

L'ago-biopsia TC-guidata nelle lesioni rachidee: indicazioni e tecnica

CT-guided biopsy in vertebral lesions: indications and technique

A. Gasbarrini
 M. Russo
 L. Mirabile
 G. Barbanti Bròdano
 S. Bandiera
 P. Orlandi*
 M. Capuccio
 A. Maresca
 S. Boriani

RIASSUNTO

Nel periodo dal 1998 al 2003, 246 pazienti con lesioni vertebrali considerate patologiche, in base ad esami radiologici e di laboratorio previamente eseguiti, sono stati sottoposti ad ago-biopsia TC-guidata.

La tecnica, eseguita in anestesia locale, consiste nell'estrarre la quantità di tessuto patologico sufficiente a fornire una diagnosi, per via percutanea, possibilmente transpeduncolare con aghi di grosso calibro. Se la diagnosi è un processo infettivo si può, in tale modo, ottenere anche il prelievo per esame colturale ed antibiogramma.

In tutti i prelievi eseguiti, tranne in 2 casi, si è ottenuta la diagnosi al primo tentativo.

In base alla nostra esperienza tale tecnica è semplice, veloce, poco invasiva e poco traumatizzante, ha un'ottima percentuale di successo (accuratezza diagnostica, nella nostra casistica, nel 99,2% dei casi al primo tentativo) con basso rischio di complicazioni se la tecnica è corretta. Il più delle volte è l'unico intervento cruento ed in altri casi permette un corretto piano preoperatorio ed un trattamento adeguato.

Parole chiave: biopsia vertebrale, percutaneo, transpeduncolare, TC-guidata

SUMMARY

The aim of this study is to report our experience on the technique of trocar biopsy CT-guided in the vertebral lesions.

During 6 years (1998-2003) in 246 cases of osteolysis, localized in the vertebrae, biopsy was made.

Procedur consists of CT-images of the damaged, the upper and lower vertebrae. After having found the searched-for image, in local anesthesy, a trocar needle of 4 cm of diameter has to be put into the lesion, possibly passing into the pedicle. The specimen is sent to histological examination. If there is a suspect of discitis, also a bacteriological examination will be necessary.

In all cases, except for 2 Patients, where we proceeded in this way, we had always diagnosis.

This is a rather simple way of making biopsy, well accepted by the patient, easy to do in day-surgery and it permits to obtain a diagnosis through a minimal approach, easely excisable for cases of primitive tumors which normally needs a wide resection.

Key words: vertebral biopsy, percutaneous, transpedicular, CT-guided.

Unità Operativa di Ortopedia
 e Traumatologia;
 *Servizio di Radiologia,
 Ospedale Maggiore, Bologna,
 Azienda USL Città di Bologna

Si ringrazia la Fondazione
 Ricerca in Medicina

Ricevuto l'8 aprile 2005
 Accettato il 7 febbraio 2005

INTRODUZIONE

La biopsia vertebrale si pratica allo scopo di prelevare un frammento di tessuto delle vertebre per poterlo esaminare, macro- e microscopicamente. Può essere eseguita con differenti tecniche: a cielo aperto (incisionale), per mezzo di ago sottile (ago aspirato) o con ago grosso.

La biopsia incisionale è un'operazione a "cielo aperto" e si effettua in anestesia generale¹⁻⁴. Offre i seguenti vantaggi: di operare con ottima "compliance" del paziente; di poter chiudere il tramite osseo biotico con cemento acrilico dopo il prelievo (transpeduncolare); di avere la possibilità di effettuare la diagnosi in estemporanea, al congelatore, e, quindi, quando possibile e/o utile, proseguire nel trattamento chirurgico definitivo. Presenta, però, diversi svantaggi: il ricovero obbligato; l'impossibilità di controllare direttamente la zona di prelievo (in caso che la biopsia sia effettuata per via trans-peduncolare, qualora la lesione sia nel soma vertebrale); la necessità di eseguire un'incisione tanto più grande quanto più abbondante è lo strato adiposo e/o muscolare del paziente; la possibile "contaminazione" per l'esteso tramite biotico; il rischio di indebolire ulteriormente una vertebra già compromessa; i lunghi tempi di guarigione della cicatrice chirurgica e, quindi, la necessità di ritardare, in caso di patologia radiosensibile, i tempi per iniziare una terapia radiante.

Metodica assai meno invasiva è l'ago-biopsia, che può essere eseguita sotto controllo Radiografico (amploscopico)^{3,5,6} o TC. Quest'ultimo è, a nostro parere, il metodo più sicuro per evitare lesioni di strutture "nobili", più preciso per l'esecuzione del prelievo nel punto più indicato e non si espone l'operatore a radiazioni ionizzanti⁷⁻¹³.

Si può eseguire utilizzando un ago sottile (cosiddetto ago aspirato) col quale si ottiene il prelievo di poche cellule, che raramente, in oncologia ortopedica, riescono a fornire una precisa diagnosi¹⁴⁻¹⁷; inoltre, il più delle volte, l'ago è troppo sottile e fragile da poter penetrare l'osso.

Un'altra possibilità è quella di utilizzare un ago grosso (Trocar)^{8,16,18} ed è sicuramente la tecnica che noi preferiamo e che abbiamo adottato di routine quando è necessario eseguire una biopsia vertebrale a scopo diagnostico. L'intento di questo lavoro è quello di evidenziare i vantaggi e gli svantaggi di questa metodica.

MATERIALE E METODO

Nel periodo dal 24/2/98 al 24/12/2003 sono state biopsia-

te 246 vertebre in 246 Pazienti, 158 maschi e 88 femmine; età compresa da 14 a 86 anni (media 52 anni); la diagnosi è sempre stata ottenuta al primo tentativo tranne in 2 casi in cui è stato necessario eseguire una biopsia incisionale per la diagnosi istologica (Tab. I). Si è sempre ricorsi all'anestesia locale. La presenza di una sedazione generale si è resa necessaria solo una volta poiché vi era il sospetto, poi confermato, di cisti da Echinococco e si temeva quindi la possibilità di uno shock anafilattico, comunque non verificatosi.

L'apparecchio TC da noi utilizzato è stato un Picker PQ 6000, spirale IV generazione; gli aghi utilizzati sono stati o monouso (*best*, Sterylab 11 o 8 G di diametro x 10 cm in lunghezza) o su misura riutilizzabili (della lunghezza e del diametro desiderati, prodotti e distribuiti dalla P.A.I.S.) ed, in caso di necessità, è stato possibile eseguire un prelievo dalle parti molli grazie ad un ago a ghiottina costruito secondo le nostre indicazioni ("*boova*",

Tab. I.

Patologie diagnosticate	N° casi	%
Metastasi da carcinoma	90	36,6
Discite batterica ematogena	36	13,08
Discite da tubercolosi	12	4,09
Cordoma	12	4,09
Angioma ed Emangioma	12	4,09
Emangiendotelioma	8	3,02
Osteoblastoma	8	3,02
Lesione pseudo tumorale	8	3,02
Mieloma	8	3,02
TCG	8	3,02
Tessuto osseo rimaneggiato	6	2,04
Linfoma non H.	6	2,04
Osteosarcoma	6	2,04
Plasmacitoma	6	2,04
Leiomiomasarcoma	4	1,06
Condrosarcoma	2	0,08
Granuloma eosinofilo	2	0,08
Cisti da echinococco	2	0,08
Sarcoma di Ewing	2	0,08
Linfoma a larghe cellule	2	0,08
Fibromatosi	2	0,08
Displasia fibrosa	2	0,08
Neurilemmoma	2	0,08
Tot	246	

8 G x 80 x 20 prodotto e distribuito dalla P.A.I.S.) che ci ha permesso di ottenere prelievi consistenti. Le punte, sia del “mandrino”, sia della “camicia”, potevano essere di diversi tipi; a nostro parere, come punta, la combinazione migliore è stata: il mandrino con punta “rastremata” e la camicia con punta “a tulipano” che consentono una migliore penetrazione nell’osso normale e patologico qualunque ne sia la densità (Fig. 1).

