

氏名	藤田裕
学位(専攻分野)	博士(医学)
学位記番号	医博第2169号
学位授与の日付	平成11年11月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	医学研究科外科系専攻
学位論文題目	Evaluation of Bioactive Bone Cement in Canine Total Hip Arthroplasty (犬人工股関節全置換術における生体活性骨セメントの評価)

論文調査委員 (主査) 教授 清水慶彦 教授 堤 定美 教授 中村孝志

### 論文内容の要旨

緒言：現在整形外科領域で広く用いられている PMMA 骨セメント（以下 PMMA）は、骨との間に繊維性組織の介在を認めるため、人工関節の弛みを起こす原因の1つになると考えられている。このため、骨と直接結合する生体活性を持ち、かつ荷重下条件にも耐え得る十分な機械的強度を持つ骨セメントの開発が待たれていた。AW 結晶化ガラス（AW-GC）フィラーと bisphenol-a-glycidyl methacrylate (Bis-GMA) -based resin よりなる生体活性骨セメントは十分な強度を有し、骨と直接結合するため、次世代のセメントとして注目されている。本研究の目的は犬の人工股関節置換術において、生体活性骨セメント（以下 BABC）と PMMA 骨セメント（以下 PMMA）を使用し、荷重下における骨との固定性を力学的および組織学的に比較検討することにある。

実験材料：フィラーとして AW ガラスセラミックの粉体と熔融シリカガラス粉体を重量比で 72：28 に混合したものをを用い、レジンとして Bis-GMA (bisphenol-a-glycidyl dimethacrylate) を TEGDMA (triethylene-glycol dimethacrylate) に重量比で 1：1 に混合したものを使用した。粉液比を 85% にしたものを臼蓋側に、粉液比 79% のものを大腿骨側に使用した。

実験方法：体重約 10 kg のビーグル犬に手術を行い、2 年までに経時的に屠殺した。単純 X 線像の撮影の後、大腿骨の横断切片（厚さ 5 mm）を作成し、Push out test により Failure Load を測定した。組織学的検索では、硬組織標本を作成した後、ギムザ表面染色及び走査型電子顕微鏡（以下 SEM）にて、骨とセメントの界面を観察した。

実験結果：術後 2 年における結合強度は、PMMA の  $2.0 \pm 0.6$  MPa に対し、BABC では経時的に増加し、 $3.7 \pm 1.0$  MPa と有意に高い値を示し、両者の間に有意差を認めた ( $P < 0.05$ )。ギムザ表面染色による界面の観察では、PMMA では骨とセメントとの界面に fibrous tissue layer が認められるのに対し、BABC では骨とセメントが直接結合し、界面に fibrous tissue layer を認めなかった。また、BABC では大腿骨骨皮質内に骨吸収が 2 年において認められたが、PMMA では認められなかった。臼蓋側では BABC、PMMA 共にセメントと臼蓋コンポーネントの間に detachment が認められ、cement fracture も認められた。BABC の SEM による観察では、反応層内部で破断していた。

考察：今回の研究で、BABC は大腿骨側においては骨と直接反応層を介して結合し、2 年の時点で PMMA の 2 倍を示す高い結合強度を示した。BABC において認められた大腿骨骨皮質内の骨吸収は、stress shielding によるものか反応層より溶出した particle による骨吸収反応によるものか、更なる組織学的検索が必要である。骨セメントと超高分子ポリエチレンとの結合力の弱さ、BABC のやや高い弾性率、反応層内部の力学的特性の低下が臼蓋側の弛みの原因と考えられた。

### 論文審査の結果の要旨

AW 結晶化ガラス（AW-GC）フィラーと bisphenol-a-glycidyl methacrylate (Bis-GMA) -based resin よりなる生体活性骨セメント（以下 BABC）は十分な強度を有し、骨と直接結合するため、次世代のセメントとして注目されている。本研

究の目的は犬の人工股関節置換術において、BABCとPMMA骨セメントを使用し、荷重下における骨との固定性を力学的および組織学的に比較検討することにある。体重約10kgのビーグル犬に手術を行い、2年までに経時的に屠殺した。Pushout testにより結合強度を測定した後、硬組織標本を作成し骨とセメントの界面を観察した。

術後2年における結合強度は、PMMAの $2.0 \pm 0.6$  MPaに対し、BABCでは経時的に増加し、 $3.7 \pm 1.0$  MPaと有意に高い値を示した( $P < 0.05$ )。界面の観察では、PMMAでは線維性組織が認められるのに対し、BABCでは骨とセメントが直接結合していた。また、BABCでは大腿骨骨皮質内に骨吸収が2年において認められたが、PMMAでは認められなかった。今回の研究で、BABCは荷重下においても骨と直接反応層を介して結合し、2年の時点でPMMAの2倍を示す高い結合強度を示した。BABCにおいて認められた大腿骨骨皮質内の骨吸収は、stress shieldingによるものか反応層より溶出したparticleによる骨吸収反応によるものか、更なる組織学的検索が必要である。

以上の研究は生体活性骨セメントの荷重下における特性の解明に貢献し、人工関節置換術の固定性の向上に寄与するところが多い。

したがって、本論文は博士(医学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、本学位授与申請者は、平成11年11月4日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。