จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เงินอุดหนุนงบประมาณแผ่นดินปีงบประมาณ 2534

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ความแข็งแรงพันธะในการยึดอินซีแรมกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน ด้วยซีเมนต์และการปรับสภาพผิวด้วยวิธีต่างๆ

โดย

อาจารย์ทันตแพทย์หญิง ดร.ปรารมภ์ ชาลิมี

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์

28 พฤษภาคม 2542

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เงินอุดหนุนงบประมาณแผ่นดินปีงบประมาณ 2534

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ความแข็งแรงพันธะในการยึดอินซีแรมกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน ด้วยซีเมนต์และการปรับสภาพผิวด้วยวิธีต่างๆ

โดย

อาจารย์ทันตแพทย์หญิง ดร.ปรารมภ์ ซาลิมี

ภาควิชาทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์

28 พฤษภาคม 2542

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อ.ทพ.ชาญชัย โห้สงวน ในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์สถิติ

ขอขอบคุณ ทพ. รัชภาส พานิชอัตรา ในการช่วยเหลือดูแลการทำชิ้นงาน

ขอขอบคุณ บริษัท อุดมเมดิคอลอิควิปเมนท์ จำกัด ในความอนุเคราะห์ชุดซีเมนต์ซูเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการวิจัย: ความแข็งแรงพันธะในการยึดอินซีแรมกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟัน

ด้วยซีเมนต์และการปรับสภาพผิวด้วยวิธีต่างๆ

ชื่อผู้วิจัย: อาจารย์ทันตแพทย์หญิง ดร.ปรารมภ์ ซาลิมี

เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ : พฤษภาคม 2542

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความแข็งแรงพันธะเฉือนในการยึดติด อะลูมินัสเซรามิก อินซีแรม กับเคลือบฟันหรือเนื้อฟันโดยใช้เรซินซีเมนต์และการปรับสภาพผิวต่างๆกัน การทดลองทำโดยใช้ โลหะผสมนิเกิลและโครเมี่ยมเป็นตัวกลางในการเปรียบเทียบโดยทำการยึดด้านเรียบของชิ้นโลหะผสมรูปทรงกระบอก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม. ยาว 10 มม.) กับเคลือบฟัน เนื้อฟัน และอินซีแรม ที่ทำการตัดผิวเรียบและฝังอยู่ในเรซิน ด้วยเรซินซีเมนต์ ก่อนการยึดติด ทำการปรับสภาพผิวตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เรซินซีเมนต์ที่ใช้ได้แก่ พานาเวีย21 ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี และเรซิโนเมอร์ (ร่วมกับออลบอนด์2) นำชิ้นตัวอย่างที่ยึดติดแล้วเก็บไว้ในความชื้นสัมพัทธ์ 100% อุณหภูมิ 37องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำไปทดสอบหาความแข็งแรงพันธะเฉือนด้วยเครื่องทดสอบยูนิเวอร์ซัล ความเร็วตัดขวาง 2 มม./นาที ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าพานาเวีย 21

สามารถยึดเคลือบฟัน เนื้อฟัน ติดกับ อินซีแรมได้ดีกว่าและ ซูเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บี อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) แต่เรซิโนเมอร์ร่วมกับออลบอนด์ 2 ไม่สามารถวิเคราะห์ผลได้เนื่องจากไม่สามารถยึดติดกับโลหะตัวกลางที่ใช้ในการทดลองได้ดีพอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Project Title: Effect of various cements and surface treatments in bonding In-Ceram to enamel and dentin

Name of Investigator: Prarom Salimee

Year: 1998

Abstract

The bonding ability of Aluminous ceramic, In-Ceram to the enamel and Dentin using different resin cemenst were evaluate in shear bond strength. In this study, the non-precious alloy surface was used as a media to compare the failure interface. Cast metal cylinder (5 x10 mm.) were bonded to human enamel dentin and In-Ceram disk (10 x 4 mm.) the resin cements used were Panavia 21, Superbond C&B and Resinomer (with All bond 2) using each manufacturer surface treatment condition. Bonded specimen were stored in 100% humidity at 37 ^{O} C for 24 hours before randomly tested in shear mode on the Universal testing machine (Autograph, Shimadzu Co., Japan) at crosshead speed of 2 mm/min. The results showed that Panavia 21 exhibited significantly higher shear bond

strength between enamel or dentin to In-ceram (at the interface) than Superbond C&B (P <0.05), while Resinomer failed in the analysis since the bond strength to the metal media is not strong enough.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

บทนำ..... 1

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

วิธีการวิจัย..... 4

ผลการวิจัย..... 9

การอภิปรายผล..... 10

ข้อสรุป.....14

ข้อเสนอแนะ.....15

เอกสารอ้างอิง..... 17

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่1 แสดงอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเผาอินซีแรม

การเผา	ช่วงที่ 1		เวลาในการ	ช่วงที่ 2	
	อุณหภูมิ	เวลา(ช.ม.)	เพิ่มอุณหภูมิ (ช.ม.)	อุณหภูมิ	เวลา(ช.ม.)
การเผาอะลูมินา	120 ° C	6.00	2.00	1120 ° C	2.00
การเผาแทรกซึมแก้ว	200 ° C	-	0.30	1100 ° C	4.00

ตารางที่ 2 แสดงการปรับสภาพผิวของวัสดุต่างๆตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตและใช้ในการทดลอง

วัสดุ / ซีเมนต์	เคลือบฟัน	เนื้อฟัน	อินซีแรม	โลหะ
พานาเวีย 21	กรดฟอสฟอริก 37% (30 sec)	กรดฟอสฟอริก 37% (30 sec) ไพรเมอร์ (60sec)	เป่าทรายอะลูมิน่า กรดฟอสฟอริก 37% (5 sec)	เป่าทรายอะลูมิน่า
ซูเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บี	กรดฟอสฟอริก 65% (30 sec)	กรดซิตริก 10% (5 sec)	เป่าทรายอะลูมิน่า	เป่าทรายอะลูมิน่า
เรซิโนเมอร์	กรดฟอสฟอริก 32% (15 sec) ไพรเมอร์+แสง พรีบอนด์	กรดฟอสฟอริก 10% (15 sec) ไพรเมอร์+แสง พรีบอนด์	เป่าทรายอะลูมิน่า กรดฟอสฟอริก 40% (5 sec) พรีบอนด์	เป่าทรายอะลูมิน่า ไพรเมอร์+แสง

