ว ทันต จุฬาฯ 2551;31:331-8
CU Dent J. 2008;31:331-8

บทวิทยาการ
Original Article

การสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟตที่พัฒนาใหม่

สุพัชรา บุณยวีย์ ท.บ.[1]
เจนจิรา ถิระวัฒน์ ท.บ., วท.ม. (วิทยาเอ็นโดดอนต์), วท.ม. (พัฒนาสุขภาพ)[2]
นิยม ธำรงค์อนันต์สกุล ท.บ., วท.ม. (ทันตกรรมประดิษฐ์), วทด. (ชีววิทยาช่องปาก)[3]

[1]นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[2]ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[3]ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์/แคลเซียมซัลเฟตให้มีการสลายในน้ำลดลง

วัสดุและวิธีการ เตรียมวัสดุที่ทำการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนขององค์ประกอบหลักระหว่างแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์เป็น 4 สูตร และใช้เควิตเป็นกลุ่มควบคุม นำชิ้นตัวอย่างกลุ่มละ 20 ชิ้นไปทดสอบการสลายในน้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ยของการสลายในน้ำของแต่ละกลุ่ม วิเคราะห์ผลโดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดบอนเฟร์โรนิ

ผลการศึกษา วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่มีค่าเฉลี่ยร้อยละการสลายในน้ำเท่ากับ 8.884 ± 0.789, 4.930 ± 1.157, 3.629 ± 1.039 และ 10.594 ± 1.097 ในกลุ่มตัวอย่างของสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 ตามลำดับ ขณะที่เควิตเท่ากับ 13.455 ± 1.185 วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่ทุกสูตรมีการสลายในน้ำต่างกัน และน้อยกว่าเควิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

สรุป วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่ทั้ง 4 สูตรสลายในน้ำน้อยกว่าเควิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(ว ทันต จุฬาฯ 2551;31:331-8)

คำสำคัญ: *การสลายในน้ำ; วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์/แคลเซียมซัลเฟต*

บทนำ

วัสดุอุดฟันชั่วคราว (temporary filling material) คือ วัสดุที่ใช้อุดฟันชั่วคราวในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยมีระยะเวลาการใช้ในช่องปากตั้งแต่ไม่กี่สัปดาห์หรืออาจใช้เป็นระยะเวลานานเป็นเดือนหรือปี ซึ่งจำเป็นต้องมีความแข็งแรงระดับหนึ่งก่อนที่จะรื้อวัสดุชนิดนี้ออกและทดแทนด้วยวัสดุอุดถาวรต่อไป[1] วัสดุอุดฟันชั่วคราวมีหน้าที่ทำให้ฟันซี่นั้นยังคงใช้งานได้ (function) คงตำแหน่งเดิมไม่เคลื่อนที่ (positioning) ตลอดจนช่วยเรื่องความสวยงาม (esthetics)[1] ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันมีการใช้วัสดุหลายชนิดเป็นวัสดุอุดฟันชั่วคราว เช่น ซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ (zinc phosphate cement) พอลิคาร์บอกซิเลตซีเมนต์ (polycarboxylate cement) กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ (glass ionomer cement) เรซินคอมพอสิต (resin composite) ซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์ (zinc oxide eugenal cement) วัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์/แคลเซียมซัลเฟต (zinc oxide/calcium sulfate based temporary filling material) เป็นวัสดุอุดฟันชั่วคราวสำเร็จรูป สามารถใช้งานได้ทันที มีส่วนประกอบหลัก คือ ซิงค์ออกไซด์ (zinc oxide) แคลเซียมซัลเฟต (calcium sulfate) ซิงค์ซัลเฟต (zinc sulfate) แบเรียมซัลเฟต (barium sulfate) พอลิไวนิลแอซีเทต (polyvinyl acetate) เอทิลลินบิสไดแอซีเทต (ethylene bis diacetate) และทัลก์ (talc) โดยผลิตภัณฑ์ที่มีขาย และเป็นที่นิยมในท้องตลาด คือ เควิต (Cavit; 3M Espe, Seefeld, Germany) ต่อมาได้มีการพัฒนาเควิตจี (Cavit G) และเควิตดับเบิลยู (Cavit W) ซึ่งต่างจากเควิตสูตรดั้งเดิม โดยมีการผสมเรซินเพื่อลดความแข็งผิว (surface hardness) ของวัสดุหลังก่อตัว อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบในกลุ่มวัสดุประเภทเควิต พบว่า เควิตมีความแข็งผิวมากที่สุดจากนั้นเป็นเควิตดับเบิลยู และเควิตจี ตามลำดับ ส่วนการต้านการรั่วซึมของเควิตเดิมและเควิตดับเบิลยูนั้นไม่ต่างกันและดีกว่าเควิตจี[2] จึงทำให้เควิตดับเบิลยูเหมาะกับงานรักษาคลองรากฟัน ในขณะที่เควิตจีจะนิ่มกว่า รื้อออกง่ายด้วยการใช้เครื่องมือตักออกมาเพียงครั้งเดียว จึงเหมาะกับการอุดฟันชั่วคราวในฟันที่รอรับวัสดุบูรณะฟันชนิดอุดฝัง (inlay) โดยสรุปข้อดีของวัสดุอุดฟันชั่วคราวซิงค์ออกไซด์/แคลเซียมซัลเฟต คือ ใช้งานง่าย สะดวก รื้อออกง่ายหลังก่อตัวแล้ว มีการผนึกขอบที่ดีและต้านการรั่วซึมตามขอบดี เนื่องจากวัสดุชนิดนี้มีการขยายตัวเมื่ออยู่ในความชื้น (hygroscopic expansion) และมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น (coefficient of linear expansion) สูงถึงร้อยละ 18 ซึ่งมากกว่าซิงค์ออกไซด์ยูจินอลถึง 2 เท่า[3] สำหรับข้อด้อยของวัสดุอุดฟันชั่วคราวชนิดนี้ ได้แก่ พบการรั่วซึมผ่านเนื้อวัสดุสูงก่อนที่วัสดุจะก่อตัวเต็มที่ มีความแข็งแรงต่ำ ก่อตัวช้า และมีค่าการสลายในน้ำ (disintegration in water) สูง เมื่อเทียบกับซิงค์ออกไซด์ยูจินอลแล้ว พบว่าวัสดุดังกล่าวสึกกร่อนง่ายกว่า มีการเปลี่ยนรูปร่างจากเดิม ความแข็งแรงน้อยกว่า และมีการรั่วซึมมากกว่า[4]

