli tecnici

Posizionamento della punta dell'ago: se si riesce a posizionare la punta dell'ago nel quarto o nel terzo del corpo vertebrale nella proiezione laterale ed esattamente nel mezzo nella visione centrale, esistono più possibilità che l'impasto possa riempire entrambi i lati del corpo e non ci sarà quindi necessità di iniettare attraverso entrambi i peduncoli. Sarà comunque necessario analizzare con attenzione la forma del corpo vertebrale per assicurarsi che la punta dell'ago sia realmente penetrata nel corpo vertebrale stesso. Se la punta dell'ago è penetrata di 1-2 mm nella parete del corpo vertebrale, quando l'arco a C verrà fatto passare intorno alla vertebra, con la punta dell'ago si potrà toccare o addirittura attraversare la corticale durante l'iniezione.

a) Per la vertebra piana: è importante fare in modo di non posizionare la punta dell'ago nel centro del corpo vertebrale. Le pareti laterali del corpo vertebrale sono solitamente più spesse rispetto alla parte centrale del corpo vertebrale stesso. Posizionando l'ago all'interno di una vertebra si aumentano le possibilità di penetrare un disco intervertebrale. Sarà opportuno prevedere il posizionamento dell'ago in ogni peduncolo per riempire ogni lato della vertebra piana.

b) Per fratture complesse: se il polimetilmetacrilato riempie la fessura della frattura, si dovrà decidere se continuare o meno con l'iniezione. In caso si decida di procedere si dovrà cercare di riempire anche il resto del corpo vertebrale. La frattura è localizzata normalmente nella parte alta del corpo vertebrale. È possibile posizionare un altro ago, facendolo passare attraverso lo stesso peduncolo o attraverso il peduncolo diametralmente opposto, direzionandolo al di sotto della fessura della frattura già iniettata di polimetilmetacrilato, per riempire la parte inferiore del corpo vertebrale. In teoria, se una frattura viene trattata iniettando polimetilmetacrilato solo nella fessura della frattura stessa, la parte inferiore della vertebra potrebbe successivamente collassare.

Suggerimenti pratici per l'esecuzione della vertebroplastica

La vertebroplastica può essere eseguita con successo e senza complicanze se viene posta una particolare attenzione ai dettagli [12]. Anche quando si sta eseguendo una semplice vertebroplastica percutanea potrebbero verificarsi situazioni tali da necessitare una decisione immediata su come risolvere gli eventuali problemi insorti durante la procedura di esecuzione di cui non si era previsto il manifestarsi. Vengono proposti di seguito una serie di suggerimenti pratici utili per risolvere al meglio eventuali situazioni problematiche già manifestatesi in passato.

1) Un'immagine fissa visualizzata su di un secondo schermo fluoroscopico è in grado di individuare sottili differenze nella diffusione del metilmetacrilato iniettato.

2) Ventilazione per l'impasto di polimetilmetacrilato (PMM): dovrebbero essere utilizzati alcuni accorgimenti per

anaesthesia may be performed, depending on the spine level, the vertebral lesion and the general health status.

Procedure

The needle is inserted into the vertebral body via a transpedicular posterolateral or anterolateral approach depending on the spine level and the visibility of the pedicles. Then, the methylmethacrylate polymer is mixed until it has the consistency of paste and injected through the needle [11]. The injection is continued until resistance is met or until the cement reaches the posterior wall of the vertebral body.

However, injection is stopped immediately if epidural, foraminal or venous leakage is detected at fluoroscopic guidance. Depending on the distribution of cement in the vertebral body, one or more injections may be performed. CT evaluation, to be performed in the hours following cement injection, allows precise assessment of vertebral body filling and depicts leakage of methylmethacrylate.

Technical details

Needle tip positioning: if the needle tip can be placed into the anterior 1/4 or 1/3 of the vertebral body on the lateral view and in the midline on the PA view, there is a better chance that the injectate can fill both sides of the body, and there will be no need to inject through both pedicles. However, one must carefully examine the shape of the vertebral body to be sure that the needle tip is in the vertebral body. If the needle tip is within 1-2 mm of the side of the vertebral body as the C-arm is passed around the vertebra, the needle tip may be touching or through the cortex when an injection is performed.

a) For vertebra plana: try not to place the needle tip into the centre of the vertebral body. The sides of the vertebral body are usually much higher than the centre of the body. Placing the needle into the centre of such a vertebra increases the chance of entering a disc. Plan to place a needle into each pedicle to fill each side of the vertebra plana.

b) For acute fractures: if the polymethylmethacrylate fills the fracture cleft, a decision must be made to either stop or try to fill the rest of the vertebral body. The fracture is typically in the top of the vertebral body. Another needle can be placed through the same pedicle or the opposite pedicle directing the needle below the filled fracture cleft, to fill the inferior part of the vertebral body. Theoretically, if a treated fracture had only polymethylmethacrylate in the fracture cleft, the bottom of the vertebra could later collapse.

Practical suggestions for performing vertebroplasty

Vertebroplasty can be performed successfully and without serious complications if careful attention is paid to details [12].

