การรั่วซึมระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงที่ระดับต่างๆของผนังคลองรากฟัน

ธีรชัย ลิมป์ลาวัณย์* ณัฐวุฒิ พารักษ์ จุฑาวรรณ ศรีโพธิ์ทองนาค*****
ชิดชนก เศรษฐศิริสมบัติ** ประไพพร เรือนใจมั่น*******

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์รอยรั่วระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ 2 ชนิดที่ระดับต่างๆของคลองรากฟันภายหลังจากยึดเดือยไฟเบอร์ ฟันตัดบนของมนุษย์จำนวน 33 ซี่ ซึ่งผ่านการรักษาคลองรากฟันตามการรักษาทางวิทยาเอ็นโดดอนต์ จากนั้นเตรียมคลองรากฟันสำหรับเดือยไฟเบอร์ซึ่งยึดด้วยเรซินซีเมนต์ 2 ชนิดคือ เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์จำนวน 15 ซี่ และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองจำนวน 15 ซี่ ส่วนที่เหลืออีก 3 ซี่เป็นกลุ่มควบคุมที่ยึดด้วยเรซินซีเมนต์โดยไม่ใช้สารยึด นำฟันที่บูรณะแล้วมาตัดส่วนตัวฟันและตัดส่วนรากฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางที่ระดับต่าง ๆ กัน 2 ระดับคือ 1 มิลลิเมตรต่ำกว่าระดับรอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน และ 1 มิลลิเมตรเหนือกัตทาเพอร์ชา นำฟันทั้ง 33 ซี่แช่ในสารละลายเบสิกฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วจึงนำมาตัดกึ่งกลางรากฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางและทำการบันทึกรอยรั่วระดับจุลภาคทั้ง 3 ระดับภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10 เท่า นำข้อมูลที่บันทึกได้มาทำการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิลค็อกซันไซส์แรงค์ และคลูซคัลวาลลิส ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการทดลองพบว่ารอยรั่วซึมระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทดสอบรอยรั่วระดับจุลภาคทั้ง 3 ระดับของคลองรากฟันของเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิด พบว่า ทั้ง 3 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ระดับ 1 มิลลิเมตรเหนือกัตทาเพอร์ชามีรอยรั่วระดับจุลภาคมากที่สุด และที่ระดับ1 มิลลิเมตรต่ำกว่าระดับรอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟันมีรอยรั่วระดับจุลภาคน้อยที่สุด จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า มีการรั่วซึมระดับจุลภาคเกิดขึ้นของเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิดที่ระดับต่าง ๆ ของผนังคลองรากฟัน โดยพบการรั่วซึมระดับจุลภาคมากที่สุดที่บริเวณ ปลายรากฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่การรั่วซึมระหว่าง เรซินซีเมต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองแต่ละบริเวณของผนังคลองรากฟันไม่แตกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : การรั่วซึมระดับจุลภาค เรซินซีเมนต์ บ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสง ผนังคลองรากฟัน

**อาจารย์ ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10110*

***ทันตแพทย์ แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลเขมราฐ 319 หมู่ 1 ถนนอรุณประเสริฐ เขมราฐ อุบลราชธานี ประเทศไทย 34170*

****ทันตแพทย์ แผนกทันตกรรม ศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี 62 หมู่ 7 ถนนรังสิตนครนายก องครักษ์ นครนายก ประเทศไทย 26120*

*****ทันตแพทย์ แผนกทันตกรรม วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดสุพรรณบุรี 77 หมู่ 4 ทับตีเหล็ก เมือง สุพรรณบุรี ประเทศไทย 72000*

******ทันตแพทย์ แผนกทันตกรรม โรงพยาบาลมุกดาหาร 24 พิทักษ์พนมเขต เมือง มุกดาหาร ประเทศไทย 49000*

Microleakage of Dual-Cured Resin Cements in Different Regions of Root Canal Wall

Teerachai Limlawan* Nattawuth Parrak Juthawan Sriphotongnak*** Chidchanok Sessirisombat**** Prapaiporn Rueanchaimon*******

Abstract

The objective of this study was to evaluate microleakage of two different resin cements at different regions of root canal wall after fiber post cementation. Thirty-three extracted human upper incisors were obtained and standard root canal treatment was performed. Post space was afterward prepared and prefabricated fiber post was luted using either two different resin cements; self-etch resin cement (15 teeth) and self-adhesive resin cement (15 teeth) and resin cement without adhesive (3 teeth) for control group. The restored teeth were decoronated and the roots were cross-sectioned at two different regions; 1 mm below CEJ (cervical) and 1 mm above the remaining gutta percha (apical). After immersion in 0.5 % basic fuchsin for 24 hours, middle of the roots (middle) were cross-sectioned. Microleakage was determined along the root canal wall of each region under optical microscope (10x) using standardized scores. Wilcoxon signed ranks test and Kruskal-Wallis test were used for statistical analysis at confidence level of 95%. The results showed that microleakage between two resin cements was not significant different. On the other hand, statistical differences in microleakage scores were presented among three root canal dentin wall regions ($p<0.05$). The area of 1 mm above the remaining gutta percha showed the most leakage, whereas area of 1mm under CEJ presented least leakage. It can be concluded that both self-etch resin cement and self-adhesive resin cement showed the most leakage at the area of 1 mm above the remaining gutta percha ($p<0.05$), whereas microleakage at 3 different regions of 2 resin cements showed no significant different.

Key words : Microleakage, Resin cement, Dual-cured, Root canal wall

**Lecturer, Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University, Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110 Thailand.*

***Dentist, Dental unit, Khemmaraj Hospital, Ubon Ratchathani 34170 Thailand.*

****Dentist, Dental unit, HRH Princess Maha Chakri Sirindhorn Medical Center, 62 Moo 7 Rangsit-Nakhon Nayok Rd., Ongkharak, Nakhon Nayok 26120 Thailand.*

*****Dentist, Dental unit, Sirindhorn College of Public Health Suphanburi, Suphanburi 72000 Thailand.*

******Dentist, Dental unit, Mukdaharn Hospital, Mukdaharn 49000 Thailand.*

บทนำ

ปัจจุบันการใช้เดือยฟันไฟเบอร์บูรณะฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากการทำงานที่สะดวกและรวดเร็ว เมื่อเกิดความผิดพลาดสามารถรื้อออกได้โดยสร้างความเสียหายต่อโครงสร้างฟันเพียงเล็กน้อย และที่สำคัญคือมีความสวยงามจึงพิจารณาใช้ในการบูณะฟันหน้า ขั้นตอนการยึดเดือยฟันไฟเบอร์เข้ากับผนังคลองรากฟันที่ได้รับการกรอขยายสามารถทำได้ง่าย ซึ่งการใส่เดือยฟันไฟเบอร์ในฟันที่ผ่านการรักษาคลองรากฟันจำเป็นต้องใช้เดือยฟันไฟเบอร์ที่มีลักษณะนำแสงและยึดติดกับผิวฟันด้วยสารยึดติดร่วมกับเรซินซีเมนต์ ปัจจุบันจำแนกเรซินซีเมนต์ได้ตามการใช้งานทางคลินิกโดยแยกตามสารยึดติดที่ใช้ร่วมกับเรซินซีเมนต์คือ เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบกรดกัดรวม (total-etched adhesive resin cement) เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์ (self-etched adhesive resin cement) และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง (self-adhesive resin cement) อย่างไรก็ตามพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในการยึดเดือยฟันไฟเบอร์กับคลองรากฟันโดยการใช้เรซินซีเมนต์ชนิดที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง คือสภาวะความเป็นกรดของสารยึดติดทั้ง 2 ระบบนั้นมีผลต่อการบ่มตัวของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเอง (self-cured resin cement) และเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มตัวด้วยแสง (dual-cured resin cement) โดยพบว่าบริเวณปลายของเดือยฟันไฟเบอร์ชนิดนำแสงเป็นบริเวณที่ความเข้มของแสงจากเครื่องฉายแสงไม่เพียงพอ จึงทำให้เกิดการบ่มตัวของเรซินซีเมนต์แบบบ่มเอง เมื่อกลุ่มเอมีนทำปฏิกิริยากับมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด (acidic monomer) จะส่งผลให้เกิดการก่อตัวของเรซินซีเมนต์อย่างไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดความล้มเหลวของการบูรณะด้วยเดือยฟันไฟเบอร์ [1-4] จากการศึกษาเปรียบเทียบผลยับยั้งการบ่มตัวของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง พบว่าเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิดต่างก็มีความล้มเหลวในการยึดเดือยฟันไฟเบอร์ แต่เรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองมีความล้มเหลวในการยึดเดือยฟันไฟเบอร์ชัดเจนกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์ [1-9]

