บทที่ 5

บทวิจารณ์การวิจัย

ในปัจจุบันมีการศึกษาที่พบว่าการใช้สารบอนดิงที่มีการลดขั้นตอน เช่น สารบอนดิงระบบโททอลเอทช์ที่รวมไพร์เมอร์และแอทฮีซีฟไว้เป็นขวดเดียว และสารบอนดิงระบบเซลฟ์เอทช์แบบสองขั้นตอนหรือแบบขั้นตอนเดียว เมื่อใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองจะทำให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดลดลง (Sanares และคณะ, 2001; Swift และคณะ,2001; Hagge และ Lindemuth, 2001; O'Keefe และ Powers, 2001; Dong และคณะ, 2003) ปัญหาดังกล่าวในรายงานระบุว่า เกิดจากความไม่เข้ากันระหว่างสารบอนดิงที่มีการลดขั้นตอนเหล่านี้กับวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง สาเหตุอาจเนื่องมาจาก 2 สาเหตุ อันได้แก่ การเกิดการทำลายสารเอมีนจากความเป็นกรดของสารโมโนเมอร์ในสารบอนดิงแบบลดขั้นตอน ซึ่งสารเอมีนเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาในเรซินคอมโพสิต (Schiltz และ Suh, 2001; Suh, 2003) ทำให้ปฏิกิริยาการบ่มตัวของเรซินคอมโพสิตเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ได้ อีกสาเหตุเกิดจากการมีลักษณะคล้ายเป็นเซมิเพอมีเอเบิลเมมเบรน (semi-permeable membrane) ของสารบอนดิงที่มีการลดขั้นตอนในระบบเซลฟ์เอทช์แบบขั้นตอนเดียวบางชนิดที่ยอมให้น้ำข้างใต้ที่อยู่ในท่อเนื้อฟันซึ่งจะมีแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) แพร่ผ่านไปยังรอยต่อระหว่างชั้นของสารบอนดิงกับเรซินคอมโพสิตที่ยังไม่บ่มตัว เกิดเป็นส่วนที่อ่อนแอของบริเวณยึดติด ทำให้ค่าความแข็งแรงยึดติดลดลง (Tay และคณะ, 2002)

สารบอนดิงที่มีการลดขั้นตอนการทำงานบางยี่ห้อ ได้มีการเพิ่มส่วนที่เป็นสารกระตุ้นปฏิกิริยา (activator) เพื่อให้สามารถเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัวแบบสองรูปแบบและบ่มตัวในสภาวะที่ไม่ได้รับแสงกระตุ้นจากเครื่องฉายแสงในบางสถานการณ์ทางคลินิก และเชื่อว่าจะสามารถใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองได้ มีการศึกษาที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ OptiBond Solo Plus ร่วมกับสารกระตุ้นปฏิกิริยา พบว่าเมื่อเติมสารกระตุ้นปฏิกิริยาลงไปในสารบอนดิงก่อนนำมาใช้บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง จะให้ค่าความแข็งแรงยึดติดของสารบอนดิงต่อเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองสูงขึ้น (Tay และคณะ, 2003b) แต่การศึกษาถึงผลของสารบอนดิงแบบลดขั้นตอนที่เพิ่มสารกระตุ้นปฏิกิริยาเหล่านี้ ต่อความแข็งแรงในการยึดติดกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองยังมีไม่มาก ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาโดยใช้สารบอนดิงระบบโททอลเอทช์ที่รวมไพร์เมอร์และแอทฮีซีฟไว้เป็นขวดเดียว เปรียบเทียบกัน 3 ยี่ห้อ ได้แก่ Excite และ One-Step ซึ่งเป็นสารบอนดิงชนิดบ่มตัวด้วยแสง และ Excite DSC ซึ่งเป็นชนิดบ่มตัว