Descrizione della procedura: il Paziente è stato sempre informato sull’importanza della Sua collaborazione e quindi dell’immobilità durante l’arco di tutto l’esame. Il decubito è prono, con due spessori sotto alle S.I.A.S. (Spina Iliaca Antero Superiore) per decomprimere l’addome.

Si esegue il radiogramma digitalizzato di riferimento del segmento vertebrale interessato; individuata la vertebra patologica o presunta tale, viene divisa in diverse scansioni: in genere 4 sono state sufficienti per lo studio della vertebra; quindi, solitamente, si sceglie la scansione riguardante i peduncoli consentendoci di seguire l’ago durante il suo percorso (Fig. 2)^{4 8 14-16}.

Quindi, dopo aver preso le misure della distanza fra il tessuto “patologico” e la cute, e fra questo punto e la spinosa, si segue una linea che simula il tragitto ideale dell’ago incanalato nel peduncolo e lo spazio fra questa linea e quella mediana (Fig. 3). Calcolato, quindi, il punto d’ingresso e le dimensioni dell’ago, si allestisce un campo



Fig. 1. Punta aghi per biopsia vertebrale.

sterile nel punto d’ingresso precedentemente individuato ed evidenziato con matita dermatografica. Eseguita l’anestesia locale, si lascia l’ago della siringa inserito in maniera da utilizzarlo come repere ad ulteriore conferma del corretto ingresso e direzione.

Eseguito il controllo TC, si effettua una piccola incisione, in genere inferiore a 0,5 cm, in maniera da favorire l’ingresso dell’ago “grosso” che, con il mandrino inserito, viene spinto fino al piano osseo. Dopo nuova verifica TC, si penetra la corticale giungendo in tessuto “patologico”. Rimosso il mandrino, si avanza fino ad attraversare l’area interessata per la lunghezza preventivata e si introduce l’ago con lento movimento rotatorio (Fig. 4). Prima del-



Fig. 2. TC di L3 in soggetto di 18 anni; scansione sui peduncoli vertebrali con misurazione pre-ago-tac.



Fig. 3. TC di L5 in soggetto di 74 anni con misurazione pre-ago-tac per valutazione dell’affondamento dell’ago.



Fig. 4. Osteolisi in soggetto di 50 anni: l'agobiopsia transpeduncolare nel corpo vertebrale ha permesso l'esecuzione della diagnosi istologica di mieloma.

l'estrazione si eseguono alcuni movimenti di lateralità per staccare il campione prelevato dalle restanti porzioni della lesione. Per evitare di lasciare *in situ* il prelievo, l'estremo esterno dell'ago si raccorda con una siringa che viene mantenuta in aspirazione durante l'estrazione. Al termine della procedura può essere utile eseguire un'ulteriore scansione di controllo per verificare la presenza di eventuali ematomi secondari al trauma dell'ago.

Il materiale prelevato si pone in formalina tamponata al 10%. Solitamente un cerottino d'avvicinamento è sufficiente per la sutura della cute.

Il prelievo, posto negli appositi contenitori, si invia in Anatomia Patologica e/o in Laboratorio per Esame Colturale ed Antibiogramma a seconda del sospetto diagnostico.

Importante è non asportare il mandrino prima di giungere nella lesione, altrimenti si rischia di tappare l'ago con osso sano.

Un ago da spinale potrebbe essere utile come repere inizialmente ed in un secondo tempo per iniettare eventuali medicinali.

Essenziale l'affiatamento fra il Tecnico di radiologia e l'esecutore della biopsia al fine di ridurre i tempi dell'esame e quindi l'esposizione del Paziente a radiazioni ionizzanti inutili e superflue.

RISULTATI

La diagnosi si è ottenuta in tutti i casi, eccetto uno, senza complicazioni. In un solo caso non è stato possibile svolgere l'ago-biopsia in quanto il Paziente, molto anziano, non è riuscito a mantenere la posizione prona prolungata; è quindi stato necessario effettuare una biopsia incisionale. In un altro caso di discite si è potuto fare diagnosi solo con esame colturale in quanto, per l'esame istologico, il materiale prelevato non era sufficiente.

In 88 casi tale metodica è stata l'unico trattamento cruento a cui è stato sottoposto il paziente. Infatti, a seguito dell'ago-biopsia, in 40 spondilodisciti è stato sufficiente un trattamento incruento con busto, riposo a letto ed antibiotico-terapia per arrivare alla guarigione (in ventiquattro è stato possibile isolare un germe ed effettuare un'antibiotico-terapia mirata e otto hanno avuto sollievo immediato dalla decompressione seguente lo svuotamento dell'ascesso).

Quattordici casi di metastasi, 4 di linfoma e 2 di plasmacitoma, completamente amielici, sono stati trattati con radio- e/o chemio-terapia.

Due casi di granuloma eosinofilo sono stati infiltrati, con steroidi, subito dopo la biopsia, con risoluzione dell'osteolisi in meno di un mese. Otto angiomi vertebrali aggressivi sono stati embolizzati con risoluzione completa della sintomatologia.

In 6 casi l'ago-biopsia ha mostrato tessuto osseo rimaneggiato, verosimilmente esito di passati traumi: in questi pazienti l'osservazione a distanza ha confermato l'assenza di lesioni evolutive.

In 12 casi di metastasi solitaria, in 8 pazienti affetti da Sarcoma primitivo, in 6 TCG e in 4 tumori benigni (neurinoma e displasia fibrosa) è stato possibile effettuare resezione in blocco della lesione.

Trentaquattro metastasi, 6 disciti tubercolari, 4 linfomi, 4 tumori benigni (TCG e angioma), 4 plasmacitomi mielici, 2 cisti da Echinococco e 2 angiomi aggressivi paretizzanti sono stati decompressi e stabilizzati con apposito strumentario.

Sei Osteoblastomi, 4 tumori benigni, 2 sarcomi, 2 metastasi e 2 casi di osteoma osteoide sono stati escissi con successo.

Due angiomi sono stati solo stabilizzati con apposito strumentario.

Una frattura patologica in cifosi, per uno pseudotumore di L5, in un soggetto affetto da S. di Ehlers Danlos, è stata corretta e stabilizzata.

I rimanenti casi non si è ritenuto opportuno trattarli.

La frattura della parete mediale del peduncolo ha causato un'invasione nel canale midollare da parte dell'ago, in un paziente affetto da un sospetto angioma aggressivo di T12, durante l'esecuzione della biopsia, con conseguente paraparesi acuta da shock midollare. Il deficit neurologico è gradualmente e completamente regredito nell'arco di 60 minuti. Il Paziente è stato comunque operato in urgenza per una decompressione ed ispezione delle strutture neurologiche, apparse integre, con recupero neurologico completo. È stata quindi eseguita la biopsia a cielo aperto che ha mostrato trattarsi di emangioendoteloma. Il paziente è stato poi sottoposto a vertebrectomia: a 42 mesi dall'intervento non vi sono segni di malattia.

In 56 Pazienti, immediatamente dopo avere eseguito l'agobiopsia, si è avuto un repentino miglioramento della sintomatologia attribuibile alla momentanea decompressione. I restanti casi, sempre nell'immediato periodo post-ago-tac, non hanno lamentato né miglioramento né peggioramento della sintomatologia dolorosa.

DISCUSSIONE

Dal 1935 ad oggi sono state proposte varie metodiche per l'esecuzione di biopsie vertebrali a "cielo coperto", utilizzando per lo più, come guida, un normale tubo radiogeno collegato ad una catena televisiva¹.

Il controllo mediante TC consente di minimizzare gli ostacoli tecnici: la scelta del punto d'introduzione e della direzione da dare allo strumento per identificare ed evitare strutture poste sulla traiettoria della lesione, utilizzando anche direzioni differenti in tempi successivi, richiede un notevole grado di precisione, difficilmente ottenibile con altri sistemi radiologici di mira³⁻⁵⁻¹⁴. La necessità di mantenere il paziente in posizione prona è invece un punto a sfavore, rappresentando una seria difficoltà in pazienti gravemente defedati, anziani, o affetti da problemi ventilatori.