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือนของโลหะโดยซีเมนต์ชนิดต่างๆกับเคลือบฟัน เนื้อฟัน และ อินซีแรม (เมกกะปาสคาล)

	พานาเวีย 21			เรซิโนเมอร์และออลบอนด์			ซูเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บี		
	เคลือบฟัน	เนื้อฟัน	อินซีแรม	เคลือบฟัน	เนื้อฟัน	อินซีแรม	เคลือบฟัน	เนื้อฟัน	อินซีแรม
	38.81	17.06	51.95	24.59 [x]	18.95 [x]	47.36	31.68	17.62	43.49
	33.72	16.81	50.72	18.03 [x]	15.89 [x]	38.20	29.95	12.58	39.27
	29.18	16.81	48.99	15.48 [x]	12.78 [x]	36.77	29.44	9.12	34.33
	26.08	14.01	48.18	11.92 [x]	9.88 [x]	29.79	26.53	9.07	34.33
	23.53	12.73	45.40	10.24 [x]	9.78 [x]	27.20	26.43	7.95	32.24
	22.51	12.68	43.70	9.78 [x]	8.96 [x]	21.65	25.77	7.02	29.34
	20.98	9.16	42.58	9.47 [x]	7.74 [x]	17.47	25.11	5.09	26.84
	19.71	9.06	40.95	9.37 [x]	6.01 [x]	17.47	17.32	5.09	25.36
Mean	26.82	13.54	46.56	13.61	11.25	29.49	26.53	9.19	33.15
SD	6.67	3.27	4.00	5.44	4.35	10.72	4.38	4.18	6.13

[x] เกิดการสลายพันธะขึ้นที่รอยต่อระหว่างโลหะและซีเมนต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 แสดงความแข็งแรงพันธะเฉือนของโลหะกับเคลือบฟัน

เรซินซีเมนต์	ความแข็งแรงพันธะเฉือน (เมกกะปาสคาล)
พานาเวีย 21	26.82 ± 6.67*
ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี	26.53 ± 4.38*

ตารางที่ 5 แสดงความแข็งแรงพันธะเฉือนของโลหะกับเนื้อฟัน

เรซินซีเมนต์	ความแข็งแรงพันธะเฉือน (เมกกะปาสคาล)
พานาเวีย 21	13.54 ± 3.27*
ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี	9.19 ± 4.18*

ตารางที่ 6 แสดงความแข็งแรงพันธะเฉือนของโลหะกับอินซีแรม

เรซินซีเมนต์	ความแข็งแรงพันธะเฉือน (เมกกะปาสคาล)
พานาเวีย 21	46.56 ± 4.00*
ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี	33.15 ± 6.13*

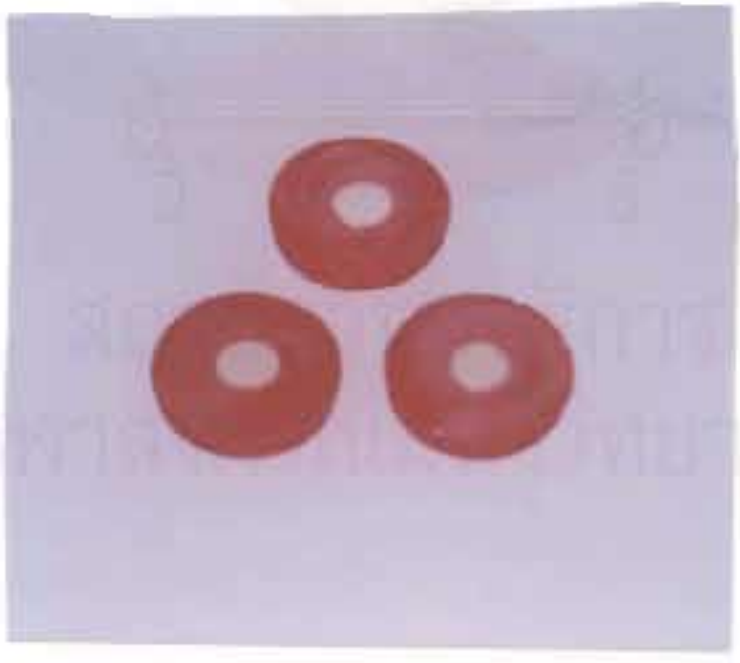
* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

รายการภาพประกอบ

รูปที่ 1 ภาพแสดงแท่งโลหะทรงกระบอกสำหรับการยึดติด

รูปที่ 2 ภาพแสดงชุดวัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปของอินซีแรม

รูปที่ 3 ภาพแสดงชิ้นอินซีแรมที่ได้รับการผ่านรูปและขัดแต่งแล้ว



รูปที่4 ภาพแสดงแผ่นอินซีแรมที่ยังอยู่ในเรซิน

รูปที่ 5 ภาพแสดงชิ้นทดลองฝังในเรซิน

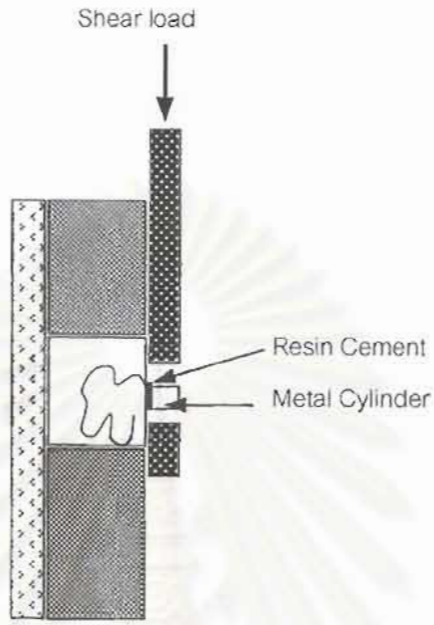
รูปที่ 6 ภาพแสดงชุดของพานาเวีย 21

รูปที่ 7 ภาพแสดงชุดของซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี

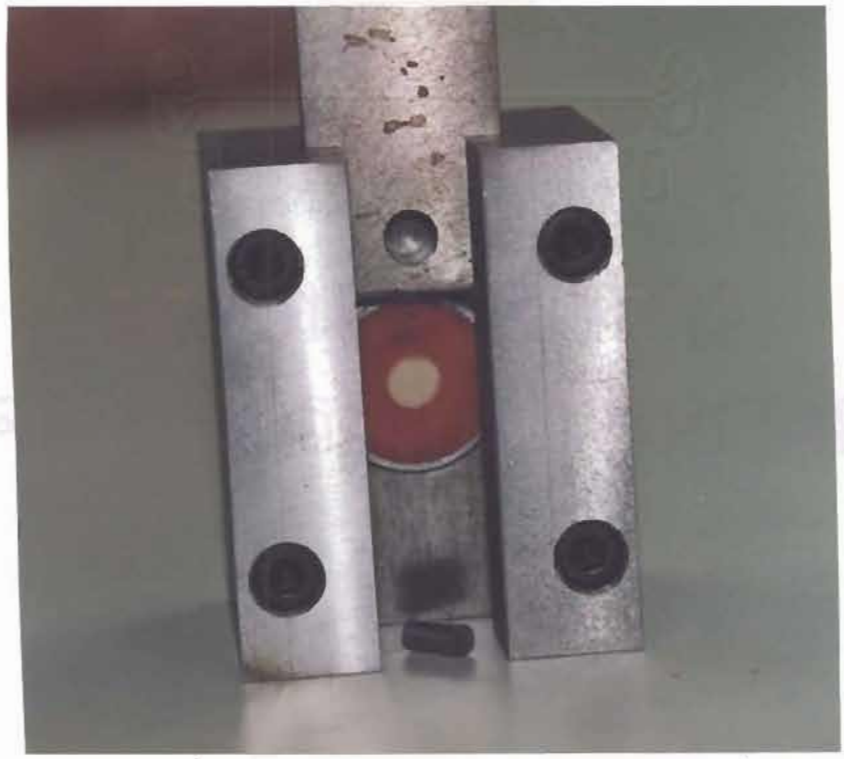
รูปที่ 8 ภาพแสดงชุดของเรซิโนเมอร์

รูปที่ 9 ภาพแสดงชุดของสารยึดติดออลบอนด์ 2

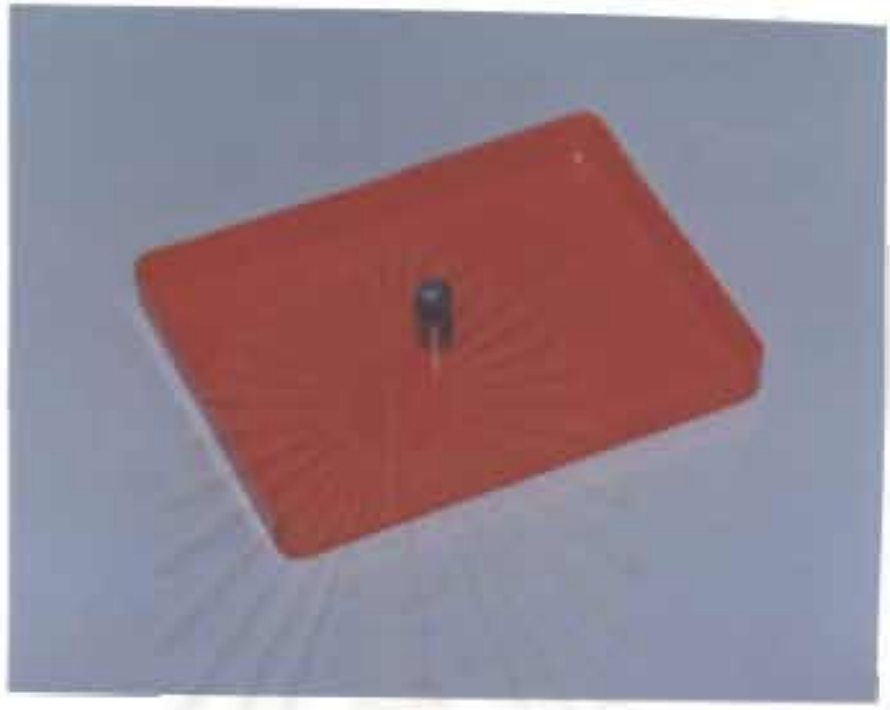
รูปที่ 10 ภาพแสดงชิ้นทดสอบที่ยึดติดกับแท่งโลหะด้วยซีเมนต์



รูปที่ 11 ภาพแสดงไดอะแกรมของการทดสอบ

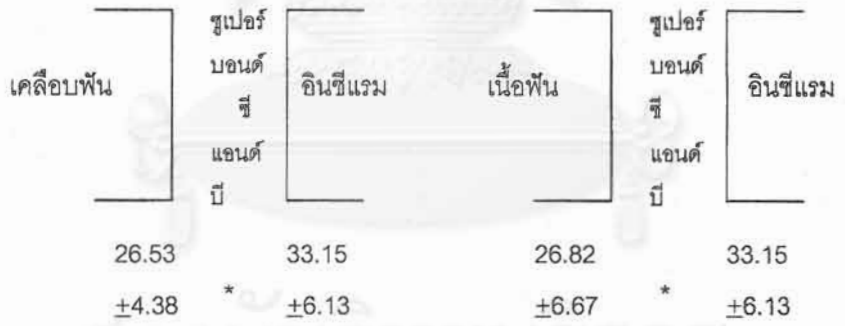


รูปที่ 12 ภาพแสดงการทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือน



รูปที่ 13 ภาพแสดงการเกิดการลลายพันธะหลังการทดลอบซึ่งเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่าง ซีเมนต์และพื้นผิวทดลอบของพานาเวีย 21

รูปที่ 14 ภาพแสดงการเกิดการลลายพันธะหลังการทดลอบซึ่งเกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่าง ซีเมนต์ซีเมนต์และพื้นผิวทดลอบของซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี



* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ ($p<0.05$)

รูปที่ 15 แสดงการเปรียบเทียบผลของการยึดติด อินซีแรมกับเคลือบฟัน และ เนื้อฟันด้วย พานาเวีย21 และซูเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บี

บทนำ

อินซีแรม (In-Ceram, Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany)เป็นอะลูมินัสพอร์ซเลน (Aluminous porcelain)ที่ใช้ทำเป็นโครงสร้างภายใน(substructure) ของการบูรณะครอบฟันและสะพานฟันแทนการใช้โลหะ อินซีแรมมีความแข็งแรงกว่าพอร์ซเลนทั่วไปเนื่องจากมีส่วนประกอบของอะลูมินาที่เพิ่มขึ้น เสริมด้วยการเผารวมกับแก้วเพื่อให้มีการแทรกซึม (Glass infitration) เข้าไปในส่วนที่พรุนของพอร์ซเลน ทำให้มีความแข็งแรง (bending strength) มากกว่าพอร์ซเลนทั่วไป 3-4 เท่า นอกจากนี้ยังมีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อในช่องปาก (biocompatibility) และสามารถนำและกระจายแสงผ่านเข้าสู่ตัวฟันธรรมชาติซึ่งอยู่ภายในได้ใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติมากกว่าการใช้โลหะ ดังนั้นอินซีแรมจึงสามารถใช้เป็นวัสดุบูรณะฟันที่ได้รับการยอมรับและมีผลการใช้งานทางคลินิกที่น่าพอใจ [1-8)]