เรซินซีเมนต์ที่ใช้ในการยึดเดือยฟันไฟเบอร์กับผนังคลองรากฟันนั้นจำเป็นต้องมีสารยึดติดเป็นตัวเชื่อมให้มีการยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินซีเมนต์ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบสารยึดติดให้สามารถใช้งานได้สะดวกและลดระยะเวลาในการทำงาน เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบกรดกัดรวมมีประสิทธิภาพสูงแต่มีขั้นตอนการใช้หลายขั้นตอน จึงได้มีการพัฒนาสารยึดติดระบบใหม่ที่ช่วยลดขั้นตอนการทำงานลง คือ เรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง ซึ่งถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เรซินซีเมนต์ระบบเซลฟ์เอชท์และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองมีส่วนประกอบในสารยึดติดที่มีฤทธิ์เป็นกรดและชอบน้ำ ในระหว่างการยึดเรซินซีเมนต์เข้ากับสารยึดติดนั้นพบว่ากลุ่มของมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดในสารยึดติดเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เรซินซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากความเป็นกรดที่ตกค้างมีผลยับยั้งหมู่เปอร์ออกไซด์ (peroxide) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นปฏิกิริยากับเอมีนตติยภูมิ ทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบสของสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์ส่งผลให้ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ลดลง [1-3] และทำให้เกิดชั้นของสารยึดติดที่มีคุณสมบัติชอบน้ำ (hydrophillic) ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นเยื่อเลือกผ่าน (permeable membrane) ให้มีการแพร่ซึมผ่านของน้ำสู่ชั้นไฮบริด (hybrid layer) ภายหลังจากปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอร์ที่ไม่สมบูรณ์ [5-6] น้ำที่สะสมอยู่ระหว่างผิวหน้าของสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์ส่วนใหญ่มาจากท่อเนื้อฟันเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเครียดบนพื้นผิวรอยต่อระหว่างสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์และผนังคลองรากฟัน ทำให้รบกวนการยึดติดของเรซินซีเมนต์กับเนื้อฟัน [5-6] นำไปสู่ความล้มเหลวของการยึด

ระหว่างสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองและชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสง [6] ซึ่งปัญหาการซึมผ่านของน้ำสามารถแก้ไขได้โดยการทาสารตัวกลางที่มีสมบัติทำให้เกิดสภาวะความไม่ชอบน้ำและมีความเป็นกรดลดลง [6,10]

มีการศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงของการยึดติดพบว่ามีค่ามากขึ้นเมื่อเนื้อฟันปราศจากน้ำที่ตกค้างในชั้นไฮบริด โดยการใช้สารละลายเอทานอลปรับสภาพก่อนการทาสารยึดติด ซึ่งในความเป็นจริงการทำให้เนื้อฟันปราศจากน้ำเป็นไปไม่ได้ ดังนั้นจึงมีการแนะนำให้ใช้ระบบสารยึดติดที่ทำให้ลดการซึมผ่านของน้ำจากท่อเนื้อฟัน ระบบสารยึดติดดังกล่าวนั้นคือสารยึดติดระบบกรดกัดรวมที่มีการปรับสภาพผิวฟัน 3 ขั้นตอน [6,10] ซึ่งประกอบด้วยชั้นที่ไม่ชอบน้ำและปราศจากกรดตกค้างบนสารยึดติดซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดปฏิกิริยาการยับยั้งเอมีนตติยภูมิในเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเอง สาเหตุอีกประการของการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไม่สมบูรณ์ในการบูรณะฟันด้วยเดือยฟันไฟเบอร์ชนิดนำแสงร่วมกับเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสง คือบริเวณปลายของเดือยฟันไฟเบอร์มีความเข้มของแสงจากเครื่องฉายแสงลดลงส่งผลให้เกิดปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้น [2-3]

เรซินซีเมนต์ มีส่วนประกอบคล้ายกับเรซินคอมพอสิตที่ใช้เป็นวัสดุบูรณะฟันคือ เรซินเมทริกเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นพอลิเมอร์ เช่น บิส-จีเอ็มเอ ((2,2-bis[4(2-hydroxy-3-methacryloyl-oxy-propoxy) phenyl]propane) : bis-GMA) เมทิลเมทาไครเลต (methylmethacrylate) หรือ ยูรีเทนไดเมทาไครเลต (Urethanedimethacrylate : UDMA) ช่วยเพิ่มให้มีสมบัติดีขึ้น [11,12] สารเติม (filler) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ ทำหน้าที่คงรูปของเรซินเมทริก [11] มีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กกว่า 0.04 ไมโครเมตรถึงขนาดใหญ่กว่า 100 ไมโครเมตร โดยส่วนใหญ่เป็นควอทซ์และแก้วเช่น แบเรียมซิลิเกต โดยเป็นส่วนประกอบในเรซินซีเมนต์ร้อยละ 20 ถึง 80 โดยน้ำหนัก สารไซเลน (silane coupling agent) ทำหน้าที่ช่วยประสานเรซินเมทริกและสารเติมเข้าด้วยกันระหว่างการก่อตัว ประกอบด้วยกลุ่มฟังก์ชันเมทท็อกซี (methoxy) ซึ่งจะเกิดการไฮโดรไลซ์ (hydrolyze) และทำปฏิกิริยากับสารเติมอนินทรียวัตถุ และกลุ่มที่ไม่อิ่มตัวของกลุ่มอินทรียวัตถุในขณะการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ [12] สารตั้งต้นปฏิกิริยา (initiator) เป็นตัวเริ่มต้นในการกระตุ้นปฏิกิริยาพอลิเมอร์ โดยทั่วไปแล้วเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มด้วยแสงมีแคมฟอร์ควิโนน (camphorquinones) เป็นตัวเริ่มต้นให้เกิดอนุมูลอิสระโดยแสงสีฟ้าที่มีความยาวคลื่น 468 ± 20 นาโนเมตร [11] และจากนั้นจะไปกระตุ้นเอมีนตติยภูมิให้อยู่ในสถานะถูกกระตุ้นโดยปล่อยประจุทำให้เกิดอนุมูลอิสระ [14] และเกิดการแตกตัวของคาร์บอนพันธะคู่ทำให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ ส่วนเรซินคอมพอสิตชนิดบ่มเองมีเบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (benzoyl peroxide) เป็นตัวเริ่มต้นปฏิกิริยาทำให้เกิดอนุมูลอิสระเมื่อผสมส่วนของสารป้าย (paste) และส่วนของสารเร่งปฏิกิริยา (catalyst) เข้าด้วยกัน ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองเริ่มจากการถ่ายทอดประจุของเปอร์ออกไซด์และนิวคลีโอฟิลลิกเทอร์เทียรีเอมีน (neucleophillic tertiary amine) การถ่ายทอดประจุระหว่างมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดกับเอมีนตติยภูมิ ทำให้เกิดการขัดขวางการเกิดอนุมูลอิสระและยับยั้งปฏิกิริยาพอลิเมอร์ [13] ซึ่งสามารถพบได้ในเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอชท์

เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงมีการก่อตัว 2 ขบวนการคือ ปฏิกิริยาบ่มเองและบ่มด้วยแสง ซึ่งมีข้อดีคือช่วยเพิ่มระยะเวลาในการทำงานและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากคาร์บอนพันธะคู่เป็นพันธะเดี่ยว (degree of conversion) สูงขึ้น ไม่ว่าจะอยู่ในสภาวะที่มีแสงหรือไม่มีแสงเป็นตัวกระตุ้นก็ตาม [15] ในการยึดชิ้นงานกับฟันหลัก ชั้นของเรซินซีเมนต์ที่แสงสามารถส่องเข้าถึงจะเกิดปฏิกิริยาการบ่มด้วยแสง จากนั้นเกิดการกระเจิงของแสงเข้าสู่บริเวณที่แสงส่องไม่ถึง เรซินซีเมนต์บริเวณที่แสงจากเครื่องฉายแสงไม่สามารถส่องไปถึงจะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์แบบบ่มเอง ดังนั้นเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงจึงมีคุณสมบัติที่ดีกว่าเมื่อได้รับแสงเป็นตัวกระตุ้น [16] เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วย

แสงที่นิยมใช้กันในคลินิกชนิดหนึ่งคือ พานาเวียเอฟ (Panavia F, Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan) ซึ่งมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนดังแสดงในตารางที่ 1 คือ ส่วนที่เป็นเรซินซีเมนต์และส่วนที่เป็นสารยึดติด ซึ่งสารยึดติดคือ อีดีไพรเมอร์ (ED primer) ทำหน้าที่ปรับสภาพและเป็นสารยึดติดบนโครงสร้างของฟันก่อนยึดด้วยเรซินซีเมนต์ [17] ในปี 1980 มีการทดลองใส่ฟอสเฟตเอสเทอร์ในบีส-จีเอ็มเอ ทำให้มีการยึดติดระหว่างผิวฟันและโลหะได้ พานาเวียรุ่นแรกประกอบด้วยกลุ่มฟังก์ชันของมอนอเมอร์ที่อยู่ในสารยึดติด คือ 10-เอ็มดีพี (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate : MDP) ซึ่งเป็นสารมอนอเมอร์ที่มีหมู่ฟังก์ชัน 2 หมู่ (bifunctional monomer) คือ หมู่ฟอสเฟตทำหน้าที่ยึดกับออกไซด์ของโลหะผสมครอบฟัน และหมู่อินทรีย์ทำหน้าที่ยึดกับเรซินซีเมนต์ เป็นผลให้พานาเวียเป็นเรซินซีเมนต์ที่นิยมนำมาใช้ในการยึดงานฟันเทียมติดแน่น Tjan และ Tao ได้ทดสอบการยึดครอบฟันทอง พบว่าพานาเวียให้แรงยึดติดสูงกว่าซิงค์ฟอสเฟตซีเมนต์ [17] ต่อมาปี 1994 พานาเวียได้ถูกปรับปรุงให้มีการยึดติดกับเนื้อฟันและเคลือบฟัน โดยมีส่วนของไพรเมอร์ ซึ่งประกอบด้วย ฮีม่า (hydroxethyl methacrylate : HEMA) และ 10-เอ็มดีพี ช่วยปรับปรุงการยึดติดกับเนื้อฟันให้แข็งแรงภายใต้ชื่อใหม่ว่า พานาเวีย 21 พบว่าปฏิกิริยาพอลิเมอร์ถูกยับยั้งได้เมื่อเรซินซีเมนต์ชนิดนี้สัมผัสกับออกซิเจน [18] ล่าสุดพานาเวียได้ผลิตออกมาในชื่อว่า พานาเวียเอฟ ซึ่งเป็นเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสง และใช้ร่วมกับสารยึดติดชนิดเซลฟ์เอชท์ โดยมีข้อดีคือสามารถปล่อยฟลูออไรด์และช่วยให้ยึดกับโลหะพื้นฐาน (base metal alloy) ได้ดี [19-20]

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของพานาเวียเอฟและเคลียฟิลเอสเอลูติง

Table 1. Compositions of Panavia F and CLEARFILTMSA LUTING

เรซินซีเมนต์	ส่วนประกอบ
Panavia F/ED Primer (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan)	Primer A : HEMA, 5-NMSA, MDP, water, accelerator Primer B : HEMA, 5-NMSA, water, initiator, accelerator Paste A : dimethacrylate, MDP, barium glass powder, sodium fluoride, silica Paste B : dimethacrylate, MDP, barium glass powder, sodium fluoride, silica, benzoyl peroxide, amine, sodium aromatic sulfinate
Clearfil™ SA Luting (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan)	Paste A : Bis-GMA, TEGDMA, MDP, hydrophobic aromatic dimethacrylate, silanated barium glass filler, silanated colloidal silica, dl-camphorquinone, benzoyl peroxide, initiator Paste B : Bis-GMA, hydrophobic aromatic dimethacrylate, hydrophobic aliphatic dimethacrylate ,silanated barium glass filler, silanated colloidal silica, surface treated sodium fluoride, accelerator, pigments

HEMA: 2-hydroxyethyl methacrylate; 5-NMSA: N-methacryloyl-5-aminosalicylic acid; MDP: 10-methacryloyldecyl dihydrogen phosphate; Bis-GMA: bisphenol-A-glycidyldimethacrylate; TEGDMA: triethylene glycol dimethacrylate

ปัจจุบันมีการพัฒนาเรซินซีเมนต์โดยไม่ต้องเตรียมผิวฟันก่อนการยึดเดือยฟันไฟเบอร์เพื่อเป็นการลดขั้นตอนการทำงานในคลินิกและลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เรซินซีเมนต์ระบบนี้ประกอบด้วยกลุ่มฟังก์ชันของกรดฟอสฟอริกเมทาไครเลต (phosphoric methacrylate) ซึ่งทำปฏิกิริยากับไฮดรอกซีอะปาไทต์ที่อยู่บนฟัน เรซินซีเมนต์ชนิดนี้มีกรดฟอสฟอริกเมทาไครเลตมากกว่าในพานาเวียเอฟ 3 เท่า อย่างไรก็ตามบางการศึกษากล่าวว่าเรซินซีเมนต์ชนิดนี้มีข้อจำกัดด้านความสามารถในการไหลแผ่เข้าไปยังชั้นเนื้อฟันที่อยู่ลึก เนื่องจากมีความหนืดสูงและในขณะที่เกิดการบ่มตัวค่าความเป็นกรดจะถูกปรับสภาพให้เป็นกลางอย่างรวดเร็ว การปล่อยน้ำระหว่างเกิดปฏิกิริยากับหมู่อัลคาไลน์และสารเติมเป็นผลทำให้ค่าความเป็นกรดลดลงและเกิดการรั่วซึมของน้ำมากขึ้น และถ้าหากบริเวณผนังคลองรากฟันมีชั้นสเมียร์หนาทำให้การยึดติดไม่ดีเท่าที่ควร

เคลียฟิลเอสเอลูติง (CLEARFIL^{TM}SA LUTING) เป็นเรซินซีเมนต์ที่พัฒนาโดยรวมเซลฟ์เอชชิง-ไพรเมอร์และเรซินซีเมนต์ ทำให้มีคุณสมบัติของเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง โดยเรซินซีเมนต์มีส่วนประกอบของหมู่ฟังก์ชันมอนอเมอร์ประเภทฟอสเฟตมอนอเมอร์ เช่น เอ็มดีพี หรือ คาร์บอกซีเลตมอนอเมอร์ เช่น 4-เมทา (4-META) ในส่วนของเรซินมีส่วนประกอบหลักเป็น บิส-จีเอ็มเอ หรือ ยูรีเทนไดเมทาไครเลตสามารถเกิดการยึดติดทางเคมีกับฟันหรือออกไซด์ของโลหะได้ โดยส่วนประกอบเคลียฟิลเอสเอลูติงได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