Le probabilità di successo sono legate all'acquisizione di un campione rappresentativo della lesione: vanno evitate quindi le aree di tessuto necrotico, colliquato o reattivo e a questo fine risulta decisivo poter scegliere, tramite le scansioni TC e la densitometria, la zona da cui effettuare il prelievo.

L'uso dell'ago-biopsia nelle lesioni neoplastiche della colonna vertebrale, rispetto alla biopsia incisionale, ci ha fornito vantaggi più cospicui che in altre sedi. Infatti il prelie-

vo di tessuto a cielo aperto può richiedere un intervento di entità non trascurabile (ad esempio: una costo trasversectomia in caso di interessamento dei corpi vertebrali dorsali, oppure una lombotomia in caso di osteolisi lombare); inoltre, spesso, si devono trattare soggetti di età medio-avanzata, con sospette lesioni metastatiche, nei quali all'accertamento istologico farà seguito in genere un trattamento palliativo: è dunque indicato evitare un gesto chirurgico sproporzionato ai benefici che ne possono derivare.

La possibilità di utilizzare un ago grosso per la biopsia, ci ha consentito di ottenere una quantità di materiale sufficiente per permetterci di fare diagnosi istologica e colturale con un unico prelievo nel 100% dei casi¹⁹. Dalla revisione della letteratura si evince che la biopsia effettuata con un ago sottile, presenta invece una percentuale di fallimento di diagnosi (al primo tentativo) di circa il 20% per insufficienza di materiale prelevato¹³⁻¹⁶⁻²⁰.

Bisogna, comunque, ricordare che, dal punto di vista oncologico, l'ematoma è un evento sfavorevole, in quanto può significare una possibile disseminazione di cellule neoplastiche. Non essendo nota la diagnosi, prima di eseguire la biopsia, bisogna ipotizzare sempre che potrebbe trattarsi di un tumore primitivo, che deve essere asportato in blocco, includendo nella resezione anche il tramite biotico, probabilmente contaminato; quindi, quando possibile, è preferibile eseguire la biopsia attraverso il peduncolo⁴⁻⁸⁻¹⁵⁻¹⁶.

Anche nei casi di spondilo-discite passando attraverso il peduncolo della vertebra sottostante al disco interessato, ed orientando l'ago verso l'alto si giunge facilmente nella lesione (Fig. 5). Naturalmente quando la diagnosi di discite, in base agli esami previamente eseguiti, è praticamente certa, ed è necessario svuotare un ascesso nei tessuti molli, si può ovviare a tale regola.

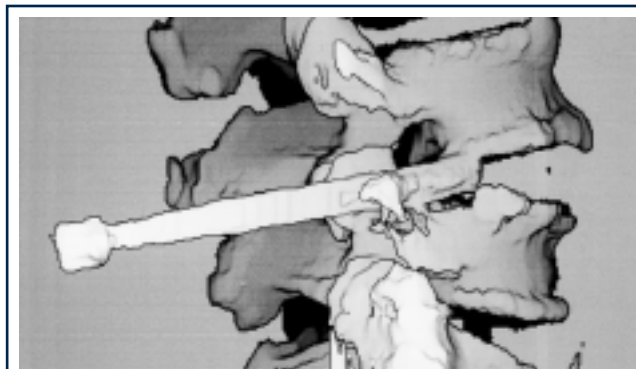


Fig. 5. Ricostruzione 3D di L4-L5: ago trans-peduncolare orientato verso l'alto.

Per contro, in caso di frattura patologica con schiacciamento del soma, l'ago attraverso il peduncolo, può essere orientato in basso per eseguire un prelievo utile (Fig. 6). Le complicazioni più importanti e frequenti sono di tipo neurologico in quanto, sia con accesso transpeduncolare sia con quello extrapeduncolare, l'ago passa molto vicino al canale midollare. In secondo piano, ma certamente non meno gravi, sono le complicanze di tipo vascolare, più rare. I grossi vasi (aorta e cava) e i plessi peridurali possono essere erronei bersagli dell'ago da biopsia.

Per questi motivi tale procedura va eseguita in centri specializzati e soprattutto attrezzati con sale operatorie sempre a disposizione per un eventuale intervento chirurgico d'urgenza per decomprimere le strutture neurologiche e riparare lesioni vascolari.



Fig. 6-A. Plasmacitoma del corpo vertebrale di T6 in soggetto di 45 anni.

CONCLUSIONI

L'ago-biopsia TC-guidata è, a nostro avviso, il mezzo migliore, a nostra disposizione, per ottenere la diagnosi di una lesione, a livello dello scheletro assiale toraco-lombare, in maniera rapida e poco traumatica. Nei nostri casi la diagnosi si è ottenuta sempre, senza complicazioni (eccetto per il caso precedentemente descritto) ed in un'alta percentuale di casi tale intervento è stato l'unico trattamento cruento.

Questa metodica costituisce la tecnica da noi preferita perché presenta i seguenti vantaggi: si esegue in anestesia locale; vi è la possibilità di poter colloquiare con il Paziente e quindi di sapere, in tempo reale, se vi sia una sensazione di compressione o di aspirazione/decompressione; è sufficiente il ricovero in "Day-Surgery"; si pratica con incisione inferiore a 0,5 cm (per la sutura si utilizzano solo 2 "cerottini di avvicinamento"); permette il prelievo di una "carota" di tessuto integra nel suo contesto; utilizza un tramite bioptico facilmente escidibile (nell'eventualità di dover eseguire, in un secondo tempo, un intervento con margini di resezione adeguati); la difficoltà d'esecuzione è indipendente dalla massa adiposa e/o muscolare del paziente.

Gli svantaggi rispetto alla biopsia "incisionale" sono: posizione scomoda del paziente (decubito prono) per un periodo che a volte può superare i 60 minuti e pertanto la possibilità di esecuzione è legata all'età ed al carattere del paziente; è da sconsigliarsi quando la lesione è localizzata nell'arco posteriore poiché è più agevole una piccola incisione; il paziente viene sottoposto a radiazioni ionizzanti (anche se, in ogni caso, una TC preoperatoria è d'obbligo in qualsiasi lesione prima dell'esecuzione di una biopsia); è difficile da eseguirsi a livello del rachide cervicale. Di solito, a livello cervicale, preferiamo valuta-

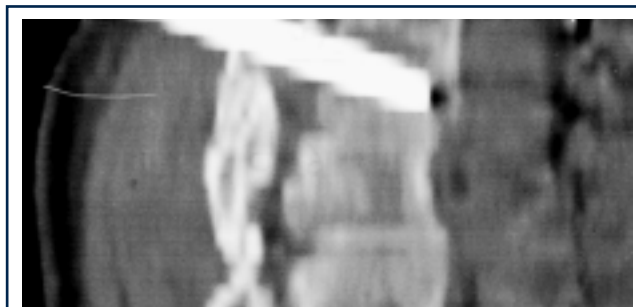


Fig. 6-B. Agobiopsia di T6 con ago trans-peduncolare orientato verso il basso.

re la biopsia al congelatore e cioè “per estemporanea”, e quindi, se possibile e necessario, proseguire nell’intervento definitivo.

Nel prossimo futuro abbiamo intenzione di utilizzare un braccio meccanico computerizzato collegato all’apparecchio TC (Pin-Point) che sostituirà le procedure di calcolo indirizzando l’ago nel punto desiderato e riducendo le possibilità di errore umano.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Ottolenghi CE. *Aspiration biopsy of the spine. Technique for the thoracic spine and results of twenty-eight biopsies in this region and overall results of 1050 biopsies of other spinal segments.* J Bone Joint Surg 1969;51-A:1531-44.
- ² Mankin HJ. *Lange TA, Spanier SR.: The hazards of biopsy in patients with malignant primary bone and soft-tissue tumors.* J Bone Joint Surg 64:1121-7.
- ³ Bernardi L, Castellan L. *La biopsia vertebrale percutanea.* Radiol Med 1995;89:831-4.
- ⁴ Stringham DM, Hadjipavlou A, Dzioba RB, Lander P. *Percutaneous transpedicular biopsy of the spine.* Spine 1994;19:1985-91.
- ⁵ Metzger CS, Johnson D, Donaldson WF III. *Percutaneous biopsy in the anterior thoracic spine.* Spine 1993;18:374-8.
- ⁶ Langher-Cherbit A, Chemla N, Vacherot B, Dupont AM, Godefroy D, Chevrot. *Intérêt et résultats de la biopsie osseuse profonde rachidienne radioguidée.* J Radiol 1994;75:603-8.
- ⁷ Babu NV, Titus VTK, Chittaranjan S, Abraham G, Prem H, Korula RJ. *Computed Tomographically Guided Biopsy of the Spine.* Spine 1994;19:2436-2442.
- ⁸ Ippolito V. *CT-guided percutaneous trochar-biopsy of the spine.* Chir Organi Mov 1998;83:7-13.
- ⁹ Frager DH, Goldman MJ, Seimon L, Elkin CM, Cynamon J, Schreiber K, et al. *Computed tomography guidance for skeletal biopsy.* Skeletal Radiol 1987;16:644-6.
- ¹⁰ Murphy WA. *Radiologically guided percutaneous musculoskeletal biopsy.* Orthop Clin North Am 1983;14:233-41.
- ¹¹ Brugieres P, Revel MP, Dumas JL, Heran F, Voisin MC, Gaston A. *CT-guided vertebral biopsy. A report of 89 cases.* J Neuroradiol 1991;18:35-9.
- ¹² Renfrew DL, Whitten CG, Wiese JA, el-khoury GY, Harris KG. *CT-guided percutaneous transpedicular biopsy of the spine.* Radiology 1991;180:574-6.
- ¹³ Laredo JD, Chevrot A, Godefroy D, Auberge TH, Leblanc G, Bard M, et al. *La ponction-biopsie disco-vertébrale radioguidée.* Encyclopedie Medico-Chirurgicale (Paris, France), Radiodiagnostic I 1986;30660:10.
- ¹⁴ Carson HJ, Castelli MJ, Reyes CV, Gattuso P. *Fine needle aspiration biopsy of vertebral body lesions: cytologic, pathologic, and clinical correlations of 57 cases.* Diagn Cytopathol 1994;11:348-51.
- ¹⁵ Ward JC, Jeanneret B, Oehlschlegel C, Magerl F. *The value of percutaneous transpedicular vertebral bone biopsies for histologic examination. Results of an experimental histopathologic study comparing two biopsy needles.* Spine 1996;21:2484-90.
- ¹⁶ Jelinek JS, Kransdorf MJ, Gray R, Aboulaflia AJ, Malawer MM. *Percutaneous transpedicular biopsy of vertebral body lesions.* Spine 1996;21:2035-40.
- ¹⁷ Kang M, Gupta S, Khandelwal N, Shankar S, Gulati M, Suri S. *CT-guided fine needle aspiration biopsy of spinal lesions.* Acta Radiol 1999;40:474-8.
- ¹⁸ De Cassin P, Genre CH, Rouleau PH, Allison D, Dupuy J, Antonioz PH, et al. *Ponction biopsie osseuse percutanée au trocart. A propos de 60 observations.* J Radiol 1985;451-7.
- ¹⁹ Tikkakoski T, Lahde S, Puranene J, Apaja-Sarkkinen M. *Combined CT-guided biopsy and cytology in diagnosis of bone lesion.* Acta Radiol 1992;33:225-9.
- ²⁰ Mondal A, Misra DK. *CT-guided needle aspiration cytology (FNAC) of 112 vertebral lesion.* Indian J Pathol Microbiol 1994;37:255-61.