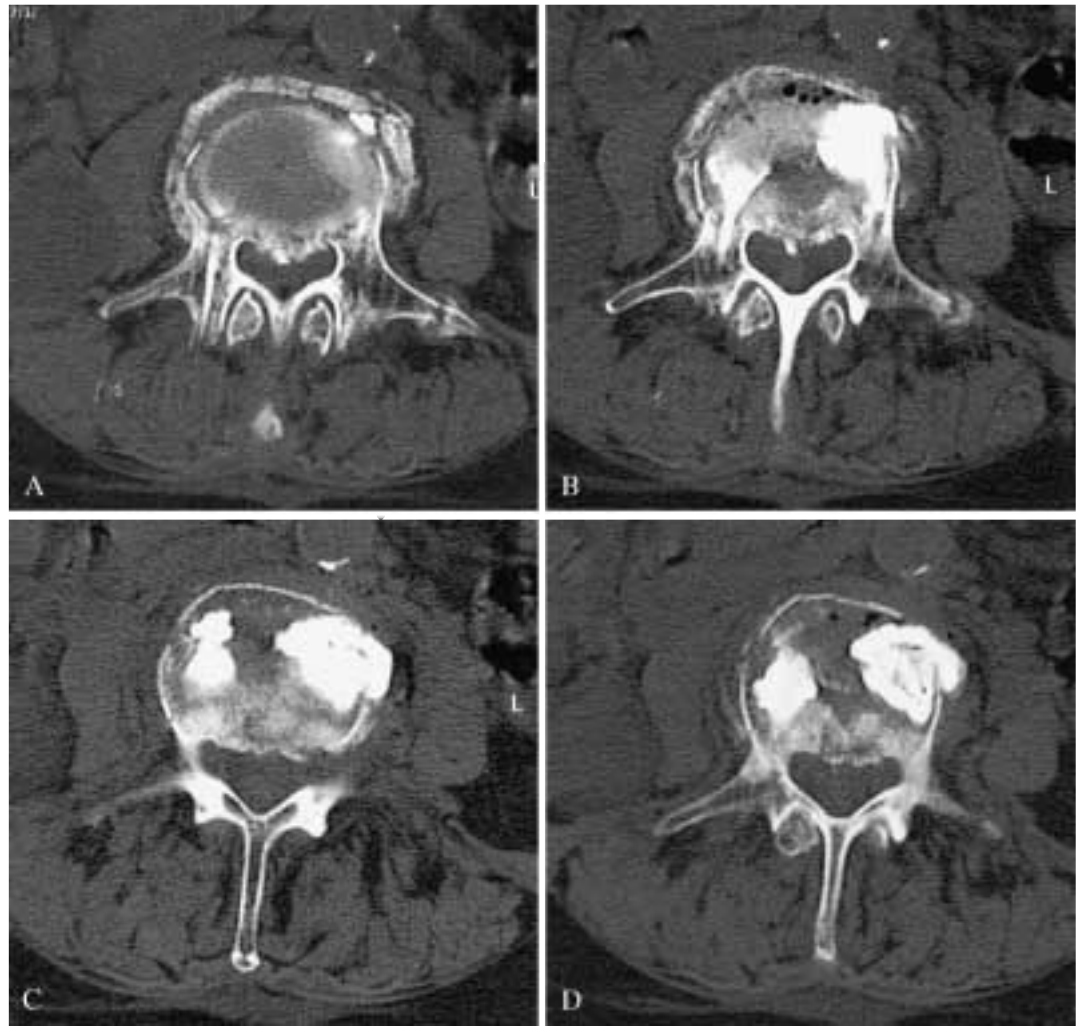


Fig. 2. — A-D) Controllo TC seriato delle varie fasi di riempimento durante l'iniezione di PMMA con accesso bilaterale sino al risultato finale visualizzato in D).
A-D) Progressive CT control of the consecutive phases of filling up during PMMA injection via a bilateral approach up to the final result shown in (D).

diminuire il livello di esalazioni nell'ambiente. È successo che un tecnico fosse preso da un attacco d'asma a causa dei fumi. Un paio di pazienti dichiararono di essersi sentiti a disagio a causa delle stesse esalazioni. Per ovviare al problema è sufficiente dotarsi di una cappa aspirante portatile da collocare nella stanza in cui il polimetilmetacrilato viene miscelato per poi essere iniettato nelle siringhe.

3) L'utilizzo di una siringa del tipo a vite (LeVeen) e più capiente (10 cc) permette di iniettare un volume superiore senza il bisogno di riempire in successione siringhe più piccole. L'utilizzo di siringhe a ridotta capacità (1 cc) è tuttavia necessario quando la vertebra è troppo densa per poter utilizzare una siringa a vite per l'iniezione. Se il corpo della siringa a vite dovesse cominciare a gonfiarsi, è necessario sospenderne l'utilizzo immediatamente perché sta sicuramente per rompersi.

4) Bagno d'acqua fredda: una soluzione salina sterile raffreddata in un frigorifero potrà essere versata in un contenitore quando si procede all'impasto del polimetilmetacrilato per conservare il polimetilmetacrilato in sovrappiù eventualmente già miscelato e che potrà così essere utilizzato successivamente durante la procedura. La maggior durata di conservazione del

Also when performing percutaneous vertebroplasty, many situations can arise necessitating decisions about how to handle the problems. The following is a list of practical suggestions which should be useful to handle problematic situations.

1) Last image hold on a second fluoroscopic screen is valuable to be able to detect subtle differences in the methylmethacrylate injectate spread.

2) Venting for mixing polymethylmethacrylate (PMM): some system should be used to decrease the amount of fumes in the room. We have had one technologist develop an asthma attack from the fumes and a couple of patients may have become uncomfortable from the fumes. A portable venting hood can be purchased and placed in the room under which the polymethylmethacrylate can be mixed and loaded into major syringes.

3) Use of a larger (10 cc) screw type syringe (LeVeen type) can allow more volume to be injected without need to backfill several smaller syringes. However, one must be ready to immediately start backfilling smaller syringes (1 cc) if the vertebra is too dense for injecting with the screw syringe. If

