

## 学位論文内容の要旨

論文提出者氏名	論文審査担当者
矢津 匡也	主査 教授 阿部 宗昭 副査 教授 上田 晃一 副査 教授 島原 政司 副査 教授 檜 林 勇 副査 教授 富士原 彰
主論文題名 Efficacy of novel-concept pedicle screw fixation augmented with calcium phosphate cement in the osteoporotic spine (リン酸カルシウム骨セメントを併用する横穴付き中空椎弓根スクリューの力学的研究)	
学位論文内容の要旨	
<p>《研究目的》</p> <p>骨粗鬆症例に対して椎弓根スクリューを用いた脊椎後方固定術を行う際、スクリューのゆるみや脱転によって、十分な固定性が得られないことがある。このため、従来からスクリューの改良や刺入方法の工夫がなされてきた。骨セメント(polymethylmethacrylate; PMMA)やリン酸カルシウム骨セメント(calcium phosphate cement; CPC)のスクリューホールへの注入、ハイドロキシアパタイト顆粒のスクリューホールへの充填も実験および臨床的に行われ、スクリューの固定性の増加を示す結果が報告されている。今回、我々は横穴付き中空スクリューを作製し、CPC の併用によってスクリューの引き抜き強度が増加するかどうかを検討した。</p> <p>《対象および方法》</p> <p>実習用解剖屍体 3 体から採取した第 1～5 腰椎、計 15 腰椎に対して X 線撮影を行い、骨折や腫瘍性病変が無いことを確認した後、それぞれの椎体側面の骨塩量を dual energy X-ray absorptiometry(DEXA)を用いて計測した。通常の手技にて左右の椎弓根にそれぞれ従来型スクリュー(Eurosurgical, TWINFLEX spinal system)および今回作製した横穴付き中空スクリューを刺入した。横穴付き中空スクリューには、中空からCPC(バイオペックス、三菱マテリアル)を注入した。椎体を 37℃生理食塩水中で 7 日間、保存した後に引き抜きテストを行った。引き抜きテストには力学試験器(島津 AUTOGRAPH、AG-5000B)を用い、cross head speed 10mm/min での最大値を計測した。従来型スクリュー群と CPC 注入横穴付き中空スクリュー群の平均最大引き抜き強度を比較し、各椎体における最大引き抜き強度の増加率を算出した。また、骨塩量と引き抜き強度およびその増加率との相関関係についても調べた。</p> <p>《結果》</p> <p>実験に用いた 15 椎体の骨塩量は平均 <math>0.866 \pm 0.370 \text{ g/cm}^2</math> であった。従来型スクリューの引き抜き強度は平均 <math>258 \pm 180.8 \text{ N}</math>、CPC 注入横穴付き中空スクリューの引き抜き強度は平均 <math>637 \pm 312.6 \text{ N}</math> であり、統計学的有意差を認めた(<math>P &lt; 0.01</math>, Mann-Whitney <math>U</math> test)。また、いずれのスクリューの引き抜き強度も骨塩量が低下するにしたがい低下し、これには統計学的に有意な相関関係を認めた</p>	

( $P < 0.05$ , linear regression analysis)。各椎体における増加率の平均は  $3.3 \pm 2.11$  であった。増加率と骨塩量との間に負の相関関係は認められなかったが、骨塩量が低下するにしたがい、補強効果が高くなる傾向が見られた。

#### 《考 察》

骨粗鬆症がある屍体腰椎への椎弓根スクリューの刺入において、横穴付き中空スクリューに CPC を併用することで、その引き抜き強度は従来型スクリューのそれに対し約 2.5 倍に増加していた。これは作製した横穴から CPC が海綿骨間に浸潤し、硬化することでアンカリングの作用を示したためと考えられる。この作用については従来から行われている PMMA や CPC を注入した後にスクリューを刺入する方法による補強の作用と同様である。しかし、従来の方法ではスクリューを刺入する際にスクリューホール内に生じる圧によって注入物が海綿骨間に拡散することとなり、その圧を調整することは困難である。その結果、血管内や脊柱管内への注入物の漏出が生じ、重篤な合併症を引き起こす可能性がある。また、漏出を確認できたとしても、スクリューの刺入を途中で中止することはできない。横穴付き中空スクリューの使用によって注入物を注入する前に造影剤を注入することで漏出の有無を確認でき、また注入物の漏出が生じた場合は注入を中止することができ、より安全にスクリューの補強が行えたと考えられる。

以上から、CPC を併用する横穴付き中空スクリューは骨粗鬆のある椎体の固定に有用であると考えられる。しかし、このスクリューを臨床で使用する前に更に実験を行う必要がある。まず、横穴を作製したことでスクリューの強度が低下しないかどうかを確かめるため、スクリュー本体の強度試験を行う必要がある。次に周期的な負荷に対する強度試験を行うことで長期的な固定性を確かめる必要がある。また、生体において CPC 注入の安全性を確認し、更に CPC と海綿骨との癒合によるスクリューの引き抜き強度の経時的な変化を確認することが必要である。

## 審査結果の要旨および担当者

報告番号	甲 第 号	氏 名	矢 津 匡 也
論文審査担当者		主 査 教 授 阿 部 宗 昭 副 査 教 授 上 田 晃 一 副 査 教 授 島 原 政 司 副 査 教 授 檜 林 勇 副 査 教 授 富 士 原 彰	
主論文題名 Efficacy of novel-concept pedicle screw fixation augmented with calcium phosphate cement in the osteoporotic spine (リン酸カルシウム骨セメントを併用する横穴付き中空椎弓根スクリューの力学的研究)			
論 文 審 査 結 果 の 要 旨			
<p>本研究は、骨粗鬆症がある腰椎に刺入した従来型スクリューと新たに作製した横穴付き中空椎弓根スクリューにリン酸カルシウム骨セメント(calcium phosphate cement; CPC)を併用した際の引き抜き強度を比較することで横穴付き中空椎弓根スクリューの補強効果を調べ、その有用性を検討したものである。</p> <p>CPC を併用した横穴付き中空椎弓根スクリューの平均最大引き抜き強度は従来型スクリューの約 2.5 倍であり、統計学的有意差を認めた。また、骨塩量が低下するにしがたい、補強効果が高くなる傾向が見られた。</p> <p>これらの結果から、骨粗鬆症がある脊椎に対する CPC 併用横穴付き中空椎弓根スクリューの有用性が確かめられた。骨粗鬆症がある脊椎に対して固定術を行う際、このスクリューを使用すれば、CPC を併用することでゆるみや脱転を防ぎ、十分な固定性が得られ、手術成績の向上が期待できることが明らかになった。しかし、このスクリューを臨床において使用する前には、その安全性を確かめるための更なる実験を行う必要がある。</p> <p>以上により、本論文は本学大学院学則第9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。</p> <p>(主論文公表誌) Journal of Orthopaedic Science 10:56-61, 2005</p>			