แม้ว่าการความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นของอินซีแรมจะมีผลทำให้มีความมั่นใจในการใช้เป็นโครงของวัสดุบูรณะฟัน แต่ส่วนผสมที่มากขึ้นของอะลูมินานอกจากจะทำให้มีความทึบแสงมากขึ้นจนต้องใช้เป็นโครงสร้างภายในร่วมกับการขึ้นรูปด้วยพอร์ซเลนทั่วไปแล้ว ยังทำให้การยึดติดของอินซีแรมกับฟันด้วยเรซินซีเมนต์ (resin cement) ซึ่งมีความเหมาะสมในการยึดพอร์ซเลนกับฟันธรรมชาติมีค่าต่ำลงด้วย เนื่องจากพันธะการยึดของพอร์ซเลนกับเรซินซีเมนต์ โดยใช้สารไซเลน (Silane coupling agent) เป็นตัวเชื่อมนั้น อาศัยซิลิกา(SiO_2) ซึ่งมีจำนวนลดน้อยลงในอินซีแรม [9)] ดังนั้นการบูรณะฟันโดยใช้อินซีแรมคาดหวังผลจากการยึดด้วยซีเมนต์หรือสารยึดติด (adhesive system) เช่นสะพานฟันแบบยึดติด

ด้วยเรซิน (resin-bonded bridge) อินเลย์(Inlay) หรือออนเลย์(Onlay) จึงต้องได้รับการพัฒนาในการยึดติดให้ได้ผลที่ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาวิจัยหลายชิ้นพบว่าการเพิ่มความแข็งแรงในการยึดอินซีแรมเข้ากับฟันนั้น จำเป็นต้องอาศัยวิธีการเคลือบซิลิกา (Silica coating)เพื่อเพิ่มชั้นของซิลิกาในการยึดติดซึ่งต้องใช้เครื่องมือพิเศษทางห้องปฏิบัติการเข้าช่วย[10-14] วิธีการนี้ทำให้เสียเวลาทางคลินิกและยังใช้ได้ยากในทางปฏิบัติเนื่องจากต้องรีบใช้ทันทีหลังผ่านขบวนการ[15] ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุที่พอหาได้ทางคลินิก(ในประเทศไทย)และปรับปรุงวิธีการยึดอินซีแรมเข้ากับฟันธรรมชาติด้วยวิธีการที่ทำได้ง่ายให้ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้นย่อมจะช่วยให้การทำงานของทันตแพทย์และผู้ป่วยสะดวกยิ่งขึ้น

การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถในการยึดติดของอินซีแรมกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟันโดยใช้เรซินซีเมนต์ชนิดต่างๆที่มีอยู่ในท้องตลาดขณะนี้ เรซินซีเมนต์มีหลายบริษัทผู้ผลิตมีราคาค่อนข้างสูง อายุการใช้งานค่อนข้างสั้น (1-2ปี) และเมื่อต้องการนำมาใช้งานโดยการยึดติดกับพอร์ซเลนก็จะต้องมีชุดสำหรับการปรับสภาพผิวพอร์ซเลนของบริษัทผู้ผลิตนั้นๆอีกต่างหาก ซึ่งก็จะใช้ได้ดีกับพอร์ซเลนทั่วไปเท่านั้น ดังนั้นในการทดลองนี้จึงต้องการทำการปรับสภาพผิวของอินซีแรมโดยการใช้สารต่างๆที่มีอยู่ในชุดของซีเมนต์เท่านั้น เพื่อเปรียบเทียบหาผลของการใช้งานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

การวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Pape และคณะ พบว่า การปรับสภาพผิวของอินซีแรมด้วยวิธีการกัดด้วยกรดยังทำให้อินซีแรมยึดติดกับเคลือบฟันได้ไม่ดีพอ [9] Kern & Thompson ได้ทำการทดสอบความแข็งแรงเทนไซล์ ในการยึด In-Ceram ด้วยเรซินซีเมนต์พบว่าการเป่าทราย(sandblast) อย่างเดียวหรือการใช้สารไซเลน (Silane coupling agent) ไม่ช่วยเพิ่มการยึดของคอมโพสิตเรซินประเภท Bis-GMA แต่จะเพิ่มขึ้นจากการเคลือบด้วยซิลิกา(Silica coating) ซึ่งทำให้มีชั้นของซิลิกาในการยึดติดเพิ่มขึ้นโดยไม่มีผลกระทบต่อการสูญหายของวัสดุหรือการใช้การเป่าทรายคู่กับเรซินซีเมนต์ที่เป็นฟอสเฟตโมโนเมอร์[10-12] Isidor และคณะได้ทำการทดสอบความแข็งแรงเทนไซล์ ในการยึดอินซีแรมเข้าด้วยกันพบว่า อินซีแรมจะยึดกันได้ดีที่สุดเมื่อทำการปรับสภาพผิวด้วยการเคลือบซิลิกาด้วย Silicoater และใช้ เรซินซีเมนต์ของ twinlook หรือการปรับปรุงสภาพผิวด้วย การเป่าทรายอะลูมิน่าและยึดด้วยพานาเวีย (Panavia Ex) [13] นอกจากนี้ Sadoun & Asmussen พบว่า การเพิ่มความแข็งแรงของการยึดอินซีแรมกับเรซินซีเมนต์สามารถทำได้โดยการปรับสภาพผิวโดยใช้การทาสาร fine-grained refractory powder ก่อนนำไปเผาที่อุณหภูมิ 960°เซลเซียส[14]