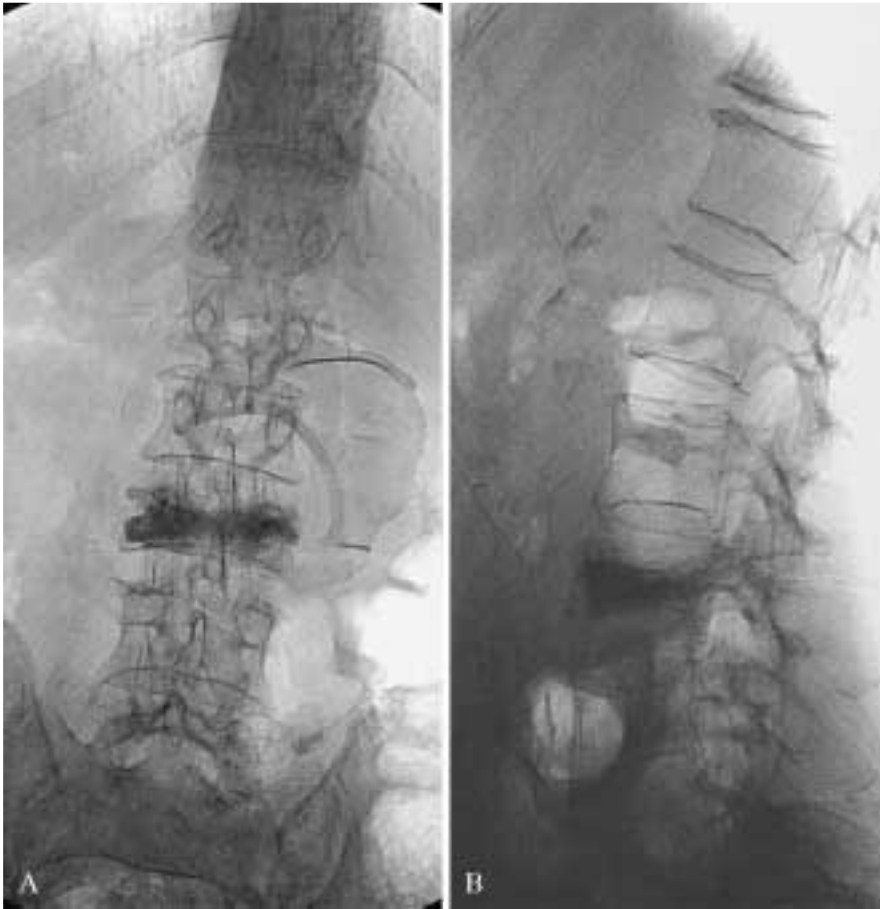


Fig. 3. — Controllo radiografico post-vertebroplastica in proiezione frontale (A) e latero-laterale (B) di L3. Ottimo risultato con pressoché completo riempimento del soma.
Radiographic control after vertebroplasty: frontal (A) and side-lateral (B) projection of L3. The result is excellent with the nearly complete filling up of the vertebral body.

polimetilmetacrilato è particolarmente preziosa nel caso insorgano problemi tecnici e nelle procedure a più livelli.

5) Sedativi: se al paziente viene somministrato un sedativo per via endovenosa, egli sarà in grado di riferire al radiologo eventuali sintomi indesiderati. Tali sintomi, che possono insorgere durante il passaggio monitorato dell'impasto iniettato, includono qualunque tipo di disturbo radicolare. L'insorgere di un dolore lungo la linea mediale è normale durante l'iniezione in vertebra. L'esecuzione della vertebroplastica con pazienti in anestesia totale non permette di poter utilizzare al meglio le informazioni fornite dal paziente sul campo.

Eventuali problemi tecnici

1) Problemi correlati all'ago: ne sono stati evidenziati diversi. In particolare i due più ricorrenti riguardano la possibilità che l'ago si otturi o che si rompa:

a) "mandrino": è opportuno informarsi sulla durata di conservazione del polimetilmetacrilato impiegato al fine di sapere il tempo massimo entro il quale poterlo utilizzare prima che diventi troppo solido. Per evitare che un ago si otturi sarà necessario pulirlo con un mandrino. Spesso il mandrino fornito con il set di aghi non è sufficientemente forte per poter pulire un ago. Può essere d'aiuto disporre di un'asticella di metallo a forma di T da infilare attraverso gli aghi;

the barrel of the screw syringe starts to bulge, stop using the syringe as it is about to break.

4) *Cold water bath: sterile saline cooled in a refrigerator can be poured into a container at the time of mixing the polymethylmethacrylate to hold extra polymethylmethacrylate that has been mixed. This will give extra time for the polymethylmethacrylate to be used, if more time is desired with the polymethylmethacrylate. Having more time is valuable when technical problems arise and in those procedures involving several levels.*

5) *Sedation: I.V. conscious sedation allows the patient to tell the radiologist when undesirable symptoms are developing. Symptoms warranting close fluoroscopic check where injectate is passing include any type of radicular symptoms. Midline pain can normally develop when injecting the vertebra. Performing vertebroplasty with a patient under general anaesthesia does not provide this safety measure.*

Possible technical problems

1) *Needle-related problems. Several different problems have been encountered. The needle may become plugged or it may break:*

b) rottura dell'ago: tenere sempre a portata di mano un paio di pinze sterili per rimuovere un ago che si rompa;

c) veloce sostituzione dell'ago: per sostituire un ago otturato o rotto, servirà allineare il tubo fluoroscopico "ad occhio di bue" in modo che la capocchia dell'ago ne costituisca il centro. In questo modo, dopo avere estratto l'ago otturato o rotto, sarà facile rintracciare il punto esatto in cui inserire un nuovo ago. Questa operazione necessiterà di pochi secondi.

2) Problemi relativi al posizionamento dell'ago:

a) l'ago non riesce ad avanzare a causa di un osso molto duro: verificare che l'ago poggi sulla corticale mediale del peduncolo. Questa corticale è solitamente più resistente della corticale laterale. Verificare se l'ago abbia raggiunto la struttura ossea. Una volta appurato che l'ago è stato posizionato correttamente, sarà necessario semplicemente usare più forza per farlo avanzare. Il più delle volte, nel caso di ossa molto resistenti, risulta essere necessario l'uso di un martello chirurgico (con particolare attenzione);

b) il polimetilmetacrilato ha attraversato un disco intervertebrale: attendere finché il polimetilmetacrilato non si sia solidificato, quindi, se necessario, iniettarne dell'altro. Il primo strato di polimetilmetacrilato farà da "tappo". Non sempre questo risulta essere il miglior modo di procedere. In alternativa, si potrà rimuovere l'ago ed attendere che il polimetilmetacrilato indurisca. La tenuta del polimetilmetacrilato potrà essere verificata facendo una pallina con il polimetilmetacrilato avanzato e controllando dall'esterno quanto tempo sarà necessario perché si solidifichi. Trascorso questo lasso di tempo e supposto che anche il polimetilmetacrilato all'interno si sia ormai indurito a sufficienza, si potrà inserire un nuovo ago, nello stesso punto in cui si era inserito il primo o più lateralmente, per verificare se sia rimasta ancora una parte del corpo vertebrale da riempire. Se il corpo vertebrale sarà stato riempito correttamente, (per esempio dalla parte alta alla parte bassa della vertebra, da un lato della vertebra all'altro peduncolo o oltre la linea mediana), il polimetilmetacrilato iniettato sarà sicuramente sufficiente a garantire la scomparsa del dolore vertebrale.

