

学位論文内容の要旨

論文提出者氏名	論文審査担当者
納田真也	主査教授 佐浦 隆一
	副査教授 上田 晃一
	副査教授 大槻 勝紀
	副査教授 島原 政司
<p>主論文題名</p> <p>Adjacent vertebral body fracture following vertebroplasty with polymethylmethacrylate or calcium phosphate cement －Biomechanical evaluation of the cadaveric spine－ (PMMA あるいは CPC を用いた椎体形成術後の隣接椎体骨折 －屍体標本による生体力学的検討－)</p>	
学位論文内容の要旨	
<p>《研究の目的》</p> <p>骨粗鬆症性脊椎椎体圧迫骨折に対し、polymethylmethacrylate (PMMA) を使用した椎体形成術が行われている。これは PMMA を骨折椎体に注入し整復固定するものであり、術直後から除痛が得られ早期離床が可能になる。しかし、PMMA には骨伝導能がないために新生骨形成がない、あるいは同材料が椎体外に漏出した際の発熱反応による神経損傷などの問題がある。最近、PMMA に代わり、重合熱がほとんどなく骨親和性と生体活性を有する calcium phosphate cement (CPC) を使用した椎体形成術も施行されるようになってきた。しかし強度的には PMMA の方が優っており、いずれの骨充填材料も周術期以降の合併症として、隣接椎体の新たな骨折の発生が指摘されている。</p> <p>本研究の目的は、屍体胸腰椎標本を用いて椎体圧迫骨折モデルを作成し、PMMA あるいは CPC を用いて椎体形成術を行い、両者の補強効果と隣接椎体骨折について生体力学的に比較検討することである。</p>	

《方 法》

解剖実習用ホルマリン固定人体標本 24 体から胸腰椎 (T₉–L₂)を一塊に採取し、単純 X 線撮影にて圧迫骨折がないことを確認した。標本を 2 群 (P 群と C 群)に分け、各標本について T₉ 椎体と脊柱単位(T₁₀–L₂)に分離し、各椎体の骨密度を DEXA 法にて測定した。採取した脊柱からは傍脊柱筋のみを切除し、棘突起、棘上靭帯、棘間靭帯、椎間関節、椎間板は温存した。

椎体骨折モデルを作成するために、脊柱単位の T₁₂ 椎体前面中央部にノミにて骨切り後、T₁₂ の椎弓根に骨孔を作成し、椎体の内部を経椎弓根的に搔爬した。T₁₂ 椎体内には、P 群には PMMA、C 群には CPC を注入して注入量を記録した。単純 X 線撮影を行い脊柱単位の後弯角を計測した。力学試験機を用いて T₉ 椎体に圧迫負荷を加え T₉ 椎体の破断強度を測定した。次に、椎体形成術後の脊柱単位にいずれかの椎体が骨折するまで圧迫負荷を加え、破断強度と骨折した椎体の高位を調べた。力学試験機は、5mm/min の負荷速度で圧迫を加え、荷重–変形曲線の最初の頂点を破断点として破断強度を測定した。

《結 果》

脊柱単位の各椎体の骨密度および T₉ の破断強度は、P 群と C 群間において有意な差を認めなかった。骨セメントの注入量と脊柱単位の後弯角は、2群間において差は有意でなかった。椎体形成術後の破断強度は、P 群では 1774.8±672.3N、C 群では 1501.2±556.5N であり2群間の差は有意でなかった。破断した椎体の高位は P 群では T₁₀ が 2 標本、T₁₁ が 8 標本、L₁ が 2 標本であり、隣接上位椎体により多くみられた。一方、C群では T₁₀ が 1 標本、T₁₁ が 2 標本、T₁₂ が 8 標本、L₁ が 1 標本であり、隣接椎体での骨折は少なく T₁₂ 形成術後椎体が再骨折する例が多かった。

《考 察》

PMMA を使用した椎体形成術後の隣接椎体骨折は、臨床的には 17.6%～36.8%の

発生率であると報告されている。その理由として、PMMA による形成術後椎体は、本来の椎体より力学的に強固なため隣接椎体骨折が発生するとされている。

本研究では、生体内での状況に近づけるため、後方要素を温存し、かつ 5 椎体からなる脊柱単位の中央椎体に圧迫骨折モデルを作成し、PMMA あるいは CPC を使用した椎体形成術を行って両群の圧迫強度と再骨折の詳細を比較した。その結果、P 群と C 群の平均破断強度は、両群間に有意な差を認めなかった。

骨折部位については、PMMA を使用した場合は、形成椎体の再骨折は無く、隣接椎体の骨折が 12 例中 10 例にみられ、そのうち 8 例は隣接上位椎体であった。一方、CPC では隣接椎体の骨折は 12 例中 2 例と少なく、形成椎体の骨折を 12 例中 8 例に認めた。臨床的にも CPC による椎体形成術後の隣接椎体骨折の報告は少なく、今回の実験結果からは形成術後椎体が再骨折することで、隣接椎体骨折が少なくなると考えられた。

本研究における、過度の負荷をかけた実験からは、P 群では隣接椎体の新たな骨折を来たし、C 群では形成術後椎体が再骨折しやすいことが明らかになった。しかも、CPC による形成術後椎体は圧潰しながらも時間の経過とともに新生骨へ置換され、経時的に強度や剛性も高くなり骨癒合が得られることが期待されるので、生体にとって強固すぎる PMMA よりも CPC の方が新たな隣接椎体骨折を生じる危険性も低く、骨充填材料としては推奨できることが分かった。

審査結果の要旨および担当者

報告番号	甲 第 号	氏 名	納 田 真 也
論文審査担当者		主 査 教 授 佐 浦 隆 一	
		副 査 教 授 上 田 晃 一	
		副 査 教 授 大 槻 勝 紀	
		副 査 教 授 島 原 政 司	
主論文題名			
Adjacent vertebral body fracture following vertebroplasty with polymethylmethacrylate or calcium phosphate cement －Biomechanical evaluation of the cadaveric spine－ (PMMA あるいは CPC を用いた椎体形成術後の隣接椎体骨折 －屍体標本による生体力学的検討－)			
論文審査結果の要旨			
<p>骨粗鬆症性脊椎椎体圧迫骨折に対し、polymethylmethacrylate (PMMA) を使用した椎体形成術が行われている。これは PMMA を骨折椎体に注入し整復固定するものであり、術直後から除痛が得られ早期離床が可能になる。最近、PMMA に代わり、生体活性を有する calcium phosphate cement (CPC) も使用されるようになったが、いずれの骨充填材料も周術期以降の合併症として、隣接椎体での新たな骨折が指摘されている。</p> <p>本研究は、屍体胸腰椎標本を用いて椎体圧迫骨折モデルを作成し、PMMA あるいは CPC を用いて椎体形成術を行い、両者の補強効果と隣接椎体骨折について生体力学的に比較検討している。</p> <p>解剖実習用ホルマリン固定人体標本 24 体から胸腰椎(T₁₀－L₂)を一塊に採取して2群 (P 群と C 群)の脊柱単位に分け、各椎体の骨密度を DEXA 法にて測定している。T₁₂に椎体骨折モデルを作成し、P 群には PMMA、C 群には CPC を注入して注入量を記録し、単純 X 線像にて脊柱単位の後弯角を計測している。次に、力学試験機を用いて椎体</p>			

形成術後の各脊柱単位にいずれかの椎体が骨折するまで圧迫負荷を加え、破断強度と骨折した椎体の高位を調べている。

脊柱単位の各椎体の骨密度、骨セメントの注入量、脊柱単位の後弯角、椎体形成術後の破断強度は、2群間において差は有意でなかった。破断した椎体の高位は P 群では隣接椎体に多く、C群では隣接椎体での骨折は少なく T₁₂ 形成術後椎体が再骨折する例が多かった。

CPC による形成術後椎体は圧潰しながらも時間の経過とともに新生骨へ置換され、経時的に強度や剛性も高くなり骨癒合が得られることが期待される。本研究結果から、生体にとって強固すぎる PMMA よりも CPC の方が新たな隣接椎体骨折を生じる危険性も低く、骨充填材料としては推奨できることが明らかになった。

以上により、本論文は本学大学院則第 11 条に定めるところの博士(医学)の学位を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

SPINE 34(24): 2613-2618, 2009