บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (Two-way ANOVA) ถึงปัจจัยทั้งสอง คือ ความลึกจากพื้นผิวรากฟัน (2 ระดับ) และตัวกลางที่ใช้ผสม (3 ชนิด) ส่งผลต่อค่าพีเอชในแต่ละวันที่ทำการศึกษา พบว่าความลึกน่าจะมีผลต่อค่าพีเอช แต่ในการทดลองที่ระดับความลึก 1 มิลลิเมตร กับ 1.5 มิลลิเมตรไม่ต่างกันมากจึงทำให้ค่าพีเอชไม่ต่างกัน ส่วนชนิดของตัวกลางจะมีผลต่อค่าพีเอชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.0001$) โดยที่ทันทีหลังใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ค่าพีเอชเฉลี่ยเริ่มต้นระหว่างกลุ่มตัวกลางชนิดน้ำกลั่น, แคมโฟเรทพาราโมโนคลอโรฟีนอล และคลอเฮกซิดีน แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.0001$) และค่าพีเอชเฉลี่ยเริ่มต้นระหว่างกลุ่มตัวกลางชนิดแคมโฟเรทพาราโมโนคลอโรฟีนอลแตกต่างกับกลุ่มคลอเฮกซิดีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.003$) ส่วน ณ วันที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14 และวันที่ 30 ค่าพีเอชเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวกลางชนิดน้ำกลั่น, แคมโฟเรทพาราโมโนคลอโรฟีนอล และคลอเฮกซิดีน มีค่าสูงต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนั้นค่าพีเอชเฉลี่ยของกลุ่มแคมโฟเรทพาราโมโนคลอโรฟีนอลมีค่าสูงกว่ากลุ่มน้ำกลั่นและกลุ่มคลอเฮกซิดีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าชนิดตัวกลางที่ใช้ผสมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ส่งผลต่อค่าพีเอชในท่อเนื้อฟันส่วนรากฟันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับความลึกของเนื้อฟันส่วนรากฟันที่เท่ากันพบว่าตัวกลางที่เป็นแคมโฟเรทพาราโมโนคลอโรฟีนอลจะให้ค่าพีเอชของเนื้อฟันสูงที่สุด ส่วนน้ำกลั่นและคลอเฮกซิดีนให้ค่าพีเอชที่ไม่แตกต่างกัน ตัวกลางชนิดเดียวกันในระดับความลึกจากผิวรากฟันต่างกันค่าพีเอชในท่อเนื้อฟันไม่ต่างกัน เนื่องจากระดับความลึก 1 กับ 1.5 ใกล้กันเกินไป ถ้าสามารถทำเกิน 2 มิลลิเมตรได้อาจจะให้ผลที่ต่างกัน

วิจารณ์ผลการวิจัย

แบคทีเรียที่อยู่ในท่อเนื้อฟันจะปลอดภัยจากระบบภูมิคุ้มกันระดับเซลล์และโมเลกุล ปลอดภัยจากยาปฏิชีวนะ และปลอดภัยจากกระบวนการขยายและล้างคลองรากฟัน ดังนั้นการจะกำจัดการติดเชื้อในท่อเนื้อฟันนั้นมีความจำเป็นต้องอาศัยการใส่ยาในคลองรากฟันระหว่างการรักษาคลองรากฟันที่จะสามารถแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟันและฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้

การแตกตัวของแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะทำให้เกิดสภาวะความเป็นด่างที่สูง (ค่าพีเอช ประมาณ 12) ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของแบคทีเรียส่วนมาก ดังจะเห็นจากการศึกษาของ Byström, Claesson and Sundqvist (1985, pp.170-175) ที่รายงานว่า *E. faecalis* ซึ่งเป็นแบคทีเรียสายพันธุ์ที่พบในคลองรากฟันสามารถมีชีวิตอยู่ได้ที่ค่าพีเอช 11.5 แต่ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ที่ค่าพีเอช 12.5 จึงมีความจำเป็นต้องอาศัยค่าพีเอชที่สูงและระยะเวลาที่นานพอเพื่อทำให้เกิดสภาวะที่ต้านต่อเชื้อแบคทีเรียได้ ประสิทธิภาพของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการกำจัดเชื้อจะต้องอาศัยการแพร่กระจายของไฮดรอกซิลไอออนไปในเนื้อฟันและท่อเนื้อฟันเพื่อสัมผัสกับเชื้อโดยตรง เนื่องจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ต้องมีการแพร่ผ่านจากผนังคลองรากฟันไปตามท่อเนื้อฟันสู่ผิวรากฟัน ความเข้มข้นของไฮดรอกซิลไอออนจึงลดลงซึ่งเป็นผลมาจากระบบบัฟเฟอร์ (ไบคาร์บอเนตและฟอสเฟต), กรด, โปรตีน และคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ภายในท่อเนื้อฟัน (Siqueira and Uzeda, 1998, pp. 663-665) จากการศึกษาของ Wang and Hume (1988, pp.17-26) พบว่าไฮดรอกซิลไอออนจะถูกผลกระทบจากภาวะบัฟเฟอร์โดยไฮดรอกซีอะพาไตท์ (hydroxyapatite) ของเนื้อฟันก่อนที่จะสามารถแพร่ผ่านไปยังเนื้อฟันที่อยู่รอบ ๆ ได้ การศึกษาของ Pashley (1990, pp.19-49) แสดงถึงการเคลื่อนที่แพร่ผ่านเนื้อฟันเป็นไปได้โดยผ่านทางท่อเนื้อฟันโดยจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นของจำนวนท่อเนื้อฟันและรัศมีของท่อเนื้อฟันยกกำลังสอง ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบต่อการแพร่ผ่านของไฮดรอกซิลไอออนทั้งสิ้น

การศึกษานี้ถึงแม้ว่าจำนวนฟันที่ใช้ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าที่ไม่เท่ากันแต่สามารถนำ มาเปรียบเทียบกันได้เนื่องจากข้อมูลที่ได้มีการแจกแจงปกติและมีความแปรปรวนที่เท่ากัน โดยได้ควบคุมตัวแปรที่อาจมีผลต่อการทดลองซึ่งได้แก่ ฟันที่ใช้ในการศึกษาใช้ฟันของคนที่มีช่วงอายุระหว่าง 15-35 ปี การกำหนดอายุในทุกกลุ่มเพื่อให้ไม่มีผลต่อการซึมเข้าของท่อเนื้อฟัน เลือกลักษณะคลองรากฟันใหญ่สามารถขยายคลองรากฟันได้อย่างครบถ้วนและสมบูรณ์ จากการทบทวนการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้ยังปรากฏรอยโรคปลายรากแบบไม่แสดงอาการหลังการรักษาคลองรากฟันคือการคงสภาพติดเชื้อในคลองรากฟันเนื่องจากความซับซ้อนของระบบคลองรากฟันส่วนปลายรากฟัน (Nair, 2006, pp. 249-281)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