3) Problemi nell'iniezione di polimetilmetacrilato:

a) l'ago potrebbe essersi otturato. Far scorrere immediatamente il mandrino metallico attraverso l'ago sotto controllo fluoroscopico. Se non funzionasse, utilizzare un mandrino di tipo diverso. Se non ve ne fosse uno disponibile, sostituire rapidamente l'ago;

b) se l'ago non è otturato ma non si riesce comunque ad iniettare il polimetilmetacrilato, iniettare il tratto di ago presente nel corpo vertebrale retraendolo man mano. Alcune vertebre sono molto resistenti e dure da iniettare. È possibile prevedere il verificarsi di questa situazione, se già risulta altrettanto difficoltoso l'iniettare il liquido di contrasto o la soluzione salina che precedono l'iniezione di polimetilmetacrilato. In tal caso sarà opportuno miscelare il polimetilmetacrilato in modo che il composto risulti meno denso e quindi più facilmente iniettabile;

c) assicurarsi che la siringa usata per iniettare il polimetilmetacrilato non sia otturata: verificare che dalla parte terminale della siringa senza ago fuoriesca una piccola dose di polimetilmetacrilato precedentemente introdotta. Solo dopo questa verifica sarà possibile procedere attaccando l'ago alla siringa.



Fig. 4. — Controllo TC finale con ricostruzione .
Final CT control with reconstruction.

a) "plunger": keeping track of the time for the polymethylmethacrylate used will allow one to know about when the polymethylmethacrylate is getting ready to get hard. In order to avoid the needle becoming plugged, it is necessary to clean it with a plunger. Usually the plunger provided with the needle sets may not be strong enough to clear the needle. It may be helpful to have a stronger "T-shaped" metal rod to pass through the needles to be used;

b) broken needle: have a pair of sterile pliers available to remove the needle;

c) exchange needle quickly: to replace readily a plugged or a broken needle, just align the fluoro tube to make a "bull's eye" of the needle shaft (profile the needle as a point). In so doing, when pulling the needle out, you can have a view of the needle track into which another needle can be placed within a few seconds.

2) Needle placement problems:

a) needle can not be advanced because of hard bone: check to see if the needle is abutting the medial cortex of the pedicle. This cortex is usually stronger than the lateral cortex. See if the needle is hitting some other bony structure. More force may have to be used to advance the needle if the needle is in correct position. With very hard bone, a surgical hammer may often have to be used (very carefully);

b) polymethylmethacrylate passes into the disc: you can wait to see if the polymethylmethacrylate will become hard and then additional polymethylmethacrylate can be injected using the first injected polymethylmethacrylate as a plug. Sometimes it's better to proceed in a different way: another approach is to remove the needle and let the polymethylmethacrylate become hard. Hardness of the polymethylmethacrylate may be checked by making a ball of the leftover polymethylmethacrylate and recognizing when the polymethylmethacrylate is hard outside the body. A new needle can then be placed into the same tract or placed more laterally to see if more of the vertebral body can be filled. If there is fairly good filling of the body (e.g. from top to bottom of the vertebra, going from one side of the vertebra to the other pedicle or past midline) there may be enough polymethylmethacrylate in place to take care of the patient's painful vertebra.

4) Venografia: ci sono essenzialmente tre ragioni principali che giustificano il ricorso alla venografia:

a) se con la punta dell'ago si inietta liquido all'esterno della vertebra, lo stesso ago potrebbe essere ritirato delicatamente fino a rientrare nel corpo vertebrale senza la necessità che venga estratto. Quindi un secondo ago potrebbe essere introdotto nel peduncolo opposto per iniettare la vertebra. Il primo ago svolgerà la funzione di bloccare il buco nella parete vertebrale che potrebbe aver permesso al polimetilmetacrilato di fuoriuscire dalla vertebra e localizzarsi in una posizione indesiderata;

b) se la punta dell'ago è stata infilata direttamente all'interno di una delle vene intra-ossee principali, introdurre ulteriormente l'ago per tamponare la vena principale e riverificare con l'iniezione di mezzo di contrasto;

c) iniettando solo una dose limitata di liquido di contrasto e verificando quanto rapido sia il "washout", sarà possibile ottenere informazioni sulla facilità con cui il polimetilmetacrilato potrà distribuirsi nel corpo vertebrale. Nel caso vi sia un rapido "washout" senza però che l'ago sia stato inserito direttamente in una vena drenante, servirà iniettare una piccola quantità di polimetilmetacrilato ed attendere per circa mezzo/un minuto affinché il polimetilmetacrilato si sia distribuito prima di iniettarne di nuovo. Questa tecnica riduce il rischio di embolizzazione del polimetilmetacrilato nelle vene drenanti. Ogni volta in cui l'ago venga lasciato introdotto senza che il polimetilmetacrilato venga iniettato, sarà utile inserire nella siringa il mandrino, per limitare le possibilità che il polimetilmetacrilato ostruisca l'ago. Nel caso di grosse vene drenanti è importante una iniezione di cemento particolarmente lenta ed una viscosità del cemento particolarmente alta;

d) non dovrà mai essere utilizzata una grossa quantità di liquido di contrasto [13]. Dovrà essere utilizzata solo la dose necessaria per individuare la vascolarizzazione del midollo e localizzare le vene drenanti. La localizzazione delle vene drenanti dà un'idea di quali sono le prime vene attraverso le quali potrà passare il polimetilmetacrilato.

Eventuali complicanze

Le complicanze della vertebroplastica sono correlabili all'accesso percutaneo, allo stato di salute del paziente e allo stravaso del "cemento" di polimetilmetacrilato [14].

Complicanze dovute all'accesso vertebrale

La compromissione degli organi adiacenti alla vertebra non può essere necessariamente ricollegabile alla vertebroplastica. Una lesione più specificatamente derivabile dalla vertebroplastica può essere la frattura corticale, in particolare la frattura della corticale mediale del peduncolo con accesso transpeduncolare alle vertebre toraciche e lombari. Tale frattura aumenta il rischio di fuoriuscita del cemento nell'atto di iniezione dello stesso. Se si eseguisce una biopsia prima dell'iniezione del polimetilmetacrilato, sarà necessario fare particolare attenzione a non far passare l'ago attraverso la corticale anterolaterale del corpo vertebrale. Una rottura corticale aumenta il rischio di fuoriuscita del polimetilmetacrilato dalla parete corticale.

3) Problems injecting polymethylmethacrylate:

a) the needle may be plugged. Push the plunger through the needle quickly under fluoroscopic control. If that does not work, try a different plunger. If none is available, rapidly change the needle;

b) if the needle is not plugged but polymethylmethacrylate can not be injected, inject the needle tract in the vertebral body as the needle is gradually withdrawn. Some vertebrae are very dense and hard to inject. Such a situation may be suspected when it is hard to inject the intraosseous epidural venogram contrast or saline prior to mixing the polymethylmethacrylate. Then the polymethylmethacrylate can be mixed a little thinner for more ease of injection;

c) be sure that the syringe injecting the polymethylmethacrylate is not plugged: inject a small amount of polymethylmethacrylate through the end of the syringe before attaching it to the needle.

4) Venography: there are at least three major reasons supporting its use:

a) if the needle tip injects liquid outside the vertebra, this needle could be withdrawn slightly into the vertebral body and left in place. A second needle can then be placed through the opposite pedicle to inject the vertebra, with the first needle blocking the hole in the vertebra wall that could have allowed polymethylmethacrylate to leave the vertebra in an undesirable location;

b) if the needle tip is directly inside a major intraosseous vein, advance the needle to plug the major vein and retest with contrast;

c) by injecting only a small amount of contrast to see how fast is the contrast washout, this provides information about how easily the polymethylmethacrylate can pass out of the vertebral body. If there is a fast washout but the needle is not directly in a draining vein, a small amount of polymethylmethacrylate can be injected and _ to 1 minute can be waited to allow the polymethylmethacrylate to set-up before injecting more polymethylmethacrylate. This technique may help decrease the chance of embolization of polymethylmethacrylate into draining veins. Anytime the needle is left in place without injecting polymethylmethacrylate, it may be worthwhile to put in the needle plunger to decrease the chance of the polymethylmethacrylate plugging the needle. In the case of big draining veins, it is better to inject the cement very slowly. Moreover cement has to be very viscous;

d) a large amount of contrast does not have to be used, just enough to look for the blush in marrow and to see where the draining veins are located [13]. Recognising the location of major draining veins provides an idea where polymethylmethacrylate may first pass into veins.

Possible complications

Complications of vertebroplasty may be related to the percutaneous approach, the status of the patient and extravasation of the polymethylmethacrylate (cement) [14].

Complicanze dovute alla fuoriuscita di cemento di polimetilmetacrilato

La fuoriuscita di polimetilmetacrilato costituisce il limite maggiore della vertebroplastica. Il polimetilmetacrilato può fuoriuscire attraverso una qualunque interruzione della parete corticale.

1) Le fuoriuscite nei tessuti molli paravertebrali sono molto frequenti anche se le conseguenze di tali stravasi sono irrilevanti. Devono comunque essere contenute interrompendo l'iniezione appena il fluoroscopio ne rilevi la presenza.

2) Le fuoriuscite intradiscali sono altrettanto frequenti nel trattamento delle fratture del piatto vertebrale. La loro frequenza diminuisce se l'ago viene posizionato nella parte laterale della vertebra, lontano dalla frattura.

3) La fuoriuscita di "cemento" nel canale spinale è frequente sia nel caso di distruzione della corticale posteriore del corpo vertebrale, dovuta a estensione tumorale epidurale, sia nel caso di emangiomi aggressivi e di metastasi vertebrali. Fortunatamente in questi casi il cemento tende a infiltrarsi solo all'interno della massa tumorale senza espandersi oltre. Questa fuoriuscita non ha conseguenze né sul midollo spinale né sulle strutture nervose a meno che non si verifichi una compressione del midollo o dei nervi ad esso adiacenti. Ad ogni modo, nel caso il cemento attraversi la corteccia posteriore del corpo vertebrale, l'iniezione deve essere immediatamente interrotta. È opportuno posizionare la punta dell'ago nel punto più lontano possibile dalla lesione corticale nella parte posteriore del corpo vertebrale in modo che il radiologo possa seguire il progressivo riempimento del corpo vertebrale con il cemento dalla parte anteriore a quella posteriore. In generale, prima di procedere all'esecuzione della vertebroplastica, è importante memorizzare l'esatta posizione dei fori corticali in modo da collocare la punta dell'ago nel punto più distante possibile da questi stessi fori. All'atto dell'iniezione, la smussatura della punta dell'ago deve essere rivolta in posizione opposta rispetto alla frattura corticale.

Complicanze dovute alle condizioni di salute generali del paziente

I pazienti con lesioni metastatiche estese sono particolarmente inclini a sviluppare complicanze sia durante il trattamento che nei giorni successivi alla vertebroplastica. In una recente pubblicazione a cura di Deramond *et al.* [11] 2 dei 101 pazienti sottoposti a vertebroplastica morirono pochi giorni dopo l'intervento. Uno dei due pazienti è deceduto a causa di embolia polmonare. I fattori predisponenti, unitamente all'anestesia necessaria per l'intervento, potrebbero aver costituito le cause principali del peggioramento delle condizioni fisiche di questo paziente. La seconda morte fu causata da embolia polmonare accompagnata da trombosi venosa distale. Nonostante non esista certezza assoluta che i suddetti decessi possano essere direttamente correlabili all'intervento di vertebroplastica, tale procedura non può certo essere considerata priva di rischi per quei pazienti con condizioni di salute generali già compromesse.

Complicanze dovute all'iniezione di polimetilmetacrilato

Tali complicanze sono essenzialmente dovute allo stravaso e alla fuoriuscita venosa di polimetilmetacrilato.

Complications due to vertebral approach

Some are not specific to vertebroplasty as injury of the neighbouring organs. A more specific injury related to vertebroplasty is cortical fracture, especially fracture of the medial cortex of the pedicle with transpedicular approach to the thoracic and lumbar vertebrae. Such a fracture increases the risk of cement leakage through the fracture site at time of injection. Also if a biopsy is performed prior to the polymethylmethacrylate injection, one must carefully avoid passing the needle through the anterolateral cortex of the vertebral body, as making such a cortical break increases the risk of polymethylmethacrylate leakage through that cortical site.

Complications due to polymethylmethacrylate (cement) leakage

Polymethylmethacrylate leakage is the principal problem in vertebroplasty. Polymethylmethacrylate may leak through any cortical defect site.

1) Leakage into the paravertebral soft tissues are very frequent and almost always of no consequence but have to be limited by stopping the injection once they are detected by fluoroscopy.

2) Intradiscal leakages associated with a vertebra end-plate fracture are very frequent. Their frequency is decreased by placing the needle in the lateral part of the vertebra, away from the central end-plate fracture.

