



今回紹介させて頂く2つの論文は、いずれも経皮的椎体形成術percutaneous vertebroplasty (PVP) で問題視されているセメント漏出の原因と考えられている椎体内圧に関する動物実験の報告である。一つは、椎体転移におけるセメント注入時の椎体内圧上昇、他方はセメント注入の為にスペースを事前にバルーンで拡げながらセメントを注入するballoon kyphoplasty (BKP) とPVPの椎体内圧上昇の比較についての報告である。

これら2つの論文を紹介した理由は、転移性脊椎腫瘍に対するPVPの保険適応によるPVPの普及に向けた警鐘という意味合いを込めている。PVPはBKPと異なり局所麻酔で短時間に多椎体を治療でき、患者および術者に負担が小さく有用性が高い治療法である。一方、BKPより劣る点としては、セメント注入時の椎体内圧上昇幅がBKPより大きく、セメント漏出頻度が高いとされている。著者らは、2003年春よりPVPを導入し、椎体転移に対しても90例以上施行している。これまでの椎体転移に対するPVPの印象としては、注入したセメントは腫瘍内には流入しにくく、周囲の海綿骨内に流入する。また骨粗鬆症性圧迫骨折に比べセメントが漏出し易いという2点が挙げられる。今回の2つの実験報告によりその理由が理解でき、今後PVPを導入する術者にとって為になる論文と考える。

Reidy D, Ahn H, Mousavi P, Finkelstein J, Whyne CM.
A biomechanical analysis of intravertebral pressures during vertebroplasty of cadaveric spines with and without simulated metastases. *Spine (Phila Pa 1976)*. Jul 15 ; 28(14) : 1534-1539, 2003

目的

椎体形成術の主な合併症としてセメント漏出に伴う神経根障害、脊髄圧迫、塞栓現象が挙げられる。合併症は骨粗鬆症1.3%、血管腫2.5%に対して溶骨性転移病変10%と高頻度である。その原因として転移病変

のある椎体ではセメント注入時の圧がより上昇しているのではないかと仮説を立てた。本studyの目的は溶骨性転移のある椎体に対するPVP中の椎体内圧を比較することである。

方法

7人の凍結死体(80.5±8.97歳)から得た17椎体を用いた。

10椎体(腰椎7, 胸椎3)は通常椎体:intactとして、7椎体(腰椎4, 胸椎3)は溶骨性転移病変モデル:simulated lytic lesionとして利用した。溶骨性転移病変モデルは椎体中心部の海綿骨を15%ほど除去し、腫瘍組織を埋め込んで作成した。

片側椎弓根アプローチで椎体前方1/3を穿刺し、Simplex Pセメントを3ml/分の速度で注入した。対側椎弓根からは椎体後方1/3の位置に圧モニターを挿入した。セメント量、注入圧力、および椎体後部での椎体内圧を記録した。手技後、椎体を切断し、セメントの充填、分布、漏出を評価した。

結果

年齢、椎体サイズ、骨密度、セメント量にグループ間の有意差はなかった。溶骨性転移病変モデルではセメント注射時の椎体内最大圧は平均39.7kPaであり、通常椎体での平均椎体内圧6.8kPaと比較して有意に高かった($P < 0.05$)が、分散が大きい。また、椎体サイズが小さいほど椎体内圧が高いという相関が見られた($r^2 = 0.71$: intact, $r^2 = 0.43$: tumor)。骨密度と椎体内圧に相関は見られなかった。

注入圧力に2群間の差はなかった(510N vs. 569N)。注入圧力と椎体内圧に相関は見られなかった。

溶骨性転移病変モデルの切断標本では腫瘍組織がセメント周囲へ押しやられていた。

考察

椎体内圧は転移性病変モデルで6倍高かった。溶骨性病変は空洞ではなく腫瘍組織が存在することに留意しなければならない。圧上昇の原因としては、腫瘍組織の粘性が骨髄よりも高いこと、多孔性小柱網trabecular networkの抵抗性、あるいは両者によって水力学的透過性が低下していることが考えられる。圧の分散は2群ともに大きく、腫瘍の存在が要因ではないと考えられる。

動物実験の報告で長幹骨の骨髄内圧が27kPa(ヒツジ)、20kPa(イヌ)を超えると脂肪塞栓が起こることが示されている。本studyの溶骨性病変モデルでの圧は塞栓現象を起こすのに十分である。

結論

PVPにおける椎体内圧は溶骨性病変モデルで通常モデルより上昇した。その圧は塞栓現象を起こすのに十分である。

Weisskopf M, Ohnsorge JA, Niethard FU. Intravertebral pressure during vertebroplasty and balloon kyphoplasty : an in vitro study. Spine (Phila Pa 1976). Jan 15 ; 33(2) : 178-182, 2008

目的

Vertebroplasty (以下VP) ではBKPと比較してセメント漏出が6倍高いと言われている。原因としてPolymethylmethacrylate (PMMA) 注入時の椎体内圧が上昇していることがしばしば挙げられている。しかし実際に椎体中心部の圧の差異についてはよく知られていない。本studyの目的はVPとBKPにおけるセメント注入時の椎体内圧を評価することである。

方法

8体(男性4, 女性4, 平均78.3歳)の死体腰椎を用いた。経椎弓根アプローチで穿刺した。圧力センサーを直接側方から椎体中心部(穿刺針から1cm以内)に留置した。VPサブグループでは1.5mlずつ全部で6mlのPMMAを注入した。BKPサブグループでは4mlまでのバルーン拡張の後に1.5mlずつ全部で6mlのPMMAを注入した。室温は20℃, セメント混和から注入までを6分, 注入速度を0.1ml/秒と統一した。

結果

骨セメントの最初の1.5ml注入時の椎体内圧はVP群18.5 kPa, BKP群1.2 kPa, 2回目では34.9 kPaと3.4 kPa, 3回目では53.0 kPaと14.8 kPa, 4回目では56.6 kPaと25.5 kPaだった。

考察

最初2回の注入時では特にVP群の圧がBKP群の15.45倍, 10.26倍と著明に高い。BKP群ではバルーンによってcavityが作成されているからだろう。BKP群

の最初の2回ではピーク圧の4.7%および13.3%までにしかならない。さらに後半2回の注入では圧が鋭敏に上昇する。これは注入量がcavity容量を超える, つまり過量注入を反映していると思われる。

Limitationとしては注入速度が用手的であるため正確とは言えない。また生理的な血流および血圧の影響を測れていない。

結論

死体脊椎を用いて測定したセメント注入時の椎体内圧上昇はBKP群の方がVP群よりも低かった。BKPグループの記録では空洞に過量注入されたときに椎体内圧が相対的に増加した。

コメント

椎体病変モデルの作成を含め実験データの精度についてやや疑問が有るが, その結果については明確である。PVPにおいて, 椎体転移病変モデルのセメント注入時の椎体内圧上昇は, 通常椎体の6倍に達する。またBKP群に比べ10倍から15倍に内圧が上昇する。一般にPVPはBKPに比べセメント漏出率は6倍高いと言われており, 実験結果より内圧上昇が原因の一つであることは明らかであろう。確かにこれまでの骨粗鬆性圧迫骨折に対するPVPの報告では, セメント漏出による重篤な合併症は極めて低い。しかし, 腫瘍性骨病変に対するPVPでは, 実験結果が示すようにセメント漏出がさらに高い頻度で発生する可能性がある。従って合併症について十分注意しながら手技を行う必要がある。現時点での対策としては, 過剰なセメント量の注入を避ける, 2針法により一方から除圧しながら他方より注入する, などの方法が考えられる。まずは術者の認識が重要であり紹介した論文に目を通して頂ければ幸いである。