ระเบียบวิธีวิจัย

เนื่องจากการสลายพันธะในการยึดติด อาจเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ คือ การสลายพันธะที่ผิวรอยต่อระหว่างซีเมนต์กับวัสดุบูรณะ ซีเมนต์กับฟัน และ การสลายแรงยึดของซีเมนต์ ดังนั้นในการทดลองเพื่อจะหาความแข็งแรงพันธะเฉือนระหว่างอินซีแรมกับเคลือบฟันและเนื้อฟันด้วยซีเมนต์และการปรับสภาพผิวต่างๆนี้ จึงอาจเกิดการสลายพันธะได้หลายรูปแบบ ซึ่งอาจทำให้การวิเคราะห์ที่เป็นไปได้ยากว่าแรงที่ทำให้เกิดการสลายพันธะนั้นเป็นแรงใด การวิจัยครั้งนี้จึงใช้ตัวกลางคือ โลหะผสมนิเกิ้ล โครเมี่ยม และโมลิบดีนัม (non-precious alloy) ซึ่งสามารถยึดติดกับเรซินซีเมนต์ได้ดี [17-19]มาเป็นตัวกลางที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ซึ่งจะทำให้มีการสลายพันธะเป็นแบบเดียวหลีกเลี่ยงการเกิดการสลายพันธะแบบผสมให้มากที่สุด ในการทดลองครั้งนี้ มีขั้นตอนในการทำดังนี้

1.การเตรียมแท่งโลหะสำหรับทดสอบ

2. การเตรียมชิ้นทดสอบอินซีแรม

3. การเตรียมชิ้นทดสอบที่เป็นฟันธรรมชาติ

4.การปรับสภาพผิว

5.การยึดชิ้นทดสอบด้วยซีเมนต์

6.การทดสอบพันธะเฉือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.การเตรียมแท่งโลหะสำหรับทดสอบ

เตรียมแท่งโลหะสำหรับการยึดติดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร สูง 10 มิลลิเมตร โดยการเตรียมแบบเรซิน (Duralay, Inlay Pattern Resin, Reliance Dental Mfg.Co.Illinois, USA) รูปทรงกระบอกขนาดใหญ่กว่าที่ต้องการเล็กน้อย นำมาเหวี่ยงขึ้นรูปตามกรรมวิธีการทำครอบฟันด้วยโลหะผสม,นิเกิ้ล 59.3%โครเมี่ยม 24%และโมลิบดีนัม 10% (Heraus Co., German) จากนั้นนำมากลึงให้มีขนาดที่ต้องการ(รูปที่ 1)

2.การเตรียมชิ้นทดสอบอินซีแรม

2.1 นำวัสดุสำหรับขึ้นรูปอินซีแรม (รูปที่2) มาขึ้นรูปให้เป็นรูปแผ่นดิสก์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร หนา 4 มิลลิเมตร (รูปที่ 3) จำนวน 24 ชิ้น (แบ่งเป็น 3 กลุ่มละ 8 ชิ้น สำหรับทดสอบกับซีเมนต์ 3 ชนิด) ด้านที่เป็นระนาบทำการขัดให้เรียบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 100 การขึ้นรูป เผาขึ้นรูป (sintering) และเผาเสริมแก้ว(glass infiltration) ทำตามวิธีการจากเอกสารของบริษัทผู้ผลิต(ตารางที่ 1) [16] กรอแต่งแก้วส่วนเกินและกรอส่วนผิวด้านระนาบด้วยหัวกรอดี 16 (D16, Intensive, Switzerland)

2.2 นำชิ้นอินซีแรมมาฝังลงในเรซินโดยใช้แม่แบบวงแหวน เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร สูง 25 มิลลิเมตร หนา 3 มิลลิเมตรที่ใส่พอดีกับเครื่องมือทดสอบพันธะเฉือน ทาวาสลินด้านใน จากนั้นจึงเทเรซินเพื่อให้ชิ้นอินซีแรมฝังอยู่โดยระนาบที่กรอเตรียมไว้อยู่บริเวณพื้นผิวด้านที่จะทำการทดสอบ เมื่อเรซินแข็งตัวจึงถอดออกจากแบบวงแหวน (รูปที่ 3)

3.การเตรียมชิ้นทดสอบที่เป็นฟันธรรมชาติ

3.1 นำฟันธรรมชาติ จำนวน 48 ซี่ แบ่งออกเป็น สองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 (24 ซี่) กรอผิวฟันด้านกระพุ้งแก้มให้อยู่ภายในชั้นเคลือบฟัน โดยสังเกตจากสีที่ต่างกันของเคลือบฟันที่ขาวขุ่นและเนื้อฟันสีเหลือง (การกรอให้ถึงเฉพาะชั้นของเคลือบฟันนี้สามารถยืนยันได้อีกครั้งในขั้นตอนการปรับสภาพผิวด้วยกรด) ด้วยหัวกรอดี16 ให้เป็นระนาบวงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 มิลลิเมตร ทดสอบระนาบที่ได้โดยการทาบดูกับแผ่นกระจกใส กลุ่มที่ 2 (24 ซี่) ทำเช่นเดียวกับกลุ่มที่1แต่กรอลึกให้ถึงชั้นของเนื้อฟัน

3.2 นำฟันที่กรอได้มาวางด้านระนาบลงบนพื้นกระจก ยึดฟันให้ติดด้วยดินน้ำมัน นำมาฝังลงในเรซินในแบบวงแหวน เช่นเดียวกับอินซีแรมในข้อ 2.2 ชิ้นทดสอบในแต่ละกลุ่มนำมาแบ่งออกเป็นกลุ่มละ 3 กลุ่มย่อย (กลุ่มย่อยละ 8 ชิ้น) แช่ไว้ในน้ำเพื่อเตรียมในขั้นตอนต่อไป (รูปที่ 5)

4. การปรับสภาพผิว

ทำการปรับสภาพผิวของวัสดุต่างๆสำหรับยึดซีเมนต์แต่ละชนิดตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ พานาเวีย 21 (Panavia 21,Kuraray, Osaka,Japan) (รูปที่ 6), ซูเปอร์บอนด์ซี แอนด์บี (Superbond C&B, Sun Medical, shiga , Japan) (รูปที่ 7) และ เรซิโนเมอร์ (Resinomerม, Bisco, Illinois, USA) (รูปที่ 8) ซึ่งใช้ร่วมกับออลบอนด์ 2 (All bond 2 system, Bisco, Illinois, USA) (รูปที่ 9) การปรับสภาพผิววัสดุต่างๆตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต(ตารางที่2) โลหะด้านหน้าตัดซึ่ง

