

山田圭輔

13-1. 経皮的椎体形成術

1. はじめに

経皮的椎体形成術 (percutaneous vertebroplasty : PVP) は、椎体腫瘍 (原発性、転移性) に対して、X 線透視、CT あるいは CT 透視下に経皮的に椎体を穿刺して、椎体内に骨セメントを注入することで除痛を得るインターベンショナルラジオロジー (IVR) 治療である¹⁻⁵⁾。

多くのがん腫は経過中に骨に転移するが、椎体転移により生じる体動時痛はオピオイドの内服でも除痛が難しい場合がある。これらの症例に対して、放射線外照射が広く行われているが、除痛効果発現までに時間 (2~4 週) を要する。PVP では、放射線外照射よりも早く除痛 (2~3 日) が得られることが特徴である^{1,2,4,5)}。

2. 鎮痛原理

鎮痛機序は未だ明らかになっていないが、セメント製剤による骨強度の補強、微細な骨折の予防、骨セメントの重合熱や化学毒性による末梢での侵害入力遮断などが考えられている^{1,2,4-6)}。

3. 適応と禁忌

1) 痛みの種類

椎体腫瘍 (原発性、転移性) による骨脆弱性が原因の痛みが適応になるが、椎体腫瘍が神経根や脊髄を圧迫することで生じる痛みに対しては無効であり、適応にならない^{1,2,4,5)}。

2) 痛みの強さ

PVP は、薬物治療により鎮痛が困難な椎体腫瘍による体動時痛が適応である。

3) 痛みの部位

胸椎および腰椎が対象になることが多く、仙椎にも行うことができる。頸椎では手技がやや難しく注意を要する^{4,5)}。

4) 放射線外照射と比較して PVP がより良い適応になる症例

PVP では、放射線外照射よりも速やかに除痛が得られることから、脊柱管面や椎間孔面の骨皮質が保たれ、神経障害をきたしていない症例では、PVP を第一選択としてよい。PVP と放射線外照射を併用することも可能である⁴⁾。

5) PVP の実施に慎重を期すべき症例と相対的禁忌

椎体の破壊が進み、椎体の扁平化している症例では、穿刺が難しく、骨セメントが漏出しやすい。1 回に処置を行える椎体数は 3 椎体までとされている。脊柱管面の骨皮質が破壊されている症例では、セメント注入後に脊髄障害を生ずる危険性が大きく、相対的禁忌である。また、脊椎炎などの活動性感染病変を有する場合は禁忌である^{1,4,5)}。

6) 身体状態および余命

処置時の腹臥位を維持できることが必要である。予後予測が4週間以上あることが望ましい。

4. 症 例

1) 症例1：椎体転移による体動時痛の軽減に有効であった症例

60歳代、男性。X年に、下顎歯肉がんにに対して腫瘍切除術が行われた。X+1年に第2腰椎に転移し、体動時の著明な腰痛を生じた。PVPは、局所麻酔下にX線CT透視を用いて行った。経椎弓根的に骨生検針を椎体内に進め、骨セメント7.5mlを注入した。翌日には、歩行も容易になり、3日後には第2腰椎周囲の痛みはNRS(0~10)で10から0になった。13週後に亡くなるまで効果は持続した。

コメント：椎体腫瘍による骨脆弱性の痛みに対してPVPを施行し、3日以内に痛みが消失した。PVPが有用であった典型的な症例であった。

2) 症例2：放射線外照射後に再発した体動時痛に対しても有効であった症例

50歳代、女性。X年に、左肺がんに対し化学療法が行われた。X+1年に、第2胸椎と第1腰椎の転移性椎体腫瘍による腰背部痛に対して、放射線外照射が行われたが、7カ月後に同部位の腰背部痛が再発し、歩行や起き上がることが困難になった。放射線再照射は困難と考え、PVPを予定した。

PVPは、局所麻酔下にX線透視CTを用いて行った。第1腰椎では、経椎弓根的に骨生検針を椎体内に進め、骨セメント4mlを注入し、第2胸椎には骨セメント1mlを注入した。

PVPの当日から痛みは軽減し、2日後には歩行や起き上がりが痛みなく可能になった。3日後には第2胸椎および第1胸椎周囲の痛みは、NRSで7から2、4から0に各々低下した。

コメント：本症例のように、放射線外照射後に椎体腫瘍による痛みが再発する症例を時々経験する。放射線再照射が困難でもPVPが有用な場合がある。

5. 合併症

システマティックレビューに取り上げられた30研究、987症例の中で5症例(0.5%)の死亡例が報告されている³⁾。また、重篤な合併症として、除圧術を必要とした脊髄障害や骨セメントによる肺塞栓(症状を呈したもの)が2%に生ずると報告されている³⁾。

1) 死亡症例^{3,7-9)}

5症例の死亡例の内訳は、1症例が骨セメントによる肺塞栓、2症例が緊急除圧術後の敗血症、2症例が全身麻酔後の感染症(1症例は誤嚥性肺炎、1症例は術前より多発転移のため悪液質状態であった)であった。

2) 脊髄障害^{1,3,7,10)}

骨セメント注入により脊髄障害をきたし、除圧術を必要とした症例が12症例(1.2%)あった³⁾。椎体後面の骨破壊が著しい症例では、脊柱管内への骨セメン

ト漏出や腫瘍の突出による脊髄圧迫が生じやすいことが考えられる。一方で椎体後面の骨破壊がなくても、椎体静脈を介して脊柱管内にセメントが漏出することもあり注意が必要である⁴⁾。

3) 骨セメントによる静脈塞栓症^{3,8-10)}

症状を有する下肢の深部静脈塞栓が1症例、肺塞栓が3症例(0.3%)で報告されている。死亡に至ることもあり、注意を要する。

4) 神経根障害^{3,8,10)}

骨セメント注入により神経根障害をきたすことがある。頻度は明らかでない。

5) その他^{3,7,8,10)}

PVP術後に血腫が形成されることがあり、1症例で血腫除去術を行った⁸⁾。血気胸を生じた症例が1症例ある¹⁰⁾。

6. 臨床質問

CQ22：経皮的椎体形成術(PVP)は、薬物治療で治療が困難な痛み¹⁾に有用か？

これまでに薬物治療困難の症例に限定した報告はない。薬物療法に関する記載は不十分であるが、国外の後ろ向きの症例対象研究では、60～90%前後の有効率が報告されている^{7,9,10)}。国内からの報告でも、67%の著効率、28%の有効率(合わせて95%の奏効率)が報告されている⁴⁾。

国内で行われた多施設共同臨床研究による前向き研究²⁾では、胸椎または腰椎椎体の有痛性腫瘍を対象とし、PVPによる鎮痛効果は70%(95%信頼区間53～84%)の症例に認められ、効果出現の中央値は1日、平均2.4日と速効性が証明された。また、重篤な合併症は認めておらず、手技に習熟した医師による施行で安全に行えることも示された。

放射線外照射では除痛に2～4週を要することから、速効性を有するPVPの臨床的意義は大きいと考えられる。

エビデンスレベル III

推奨度 B

7. おわりに

近年のPVPでは、圧迫骨折をした椎体内に専用のバルーンを膨らませて、スペースを確保してから骨セメントを注入する手法(kyphoplasty)も行われるようになってきている¹¹⁾。悪性腫瘍による椎体圧迫骨折に対するPVPでは、骨粗鬆性椎体骨折に対するPVPよりも高い頻度で重篤な合併症が生じることが知られている。PVPの適応判断と手技に関しては、十分な見識と経験のある医師が関与するべきである。

参考文献

- 1) Cotten A, Boutry N, Cortet B, et al: Percutaneous vertebroplasty: State of the art. Radiographics 18: 311-320, 1998
- 2) Kobayashi T, Arai Y, Takeuchi Y, et al: Japan Interventional Radiology

- in Oncology Study Group (JIVROSG). Phase I/II clinical study of percutaneous vertebroplasty (PVP) as palliation for painful malignant vertebral compression fractures (PMVCF): JIVROSG-0202. *Ann Oncol* 20: 1943-1947, 2009
- 3) Chew C, Craig L, Edwards R, et al: Safety and efficacy of percutaneous vertebroplasty in malignancy: A systematic review. *Clin Radiol* 66: 63-72, 2011
 - 4) 小林 健: CT 透視法を利用した骨転移に対する経皮的椎体形成術. *IVR 会誌* 21: 197-200, 2006
 - 5) 竹内義人: 骨転移痛に対する経皮的椎体形成術 (骨セメント). *ペインクリニック* 33: 1379-1389, 2012
 - 6) Hadley C, Awan OA, Zoarski GH: Biomechanics of vertebral bone augmentation. *Neuroimaging Clin N Am* 20: 159-167, 2010
 - 7) Tseng YY, Lo YL, Chen LH, et al: Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of pain induced by metastatic spine tumor. *Surg Neurol (Suppl)*: 78S-83S, 2008
 - 8) Barragán-Campos HM, Vallée JN, Lo D, et al: Percutaneous vertebroplasty for spinal metastases: Complications. *Radiology* 238: 354-362, 2006
 - 9) Martin JB, Jean B, Sugiu K, et al: Vertebroplasty: Clinical experience and follow-up results. *Bone* 25 (Suppl): S11-S15, 1999
 - 10) Calmels V, Vallée JN, Rose M, et al: Osteoblastic and mixed spinal metastases: Evaluation of the analgesic efficacy of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol* 28: 570-574, 2007
 - 11) Kassamali RH, Ganeshan A, Hoey ET, et al: Pain management in spinal metastases: The role of percutaneous vertebral augmentation. *Ann Oncol* 22: 782-786, 2011

13-2. 経皮的椎体形成術：施行法

経皮的椎体形成術 (percutaneous vertbroplasty: PVP) は、X 線透視、あるいは CT 透視下に椎体を穿刺し、骨セメントを注入する手技である。骨セメントを安全に漏出なく注入することが重要である。

1. 施行場所

X 線透視装置を使用できる部屋で行う。

2. 必要な器具

1) 骨セメント注入針

11~13G の骨生検針が用いられる。

2) 骨セメント

X 線透視下に行う場合には、椎体形成術用の骨セメント (透視下でのセメント視認性を向上させるため、30% 以上のバリウムなどの混入したもの) を使用する。CT 透視下に行う場合には、骨セメント単独製剤でも良好に視認できるため、バリウム製剤の添加は不要である。

3. 術前準備

特に準備するものはない。

4. 施行の実際（図 1，図 2）

1) 術中患者管理

PVPを行う椎体の数にもよるが，施行に1時間程度を要し，その間は腹臥位を維持して，大きく動かないようにする必要がある．通常は，局所麻酔下に行われる．心電図，血圧計，パルスオキシメーターを装着する．

2) 患者の体位

腹臥位で行う．



図 1 PVP 施行法

患者を腹臥位とし，X線CT透視下に骨セメント注入針を穿刺している。

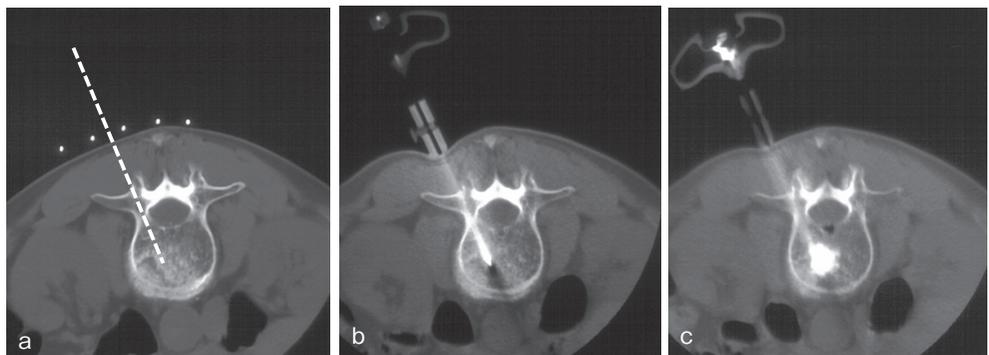


図 2 CT透視下でのPVP

- a：穿刺ルートの決定．点線で示したように経椎弓根のルートを決定する．
- b：穿刺針の刺入．局所麻酔下に骨セメント注入針を椎体前方に進める．
- c：骨セメントの注入．骨セメントの漏出がないかをCT透視下で確認しながら注入する．

3) 穿刺ルートの決定

X線透視あるいはCTで目的椎体を確認し、穿刺ルートを決定する。原則として経椎弓根的ルートで挿入する。

4) 穿刺針の刺入

穿刺ルートに沿って、皮下より骨膜までカテラン針を用いて局所麻酔薬を投与する。X線透視あるいはCT透視下に、骨セメント注入針を目的椎体の椎体腹側1/3～1/4まで挿入する。

5) 骨セメントの注入

X線透視下あるいはCT透視下に骨セメントをゆっくり注入する。脊柱管内や骨外に骨セメントの漏出が確認された場合には、ただちに注入を止める。骨セメントの漏出がない場合には、十分に骨セメントが分布したと判断した時点で注入を止める。注入中は、血圧やパルスオキシメーターの値、患者の様子に異変がないかを十分に注意して行う。

6) 穿刺針の抜去

骨セメント注入針を椎弓根まで引き抜き、穿刺ルートへの骨セメントの逆流がないことを確認して、注入針を抜去する。骨セメントの分布と漏出をCTで確認する。

5. 術後管理

術後2時間は仰臥位で安静とする。特に脊髓障害の出現に注意する。

参考文献

- 1) 香田 渉, 小林 健, 南 哲弥, 他: 骨腫瘍に対する経皮的椎体形成術の現況と最前線. 映像情報 Medical 41:608-612, 2009
- 2) 竹内義人: 骨転移痛に対する経皮的椎体形成術(骨セメント). ペインクリニック 10:1379-1389, 2012