การรั่วซึมระดับจุลภาคที่รอยต่อระหว่างผิวฟันและสารเชื่อมยึด (luting agent) เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงในการบูรณะฟันด้วยเดือยฟันไฟเบอร์ โดยสารเชื่อมยึด จะต้องให้การยึดติดกับเนื้อฟันอย่างแนบสนิทและมีความแข็งแรง ในขณะเดียวกันสารเชื่อมยึด จะต้องมีสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับเนื้อฟัน [21,22] จากการศึกษาของ Bastos และคณะ [23] และ Foxton และคณะ [24] พบว่าการรั่วซึมระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบกรดกัดรวมและเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์ที่ระดับต่างๆ ของคลองรากฟันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การวัดการรั่วซึมของสารที่ใช้ในทางทันตกรรมแบ่งเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับไมโครเมตรและระดับนาโนเมตร จากการส่องกล้องอิเล็กตรอนแบบทรานมิชชันพบการรั่วซึมของสารระดับไมโครเมตรระหว่างฟันและวัสดุบูรณะฟันซึ่งอาจจะเกิดจากการหดตัวขณะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ หรือเกิดจากค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนของวัสดุบูรณะมีค่าไม่เท่ากับฟัน ซึ่งการวัดการรั่วซึมในระดับไมโครเมตรเป็นวิธีที่ใช้มานาน มีประสิทธิภาพดี เตรียมชิ้นงานง่าย และราคาประหยัด ซึ่งสามารถทำได้โดยการแช่ชิ้นงานด้วยสีย้อมซึ่งมีหลายชนิดโดยอนุภาคของสีย้อมมีขนาดเล็กประมาณ 120 นาโนเมตร สามารถแทรกเข้าไปในช่องว่างระหว่างวัสดุบูรณะและโพรงฟันได้อย่างดี นอกจากนี้ความเข้มข้นและระยะเวลาในการย้อมสีมีผลต่อการแทรกซึมของสี พบว่าการใช้สีเบสิคฟุชชิน (basic fuchsin) ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาการรั่วซึมที่เห็นได้ชัดเนื่องจากสารเข้าไปทำปฏิกิริยากับคอลลาเจนที่เปลี่ยนแปลงสภาพอย่างถาวร [25]

ในการวัดการรั่วซึมระดับต่าง ๆ ทั้งในตัวฟันหรือคลองรากฟัน จำเป็นจะต้องตัดโครงสร้างของฟันที่ต้องการศึกษาออกเป็นส่วน ๆ โดยทั่วไปนิยมใช้เครื่องตัดเฉพาะ เช่น เครื่องตัดไอโซเมท (Isomet a low-speed diamond saw, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถตัดขวางหรือตัดวัสดุในแนวยาว สามารถตัดได้ทั้งวัสดุชนิด โลหะ พลาสติก วัสดุชีวภาพ แร่ เซรามิก วัสดุคอมพอสิตและหิน

มีใบเลื่อยที่คมหมุนด้วยความเร็วที่สามารถปรับระดับได้ ใบเลื่อยฉาบด้วยเกล็ดเพชรซึ่งทำให้วัสดุต้นแบบเสียหายน้อย สามารถตั้งเวลาในการทำงานได้ รวมถึงระบุระยะหรือความหนาของช่วงที่ตัดได้ [26]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรั่วซึมระดับจุลภาคของเรซินซีเมนต์ที่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์ และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงในการยึดเดือยฟันไฟเบอร์กับผนังคลองรากฟัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

1. ฟันตัดแท้ซี่กลางของมนุษย์ที่ไม่มีรอยผุ จำนวน 33 ซี่ขนาดใกล้เคียงกัน แช่ในน้ำเกลือเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสก่อนนำมาทำการทดลอง

2. นำฟันทั้ง 33 ซี่ มารักษาคลองรากฟันตามหลักการทางวิทยาการเอ็นโดดอนต์ โดยไม่ใช้สารอุดคลองรากฟันในขั้นตอนการปิดผนึกคลองรากฟัน เนื่องจากต้องการลดผลกระทบของยูจีนอลต่อการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์

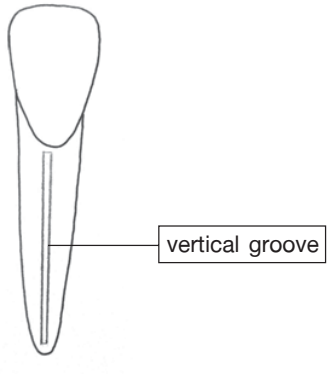
3. เตรียมคลองรากฟันและตัดกัตทาเพอร์ชาให้ห่างจากปลายรากฟัน 4 มิลลิเมตร โดยใช้หัวกรอสำเร็จรูปสำหรับเดือยฟันไฟเบอร์ ดีทีไลท์ เบอร์ 2 (D.T. Drill bur No.2, Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan) ตามคำแนะของบริษัทผู้ผลิต และลองเดือยฟันไฟเบอร์ดีทีไลท์ เบอร์ 2 (D.T.light post No.2, Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan) ในคลองรากฟันที่ได้ทำการเตรียมไว้

4. สุ่มเลือกฟันที่เตรียมคลองรากฟันแล้วจำนวน 15 ซี่ มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น ซับคลองรากฟันให้แห้งด้วยกระดาษซับรูปกรวยแหลม ยึดเดือยฟันไฟเบอร์ด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ พานาเวียเอฟ (Panavia F, Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต โดยใช้แปรงขนาดเล็ก (microbrush) นำอีดีไพรเมอร์เข้าสู่คลองรากฟัน ใช้กระดาษซับรูปกรวยแหลมซับอีดีไพรเมอร์ส่วนเกินแล้วใช้แปรงขนาดเล็กนำส่วนผสมของสารป้ายเอ (paste A) และสารป้ายบี (paste B) เข้าสู่คลองรากฟันและเคลือบที่ผนังคลองรากฟัน ในขณะเดียวกันก็ใช้แปรงขนาดเล็กนำส่วนผสมของสารป้ายเอและสารป้ายบีเคลือบบนเดือยฟันไฟเบอร์

5. ใช้แปรงขนาดเล็กกำจัดเรซินซีเมนต์ส่วนเกินออก

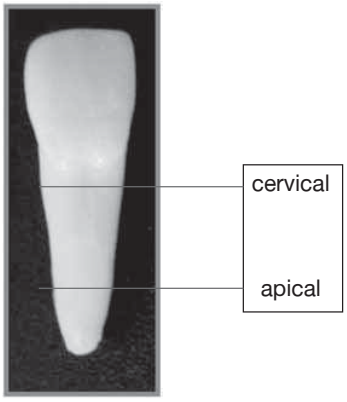
6. ฉายแสงด้วยเครื่องฉายแสงหลอดไฟฮาโลเจน (Pekalux, 3M ESPE, St. Pual, MN, USA) เป็นเวลา 40 วินาที โดยให้ปลายของท่อนำแสงอยู่ชิดกับปลายเดือยสำเร็จรูปด้านบน และก่อนเริ่มทำการฉายแสงทุกครั้งจะต้องตรวจความเข้มแสงก่อนโดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสงแบบพกพา (Light intensity meter, Dentamerica, CA, USA) โดยความเข้มแสงจากเครื่องฉายแสงหลอดไฟฮาโลเจนที่ใช้ในการทดลองนี้มีค่า 600 mW/cm2