เป็นส่วนที่จะใช้ยึดติด การเป่าทรายบนผิวโลหะและอินซีแรมจะใช้ทรายอะลูมินาขนาด 50 ไมครอน ความดัน 5 บาร์ห่างจากผิววัสดุ 1 เซนติเมตร เป็นเวลา 3 วินาที โดยเป่าให้ทั่วทั้งพื้นผิว จากนั้นนำมาทำความสะอาดด้วยเครื่องสั่นอัลตร้าโซนิก

5.การยึดชิ้นทดสอบด้วยซีเมนต์

นำชิ้นทดสอบของวัสดุที่ทำการปรับสภาพผิวด้วยวิธีต่างๆแล้วมายึดติดกับแท่งโลหะด้วยซีเมนต์ (รูปที่ 10) การผสมและยึดติดซีเมนต์แต่ละชนิดตามคำแนะนำในเอกสารของบริษัทผู้ผลิต ควบคุมแรงกดของการยึดติดให้ใกล้เคียงกันรอจนซีเมนต์แข็งตัวตามเวลาที่แนะนำในเอกสาร พานาเวีย 21 และ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีแข็งตัวด้วยปฏิกิริยาเคมี ส่วนเรซิโนเมอร์แข็งตัวด้วยการฉายแสงร่วมกับปฏิกิริยาเคมี หลังจากซีเมนต์แข็งตัวแล้วทำการเป่าทรายเพื่อขจัดส่วนเกินของซีเมนต์ออกในแนวขนานกับแท่งโลหะ

6.การทดสอบพันธะเฉือน

นำชิ้นทดสอบที่ยึดติดแล้วใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37° ความชื้นสัมพันธ์ 100% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนนำมาทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือน (shear bond strength) (รูปที่ 11 และ 12) ด้วยเครื่องทดสอบสากล (Universal testing Machine, Autograph, Shimadzu, Japan) ความเร็วตัดขวาง 2 มม./นาที บันทึกค่าของแรงเริ่มต้นที่ใช้ในการทำให้การทำให้โลหะหลุดออกจากพื้นผิวทดสอบ นำชิ้นส่วนที่หลุดออกมาตรวจสอบลักษณะการหลุดและพื้นผิวที่หลุด นำค่าแรงที่ได้มาคำนวณค่าความแข็งแรงพันธะโดยสูตร

$$P = \frac{4F}{\pi D^2}$$

โดย P คือค่าความแข็งแรงพันธะเฉือน

F คือ แรงที่ทำให้เกิดการแตกขณะทดสอบ

D คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของพื้นที่ที่ทำการทดสอบ

จากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติด้วย

โปรแกรม SPSS version 7.5 for windows

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าการสลายพันธะที่เกิดขึ้นเป็นการสลายพันธะแบบเดียวคือเกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างซีเมนต์และวัสดุ ซึ่งพบว่า เมื่อใช้พานาเวีย 21 และ ซูเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บี สามารถทำให้เกิดการสลายพันธะขึ้นที่รอยต่อระหว่างซีเมนต์กับ เคลือบฟัน เนื้อฟัน และ อินซีแรมตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง(รูปที่13และ14) แต่ในขณะที่การใช้เรซิโนเมอร์คู่กับออลบอนด์ 2 นั้น เกิดการสลายพันธะบริเวณรอยต่อของซีเมนต์และอินซีแรมเท่านั้นที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ส่วนในการยึดติดกับเคลือบฟันและเนื้อฟันนั้นเกิดการสลายพันธะขึ้นที่บิเวณรอยต่อระหว่างโลหะและซีเมนต์ ซึ่งไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงพันธะเฉือนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการยึดติดด้วยการปรับสภาพผิวและยึดติดด้วยซีเมนต์ทั้ง 3 ชนิดกับวัสดุต่างๆแสดงไว้ใน ตารางที่ 3 เนื่องจากการทดลองได้ผลซึ่งสามารถใช้วิเคราะห์ได้เฉพาะพานาเวีย 21 และ ซุเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีเท่านั้นจึงนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยการทดสอบ Student T- test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า ในการยึดติดกับทั้งเคลือบฟัน เนื้อฟัน และอินซีแรม พานาเวีย 21 สามารถยึดติดได้ดีกว่าซูเปอร์บอนด์ ซีแอนด์บีอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อนำค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนที่ได้มาเปรียบเทียบในการยึดอินซีเรมเข้ากับเคลือบฟัน และเนื้อฟันโดยใช้โลหะเป็นตัวกลางตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง สามรถเขียนเป็นไดอะแกรมได้ดัง รูปที่

การอภิปรายผล

จากผลการทดสอบพบว่า พานาเวีย 21และ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมีความสามารถในการยึดติดกับเคลือบฟันได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่พบว่าเมื่อใช้เรซิโนเมอร์ร่วมกับออลบอนด์ 2 จะพบว่าการสลายพันธะเกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างโลหะและซีเมนต์ซึ่งหมายถึงแรงยึดที่เกิดขึ้นกับโลหะมีค่าน้อยกว่าแรงยึดที่เกิดขึ้นกับเคลือบฟัน โดยที่ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงพันธะที่ได้กับพานาเวีย 21และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีได้ ส่วนในการยึดติดกับเนื้อฟันนั้นพบว่าพานาเวีย 21 มีแรงยึดติดกับเนื้อฟันได้ดีกว่า ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าซีเมนต์ทั้งสองชนิดยึดติดกับเนื้อฟันได้น้อยกว่าเคลือบฟัน ส่วน ออลบอนด์ 2และเรซิโนเมอร์นั้นก็ยังพบว่ามีการสลายพันธะเกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างโลหะและซีเมนต์เช่นเดิมโดยที่ไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงพันธะกับพานาเวีย 21และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีได้เช่นกัน แต่จะเห็นได้ว่า ด้วยแรงยึดที่ได้นั้นใกล้เคียงกับในการทดลองยึดติดกับเนื้อฟัน ค่าที่ได้จากการยึดติดกับเคลือบฟันและเนื้อฟันด้วย ออลบอนด์ 2และเรซิโนเมอร์นี้(13.61$\pm$5.4 และ 11.25$\pm$4.3 เมกกะปาสคาล ตามลำดับ) น่าจะเป็นค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนของ เรซิโนเมอร์และออลบอนด์ 2 กับโลหะ

จากผลการทดลองนี้สามารถทำการเปรียบเทียบความสามารถยึดติดของซีเมนต์แต่ละชนิดกับวัสดุต่างๆได้ด้วย ซึ่งสามารถเขียนเป็นลำดับได้ดังนี้