3) Leakage of cement into the spinal canal is frequent in case of destruction of the posterior cortex of the vertebral body with tumoural epidural extension, both in aggressive hemangiomas and vertebral metastases. Fortunately in such cases, the cement tends to fill just the tumour mass and does not extend further. This is of no consequence to the spinal cord and nervous structures, unless pressure on the spinal cord or adjacent nerves is created. However, the injection must be immediately stopped if the cement crosses the posterior cortex of the vertebral body. It is wise to place the needle tip as far as possible from the cortical destruction in the posterior part of the vertebral body, so the radiologist is able to follow the cement progressively filling the vertebral body from its anterior to posterior parts. More generally, it is important before the procedure to carefully notice where are the cortical holes located in order to place the needle tip as far as possible from these holes. At time of injection, the bevel of the needle tip is turned opposite to the cortical fracture.

Complications due to patient's general condition

Patients with extensive metastatic lesions are particularly prone to develop general complications during or in the days following vertebroplasty. In a recent publication by Deramond *et al.* two out of 101 patients died a few days after vertebroplasty. One died from a pulmonary embolism. The prone position combined with sedation for

1) L'embolia polmonare da polimetilmetacrilato può verificarsi a livello del drenaggio venoso in particolare se il polimetilmetacrilato è troppo liquido. La fuoriuscita di polimetilmetacrilato nelle vene perivertebrali è relativamente frequente nella vertebroplastica. Ad ogni modo, l'iniezione va interrotta immediatamente non appena l'opacizzazione da polimetilmetacrilato delle vene perivertebrali venga segnalata dal fluoroscopio. Se necessario, si potrà riprendere con l'iniezione, con la necessaria cautela, quando il cemento sarà più solido e dopo una leggera retrazione della punta dell'ago. Dalla TC eseguita dopo l'intervento sarà possibile notare la presenza di polimetilmetacrilato all'interno delle vene epidurali e foraminali anche se tale presenza non costituisce in genere causa di complicanza.

2) Il dolore delle radici nervose costituisce la complicanza più frequente della vertebroplastica. Si manifesta nel 4% dei pazienti ed è solitamente dovuto alla presenza di polimetilmetacrilato che fa pressione sulle radici nervose. La fuoriuscita di polimetilmetacrilato nei forami intervertebrali si verifica in presenza di una rottura corticale o di una distruzione a livello della struttura ossea. È molto più frequente a livello toracico. La fuoriuscita di polimetilmetacrilato a livello dei forami intervertebrali deve essere attentamente monitorata sullo schermo fluoroscopico durante la fase di iniezione. Il dolore potrà attenuarsi spontaneamente o comunque dopo che sarà stata praticata l'anestesia locale. Si noti che, nella casistica di Deramond *et al.* [11], 3 pazienti su 11 affetti da tale complicanza necessitarono di un intervento di decompressione delle radici nervose, che produsse ottimi risultati nel lungo periodo [15]. Il rischio di fuoriuscita di cemento nei forami neurali è più frequente se si ricorre all'accesso posterolaterale al corpo vertebrale visto che tale accesso interseca la parte esterna del forame ed il cemento refluisce lungo il tragitto dell'ago. Un buon modo per ovviare a tale complicanza, che può manifestarsi a livello toracico e lombare, è l'accesso transpeduncolare al corpo vertebrale, sempre che ciò sia possibile. Pur procedendo con l'accesso transpeduncolare, nel caso di lesione della corteccia posterolaterale del corpo vertebrale, sarà necessario porre un'attenzione particolare nell'esecuzione della procedura per evitare il più possibile il manifestarsi di tale complicanza.

3) La compressione del midollo spinale si verifica in meno dell'uno per cento dei pazienti. In molti casi si tratta dell'aggravarsi di una preesistente compressione del midollo spinale. Si verifica nei casi di distruzione estesa della parete posteriore del corpo vertebrale con espansione della massa tumorale nel canale spinale anteriore. In tali casi è necessario sottoporre immediatamente il paziente ad intervento chirurgico. Quindi in caso di procedure particolarmente complicate a causa di un'estesa distruzione della corteccia posteriore del corpo vertebrale, sarà necessario garantire la presenza di un neurochirurgo che possa intervenire immediatamente, se necessario.

Complicanze varie

L'infezione vertebrale costituisce una possibile complicanza della vertebroplastica in particolare nei pazienti immunocompromessi. Di conseguenza, la vertebroplastica dovrà essere sempre eseguita in condizioni di assoluta sterilità. In alcuni ospedali viene prescritta una terapia antibiotica profilattica prima e durante il trattamento. Alcuni radiologi che

the procedure may have been responsible for deterioration of the patients' condition. The other death was from a pulmonary embolism related to lower extremity deep venous thrombosis. Despite these deaths which are not related with certainty to the procedure, vertebroplasty should not be considered a risk-free procedure in such frail patients.

Complications due to the injection of polymethylmethacrylate

These complications are due to the extravasation and venous leakage of polymethylmethacrylate.

1) Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate may occur in site of venous drainage especially if the polymethylmethacrylate is too fluid. Leakage of polymethylmethacrylate into the perivertebral veins is relatively frequent during vertebroplasty. However, the injection has to be stopped immediately when polymethylmethacrylate opacification of the perivertebral veins is seen under fluoroscopic control. If needed, the injection can be restarted carefully once the cement is more solid after slight withdrawal of the needle tip. Polymethylmethacrylate within epidural and foraminal veins is relatively frequent on the post-procedure CT scan and is usually well tolerated.