7. กรอร่องที่กึ่งกลางของรากฟันด้านริมฝีปากเป็นเส้นตรงขนานกับแกนรากฟันในแนวคอฟัน-ปลายรากฟัน ลึก 1 มิลลิเมตร เพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงภายหลังจากตัดรากฟันเป็นชิ้นงานทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 1 นำฟันที่ยึดเดือยฟันไฟเบอร์ทั้ง 15 ซี่ มาตัดตามแนวขวางในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง โดยใช้เครื่องตัดฟันไอโซเมท (Isomet 1000, Buehler Ltd., Lake bluff, IL, USA) โดยตัดรากฟัน 2 ระดับ คือ ที่ระดับปลายรากฟัน ตัดเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร (apical) และที่ระดับคอฟัน ตัดต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตร (cervical) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1 แสดงร่องในแนวดิ่ง (ลึก 1 มิลลิเมตร) ที่ผิวรากฟันด้านริมฝีปากของฟันตัดแท้ซี่หน้าบน

Figure 1. Vertical groove (1 mm depth) at labial root surface of upper incisor



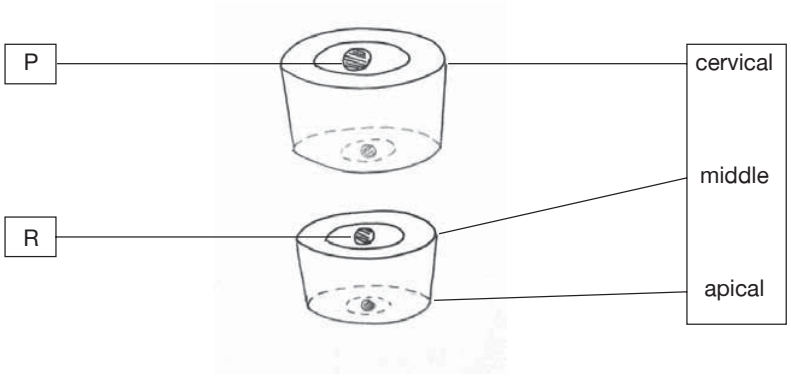
รูปที่ 2 แสดงการตัดรากฟันตัดแท้ซี่หน้าบนในระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร (apical) และระดับต่ำกว่าระดับรอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตร (cervical)

Figure 2. Root section of upper incisor at level of 1.0 mm above gutta percha (apical) and level of 1.0 mm below cementoenamel junction (cervical)

8. นำชิ้นรากฟันส่วนที่อยู่ระหว่าง cervical และ apical ในภาพที่ 1 มาเคลือบด้วยน้ำยาทาเล็บ 3 ชั้น ที่บริเวณผิวรากฟัน ยกเว้นบริเวณหน้าตัดรากฟันที่ระดับต่ำกว่าระดับรอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตรและที่ระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำมาย้อมสีเพื่อดูการรั่วซึมโดยใช้สารละลายเบสิกฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 (0.5% Basic Fuchsin solution, คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาฯ, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย) โดยแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น

9. นำชิ้นรากฟันในข้อ 8 มาตัดที่ระดับกึ่งกลางของชิ้นรากฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางด้วยเครื่องตัดฟันไอโซเมท จะได้ชิ้นรากฟัน 2 ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 3

10. นำชิ้นรากฟันทั้ง 2 ชิ้นที่ผ่านการตัดในข้อ 9 มาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดสเตอริโอ (Olympus SZ61, Olympus Optical Co., Tokyo, Japan) เพื่อดูการรั่วซึมระหว่างเรซินซีเมนต์และผนังคลองรากฟันทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตร (cervical) ระดับกึ่งกลางของชิ้นรากฟัน (middle) และระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร (apical) แล้วบันทึกผลโดยให้ 0 = ไม่มีการรั่วซึม 1 = มีการรั่วซึม



รูปที่ 3 แสดงการตัดรากฟันที่ระดับกึ่งกลางของชิ้นรากฟัน (cervical = การตัดรากฟันที่ระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตร apical = การตัดรากฟันที่ระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร middle = การตัดรากฟันที่ระดับกึ่งกลางของชิ้นรากฟันโดย เป็นตำแหน่งกึ่งกลางระหว่าง cervical และ apical P = เดือยฟันไฟเบอร์ และ R = เรซินซีเมนต์)

Figure 3. Root section of specimen at middle part (cervical = cross-section at 1 mm below CEJ, apical = cross-section at 1 mm above the remaining gutta percha, middle = cross-section at the middle point between cervical and apical, P = fiber post, and R = resin cement)

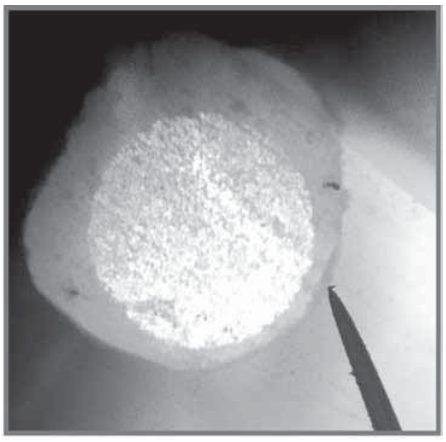
11. นำฟันอีก 15 ซี่ยึดเดือยฟันไฟเบอร์โดยใช้เรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง เคลียฟิลเอสเอลูติง (CLEARFILTMSA LUTING, Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan) ตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต โดยใช้ไมโครทิป (microtip) ร่วมกับอุปกรณ์ผสมอัตโนมัติ (automix) และทำการทดลองดังที่กล่าวมาข้างต้นและบันทึกผลการทดลอง

12. กลุ่มควบคุมใช้ฟัน 3 ซี่ยึดเดือยฟันไฟเบอร์ด้วยพานาเวียเอฟโดยไม่ใช้สารยึดอีดีไพรเมอร์ เพื่อเป็นการยืนยันว่ามีการรั่วซึมเกิดขึ้น เมื่อใช้เรซินซีเมนต์โดยที่ไม่มีสารยึดติดปรับสภาพพื้นผิวภายในคลองรากฟัน

13. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิลค็อกซันไซส์แรงค์ (Wilcoxon signed ranks test) คลูซคัลวาลลิส (Kruskal-Wallis test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการการทดลอง

เมื่อเปรียบเทียบรอยรั่วระดับจุลภาคระหว่างเรซินซีเมนต์ทั้ง 2 ชนิดที่ผนังคลองรากฟันในระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตร ระดับกึ่งกลางรากฟัน และระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร พบว่ามีรอยรั่วซึมระดับจุลภาคของสีย้อมในทุกกลุ่มการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4 และในกลุ่มควบคุมพบการรั่วซึมทุกระดับของผนังคลองรากฟันเช่นกัน



รูปที่ 4 แสดงการรั่วซึมของสารละลายเบสิกฟุชชินความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ที่ระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร (apical)

Figure 4. Microleakage of 0.5% basic fuchsin solution at level of 1.0 mm above gutta percha (apical)

จากตารางที่ 2 เมื่อใช้การวิเคราะห์แบบคลูชคัลวาลลิส กลุ่มของผนังคลองรากฟันที่ยึดเดือยฟันไฟเบอร์ด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ พานาเวียเอฟ และกลุ่มของผนังคลองรากฟันที่ยึดเดือยฟันไฟเบอร์ด้วยเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง เคลียฟิลเอสเอลูติง พบว่าการรั่วซึมที่ระดับต่าง ๆ ของผนังคลองรากฟันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่าบริเวณที่มีการรั่วซึมมากที่สุด คือ ระดับที่เหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร รองลงมาคือระดับกึ่งกลางรากฟัน และระดับที่ต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตรมีการรั่วซึมน้อยที่สุด

