บทคัดย่อ

ซีเมนต์แคลเซียมฟอสเฟต เป็นวัสดุที่สามารถเซ็ตตัวได้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิร่างกาย เมื่อเซ็ตตัวแล้วจะมีองค์ประกอบเหมือนกระดูกและฟันตามธรรมชาติของมนุษย์ แต่การใช้งานยังมีข้อจำกัดเนื่องจากสมบัติเชิงกลและอัตราการสลายตัวได้ต่ำ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวัสดุซีเมนต์แคลเซียมฟอสเฟตที่ประกอบด้วย สารเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟต (β-TCP) ใช้เป็นตัวเติมเพื่อปรับปรุงอัตราการสลายตัว, ความว่องไวทางชีวภาพ และความสามารถในการเกิดกระดูก นอกจากนี้มีการปรับปรุงสมบัติเชิงกลของวัสดุด้วยการเติมเส้นใยไคโตซาน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ทางชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้ใช้ในการเสริมแรงในซีเมนต์แคลเซียมฟอสเฟตในงานวิจัยนี้ เพื่อให้วัสดุซีเมนต์มีความแข็งแรงเพียงพอในช่วงแรกที่วัสดุซีเมนต์ยังไม่เกิดการสลายตัวไป

ซีเมนต์เชื่อมกระดูกชนิดอะพาไทต์ซีเมนต์ ซึ่งประกอบด้วยสารแอลฟ่าไตรแคลเซียมฟอสเฟต (α-TCP), สารไดแคลเซียมฟอสเฟตแอนไฮดรัส (DCPA) สารแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และ สารไฮดรอกซีอะพาไทท์ที่ได้จากกระบวนการตกตะกอนทางเคมี (PHA) และศึกษาการเติมสารเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟต จนถึง 40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก นอกจากนี้เส้นใยไคโตซานเป็นเส้นใยพอลิเมอร์ที่ถูกเลือกใช้เสริมแรงในซีเมนต์เชื่อมกระดูก พบว่าค่าความเป็นกรดเบสที่เหมาะสมคือ 7.4 ปริมาณสารเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟต 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักทำให้ได้เฟสอะพาไทต์ 60 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเส้นใยไคโตซานที่เติมเข้าไป 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก การเติมสารเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟตสามารถเพิ่มอัตราการสลายตัวและความว่องไวทางชีวภาพ ส่วนการเติมเส้นใยไคโตซานมีผลต่อเวลาการเซ็ตตัวและสมบัติทางกลของซีเมนต์เชื่อมกระดูก

สุดท้ายนี้ ซีเมนต์เชื่อมกระดูกประกอบด้วย 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟต กับ 1 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของเส้นใยไคโตซานมีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมสำหรับวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก หลังจากแช่ตัวอย่างนี้ในสารละลายที่เหมือนกับของเหลวในร่างกาย (SBF) 8 สัปดาห์ ทำให้ได้วัสดุซีเมนต์ไบฟาซิคที่ประกอบด้วยวัฏภาคของไฮดรอกซีอะพาไทท์และสารเบต้าไตรแคลเซียมฟอสเฟต เวลาในการเซ็ตตัวของซีเมนต์เชื่อมกระดูกชนิดใหม่นี้มีค่าเท่ากับ 3.92 ± 0.29 นาที (เวลาในการเซ็ตตัวเริ่มต้น), 11.46 ± 0.14 (เวลาในการเซ็ตตัวสุดท้าย), มีความแข็งแรงเนื่องจากแรงกดอัดจนถึง 28.73 ± 1.92 MPa หลังจากเวลาผ่านไป 12 สัปดาห์ ผลการทดสอบความเป็นพิษในระดับเซลล์ พบว่าไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ มีการเพิ่มจำนวนของเซลล์, มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เป็นเซลล์กระดูกดี วัสดุเชิงประกอบซีเมนต์ไบฟาซิค-เส้นไยไคโตซานชนิดเซ็ตตัวได้ จึงมีความเหมาะสมสำหรับวิศวกรรมเนื้อเยื่อกระดูก

Abstract

Self-setting calcium phosphates or calcium phosphate cements (CPC) were known to have the ability to set and harden in situ body but their use has been restricted due to their low mechanical properties and biodegradable rate. To resolve this limitation, β-tricalcium phosphate (β-TCP) was added to improve the biodegradation rate, bioactivity and osteoconductivity. Moreover, chitosan fibers (CF) were selected as degradable polymer fiber used to reinforce the CPC in order to enhance the mechanical properties for the first period of the setting.

Apatite CPC were prepared from α-tricalcium phosphate (α-TCP), dicalcium phosphate anhydrous (DCPA), calcium carbonate ($CaCO_3$) and precipitated hydroxyapatite (PHA). The β-TCP was added up to 40 %w/w in apatite CPC. In addition to the CF were selected as degradable polymer fibers to reinforce the bone cement. The addition of β-TCP could improve the biodegradation rate and bioactivity. While the addition of CF resulted in the setting time and mechanical properties of bone cement.

Finally, the bone cement containing 20 %w/w β-TCP with 1 % w/w CF (BCPC-CF) with liquid phase at pH 7.4 had good properties and was suitable for tissue engineering. After 8 weeks of the immersion in simulate body fluid (SBF) solution, the biphasic calcium phosphate (BCPC) consisted of hydroxyapatite (HA) and β-TCP phases. The setting time of new bone cement was 3.92 ± 0.29 min. for initial setting time, 11.46 ± 0.14 min. for final setting time, compressive strength up to 28.73 ± 1.92 MPa for 12 weeks. In this study, In vitro and In vivo toxicity were not harmful to cells. Cell proliferation, cell-biomaterial interaction, cell differentiation were excellent for the self-setting of injectable BCPC-CF composites as used in bone tissue engineering.