การศึกษานี้จึงพิจารณาเลือกศึกษาที่บริเวณตำแหน่งส่วนปลายของรากฟันซึ่งส่วนใหญ่จะมีคลองรากฟันแตกแขนง (apical delta) ทำให้ไม่สามารถขยายและทำความสะอาดบริเวณนี้ได้อย่างทั่วถึงต้องอาศัยคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อของน้ำยาที่ใช้ในการล้างคลองรากฟันและยาที่ใส่ในคลองรากฟันที่มีการแพร่ผ่านเข้าไปตามท่อเนื้อฟัน วัดค่าพีเอชที่ตำแหน่งห่างจากปลายราก 4 มิลลิเมตร และพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจสอบค่าพีเอช (4 ตารางมิลลิเมตร) ของฟันทุกซี่ที่นำมาทำการทดลองเพื่อที่จะสามารถเปรียบเทียบค่าพีเอชของเนื้อฟันที่เกิดจากการแตกตัวของไฮดรอกซิลไอออนจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมในตัวกลางทั้ง 3 ชนิดในคลองรากฟัน ในขั้นตอนขยายคลองรากฟันเลือกใช้ไฟล์ประเภทเครื่องหมุนชนิดเคทรี (K3) เพื่อควบคุมขนาดคลองรากฟันหลังการขยายให้มีขนาดใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มและสามารถควบคุมแรงที่ใช้ในการขยายได้ ซึ่งเป็นการควบคุมตัวแปรปัจจัยหนึ่งที่อาจมีผลต่อการทดลองด้วย แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมในแต่ละครั้งถูกควบคุมปริมาณผงและตัวกลางที่ใช้ผสมเพื่อให้มีลักษณะเป็นครีมข้นเหมือนกัน โดยแต่ละครั้งใช้ใส่ในคลองรากฟันเพียง 1 ซี่เท่านั้น เลือกใช้วิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการนำแคลเซียมไฮดรอกไซด์เข้าสู่คลองรากฟันให้ได้ถึงความยาวที่ใช้ทำงานและให้ความแน่นตลอดความยาวคือการใช้เลนทูโรสไปรอลเช่นเดียวกับการศึกษาของ Sigurdsson, Stancill and Madison (1992, pp. 367-370) ซึ่งพบว่าเลนทูโรสไปรอลให้ประสิทธิภาพที่มากสุดในการนำยาเข้าสู่คลองรากฟันเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ฟิงเกอร์พลักเกอร์ (finger plugger) ขนาด 25 และการใช้ไฟล์ขนาด 25 หมุนทวนเข็มนาฬิกา โดยหลังการใส่แคลเซียมไอดรอกไซด์มีการเอกซเรย์เพื่อให้แน่ใจว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์เข้าสู่คลองรากฟันได้ถึงความยาวที่ใช้ทำงานและได้ความแน่นตลอดความยาว มีการกำจัดชั้นเสมียร์ในคลองรากฟันและโพรงฟันที่เตรียมก่อนที่จะมีการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันเนื่องจากการศึกษาของ Foster, Kulid and Weller (1993, pp. 136-140) แสดงให้เห็นว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันสามารถแพร่เข้ามาสู่น้ำที่ล้อมรอบได้ถ้ามีการกำจัดชั้นเสมียร์ก่อน

การศึกษานี้ได้ดัดแปลงจากการทดลองของ Esberard, Carnes and del Rio (1996, pp. 402-405) และการศึกษาของคุณเมตตจิตต์ นวจินดา และอมรรัตน์ บุญศิริ (2542, หน้า 161-166) เนื่องจากไม่มีหัวขั้วไฟฟ้าขนาดเล็กวัดค่าพีเอชในโพรงฟันที่เตรียมจึงใช้วิธีวัดค่าพีเอชของเนื้อฟันในน้ำดีไอออไนซ์ที่ล้อมรอบโพรงฟันที่เตรียมแทนคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Calt, et. al. (1999, pp. 329-331); Fuss, Szajkis and Tagger (1989, pp. 362-364); และ Simon, Bhat and Francis (1995, pp. 459-464) โดยใช้หัวขั้วไฟฟ้าขนาดใหญ่ขึ้นมาอีก 1 ขนาด ซึ่งปริมาตรน้ำและเวลาที่ใส่ในโพรงฟันที่เตรียมมีผลต่อค่าพีเอชที่วัดได้ ผู้วิจัยจึงพยายามจำกัด

ปริมาตรน้ำกลั่นดีไอออไนซ์ให้น้อยที่สุด (300 ไมโครลิตร) ที่จะสามารถครอบคลุมตำแหน่งของโพรงฟันที่เตรียมไว้บนรากฟันและจำกัดเวลาโดยแช่มิดโพรงฟันที่เตรียมไว้เป็นเวลา 10 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่นานพอเพื่อให้ไฮดรอกซิลไอออนแพร่ออกมาและสามารถอ่านค่าความเปลี่ยนแปลงของพีเอชได้ (จากการวิจัยนำร่อง) ซึ่งค่าพีเอชที่ได้มีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกับการศึกษาที่ผ่านมาโดยค่าที่ได้จากการศึกษานี้เป็นค่าพีเอชที่วัดในน้ำปริมาตร 300 ไมโครลิตร หรือเท่ากับ 30 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ค่าที่วัดได้จึงมีค่าต่ำกว่าการศึกษาที่ผ่านมา

จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่อยู่ในคลองรากฟันสามารถแตกตัวเป็นไฮดรอกซิลไอออนและสามารถผ่านเนื้อฟันและแพร่มาสู่น้ำดีไอออไนซ์ที่อยู่รอบได้ จากการที่สามารถวัดค่าพีเอชของน้ำดีไอออไนซ์ที่แช่ฟันในกลุ่มทดลองทุกกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งยืนยันได้ว่าค่าพีเอชที่วัดได้เป็นค่าจากเนื้อฟันในโพรงฟันที่เตรียมไว้บริเวณส่วนปลายรากฟันที่ได้จากการแพร่ของไฮดรอกซิลไอออนผ่านชั้นเนื้อฟันมาสู่นี้ดีไอออไนซ์ที่ล้อมรอบเพราะมีน้ำยาทาเล็บเคลือบ 2 ชั้นบริเวณส่วนที่เหลือจากโพรงฟันที่เตรียมและส่วนปลายรากฟันหุ้มด้วยขี้ผึ้งเหนียวก่อนที่จะมีการแช่ในน้ำดีไอออไนซ์ ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะมีการแตกตัวและสามารถแพร่จากคลองรากฟันผ่านชั้นเนื้อฟันและชั้นเคลือบรากฟันไปที่ผิวภายนอกของรากฟันได้เช่นการศึกษาของ Simon, et. al. และการศึกษาของ Gordon, et. al. (Gordon, Ranly and Boyan, 1985, pp. 156-160; Simon, Bhat and Francis, 1995, pp. 459-464)

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสามารถวัดปริมาณไฮดรอกซิลไอออนที่แพร่ผ่านเนื้อฟันได้ดังเช่นการศึกษาของ Tronstad, et. al. (1981, pp. 17-21) ที่ใช้วิธีการดูสีที่เปลี่ยนไปตามระดับค่าพีเอชของเนื้อฟันในลิงพบว่าค่าพีเอชของเนื้อฟันในลิงจะสูงขึ้นหลังการใส่ยาด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 4 อาทิตย์ อย่างไรก็ตามค่าจะลดลงเมื่อระยะทางจากคลองรากฟันมากขึ้น โดยในฟันที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ในคลองรากฟันค่าพีเอชมีค่าระหว่าง 10-12 เนื้อฟันรอบๆที่สัมผัสโดยตรงกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์มีค่าระหว่าง 8-11.1 ถ้าห่างออกไปจะมีค่าระหว่าง 7.4-9.6 ส่วนการศึกษาของ Nerwich, Figdor and Messor (1993, pp. 302-306) ซึ่งใส่ยาในคลองรากฟันถอนด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 4 อาทิตย์พบว่าที่บริเวณปลายรากฟันห่าง 3-5 มิลลิเมตรจากส่วนปลายสุดของรากฟัน ค่าพีเอชของเนื้อฟันด้านในซึ่งห่างจากผนังคลองรากฟัน 1 มิลลิเมตรจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาไม่กี่ชั่วโมงและสามารถขึ้นถึงค่าสูงสุดที่ประมาณ 9.5 ในระยะเวลาประมาณ 2 อาทิตย์ ส่วนเนื้อฟันภายนอกที่ระดับความลึก 0.5 มิลลิเมตรจากพื้นผิวรากฟัน ประมาณ 1-3 วันหลังจากใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลอง

รากฟันค่าจะขึ้นสูงในระยะแรกและมีค่าต่ำกว่า 9 ที่ระยะเวลา 2 อาทิตย์ จากการศึกษาของ Esberard, Carnes and del Rio (1996, pp. 402-405) พบว่าวันที่ 40 ที่บริเวณปลายรากฟันกลุ่มที่ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมกับแคมโฟเลทพาราโมโนคลอโรฟีนอลค่าพีเอชในโพรงฟันที่ลึก 0.75 มิลลิเมตรจากผิวรากฟันมีค่าเพิ่มขึ้นถึงระดับค่าพีเอชที่วัดได้จากกลุ่มที่ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับน้ำ (ค่าพีเอชเท่ากับ 9.8) ส่วนกลุ่มที่ใส่ Pulpdent ในคลองรากฟันมีค่าที่ต่ำกว่าทั้งสองกลุ่มแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าไม่เกิน 9.4 อีกทั้งการศึกษาของคุณเมตตจิตต์ นวจินดา และอมรรัตน์ บุญศิริ (2542, หน้า 161-166) พบว่าพีเอชของเนื้อฟันที่ตำแหน่ง 4 มิลลิเมตรจากปลายรากฟันและลึก 1 มิลลิเมตรจากผิวรากฟัน ณ วันที่ 14 พบค่าพีเอช 8.76-9.03 ซึ่งผลของการศึกษาต่างๆเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับผลศึกษานี้ โดยวันที่ 14 ค่าพีเอชของเนื้อฟันส่วนรากฟันที่ความลึก 1 มิลลิเมตรจากผิวรากฟัน เรียงลำดับค่าพีเอชของเนื้อฟันจากค่ามากสุดไปน้อยสุดคือ กลุ่ม CMCP มีค่า 7.81, กลุ่มน้ำกลั่นมีค่า 7.68, กลุ่ม CHX มีค่า 7.41

การศึกษานี้ทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษาพบว่าค่าพีเอชในท่อเนื้อฟันที่ระดับความลึก 1 และ 1.5 มิลลิเมตรมีค่าไม่ต่างกันอาจเกิดความลึกทั้ง 2 ระดับไม่ต่างกันมาก ความลึกน่าจะมีผลต่อค่าพีเอชในท่อเนื้อฟันดังการศึกษาของ Nerwich, Figdor and Messor (1993, pp. 302-306) ที่พบว่าค่าพีเอชในท่อเนื้อฟันที่ตำแหน่งใกล้เคลือบรากฟันมีค่าน้อยกว่าค่าพีเอชที่ตำแหน่งใกล้ผนังคลองรากฟัน เนื่องจากความหนาแน่นของจำนวนท่อเนื้อฟันและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเนื้อฟันซึ่งมีผลต่อความสามารถในการซึมผ่านของเนื้อฟันที่ตำแหน่งใกล้เคลือบรากฟันมีค่าน้อยกว่าที่ตำแหน่งใกล้ผนังคลองรากฟัน (Tidmarsh and Arrowsmith, 1989, pp. 184-189) และด้วยความเข้มข้นของตัวถูกละลายจะถูกกระจายไปตามระยะทางที่มากขึ้นทำให้จำนวนไฮดรอกซิลไอออนที่จะไปถึงเคลือบรากฟันมีจำนวนน้อย (Wang and Hume, 1988, pp.17-26) ส่วนชนิดของตัวกลางที่ใช้ผสมมีผลต่อค่าพีเอชโดยระดับความลึกของเนื้อฟันส่วนรากฟันที่เท่ากันพบว่าตัวกลางที่เป็นแคมโฟเลทพาราโมโนคลอโรฟีนอลจะให้ค่าพีเอชของเนื้อฟันสูงที่สุดตามมาด้วยน้ำกลั่นและคลอเฮกซิดีนซึ่งให้ค่าพีเอชที่ไม่แตกต่างกัน อธิบายได้ว่าแคมโฟเลทพาราโมโนคลอโรฟีนอลรวมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะให้ calcium p-chlorophenolate ซึ่งเป็นเกลืออ่อนและเมื่อทำปฏิกิริยากับโปรตอนในน้ำจะกลับเป็นp-chlorophenol และมีการปล่อยไฮดรอกซิลไอออนออกมาจึงเป็นการคงสภาพความเป็นด่างที่สูงเอาไว้ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Anthony, Gordon and del Rio (1982, pp. 560-565) พบว่าเมื่อนำเอาแคมโฟเลทพาราโมโนคลอโร

ฟีนอลมาผสมกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์จะสามารถคงสภาพความเป็นด่างที่สูงได้ในขณะที่เมื่อนำแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับครีเซติน (cresatin) จะไม่สามารถคงสภาพความเป็นด่างที่สูงได้เนื่องจากผลจากการผสมจะได้ calcium cresylate และ กรดอะซิติก (acetic acid) อีกทั้งแคมโฟเลทพาราโมโนคลอโรฟีนอลมีแรงตึงผิวต่ำทำให้สามารถไหลไปตามท่อเนื้อฟันได้โดยง่าย (Leonardo, et. al., 1993, pp. 25-30) Simon, Bhat and Francis (1995, pp. 459-464) พบว่าวันที่ 30 ค่าพีเอชในสารละลายรอบรากฟันของกลุ่มที่ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับน้ำกลั่นมีค่า 8.17 และกลุ่มที่ผสมกับแคมโฟเลทพาราโมโนคลอโรฟีนอล มีค่า 8.23 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษานี้พบว่าตัวกลางที่เป็นน้ำกลั่นและคลอเฮกซิดีนให้ผลต่อค่าพีเอชที่ไม่แตกต่างกัน แต่ในแง่คุณสมบัติของคลอเฮกซิดีนที่มีฤทธิ์ในการกำจัดจุลินทรีย์ได้กว้างรวมถึงเชื้อแบคทีเรียในช่องปากจึงอาจจะมีประโยชน์ในการเสริมฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่มากขึ้นมีความเหมาะสมในการใช้ในฟันที่เคยรักษารากฟันมาแล้วแล้วมีการติดเชื้อซ้ำหรือล้มเหลวได้ ดังเช่นการศึกษาของ Gomes, Souza and Ferraz (2003, pp. 267-275) ซึ่งพบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์เมื่อผสมกับเจลคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถกำจัดการเจริญเติบโตของเชื้อ *E. faecalis* ได้สมบูรณ์ภายใน 1-2 วัน การศึกษาของ Podbielski, Spahr and Haller (2003, pp. 340-345) พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์เมื่อผสมกับคลอเฮกซิดีนมีฤทธิ์ในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโต การศึกษาของ Zerella, Fouad and Spangberg (2005, pp. 756-761) นำแคลเซียมไฮดรอกไซด์ผสมกับสารละลายคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อ *E. faecalis* การศึกษาของ Evans, et. al. (2003, pp. 338-339) พบว่าแคลเซียมไฮดรอกไซด์เมื่อนำมาผสมกับคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นร้อยละ 2 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในการยับยั้งเชื้อ อีกทั้ง Basrani, Ghanem and Tjaderhane (2004, 30, pp. 413-417) ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมในคลอเฮกซิดีนซึ่งพบว่าคลอเฮกซิดีนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ คลอเฮกซิดีนจะลดมุมสัมผัส (contact angle) ลงและทำให้เพิ่มความสามารถในการ wetability ของยาที่ใส่ในคลองรากฟัน

การศึกษานี้วัดค่าพีเอชของเนื้อฟันจากปริมาณไฮดรอกซิลไอออนที่แพร่ออกมาสู่น้ำดีไอออไนซ์ที่ล้อมรอบณ เวลาหนึ่งไม่ได้เป็นการวัดค่าพีเอชของเนื้อฟันที่สะสมตั้งแต่เริ่มการทดลอง แต่รูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชมีแนวโน้มเดียวกันกับการศึกษาที่คล้ายคลึงกัน ดังการศึกษาของ Calt, et. al. (1999, pp. 329-331) โดยรูปแบบการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชพบว่า

ค่าพีเอชจะสูงในช่วงแรกและมีการเปลี่ยน แปลงค่าพีเอชที่วัดได้ลงอย่างรวดเร็วจนถึงประมาณวันที่ 2 อธิบายได้ว่าอาจเป็นค่าพีเอชของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ใช้ในการล้างคลองรากฟันที่หลงเหลือในท่อเนื้อฟันมากกว่าปริมาณไฮดรอกซิลไอออนที่แตกตัวออกจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ในตัวกลางทั้ง 3 ชนิด จากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชเล็กน้อยจนถึงวันที่ 7 และจะมีค่าสูงขึ้นถึงประมาณวันที่ 14 หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยทั้งระดับความลึกทั้ง 2 ระดับ แต่การศึกษาของ Calt, et. al. (1999, pp. 329-331) หลังจากวันที่ 21 ค่าพีเอชของเนื้อฟันที่วัดจากน้ำเกลือมีค่าต่ำลงมาก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการที่ไฮดรอกซิลจะแพร่ผ่านมาตามท่อเนื้อฟันจนถึงพื้นโพรงฟันต้องอาศัยระยะเวลา สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nerwich, Figdor and Messor (1993, pp. 302-306) ที่พบว่าไฮดรอกซิลในคลองรากฟันใช้เวลาไม่กี่ชั่วโมงในการแพร่เข้ามาถึงท่อเนื้อฟันของรากฟันภายใน ใช้เวลา 1-7 วันในการแพร่เข้ามาถึงท่อเนื้อฟันของรากฟันและต้องการเวลา 2-3 อาทิตย์ในการถึงระดับค่าสูงสุด อีกทั้งการศึกษาของ Carrigan, et. al. (1984, pp. 359-363) พบว่าหลังจากใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันค่าพีเอชของเนื้อฟันด้านในจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาไม่กี่ชั่วโมงแต่ในส่วนของผิวรากฟันด้านนอกจะต้องใช้เวลาถึง 2-3 สัปดาห์ก่อนที่ค่าพีเอชจะเพิ่มขึ้นถึงระดับที่สามารถฆ่าเชื้อได้ (พีเอชประมาณ 9) ผลการศึกษาของ Teixeira, Levin and Trope (2005, pp. 511-516) พบว่าค่าพีเอชจะเพิ่มขึ้นหลังจากใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันไปแล้ว 7 วันทั้งที่ตำแหน่งผนังคลองรากฟันและตำแหน่งที่ห่างจากผนังคลองรากฟัน 1 มิลลิเมตร การศึกษาของ Sjogren et. al. (1991, pp. 119-125) พบว่าการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ไว้ในคลองรากฟัน 7 วัน สามารถกำจัดเชื้อที่หลงเหลือในคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่พบเชื้อแบคทีเรียคงเหลือ รวมถึงการศึกษาของ Siqueira and Lopes (1999, pp. 361-369) พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแคลเซียมไฮดรอกไซด์อาจจะเป็นข้อจำกัดต่อประสิทธิภาพการทำให้ปราศจากเชื้อในคลองรากฟันทั้งหมดหลังการใช้ในระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ในคลองรากฟันอย่างน้อย 7 วัน เพื่อประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อ

การศึกษานี้ดูผลของค่าพีเอชของเนื้อฟันที่ได้จากไฮดรอกซิลไอออนที่แตกตัวออกมาจากแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมในตัวกลางทั้ง 3 ชนิดเท่านั้น ไม่ได้ศึกษาถึงการปราศจากเชื้อในคลองรากฟันหลังจากที่ได้มีการใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมในตัวกลางชนิดต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อการพิจารณาเลือกใช้ตัวกลางที่เหมาะสมในการผสมเพื่อให้ได้คุณสมบัติในการกำจัดเชื้อได้มากที่สุดด้วย การพิจารณาเลือกใช้ตัวกลางที่เหมาะสมต้องดูในแง่ของความยาก-ง่ายในการ

ใช้งาน การรื้อและกำจัดให้หมดเพื่อไม่ให้เป็นตัวขัดขวางในการแนบสนิทของวัสดุอุดคลองรากฟันและผนังคลองรากฟันต่อไปด้วย ซึ่งการศึกษานี้พบว่าการใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมกับแคมโฟเลทพาราโมโนคลอโรฟีนอลค่อนข้างยุ่งยากในการนำเข้าไปในคลองรากฟัน ลักษณะค่อนข้างเหนียวและรื้อค่อนข้างยาก ฉะนั้นอาจจะเหมาะที่จะใช้ในฟันที่เข้าทำงานได้ง่าย คลองรากใหญ่ และหวังผลในการกำจัดแบคทีเรียมากขึ้น เช่น กรณีที่ขนาดของรอยโรคปลายรากมีขนาดใหญ่ มีของเหลวในคลองรากฟันมาก

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาต่อไปควรศึกษาถึงผลของการกำจัดแบคทีเรียในท่อเนื้อฟันบริเวณผิวรากฟันของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ผสมในตัวกลางต่างชนิดกัน เพื่อให้แคลเซียมไฮดรอกไซด์มีคุณสมบัติในการกำจัดเชื้อได้มากที่สุด