จากตารางที่ 3 เมื่อใช้การวิเคราะห์แบบวิลค็อกสันไซส์แรงค์ พบว่าการรั่วซึมของสีในบริเวณต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองและเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ที่ระดับเดียวกันเช่น ระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตร พบว่ามีการรั่วซึมไม่แตกต่างกันอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่ระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตรของเรซินซีเมนต์ทั้งสองชนิดมีการรั่วซึมมากที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนตัวอย่าง (ร้อยละ) ที่มีการรั่วซึมระดับจุลภาคที่ผนังคลองรากฟันทั้ง 3 ระดับ

Table 2. Number of specimen (percentage) of microleakage at 3 levels of root canal wall

กลุ่มทดลอง	ตำแหน่ง	ระดับการรั่วซึมระดับจุลภาค	
		0	1
เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ พานาเวียเอฟ	cervical	12(80)	3(20)[a]
	middle	8(54)	7(46)[b]
	apical	2(13)	13(87)[c]
เรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง เคลียฟิลเอสเอ ลูติง	cervical	13(87)	2(13)[a]
	middle	7(46)	8(54)[b]
	apical	1(7)	14(93)[c]
เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ พานาเวีย (กลุ่มควบคุม)	cervical	0(0)	3(100)
	middle	1(33.33)	2(66.66)
	apical	0(0)	3(100)

a,b,c อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบของจำนวนตัวอย่างที่มีการรั่วซึมระดับจุลภาคระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองที่ผนังคลองรากฟันทั้ง 3 ระดับ

Table 3. Comparison of number of microleakage specimen between self-etched and self-adhesive resin cement at 3 levels of root canal wall

ชนิดของสารยึดติด	จำนวนตัวอย่างที่มีการรั่วซึมระดับจุลภาค		
	cervical	middle	apical
เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ พานาเวียเอฟ	3[g]	7[h]	13[i]
เรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง เคลียฟิลเอสเอ ลูติง	2[g]	8[h]	14[i]

g,h,i อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

บทวิจารณ์

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการรั่วซึมระดับจุลภาคที่เกิดขึ้นระหว่างผนังคลองรากฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันและบูรณะด้วยเดือยฟันไฟเบอร์ร่วมกับการใช้เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ คือ พานาเวียเอฟและเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเอง คือเคลียฟิลเอสเอลูติง โดยการรั่วซึมเหล่านี้เกิดจากความเป็นกรดที่ตกค้างของสารยึดติดเนื่องจากมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดในสารยึดติดเป็นตัวยับยั้งการทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์โดยการยับยั้งปฏิกิริยาเปอร์ออกไซด์กับเอมีนตติยภูมิซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่สำคัญในการเกิดพอลิเมอร์ของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเอง โดยปกติแล้วปฏิกิริยาดังกล่าวมีสภาวะเป็นเบส การตกค้างของมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบสของสารยึดติดที่มีเอ็มดีพีเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเอ็มดีพีเป็นมอนอเมอร์ที่มีความสามารถในการปรับสภาพผิวฟัน (etching monomer) [27] กับเรซินซีเมนต์เช่นพานาเวียเอฟ และปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบสระหว่างเอ็มดีพีกับเรซินซีเมนต์เช่นเคลียฟิลเอสเอลูติง ส่งผลให้ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ชนิดบ่มเองถูกยับยั้งหรือเกิดช้า โดยปฏิกิริยานี้มักพบในสารยึดติดที่ใช้ร่วมกับเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสง จากการศึกษาของ Mannocci และคณะ [28] พบรอยรั่วที่รอยต่อระหว่างผนังคลองรากฟันและเรซินซีเมนต์โดยพบมากที่บริเวณปลายรากฟัน สอดคล้องกับผลการทดลองนี้โดยพบว่าระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตรของทั้ง 2 กลุ่มการทดลองมีการรั่วซึมมากที่สุดและมากกว่าที่ระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการรั่วซึมเหล่านี้เป็นสาเหตุหนึ่งในการล้มเหลวของการบูรณะฟันด้วยเดือยฟันไฟเบอร์

จากวิธีการทดลองของการศึกษานี้ ชิ้นรากฟันที่ระดับกึ่งกลางของชิ้นรากฟันที่นำมาตัดภายหลังจากการย้อมสีเพื่อดูรอยรั่ว อาจทำให้เกิดการแปรผลที่คลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากชิ้นรากฟันที่ระดับกึ่งกลางของชิ้นรากฟันอาจได้รับการแทรกซึมของสีย้อมน้อยกว่าชิ้นรากฟันที่ระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตร และที่ระดับ เหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร ทำให้ในอนาคตจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทดลองให้เหมาะสม ในส่วนของการตรวจการรั่วซึมจะตรวจจากชิ้นงานที่มีการรั่วซึมที่รอยต่อระหว่างผนังคลองรากฟันและเรซินซีเมนต์เท่านั้น โดยชิ้นงานที่จะนำมาบันทึกผลการทดลองจะต้องไม่พบการแพร่ของสีย้อมผ่านมาจากชั้นเนื้อฟันไปที่รอยต่อระหว่างผนังคลองรากฟันและเรซินซีเมนต์ เพื่อเป็นการยืนยันว่าสีย้อมไม่ได้แพร่ผ่านจากท่อเนื้อฟันและทำให้เกิดการรั่วซึม

มีการศึกษาพบว่าตำแหน่งบริเวณปลายรากฟันเป็นบริเวณที่มีการยึดติดไม่ดี เพราะว่าการควบคุมความชื้นกระทำได้ยาก [4] และการทาสารยึดติดก่อนการยึดเรซินซีเมนต์ทำได้ไม่ทั่วถึง [29-30] ซึ่งปัจจัยทั้งหมดที่กล่าวมาล้วนมีผลต่อการเกิดการรั่วซึม อีกทั้งเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงมีข้อจำกัดในการบ่มตัวจากการที่แสงจากเครื่องฉายแสงส่องลงไปไม่ถึงระดับปลายรากฟันเป็นผลให้เกิดการบ่มตัวที่ไม่สมบูรณ์ [31] ตัวอย่างที่มีผลทำให้เกิดการรั่วซึมของซีเมนต์และสารยึดติดมีหลายปัจจัย ได้แก่ รูปร่างของท่อเนื้อฟัน [32] ความชื้น [33] ความไม่เข้ากันของระบบสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสง [4] และความลึกของคลองรากฟันทำให้ความเข้มแสงจากเครื่องฉายแสงลดลงและเกิดการบ่มตัวของเรซินซีเมนต์ที่ไม่สมบูรณ์ [34] ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยดังกล่าวคือ ความไม่เข้ากันของระบบสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงและความลึกของคลองรากฟันทำให้ความเข้มแสงจากเครื่องฉายแสงลดลงเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการยึดติดของพานาเวียเอฟและเคลียฟิลเอสเอลูติงบนผนังคลอง-รากฟัน โดยจะพบว่า ที่ระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตรเกิดการรั่วซึมน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับปลายท่อนำแสงของเครื่องฉายแสงส่งผลให้ได้รับความเข้ม

แสงมากกว่าระดับอื่นในคลองรากฟันและเรซินซีเมนต์เกิดการบ่มตัวแบบบ่มด้วยแสงทำให้เรซินซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ได้ดีกว่าที่ระดับกึ่งกลางรากฟันและระดับที่เหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร ที่ระดับกึ่งกลางรากฟันพบการรั่วซึมร้อยละ 46-54 อาจจะเนื่องมาจากเป็นตำแหน่งที่อยู่ห่างจากปลายท่อนำแสงของเครื่องฉายแสงส่งผลให้ได้รับความเข้มแสงลดลง ทำให้เรซินซีเมนต์เกิดการบ่มตัวด้วยแสงและบ่มเองควบคู่กัน แต่การบ่มเองจะเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไม่ดีเพราะความไม่เข้ากันของระบบสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์ทำให้เรซินซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ได้ดีไม่เท่าระดับต่ำกว่ารอยต่อเคลือบรากฟันกับเคลือบฟัน 1 มิลลิเมตร ส่วนระดับเหนือกัตทาเพอร์ชา 1 มิลลิเมตร เกิดการรั่วซึมมากที่สุด เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่อยู่ห่างจากปลายท่อนำแสงของเครื่องฉายแสงมากที่สุดส่งผลให้ได้รับความเข้มแสงลดลงและเกิดปฏิกิริยาแบบบ่มเองเป็นส่วนใหญ่เป็นผลให้เรซินซีเมนต์เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ได้ไม่ดีเพราะความไม่เข้ากันของระบบสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์ ในส่วนของกลุ่มควบคุมพบการรั่วซึมทุกระดับของคลองรากฟัน เพื่อเป็นการยืนยันว่าเมื่อใช้เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงโดยที่ไม่ใช้ร่วมกับสารยึดติดระบบเซลฟ์เอชท์ปรับสภาพพื้นผิวภายในคลองรากฟันมีการรั่วซึมเกิดขึ้นจริงโดยที่ไม่มีอิทธิพลของความไม่เข้ากันของระบบสารยึดติดระบบเซฟล์เอชท์กับเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงมาเกี่ยวข้อง

Tay และคณะ [35] ได้ศึกษาการเอาชนะความไม่เข้ากันของมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดที่ตกค้างกับเรซินคอมพอสิตชนิดบ่มเอง โดยการใส่เกลือโซเดียมที่มีวงแหวนของกรดซัลฟินิก (sulfinic acid) ซึ่งมีสมบัติสามารถกำจัดผลที่ไม่พึงประสงค์ของปฏิกิริยาระหว่างสารยึดติดกับเรซินซีเมนต์ และช่วยเพิ่มความสามารถในการยึดติดที่ดี ปฏิกิริยาของเกลือโซเดียมกับมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดทำให้มอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดมีปริมาณลดลง และทำให้ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ในเรซินคอมพอสิตชนิดบ่มเองเกิดได้ตามปกติ

ในการใช้เรซินซีเมนต์ระบบกรดกัดรวมร่วมกับสารยึดติด 3 ขั้นตอน การใช้กรดปรับสภาพเนื้อฟันทำให้มีการกำจัดชั้นสเมียร์ ซึ่งช่วยเพิ่มพื้นที่ในการแพร่ผ่านของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงโดยสร้างชั้นไฮบริด [29-33,36-37] ภายหลังการใช้ไพรเมอร์และสารยึดติด เป็นผลให้เกิดการยึดติดที่ดีกับเนื้อฟัน ชั้นไฮบริดนี้เป็นตัวเริ่มต้นให้เกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ และที่สำคัญที่สุดคือระบบนี้ไม่มีกรดตกค้างเพราะมีการล้างทำความสะอาดด้วยน้ำก่อนใช้ไพรเมอร์และสารยึดติดปรับสภาพผิวฟัน จึงลดปัญหาเรื่องความไม่เข้ากันของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงกับสารยึดติด [33,38]

ระบบสารยึดติดที่ใช้ร่วมกับเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงชนิด 2 ขั้นตอนและ 1 ขั้นตอนที่มีการปรับสภาพผิวฟันโดยไม่มีการล้างน้ำ จะพบมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดตกค้างในชั้นที่ถูกยับยั้งปฏิกิริยาด้วยออกซิเจนซึ่งมีผลต่อการเกิดความไม่เข้ากันกับเอมีนตติยภูมิ เป็นผลให้มีการยับยั้งการก่อตัวของเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเอง [6-8] และค่าความเป็นกรดของมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดที่ตกค้างทำให้เกิดรอยรั่วขึ้น

เรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงที่มีส่วนประกอบของ ทีอีจีดีเอ็มเอ (TEGDMA) มีสมบัติการยืดหยุ่นตัวสูง ความหนืดต่ำและมีการหดตัวหลังจากการเกิดพอลิเมอร์ต่ำ อีกทั้งยังมีสมบัติไม่ชอบน้ำจึงไม่เกิดการดูดกลับของน้ำภายหลังการบ่มตัวของเรซินเมื่อเปรียบเทียบกับ บีส-จีเอ็มเอ [39] ในทางตรงกันข้ามเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดในตัวเองนั้นมีสมบัติที่ด้อยกว่าเรซินซีเมนต์ชนิดบ่มเองร่วมกับบ่มด้วยแสงชนิดเซลฟ์เอชท์ เนื่องจากซีเมนต์ชนิดนี้ประกอบด้วยมอนอเมอร์ที่ชอบน้ำและมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ข้อดีคือทำให้เกิดการไหลแผ่ไปยังเนื้อฟันได้ดีแต่พบว่ามีน้ำเกิดขึ้นระหว่างชั้นซีเมนต์ ดังนั้นเมื่อบ่มตัวแล้วจะมีความยืดหยุ่นสูงแต่สมบัติทางกลต่ำซึ่งอาจจะทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องระหว่างซีเมนต์และผนังคลองรากฟัน ทำให้เกิดความล้มเหลวได้เนื่องจากไม่มีชั้นไฮบริด โดยเรซิน

ซีเมนต์ชนิดนี้จะเกิดการยึดติดทางกลกับคอลลาเจนแทน ทำให้มีความหนาของชั้นเสมียร์มากเพราะไม่มีกรดมาปรับสภาพผิวเนื้อฟัน [40] นอกจากนี้ชั้นบาง ๆ ของเรซินซีเมนต์บนสารยึดติดอาจจะถูกยับยั้งการบ่มตัวด้วยมอนอเมอร์ที่มีฤทธิ์เป็นกรด [41-42] และออกซิเจน [32] จากน้ำที่ออสโมซิสมาจากท่อเนื้อฟัน ทำให้เกิดรอยรั่วระหว่างชั้นของสารยึดติดและเรซินซีเมนต์ [43] รวมถึงมีการไหลแผ่ของเรซินในระดับต่ำ ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ไม่พึงประสงค์บนผิวหน้าของเนื้อฟัน แต่ก็มีการศึกษาของ Robert และคณะ [44] พบว่าแสงที่ทำให้เกิดการบ่มตัวของเรซินซีเมนต์นั้นจะมีประสิทธิภาพสูงสุดถ้าส่องผ่านเดือยฟันไฟเบอร์นำแสงในระยะห่างประมาณ 1 มิลลิเมตรจากปลายท่อนำแสง และจากการศึกษาเกี่ยวกับร้อยละของการเกิดการเปลี่ยนแปลงจากคาร์บอนพันธะคู่เป็นพันธะเดี่ยวเมื่อใช้เดือยฟันไฟเบอร์ชนิดนำแสง พบว่าบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงจากคาร์บอนพันธะคู่เป็นพันธะเดี่ยวมากที่สุดอยู่ที่บริเวณใกล้คอฟันประมาณร้อยละ 69.80 รองลงมาคือบริเวณกลางรากฟันเท่ากับร้อยละ 56.00 และต่ำสุดที่บริเวณปลายรากฟันร้อยละ 36.40 โดยทั้งสามบริเวณมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yoldas O และคณะ [45] พบว่าความลึกของเดือยนำแสงที่เหมาะสมที่สุดที่แสงมีผลต่อการกระตุ้นให้เรซินซีเมนต์แข็งตัวด้วยแสงนั้นคือลึกลงไปไม่เกิน 8-10 มิลลิเมตร

บทสรุป

การรั่วซึมระดับจุลภาคที่เกิดขึ้นระหว่างเรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองกับผนังคลองรากฟันที่เกิดจากการยึดเดือยฟันไฟเบอร์ชนิดนำแสง พบการรั่วซึมมากที่สุดที่บริเวณปลายรากฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่การรั่วซึมระหว่างเรซินซีเมต์ชนิดเซลฟ์เอชท์และเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองในแต่ละบริเวณของผนังคลองรากฟันไม่แตกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งจากข้อสรุปในงานวิจัยนี้น่าจะใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณาทางเลือกในการใช้เรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองยึดเดือยฟันไฟเบอร์ชนิดนำแสงภายในคลองรากฟันแทนการใช้เรซินซีเมนต์ชนิดเซลฟ์เอชท์ ได้ เนื่องจากเรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองมีขั้นตอนการทำงานที่น้อยกว่าแต่ให้ผลการรั่วซึมระดับจุลภาคไม่แตกต่างกัน และในอนาคตควรจะต้องมีการศึกษาในด้านอื่น ๆ ด้วย เช่น ค่ากำลังแรงยึด และ ค่ากำลังแรงดึงระหว่างเรซินซีเมนต์และผนังคลองรากฟัน เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจที่มากขึ้นในการใช้เรซินซีเมนต์ชนิดที่มีสารยึดติดอยู่ในตัวเองยึดเดือยฟันไฟเบอร์ชนิดนำแสงภายในคลองรากฟัน

เอกสารอ้างอิง

1. Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. Dent Mater 2001; 17(6): 542-556.

2. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual cured composites: two step VS one step systems. Oper Dent 2003; 28(6): 747-755.

3. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factor contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cure or dual-cured composites. part III. Effect of acidic resin monomers. J Adhes Dent 2003; 5(4): 267-282.

4. De Silveira Teixeira C, Santos Felippe MC, Silva-Sousa YT, de Sousa-Neto MD. Interfacial evaluation of experimentally weakened roots restored with adhesive materials and fibre posts: an SEM analysis. J Dent 2008; 36(9): 672-682.

5. Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. J Dent 2002; 30(7-8): 371-382.

6. Cavalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentin. J Dent 2004; 32(1): 55-65.

7. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system the promise and the problems: a review. J Endod 2006; 32(12): 1125-1134.

8. Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. J Adhes Dent 2006; 8(5): 327-235.

9. Mannocci F, Bertelli E, Watson TF, Ford TP. Resin–dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. Am J Dent 2003; 16(1): 28–32.

10. King NM, Tay FR, Pashley DH, et al. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. Am J Dent 2005; 18(2): 126-134.

11. Albers HF. Tooth colored restoratives: principles and techniques. 9thed. London: BC Decker Inc; 2002. p.111-123.

12. Sakaguchi RL, Powers JM. Craig's restorative dental materials. 13thed. St. Louis: Mosby; 2002. p.342-344.

13. Cheong C, King NM, Pashly DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompetibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one step systems. Oper Dent 2003; 28(6): 747-755.

14. Watts DC. Reaction kinetics and mechanics in photo-polymerised networks. Dent Mater 2005; 21(1): 27-35.

15. Faria e Silva AL, Arias VG, Soares LE, Martin AA, Martins LR. Influence of fiber-posts translucency on the degree of conversion of a dual-cured resin cement. J Endod 2007; 33(3): 303-305.

16. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical propaties of resin cements with difference activation modes. J Oral Rehabil 2002; 29(3): 257-262.

17. Tjan AH, Li T. Seating and retentions of complete crowns with a new adhesive resin cement. J Prosthet Dent 1992; 67(4): 478-483.

18. McComb D. Adhesive luting cements-classes, criteria, and usage. Compen Contin Educ Dent 1996; 17(8): 759-773.

19. Petrie CS, Eick JD, Williams K, Spencer P. A composition of 3 alloy surface treatments for resin-bonded prostheses. J Prosthodont 2001; 10(4): 217-233.

20. Zidan O, Ferguson GC. The retention of complete crowns prepared with three different tapers and luted with four different cements. J Prosthet Dent 2003; 89(6): 565-571.

21. Asmussen E, Peutzfeldt A. Bonding of dual-curing resin cements to dentin. J Adhes Dent. 2006; 8(5): 299-304.

22. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements : a literature review. J Adhes Dent. 2008; 10(4): 251-258.

23. Bastos PCA, Faria DE, Bridi EC, Amaral FLB, Franca FMG, Florio FM, Basting RT. Push-out bond strength and sealing ability of etch-and-rinse and self-etching adhesives used for fiberglass dowel bonding at different depths of the root canals. Rev Odontol UNESP. 2011; 40(4): 174-181.

24. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. Oper Dent. 2003; 28(5): 543-551.

25. Rahimi S, Shahi S, Lotfi M, Yavari HR, Charehjoo ME. Comparison of microleakage with three different thickness of material trioxide aggregate as root-end filling material. J Oral Sci 2008; 50(3): 237-277.

26. Boyd Schindler. IsoMet 1000 Precision Saw. Operation and maintenance instruction 2008.

27. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. Biomaterials. 2007; 28(26) :3757-3785.

28. Mannocci F, Bertelli E, Watson TF, Ford TP. Resin-dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. Am J Dent 2003; 16(1): 28-32.

29. Pedreira AP, Pegoraro LF, de Góes MF, Pegoraro TA, Carvalho RM. Microhardness of resin cements in the intraradicular environment: effects of water storage and softening treatment. Dent Mater 2009; 25(7): 868-876.

30. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. Oper Dent 1996; 21(1): 17–24.

31. Ferrari M, Cagidiaco MC, Grandini S, De Sanctis M, Goracci C. Post placement affects survival of endodontically treated premolars. J Dent Res 2007; 86(8): 729-734.

32. Chersoni S, Acquaviva GL, Prati C, Ferrari M, Grandini S, Pashley DH, et al. In vivo fluid movement through dentin adhesives in endodontically treated teeth. J Dent Res 2005; 84(3): 223-227.

33. Monticelli F, Osorio R, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited decalcification/ diffusion of self-adhesive cements into dentin. J Dent Res. 2008; 87(10): 974-979.

34. Goracci C, Sadek FT, Fabianelli A, Tay FR, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts to intraradicular dentin. Oper Dent 2005; 30(5): 627-635.

35. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically -cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. J Adhes Dent 2003; 5(1): 27–40.

36. Radovic I, Corciolani G, Magni E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, et al. Light transmission through fiber post: the effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. Dent Mater 2009; 25(7): 837-844.

37. Bonfante EA, Pegoraro LF, de Góes MF, Carvalho RM. SEM observation of the bond integrity of fiber reinforced composite posts cemented into root canals. Dent Mater 2008; 24(4): 483-491.

38. Carvalho RM, Garcia FC, e Silva SM, Castro FL. Critical appraisal: adhesive-composite incompatibility, part II. J Esthet Restor Dent 2005; 17(3): 191-195.

39. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. Dent mater 2001; 17(5): 296-308.

40. Serafino C, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004; 97(3): 381–387.

41. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. Oper Dent 2003; 28(6): 747-755.

42. King NM, Tay FR, Pashley DH, Hashimoto M, Ito S, Brackett WW, et al. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. Am J Dent 2005; 18(2): 126-134.

43. Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. J Adhes Dent 2003; 5(4): 267-282.

44. Robert HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. Dent Mater 2004; 20(7): 617-622.

45. Yoldas O, Alacam T. Microhardness of composites in stimulated root canals cured with light transmitting posts and glass-fiber reinforced composite posts. J Endod 2005; 31(2): 104-106.

ติดต่อบทความ :
อ.ทพ. ธีรชัย ลิมป์ลาวัณย์
ภาควิชาทันตกรรมอนุรักษ์และทันตกรรมประดิษฐ์
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110
โทรศัพท์ 02-649-5212
จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ingot_030@hotmail.com

Corresponding author :
Dr. Teerachai Limlawan
Department of Conservative Dentistry and Prosthodontics, Faculty of Dentistry,
Srinakharinwirot University, Sukhumvit 23.
Wattana, Bangkok, 10110 Thailand.
Tel: 02-649-5212
E-mail: ingot_030@hotmail.com