อย่างไรก็ตามมีการศึกษาเกี่ยวกับการสลายในน้ำของเควิตเพียง 2 การศึกษาเท่านั้น ซึ่งให้ผลการศึกษาแตกต่างกันมาก[4,5] และยังมีการผลิตวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทนี้ในหลายประเทศด้วยชื่อทางการค้าที่ต่างกัน แต่ยังไม่พบการผลิตในประเทศไทย ทำให้ต้องใช้งบประมาณสั่งซื้อจากต่างประเทศสูงในแต่ละปี อีกทั้งวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทนี้ยังมีค่าการสลายในน้ำสูง คณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะผลิตวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์/แคลเซียมซัลเฟตเบสนี้ขึ้นใหม่เพื่อปรับปรุงสมบัติด้านการสลายในน้ำของวัสดุให้ลดลง โดยปรับอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตและซิงค์ออกไซด์ให้แตกต่างกันเป็น 4 สูตร โดยเปรียบเทียบกับวัสดุเดิม คือ เควิต และการศึกษานี้ได้ใช้ไดไอโซโนนิลฟทาเลต (diisononyl phthalate) เป็นพลาสติ-ไซเซอร์ (plasticizer) แทนเอทิลลินบิสไดแอซีเทต เนื่องจากไม่เป็นพิษต่อร่างกายทั้งระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจ[6-8] ไดไอโซโนนิลฟทาเลตได้รับอนุญาตให้นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสกับอาหาร จึงสามารถยืนยันได้ถึงความปลอดภัยของไดไอโซโนนิลฟทาเลตที่นำมาใช้กับร่างกาย[9]

วัสดุและวิธีการ

วัสดุอุดฟันชั่วคราวในการศึกษานี้เตรียมขึ้นโดยการชั่งสารเคมีที่เป็นส่วนผง ได้แก่ ซิงค์ออกไซด์แคลเซียมซัลเฟต ซิงค์ซัลเฟต แบเรียมซัลเฟต พอลิเมทิลเมทาคริเลต ด้วยเครื่องชั่งดิจิทัลยี่ห้อแอนด์ (AND, SER. No. 5032954) ความละเอียด 0.001 กรัม ตวงสารเคมีที่เป็นของเหลวได้แก่ ไดไอโซโนนิวฟทาเลต ด้วยหลอดดูดความจุ 1 มิลลิลิตร ความละเอียด 0.01 มิลลิลิตรยี่ห้อนิโปร (NIPRO, Lot. No. 07A20) เมื่อได้ปริมาตรตามต้องการแล้วนำมาคำนวณหาน้ำหนักสาร

จากค่าความถ่วงจำเพาะของสารต่อไป ทำการร่อนส่วนผงด้วยตะแกรงร่อนจำนวน 4 ครั้ง แล้วผสมส่วนผงและส่วนเหลวด้วยโกร่ง (mortar) เป็นเวลา 5 นาทีจนวัสดุดังกล่าวมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน เตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวทั้งหมด 4 สูตรที่มีอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์ต่างกัน โดยกำหนดให้เป็นสูตรที่ 1 2 3 และ 4 ดังตารางที่ 1 ในแต่ละสูตรจะเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวดังกล่าวนี้จำนวน 3 ชุด จากนั้นทำการสุ่มเลือกตัวอย่าง (simple random sampling) ด้วยวิธีจับฉลากเลือกวัสดุที่เตรียมมา 1 ชุด เพื่อมาทดสอบการสลายในน้ำต่อไปโดยมีชิ้นทดสอบสูตรละ 20 ชิ้น จากการศึกษานำร่องได้ทำการทดสอบความเที่ยงของการผสมวัสดุในแต่ละครั้งแล้วพบว่า วัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่จำนวน 3 ชุดนี้มีค่าการสลายในน้ำไม่ต่างกัน ($p > 0.05$)

วิธีเตรียมชิ้นทดสอบและวิธีทดสอบการสลายในน้ำดัดแปลงมาจากวิธีการทดสอบสมบัติของวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทซิงค์ออกไซด์ ยูจินอล มาตรฐาน ISO 3107 : 2004 โดยผลิตชิ้นทดสอบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร หนา 1.5 มิลลิเมตรในเบ้าหล่อโลหะจากนั้นนำเข้าตู้อบที่ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำชิ้นทดสอบออกจากแบบหล่อ วัดขนาดชิ้นทดสอบให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร หนา 1.5 มิลลิเมตร นำชิ้นทดสอบเข้าตู้ที่มีสารดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก (m_1) นำชิ้นทดสอบทั้ง 20 ชิ้นแช่น้ำกลั่นจากศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในโหลแก้วใบเดียวกันที่มีฝาปิดโดยมีปริมาณน้ำกลั่นในโหล 500 มิลลิลิตรท่วมชิ้นทดสอบทุกชิ้น ทิ้งไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำชิ้นทดสอบมาล้างน้ำกลั่นกำจัดคราบส่วนเกินออก ใช้กระดาษซับให้แห้งแล้วนำเข้าตู้ที่มีสารดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่ (m_2) จากนั้นนำทั้ง 2 ค่าที่ได้มาคำนวณหาร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุตามสมการ

$$D = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

เมื่อ D คือ ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราว

m_1 คือ น้ำหนักคงที่ก่อนแช่น้ำกลั่น

m_2 คือ น้ำหนักคงที่ภายหลังแช่น้ำกลั่น

วิธีทดสอบการสลายในน้ำตามการทดลองนี้ต่างจากการทดสอบตามมาตรฐาน ISO 3107 : 2004 เฉพาะการแช่ชิ้นทดสอบ โดยตามมาตรฐาน ISO 3107 : 2004 นั้น แช่ชิ้นทดสอบจำนวน 2 ชิ้นต่อโหลที่ปริมาณน้ำ 50 มิลลิลิตรและใช้ชิ้นทดสอบเพียงกลุ่มละ 4 ชิ้นทดสอบแต่ในงานวิจัยนี้แช่ชิ้นทดสอบเป็นจำนวนถึง 20 ชิ้นต่อกลุ่มทดสอบจึงแช่ชิ้นทดสอบทั้ง 20 ชิ้นในโหลแก้วเดียวกันที่ปริมาณน้ำ 500 มิลลิลิตร โดยที่

ตารางที่ 1 อัตราส่วนขององค์ประกอบของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นใหม่ทั้งสี่สูตร

Table 1 Ratio of the compositions of newly developed temporary filling material in four formulas

	Compositions (%wt.)		
Formula	$CaSO_4$	ZnO	Other compositions
1	30	30	40
2	45	15	40
3	40	20	40
4	20	40	40

ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นไม่สัมผัสกันและไม่สัมผัสผิวของโหลแก้ว จากการศึกษานำร่องพิสูจน์แล้วว่า การแช่ชิ้นทดสอบด้วยวิธีนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน ISO 3107 : 2004 แล้วให้ผลการทดลองที่ไม่ต่างกัน ($p > 0.05$)

เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยโปรแกรม เอสพีเอสเอส รุ่น 11.5 (SPSS version 11.5) โดยเก็บข้อมูลเป็นร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นทั้ง 4 สูตร และเควิต เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของทุกสูตรและเควิต โดยสถิติทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดบอนเฟร์โรนิ (Bonferroni multiple comparison)

ผลการศึกษา

จากการใช้สถิติทดสอบการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่ามีวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นอย่างน้อย 1 สูตรมีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของสูตรที่ 3 น้อยกว่าสูตรที่ 2 สูตรที่ 1 สูตรที่ 4 และเควิต ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยพบว่า สูตรที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 3.629 ± 1.039 โดยน้อยกว่าเควิตถึง 4 เท่า และสูตรที่ 2 มีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิต 3 เท่า ซึ่งเควิตมีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำสูงถึงร้อยละ 13.455 ± 1.185 เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบเชิงซ้อนชนิดบอนเฟร์โรนิ พบว่า ทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำต่างกัน และต่างจากเควิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

วิจารณ์

การทดสอบสมบัติการสลายในน้ำนั้นเป็นการทดสอบสมบัติประการหนึ่งของวัสดุอุดฟันชั่วคราวตามเกณฑ์ของ ISO และ ADA เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของวัสดุอุดฟันชั่วคราว ในงานวิจัยนี้มีวิธีการทดลองที่ดัดแปลงมาจากมาตรฐาน ISO 3107 : 2004 ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น และมีการศึกษานำร่องพิสูจน์ว่าการแช่ชิ้นทดสอบด้วยวิธีนี้ไม่มีผลต่อการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่ชิ้นทดสอบตามมาตรฐาน ISO 3107 : 2004 การทดลองนี้ใช้น้ำกลั่นจากศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นสารละลายในการแช่ชิ้นทดสอบ ซึ่งการใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายในการแช่ชิ้นทดสอบนั้นดีกว่าการแช่ชิ้นทดสอบในสารละลายที่มีสภาวะกรด เพราะสารละลายที่มีสภาวะกรดจะมีผลทำให้วัสดุอุดฟันชั่วคราวมีค่าการสลายมากกว่าการแช่ในสารละลายที่เป็นกลางมาก[10,11]

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยร้อยละของการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวทุกสูตร

Table 2 Mean percentage of disintegration in water of temporary filling material in all formulas

Temporary filling material	Mean percentage of disintegration in water
formula 3	3.629 ± 1.039*
formula 2	4.930 ± 1.157*
formula 1	8.884 ± 0.789*
formula 4	10.594 ± 1.097*
Cavit	13.455 ± 1.185*

*Mean percentage of disintegration in water were significantly different ($p < 0.05$)

การทดสอบตามมาตรฐาน ISO 3107 : 2004 เป็นการวัดการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวในเชิงปริมาณ (quantitative result) ซึ่งมีผู้ทำการวัดการสลายในน้ำของซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ซิงค์ออกไซด์ยูจินอลซีเมนต์ ด้วยวิธีเชิงคุณภาพ (qualitative result) คือ นำชิ้นทดสอบที่ผ่านการแช่น้ำตามระยะเวลาที่กำหนดไปส่องกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่เปลี่ยนไปจากก่อนแช่น้ำ แต่พบว่าผลการทดลองที่ได้ไม่สัมพันธ์กันระหว่างผลจากวิธีเชิงปริมาณกับวิธีเชิงคุณภาพเนื่องจากช่วงเวลาในการแช่ชิ้นทดสอบมีผลต่อลักษณะพื้นผิวของวัสดุที่เปลี่ยนไปหลังแช่น้ำ[12] ในงานวิจัยนี้จึงทดสอบความสามารถในการสลายในน้ำด้วยวิธีเชิงปริมาณเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นวิธีทดสอบที่ได้มาตรฐานเพียงพอ

การวัดการสลายของวัสดุต่างจากการวัดความสามารถในการละลายของวัสดุ เพราะการสลายเป็นกระบวนการที่เกิดการกร่อน (erosion) ของวัสดุ เป็นกระบวนการซับซ้อน (complex phenomenon) เมื่อผ่านการแช่ในสารละลายนั้น ๆ แล้วทำเคมีวิเคราะห์ต่อ จะพบว่าวัสดุมีองค์ประกอบทางเคมีต่างไปจากเดิม และพบสารประกอบต่าง ๆ หลุดออกมาจากวัสดุไม่ได้ละลายไปกับสารละลายที่แช่[11] ซึ่งการศึกษานี้เป็นเพียงการวัดการสลายของวัสดุอุดฟันชั่วคราว มิใช่วัดการละลาย เพราะวัสดุอุดฟันชั่วคราวประกอบด้วยสารหลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าการละลายน้ำต่ำมาก แต่เมื่อรวมกันเป็นสารประกอบแล้วยังสามารถสลายในน้ำได้ นอกจากนี้การสลายมักเกิดไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่งของชิ้นทดสอบ ในขั้นตอนการทดลองของงานวิจัยนี้หลังแช่ชิ้นทดสอบในน้ำ 24 ชั่วโมง แล้วจึงมีการนำชิ้นทดสอบมาล้างน้ำก่อนนำเข้าตู้ดูดความชื้นเพื่อเป็นการกำจัดส่วนที่ไม่แตกสลายอยู่ในน้ำแต่จะติดอยู่ที่ผิวของชิ้นทดสอบ (insoluble degraded product) ออกไป เช่น ซิงค์ออกไซด์จะไม่ละลายน้ำแต่มักจะกร่อนมาอยู่ที่ผิวของชิ้นทดสอบ[11] ซึ่งส่วนเกินที่ติดอยู่ที่ผิวของชิ้นทดสอบนี้จะมีผลต่อผลการทดลองได้

จากผลการทดลองพบค่าการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่น่าพอใจ คือ สูตรที่ 3 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรตต่อซิงค์ออกไซด์ที่ต่างไปจากเควิตเดิม คือ ถ้าอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์เท่ากับ 1 จะได้ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวสูงกว่าที่อัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์เท่ากับ 2 และ 3 เพราะการแข็งตัวของวัสดุอุดฟันชั่วคราวประเภทนี้เกิดจากแคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรต รวมตัวกับน้ำ ดังสมการ

$$CaSO_4 \cdot \tfrac{1}{2}H_2O + 1\tfrac{1}{2}H_2O \longrightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

แม้ว่าเมื่อพิจารณาดูค่าความสามารถในการละลายน้ำแล้วซิงค์ออกไซด์จะมีค่าการละลายน้ำต่ำมาก คือ 0.1 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ในขณะที่แคลเซียมซัลเฟตเฮมิไฮเดรตจะมีค่าการละลายน้ำ 0.24 กรัมต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ซึ่งมากกว่าซิงค์ออกไซด์ แต่การวัดการสลายในน้ำในงานวิจัยนี้ไม่ได้เป็นการวัดความสามารถในการละลายของสารเคมีแต่ละตัวแต่เป็นการวัดการสลายในน้ำของสารประกอบหลังก่อตัว โดยซีเมนต์ที่มีซิงค์ออกไซด์เป็นองค์ประกอบนั้น หลังจากวัสดุก่อตัวเต็มที่แล้วจะมีส่วนเกินของส่วนผงที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยา (unreacted powder particles) ยังอยู่ในเมทริกเกลือ (salt matrix)[13] ซึ่งส่วนเกินของส่วนผงนี้บางส่วนจะสลายออกมาจากเมทริกเกลือหลังผ่านการแช่น้ำได้ ขณะที่ถ้ามีปริมาณแคลเซียมซัลเฟตมากก็จะมีปริมาณแคลเซียมซัลเฟตที่ไปรวมตัวกับน้ำมากทำให้เกิดเป็นโครงร่างที่แข็งแรงให้แก่สารเคมีตัวอื่นไม่สลายออกมาได้โดยง่าย สำหรับสูตรที่ 4 ซึ่งมีการใช้ซิงค์ออกไซด์มากกว่าแคลเซียมซัลเฟตถึง 2 เท่า จึงทำให้สูตรที่ 4 มีร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวสูงกว่าสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 แต่มีร้อยละการสลายในน้ำน้อยกว่าเควิต ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุจากที่เควิตจะมีอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์น้อยกว่าที่ใช้ในการเตรียมวัสดุอุดฟันชั่วคราวในครั้งนี้มาก โดยเควิตมีปริมาณของแคลเซียมซัลเฟตน้อยกว่าซิงค์ออกไซด์ถึง 5-6 เท่า จึงทำให้เควิตมีค่าการสลายในน้ำสูงกว่าวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมขึ้นในงานวิจัยนี้มาก สำหรับสูตรที่ 2 ซึ่งมีการใช้แคลเซียมซัลเฟตปริมาณมากกว่าซิงค์ออกไซด์ถึง 3 เท่าพบร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวสูตรนี้สูงกว่าสูตรที่ 3 ซึ่งมีแคลเซียมซัลเฟตมากกว่าซิงค์ออกไซด์เพียง 2 เท่า แสดงให้เห็นว่าการทำให้ได้ร้อยละการสลายในน้ำที่น้อยลงนั้นไม่เพียงแต่ต้องเพิ่มแคลเซียมซัลเฟตให้มากกว่าซิงค์ออกไซด์เท่านั้น แต่ยังต้องมีอัตราส่วนของแคลเซียมซัลเฟตต่อซิงค์ออกไซด์ที่เหมาะสมด้วย

จากงานวิจัยนี้พบว่าเคเวิตมีร้อยละการสลายในน้ำเป็น 13.455 ซึ่งต่างจากผลงานวิจัยของ Widerman และคณะ[4] ที่พบว่าเคเวิตมีร้อยละการสลายในน้ำเป็น 9.73 ± 0.04 และผลงานวิจัยของ Ono และ Matsumoto[5] ที่พบว่าเคเวิตมีร้อยละการสลายในน้ำเป็น 1.81 ± 0.05 ซึ่งงานวิจัยของ Ono และ Matsumoto ใช้เคเวิตจี ในการทดสอบ ใช้ชิ้นตัวอย่างเพียง 3 ชิ้นเท่านั้น ไม่มีการกำหนดอุณหภูมิของน้ำอุ่นที่ชัดเจนตลอดการแช่ชิ้นทดสอบ 24 ชั่วโมง และไม่มีการกำหนดขนาดชิ้นตัวอย่างที่ชัดเจน แต่ในงานวิจัยนี้ดำเนินการทดลองอิงตามมาตรฐาน ISO 3107 : 2004 ใช้จำนวนตัวอย่างถึง 20 ชิ้นต่อสูตรและผลการทดลองจากทุกสูตรมีการกระจายแบบโค้งปกติจึงเป็นผลการทดลองที่น่าเชื่อถือกว่า ส่วนงานวิจัยของ Widerman และคณะ[4] นั้นไม่บอกขนาดกลุ่มตัวอย่างและวิธีทดสอบที่ชัดเจน นอกจากนั้นเคเวิตที่ใช้ในงานวิจัยของ Widerman และคณะ เมื่อปี ค.ศ. 1971 นั้นมีองค์ประกอบบางชนิดที่ไม่พบในเคเวิตปัจจุบันคือ ไกลคอล แอซีเทต (glycol acetate) พอลิไวนิล คลอรีน แอซีเทต (polyvinyl chlorine acetate) และไตรเอทานอลามีน (triethanolamine) ซึ่งองค์ประกอบที่ต่างไปนี้น่าจะทำให้ผลการทดสอบเพื่อหาค่าร้อยละการสลายในน้ำของเคเวิตมีค่าที่ต่างกันกับงานวิจัยครั้งนี้

เนื่องจากเป็นงานวิจัยเบื้องต้นจึงทดสอบสมบัติของวัสดุอุดฟันชั่วคราวเพียงประการเดียว เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริงควรมีการศึกษาในอนาคตเพื่อปรับปรุงสมบัติบางประการและทดสอบสมบัติเพิ่มเติม เช่น ระยะเวลาก่อตัว (setting time) ความทนแรงดึง (tensile strength) ความทนแรงอัด (compressive strength) การรั่วซึม (leakage) ความเข้าได้กับเนื้อเยื่อ (biocompatibility) เป็นต้น

สรุป

ร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวที่เตรียมทั้ง 4 สูตรมีค่าเฉลี่ย 8.884 ± 0.789 4.930 ± 1.157 3.629 ± 1.039 และ 10.594 ± 1.097 ตามสูตรที่ 1 2 3 และ 4 ซึ่งทุกสูตรมีค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ค่าเฉลี่ยของร้อยละการสลายในน้ำของวัสดุอุดฟันชั่วคราวสูตรที่ 3 น้อยที่สุด และน้อยกว่าเคเวิตซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอขอบคุณอาจารย์และบุคลากรภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์วิจัยทันตวัสดุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความช่วยเหลือและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีแก่งานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Anusavice KJ. Phillips' science of dental materials. Philladephia: W.B. Saunders Company, 1996:444.
2. Webber RT, del Rio CE, Brady JM, Segall RO. Sealing quality of a temporary filling material. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1978;46:123-30.
3. Jacquot BM, Panighi MM, Steinmetz P, G'Sell C. Microleakage of Cavit, Cavit W, Cavit G and IRM by impedance spectroscopy. Int Endod J. 1996; 29:256-61.
4. Widerman FH, Eames WB, Serene TP. The physical and biologic properties of Cavit. J Am Dent Assoc. 1971;82:378-82.
5. Ono K, Matsumoto K. The physical properties of a new sealing cement. Int Endod J. 1992;25:130-3.
6. Exxon Mobil Chemical Company. Material safety data sheet [online]. (n.d.). 2001. Available from: http://www.msds.com [2007, November 10].
7. Jayflex DINP Plasticizer. Material safety data sheet [online]. (n.d.). 2005. Available from: http://www.msds.com [2007, November 10].
8. Hall M, Matthews A, Webley L, Harling R. Effects of di-isononyl phthalate (DINP) on peroxisomal markers in the marmoset-DINP is not a peroxisome proliferator. J Toxicol Sci. 1999;24:237-44.
9. Sornwaree A. Polymer additives. Bangkok: Chulalongkorn University Printing House, 2003: 113-33.

10. Wilson AD, Abel G, Lewis BG. The 'solubility and disintegration' test for zinc phosphate dental cements: the use of small specimens. J Dent. 1976;4:28-32.

11. Wilson AD. Specification test for the solubility and disintegration of dental cements: a critical evaluation of its meaning. J Dent Res. 1976;55:721-9.

12. Kaplan AE, Goldberg F, Artaza LP, de Silvio A, Macchi RL. Disintegration of endodontic cements in water. J Endod. 1997;23:439-41.

13. Noort RV. Introduction to dental materials. London: Mosby, 1994:143-4.

Disintegration in water of a newly developed zinc oxide-calcium sulfate based temporary filling material

Supatchara Boonyawee D.D.S.[1]
Janejira Thirawat D.D.S., M.Sc.D. (Endodontics), M.S. (Health Development)[2]
Niyom Thamrongananskul D.D.S., M.Sc.D. (Prosthodontics), Ph.D. (Oral Biology)[3]

[1]Post-graduate student, Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[2]Department of Operative Dentistry, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University
[3]Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University

Abstract

Objective To develop zinc oxide calcium sulfate based temporary filling material with less disintegration in water.

Materials and methods Four formulas of temporary filling materials were prepared by altering the ratio of calcium sulfate and zinc oxide. Cavit was used as a control group. Twenty specimens from each group were tested to find the mean percentage of disintegration in each group. One-way ANOVA and Bonferroni multiple comparison were used to analyze data.

Results The mean percentages of disintegration of the newly developed temporary filling materials were 8.884 ± 0.789, 4.930 ± 1.157, 3.629 ± 1.039 and 10.594 ± 1.097 in specimens of formula 1, formula 2, formula 3 and formula 4, whereas Cavit was 13.455 ± 1.185. All groups of newly developed temporary filling materials were significantly different between groups and significantly lower than Cavit ($p < 0.05$).

Conclusion The newly developed temporary filling materials from four formulas were significantly less disintegrated than Cavit.

(CU Dent J. 2008;31:331-8)

Key words: *disintegration in water; zinc oxide-calcium sulfate based temporary filling material*