บทที่ 5

บทสรุป

อภิปรายผลการวิจัย

ผลของสารฟอกสีฟันโซเดียมเปอร์บอเรตในกระสายยาชนิดต่างๆ ต่อความแข็งแรงของการยึดติดระหว่างผิวเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตโดยวัดกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคในการศึกษานี้ พบว่ากลุ่มที่ฟอกสีด้วยโซเดียมเปอร์บอเรตผสมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคน้อยกว่ากลุ่มควบคุม (น้ำกลั่น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มที่ฟอกสีด้วยโซเดียมเปอร์บอเรตผสมน้ำกลั่นหรือคลอเฮกซิดีนนั้นพบว่าค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 ร่วมกับโซเดียมเปอร์บอเรต เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ความแข็งแรงของการยึดติดระหว่างวัสดุอุดเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟันลดลง ผลการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Timpawat และคณะ ที่พบว่าการฟอกสีฟันด้วยโซเดียมเปอร์บอเรตผสมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นสูง (ร้อยละ 35) มีผลลดค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคระหว่างวัสดุอุดเรซินคอมโพสิตและเนื้อฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Timpawat, et al., 2005, pp. 211-217) นอกจากนี้ Chng และคณะ ยังพบว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 ลดทั้งค่ากำลังแรงยึดแบบดึงและกำลังแรงยึดแบบเฉือน (Chng, Palamara and Messer, 2002, pp. 62-67)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นสูงมีผลต่อความแข็งแรงการยึดติดอาจเนื่องมาจากออกซิเจนที่หลงเหลืออยู่จากปฏิกิริยาการแตกตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปยับยั้งกระบวนการแข็งตัวของเรซินคอมโพสิตหรือขัดขวางการแทรกเข้าไปภายในหลอดฝอยในเนื้อฟันของเรซิน (Resin infiltration) อาจมีผลทำให้เรซินแทกมีจำนวนลดลงหรือสั้นลงและส่งผลต่อความแข็งแรงของการยึดติดด้วย มีรายงานการนำผิวเนื้อฟันที่ผ่านการฟอกสีด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 35 ไปแช่ในน้ำเป็นเวลานาน 7 วัน เพื่อกำจัดออกซิเจนก่อนการยึดติดกับเรซินคอมโพสิต แต่ก็ยังพบว่าความแข็งแรงของการยึดติดระหว่างผิวเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตมีค่าลดลง (Torneck, et al., 1991, pp. 156-160; Spyrides, et al., 2000, pp. 267–270) นอกจากนี้ การเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของโครงสร้างของเนื้อฟันบริเวณพื้นผิวทั้งสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์อาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ความแข็งแรงการยึดติดระหว่างเนื้อฟันกับวัสดุเรซิน

คอมโพสิตลดลง เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงไปทำลายสภาพธรรมชาติของคอลลาเจน (Lewinstein, et al., 1994, pp. 61-63; Rotstein, et al., 1996, pp. 23-25; Rotstein, Lehr and Gedalia, 1992, pp. 290-293) และความเป็นกรดยังมีผลทำให้เกิดการสลายแร่ธาตุของฟัน ลดอัตราส่วนระหว่างแคลเซียมและฟอสฟอรัสลง (Lewinstein, et al., 1994, pp. 61-63) ลดความแข็งผิวระดับจุลภาคของเนื้อฟันเมื่อสัมผัสกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 37 และ 50 องศาเซลเซียส (Lewinstein, et al., 1994, pp. 61-63) ความแข็งผิวของเนื้อฟันที่ลดลงนั้นบ่งบอกว่ามีการสูญเสียแร่ธาตุบริเวณ intertubular dentin และเมื่อใช้สารกัดชนิดกรดเพื่อปรับสภาพผิวฟันก่อนการทาสารยึดติดจะยิ่งทำให้เกิดการละลายของแร่ธาตุที่ลึกเกินไป ทำให้เรซินอาจจะไม่สามารถแทรกซึมลงไปถึงได้ การที่คลอลาเจนซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ในเนื้อฟันถูกทำลายอาจจะมีผลต่อโครงสร้างเส้นใยคลอลาเจนที่เป็นส่วนประกอบของชั้นไฮบริดและทำให้ชั้นไฮบริดอ่อนแอลง ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นสูงยังมีผลทำให้ความสามารถในการซึมผ่านของเนื้อฟัน (dentin permeability) ภายหลังจากฟอกสีฟันเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งอาจจะนำไปสู่การปนเปื้อนของแบคทีเรียของเนื้อฟันและเหนี่ยวนำให้เกิดการละลายผิวด้านนอกตัวฟันได้ (Cvek and Lindvall, 1985, pp. 56-60) สนับสนุนโดยการศึกษาที่พบว่าการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 ทำให้ความสามารถในการซึมผ่านเนื้อฟันต่อเชื้อ *Streptococcus faecalis* เกิดได้มากกว่าเมื่อใช้โซเดียมเปอร์บอเรตผสมกับน้ำ (Heling, Person and Rotstein, 1995, pp. 540-542)

ในการศึกษาครั้งนี้กลุ่มที่ใช้โซเดียมเปอร์บอเรตผสมกับน้ำกลั่นหรือคลอเฮกซิดีนแสดงค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอธิบายได้ว่าโซเดียมเปอร์บอเรตเมื่อผสมกับน้ำหรือคลอเฮกซิดีนจะแตกตัวได้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำ คือประมาณร้อยละ 9 ในขณะที่การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 เป็นกระสายยานั้น จะเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้สูงขึ้นจึงส่งผลกระทบต่อค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบว่าโซเดียมเปอร์บอเรตผสมกับน้ำไม่ทำให้ค่ากำลังแรงยึดระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตแบบเฉือน (Chng, Palamara, and Messer, 2002, pp. 62-67) และแบบดึงระดับจุลภาค (Timpawat, et al., 2005, pp. 211-217) ลดลง มีรายงานการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าการใช้โซเดียมเปอร์บอเรตไม่มีผลต่อโครงสร้างของเนื้อฟัน โดยประเมินการละลายของแคลเซียมจากเนื้อฟันภายหลังการฟอกสีด้วยโซเดียมเปอร์บอเรตผสมกับน้ำมีปริมาณใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม (น้ำกลั่น) และพบปริมาณสารอนินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ในเนื้อฟันมีปริมาณไม่แตกต่างกัน (Rotstein, Lehr and Gedalia, 1992,

pp. 290-293) นอกจากนี้ ยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างแคลเซียมกับฟอสฟอรัสซึ่งเป็นสิ่งที่บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของไฮดรอกซีอะปาไทท์ในฟัน (Rotstein, et al., 1996 pp. 23-25) อย่างไรก็ตาม มีรายงานการศึกษาที่ขัดแย้งกับรายงานข้างต้น Chng และคณะ พบว่าโซเดียมเปอร์บอเรตผสมน้ำมีผลลดค่ากำลังแรงยึดแบบดึงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (Chng, Palamara and Messer, 2002, pp. 62-67) ซึ่งผลการศึกษาที่แตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากชี่ฟันที่ใช้ทำการทดลอง ในการศึกษาของ Chng ใช้ฟันกรามน้อยที่ถูกถอนเนื่องจากเหตุผลการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแตกต่างจากการศึกษานี้ซึ่งใช้ฟันหน้าที่ถูกถอนจากสาเหตุโรคปริทันต์ อายุโดยเฉลี่ยของคนไข้จัดฟันนั้นน้อยกว่าคนไข้เป็นโรคปริทันต์ทำให้เนื้อฟันมีการสะสมแร่ธาตุที่น้อยกว่า (Nanci, 2003, pp. 192-239) และอาจถูกทำลายโดยโซเดียมเปอร์บอเรตได้มากกว่าฟันของคนที่มีอายุมาก รวมถึงการเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบ การใช้วิธีการทดสอบ และระยะเวลาในการฟอกที่แตกต่างกัน (Teixeira, et al., 2004, pp. 75-79)

การนำคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 มาใช้เป็นกระสายยาร่วมกับโซเดียมเปอร์บอเรต ในการศึกษานี้ พบว่าไม่ทำให้ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่พบว่าการล้างเนื้อฟันด้วยคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 ไม่ทำให้ค่ากำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาคลดลง (Castro, et al., 2003, pp. 129-138; Santos, et al., 2006, pp. 1088-1090;) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากคลอเฮกซิดีนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเนื้อฟัน จากการศึกษาของ Moreira และคณะ พบว่าคลอเฮกซิดีนเจลความเข้มข้นร้อยละ 2 ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ในเนื้อฟัน (Moreira, et al., 2009, pp. 1023-1027) และมีการศึกษานำชิ้นเนื้อฟันของรากฟันแช่ในคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 15 นาที พบการละลายแคลเซียมออกจากผิวรากฟันไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (น้ำ) อย่างมีนัยสำคัญ (Sayin, et al., 2009, pp. 280-283) นอกจากนี้ในขั้นตอนการเตรียมเนื้อฟันก่อนอุดด้วยการใช้กรดฟอสฟอริกกัด อาจช่วยกำจัดแกรนูลของคลอเฮกซิดีนที่ตกค้างอยู่บนผิวเนื้อฟันภายหลังการล้างด้วยคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 ซึ่งเป็นไปได้ว่าการใช้กรดกัดก่อนการอุดช่วยลบล้างผลของคลอเฮกซิดีนที่อาจมีต่อความความแข็งแรงของการยึดติดได้ (Castro, et al., 2003, pp. 129-138) คลอเฮกซิดีนมีข้อด้อยคือทำให้เกิดการติดสีที่ผิวเนื้อฟัน แต่การนำคลอเฮกซิดีนมาเป็นกระสายยาสำหรับโซเดียมเปอร์บอเรตพบว่าไม่ทำให้ประสิทธิภาพการฟอกสีของโซเดียมเปอร์บอเรตลดลง เป็นไปได้ว่าคุณสมบัติการติดสีของคลอเฮกซิดีนถูกลบล้างด้วยความแรงของสารฟอกสี และพบว่าประสิทธิภาพการฟอกสีเทียบเท่ากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 เมื่อฟอกสีเป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ (Oliveira, et al., 2006, pp. 672-674)

วิธีการเตรียมชิ้นตัวอย่างบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตในการวิจัยนี้ มีการเตรียมให้พื้นที่หน้าตัดมีขนาดเล็ก (1 ± 0.04 มม.^{2}) เพื่อการทดสอบที่เรียกว่า การทดสอบกำลังแรงยึดแบบดึงระดับจุลภาค มีจุดประสงค์เพื่อลดข้อบกพร่องของชิ้นตัวอย่างในเรื่อง ความขรุขระ ความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน หรือมีฟองอากาศ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างรอยต่อผิวเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิต และอาจส่งผลกระทบต่อผลการทดสอบได้ (Griffith, 1920, pp. 168-198 as cited in Pashley, et al., 1995, pp. 117-125) มีการศึกษาพบว่าพื้นที่หน้าตัดของชิ้นตัวอย่างที่มีขนาดเล็กกว่า 2 มม.^{2} มักจะเกิดความล้มเหลวของการแตกหักระหว่างรอยต่อ ชนิดที่ 1 และ 2 เป็นส่วนใหญ่ ความล้มเหลวที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้ทำให้สามารถวัดความแข็งแรงของการยึดติดที่แท้จริงบริเวณรอยต่อได้ และเพื่อให้เกิดการแตกหักแบบนี้มากที่สุด พื้นที่หน้าตัดควรเท่ากับ 1 มม.^{2} นอกจากนี้ การเตรียมชิ้นตัวอย่างโดยการกรอลดพื้นที่หน้าตัดบริเวณรอยต่อระหว่างเนื้อฟันกับเรซินคอมโพสิตให้เป็นรูปนาฬิกาทราย จะทำให้มีการกระจายความเครียดที่ดีกว่ารวมถึงกระจายแรงได้ทั่วถึงในบริเวณที่ทดสอบจุดแตกหักซึ่งเป็นจุดอ่อนแอที่สุด ทำให้มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ถึงกลไกการยึดติด (Betamar, Cardew and van Noort, 2007, pp. 159-168) ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาข้างต้น กล่าวคือ พบความล้มเหลวของการแตกหักชนิดที่ 1 และ 2 เป็นส่วนมาก

จากการศึกษานี้ สรุปได้ว่า การใช้โซเดียมเปอร์บอเรตผสมกับคลอเฮกซิดีนมีผลต่อความแข็งแรงของการยึดติดระหว่างเนื้อฟันและเรซินคอมโพสิตไม่แตกต่างจากการใช้โซเดียมเปอร์บอเรตผสมกับน้ำและกลุ่มควบคุม นอกจากนี้เมื่อพิจารณาประกอบกับผลการศึกษาที่ผ่านมา ทั้งด้านประสิทธิภาพของการฟอกสี ผลต่อเนื้อฟัน ร่วมกันกับคุณสมบัติการต้านการติดเชื้อ คลอเฮกซิดีนก็ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่าในการใช้เป็นกระสายยาสำหรับการฟอกสีฟันไม่มีชีวิต

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งต่อไปควรจะศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติการต้านเชื้อจุลชีพของสารฟอกสีฟันชนิดต่างๆ