*2) Nerve root pain is the most frequent complication of vertebroplasty. It occurs in 4% of patients and is due usually to polymethylmethacrylate being adjacent to pushing on nerve roots. Leak of polymethylmethacrylate into intervertebral foramen occurs through a cortical fracture or area of bone destruction. It is more frequent at the thoracic level. Therefore polymethylmethacrylate extravasation in the area of the intervertebral foramen must be carefully checked on the fluoroscopic screen at time of injection. Pain may spontaneously resolve progressively or after local anaesthetic injection. However, in the series of Deramond *et al.*, three out of 11 patients with this complication finally required nerve root surgical decompression with an excellent long-term result [15]. This risk of cement leakage into the neural foramina is higher with the posterolateral approach to the vertebral body, as this approach crosses the external part of the foramen and cement flows back along the needle track. A good way to avoid this complication at the thoracic and lumbar levels is to use the transpedicular approach to the vertebral body as much as possible. However, even with the transpedicular approach special care is required in case of destruction of the posterolateral cortex of the vertebral body to prevent this complication.*

3) Spinal cord compression may occur in less than one per cent of patients. In most cases, it is an aggravation of a pre-existing mild spinal cord compression. It occurs in cases of extensive destruction of the posterior wall of the vertebral body with tumour extension into the anterior spinal canal. Urgent surgery is required in such cases. Therefore, in difficult procedures with extensive destruction of the posterior cortex of the vertebral body, a neurosurgeon should be ready to intervene promptly if needed.

praticano la vertebroplastica hanno l'abitudine di aggiungere l'antibiotico al polimetilmetacrilato. Complicanze varie possono verificarsi con diversa frequenza a seconda delle patologie trattate. Nelle lesioni da osteoporosi la percentuale di complicanza varia dall'uno al tre per cento. Va dal due al cinque per cento nel caso di emangiomi vertebrali aggressivi ed è superiore al dieci per cento nei tumori maligni.

Complicanze tardive

Di recente è stato condotto uno studio retrospettivo su pazienti sottoposti, negli ultimi due anni, a vertebroplastica per fratture osteoporotiche. Tale studio ha dimostrato che su 177 pazienti trattati 22, pari al 12,4%, svilupparono nel periodo preso in considerazione un'ulteriore frattura porotica. Il 67% di tali fratture interessava corpi vertebrali contigui a quelli precedentemente trattati mentre il 33% vertebre non contigue. Il 67% di queste fratture insorte in seguito si verificarono in un periodo di trenta giorni dopo il trattamento della frattura iniziale. Tale studio ha quindi evidenziato quale possibile complicanza la possibilità di sviluppare dopo vertebroplastica una nuova frattura in breve tempo; 2/3 di queste fratture colpiscono meta-meri contigui a quelli precedentemente trattati [16, 17].

Effetti collaterali della vertebroplastica

Nelle ore successive all'iniezione è possibile che il paziente possa accusare un momentaneo peggioramento del dolore e che abbia qualche linea di febbre quali conseguenze della reazione infiammatoria dovuta al calore generato dalla polimerizzazione del polimetilmetacrilato. Per ridurre questi effetti collaterali, si potranno somministrare al paziente antinfiammatori steroidei o nonsteroidi nei 2/4 giorni successivi al trattamento.

Controindicazioni all'esecuzione della vertebroplastica

La vertebroplastica è controindicata nel caso il paziente presenti disturbi di coagulazione visto l'ampio diametro dell'ago utilizzato per l'iniezione. Con un paziente in tali condizioni non sarà eseguibile né un intervento chirurgico urgente di decompressione né tanto meno una vertebroplastica per l'elevato rischio di stravasamento epidurale o foraminale del polimetilmetacrilato. Un'estesa distruzione vertebrale ed un collasso vertebrale significativo (l'altezza della vertebra è ridotta di più di un terzo) costituiscono altrettante controindicazioni alla vertebroplastica che risulterebbe essere particolarmente difficoltosa da eseguire. In caso di sintomatologie neurologiche dovute a compressione causata da corpo vertebrale abnorme o da estensione della massa tumorale, sarà necessario porre particolare attenzione durante l'iniezione di polimetilmetacrilato per evitare il rischio di stravasamento che potrebbe aumentare il livello di compressione. Tali sintomi non costituiscono comunque controindicazione assoluta all'esecuzione di vertebroplastica.

Risultati clinici

Il sollievo dal dolore è il principale beneficio ottenibile grazie alla vertebroplastica, in particolare in pazienti con metastasi e mieloma nei quali il dolore si manifesta in modo così aggressivo tanto che non esiste trattamento farmacologico in

Miscellaneous complications

Vertebral infection may complicate vertebroplasty especially in immunocompromised patients. Therefore, vertebroplasty should be conducted in strict aseptic conditions. Prophylactic antibiotic therapy is administered before and during the procedure in some centres. Some persons performing vertebroplasty also mix antibiotic into the polymethylmethacrylate. Complications may occur with a different frequency depending on the conditions treated. The complication rate is only 1 to 3% in osteoporotic lesions, 2 to 5% in aggressive vertebral hemangiomas and up to 10% in malignant tumours.

Later complications

A retrospective study has been conducted recently on patients who, in the past two years, have undergone vertebroplasty because of osteoporotic fractures. This study has shown that 22 patients (12,4%), on 177 patients treated developed a new vertebral body fracture. 67% of these fractures involved vertebral bodies adjacent to the ones previously treated whereas 33% involved collapse of nonadjacent vertebrae. 67% of these fractures occurred within 30 days after treatment of the initial fracture. So this study has pointed out one more complication: the possibility for the patient undergoing vertebroplasty to develop a new fracture soon after the treatment. Two-thirds of the new fractures occur in vertebrae adjacent to those previously treated [16, 17].

Side effects

Transitory worsening of pain and fever can occur in the hours following injection as a consequence of inflammatory reaction due to the heat generated by polymerization of the polymethylmethacrylate. To minimise these side effects, nonsteroidal or steroidal anti-inflammatory drugs may be administered for 2-4 days.

Contraindications

Vertebroplasty is contraindicated in coagulation disorders due to the large diameter of the needles used for injection. If emergency decompressive surgery cannot be performed, neither should vertebroplasty be performed because it carries the potential risk of epidural or foraminial leakage of polymethylmethacrylate. Extensive vertebral destruction and significant vertebral collapse (i.e., vertebra reduced to less than one-third of its original height) may lead to a technically difficult vertebroplasty procedure and may therefore constitute a relative contradiction. Neurological symptoms related to compression by the abnormal vertebral body or by tumour extension necessitate a very cautious injection to avoid any leakage of cement that could increase the compression. However such symptoms do not constitute an absolute contraindication for the procedure.

grado di lenirlo. Un significativo o addirittura un completo sollievo dal dolore è stato dimostrato nel 70% dei pazienti affetti da metastasi vertebrale o mieloma, in più del 90% dei pazienti con emangioma vertebrale o con collassi vertebrali osteoporotici assai dolorosi [18, 19]. Il paziente proverà sollievo al dolore entro alcune ore/giorni (mediamente entro 24 ore) dopo il trattamento. A volte può succedere che si manifesti un transitorio peggioramento del dolore che si risolve comunque entro i tempi sopraindicati. Non è ancora chiaro come l'iniezione di polimetilmetacrilato possa dare un tale beneficio nel lenire il dolore. La necrosi tumorale e la distruzione delle radici nervose sensitive nei tessuti circostanti, che si verifica in risposta a forze meccaniche, vascolari, chimiche e termiche prodotte durante l'iniezione di cemento, giocano probabilmente un ruolo fondamentale nel lenire il dolore; anche la stabilizzazione di microfratture e la riduzione delle forze meccaniche possono contribuire ad alleviare la pena. In ogni caso, nelle metastasi osteolitiche e nel mieloma, il sollievo dal dolore non sembra essere proporzionato al livello di riempimento della lesione con il cemento. Al contrario, in pazienti nei quali si era riusciti ad ottenere solo un parziale riempimento della lesione, si ottennero eccellenti risultati clinici e funzionali. Il rafforzamento osseo e la stabilizzazione del corpo vertebrale si ottengono grazie alle proprietà meccaniche del polimetilmetacrilato che si indurisce con il progredire del processo di polimerizzazione. L'iniezione di cemento aiuta così a prevenire eventuali nuovi o successivi collassi del corpo vertebrale. La rapidità del processo di guarigione permette a molti pazienti di poter stare in posizione eretta già entro il giorno successivo all'intervento. Di conseguenza il periodo di ospedalizzazione è breve (mediamente si tratta di una degenza di 4 giorni).

Clinical results

Pain relief is a primary benefit of vertebroplasty, especially in patients with metastases and myeloma, whose pain is usually severe and frequently resistant to drug treatment. Marked or complete pain relief has been demonstrated in more than 70% of patients with vertebral metastases or myeloma and in more than 90% of patients with vertebral hemangiomas or painful osteoporotic vertebral collapses [18, 19]. Pain relief occurs within hours or days (mean, 24 hours) after the procedure, sometimes after a transient worsening of pain. Why the injection of polymethylmethacrylate affords pain relief is not well understood. Tumour necrosis and destruction of sensitive nerve endings in surrounding tissue that occurs in response to mechanical, vascular, chemical and thermal forces during polymethylmethacrylate injection probably play a predominant part in pain relief, but stabilization of microfractures and reduction of mechanical forces have also been suggested. However, pain relief does not seem to be proportional to the degree of lesion filling by cement in osteolytic metastases and myeloma. Indeed, excellent clinical and functional results can be obtained in some patients despite what appears to be insufficient lesion filling. Bone strengthening and stabilization of the weakened vertebral body result from the mechanical properties of the polymethylmethacrylate, which hardens as polymerization occurs. Thus, injection of cement may prevent new or further collapse of the vertebral body. The rapidity of clinical improvement allows most patients to stand upright the next day. Consequently, hospitalization time is short (mean, 4 days).

Bibliografia/References

- 1) Cotten A, Bountry N, Cortet B *et al*: Percutaneous vertebroplasty: state of the art. *Radiographics* 18: 311-320, 1998.
- 2) Dunn J: Percutaneous vertebroplasty in the management of a patient with malignant pain and associated osteolytic compression fractures. *Curr Pain Headache Rep* 6: 436-443, 2002.
- 3) Heiss JD, Doppman JL, Oldfield EH: Brief report: relief of spinal cord compression from vertebral hemangioma by intraserial injection of absolute ethanol. *N Engl J Med* 331: 508-511, 1994.
- 4) Papaioannou A, Watts NB, Kendler DL *et al*: Diagnosis and management of vertebral fractures in elderly adults. *Am J Med* 113: 220-228, 2002.
- 5) Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM *et al*: Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects.
- 6) Gangi A, Kastler BA, Dietemann JL: Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy. *AJNR* 15: 83-86, 1994.
- 7) Melzack R, Shepherd S: Radiotherapy and the management of metastatic bone pain. *Clin Radiol* 39: 547-550, 1988.
- 8) Chung SK, Lee SH, Kim DY *et al*: Treatment of lower lumbar radiculopathy caused by osteoporotic compression fracture: the role of vertebroplasty. *J Spinal Disord Tech* 15: 461-468, 2002.
- 9) Haas SS, Braver GM, Dickson G: A characterization of polymethyl-methacrylate bone cement. *J Bone Joint Surg (Am)* 57: 380-391, 1975.
- 10) Weill A, Chiras J, Simon JM *et al*: Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *Radiology* 199: 241-247, 1996.
- 11) Deramond H, Galibert P, Debussche C *et al*: Percutaneous vertebroplasty with methyl-methacrylate: technique, method, results. *Radiology* 177: 352, 1990.
- 12) Fessler RG: Vertebroplasty for osteoporotic compression fractures: current practice and evolving techniques. *Neurosurgery* 5 (5 Suppl.): 96-103, 2002.
- 13) Vasconcelos C, Gailloud P, Beauchamp NJ *et al*: Is percutaneous vertebroplasty without pretreatment venography safe? Evaluation of 205 consecutive procedures. *AJNR Am J Neuroradiol* 23: 913-917, 2002.
- 14) Chiras J, Deramond H: Complications des vertébroplasties. In: Saillant G, Laville C eds. *Echecs et complications de la chirurgie du rachis: chirurgie de reprise*, pag. 149-153. Sauramps Medical, 1995.
- 15) Deramond H, Depriester C, Galibert P *et al*: Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate: technique, indications and results. *Rad Clinics of NA* 36: 533-545, 1998.
- 16) Perez-Higueras A, Alvarez L, Rossi RE *et al*: Percutaneous vertebroplasty: long term clinical and radiological outcome. *Neuroradiology* 44: 950-954, 2002.
- 17) Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV *et al*: Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology* 226: 119-124, 2003.
- 18) McGraw JK, Lippert JA, Minkus KD *et al*: Prospective evaluation of pain relief in 100 patients undergoing percutaneous vertebroplasty: results and follow up. *J Vasc Interv Radiol* 13: 883-886, 2002.
- 19) Weill A, Chiras J, Simon JM *et al*: Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement. *Radiology* 199: 241-247, 1996.

Dott. R. Depaoli
Via Enrico Fermi, 17
22012 Cernobbio CO
Tel. 031/510901 - 349/6198095
E-mail: rosabiancaf@tiscalinet.it