สองรูปแบบ โดยสารบอนดิงยี่ห้อ Excite เป็นอีกยี่ห้อหนึ่งที่บริษัทผู้ผลิตได้มีการพัฒนาให้มีสารกระตุ้นปฏิกิริยาเพิ่มเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาการบ่มตัวแบบสองรูปแบบ หรือ Excite DSC โดยองค์ประกอบของสารบอนดิงยี่ห้อ Excite DSC จะเหมือนกับองค์ประกอบของสารบอนดิงยี่ห้อ Excite เพียงแต่เพิ่มสารกระตุ้นปฏิกิริยาที่ปลายของพู่กันที่ใช้ทาสารบอนดิง

จากผลการทดลอง ดังตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite และ Excite DSC โดยทำการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ จะมีผลให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนสูงกว่าเมื่อใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง ถึงแม้ว่าจะมีการเพิ่มสารกระตุ้นปฏิกิริยาในสารบอนดิงยี่ห้อ Excite DSC ก็ตาม แต่ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับสารบอนดิงยี่ห้อ Excite ที่ไม่มีการเพิ่มสารกระตุ้นปฏิกิริยา ทั้งนี้อาจเกิดจากสารบอนดิงยี่ห้อ Excite และ Excite DSC มีสภาพความเป็นกรดค่อนข้างสูง คือมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 2.3 เท่ากัน จึงอาจเป็นไปได้ว่าการใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite DSC ยังคงมีการเกิดปฏิกิริยากรดด่างระหว่างสารบอนดิงกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง ซึ่งมีผลทำให้ค่าความแข็งแรงยึดติดมีค่าต่ำลง นอกจากนี้ การผสมสารกระตุ้นปฏิกิริยาลงในสารบอนดิงโดยบริษัทผู้ผลิตแนะนำว่าให้กดปลายพู่กันให้จุ่มลงในสารบอนดิงทิ้งไว้เป็นเวลา 5 วินาที โดยมีสารกระตุ้นปฏิกิริยาอยู่ที่ปลายพู่กัน อาจเป็นไปได้ว่าสารบอนดิงบางส่วนเกิดการผสมที่ไม่ทั่วถึงได้ อย่างไรก็ตาม จากผลของลักษณะความล้มเหลวที่เกิดจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง (Exc L-SC) พบว่าความล้มเหลวที่เกิดส่วนใหญ่ร้อยละ 90 เกิดขึ้นในชั้นของเรซิน (cohesive failure in resin) โดยเกิดการแตกหักที่รอยต่อระหว่างชั้นของสารบอนดิงกับชั้นของเรซินคอมโพสิต แสดงให้เห็นว่าบริเวณนี้เป็นจุดอ่อนแอของการยึดติด และเมื่อสังเกตในกลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite DSC ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง (DSC L-SC) พบว่า มีเพียงร้อยละ 10 ที่เกิดความล้มเหลวในชั้นของเรซินซึ่งจะเกิดที่บริเวณรอยต่อระหว่างสารบอนดิงกันเรซินคอมโพสิต โดยมีร้อยละ 50 เกิดความล้มเหลวที่รอยต่อระหว่างวัสดุกับเนื้อฟัน (adhesive failure) และร้อยละ 40 เกิดความล้มเหลวในลักษณะผสม ซึ่งอาจแสดงให้เห็นว่าจุดอ่อนแอของการยึดติดที่รอยต่อระหว่างสารบอนดิงกับเรซินคอมโพสิตมีอัตราการเกิดขึ้นลดลง และเมื่อตรวจสอบดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่า กลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง โดยทำการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Exc L-SC) เมื่อตรวจดูทั้งด้านเนื้อฟันและด้านชิ้นเรซินคอมโพสิตที่แตกหัก จะเห็นลักษณะเป็นรูพรุนทั่วทั้งพื้นผิวบริเวณที่เกิดการแตกหัก ดังภาพที่ 26,27 ซึ่งมีการศึกษาที่พบลักษณะดังกล่าวเช่นเดียวกัน (Tay และคณะ, 2002; Sanares และคณะ, 2001) ส่วนในกลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite DSC

ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง โดยทำการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (DSC L-SC) จะยังคงพบลักษณะรูพรุนที่เนื้อฟันและชิ้นเรซินคอมโพสิตที่แตกหักอยู่บ้างในบางชิ้น แต่จะพบเพียงบางตำแหน่งเท่านั้น ดังภาพที่ 36,37