พานาเวีย 21 โลหะ > อินซีแรม > เคลือบฟัน > เนื้อฟัน

ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี โลหะ > อินซีแรม > เคลือบฟัน > เนื้อฟัน

ออลบอนด์ 2และเรซิโนเมอร์ อินซีแรม > เคลือบฟัน , เนื้อฟัน > โลหะ

พานาเวีย 21 เป็นเรซินซีเมนต์ที่ประกอบด้วยคอมโพสิตเรซินเหลวทึบแสงที่เป็นสารแทรกแบบอนินทรีย์(inorganic filler) 77%และกรดฟอสฟอริคเอสเทอร์ซึ่งช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ในการการยึดติดกับฟัน, ออกไซด์ของโลหะ และพอร์ซเลนได้ดี ในส่วนของไพรเมอร์ที่ใช้ทาเพื่อยึดเนื้อฟันนั้นประกอบด้วยMDP, HEMA และกรดซาลิไซลิก พานาเวีย 21 มีความหนาของซีเมนต์ (film thickness) บางประมาณ19ไมครอน และมีความหนืด(viscosity)ต่ำทำให้มีการไหลแทรกเข้าไปยังพื้นผิวของสิ่งที่ต้องการยึดติดได้ดี ส่วนซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี เป็นเรซินซีเมนต์ประเภทแข็งตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีกับฟัน ประกอบด้วยส่วนผงซึ่งเป็นเมธิลเมทาไครเลต (Methyl Methacrylate) โมโนเมอร์เป็นคาร์บอกซีเลต(4 Meta) และ TBB เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งมีการเปียก(wetting angle)ดีทำให้สามารถแทรกเข้าไปยังพื้นผิวของสิ่งที่ต้องการยึดติดได้ดีเช่นกัน ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีสามรถยึดติดได้ดีกับโลหะ พอร์ซเลน และฟัน โดยเฉพาะการยึดติดกับเนื้อฟันโดยการทำให้เกิดชั้นไฮบริด(Hybrid layer) การผสมซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีสามารถผสมได้ สองวิธีคือการผสมแบบธรรมดาและการผสมแบบใช้พู่กัน การผสมแบบธรรมดาสามารถปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของผงกับน้ำได้ตามความต้องการในการใช้งาน ในขณะที่การผสมแบบใช้พู่กันน่าจะทำให้อัตราส่วนของผงกับน้ำไม่สม่ำเสมอยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ส่วนของโมโนเมอร์ซึ่งระเหยได้เร็วทำให้ต้องเพิ่มความระมัดระวังในการผสม รวมทั้งการควบคุมอุณหภูมิของถ้วยผสมให้เย็นพอเหมาะ

ตามคำแนะนำ ซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีมีชั้นซีเมนต์ที่หนา ระยะเวลาการทำงาน(working time)สั้น และอาจมีรูพรุนขณะผสม รวมทั้งมีการหดตัว(shrinkage)ที่ค่อนข้างสูง[20)]

เรซิโนเมอร์เป็น เรซินซีเมนต์แบบอเนกประสงค์ที่มีส่วนผสมของแก้วไอโอโนเมอร์ (glass Ionomer) แข็งตัวด้วยปฏิกิริยาเคมีร่วมกับการฉายแสง โดยใช้ร่วมกับออลบอนด์ 2ในการยึดติดกับฟันหรือโลหะ เนื่องจากส่วนของโมโนเมอร์เป็นสารชนิดเดียวกันคือไดอะริลซัลโฟนเมทาไครเลต (Diarylsulfone dimethacrylate :DSDM) ในขณะที่ส่วนเบสประกอบด้วยแก้วและอะลูมินา ออลบอนด์ 2และเรซิโนเมอร์มีข้อควรระวังในการใช้คือจะแข็งตัวสมบูรณ์เมื่อไม่มีอากาศ เมื่อผสมแล้วจะมีชั้นนอกบริเวณผิวจะเหลวอยู่ในขณะที่ข้างในแข็งตัว(air inhibit layer) ในการทดลองนี้เรซิโนเมอร์และออลบอนด์ 2 ไม่สามารถยึดติดได้ดีอาจเนื่องจากความยุ่งยากในการใช้ซึ่งจำเป็นต้องสารหลายชนิดและขบวนการค่อนข้างมาก ทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาดได้มากขึ้น รวมทั้งการใช้สารพรีบอนด์ถ้าไม่ได้รับการเป่าให้บางอาจแข็งตัวเร็วดังนั้นจึงให้ทาก่อนทำการยึดติดทันที นอกจากนี้การแข็งตัวด้วยการฉายแสงอาจทำให้เกิดการหดตัว (polymerization shrinkage) อาจทำให้ประสิทธิภาพการยึดติดลดต่ำลงด้วย

จากไดอะแกรมการเปรียบเทียบผลการทดลอง สามารถทำนายการยึดติดของอินซีแรมกับเคลือบฟันหรือเนื้อฟันโดยจะเห็นผลความแข็งแรงพันธะในการยึดดังภาพ ซึ่งสามารถทำนายถึงแรงและบริเวณที่จะทำให้เกิดความล้มเหลวขึ้นก่อน นอกจากนี้ยังสามารถมองถึงแนวโน้มในการปรับปรุงการยึดว่าควรจะทำบริเวณใดการยึดติดกับเคลือบฟัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลการทดลองจะสรุปได้แตกต่างจาก

รายงานการวิจัยอื่นๆซึ่งพยายามปรับปรุงความแข็งแรงพันธะให้มากยิ่งขึ้นในขณะที่ไม่ได้ทำการเปรียบเทียบกันรอยต่อของเคลือบฟันหรือเนื้อฟันที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงควบคู่กันไปเพื่อให้มีผลความสำเร็จในทางคลินิกที่ดีขึ้น นอกจากนี้สภาวะต่างๆที่มีผลสำคัญต่อการใช้งานในระยะยาว เช่น ความล้า (fatigue)ของซีเมนต์ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ก็มีความจำเป็นที่ควรจะได้รับการศึกษาต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุป

1. พานาเวีย 21 มีความสามารถในการยึดติดกับ เคลือบฟัน เนื้อฟัน กับอินซีแรม ได้ดีกว่าซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บีอย่างมีนัยสำคัญ

2. การใช้เรซิโนเมอร์ คู่กับออลบอนด์ 2 มีค่า ความแข็งแรงพันธะเฉือนในการยึดโลหะได้ต่ำกว่าเคลือบฟัน หรือเนื้อฟันจึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ในการทดลองนี้ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองนี้พบว่า การแตกสลายของพันธะในการยึดติดนั้น ยังไม่เป็นไปตามความคาดหมายซึ่งต้องการให้เกิด การสลายพันธะแบบเดี่ยวบริเวณรอยต่อของการยึดติด (Cement Interface) ซึ่งจะทำให้การแปรผลเป็นไปอย่างสมบูรณ์และสามารถเปรียบเทียบกันได้โดยตรง อีกทั้งยังจะใช้เป็นพื้นฐานในการเปรียบเทียบกับวัสดุยึดติดหรือเซรามิกอื่นๆ ที่จะมีต่อไปในอนาคตโดยการทำการทดลองเพิ่มเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

การปรับปรุงการทดลองเพื่อให้ได้ผลที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นนั้น จำเป็นต้องเพิ่มประสิทธิภาพการยึดติดของโลหะให้ดียิ่งขึ้นเพื่อให้ได้การสลายพันธะระหว่างรอยต่อของซีเมนต์และเซรามิกเหมือนกันทั้งหมด ซึ่งอาจทำได้ เช่น การเพิ่ม เวลา ความดัน ในการเป่าทรายให้มากขึ้น หรือการลองใช้การเคลือบซิลิกาบริเวณพื้นผิวของโลหะ เป็นต้น นอกจากนี้ ควรทำการตรวจผิวการสลายพันธะด้วยการส่องกล้องกำลังขยายสูง เช่น Scanning Electron Microscope เพื่อช่วยในการสำรวจพื้นผิวและทำการวิเคราะห์ผลได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังควรลองทำการทดสอบการยึดติดของซีเมต์กับพอร์ซเลนธรรมดา(Conventional porcelain) เพื่อสามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้ดียิ่งขึ้น

จากการทดลองนี้พบว่าความแข็งแรงพันธะซีเมนต์ โดยใช้วิธีการปรับสภาพผิวโดยใช้สารในชุดของซีเมนต์(พานาเวีย 21 และซูเปอร์บอนด์ซีแอนด์บี)กับอินซีแรมที่ทำการทดลองได้มีค่ามากกว่าความแข็งแรงพันธะของซีเมนต์กับเคลือบฟันหรือเนื้อฟันทั้งสิ้น ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดติดนั้น

นอกจากจะปรับปรุงการสภาพผิวของอินซีแรมแล้ว การปรับปรุงการยึดติดของซีเมนต์เข้ากับเคลือบฟัน หรือเนื้อฟันก็เป็นสิ่งจำเป็นด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

1. Probster L. Diehl J. Slip-cast alumina ceramics for crown and bridge restoration. *Quintessence Int. 1992, 23(1):25-31*

2. Giordano RA .Pelletier L. Campbell S. Pober R. Flexural strength of an infused ceramic, glass ceramic, and feldspathic porcelain. *J Prosth Dent. 1995, 73(5):411-8.*

3. White SN. Caputo AA. Vidjak FM. Seghi RR. Moduli of rupture of layered dental ceramics. *Dent Mater. 1994, 10(1):52-58*

4. Trushkowsky RD. Esthetic alternative to conventional resin-bonded fixed partial dentures with In-Ceram. *J Esthetic Dent.1994, 6(3):115-120*

5. Pera P. Gilodi S. Bassi F. Carossa S. In vitro marginal adaptation of alumina porcelain ceramic crowns. *J Prosth Dent. 1994, 72(6):585-590,*

6. Probster L. Survival Rate of In-Ceram restorations. *Int J Prosth. 1993, 6(3) : 259-263*

7. Scotti R. Catapano S. D'Elia A. A clinical evaluation of In-Cearm crowns. *Int J Prosth 1995, (4): 320-323,*

8. Yoshinari M. Derand T. Fracture strength of all-ceramic crowns. *Int J Prosth. 1994, 7(4):329-338*

9. Pape FW. Pfeiffer P. Marx R. Bond strength of etched In-Ceram(R) to tooth enamel. [German] *ZWR 1991,100(7): 450-453*

10. Kern M. Neikes MJ. Strub JR.. Tensile strength of the bond to In-ceram after varying of surface conditioning. [German] *Deutsche Zahnarztlice Zeitschrift. 1991, 46 (11):758-761* ,

11. Kern M. Thompson VP. Sandblasting and silica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology, and changes in the surface composition. *J Prosth Dent. 1994, 71(5):453-461,.*

12. Isidor F. Stokholm R. Ravnholt G. Tensile bond strength of resin luting cement to glass infiltrated porous aluminium oxide cores (In-Ceram) *European Journal of Prosthodontics & Restorative Dentistry 1995, 3(5):199-202*

13. Kern M. Thompson VP. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive

methods and their durability. *J Prosth Dent. 1995, 73(3):240-249, .*

14. Sadoun M. Asmussen E. Bonding of resin cements to an aluminous ceramic: a new surface treatment. *Dent Mater. 1994, 10(3):185-189.*

15. Stokholm R. Isidor F. Ravnholt G.Tensile bond strength of resin luting cement to a porcelain-fusing noble alloy. *Int J Prosth 1996,(9): 323-330.*

16. Howe DF. and Denehy GE.Anterior fixed partial dentures utilizing the acid-etch Technique and a cast metal framework. *J Prosth Dent. 1977, 37: 28-31*

17. Tanaka T. Fujiyama E. Shimizu H. Takaki A. Atsuta M. and Nakabayashi N. 4META opaque resin- A new resin strongly adhesive to nickel chromium alloy. *J Dent Res. 1981, 60 :1697-1706.*

18. Kondo Y. Uramoto T. and Yamashita A. Adhesive strength of adhesive resin PANAVIA EX to Dental alloy : Part 1. Adhesive strength of Ni-Cr alloy. *J.Japan Pros.Soc.,1984,28:587-589*

19. Yamashita A. Kondo Y. and Uramoto T. Adhesive strength of adhesive resin

PANAVIA EX to Dental alloy : Part 2. Adhesive strength to precious metal alloys.

J.Japan Pros.Soc.,1984,28:1023-1033

20. Knobloch LA. Kerby RE. Brantley WA. Luarell KA. Shear bond strength of Rexillium III to enamel using resin composite cements. *Int J Prosthodont 1996, 9 : 555-562,*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย