

論 文 内 容 要 旨

題 目

Effects of powder-to-liquid ratio on properties of β -tricalcium-phosphate cements modified using high-energy ball-milling

(ボールミリング法で改質した β -TCPセメントの諸特性への粉液比の影響)

著 者

伊田 百美香

内容要旨

【目的】リン酸カルシウムセメント(CPC)は骨代替材料として広く使われている。本研究は、臨床に適した注入性を持ち、高強度を示すCPCを開発することを目的としている。本論文では、粉液比を増加させることで、注入性を維持しつつ強度の向上と硬化時間の短縮が可能かを調べた。また、*in vivo*でのセメントの硬化挙動と硬化体の強度を調べた。

【方法】 β 型3リン酸カルシウム(β -TCP)粉末(コントロール:c β -TCP)をボールミリング法によりメカノケミカル的に改質した粉末(改質 β -TCP:m β -TCP)を作製した。両粉末をCaCl₂水溶液、次いで、NaH₂PO₄水溶液と練和した。粉液の混合比は従来の1:0.25:0.25(粉液比, P/L=2.0)から増加させ、1:0.2:0.2(2.5), 1:0.18:0.18(2.78)とした。練和後のペーストを注射器に充填し、万能試験機により押し出す際の負荷-押し込み量相関から注入性を評価した。

初期強度として、練和後1~5時間後の圧縮強さ(CS)と間接引張強さ(DTS)を測定し、さらに最大14日後のCSとDTSを測定した。試料の気孔率を乾式密度計で測定し、試料の構造観察には走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた。*in vivo*の評価ではシリコーン型にc β -TCPおよびm β -TCP(2.5)のペーストを充填直後に、生後第6週齢のratの背中に埋入し、取り出し後、CSを測定した。試料の相構成解析にはX線回析法(XRD)を用いた。

【結果と考察】m β -TCP(2.5)は充填後20分まで注入可能だったが、m β -TCP(2.78)は5分で注入できなくなった。m β -TCP(2.5)のCSは充填後5時間で27 MPaに達した。練和後14日のCSはm β -TCP(2.5)が最も高く37.1 MPaを示した。一方、気孔率はm β -TCP(2.5)が最も小さかった。SEM観察とXRDの結果、m β -TCP(2.5)はハイドロキシアパタイト(HAP)の針状結晶が密集した、気孔の少ない構造であったが、m β -TCP(2.78)では大きな気孔が観察された。以上から、P/L=2.5の硬化体中ではHAP結晶が緻密に集合し、気孔が減少したため強度が増加したが、2.78ではペーストの練和が困難で、練和時に空気が混入して強度が低下したと考えられた。

rat埋入セメントのCSは、14日目25.2 MPaを示し、それ以降は飽和した。空气中で硬化したセメントよりCSが低くなったのは、体液と接触したことでペースト中の練和液の濃度が低下し、体液中の有機成分がHAP生成を阻害したためと考えられた。

【結論】メカノケミカル的に改質した β -TCP粉末のP/Lを2.0から増加させた結果、2.5の時に臨床で利用可能な注入性を維持しつつ、より高い強度を示すことがわかった。