สารบอนดิงที่ใช้ในการทดลองนี้อีกยี่ห้อหนึ่งคือ One-Step โดยผลของการศึกษานี้เมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนในกลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ One-Step ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ (OS L-DC) ให้ผลไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเมื่อใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง (OS L-SC) ดังตารางที่ 4 ถึงแม้ว่าสารบอนดิงยี่ห้อ One-Step จะเป็นสารบอนดิงที่มีการลดขั้นตอนการทำงานเช่นกัน แต่บริษัทผู้ผลิตแนะนำว่าสามารถใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองได้ (Dental adhesives, 2000) โดยมีการศึกษาที่พบว่าค่าความแข็งแรงยึดติดของสารบอนดิงยี่ห้อ One-Step เมื่อใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองไม่แตกต่างกับเมื่อใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยแสง (Suh, 2003) ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของ One-Step ซึ่งไม่มีสภาพความเป็นกรดสูง คือมีค่าประมาณ 4.7 ทำให้ปฏิกิริยากรดด่างระหว่างสารบอนดิงกับเรซินคอมโพสิตที่จะไปยับยั้งปฏิกิริยาการบ่มตัวของเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองเกิดน้อยลง (Sanares และคณะ, 2001) โดยในการทดลองนี้ได้วัดค่าความเป็นกรดด่างของ One-Step ได้ค่าประมาณ 3.7 ซึ่งมีสภาพความเป็นกรดไม่สูงนักเช่นกัน และจากผลของลักษณะความล้มเหลวไม่พบความล้มเหลวที่เกิดที่รอยต่อระหว่างสารบอนดิงกับเรซินคอมโพสิต แต่เกิดขึ้นที่รอยต่อระหว่างสารบอนดิงกับเนื้อฟัน เมื่อตรวจสอบบริเวณที่เกิดการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ไม่พบลักษณะรูพรุนที่พื้นผิวบริเวณที่แตกหักดังเช่นในกลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite และ Excite DSC ดังภาพที่ 40,41 (Sanares และคณะ, 2001)

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนของสารบอนดิงทั้ง 3 ชนิด จากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่า สารบอนดิงต่างชนิดกันมีผลให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อทำการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนเมื่อใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite DSC (DSC L-DC) จะมีค่าสูงสุด โดยมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อใช้ยี่ห้อ Excite (Exc L-DC) แต่ให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้สารบอนดิงยี่ห้อ One-Step (OS L-DC) แต่เมื่อใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง การใช้สารบอนดิงทั้ง 3 ชนิด ให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนที่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในกรณีที่ไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต เปรียบเทียบระหว่างการใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ และชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง ดังตารางที่ 5 พบ

ว่า มีเพียงกลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite DSC ที่ให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเนื่องมาจากสารบอนดิงยี่ห้อ Excite DSC สามารถเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัวได้ถึงแม้ว่าจะไม่ได้รับการฉายแสงก็ตาม แต่ในกรณีที่ใช้สารบอนดิงชนิดบ่มตัวด้วยแสง คือ Excite และ One-Step จะเห็นได้ว่า ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง เปรียบเทียบกับเมื่อใช้ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite พบว่า ไม่มีการยึดติดระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันเลย เนื่องจากสารบอนดิงยี่ห้อ Excite เป็นสารบอนดิงชนิดบ่มตัวด้วยแสง เมื่อไม่มีแสงมากระตุ้นจึงไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการบ่มตัว เมื่อสารบอนดิงซึ่งเป็นตัวเชื่อมระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันไม่เกิดการบ่มตัวและไม่เกิดการยึดติดกับเนื้อฟัน ทำให้เรซินคอมโพสิตไม่เกิดการยึดติดกับเนื้อฟันด้วย แต่ในกรณีของสารบอนดิงยี่ห้อ One-Step ซึ่งเป็นสารบอนดิงชนิดบ่มตัวด้วยแสงเช่นเดียวกัน จะสังเกตได้ว่ายังคงเกิดการยึดติดระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟันอยู่บ้าง แต่ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนที่ได้จะมีค่าต่ำมาก ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก One-Step มีค่าความเป็นกรดไม่สูงนัก การสัมผัสของสารบอนดิงชนิดนี้กับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองเป็นเวลานานก่อนเกิดการบ่มตัว อาจทำให้ผลการยับยั้งปฏิกิริยาการบ่มตัวของเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองที่เกิดไม่มากเท่ากับเมื่อใช้สารบอนดิงที่มีคุณสมบัติเป็นกรดสูง (Sanares และคณะ,2001) ซึ่งแตกต่างจากสารบอนดิงยี่ห้อ Excite ที่มีความเป็นกรดค่อนข้างสูง การสัมผัสกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองเป็นเวลานานก่อนเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัว จะทำให้การเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัวของเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองลดลง อันเป็นผลมาจากโมโนเมอร์ที่มีความเป็นกรดของสารบอนดิงไปการทำลายสารเอมีนที่เป็นตัวเริ่มต้นปฏิกิริยาในเรซินคอมโพสิต ทำให้เรซินคอมโพสิตไม่สามารถเกิดการยึดติดกับเนื้อฟันได้ เมื่อตรวจสอบบริเวณที่เกิดการแตกหักด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่ากลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ One-Step ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง โดยไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (OS NL-SC) จะมีการเกิดเรซินแท็กลงไปในท่อเนื้อฟันได้บ้างแล้วเกิดการแข็งตัว โดยจะสังเกตได้ว่ามีเรซินแท็กบางส่วนเกิดการแตกหักและยังคงยึดอยู่ภายในท่อเนื้อฟัน ดังภาพที่ 46,47 ในขณะที่กลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง โดยไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต (Exc NL-SC) พบว่า เรซินแท็กที่เกิดไม่มีการยึดเกาะกับท่อเนื้อฟัน ทำให้เรซินแท็กหลุดออกจากท่อเนื้อฟันทั้งหมด ดังภาพที่ 28,29 ดังนั้นจึงไม่เกิดการยึดติดระหว่างเรซินกับเนื้อฟัน

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนของเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบระหว่างการฉายแสงและไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะ ดังตารางที่ 6 พบว่า กลุ่มที่ใช้สาร

บอนดิงยี่ห้อ Excite DSC และ One-Step ร่วมกับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ จะให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนไม่แตกต่างกัน แม้ว่าจะฉายแสงหรือไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตก็ตาม ส่วนกลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite เมื่อไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ (Exc NL-DC) จะให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับเมื่อทำการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต(Exc L-DC) ในกรณีที่บูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบจะทำการฉายแสงทันทีเป็นเวลา 40 วินาทีภายหลังจากเติมวัสดุเรซินคอมโพสิต ดังนั้นในกลุ่มทดลองที่ไม่ได้ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต จะยังคงได้รับแสงเพื่อกระตุ้นปฏิกิริยาการบ่มตัวของสารบอนดิง แต่ค่าความเข้มแสงที่ผ่านชั้นของวัสดุเรซินคอมโพสิตที่มีความหนา 3 มิลลิเมตรจะมีค่าลดลง (Rueggeburg และคณะ, 1994) ทำให้ปฏิกิริยาการบ่มตัวของสารบอนดิงที่บ่มตัวด้วยแสงเพียงอย่างเดียวเกิดขึ้นน้อยลงเมื่อเทียบกับการฉายแสงที่สารบอนดิงโดยตรงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต

ส่วนในกรณีที่เปรียบเทียบค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนของเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง ระหว่างการฉายแสงและไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะ ดังตารางที่ 7 จะสังเกตได้ว่า เมื่อใช้สารบอนดิงชนิดบ่มตัวด้วยแสง ทั้ง Excite และ One-Step การไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองจะทำให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนที่ได้มีค่าต่ำลงกว่าเมื่อทำการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง จะไม่ทำการฉายแสงภายหลังจากเติมวัสดุเรซินคอมโพสิต ดังนั้นสารบอนดิงจึงไม่ได้รับแสงซึ่งเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาการบ่มตัว ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนจึงมีค่าต่ำมาก แต่เมื่อใช้สารบอนดิงชนิดที่บ่มตัวสองรูปแบบยี่ห้อ Excite DSC ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยาการบ่มตัวได้แม้จะไม่ได้รับการฉายแสงก็ตาม พบว่าค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนเมื่อไม่ได้รับการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการได้รับการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิต

การศึกษานี้ ทำการเปรียบเทียบการยึดติดของวัสดุเรซินคอมโพสิต 2 ชนิด คือ เรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบและเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง ที่มีองค์ประกอบเหมือนกัน แตกต่างกันเพียงตัวเริ่มต้นปฏิกิริยาการบ่มตัว โดยในการศึกษานี้ใช้เรซินคอมโพสิตยี่ห้อ Luxacore และ Luxacore dual-cure และในการผสมส่วนเบส (base) กับคะตะลิสต์ (catalyst) จะใช้ปืนผสมและฉีดส่วนผสมของเรซินคอมโพสิตลงในบริเวณที่ต้องการบูรณะได้เลย ซึ่งจะช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการผสมด้วยมือ ที่อาจทำให้เกิดความแตกต่างในการผสมแต่ละครั้ง

และยังทำให้เกิดฟองอากาศเข้าไปในเนื้อเรซินคอมโพสิตด้วย ส่งผลให้เรซินคอมโพสิตมีความแข็งแรงลดลง (Lutz และคณะ, 1983)

ในการศึกษานี้ ทำการศึกษาในเนื้อฟันของฟันกรามซี่สุดท้ายของมนุษย์ ซึ่งมีความแปรปรวน (variation) ของลักษณะโครงสร้างและรูปร่างของฟันอยู่มาก ซึ่งเนื้อฟันที่มีลักษณะแตกต่างกันไปอาจเป็นสาเหตุทำให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดที่ได้มีความแตกต่างกัน (Konishi และคณะ, 2002; Pashley และคณะ, 1993) แต่มีบางการศึกษาที่พบว่าการศึกษาในฟันที่นำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ ระดับความลึกของเนื้อฟันที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ค่าความแข็งแรงในการยึดติดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Burrow และคณะ, 1994; Wenner และคณะ, 1988) เนื่องจากฟันที่นำมาใช้ทดลองในห้องปฏิบัติการจะมีน้ำในท่อเนื้อฟันหลงเหลืออยู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจะแตกต่างจากสภาพจริงภายในช่องปากที่มีน้ำในท่อเนื้อฟันจำนวนมาก ดังนั้นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ เนื้อฟันที่มีลักษณะแตกต่างกันอาจไม่มีผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงยึดติดมากนัก อย่างไรก็ตามจากการศึกษานี้ จึงทำการควบคุมระดับความลึกของเนื้อฟันโดยวัดความลึกจากหลุมกลางฟันประมาณ 2 มิลลิเมตร และตรวจสอบดูด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอกำลังขยาย 10 เท่า เพื่อตรวจดูว่าพื้นที่ในการยึดติดอยู่บนส่วนของเนื้อฟัน

การศึกษานี้ใช้เทปกาวสีดำเจาะรู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเรซินคอมโพสิตในการทดลอง เพื่อกำหนดพื้นที่ในการยึดติด (bonding area) เมื่อนำไปทดสอบค่าความแข็งแรงยึดติดความเครียดที่เกิดจะเกิดที่ตำแหน่งใกล้รอยต่อระหว่างสารบอนดิงกับเนื้อฟัน ซึ่งจะทำให้ค่าความแข็งแรงยึดติดที่ได้มีค่าใกล้เคียงค่าความแข็งแรงยึดติดต่อเนื้อฟันที่แท้จริง โดยมีการศึกษาที่ทำการเปรียบเทียบความแข็งแรงในการยึดติดของชิ้นทดลองที่ทาสารบอนดิงทั้งพื้นผิวฟัน กับชิ้นทดลองที่ทาสารบอนดิงบนผิวฟันเฉพาะบริเวณพื้นที่ที่จะเติมวัสดุเรซินคอมโพสิต (Van Noort, 1991) พบว่าชิ้นทดลองแบบแรกจะเกิดการสะสมความเครียดที่ขอบรอบๆเรซินคอมโพสิต บริเวณใกล้รอยต่อระหว่างสารบอนดิงกับเรซินคอมโพสิต ซึ่งค่าความแข็งแรงยึดติดที่ได้จะมีค่าสูงกว่า เนื่องจากมีพื้นที่ในการยึดติดมากกว่า แต่ค่าที่ได้น่าจะเป็นค่าความแข็งแรงในการยึดติดระหว่างเรซินคอมโพสิตกับสารบอนดิงมากกว่าเป็นค่าความแข็งแรงยึดติดต่อเนื้อฟันที่แท้จริง

การศึกษานี้ใช้การทดสอบค่าความแข็งแรงในการยึดติดโดยวัดค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนตามวิธีการของไอเอสโอ 11405 (ISO/TS 11405, 2003) เนื่องจากการทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนได้รับความนิยมในการนำมาทดสอบค่าความแข็งแรงในการยึดติด (Al-Salehi,และ Burke, 1997) และแรงที่เกิดในทางคลินิกมักจะพบการเกิดแรงเฉือนได้มาก (Cardoso และคณะ, 1998) นอกจากนี้วิธีการเตรียมชิ้นทดลองทำได้ง่ายเนื่องจากพื้นที่ยึดติดที่ต้องการทดสอบมีขนาด

ใหญ่ ซึ่งจากการทดลองนี้เป็นการศึกษาในเนื้อฟันปกติจึงสามารถใช้ฟันทั้งซี่ในการเตรียมชิ้นทดลองได้ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะดึงในระดับจุลภาค (microtensile bond strength test) ซึ่งจะมีขั้นตอนการเตรียมชิ้นทดลองที่ยุ่งยาก เสียเวลา และอาจเกิดความเสียหายหรือแตกหักที่พื้นผิวยึดติดในระหว่างการเตรียมชิ้นทดลองได้มากกว่า (Sano และคณะ, 1994; Pashley และคณะ, 1999) แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเฉือน เนื่องจากมีพื้นที่ยึดติดขนาดใหญ่ ทำให้มีโอกาสเกิดความไม่สมบูรณ์ของการยึดติดและเกิดจุดบกพร่อง (defect) ในพื้นที่ยึดติดได้มาก จุดบกพร่องที่เกิดในแต่ละชิ้นก็จะมีความแตกต่างกันออกไป ทำให้ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนที่ได้มีค่าความแปรปรวนที่สูงกว่า เมื่อเทียบกับการทดสอบความแข็งแรงพันธะดึงในระดับจุลภาค ที่มีพื้นที่หน้าตัดของการยึดติดที่ใช้ในการทดสอบน้อย (Sano และคณะ,1994) นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนในการทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนจะมีค่าสูงกว่า คือประมาณร้อยละ 20 ถึง 60 ในขณะที่การทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะดึงในระดับจุลภาคมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนประมาณร้อยละ 20 ถึง 40 (Bayne, 2002) จากการศึกษานี้จะเห็นว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าประมาณร้อยละ 28.20 ถึง 46.73

ค่าความเร็วในการเคลื่อนหัวทดสอบ (crosshead speed) ที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที เนื่องจากมีการศึกษาที่พบว่า เมื่อใช้ความเร็วที่ 0.5 และ 0.75 มิลลิเมตรต่อนาที ในการทดสอบความแข็งแรงพันธะเฉือนจะให้ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นเป็นความล้มเหลวระหว่างชั้นยึดติดมากกว่าร้อยละ 90 ในขณะที่เมื่อใช้ความเร็วที่ 1 มิลลิเมตรต่อนาที ความแข็งแรงยึดติดจะเพิ่มขึ้นแต่ความล้มเหลวระหว่างชั้นยึดติดจะลดลงเหลือร้อยละ 70 โดยพบว่าถ้าเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนหัวทดสอบ ค่าแรงทดสอบที่ได้จะเพิ่มขึ้น แต่ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในระหว่างชั้นยึดติดจะลดลง เนื่องจากเมื่อมีแรงมากระทำที่ความเร็วสูงจะทำให้เกิดความเครียดไปกระทำต่อบริเวณยึดติดอย่างรวดเร็ว และมีโอกาสที่ทิศทางของแรงจะผิดออกไปจากบริเวณรอยต่อที่มีการยึดติด ทำให้ค่าแรงที่วัดได้ไม่ใช้ค่าความแข็งแรงของการยึดติดที่แท้จริง โดยพบว่ายิ่งความแข็งแรงยึดติดมีค่าสูงขึ้น โอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดจากการทดสอบจะยิ่งสูงขึ้นด้วย (Hara และคณะ, 2000)

เมื่อตรวจดูลักษณะการแตกหักที่เกิดขึ้นในการศึกษานี้ พบว่า ส่วนใหญ่จะเกิดการแตกหักที่รอยต่อระหว่างวัสดุกับเนื้อฟัน (adhesive failure) ซึ่งสามารถเป็นตัวแทนของค่าความแข็งแรงในการยึดติดได้ดี มีชิ้นทดลองเพียงส่วนน้อยที่เกิดการแตกหักในชั้นของเนื้อฟันหรือเกิดในลักษณะผสม ซึ่งอาจเกิดได้จากความไม่สม่ำเสมอของแรงที่มากระทำขณะทำการทดสอบ โดยมีแรงไปกระทำที่จุดใดจุดหนึ่งมากเกินไป หรือการควบคุมตำแหน่งของปลายมีดทดสอบให้อยู่แนวเดียวกับรอยต่อระหว่างวัสดุกับเนื้อฟันกระทำได้ค่อนข้างยาก อาจทำให้เกิดแรงในลักษณะโค้ง (bending)

เป็นผลให้เกิดการแตกหักในชั้นของเนื้อฟัน หรือในชั้นของวัสดุได้ ซึ่งมีการศึกษาหลายการศึกษาที่พบว่าการทดสอบค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนจะพบการเกิดการแตกหักในชั้นเนื้อฟันได้มาก (Della Bona,และ van Noort, 1995; Finger, และ Fritz, 1996; Perdigao และคณะ, 1997) นอกจากนี้จากการศึกษานี้ยังพบลักษณะการแตกหักในชั้นของเรซิน บริเวณรอยต่อระหว่างสารบอนดิงกับ เรซินคอมโพสิต ซึ่งจะพบได้ในกลุ่มที่ใช้สารบอนดิงยี่ห้อ Excite โดยทำการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง (Exc L-SC) สาเหตุที่เกิดการแตกหัก ณ ตำแหน่งนี้อาจเกิดจากความไม่เข้ากันของสารบอนดิงชนิดนี้กับเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองทำให้เกิดเป็นจุดอ่อนแอที่รอยต่อระหว่างสารบอนดิงกับวัสดุเรซินคอมโพสิต ซึ่งจุดอ่อนแอนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นที่เกิดการสะสมความเครียดเมื่อมีแรงมากระทำ ทำให้เกิดการแตกหักที่ตำแหน่งนี้ได้

ดังนั้นจากผลการศึกษานี้ที่ได้ จะปฏิเสธสมมติฐานของการวิจัยทั้ง 2 ข้อ คือ ค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนระหว่างเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบ และเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองมีความแตกต่างกันเมื่อใช้สารบอนดิงแต่ละชนิด และการฉายแสงหรือไม่ฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบและชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง จะมีผลกระทบต่อค่าความแข็งแรงพันธะเฉือนระหว่างเรซินคอมโพสิตกับเนื้อฟัน โดยการเลือกใช้สารบอนดิงร่วมกับชนิดของเรซินคอมโพสิต รวมทั้งเทคนิคในการทำงานเป็นสิ่งจำเป็นที่จะมีผลต่อค่าความแข็งแรงในการยึดติดของวัสดุกับเนื้อฟัน โดยจากการศึกษานี้พบว่า การใช้เรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวสองรูปแบบจะให้ค่าความแข็งแรงยึดติดที่ดีกว่าการใช้เรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเอง แต่ถ้าจำเป็นจะต้องใช้เรซินคอมโพสิตชนิดบ่มตัวด้วยตัวเองควรเลือกใช้สารบอนดิงที่มีค่าความเป็นกรดไม่สูงมาก และภายหลังจากการทาสารบอนดิงควรจะทำการฉายแสงที่สารบอนดิงก่อนการบูรณะด้วยวัสดุเรซินคอมโพสิต

ถึงแม้ว่าการศึกษานี้จะมีจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละกลุ่มจำนวนไม่มากนัก แต่จากการทดสอบค่าการกระจายตัวของประชากรในแต่ละกลุ่ม พบว่ามีการกระจายตัวของประชากรแบบปกติในทุกกลุ่ม จึงน่าจะเพียงพอที่จะใช้เป็นตัวแทนประชากรของแต่ละกลุ่มได้ แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาที่เปรียบเทียบเฉพาะค่าความแข็งแรงในการยึดติดเพียงอย่างเดียว และเป็นการศึกษาภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งการจำลองสภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆไม่สามารถทำให้เหมือนสภาพภายในช่องปากจริงได้ เนื่องจากในทางคลินิกพบว่าแรงที่มากระทำบนวัสดุจะมีลักษณะเป็นแรงน้อยๆที่กระทำซ้ำๆเป็นเวลานาน (Leloup และคณะ, 2001) ซึ่งสภาวะที่มีแรงมากระทำซ้ำๆบนวัสดุอย่างต่อเนื่องเช่นนี้จะส่งผลให้เกิดการเสื่อมของคุณสมบัติและการทนต่อแรงที่มากระทำต่อวัสดุจะลดลง (Ruse และคณะ, 1995) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการ

ศึกษาโดยเปรียบเทียบเฉพาะค่าความแข็งแรงในการยึดติดเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบ่ง บอกประสิทธิภาพของการยึดติดทั้งหมดได้ ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ความคงทนของการยึดติดเมื่อมีแรงมากระทำซ้ำๆ (fatigue test) รวมทั้งความแนบสนิทของขอบบริเวณที่ยึดติดก็เป็นปัจจัยสำคัญเช่นกัน

นอกจากสารบอนดิงที่ใช้ในการศึกษานี้ ยังคงมีสารบอนดิงอีกเป็นจำนวนมากที่ได้มีการพัฒนาออกมาใช้ในท้องตลาดในปัจจุบัน รวมทั้งสารบอนดิงที่มีการเติมสารกระตุ้นปฏิกิริยาในปัจจุบันก็มีการผลิตออกมาหลายยี่ห้อ ดังนั้น การศึกษาถึงผลของสารบอนดิงชนิดอื่นๆต่อค่าความแข็งแรงในการยึดติดของเรซินคอมโพสิต จะช่วยให้ได้ข้อมูลเพิ่มมากขึ้นเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุในการบูรณะได้อย่างถูกต้อง และสามารถนำไปปรับปรุงวิธีการใช้งานให้ถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้ นอกจากการศึกษาค่าความแข็งแรงในการยึดติดแล้ว การศึกษาเกี่ยวกับความแนบสนิทของการยึดติด และการทดสอบหลังการบูรณะในระยะเวลาที่นานขึ้นภายใต้สภาวะที่เลียนแบบการใช้งานจริง รวมทั้งการศึกษาทางคลินิก ก็เป็นสิ่งจำเป็นที่น่าสนใจในการทำการศึกษาต่อเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงให้ได้การยึดติดที่ดี และสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาการยึดติดต่อเนื้อฟันของเรซินคอมโพสิตเมื่อใช้ร่วมกับสารบอนดิงต่างๆที่มีใช้ในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย