การต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12%, 0.2%, 2% และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% กับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน

นางสาวกิติยา สุขประเสริฐ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาเอ็นโดดอนต์ ภาควิชาทันตกรรมหัตถการ
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-14-3258-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF 0.12%, 0.2%, 2% CHLORHEXIDINE AND 2.5% SODIUM HYPOCHLORITE AS ENDODONTIC IRRIGANTS AT DIFFERENT CONTACT TIMES

Miss Kitiya Sukprasert

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Endodontology
Department of Operative Dentistry
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Academic Year 2005

ISBN 974-14-3258-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12%, 0.2%, 2% และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% กับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน
โดย	นางสาวกิติยา สุขประเสริฐ
สาขาวิชา	วิทยาเอ็นโดดอนต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.อัญชนา พานิชอัตรา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ จินตกร คูวัฒนสุชาติ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ฐิติมา ภู่ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง คุณเมตตจิตต์ นวจินดา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.อัญชนา พานิชอัตรา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาตราจารย์ ทันตแพทย์ จินตกร คูวัฒนสุชาติ)

..... กรรมการ
(รองศาตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.รัตน์ เสรีนิราช)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ชุติมา ระติสุนทร)

กิติยา สุขประเสริฐ : การต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12%, 0.2%, 2% และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% กับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน. (ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF 0.12%, 0.2%, 2% CHLORHEXIDINE AND 2.5% SODIUM HYPOCHLORITE AS ENDODONTIC IRRIGANTS AT DIFFERENT CONTACT TIMES) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ทญ.ดร.อัญชนา พานิชอัตรา , อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ทพ.จินตกร คูวัฒนสุชาติ 99 หน้า. ISBN 974-14-3258-5.

จุดประสงค์หลักของการรักษาคลองรากฟัน คือการกำจัดเชื้อแบคทีเรียภายในคลองรากฟันและป้องกันการติดเชื้อซ้ำ ลักษณะน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ต้องการ คือ สามารถทำลายเชื้อโรคได้ดีและไม่ทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันหากมีน้ำยาเกินออกนอกปลายราก น้ำยาคลอเฮกซิดีนเป็นน้ำยาที่ปัจจุบันแนะนำให้ใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน เพราะจากการศึกษาที่ผ่านมาได้แสดงถึงคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลชีพแบบกว้างและสามารถออกฤทธิ์ต้านเชื้ออยู่ได้นาน รวมทั้งมีความเป็นพิษน้อย แต่ปัจจุบันยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าควรใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นใดในการล้างคลองรากฟัน ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อทดสอบการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12%, 0.2%, 2% และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% กับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน การทดสอบทำโดยเพาะเลี้ยงเชื้อ *Enterococcus faecalis* , *Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* ในคลองรากฟันจำนวน 156 ซี่ ฟันถูกนำมาแบ่งล้างคลองรากฟันตามชนิดน้ำยาที่ทดสอบคือ กลุ่ม 1, 2 และ 3 ล้างด้วยน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% , 0.2% และ 2% ตามลำดับ กลุ่ม 4 ล้างด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% กลุ่ม 5 ล้างด้วยน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุมบวก) กลุ่ม 6 ไม่เพาะเชื้อในคลองรากฟันและล้างด้วยน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุมลบ) การล้างคลองรากฟันแต่ละกลุ่มจะให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10, 30 วินาที 1 และ 5 นาที ทำการประเมินปริมาณเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟันโดยการใช้กระดาษซับในคลองรากฟัน นำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์สถิติ One-Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการทดสอบพบว่า น้ำยาล้างคลองรากฟันทุกชนิดที่ทดสอบสามารถต้านต่อเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบได้ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% และน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดอื่นที่ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 นาทีในการกำจัดเชื้อ *A. viscosus* และ *S. mutans* และนาน 5 นาทีในการกำจัดเชื้อ *E. faecalis*c จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนทุกความเข้มข้น รวมทั้งน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% สามารถต้านจุลชีพได้ โดยขึ้นอยู่กับ ความเข้มข้น เวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน และชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

ภาควิชา..ทันตกรรมหัตถการ .....ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา..วิทยาเอ็นโดดอนต์ .....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา.. 2548 .....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4776102732 : MAJOR ENDODONTICS

KEY WORD : ROOT CANAL IRRIGANT / ANTIBACTERIAL / CHLORHEXIDINE / SODIUM HYPOCHLORITE / CONTACT TIME

KITIYA SUKPRASERT : ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF 0.12%, 0.2%, 2% CHLORHEXIDINE AND 2.5% SODIUM HYPOCHLORITE AS ENDODONTIC IRRIGANTS AT DIFFERENT CONTACT TIMES. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF.DR.ANCHANA PANICHUTTRA, THESIS COADVISOR : ASSOC PROF. JINTAKORN KUVATANASUCHATI , 99 pp. ISBN 974-14-3258-5.

The major objective in endodontic therapy is to eliminate bacteria from the infected root canal and to prevent reinfection. The ideal irrigant should have antibacterial activity, but no toxic to the periapical tissue if extruded through the apex. Nowadays, chlorhexidine (CHX) has been suggested as a root canal irrigant because many studies have demonstrated its broad spectrum antimicrobial activity , substantivity, and low grade of toxicity. However, no general agreement exists regarding its optimal concentration. The purpose of this study was to assess antibacterial activity of 0.12%, 0.2%, 2% CHX and 2.5% sodium hypochlorite (NaOCl) as an endodontic irrigants at different contact times. 156 human single-rooted extracted teeth were contaminated with *E. faecalis , A.viscosus* and *S. mutans* were incubated for 48 hrs. The teeth were divided according to irrigant solution: group 1, 0.12% CHX ; group 2, 0.2% CHX ; group 3, 2% CHX ; group 4, 2.5% NaOCl ; group 5, distilled water (positive control) ; group 6, no bacterial contamination and irrigated with distilled water (negative control). Each irrigant was placed in root canal and contact with bacterials for 10, 30 seconds; 1 and 5 minutes. Before and after irrigation at each period of time, microbiological samples were collected with sterile paper points, and bacterial growth was determined. The data were submitted to the analysis of One-Way ANOVA (P=0.05). All irrigants were effective in killing with *E. faecalis , A. viscosus* and *S. mutans*. There was no significant difference between the 0.12% and three solutions tested (P>0.05) when the irrigants contacting in canal for 1 minute in eliminating *A. viscosus* and *S. mutans* and 5 minutes in eliminating *E. faecalis* . These results indicate that all the concentration of CHX and 2.5% NaOCl have antibacterial activity depend on concentration of irrigant, contact time, as well as type of bacteria.

Department Operative dentistry …….. Student's signature ……..

Field of study Endodontology ……. Advisor's signature …….

Academic year 2005 …… Co-advisor's signature ……

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.อัญชนา พานิชอัตรา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาตราจารย์ ทันตแพทย์ จินตกร คูวัฒนสุชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ผู้วิจัยได้รับความกรุณา กำลังใจ และความช่วยเหลืออย่างดีจากท่านทั้งสองด้วยดีตลอดการวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง คุณแมตตจิตต์ นวจินดา รองศาตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.รัตน์ เสรีนิราช อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ชุติมา ระติสุนทร และ อาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ สำหรับคำแนะนำ ข้อคิดเห็น และความช่วยเหลือต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งยังได้เสียสละเวลาอันมีค่าของท่านในการตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาคทันตกรรมหัตถการ ภาควิชาจุลชีววิทยา ภาควิชาเภสัชวิทยา ภาควิชาชีวเคมี ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.อรนาฏ มาตังคสมบัติ และ อาจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.รัชนี อัมพรอร่ามเวทย์ ที่ให้ความรู้และคำแนะนำในการเพาะเลี้ยงเชื้อ และแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในงานวิจัย

ขอขอบคุณ นายจตุรงค์ สัจจะนรพันธ์ สำหรับคำแนะนำในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และการคำนวณทางสถิติ ตลอดจนความช่วยเหลือและกำลังใจต่างๆ ตลอดงานวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ ทันตแพทย์ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ จ.นครนายก ที่ให้การสนับสนุนการลาศึกษาในครั้งนี้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา และมารดา รวมทั้งขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ที่ได้ให้กำลังใจมาตลอดในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วง ส่วนประโยชน์และความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ทุกๆท่านที่เกี่ยวข้อง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญภาพ.....ฎ

บทที่

1. บทนำ.....1
   1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
   1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4
   1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 4
   1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น.....4
   1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย..... 5
   1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5
   1.7 วิธีดำเนินการวิจัย.....6
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7
   2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7
   2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการวิจัย..... ...22
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....28
   3.1 ประชากร.....28
   3.2 ตัวแปร.....29
   3.3 วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการวิจัย..... 29
   3.4 วิธีดำเนินการ..... 34
      3.4.1 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียและการเพาะเชื้อ.....34
      3.4.2 การเตรียมปริมาณเชื้อแบคทีเรีย..... ...34
      3.4.3 การเตรียมฟัน.....36
      3.4.4 การเตรียมน้ำยาล้างคลองรากฟัน.....38
      3.4.5 การเพาะเลี้ยงเชื้อในตัวฟัน.....38

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

3.4.6 การทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟัน กับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน... ……39
3.4.7 การประเมิน……...41
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล……..42
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล……..43
4.1 ข้อมูลทั่วไป……43
4.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิด และแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองราฟัน…….....46
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ…….....49
5.1 สรุปผลการวิจัย……....49
5.2 อภิปรายผลการวิจัย……..50
5.2.1 วิจารณ์ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย…… ….50
5.2.2 วิจารณ์วิธีการทดลอง……..52
5.2.3 วิจารณ์ผลการทดลอง……58
5.3 ข้อเสนอแนะ……63
รายการอ้างอิง……...…64
ภาคผนวก……...73
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์……..……99

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่1 สรุปการศึกษาที่แสดงว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลชีพมากกว่า หรือไม่แตกต่างจากน้ำยาคลอเฮกดีน.....15
ตารางที่2 สรุปการศึกษาที่แสดงว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนมีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลชีพมากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์.....16
ตารางที่ 3 สรุปการศึกษาที่เกี่ยวกับการใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....20
ตารางที่ 4 แบคทีเรียที่แยกได้จากคลองรากฟันที่มีรอยโรคบริเวณปลายรากร่วมด้วย.....23
ตารางที่ 5 แสดงการแบ่งกลุ่มฟันที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบกับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน.....40
ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน 43
ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน 44
ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน 45
ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และในแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน 46
ตารางที่10 การเปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบและในแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน 47
ตารางที่11 การเปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และในแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน 48
ตารางที่ 12 ความเข้มข้นในการเจือจางเชื้อที่ใช้ทดสอบต่อปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ 74
ตารางที่ 13 แสดงจำนวนปริมาณเชื้อ *Enterococcus faecalis* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ 74
ตารางที่ 14 แสดงจำนวนปริมาณเชื้อ *Actinomyces viscosus* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ 74
ตารางที่ 15 แสดงจำนวนปริมาณเชื้อ *Streptococcus mutans* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์.....75

ตาราง หน้า

ตารางที่ 16 ปริมาณเชื้อก่อนและหลังหลังล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุมบวก)....75
ตารางที่ 17 ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุมบวก).....75
ตารางที่ 18 ปริมาณเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟัน ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ และ ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis*..... 76
ตารางที่ 19 ปริมาณเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟัน ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ และ ประสิทธิภาพต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* 78
ตารางที่ 20 ปริมาณเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟัน ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ และ ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans.* 80
ตารางที่ 21 การทดสอบการกระจายข้อมูลประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ.....82
ตารางที่ 22 การทดสอบการกระจายข้อมูลประสิทธิภาพการต้านต่อเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ.....82
ตารางที่ 23 การทดสอบการกระจายข้อมูลประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ.....83
ตารางที่ 24 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 10 วินาที.. 84
ตารางที่ 25 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 30 วินาที.....85
ตารางที่ 26 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 1 นาที 86
ตารางที่ 27 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 5 นาที 87
ตารางที่ 28 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 10 วินาที 88

ตาราง หน้า

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 30 วินาที.....89

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 1 นาที 90

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 5 นาที 91

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 10 วินาที 92

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 30 วินาที 93

ตารางที่ 34 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 1 นาที 94

ตารางที่ 35 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน นาน 5 นาที 95

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปภาพ หน้า

ภาพที่ 1 แสดงโมเลกุลของคลอเฮกซิดีน.....11
ภาพที่ 2 แสดงเครื่องอินคูแตอร์.....31
ภาพที่ 3 แสดงเครื่องอินคูเบเตอร์ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5% 31
ภาพที่ 4 แสดง เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 32
ภาพที่ 5 แสดงเครื่องนับโคโลนี.....32
ภาพที่ 6 แสดงกระบอกฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตรและเข็มฉีดยาขนาด 25 33
ภาพที่ 7 แสดงกระดาษซับขนาด L, M, S 33
ภาพที่ 8 แสดงการเตรียมปริมาณเชื้อโดยวิธีการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย
โดยการเจือจางเชื้อลงทีละ 10 เท่า 35
ภาพที่ 9 แสดงบล็อกฟัน (ด้านหน้า).....37
ภาพที่ 10 แสดงบล็อกฟัน (ด้านบน) ..... .37
ภาพที่ 11 กราฟแสดงประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* และเวลาที่น้ำยา
สัมผัสในคลองรากฟัน ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ 60
ภาพที่12 กราฟแสดงประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscocus* และเวลาที่น้ำยา
สัมผัสในคลองรากฟัน ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ 61
ภาพที่ 13 กราฟแสดงประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* และเวลาที่น้ำยา
สัมผัสในคลองรากฟัน ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ.....61
ภาพที่ 14 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Enterococcus faecalis*.....96
ภาพที่ 15 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Actinomyces viscosus*.....96
ภาพที่ 16 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Streptococcus mutans*.....97
ภาพที่ 17 แสดงลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Enterococcus faecalis* จากการย้อมกรัม
เมื่อดูด้วยกล้องกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า.....97
ภาพที่ 18 แสดงลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Actinomyces viscosus* จากการย้อมกรัม
เมื่อดูด้วยกล้องกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า..... 98
ภาพที่ 19 แสดงลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Streptococcus mutan* จากการย้อมกรัม
เมื่อดูด้วยกล้องกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า.....98

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จุดประสงค์ในการรักษาคลองรากฟันคือ การกำจัดเชื้อภายในคลองรากฟันออกให้มากที่สุด ด้วยการขยายและทำความสะอาดคลองรากฟัน ซึ่งการทำความสะอาดคลองรากฟันทำได้โดย การใช้น้ำยาล้างคลองรากร่วมกับการใส่ยาภายในคลองรากฟัน โดยเฉพาะในคลองรากที่มีความซับซ้อน เช่น บริเวณที่เป็นส่วนแคบ (Isthmus) หรือ บริเวณ apical delta ที่เครื่องมือในการขยายคลองรากฟันไม่สามารถทำความสะอาดได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันร่วมในการทำความสะอาดคลองรากฟันด้วย (Ingle และคณะ, 2002) น้ำยาล้างคลองรากฟันที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือ น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite, NaOCl) เนื่องจากมีคุณสมบัติสามารถต้านจุลชีพ และสามารถละลายเนื้อเยื่อในทั้งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิตได้ แต่ทั้งนี้น้ำยาชนิดนี้มีข้อเสียคือมีความเป็นพิษสูง (Yessisoy และคณะ, 1995) โดยสามารถทำลายเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันได้ เช่นกรณีที่มีรูเปิดปลายรากกว้าง (Pashley และคณะ, 1985 ; Jeansonne และ White, 1994)

น้ำยาคลอเฮกซิดีน (Chlorhexidine, CHX) เป็นน้ำยาที่เป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน โดยการศึกษาเกี่ยวกับคลอเฮกซิดีน ที่นำมาใช้ด้านการแพทย์มีมานานตั้งแต่ช่วงทศวรรษที่ 1940s โดยนำมาใช้ในการรักษาโรคต่างๆ ได้แก่โรคเกี่ยวกับนรีเวชวิทยา (Gynecology) โรคระบบทางเดินปัสสาวะ (Urology) โรคเกี่ยวกับตา (Ophthalmology) นำมารักษาแผลไฟไหม้ และฆ่าเชื้อบริเวณผิวหนัง (Fardal และ Turnbull, 1986) และตั้งแต่ช่วงปี 1960 เริ่มมีการนำคลอเฮกซิดีนมาใช้ในงานด้านทันตกรรม โดยนำมาใช้เป็นน้ำยากำจัดเชื้อบริเวณทำงาน และในคลองรากฟัน (Gjermo, 1974) ต่อมาในช่วงปี 1970 ได้นำคลอเฮกซิดีนมาใช้เป็นน้ำยาบ้วนปาก และยาทาที่ตัวฟันเพื่อกำจัดแผ่นคราบจุลินทรีย์ (Loe และ Schiott, 1970)

คุณสมบัติที่ดีของน้ำยาคลอเฮกซิดีนเมื่อนำมาใช้ล้างคลองรากฟัน คือ เป็นสารที่มีประจุบวก จึงสามารถจับกับผนังเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นประจุลบได้ดี สามารถต้านจุลชีพแบบกว้างทั้งเชื้อชนิดกรัมบวก กรัมลบ ยีสต์ และราได้ (Hennessey, 1973) รวมทั้งน้ำยายังสามารถดูดซึมเข้าสู่ชั้นไฮดรอกซีอะปาไทต์ (Hydroxyapatite) เพลลิเคิล ไกลโคโปรตีนในน้ำลายหรือเนื้อเยื่อในช่องปาก เนื้อฟัน รวมทั้งเนื้อฟันในส่วนคลองรากฟัน และค่อยๆปล่อยน้ำยาออกมาเมื่อมีความเข้มข้นของน้ำยาลดลง (Rolla และคณะ, 1970 ; Parsons และคณะ, 1880) เมื่อนำน้ำยาคลอเฮกซิดีนมาใช้เป็นน้ำยาบ้วนปากสามารถออกฤทธิ์ได้นาน 24 ชั่วโมง (Bonesvoll และคณะ, 1974) และเมื่อนำมาใช้เป็นน้ำยา

ล้างคลองรากฟันสามารถต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ได้นาน 24 ชั่วโมง และ 1 สัปดาห์ (Parsons และคณะ, 1980) นอกจากนี้จากการที่น้ำยาคลอเฮกซิดีน สามารถดูดซึมเข้าผนังคลองราก และท่อเนื้อฟันได้ จึงมีประโยชน์ต่อการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ที่อยู่ในท่อเนื้อฟัน โดยเชื้อชนิดนี้เป็นสาเหตุหนึ่งของการล้มเหลวจากการรักษาคลองรากฟัน (Engstrom, 1964 ; Haapasalo และคณะ, 1983 ; Gomes และคณะ, 1996) และ ดื้อต่อการรักษาด้วยยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Orstavik และ Haapasalo, 1990) นอกจากนี้น้ำยาคลอเฮกซิดีนยังมีความเป็นพิษน้อย เหมาะสำหรับการล้างคลองรากฟันกรณีที่ฟันมีรูเปิดปลายรากกว้าง โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (Pashley และคณะ, 1985 ; Jeansonne และ White, 1994 ; Yesilsoy และคณะ, 1995 ; Oncag และคณะ, 2003 ; Vianna และคณะ, 2004) จากการศึกษาของ Erdemir และคณะ (2004) เกี่ยวกับผลการใช้น้ำยาล้างคลองรากและยาที่ใส่ในคลองรากฟันต่อความแข็งแรงในการยึดเกาะ (Bond strength) ของวัสดุเรซินซีเมนต์กับผนังคลองรากฟัน ยังพบว่าน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนไม่มีผลต่อความแข็งแรงในการยึดเกาะของวัสดุเรซินซีเมนต์กับผนังคลองรากฟันที่ใช้สำหรับยึดฟันเดือยเพื่อบูรณะฟันหลังรักษาคลองรากฟัน เมื่อเปรียบเทียบกับการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 5% และน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 3% ที่พบว่าน้ำยาล้างคลองรากฟันทั้งสองทำให้ความแข็งแรงในการยึดเกาะของวัสดุเรซินซีเมนต์กับผนังคลองรากฟันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และนอกจากนี้น้ำยาคลอเฮกซิดีนยังสามารถใช้กับผู้ป่วยที่แพ้ต่อน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ได้อีกด้วย (Jeansonne และ White, 1994)

จากเหตุผลดังกล่าวจึงเห็นได้ว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน เป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ดี แต่ในการนำน้ำยาคลอเฮกซิดีนมาใช้ประโยชน์ทางคลินิกต้องคำนึงถึงการเลือกน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นที่สามารถหาได้ง่าย ไม่มีความยุ่งยากในเตรียม และมีประสิทธิภาพเพียงพอในการต้านจุลชีพในคลองรากฟัน โดยปัจจุบันการใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีนในคลินิกมีอยู่แล้วในรูปแบบของน้ำยาบ้วนปากซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12%

อย่างไรก็ตามน้ำยาคลอเฮกซิดีนในรูปของน้ำยาบ้วนปากแม้ว่าจะสามารถหาซื้อ และใช้ได้ง่าย แต่การศึกษาที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพการต้านจุลชีพในคลองรากฟันของน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 0.12% ยังมีน้อย โดยการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการนำน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้นข้น 0.2% , 1% และ 2% มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพโรคกับน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 0.5%, 2.5% , 4% และ 5.25%

ดังนั้นหากการนำน้ำยาคลอเฮกซิดีนในรูปของน้ำยาบ้วนปากมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันเพื่อต้านจุลชีพในคลองรากฟัน จึงมีความจำเป็นที่ต้องศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพกับน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นที่สูงกว่า ได้แก่ ความเข้มข้นที่ 0.2% และ 2% รวมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 2.5% ซึ่งเป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่นิยมใช้

ในปัจจุบัน นอกจากนี้การศึกษาประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ผ่านมา เป็นการศึกษาที่ทดสอบบนจานเพาะเชื้อ หรือในหลอดทดลองที่ให้เชื้อแบคทีเรียสัมผัสโดยตรงกับน้ำยาล้างคลองรากฟัน ซึ่งการทดสอบดังกล่าวมีลักษณะสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างจากคลองรากฟันจริง ที่อาจทำให้ผลประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพแตกต่างไปเมื่อใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันในผู้ป่วยจริง ดังนั้นเพื่อให้มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับคลองรากฟันจริงในคลินิก การศึกษาครั้งนี้จึงจำลองลักษณะคลองรากฟัน โดยศึกษาในฟันที่ถอนและ ทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันในฟันดังกล่าว และกำหนดให้น้ำยาล้างคลองรากฟันสัมผัสในคลองรากฟันที่ระยะเวลาต่างกัน เนื่องจากการศึกษาของ Gomes และคณะ (2001) และ Vianna และคณะ (2004) พบว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นต่ำ คือ 0.2% สามารถมีประสิทธิภาพต้านจุลชีพได้ดีเทียบเท่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน ที่ความเข้มข้นสูงกว่า คือ 1% และ 2% เมื่อให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานมากขึ้นจาก 15 วินาทีเป็น 30 วินาที ดังนั้นหากมีการศึกษาที่นำน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% ซึ่งมีความเข้มข้นต่ำ อาจจะให้ผลในการต้านจุลชีพได้ใกล้เคียงกับน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่มีความเข้มข้นสูงกว่า เมื่อเพิ่มระยะเวลาให้น้ำยาคลอเฮกซิดีนสัมผัสในคลองรากฟันนานมากขึ้น

กล่าวโดยสรุปการศึกษานี้จักเป็นประโยชน์ ในการศึกษาผลจากการนำน้ำยาบ้วนปากซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 0.12% มาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน เนื่องจากสามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาดทั่วไป และสามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้ประโยชน์ได้จริงในคลินิก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% ซึ่งเป็นความเข้มข้นของน้ำยาบ้วนปาก โดยเปรียบเทียบกับน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% , 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% เมื่อให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากที่ระยะเวลาต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory experimental research) ประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ฟันที่ติดเชื้อ *Enterococcus faecalis* , *Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* เชื้อที่ใช้ในการศึกษาเตรียมจากการเพาะเลี้ยงเชื้อของภาควิชาจุลชีววิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเชื้อ *Enterococcus faecalis* และ *Actinomyces viscosus* เป็นเชื้อที่เพาะแยกจากช่องปากผู้ป่วย และเชื้อ *Streptococcus mutans* เป็นเชื้ออ้างอิงสายพันธุ์ ATCC 25175

2. ตัวอย่างฟันที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชื้อ เป็นฟันแท้มนุษย์ที่ถูกถอน ที่มีทางเปิดคลองรากจำนวนคลองรากและรูเปิดปลายรากฟันเพียงรูเดียว

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. เชื้อ *Enterococcus faecalis* , *Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบได้บ่อยในคลองรากฟันที่ติดเชื้อและมีพยาธิสภาพปลายรากฟัน และในฟันที่มีการติดเชื้อภายในคลองรากฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว
2. ปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย 10^5 CFU (Colony Foming Units) ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณของเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในคลองรากฟันที่มีการติดเชื้อและมีพยาธิสภาพปลายรากฟัน

ข้อจำกัดของการวิจัย

การทดลองวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมทั้งชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย รวมถึงปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง แต่สภาวะความเป็นจริงในคลองรากฟันที่ติดเชื้อจะมีเชื้อที่หลากหลาย และปริมาณไม่คงที่ ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อนำไปใช้ในคลินิกอาจให้ผลที่แตกต่าง ดังนั้นผลการศึกษาที่ได้จึงเป็นเพียงข้อมูลเบื้องต้นที่ควรศึกษาเพิ่มเติมในมนุษย์ต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% ซึ่งเป็นความเข้มข้นของน้ำยาบ้วนปาก โดยเปรียบเทียบกับน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2%, 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5%
2. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน เมื่อให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันที่ระยะเวลาต่างกัน
3. เป็นแนวทางในการศึกษาต่อเพื่อให้ทราบถึงเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน ตามชนิด และความเข้มข้นของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้
4. ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำยาคลอเฮกซิดีน เพื่อนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันในคลินิก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ทำการศึกษานำร่องและเตรียมการทดลอง
3. จัดทำโครงร่างวิทยานิพนธ์
4. เสนอโครงร่างวิทยานิพนธ์
5. ดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล
7. เขียนรายงานการวิจัย
8. นำเสนอรายงานการวิจัย
9. เตรียมบทความวิชาการเพื่อเผยแพร่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สาเหตุการติดเชื้อของเนื้อเยื่อในส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ที่อาจเป็นผลจากฟันผุ โรคปริทันต์ ฟันที่ได้รับบาดเจ็บ หรือมีการรั่วซึมของวัสดุบูรณะฟันที่ได้รับการรักษาแล้ว เมื่อเกิดการติดเชื้อแล้วจะนำไปสู่การตายของเนื้อเยื่อใน และทำให้เกิดพยาธิสภาพที่ปลายรากฟันได้ (Bergenholtz, 1990)

ความสัมพันธ์ระหว่างการติดเชื้อแบคทีเรียในคลองรากฟัน และการเกิดพยาธิสภาพที่ปลายรากฟันมีผู้ทำการศึกษาจำนวนมาก เช่น การศึกษาของ Kakehashi, Stanley และ Fitzgerald (1965) แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างเนื้อเยื่อในที่ทำให้ทะลุในหนูที่เลี้ยงตามปกติ และหนูที่ทำให้ปราศจากเชื้อ พบว่าเกิดพยาธิสภาพบริเวณเนื้อเยื่อในและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันในหนูที่เลี้ยงตามปกติ ในขณะที่ไม่พบการเกิดพยาธิสภาพในหนูที่ทำให้ปราศจากเชื้อ ต่อมาจากการศึกษาของ Moller และคณะ (1981) ศึกษาการอักเสบเนื้อเยื่อในของฟันลิง พบว่าเนื้อเยื่อในที่ปราศจากการติดเชื้อ ไม่สามารถชักนำทำให้เกิดพยาธิสภาพรอบปลายรากฟันได้ ในขณะที่ฟันที่มีการติดเชื้อจะพบการอักเสบเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน ที่สามารถสังเกตอาการได้จากอาการแสดงทางคลินิกและภาพถ่ายรังสี เมื่อพิจารณาถึงความสำเร็จและความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน พบว่าการกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้หมดสมบูรณ์เป็นหนึ่งปัจจัยที่แสดงถึงความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟัน เช่น การศึกษาของมหาวิทยาลัยวอชิงตัน (Ingle และ Beveridge, 1976) เกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟันหลังรักษาคลองรากฟันไปแล้วนาน 2 ปี พบว่าการขยายและทำความสะอาดคลองรากฟัน รวมทั้งการอุดคลองรากฟันไม่สมบูรณ์ เป็นสองปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟันมากที่สุดถึงร้อยละ 68 และการศึกษาของ Sundqvist (1998) เกี่ยวกับการติดเชื้อแบคทีเรียในคลองรากที่ได้รับการอุดรักษาคลองรากฟันไปแล้วต่อผลความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟันซ้ำ พบว่าในคลองรากฟันที่ให้ผลการเพาะเชื้อเป็นลบ ประสบความสำเร็จในการรักษา 33 ซี่ คิดเป็นร้อยละ 80 ในขณะที่คลองรากฟันที่ให้ผลการเพาะเชื้อเป็นบวก ประสบความสำเร็จในการรักษาเพียงร้อยละ 33 ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการมีเชื้อแบคทีเรียเหลือในคลองรากฟันจะมีผลต่อความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน เพราะฉะนั้นการรักษาคลองรากฟันจึงมุ่งเน้นถึงการกำจัดเชื้อจุลชีพรวมทั้งเนื้อเยื่อในตายหรือติดเชื้อ ที่อยู่ภายในโพรงฟันและคลองรากฟันออกให้มากที่สุดเพื่อป้องกันการติดเชื้ออย่างถาวร (Persistence infection) หรือการติดเชื้อซ้ำ (Re-infection) ภายในคลองรากฟัน

การรักษาคลองรากฟันประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

1. การขยายและทำความสะอาดคลองรากฟัน
2. การใส่ยาภายในคลองรากฟัน
3. การอุดคลองรากฟัน เพื่อป้องกันการติดเชื้อซ้ำและสร้างสภาวะที่เหมาะสมต่อการหายของเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน

การใช้น้ำยาล้างคลองรากฟัน เพื่อวัตถุประสงค์ในการทำความสะอาดคลองรากฟันในบริเวณที่เครื่องมือที่ใช้การขยายคลองรากฟันไม่สามารถเข้าถึงได้ เช่นบริเวณ lateral หรือ accessory canal ซึ่งจะช่วยทำให้กระบวนการขยาย และทำความสะอาดคลองรากฟันประสบความสำเร็จได้ดีมากขึ้น

ความสำคัญในการใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันจะเห็นได้จากการศึกษาของ Ingle และ Zeldow (1958) ที่พบว่าการขยายคลองรากฟันเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถกำจัดเชื้อภายในคลองรากฟันได้หมด เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bystrom และSundqvist (1981) เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงเชื้อแบคทีเรียหลังจากขยายคลองราก พบว่าการขยายคลองรากฟันช่วยลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียลงได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่ายังคงมีเชื้อแบคทีเรียเหลืออยู่ในคลองรากในฟัน 7 ซี่จากฟันทั้งหมด 15 ซี่ แม้ว่าจะทำการขยายและล้างคลองรากฟันด้วยน้ำเกลือแล้ว 5 ครั้ง และการศึกษาของ Siqueira และคณะ (1997) พบว่าการใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันที่มีคุณสมบัติในการต้านจุลชีพจะทำให้ผลการรักษาดีกว่าการใช้น้ำเกลือ ดังนั้นการทำความสะอาดคลองรากฟันจึงควรใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันที่มีคุณสมบัติในการต้านจุลชีพร่วมด้วย

ลักษณะของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ดี (Walton และRivera, 2002 ; Torabinejad และคณะ, 2002) คือ

1. สามารถต้านต่อเชื้อจุลชีพได้
2. สามารถละลายเนื้อเยื่อทั้งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิตได้
3. สามารถกำจัดสเมียร์เลเยอร์ (Smear layer) ได้
4. ช่วยในการหล่อลื่นขณะทำการขยายคลองรากฟัน
5. มีความตึงผิวต่ำ เพื่อให้น้ำยาสามารถแทรกซึมเข้าไปในท่อเนื้อฟันได้ดี
6. มีความเป็นพิษน้อย
7. ไม่มีผลต่อคุณสมบัติกายภาพของเนื้อฟัน
8. ไม่มีผลต่อความแนบสนิทของวัสดุอุดคลองรากฟัน
9. ไม่ติดสีฟัน
10. สามารถหาซื้อได้ง่าย
11. ใช้งานได้สะดวก
12. มีอายุการใช้งานเพียงพอ
13. เก็บรักษาง่าย และราคาถูก

น้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

1. น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Sodium hypochlorite)

น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากมีคุณสมบัติดังนี้

1.1 สามารถละลายเนื้อเยื่อในทั้งที่มีชีวิต และตายได้ดี

1.2 มีฤทธิ์ต้านจุลชีพแบบกว้าง (Broad-spectrum)

1.3 ช่วยในการหล่อลื่น ขณะทำการขยายคลองรากฟัน

1.4 มีความเป็นพิษสูง โดยบริเวณที่ฉีดน้ำยาใต้ชั้นผิวหนังที่ทดสอบพบการอักเสบในระดับสูง (Oncag และคณะ, 2003) ดังนั้นจึงต้องหาน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติในการทำความสะอาดคลองรากฟันที่ดี และมีความเป็นพิษน้อยมาทดแทน

ความเข้มข้นของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ใช้ในปัจจุบัน คือระหว่าง 0.5% ถึง 5.25% โดยยังไม่มีการตกลงถึงความเข้มข้นที่เฉพาะเจาะจงในการใช้น้ำยาชนิดนี้ล้างคลองรากฟัน แต่ที่ผ่านมามีการศึกษาหลายการศึกษาที่กล่าวว่า แม้ความเข้มข้นของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่สูง ฤทธิ์ในการต้านจุลชีพพบว่าไม่แตกต่างจากน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นต่ำ เช่นการศึกษาของ Trepagnier และคณะ (1977) พบว่าการใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 5.25% และ 2.5% ให้ผลการในการทำลายเชื้อไม่แตกต่างกันเมื่อน้ำยาอยู่ในคลองรากฟันนาน 5 นาที

การศึกษาในคลินิก (Vivo study) ของ Bystrom และ Sundquist (1983) พบว่าการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.5% สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียในคลองรากฟันได้ 12 คลองรากจากฟันทั้งหมด 15 คลองราก เมื่อล้างคลองรากไปจำนวน 5 ครั้ง และเมื่อเปรียบเทียบผลกับการล้างด้วยน้ำเกลือ พบว่าน้ำเกลือสามารถกำจัดเชื้อได้น้อยกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์คือได้ 8 จากฟัน 15 คลองราก

Baumgarther และ Cuenin (1992) ศึกษาประสิทธิภาพในการทำความสะอาดคลองรากฟัน ด้วยการใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันในฟันกรามน้อยที่ไม่ได้รับการขยายคลองรากฟันพบว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5.25%, 2.5% และ 1% สามารถกำจัดเศษเนื้อเยื่อในและเนื้อฟันภายในคลองรากได้หมด ในขณะที่โซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.5% สามารถกำจัดออกได้บางส่วน จึงแนะนำว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ได้เมื่อใช้น้ำยาความเข้มข้นต่ำแต่ใช้ปริมาณน้ำยามากขึ้น หรือเพิ่มเวลาให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานมากขึ้น กล่าวคือการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นต่ำ แต่ใช้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานจะทำให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่า การใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นสูงได้

และการศึกษาถึงผลการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 5.25% กับประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพ *Streptococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ของ Raphael และคณะ (1981) พบว่าการเพิ่มอุณหภูมิของน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ให้สูงขึ้นไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อมากขึ้นแต่อาจทำให้ประสิทธิภาพของน้ำยาลดลงด้วย ในขณะที่การศึกษาของ Cunningham และ Balekjion (1980) พบว่าประสิทธิภาพในการละลายเนื้อเยื่อในสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

2. น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide)

ลักษณะการทำงานของน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน (Weine, 2004) คือ

1. น้ำยาสามารถแตกตัวเป็นฟอง (bubbling) ทำให้เมื่อสัมผัสกับเนื้อเยื่อในหรือสารอื่นๆ ในคลองรากแล้ว สามารถหลุดออกจากคลองรากฟันได้
2. จากปฏิกิริยาการแตกตัวของน้ำยาได้ก๊าซออกซิเจน จึงสามารถทำลายเชื้อที่ไม่ใช้ออกซิเจนได้

จากลักษณะการทำงานของน้ำยานี้ทำให้สามารถใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในกรณีที่เปิดคลองรากฟันเพื่อระบายหนอง (Open for drainage) เนื่องจากน้ำยาสามารถดันไล่เศษอาหาร หรือสิ่งตกค้างอื่นๆ ที่อาจตกค้างในคลองรากฟันออกได้ และนอกจากนี้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ยังสามารถละลายเนื้อเยื่อใน และมีความเป็นพิษน้อยกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์

แต่การใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ก็มีข้อเสีย เนื่องจาก จากปฏิกิริยาการแตกตัวของน้ำยาแล้วได้ก๊าซออกซิเจน ก๊าซที่เกิดขึ้นใหม่นี้อาจมีหลงเหลืออยู่ในคลองรากและทำให้เกิดแรงดันหลังปิดคลองรากฟันไปแล้ว การใช้น้ำยาชนิดนี้ส่วนใหญ่จึงมักใช้ร่วมกับน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ เพื่อกำจัดก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้น และควรซับน้ำยาให้แห้งก่อนปิดคลองรากฟัน แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพในการล้างคลองรากฟันโดยใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์เพียงอย่างเดียว ก็ให้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ร่วมกับน้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ดังนั้นในปัจจุบันการใช้น้ำยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จึงไม่นิยมแล้ว

3. น้ำยาคีเลเจน (Chelating agent) เช่น อีดีทีเอ (EDTA) หรือ กรดซิตริก (Citric acid)

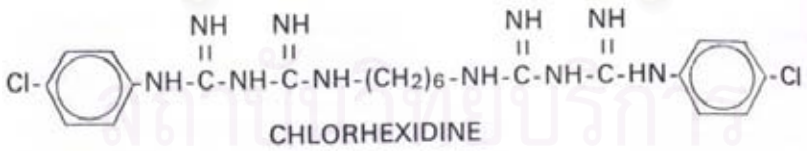
น้ำยาคีเลเจน คือน้ำยาที่มีส่วนประกอบของ ethylenediamine tetracitic acid หรือ EDTA ทำให้มีคุณสมบัติสามารถทำปฏิกิริยาดึงแคลเซียมไอออนจากเนื้อฟันได้ จึงมีประโยชน์ในการกำจัดชั้นสเมียร์เลเยอร์ และเศษเนื้อฟันที่เกิดจากการขยายคลองรากฟัน และจากคุณสมบัตินี้ยังทำให้สามารถละลายเนื้อฟัน เพื่อให้สามารถขยายคลองรากในฟันที่มีคลองรากตีบหรือแคบได้

จากการศึกษาของ Yamada และคณะ (1983) ; Scelza และคณะ (2000) ; Serper (2002) พบว่าการใช้น้ำยาล้างคลองรากฟัน 5.25%โซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับการใช้ 17% อีดีทีเอ มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดคลองรากฟันมากที่สุด ซึ่งการศึกษาของ Yamada และคณะ (1983) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลของน้ำยาชนิดต่างๆ ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ในการล้างคลองรากฟันครั้งสุดท้ายก่อนอุดคลองรากฟัน พบว่าการใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5.25% ล้างคลองรากขณะขยายคลองรากฟัน และล้างคลองรากฟันสุดท้ายด้วยน้ำยาอีดีทีเอที่ความเข้มข้น 17% ปริมาณ 10 มิลลิลิตร และตามด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 5.25% ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ให้ผลในการกำจัดสเมียร์เลเยอร์และสิ่งสกปรกต่างๆภายในคลองรากฟันได้ดีที่สุด โดยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ช่วยกำจัดสารอินทรีย์ และน้ำยาอีดีทีเอช่วยกำจัดสารอนินทรีย์ในคลองรากฟัน

จากการศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของน้ำยาอีดีทีเอ ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ของ O'Connell และคณะ (2000) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันในการกำจัดสเมียร์เลเยอร์ที่ความเข้มข้น 15% disodium EDTA , 15% tetrasodium EDTA และ 25% tetrasodium EDTA และจากการศึกษาเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในกำจัดสเมียร์เลเยอร์ของ Kennedy และคณะ (1986) พบว่าการใช้น้ำยาอีดีทีเอล้างคลองรากฟันนาน 1 นาที สามารถกำจัดชั้นสเมียร์เลเยอร์และเปิดท่อเนื้อฟันได้ดีเพียงพอเมื่อใช้ในการทำความสะอาดคลองรากฟันสุดท้ายก่อนอุดคลองรากฟัน

4. น้ำยาคลอเฮกซิดีน (Chlorhexidine)

คลอเฮกซิดีน เป็นสารประกอบของ chlorophenyl bisbiquanide ที่มีโมเลกุลเป็นประจุบวก มีลักษณะโมเลกุลที่สมมาตรกัน ประกอบด้วยโมเลกุล 4-chlorophenyl rings 2 วง และหมู่ biquanide 2 กลุ่ม ที่เชื่อมกันด้วยสาย hexamethylene ตรงกลาง



ภาพที่ 1 แสดงโมเลกุลของคลอเฮกซิดีน

คลอเฮกซิดีน มีฤทธิ์เป็นด่าง และอยู่ในสภาพที่คงที่เมื่ออยู่ในรูปเกลือ เมื่อนำมาใช้ในงานทันตกรรม มักเตรียมให้อยู่ในรูปคลอเฮกซิดีนไดกลูโคเนต (chlorhexidine digluconate) ที่สามารถละลายน้ำได้ และมีค่า pH เท่าสภาพร่างกาย

<u>กลไกการออกฤทธิ์</u> (Greenstein, Bermant และ Jaffint , 1986 ; Davies , 1973)

การออกฤทธิ์ของคลอเฮกซิดีน เกิดจากสารมีโมเลกุลเป็นประจุบวก ที่สามารถจับกับประจุลบบนผนังเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียทำให้มีผลเกิดการเปลี่ยนแปลงความสมดุลภายในเซลล์ และเกิดการรั่วซึมของสารภายในเซลล์เชื้อแบคทีเรียได้ โดยอธิบายเป็นกลไกการออกฤทธิ์ได้ดังนี้

1. คลอเฮกซิดีนดูดซึมเข้าผนังเซลล์ของเชื้อแบคทีเรีย
2. ทำลายการซึมผ่านของชั้น barriers บนผนังเซลล์ ทำให้คลอเฮกซิดีนสามารถผ่านเข้าไปสู่ชั้นไซโตพลาสซึม (Cytoplasm) ได้
3. ทำให้เกิดการตกตะกอนของไซโตพลาสซึม และยับยั้งการซ่อมแซมของผนังเซลล์

คลอเฮกซิดีนสามารถออกฤทธิ์ทำลายเชื้อทั้งแบบยับยั้ง (Bacteristasis) และแบบทำลาย (Bactericidal) ขึ้นกับความเข้มข้นที่ใช้ ดังนี้

- ที่ความเข้มข้นต่ำ : คลอเฮกซิดีนมีฤทธิ์ทำลายเชื้อแบบยับยั้ง โดยทำให้สารที่มีโมเลกุลเล็กๆ โดยเฉพาะโปแตสเซียม และ ฟอสฟอรัส รั่วซึมออกภายนอกเซลล์
- ที่ความเข้มข้นสูง : คลอเฮกซิดีนมีฤทธิ์ทำลายเชื้อแบบทำลาย โดยทำให้เกิดการตกตะกอนของไซโตพลาสซึมภายในเซลล์

<u>ขอบเขตการออกฤทธิ์</u> (Spectrum of activity)

คลอเฮกซิดีน มีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อแบบกว้าง (Broad-spectrum) โดยสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มกรัมบวก กรัมลบ และยีสต์ได้ การศึกษาของ Hennessey (1973) รายงานว่าคลอเฮกซิดีนออกฤทธิ์ทำลายเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มกรัมบวกได้ดีกว่ากลุ่มกรัมลบ และ ทำลายเชื้อในกลุ่ม *streptococci* ดีกว่ากลุ่ม *staphylococci* ต่อมามีการศึกษาถึงการออกฤทธิ์ของคลอเฮกซิดีนต่อเชื้อรา และพบว่าคลอเฮกซิดีนมีผลในการทำลายต่อเชื้อ *Candida albicans* ทั้งการศึกษาใน vivo (Spiechowicz และคณะ, 1990) และ vitro (Vianna และคณะ, 2004)

คลอเฮกซิดีน เริ่มมีการค้นพบครั้งแรกตั้งแต่ปีช่วงปลายทศวรรษที่ 1940s โดยพบว่าคลอเฮกซิดีนสามารถต้านจุลชีพได้ จึงนำคลอเฮกซิดีนมาใช้ในงานทางด้านการแพทย์ต่างๆ ได้แก่ โรคเกี่ยวกับนรีเวชวิทยา (Gynecology), โรคระบบทางเดินปัสสาวะ (Urology), โรคเกี่ยวกับตา (Ophthalmology), รักษาแผลไฟไหม้ และการฆ่าเชื้อบริเวณผิวหนัง (Fardal และ Turnbull, 1986)

<u>การนำคลอเฮกซิดีนมาใช้ในงานทันตกรรม</u> เริ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงปี 1960 ซึ่งปัจจุบันได้นำคลอเฮกซิดีนมาใช้ในงานต่างๆ ได้แก่

1. เป็นน้ำยากำจัดเชื้อบริเวณมือของผู้ปฏิบัติงาน และบริเวณที่ผ่าตัดทั้งภายในและภายนอกช่องปาก
2. งานทันตกรรมป้องกัน เพื่อป้องกันฟันผุ

3. งานปริทันต์ (Greenstein,Bermant และ Jaffint, 1986) นำคลอเฮกซิดีนมาใช้เป็น
   - น้ำยาบ้วนปาก
   - น้ำยาล้างภายในช่องปากเฉพาะที่ (Oral irrigator) โดยใช้คลอเฮกซิดีนล้างบริเวณด้านข้างและใต้เหงือก เพื่อลด plaque index ร่องลึกปริทันต์ และ แผ่นคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือก
4. งานรักษารากฟัน นำคลอเฮกซิดีนมาใช้เป็น
   - น้ำยาล้างคลองรากฟัน
   - ยาใส่ภายในคลองรากฟัน
   - อื่นๆ เช่น เป็นส่วนประกอบเคลือบกัตตาเปอร์ชาที่ใช้ในการอุดคลองราก หรือ เป็นส่วนผสมของ ProRoot® mineral trioxide aggregate (Hernandez และคณะ, 2005)
5. เพื่อควบคุมการเกิดแผ่นคราบจุลินทรีย์ ในผู้ป่วย
   - หลังถอนฟัน โดยคลอเฮกซิดีนสามารถป้องกันการติดเชื้อหลังการถอนฟัน (Jokinen, 1978) หรือ ลดการเกิด dry socket ได้เมื่อใช้คลอเฮกซิดีน อมบ้วนปากวันละ 2 ครั้งเป็นเวลา 5 วันหลังถอนฟัน (Tjernberg ,1979)
   - ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของส่วนประกอบฟัน เช่น dentinogenesis imperfecta หรือ amelogenesis imperfecta
   - ผู้ป่วยที่ไม่สามารถทำความสะอาดช่องปากและฟันได้ตามปกติ เช่น ผู้ป่วยขากรรไกรหักที่ถูกมัดฟัน ผู้ป่วยพิการ ผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางสมอง โรคลมชัก รูมาตอยท์ ฮีโมฟีเลีย และ cerebral palsy รวมทั้งในผู้ป่วยสูงอายุ

<u>ผลข้างเคียงต่อการใช้คลอเฮกซิดีน</u> (Gjermo, 1974 ; Fardel และ Turnbull, 1986)

1. ติดสีฟัน น้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถทำให้เกิดการติดสีน้ำตาลที่ตัวฟัน ฟันปลอม และวัสดุบูรณะฟันที่เป็นพลาสติก หรือพอร์ซิเลนได้
2. การรับรสที่ผิดไป ทำให้เกิดการรับรสน้อยลง (Hypogeusia) และความรู้สึกต่อรสเสื่อม (Dysgeusia)
3. เนื้อเยื่อภายในช่องปากเกิดการหลุดลอก
4. การดื้อต่อเชื้อแบคทีเรียบางสายพันธุ์

<u>การนำคลอเฮกซิดีนใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน</u>

คุณสมบัติของน้ำยาคลอเฮกซิดีน ในการนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน คือ

1. ความสามารถในการต้านจุลชีพ (Antimicrobial activity)
2. ความสามารถในการดูดซึม และค่อยๆปล่อยสารคลอเฮกซิดีนออกจากเนื้อฟัน หรือผนัง

คลองรากฟัน จึงทำให้สามารถออกฤทธิ์ต้านจุลชีพได้นาน
(Residual antimicrobial activity, Substantivity)

3. ความเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อ (Biocompatibility) และความเป็นพิษน้อย

4. ความสามารถในการทำความสะอาดภายในคลองรากฟัน (Cleaning ability)

1.ความสามารถในการต้านจุลชีพ

จากการศึกษาของ Delany และคณะ (1982) ศึกษาผลของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน 0.2% ต่อเชื้อแบคทีเรียในคลองรากฟันทั้งก่อนและหลังขยายคลองราก พบว่าน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน 0.2% สามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในคลองรากฟันได้ดี โดยสามารถลดปริมาณเชื้อลงได้อย่างมีนัยสำคัญโดยในฟันคลองรากเดียวสามารลดปริมาณเชื้อได้ 70% และในฟันหลายคลองรากลดได้ 80% และเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำเกลือล้างคลองรากฟัน จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน 0.2% สามารถนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากที่มีประสิทธิภาพสามารถลดปริมาณเชื้อที่หลงเหลือจากการขยายคลองรากฟันได้เป็นอย่างดี

ในปี 1999 Leonardo และคณะ ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน 2% ในการต้านจุลชีพภายในคลองรากฟันที่ตายและมีพยาธิสภาพปลายรากฟัน พบว่าน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% สามารถลดปริมาณเชื้อ *streptococcus mutans* ได้

ต่อมาได้มีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำยาคลอเฮกซิดีน เมื่อนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน กับน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการเปรียบเทียบระหว่างน้ำยาคลอเฮกซิดีน และน้ำยาโซเดียมไฮโปครอไรต์ ดังนี้

การศึกษาของ Siqueira และคณะ(1998) ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2% และ 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.5% , 2.5% และ 4% พบว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 4% มีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพมากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% และมากกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2% และ 2% อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% มีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพมากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.5% อย่างมีนัยสำคัญ และการศึกษาของ Ringel และคณะปี (1982) ซึ่งเป็นการศึกษาใน vivo พบว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% มีประสิทธิภาพต้านจุลชีพมากกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2%

และการศึกษาทั้งใน vivo และ vitro ที่พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน มีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพ ได้ไม่แตกต่างจากน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ได้แก่การศึกษาของ Vahdaty, Pitt ford และ Wilson (1993) ; Jeansonne และ White (1994) ; Yesilsoy และคณะ (1995) ; Kuruvilla และ Kamath (1998) ; Ayhan และคณะ (1999) ที่พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12%, 0.2% และ 2% มีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพไม่แตกต่างจากน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.2%, 0.5%, 2% , 2.5% และ 5.25% โดยการศึกษาของ Yesilsoy และคณะ (1995) ยังรายงานอีกว่า

ประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพของน้ำยาคลอเฮกซิดีน0.12% แม้ว่าจะไม่แตกต่างจากน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5.25% แต่ให้ผลแตกต่างจากน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.5% และ 2.5% อย่างมีนัยสำคัญ โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% มีฤทธิ์ในการต้านจุลชีพ *Streptococcus mutans* , *Peptostreptococcus micros* , *Prevotella intermedius* และ *Prophylomonas gingivalis* ได้มากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.5% และ 2.5%

ตารางที่1 สรุปการศึกษาที่แสดงว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อจุลชีพมากกว่า หรือไม่แตกต่างจากน้ำยาคลอเฮกซิดีน

ลำดับที่	ผู้ศึกษา	ชนิดน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ	ชนิดการศึกษา (จำนวน)	เชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบ	ผลการศึกษา
1.	Ringel et al. (1982)	0.2% CHX / 2.5% NaOCl	vivo (60)	เชื้อในคลองรากฟัน	2.5% NaOCl > 0.2% CHX*
2.	Siqueira et al. (1998)	0.2%,2% CHX / 0.5%,2.5%, 4% NaOCl	Vitro	*P.endodontalis , P.gingivalis, P. intermedia, P..nigrescens, E.faecalis , S. mutans, S.sanguis* และ *S. sobrinus*	4% NaOCl > 0.2%.2% CHX*, 2% CHX > 0.5% NaOCl*
3.	Vahdaty, Pitt ford and Wilson. (1993)	0.2%, 2% CHX / 0.2%,2%NaOCl	vitro (54)	*E. faecalis*	ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเข้มข้นเดียวกัน
4.	Jeansonne & White. (1994)	2% CHX / 5.25% NaOCl	vitro (62)	เชื้อในคลองรากฟัน	ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
5.	Yesilsoy et al. (1995)	0.12% CHX / 5.25%,2.5%, 0.5% NaOCl	Vitro	*S. mutans , P. micros, P. intermedius, P. gingivalis*	0.12% CHX = 5.25% NaOCl 0.12% CHX > 0.5%,2.5% NaOCl*
6.	Kuruvilla & Kamath .(1998)	0.2% CHX / 2.5% NaOCl	vivo (40)	เชื้อในคลองรากฟัน	ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ
7.	Ayhan et al. (1999)	2% CHX/ 0.5%,5.25% NaOCl	Vitro	*E. faecalis, S.aureus , S. salivarius, S. pyrogenes, E. coli, C. albicans*	ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

หมายเหตุ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

การศึกษาของ Ohara,Torabinead และ Kettering (1993) ; Oncag และคณะ (2003) ; Ercan และคณะ (2004) ; Menezes และคณะ (2004) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพระหว่างน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2% , 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% , 5.25% แล้วพบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนมีประสิทธิภาพต้านจุลชีพมากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ และเมื่อพิจารณาถึงความเข้มข้นของน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ใช้ในการศึกษาดังกล่าวข้างต้น จึงอาจสรุปได้ว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้น 0.2% มีประสิทธิภาพต้านจุลชีพ มากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้น 5.25 % และน้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% มีประสิทธิภาพต้านจุลชีพมากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% และ 5.25%

ตารางที่2 สรุปการศึกษาที่แสดงว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนมีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพมากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์

ลำดับที่	ผู้ศึกษา	ชนิดน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ	ชนิดการศึกษา (จำนวน)	เชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบ	ผลการศึกษา
1	Ohara,Torabinejad and Kettering. (1993)	0.2% CHX / 5.25% NaOCl	vitro	*P.gingivalis, F.nucleatum* and others	0.2% CHX > 5.25%NaOCl* ทุกเวลาที่น้ำยาสัมผัส (1,15,30,60 mins and 1 w)
2	Oncag et al.(2003)	5.25% NaOCl / 2% CHX/ Cetrexidin (0.2%CHX+ 0.2% cetrimide)	vitro (60) vivo (91)	vitro: *E . faecalis*, vivo: เชื้อในคลองรากฟัน	2% CHX, Cetrexidin > 5.25% NaOCl*
3	Ercan et al.(2004)	2% CHX / 5.25% NaOCl	vivo (30)	เชื้อในคลองรากฟัน	2% CHX > 5.25% NaOCl*
4	Menezes et al.(2004)	2% CHX / 2.5% NaOCl	vitro (96)	*E. faecalis*	2% CHX > 2.5% NaOCl*

หมายเหตุ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการต้านจุลชีพระหว่างน้ำยาคลอเฮกซิดีนและน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำยาที่ใช้ทดสอบ โดยผลจากการศึกษาในปัจจุบันยังไม่อาจสรุปถึงประสิทธิภาพการต้านจุลชีพระหว่างน้ำยาทั้งสองได้ว่าน้ำยาชนิดใดและความเข้มข้นใดมีประสิทธิภาพมากกว่า

2.ความสามารถในการต้านจุลชีพที่สามารถออกฤทธิ์ได้นาน

จากการศึกษาของ Rolla และคณะ (1970) พบว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ชั้นเนื้อฟัน ไฮดรอกซีอะปาไทท์ เพลลิเคิล ไกลโคโปรตีนในน้ำลายหรือเนื้อเยื่อในช่องปาก และจะค่อยๆปล่อยคลอเฮกซิดีนออกมาเมื่อมีความเข้มข้นลดลง

Parsons และคณะ (1980) ศึกษาในฟันวัว พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถดูดซึมและปล่อยออกจากเนื้อเยื่อในและเนื้อฟันได้ รวมทั้งยังพบว่าคลอเฮกซิดีนมีฤทธิ์ต้านจุลชีพ *Enterococcus faecalis* ได้ทันที และนาน 1 สัปดาห์หลังจากใส่น้ำยาในคลองรากฟันนาน 20 และ 40 นาที

ต่อมาการศึกษาของ White, Hays และ Janer (1997) สนับสนุนผลการศึกษาดังกล่าว และพบว่าคลอเฮกซิดีนมีฤทธิ์ต้านจุลชีพในคลองรากได้นาน 72 ชั่วโมงหลังจากล้างคลองรากฟัน รวมถึงการศึกษาของ Leonardo และคณะ (1999) พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% มีฤทธิ์สามารถทำลายเชื้อในคลองรากฟันที่ตายได้นาน 48 ชั่วโมง และการศึกษาใน vivo ของ Ercan และคณะ (2004) ที่พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถมีฤทธิ์ทำลายเชื้อในคลองรากฟันได้นานมากกว่า 48 ชั่วโมง

การศึกษาของ Komorowski และคณะ (2000) ; Weber และคณะ (2003) ; Menezes และคณะ (2004) พบว่า คลอเฮกซิดีนมีฤทธิ์ในการต้านจุลชีพ *Enterococcus faecalis* และ *Candida albicans* ได้ทันทีหลังจากขยายและล้างคลองราก และ หลังจากล้างคลองรากฟันนาน 7 วัน

Rosenthal และคณะ (2004) ศึกษาฤทธิ์ substantivity ของน้ำยาคลอเฮกซิดีนในฟันวัว พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ชั้นเนื้อฟัน โดยสามารถพบคลอเฮกซิดีนและออกฤทธิ์ต้านจุลชีพ *Enterococcus faecalis* ได้แม้จะอุดคลองรากฟันไปแล้วนาน 12 สัปดาห์ โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีนจะออกฤทธิ์ในการกำจัดเชื้อได้น้อยลงตามลำดับเมื่อเวลาผ่านไปหลังอุดคลองรากฟัน นาน 1 วัน 3 สัปดาห์ 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์

จากผลการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีน เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน คลอเฮกซิดีนจะสามารถดูดซึมผ่านชั้นเนื้อฟัน และค่อยๆปล่อยน้ำยาออกมา ทำให้คลอเฮกซิดีนมีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อในคลองรากฟันได้หลังจากล้างคลองรากฟันแล้ว

3. ความเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อ (Biocompatibility) และความเป็นพิษน้อย

การศึกษาของ Yesilsoy และคณะ (1995) ศึกษาเปรียบเทียบความเป็นพิษของน้ำยาล้างคลองรากฟัน 6 ชนิด ได้แก่ น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5.25% , 2.5%, 0.5% น้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% , น้ำยา Peridex® ซึ่งเป็นน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนประกอบของคลอเฮกซิดีน 0.12% , น้ำยา Therasol เป็นน้ำยาล้างภายในช่องปากเฉพาะที่ (Oral irrigants) น้ำยาแอลกอฮอล์ และน้ำเกลือ และการศึกษาของ Oncag และคณะ (2003) ศึกษาเปรียบเทียบความเป็นพิษระหว่างน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5.25% น้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% และน้ำยา Cetrexidin® ที่มีส่วนประกอบของน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% ผสมกับน้ำยา Cetrimide ความเข้มข้น 0.2% การศึกษาทั้งสอง

ทดลองโดยฉีดสารที่ทดสอบใต้ชั้นผิวหนังของหนู และดูผลทดสอบจากลักษณะพยาธิสภาพทางฮีสโต (Histology) หลังจากฉีดสารทดสอบนาน 2 ชั่วโมง 2 วัน และ 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 5.25% และ 2.5% พบการอักเสบส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง ส่วนน้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% และ Cetrexidin® พบการอักเสบส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนในกลุ่มน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.5% ,คลอเฮกซิดีน 0.12%, Therasol , Peridex และแอลกอฮอล์ พบการอักเสบในระดับเล็กน้อย และการอักเสบจะหายไปเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์

จากการศึกษาทั้งสองจึงแสดงให้เห็นว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% และ 2% ทำให้เกิดความเป็นพิษน้อยกว่าการใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5.25% และ 2.5%

4. <u>ความสามารถในการทำความสะอาดภายในคลองรากฟัน</u>

Yamashita และคณะ (2003) ศึกษาในฟันที่ถอนเพื่อประเมินความสะอาดของผนังคลองรากฟันในส่วนต่างๆ ของคลองรากฟัน เมื่อใช้น้ำยาล้างคลองคลองรากฟันชนิดต่างๆ พบว่า การใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% ร่วมกับการใช้น้ำยา EDTA สามารถทำความสะอาดผนังคลองรากฟันได้ดีที่สุด มากกว่าการใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% เป็นน้ำยาล้างคลองคลองรากฟัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% และน้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% พบว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% สามารถทำความสะอาดคลองรากได้มากกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% ยกเว้นในส่วนคลองรากฟันส่วนต้น (Cervical 1/3) ที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างน้ำยาทั้งสอง ซึ่งผลการศึกษาแตกต่างจากผลการศึกษาของ Ferraz และคณะ (2001) ที่พบว่า น้ำยาล้างคลองคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน 2% สามารถทำความสะอาดผิวคลองรากฟันได้เท่ากับน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 5.25% และให้ผลดีมากขึ้นเมื่อใช้คลอเฮกซิดีนในรูปแบบเจล ทั้งนี้อาจเป็นเหตุผลจากความหนืดของน้ำยาในรูปเจลสามารถช่วยกำจัดเศษเนื้อฟันที่ตาย และเนื้อเยื่อในที่อาจเหลืออยู่ในคลองรากฟันได้มากขึ้น จากผลการศึกษานี้จึงแนะนำให้ใช้คลอเฮกซิดีนในรูปแบบเจล เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน เพื่อช่วยในการทำความสะอาดคลองรากได้ดีมากขึ้น

จากข้อมูลทั้งหมดข้างต้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบถึงข้อดี และข้อเสียระหว่างน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ พบว่าข้อดีของน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่เหนือกว่าโซเดียมไฮโปคลอไรต์ คือ

1. มีความเป็นพิษน้อยกว่า
2. น้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ชั้นเนื้อฟัน และผนังคลองราก และค่อยๆปล่อยตัวยาออกมา ทำให้สามารถออกฤทธิ์ต้านจุลชีพได้นาน โดยสามารถต้านจุลชีพได้นาน 48 ชั่วโมง (Leonardo และคณะ, 1999 ; Ercan และคณะ, 2004) , 72 ชั่วโมง (White,Hays และJaner ,

1997) , 7 วัน (Komorowski และคณะ, 2000 ; Weber และคณะ, 2003 ; Menezes และคณะ, 2004) และ 12 สัปดาห์ (Rosenthal และคณะ, 2004)

3. น้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ชั้นผนังคลองราก และท่อเนื้อฟัน (Rolla และคณะ, 1970) จึงมีประโยชน์ต่อการทำลายเชื้อ *Enterococcus faecalis* ในท่อเนื้อฟัน ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน และดื้อต่อการทำลายด้วยยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Haapasalo และคณะ, 2000 ; Gomes และคณะ, 1996) จึงสามารถใช้น้ำยาชนิดนี้ในฟันที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาเช่น ฟันที่มีรูเปิดหนอง หรือมีอาการปวดอยู่ในระหว่างหรือหลังการรักษาคลองรากฟัน (Flare-ups) ซึ่งแสดงถึงการมีเชื้อแบคทีเรียที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาปกติที่อาจเหลือตกค้างในท่อเนื้อฟันได้
4. สามารถใช้กับผู้ป่วยที่แพ้ต่อน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ได้ (Jeansonne และ White, 1994)
5. สามารถใช้กับผู้ป่วยกรณีที่ฟันมีรูเปิดปลายรากกว้าง หรือมีรูทะลุคลองรากฟันได้ โดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (Jeansonne และ White, 1994)
6. น้ำยาคลอเฮกซิดีนไม่มีผลต่อความแข็งแรงในการยึดเกาะ (Bond strength) ของวัสดุเรซิน กับผนังคลองรากฟันเมื่อใช้เป็นวัสดุยึดฟันเดือย (Erdemie และคณะ, 2004) เพื่อบูรณะฟันหลังรักษาคลองรากฟัน
7. ไม่ทำอันตรายต่อเสื้อผ้าผู้ป่วย และเครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน

ดังนั้นน้ำยาคลอเฮกซิดีน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่มีประสิทธิภาพที่ดี แม้ว่าจะสามารถทำความสะอาดภายในคลองรากฟัน และละลายเนื้อเยื่อในด้อยกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (Okino และคณะ, 2004)

และจากข้อมูลทั้งหมดข้างต้นจะเห็นว่าความสามารถในการต้านจุลชีพระหว่างน้ำยาล้างคลองรากฟันทั้งสองพบว่ายังเป็นข้อขัดแย้งอยู่ โดยมีทั้งการศึกษาที่พบว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีประสิทธิภาพมากกว่า เท่ากับ หรือน้อยกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน โดยการศึกษาแต่ละการศึกษาจะใช้ความเข้มข้นของน้ำยา และเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบแตกต่างกัน

ฉะนั้นการเข้าใจถึงคุณสมบัติในการต้านจุลชีพของน้ำยาคลอเฮกซิดีนจึงสำคัญเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ได้จริงทางคลินิก แต่จากการรวบรวมวารสารทั้งหมดจะเห็นได้ว่า มีเพียงการศึกษาของ Parsons และคณะ (1980) ; Vahdaty, Pitt ford และ Wilson (1993) ; Siqueira และคณะ (1998) ; Gomes และคณะ (2001) ; Vianna และคณะ (2004) ที่เลือกนำน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นใดความเข้มข้นหนึ่ง ได้แก่ 0.12%, 0.2%, 1% และ 2% มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพกับน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 0.5% , 2.5% , 4% และ 5.25% ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปการศึกษาที่เกี่ยวกับการใช้น้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นต่างๆ

ลำดับที่	ผู้ศึกษา	ความเข้มข้นของน้ำยาคลอเฮกซิดีน	ชนิดการศึกษา (จำนวน)	วัตถุประสงค์การศึกษา	เชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบ	ผลการศึกษา
1	Parsons et al. (1980)	0.2%, 1%	vitro (50)	การต้านจุลชีพ	*E. faecalis*	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
2	Vahdaty, Pitt ford and Wilson. (1993)	0.2%,2%	vitro (54)	การต้านจุลชีพ	*E. faecalis*	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
3	Siqueira et al . (1998)	0.2%, 2%	vitro	การต้านจุลชีพ	*P.endodontalis , P.gingivalis, P. intermedia, P..nigrescens, E.faecalis ,S. mutans, S.sanguis* และ *S. sobrinus*	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
4	Gomes et al . (2001)	0.2%,1%,2% CHX liquid and gel / 0.5%,1%, 2.5%,4%,5.25% NaOCl	vitro	การต้านจุลชีพที่เวลา10,30,45 s 1,3,5,10,20,30 mins 1,2 hrs.	*E. faecalis*	0.2%,1%,2% CHX ในรูปสารละลายและ 5.25% NaOCl มีประสิทธิภาพมากที่สุด ที่เวลา30 วินาที
5.	Vianna et al. (2004)	0.2%,1%,2% CHX liquid and gel / 0.5%,1%, 2.5%,4%,5.25% NaOCl	vitro	การต้านจุลชีพที่เวลา15,30,45 s 1,3,5,10,30 mins 1,2 hrs.	*E. faecalis, S.aureus, C. albicans, P. endodontalis, P. gingivalis, P. intermedia*	0.2%,1%,2% CHX ในรูปสารละลายและ 5.25% NaOCl มีประสิทธิภาพมากที่สุด ที่เวลา30 วินาที

จากตารางข้างต้น จะเห็นได้ว่ายังไม่สามารถสรุปข้อเปรียบเทียบถึงความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำยาคลอเฮกซิดีนเมื่อนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันได้ จะเห็นได้จากการศึกษาของ Parsons และคณะ (1980) ; Vahdaty, Pitt ford และ Wilson (1993) ; Siqueira และคณะ (1998) ที่พบว่าการใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2 , 1% หรือ 2% ให้ผลในการต้านจุลชีพได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

และจากการศึกษาของ Gomes และคณะ (2001) และ Vianna และคณะ (2004) ศึกษาประสิทธิภาพการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* , *Candida albicans* , *Staphylococcus aureus* , *Porphylomonas gingivalis* , *Porphylomonas endodontalis* และ *Prevotella intermedia* ของน้ำยาคลอเฮกซิดีนในรูปสารละลาย และเจลที่ความเข้มข้น 0.2%, 1% และ 2% และ น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 0.5%, 2.5%, 4% และ 5.25% โดยให้น้ำยาล้างคลองรากสัมผัสในคลองรากที่เวลาต่างกันคือ 10, 15, 30, 45 วินาที 1, 3, 5, 10, 20, 30 นาที และ 1, 2 ชั่วโมง พบว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนในรูปสารละลายทุกความเข้มข้นคือ 0.2% , 1% และ 2% มีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพมากกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนในรูปเจล และพบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนในรูปสารละลายในทุกความเข้มข้นคือ 0.2% , 1% และ 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 5.25% สามารถต้านจุลชีพได้ไม่แตกต่างกันเมื่อให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาที แต่ให้ผลแตกต่างกับน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% ที่ต้องให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานถึง 10 นาทีจึงจะให้ผลไม่แตกต่างจากน้ำยาล้างคลองรากฟันข้างต้น จากการศึกษาทั้งสองนี้ จึงแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นต่ำ คือ 0.2% สามารถมีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อได้ดีเทียบเท่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นสูงกว่า คือ 1% และ 2% หากให้เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานมากขึ้นจาก 10 วินาทีเป็น 30 วินาที

ซึ่งการศึกษาดังกล่าวสนับสนุนกับการศึกษาของ Ohara,Torabinead และ Kettering (1993) ที่พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% มีฤทธิ์ในการต้านจุลชีพได้มากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 5.25% ในทุกเวลาที่น้ำยาสัมผัสกับเชื้อที่ทดสอบคือ 1, 15, 30, 60 นาที และ 1 สัปดาห์

ดังนั้นจากการทบทวนวรรณกรรมที่กล่าวมาข้างต้น จักเป็นประโยชน์หากนำน้ำยาบ้วนปากที่มีส่วนประกอบของน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% ที่สามารถหาได้ง่ายในคลินิก และไม่ยุ่งยากในการจัดเตรียม รวมทั้งมีความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อน้อย มาศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพกับน้ำยาคลอเฮกซิดีน ที่ความเข้มข้นที่สูงกว่า ได้แก่ ความเข้มข้น 0.2% และ 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% ซึ่งเป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เพื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาใช้ประโยชน์ได้จริงในคลินิกต่อไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาเกี่ยวกับการติดเชื้อภายในคลองรากฟัน เริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1894 โดย Miller ได้นำเสนอการค้นพบเชื้อแบคทีเรียภายในคลองรากฟัน ซึ่งพบว่ามีเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดอยู่ภายในคลองรากฟันที่ติดเชื้อ และบางชนิดไม่สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ นอกจากนี้ยังพบว่าชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ยังมีความแตกต่างกันที่ระดับต่างๆของคลองรากฟันอีกด้วย

ในปี ค.ศ. 1965 Kakehashi , Stanley และ Fitzgerald ได้ทำการทดลอง พบว่า เนื้อเยื่อในของหนูที่ปราศจากเชื้อมีความสามารถในการซ่อมแซมรอยทะลุและไม่เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อบริเวณปลายรากฟัน (Apical periodontitis) ในขณะที่หนูที่เลี้ยงปกติ พบว่าเนื้อเยื่อในมีการตายและเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อบริเวณปลายรากฟัน การศึกษานี้เป็นหลักฐานสำคัญที่ยืนยันว่า เชื้อแบคทีเรียเป็นสาเหตุของการอักเสบของเนื้อเยื่อใน และเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน

ต่อมาในปี 1976 Sundqvist (อ้างถึงใน Sundqvist 1992) ได้ทำการศึกษาทางจุลชีววิทยาในฟันหน้าที่ได้รับอุบัติเหตุจำนวน 32 ซี่ จากผู้ป่วย 27 ราย โดยพบว่าการอักเสบของเนื้อเยื่อบริเวณปลายรากฟัน สามารถพบได้จากฟันที่มีเชื้อแบคทีเรียอยู่ภายในคลองรากฟันเท่านั้น ส่วนในฟันที่ตายแล้วแต่ไม่พบเชื้อแบคทีเรียจะไม่เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อบริเวณปลายรากฟัน โดยเชื้อที่พบส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน (Obligately anaerobic bacteria) และสามารถพบเชื้อ *Bacteroides melaninogenicus* (ปัจจุบัน คือ *Prevotella melaninogenicus*) ในฟันที่มีอาการปวดได้ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ป่วยมีโอกาสที่จะมีอาการปวดมากยิ่งขึ้น เมื่อพบแบคทีเรียมากกว่า 6 สายพันธุ์ ดังนั้นการอยู่ร่วมกันของเชื้อแบคทีเรีย อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ความรุนแรงของเชื้อเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ Möller และคณะ (1981) ที่ได้ทำการศึกษาและยืนยันว่าเชื้อแบคทีเรียเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อบริเวณปลายรากฟัน

ในปี ค.ศ. 1982 Fabricius และคณะ พบว่าการติดเชื้อแบคทีเรียภายในคลองรากฟันเป็นการติดเชื้อของแบคทีเรียหลายชนิดร่วมกัน เชื้อ *Bacteroides oralis* (ปัจจุบัน คือ *Prevotella oralis*) จะสามารถอยู่ได้ภายในคลองรากฟันของลิงเมื่อทำการเพาะเชื้อร่วมกับแบคทีเรียชนิดอื่น และเมื่อเปิดคลองรากฟันทิ้งไว้ในช่องปากนาน 1 สัปดาห์ หลังจากนั้นปิดไว้ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่าเชื้อแบคทีเรียชนิดไม่พึ่งพาออกซิเจนจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น คณะผู้ศึกษาจึงได้แนะนำว่าปริมาณสารอาหารและออกซิเจนภายในคลองรากฟันส่วนปลายเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้ ส่วนแบคทีเรียชนิดแฟคัลเททีฟ (Facultative anaerobic bacteria) ก็จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเช่นกัน เมื่อทำการเพาะเชื้อนาน 3 เดือนหรือมากกว่า นอกจากนี้เมื่อทำการทดลองเพาะเชื้อแบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆเข้าสู่ภายในคลองรากฟันด้วยปริมาณที่เท่าๆกัน พบว่าสัดส่วนของเชื้อแบคทีเรียจะเปลี่ยนแปลงไปเหมือนกับสัดส่วนของแบคทีเรียที่แยกได้จากคลองรากฟันที่ติดเชื้อ และพบแบคทีเรียชนิดไม่พึ่งพาออกซิเจนมากที่สุด การศึกษาเหล่านี้จึงแสดงให้เห็นว่า

สภาวะภายในคลองรากฟันเป็นสภาพแวดล้อมที่คัดเลือกให้เชื้อแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนมีการเจริญเติบโตในสัดส่วนที่เฉพาะเจาะจง

อย่างไรก็ตาม ภายในช่องปากมีเชื้อแบคทีเรียอยู่มากกว่า 500 สายพันธุ์ แต่มีเพียงไม่กี่สายพันธุ์เท่านั้นที่สามารถเพาะแยกได้จากคลองรากฟันที่ติดเชื้อ โดยส่วนใหญ่เป็นชนิดที่ไม่พึ่งพาออกซิเจน ซึ่งสามารถเจริญได้ในสภาวะที่เหมาะสมภายในคลองรากฟัน (Sundqvist , 1994)

ตารางที่ 4 แสดงเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากคลองรากฟันที่มีรอยโรคบริเวณปลายรากฟันร่วมด้วย

ตารางที่ 4** แบคทีเรียที่แยกได้จากคลองรากฟันที่มีรอยโรคบริเวณปลายรากร่วมด้วย
• *Fusobacterium nucleatum* • *Streptococcus* species • *Bacteroides* species • *Prevotella intermedia* • *Peptostreptococcus micros* • *Eubacterium alactolyticum* • *Peptostreptococcus anaerobius* • *Lactobacillus* species • *Eubacterium lentum* • *Fusobacterium* species • *Campylobacter* species • *Peptostreptococcus* species • *Actinomyces* species • *Eubacterium timidum* • *Capnocytophaga ochracea* • *Eubacterium bracy* • *Selenomonas sputigena* • *Veilonella parvula* • *Porphyromonas endodontalis* • *Prevotella buccae* • *Prevotella oralis*

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- *Propionibaterium propionicum*
- *Prevotella denticola*
- *Prevotella loescheii*
- *Eubacterium nodatum*

** *ที่มา* Sundqvist (1994)

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียภายในคลองรากฟันขึ้นอยู่กับสารอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งอาจมาจากของเหลวภายในช่องปาก เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) ที่มีการสลายตัว สารต่างๆที่อยู่ภายในท่อเนื้อฟัน หรือของเหลวที่มีส่วนประกอบคล้ายซีรัมที่มาจากเนื้อเยื่อนอกปลายราก (Love, 2001) สารอาหารต่างๆเหล่านี้สนับสนุนให้แบคทีเรียชนิดไม่พึ่งพาออกซิเจนที่มีความสามารถย่อยสลายกรดอะมิโน และเปปไทด์ ทำให้สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนแบคทีเรียชนิดที่ต้องอาศัยแหล่งอาหารจากคาร์โบไฮเดรท จะเจริญเติบโตได้อย่างจำกัด ดังนั้นชนิดของแบคทีเรียที่ระดับต่างๆของคลองรากฟันจึงมีความแตกต่างกัน โดยแบคทีเรียชนิดแฟคัลเททีฟจะเจริญได้ดีในส่วนต้นของคลองรากฟัน ที่มีการเผยผึ่งต่อสิ่งแวดล้อมภายในช่องปาก ส่วนแบคทีเรียชนิดไม่พึ่งพาออกซิเจนสามารถเจริญได้ดีในคลองรากฟันส่วนปลาย (Miller, 1894 ; Fabricius และคณะ, 1982a) และการที่แบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนสามารถเจริญได้ดีกว่าแบคทีเรียชนิดแฟคัลเททีฟ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอาหารและการลดลงของปริมาณออกซิเจน (Sundqvist 1994 ; Fabricius et al. 1982 a,b) ถึงแม้ว่าแบคทีเรียชนิดแฟคัลเททีฟจะเจริญได้ดีในสภาวะไร้ออกซิเจน แต่แหล่งอาหารหลักของเชื้อเหล่านี้คือ คาร์โบไฮเดรต ดังนั้นหากไม่มีการติดต่อของคลองรากฟันกับช่องปากโดยตรงจะทำให้ปริมาณสารคาร์โบไฮเดรตลดลง และการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดนี้ถูกจำกัด

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอาจแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะแรก มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแบคทีเรียที่ใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งอาหาร และมีการสร้างผลผลิตเป็นพวกกรดแลคติคและกรดฟอร์มิค ในระยะที่สอง เมื่อปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง โปรตีนจะถูกนำมาใช้แทนโดยการย่อยสลายให้แตกตัวเป็นกรดอะมิโน และนำมาใช้มากขึ้น แบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้ดีในระยะนี้ ได้แก่ *Prevotella intermedia , Veilonella parvula , Fusobacterium nucleatum* และ *Eubacterium species* เป็นต้น ส่วนในระยะสุดท้าย จะมีการย่อยสลายโปรตีนมากขึ้นเรื่อยๆ แบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้ดีในระยะนี้ เช่น *Peptostreptococcus micros , Fusobacterium nucleatum* และ *Eubacteria* เป็นต้น (Sundqvist และ Figdor , 2003)

1.เชื้อ *Streptococcus mutans*

แบคทีเรียชนิดนี้พบได้มากในรอยโรคฟันผุของมนุษย์ ทั้งชนิดที่ผุตามหลุมร่องฟัน หรือชนิดผิวเรียบ โดยสามารถพบได้ทั้งในรอยโรคเริ่มแรกและรอยโรคขนาดใหญ่ *Streptococcus mutans* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญที่ก่อให้เกิดโรคฟันผุในมนุษย์ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อใน Kantz และ Henry (1973) และ Mejàre (1974) ได้ทำการเพาะเชื้อ *Streptococcus mutans* จากฟันที่ต้องเข้ารับการรักษารากฟัน พบเชื้อชนิดนี้ได้ร้อยละ 2-38 ต่อมา Kouchi และคณะ (1980) สามารถแยกเชื้อ *Streptococcus mutans* ได้ร้อยละ 48.7 และพบว่าเชื้อดังกล่าวสามารถแทรกตัวเข้าไปอยู่ภายในท่อเนื้อฟันได้ ในปี 1991 Baumgartner และ Falkler ได้ทำการศึกษาชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่พบในบริเวณคลองรากส่วนปลายห่างจากปลายรากฟัน 5 มิลลิเมตร และสามารถพบเชื้อ *Actinomyces , Lactobacillus , Black-pigmented Bacteroides , Peptostreptococcus , Nonpigmented Bacteroides , Veillonella , Enterococcus faecalis , Fusobacterium nucleatum* รวมทั้ง *Streptococcus mutans* ด้วย ความสำคัญของ *Streptococcus species* ในการติดเชื้อภายในคลองรากฟันชนิดปฐมภูมินั้นอาจมีไม่มากนัก เนื่องจากสามารถถูกกำจัดได้ง่ายในระหว่างขั้นตอนการรักษาคลองรากฟันปกติ (Mejàre, 1974) อย่างไรก็ตามก็สามารถพบเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้ในการติดเชื้อแบบทุติยภูมิอีกด้วย

2. เชื้อ *Enterococcus faecalis*

นอกจากการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการติดเชื้อแบคทีเรียชนิดปฐมภูมิภายในคลองรากฟันแล้ว หลายการศึกษาได้ให้ความสนใจไปยังชนิดสายพันธุ์ของเชื้อจุลินทรีย์ ที่เกี่ยวข้องในฟันที่รักษาคลองรากแล้ว จากการศึกษาในฟันที่ประสบความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน อาจเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อทั้งภายในคลองรากฟัน (Nair และคณะ, 1990) หรือภายนอกรากฟัน เช่น แบคทีเรียชนิด *Actinomyces israelii* และ *Propionibacterium propionicum* (Nair และ Schroeder , 1984 ; Sundqvist และ Reuterving , 1980 ; Sjögren และคณะ, 1988)

การศึกษาการติดเชื้อภายในคลองรากฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว พบว่าลักษณะของเชื้อแบคทีเรียจะแตกต่างจากคลองรากฟันที่ยังไม่ได้รักษา โดยคลองรากฟันที่ตายจะพบเชื้ออยู่รวมกันประมาณ 4 ถึง 7 สายพันธุ์ และพบเชื้อส่วนใหญ่เป็นชนิดไม่ใช้ออกซิเจนกรัมบวก และกรัมลบในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่า ในคลองรากฟันที่รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว พบชนิดเชื้อเพียง 1-3 สายพันธุ์ ซึ่งเป็นเชื้อกรัมบวกชนิดแฟคัลเททีฟ และ ไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่ *Enterococcus* และ *Streptococcus species* ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่พบได้ เช่น *Actinomyce species* , *Peptostreptococci* , *yeasts* เป็นต้น (Sundqvist และคณะ, 1998 ; Hancock 3rd และคณะ, 2001)

โดยในคลองรากฟันดังกล่าวพบเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม *Enterococci* ซึ่งเป็นแบคทีเรีย ชนิดแฟคัลเททีฟ ได้สูงถึงร้อยละ 29-77 (Molander และคณะ, 1998 ; Sundqvist และคณะ, 1998 ; Siqueira

และ Rocas, 2004 ; Peciuliene และคณะ, 2001 ; Pinheiro และคณะ, 2003) ชนิดที่พบได้บ่อย คือ *Enterococcus faecalis* โดยมักจะพบในคลองรากฟันที่มีการรั่วซึมของวัสดุบูรณะ หรือในฟันที่ได้รับการรักษามากกว่า 10 ครั้ง (Siren และคณะ, 1997) รวมทั้งฟันที่ไม่ได้รับควบคุมการติดเชื้อ หรือกั้นน้ำลายไม่สมบูรณ์ (Hancock 3rd และคณะ, 2001) ลักษณะของเชื้อชนิดนี้เป็นเชื้อกรัมบวกรูปร่างกลม (Gram-positive cocci) ลักษณะการเรียงตัวของเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์จะเรียงตัวแบบเดี่ยว คู่ หรือสายสั้นๆ และเชื้อมีลักษณะพิเศษที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมที่จำกัดได้ดี เช่น ความสามารถในการเจริญเติบโตในสภาวะแวดล้อมที่เป็นพิษต่างๆ (Sundqvist และ Figdor, 2003) การมี virulence factors เช่น secreted factors , adhesions , surface structures (Sundqvist และ Figdor 2003) ความสามารถในการอาศัยและเจริญเติบโตตามลำพังภายในคลองรากฟัน โดยไม่ต้องพึ่งพาแบคทีเรียชนิดอื่น (Fabricius และคณะ, 1982 ; Siren และคณะ, 1997) ความสามารถในการอาศัยอยู่ภายในท่อเนื้อฟัน (Peters, Wesselink และ Moorer, 2000 ; Safavi, Spangberg และ Langeland, 1990 ; Haapasalo และ Orstavik, 1987) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่มีซีรัมอยู่ โดยสามารถยึดเกาะกับคอลลาเจนในซีรัมได้ (Love, 2001) ความสามารถในการยึดเกาะกับเนื้อฟัน (Hubble และคณะ, 2003) ความสามารถในการต้านทานต่อยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Evans และคณะ , 2002 ; Safavi, Spangberg และ Langeland , 1990 ; Haapasalo และ Orstavik, 1987) และน้ำยาล้างคลองรากฟันโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Bystrom และ Sundqvist, 1983) เป็นต้น

3. เชื้อ *Actinomyces viscosuses*

Actinomyces species เป็นเชื้อประจำถิ่นชนิดหนึ่งภายในช่องปากของมนุษย์ และสามารถพบได้ในรอยโรคฟันผุที่ลึก โดยแบ่งลักษณะ species ออกเป็น

- *Actinomyces israeli*
- *Actinomyces gerencseriae* หรือ *Actinomyces Israeli serotype II*
- *Actinomyces meyeri*
- *Actinomyces naeslundii genospecies 1*
- *Actinomyces naeslundii genospecies 2* หรือ *Actinomyces viscosus*
- *Actinomyces odontolyticus*

ลักษณะของเชื้อ *Actinomyces* จะมีความรุนแรงต่ำ แต่ในสภาวะที่เนื้อเยื่อในตายมักไม่มีความต้านทานของร่างกายต่อเชื้อจึงสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อชนิดนี้ได้ ความรุนแรงของเชื้อเกิดจากการมี fimbria ทำให้สามารถเกาะผนังคลองราก หรือเศษเนื้อฟันที่ตาย แล้วถูกดันออกนอกปลายรากได้ขณะขยายคลองรากฟัน นอกจากนี้ยังสามารถเกาะกับเชื้อชนิดอื่น หรือ เซลล์ร่างกายทำให้เชื้อเข้าสู่เนื้อเยื่อรอบปลายราก เชื้อ *Actinomyces* สามารถเจริญเติบโตในเนื้อเยื่อเป็นเวลานานโดยไม่ถูกกำจัด และสามารถหลบซ่อนต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย จากการสร้างโคโลนียึดติดกับสารของ protein-

polysaccharide complex ของเซลล์ร่างกายได้ จึงเห็นได้ว่าเชื้อ *Actinomyces* อาจอาศัยอยู่ในเซลล์ร่างกายในภาวะปกติ โดยไม่จำเป็นต้องมีการตอบสนองของร่างกายแบบรุนแรง แต่เมื่อปริมาณเชื้อ *Actinomyces* เพิ่มมากขึ้น ประกอบกับภูมิคุ้มกันของร่างกายลดลง เชื้อ *Actinomyces* นั้นก็อาจทำให้เกิดการติดเชื้อถาวรได้

มีการทดลองเพื่อตรวจหาเชื้อชนิดนี้ภายในคลองรากฟัน และเนื้อเยื่อบริเวณปลายรากฟัน ในปี 1980 Sundqvist และ Reuterving สามารถแยกเชื้อ *Actinomyces israelii* ได้จากรอยโรคบริเวณปลายรากในฟันที่เคยได้รับการรักษาคลองรากฟันมานาน 1.5 ปี ในปี 1981 Borssen และ Sundqvist สามารถแยก *Actinomyces species* ได้จากคลองรากฟันที่ติดเชื้อ การศึกษาของ Happonen ปี 1986 พบเชื้อ *Actinomyces israelii* และ *Propiobacteium* ในรอยโรคปลายรากที่มีการอักเสบ และต้านต่อการรักษาคลองรากฟัน ต่อมา Nair และ Schroeder (1984) และ Brystrom และคณะ (1987) พบว่าสามารถพบการเกิดการติดเชื้อแบบ Actinomycosis ของเนื้อเยื่อบริเวณปลายรากร้อยละ 2.5 ถึง 4 ซึ่งพบได้น้อยในคลองรากที่ติดเชื้อ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าการมีเชื้อ *Actinomyces* ในคลองรากฟันไม่สามารถทำให้เกิด Actinomycosis ของเนื้อเยื่อบริเวณปลายรากได้เสมอ Sjogren และ Sundqvist (1987) พบเชื้อ *Actinomyces species* ในผู้ป่วย 3 รายที่ล้มเหลวจากการรักษาคลองรากฟัน ในขณะที่ไม่พบเชื้อชนิดอื่น Baumgartner และ Falkler (1991) พบว่าเชื้อ *Actinomyces species* เป็นหนึ่งในเชื้อแบคทีเรียที่พบมากสุดจากการแยกเชื้อภายในคลองรากฟันที่มีเนื้อเยื่อตายบริเวณห่างจากปลายรากฟัน 5 มิลลิเมตร

Sundqvist (1994) รายงานพบเชื้อ *Actinomyces species* ได้ร้อยละ 15 ในคลองรากฟันที่มีรอยโรคปลายราก ในปี 1997 Conrads และคณะ ได้ใช้เทคนิค Polymerase chain reaction ในการตรวจเชื้อในคลองรากฟัน พบเชื้อ *Actinomyces species* , *Fusobacterium nucleatum* และ *Bacteroides forsythus* ในคลองรากฟันติดเชื้อของมนุษย์ และการศึกษาของ Siqueira และคณะ (2002) พบเชื้อ *Actinomyces species* ร้อยละ 9.4 จากคลองรากฟันที่ติดเชื้อจากผู้ป่วยทั้งหมด 53 คลองราก โดย species ที่พบคือ *Actinomyces israeli* , *Actinomyces odontolyticus* และ *Actinomyces naeslundii genospecies 1* โดยเชื้อทั้งหมดที่พบ พบในรอยโรคที่มีอาการบวมเฉียบพลัน (Acute abscess) ซึ่งจะเห็นได้ว่าแม้ว่าจะพบเชื้อ *Actinomyces species* ในคลองรากฟันที่ตาย และติดเชื้อแล้ว ยังสามารถพบเชื้อชนิดนี้ได้ในผู้ป่วยที่ไม่ประสบความสำเร็จในการรักษาคลองรากฟัน ที่ยังคงมีรอยโรคปลายรากฟันแม้ว่าจะได้รับการรักษาแล้ว (Brystrom และคณะ ,1987)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ในห้องปฏิบัติการครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การเตรียมเชื้อแบคทีเรียและการเพาะเลี้ยงเชื้อ
2. การเตรียมปริมาณเชื้อแบคทีเรีย
3. การเตรียมฟัน
4. การเตรียมน้ำยาล้างคลองรากฟัน
5. การเพาะเลี้ยงเชื้อในตัวฟัน
6. การทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพ ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบกับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน
7. การประเมิน

ประชากร

1. ประชากร (Population)

ฟันที่มีการติดเชื้อภายในคลองรากฟัน รวมทั้งการติดเชื้อภายในคลองรากฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว

2. กลุ่มตัวอย่าง (Sample)

ฟันที่ติดเชื้อ *Enterococcus faecalis* หรือเชื้อ *Actinomyces viscosus* หรือเชื้อ *Streptococcus mutans* ในคลองรากฟัน โดย

1. เชื้อ *Enterococcus faecalis* เป็นเชื้อแบคทีเรียกรัมบวก ชนิดที่ใช้หรือไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต (Grams positive facultative anaerobe cocci)
2. เชื้อ *Actinomyces viscosus* เป็นเชื้อแบคทีเรียกรัมบวก ชนิดที่ใช้หรือไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต (Grams positive facultative anaerobe rods and cocci)
3. เชื้อ *Streptococcus mutans* เป็นเชื้อแบคทีเรียกรัมบวกชนิดที่เจริญเติบโตในบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 %

เชื้อที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง เตรียมจากการเพาะเลี้ยงเชื้อของภาควิชาจุลชีววิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเชื้อ *Enterococcus faecalis* และ *Actinomyces viscosus* เป็นเชื้อที่แยกได้จากคลองรากฟันผู้ป่วย และเชื้อ *Streptococcus mutans* เป็นเชื้อสายพันธุ์อ้างอิง ATCC 25175

ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ : น้ำยาล้างคลองรากฟัน

ตัวแปรตาม : การต้านจุลชีพ

ตัวแปรควบคุม : เวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดลอง

1.ชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

- *Enterococcus faecalis*
- *Actinomyces viscosus*
- *Streptococcus mutans*

2. อาหารเลี้ยงเชื้อ

- Tryptic soy broth (Trypteine soy broth , Britania 30.0 กรัม /ลิตร ประกอบด้วย Trypteine 17.0 กรัม, Soy peptone 3.0 กรัม, Sodium chloride 5.0 กรัม, Dipotassium phosphase 2.5 กรัม , Dextose 2.5 กรัม)
- Tryptic soy agar (Tripteine soy agar , Britania 40 กรัม /1 ลิตร ประกอบด้วย Trypteine 15.0 กรัม, Soy peptone 5.0 กรัม, Sodium chloride 5.0 กรัม, Agar 15.0 กรัม)

3. สารเคมี

- น้ำยาคลอเฮกซิดีน ความเข้มข้น 0.12%, 0.2% และ 2%
- น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 2.5%
- น้ำกลั่น
- สีย้อมเชื้อ

4. เครื่องมือ

- บีกเกอร์(Beaker)ขนาด 250, 1000 มิลลิลิตร (Pyrex, Labware, USA)
- ฟลาสก์ (Flask) ขนาด 250, 1000 มิลลิลิตร (Pyrex, Labware, USA)
- หลอดทดลองขนาด 5, 15 มิลลิลิตร
- ปิเปต

- ลูกยาง
- เครื่องดูดของเหลวด้วยไฟฟ้า (Pipetboy) (Powerpett plus, Jencons, UK)
- จานเลี้ยงเชื้อ (Falcon, USA)
- ลูบ (Platinum Loop) (Delta Lab)
- สไลด์ย้อมเชื้อ
- หลอดคูเวตวัดค่าความขุ่น
- แท่นวางหลอดคูเวต
- แท่งแก้วใส L-loop
- หัวกรอเร็วรูปฟิชเชอร์กากเพชร
- หัวกรอ Gates Glidden drill เบอร์ 1, 2 ,3 ,4 ,5
- K-file (Dentsply, Swisserland) เบอร์ 10
- K-file (Dentsply, Swisserland) เบอร์ 15-80
- กระดาษซับแห้ง เบอร์ S ,M, L
- กระบอกฉีดยา (Syringe) ขนาด 5 มิลลิลิตร
- เข็มฉีดยาขนาด 25
- ขวดแก้วขนาด 10 มิลลิลิตร
- กระดาษฟอยล์

5. อุปกรณ์

- เครื่อง ออโตเคลบ (Autoclave) (Tuttnauer 3370, USA)
- เครื่องอินคูเบเตอร์ (Incubator) (Memmert , Germany)
- เครื่องอินคูเบเตอร์ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5% (Incubator) (Forma Scientific , USA)
- ตู้ลามินาร์โฟล์ (Microflow advanced bio safety carbinet-class2, England)
- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) (Thermo spectronic genesys 20, USA)
- เครื่องนับโคโลนี (Colony Counter) (Suntex Taiwan)
- เครื่องชั่งสาร (Denver instrument WL-3100, USA)
- เครื่องเขย่าสาร (Vortex) (Vortex-genic2)
- เครื่องแท่นแม่เหล็กผสมสาร (Hot plate) (Ikamag® RCT, British)
- กล้องจุลทรรศน์ (Olympus CH-2, Japan)

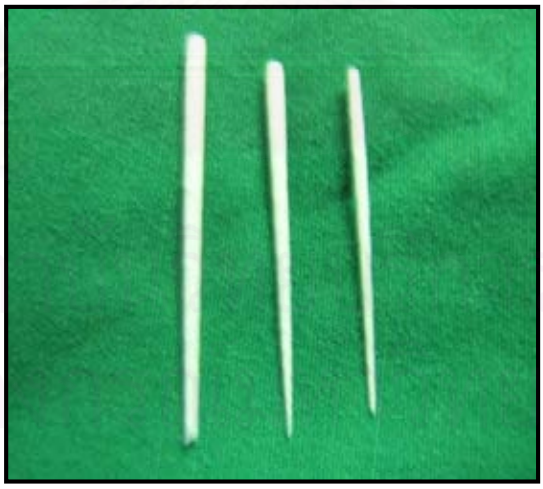
ภาพที่ 2 แสดงเครื่องอินคูเบเตอร์

ภาพที่ 3 แสดงเครื่องอินคูเบเตอร์ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5%

ภาพที่ 4 แสดงเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

ภาพที่ 5 แสดงเครื่องนับโคโลนี

ภาพที่ 6 แสดงกระบอกฉีดยา ขนาด 5 มิลลิลิตร
และเข็มฉีดยาขนาด 25



ภาพที่ 7 แสดงกระดาษซับขนาด L, M, S
(จากซ้ายไปขวาตามลำดับ)

วิธีดำเนินการ

1. การเตรียมเชื้อแบคทีเรียและการเพาะเลี้ยงเชื้อ

นำเชื้อ *Enterococcus faecalis , Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* จากตู้เก็บเชื้ออุณหภูมิ -20°C มาทำการเพาะเชื้อใน 5 มิลลิลิตรของอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว Tryptic soy broth จากนั้นนำเชื้อไปเพาะที่ตู้อบเชื้ออุณหภูมิ 37°C นาน 48 ชั่วโมง โดยเชื้อ *Streptococcus mutans* นำไปเพาะในตู้อบเชื้อที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5% อุณหภูมิ 37°C นาน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเชื้อที่ขึ้นโดยสังเกตจากความขุ่นของอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว ไปเพาะเชื้ออีกครั้งบนวุ้นเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy agar เมื่อโคโลนีของเชื้อขึ้น ทดสอบความบริสุทธิ์ของเชื้อด้วยการย้อมกรัม และดูลักษณะรูปร่างของเชื้อด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า

2 การเตรียมปริมาณเชื้อแบคทีเรีย

การทดลองนี้ใช้แบคทีเรียปริมาณ 10^5 CFU (Colony Foming Units) ดังนั้น แบคทีเรียปริมาณนี้เตรียมโดยวิธีการดูความขุ่นของเชื้อ (Opacity tube method) และการนับโคโลนีของเชื้อ (Colony Counts Method)

1) วิธีการดูความขุ่นของเชื้อ

การดูความขุ่นของเชื้อ เป็นวิธีที่ใช้วัดปริมาณของแบคทีเรียโดยเปรียบเทียบกับความขุ่นของเชื้อที่แขวนลอย

แบคทีเรียมาตรฐานความเข้มข้น $1.5x10^8$ CFUต่อมิลลิลิตร เตรียมโดย นำแบคทีเรียที่แขวนลอยอยู่ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว โดยเทียบเท่าความขุ่นของสารสเกล 0.5 ของแมคฟาแลนด์ (ความขุ่นของ 0.5 แมคฟาแลนด์ เตรียมโดยนำแบเรียมคลอไรด์1% 0.05 มิลลิลิตร ผสมกับกรดซัลฟูริก 1 % 9.95 มิลลิลิตร)

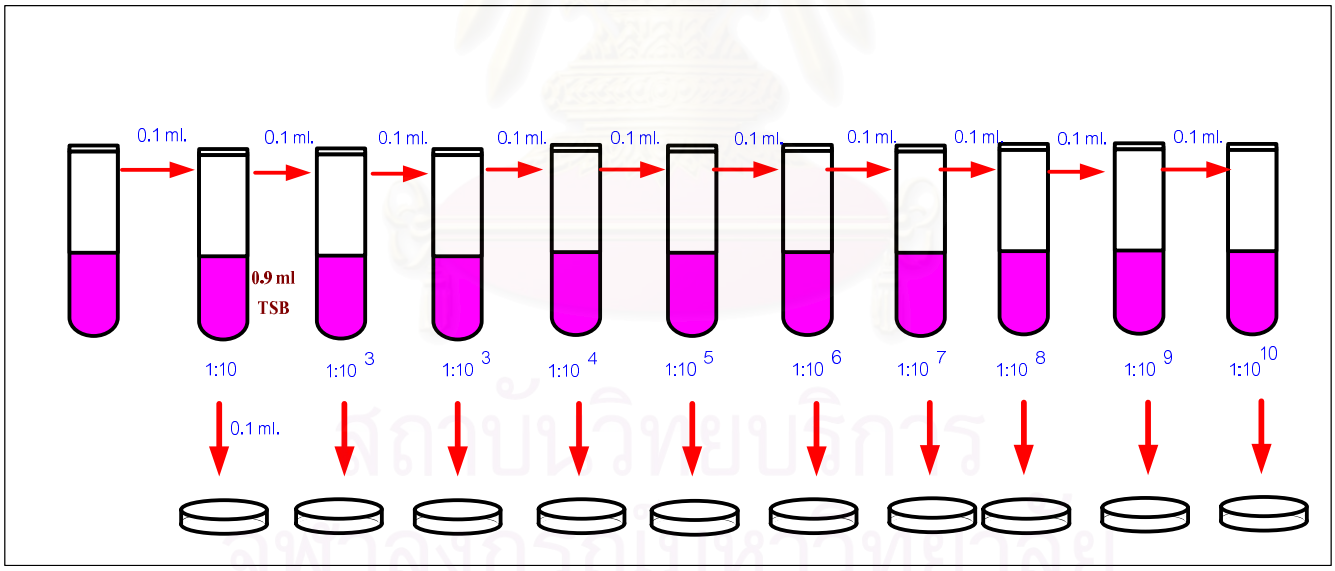
หลังจากได้สารความขุ่นสเกล 0.5 ของแมคฟาแลนด์ นำสารที่ได้นี้ไปวัดความขุ่นด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นแสง 550 นาโนเมตร โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว (Tryptic soy broth) เป็นหลอดเปรียบเทียบ ได้ค่า optical density (OD) เท่ากับ 0.055 หลังจากนั้นผสมแบคทีเรียกับอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อให้ได้ค่าความขุ่นเท่ากับ 0.5 แมคฟาแลนด์

เนื่องจากวิธีการวัดความขุ่นเป็นวิธีที่บอกปริมาณของแบคทีเรียที่ไม่ละเอียด ดังนั้น เพื่อให้ได้จำนวนแบคทีเรียที่แท้จริง จึงใช้วิธีการนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียในการศึกษาทดลอง

2) วิธีการนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย

หลอดที่มีเชื้อเทียบเท่าความขุ่นของสารสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ถูกนำมาทำให้เจือจาง 1:10 , $1:10^2$, $1:10^3$, $1:10^4$, $1:10^5$, $1:10^6$, $1:10^7$, $1:10^8$, $1:10^9$ และ $1:10^{10}$ เท่า (การเจือจางเชื้อลงทีละ 10 เท่า คือ การนำปริมาณเชื้อที่ต้องการเจือจาง ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตรใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว ปริมาณ 0.9 มิลลิลิตร) และนำเชื้อแต่ละความเจือจาง 0.1 มิลลิเมตร มาทำการเพาะเชื้อบนวุ้นเลี้ยงเชื้อ ต่อจากนั้นนำไปอบในตู้อบเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงตามชนิดของเชื้อ หลังจากเชื้อขึ้นแต่ละโคโลนีที่ขึ้น จะสมมุติว่าเป็น 1 หน่วยของสิ่งมีชีวิต หลังจากนั้นทำการนับโคโลนีเชื้อบนเครื่องนับโคโลนี

การวัดความขุ่นของเชื้อและการนับโคโลนีของเชื้อแต่ละชนิดจะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่ขึ้น และนำไปคำนวณเป็นจำนวนของเชื้อต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์



ภาพที่ 8 แสดงการเตรียมปริมาณเชื้อโดยวิธีการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรีย โดยการเจือจางเชื้อลงทีละ 10 เท่า

จากการคำนวณปริมาณเชื้อต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ พบว่า

เชื้อ *Enterococcus faecalis* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ มีปริมาณเชื้อเท่ากับ 7.20×10^{11} CFU/มิลลิลิตร

เชื้อ *Actinomyces viscosus* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ มีปริมาณเชื้อเท่ากับ 2.32×10^{11} CFU/มิลลิลิตร

เชื้อ *Streptococcus mutans* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ มีปริมาณเชื้อเท่ากับ 5.03×10^{11} CFU/มิลลิลิตร

เมื่อทราบปริมาณเชื้อต่อสเกล 0.5 ของแมคฟาแลนด์ แล้วทำการเตรียมแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด โดยเจือจางเชื้อ *Enterococcus faecalis* , *Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* จากความขุ่นสเกล 0.5 ของแมคฟาแลนด์ เพื่อใส่ในตัวฟันให้ได้ปริมาณ 10^5 CFU โดยเจือจางเชื้อลง $1:10^4$ จะได้ปริมาณเชื้อเท่ากับ 10^7 CFU/มิลลิลิตร เมื่อนำเชื้อใส่ในฟันที่ใช้ในการทดลองปริมาณ 10 ไมโครลิตร (หรือ 10^{-2} มิลลิลิตร) จะได้ปริมาณเชื้อเท่ากับ 10^5 CFU ในแต่ละคลองรากฟัน

3.การเตรียมฟัน

เตรียมฟันหน้า หรือฟันกรามน้อยบนหรือล่างแท้ของมนุษย์ที่ถูกถอนจำนวน 156 ซี่ โดยกำหนดเกณฑ์ในการเลือกฟันดังนี้

- มีปลายรากปิด
- รากฟันไม่มีรอยแตก หรือปลายรากละลาย
- คลองรากฟันมีทางเปิดคลองราก จำนวนคลองรากและรูเปิดปลายรากฟันเพียง 1 รูเดียว

แช่ฟันที่ได้ในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องจนกว่าจะเริ่มทำการทดลอง โดยนำฟันมาทำความสะอาด และปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ตัดส่วนตัวฟันออกด้วยหัวกรอเร็วรูปฟิชเชอร์กากเพชรให้ได้ส่วนของรากฟันยาว 16 มิลลิเมตร

3.2 ก่อนวัดความยาวรากฟัน ใช้ตะไบ K-file เบอร์ 10 ใส่ในคลองรากฟันให้เห็นปลายเครื่องมือออกมาที่รูเปิดของรากฟัน แล้วลบออก 1 มิลลิเมตร เพื่อใช้เป็นความยาวทำงานในการขยายคลองรากฟัน

3.3 ขยายคลองรากส่วนต้นด้วยหัวกรอ Gates Glidden drill เบอร์ 1, 2 ,3 ,4 และ 5 การใส่หัวกรอทำโดย ใส่หัวกรอลึกสุดเท่าที่สามารถใส่ได้และลากหัวกรอขึ้น และทำการขยายคลองรากโดยเรียงลำดับจากเบอร์เล็กไปเบอร์ใหญ่

3.4 ขยายคลองรากฟันที่ระยะความยาวทำงานโดยใช้ตะไบ K-file ขยายคลองรากจากเบอร์ 15 ถึงเบอร์ 50 ที่ความยาวทำงาน โดยขณะที่ทำการขยายคลองรากใช้น้ำกลั่นเป็นน้ำยาล้างคลองราก และล้างคลองรากฟันทุกครั้งที่เปลี่ยนเบอร์เครื่องมือ หลังจากนั้นขยายคลองรากต่อด้วยวิธี Step back คือ ลดความยาวลง 1 มิลลิเมตร ทุกๆ ครั้งที่เพิ่มขนาดตะไบ และทำการขยายคลองรากต่อจากเบอร์ 55 จนถึงเครื่องมือเบอร์ 80

3.5 ทาเคลือบปลายรากฟันด้วยยาทาเล็บใส และหุ้มปลายรากด้วยซิงค์ ฟอตเฟตซีเมนต์ (Zinc phosphate cement) เพื่อป้องกันเชื้อแบคทีเรียและน้ำยาล้างคลองรากรั่วผ่านออกทางรูเปิดปลายรากฟันขณะทำการทดลอง

3.6 รอให้ซิงค์ฟอตเฟตซีเมนต์ที่หุ้มปลายรากฟันแข็งตัวนาน 24 ชั่วโมง และนำฟันยึดในบล็อกปูนพลาสเตอร์ที่มีขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 2x2x2 เซนติเมตร เพื่อสามารถหยิบจับฟันในการทดลองได้ง่าย และปิดรูเปิดคลองรากด้วยแผ่นฟอยล์

3.7 นำบล็อกฟันที่ได้ไปฆ่าเชื้อในตู้ออโตเคลบ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที

ภาพที่ 9 แสดงบล็อกฟัน (ด้านหน้า)

ภาพที่ 10 แสดงบล็อกฟัน (ด้านบน)

4. การเตรียมน้ำยาล้างคลองรากฟัน

น้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใช้ในการศึกษานำมาจากภาควิชาเภสัชวิทยา คณะทันตแพทยศาตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งน้ำยาที่ใช้ทดสอบทั้งหมดเป็นน้ำยาที่เตรียมจากการผสมใหม่ ได้แก่

- น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% , 1% และ 2% ที่ได้จากการเจือจางน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 20% เป็นความเข้มข้นต่างๆ
- น้ำยาโซเดียมไฮเปอร์ครอไรต์ความเข้มข้น 2.5 %

5. การเพาะเลี้ยงเชื้อในตัวฟัน

แบ่งบล็อกฟันที่เตรียมไว้จำนวน 156 ซี่โดยวิธีสุ่มเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่มๆ ละ 52 ซี่ โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยฟันที่เพาะเชื้อแต่ละชนิด ได้แก่เชื้อ *Enterococcus faecalis* , *Actinomyces viscocus* และ *Streptococcus mutans*

5.1 เพาะเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดปริมาณ 10^7 CFUต่อมิลลิลิตร ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวในหลอดทดลอง ซึ่งเตรียมจากการเจือจางปริมาณเชื้อจากความเข้มข้นสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์

5.2 นำบล็อกฟันที่ฆ่าเชื้อแล้ว ทำการทดลองในตู้ลามินาร์โฟล์ (Laminar flow)

5.3 ทำการทดสอบระบบการฆ่าเชื้อก่อนเพาะเชื้อในตัวฟัน โดยดูดอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวปริมาณ 10 ไมโครลิตรทิ้งไว้ในคลองรากฟันนาน 1 นาที นำกระดาษซับดูดซับอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวภายในคลองรากฟันออกให้หมด การซับคลองรากฟันแต่ละครั้งใช้กระดาษซับตั้งแต่ขนาดเบอร์ L, M จนถึงเบอร์ S และนำกระดาษซับทั้งหมดใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวปริมาณ 5 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองไปสั่นบนเครื่องสั่นนาน 1 นาที และนำไปเพาะเชื้อในตู้อบเชื้อตามชนิดของเชื้อนาน 48 ชั่วโมง เพื่อดูความขุ่นของหลอดทดลอง

ถ้าบล็อกฟันที่ทดสอบให้ผลอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวใสหลังเข้าตู้อบเชื้อ แสดงว่าบล็อกฟันปราศจากเชื้อตั้งแต่ต้น จึงจะนำบล็อกฟันไปทำการเพาะเชื้อ
แต่ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวขุ่นแสดงว่ามีเชื้อในคลองรากฟัน ต้องทำการฆ่าเชื้อบล็อกฟันนั้นใหม่อีกรอบ

5.4 ปิเปตเชื้อแต่ละชนิดปริมาณ 10 ไมโครลิตรด้วยออโตปิเปตใส่ในคลองรากฟัน และปิดรูเปิดคลองรากฟันด้วยแผ่นฟอยด์

5.5 นำบล็อกฟันที่ใส่เชื้อแล้ว นำใส่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และมี

กระดาษทิชชูชุบน้ำหมาดๆ รองที่พื้นก้นบีกเกอร์ เพื่อกันการระเหยของอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวภายในคลองรากฟัน และปิดฝาบีกเกอร์ด้วยแผ่นฟอยด์ เข้าตู้อบเชื้อตามชนิดของเชื้อนาน 48 ชั่วโมง

6.การทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟัน กับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน

เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมงในการเพาะเชื้อในตัวฟัน แบ่งการล้างคลองรากฟันเป็น 3 กลุ่มใหญ่ กลุ่มละ 52 ซี่ตามชนิดเชื้อที่ทดสอบ และสุ่มแบ่งฟันออกจากแต่ละกลุ่มเป็น 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 12 ซี่ และ 2 กลุ่มควบคุมกลุ่มละ 2 ซี่ ดังนี้

- กลุ่มทดสอบที่ 1 : ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และล้างคลองรากฟันตามด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิลิตร
- กลุ่มทดสอบที่ 2 : ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และล้างคลองรากตามด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิลิตร
- กลุ่มทดสอบที่ 3 : ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และล้างคลองรากตามด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิลิตร
- กลุ่มทดสอบที่ 4 :ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% ปริมาณ 2 มิลลิลิตร และล้างคลองรากตามด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิลิตร
- กลุ่มควบคุมบวก : คือ ฟันที่ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 4 มิลลิลิตร
- กลุ่มควบคุมลบ : คือ ฟันที่ไม่ใส่เชื้อในคลองรากฟัน และล้างคลองรากด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 4 มิลลิลิตร

ในแต่ละกลุ่มทดสอบ สุ่มแบ่งฟันออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ซี่ เพื่อทดสอบผลของระยะเวลาที่น้ำยาทดสอบสัมผัสในคลองรากฟัน ระยะเวลาที่ทดสอบ คือ 10 วินาที , 30 วินาที 1 นาที และ 5 นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงการแบ่งกลุ่มฟันที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพ ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบกับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน

เชื้อ	0.12% CHX				0.2% CHX				2% CHX				2.5% NaOCl				+ ve control	-ve control	รวม
	10s	30s	1m	5m	10s	30s	1m	5m	10s	30s	1m	5m	10s	30s	1m	5m			
1. *E. faecalis*	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	52
2. *A. viscosus*	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	52
3. *S. mutans*	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	52
รวม	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	6	6	156

6.1 หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อนล้างคลองรากฟัน นำกระดาษซับดูดซับอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวที่มีเชื้อภายในคลองรากฟันออกให้หมด และนำหลอดทดลองสั่นบนเครื่องสั่นนาน 1 นาที ในกรณีที่เมื่อนำเอากระดาษซับอันแรกออกจากคลองรากฟันแล้วพบว่ากระดาษซับแห้ง ให้เติมอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวใส่ในคลองรากจนเต็มคลองรากด้วยออโตปิเปต ทิ้งไว้นาน 1 นาที จึงเริ่มซับภายในคลองรากฟันจนแห้ง และนำกระดาษซับทั้งหมดใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด เหลวปริมาณ 5 มิลลิลิตร

6.2 ทดสอบล้างคลองรากฟัน โดยใช้กระบอกฉีดยาขนาด 5 มิลลิลิตรและเข็มฉีดล้างขนาดเกจ 25 ที่ฆ่าเชื้อแล้ว การล้างคลองรากฟันใส่เข็มในคลองรากฟันลึก 12 มิลลิเมตร และล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาที่ทดสอบปริมาณ 2 มิลลิเมตร ความเร็วเท่ากับ 2 มิลลิลิตร ต่อ 10 วินาที (หรือเท่ากับความเร็ว 1 มิลลิลิตร ต่อ 5 วินาที) เมื่อล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาที่ทดสอบแล้ว จับเวลาให้น้ำยาสัมผัสอยู่ในคลองรากนาน 10 วินาที 30 วินาที 1 นาที และ 5 นาทีตามกลุ่มทดสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด ล้างคลองรากฟันตามด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิเมตร ด้วยความเร็วเท่ากับ 2 มิลลิลิตรต่อ10 วินาที (ในกลุ่มที่ให้น้ำยาสัมผัสอยู่ในคลองรากฟันนาน 10 วินาที คือ เมื่อล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาที่ใช้ทดสอบแล้วให้ล้างคลองรากฟันตามด้วยน้ำกลั่นปริมาณ 2 มิลลิลิตรตามทันที)

6.3 หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียหลังล้างคลองรากฟัน นำกระดาษซับดูดซับของเหลวภายในคลองรากฟันออกให้หมด และนำกระดาษซับทั้งหมดใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวปริมาณ 5 มิลลิลิตร และนำหลอดทดลองสั่นบนเครื่องสั่นนาน 1 นาที

7. การประเมิน

7.1 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อนล้างคลองรากฟัน

หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อนล้างคลองรากฟัน โดยนำอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวจากหลอดทดลองที่เจือจางความเข้มข้นลงทีละ 10 เท่า ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร มาทำการเพาะเชื้อบนวุ้นเลี้ยงเชื้อ เกลี่ยเชื้อภายในจานเพาะเชื้อให้ทั่วด้วยแท่งแก้ว L-loop และนำไปอบในตู้อบเชื้อตามชนิดของเชื้อ นาน 48 ชั่วโมง

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อนล้างคลองรากฟันที่ได้จากการศึกษานำร่อง พบว่า การเจือจางความเข้มข้นปริมาณเชื้อก่อนล้างคลองรากฟันทีละ 10 เท่าของเชื้อ *Enterococcus faecalis* ต้องทำให้ปริมาณเชื้อเจือจางลง $1:10^6$, $1:10^7$ เท่า เชื้อ *Actinomyces viscocus* ต้องทำให้ปริมาณเชื้อเจือจางลง $1:10^3$, $1:10^4$ เท่า และ เชื้อ *Streptococcus mutans* ทำให้ปริมาณเชื้อเจือจางลง $1:10^2$, $1:10^3$ เท่า จึงจะสามารถนับจำนวนโคโลนีบนวุ้นเลี้ยงเชื้อได้

ดังนั้นการหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียก่อนล้างคลองรากฟัน ทำโดยปิเปตอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวจากหลอดทดลองที่เจือจางปริมาณเชื้อลง $1:10^6$, $1:10^7$ เท่าสำหรับเชื้อ *Enterococcus faecalis* หลอดทดลองที่เจือจางปริมาณเชื้อลง $1:10^3$, $1:10^4$ สำหรับของเชื้อ *Actinomyces viscocus* และหลอดทดลองที่เจือจางปริมาณเชื้อลง $1:10^2$, $1:10^3$ สำหรับเชื้อ *Streptococcus mutans* มาทำการเพาะเชื้อบนวุ้นเลี้ยงเชื้อปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร เกลี่ยเชื้อให้ทั่ว และนำจานเพาะเชื้อไปเพาะในตู้อบเชื้อตามชนิดเชื้อ นาน 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา นับจำนวนโคโลนีก่อนล้างคลองรากฟันในจานเพาะเชื้อ บนเครื่องนับโคโลนี และบันทึกข้อมูล

7.2 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียหลังล้างคลองรากฟัน

หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียหลังล้างคลองรากฟัน โดยนำอาหารเลี้ยงเชื้อจากหลอดทดลองที่เจือจางความเข้มข้นลงทีละ 10 เท่า ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร มาทำการเพาะเชื้อบนวุ้นเลี้ยงเชื้อ เกลี่ยเชื้อภายในจานเพาะเชื้อให้ทั่วด้วยแท่งแก้ว L-loop และนำไปอบในตู้อบเชื้อตามชนิดของเชื้อนาน 48 ชั่วโมง

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียหลังล้างคลองรากฟันที่ได้จากการศึกษานำร่อง พบว่า การเจือจางความเข้มข้นปริมาณเชื้อหลังล้างคลองรากฟันของเชื้อ *Enterococcus faecalis* , *Actinomyces viscocus* และ *Streptococcus mutans* คือทำให้ปริมาณเชื้อเจือจางลงเพียง 1:10 เท่า ก็สามารถนับจำนวนโคโลนีบนวุ้นเลี้ยงเชื้อได้

ดังนั้นการหาปริมาณเชื้อแบคทีเรียหลังล้างคลองรากฟันของเชื้อทั้งสามชนิด ทำโดย

ปิเปตอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว จากหลอดทดลองหลังล้างคลองรากฟัน และหลอดที่เจือจางปริมาณเชื้อลง 1:10 เท่า มาทำการเพาะเชื้อบนวุ้นเลี้ยงเชื้อปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร เกลี่ยเชื้อภายในจานเพาะเชื้อให้ทั่วด้วยแท่งแก้ว L-loop และนำจานเพาะเชื้อไปเพาะในตู้อบเชื้อตามชนิดเชื้อนาน 48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานับจำนวนโคโลนีหลังล้างคลองรากฟันในจานเพาะเชื้อ บนเครื่องนับโคโลนี และบันทึกข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟัน คำนวณจาก ปริมาณโคโลนี/มิลลิลิตรของเชื้อหลังล้างคลองรากฟัน หารด้วยปริมาณโคโลนี/ มิลลิลิตรของเชื้อก่อนล้างคลองรากฟัน ดังสมการ

$$\text{ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟัน} = \frac{\text{CFU/ml หลังล้างคลองรากฟัน}}{\text{CFU/ml ก่อนล้างคลองรากฟัน}}$$

2. การหาร้อยละปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟันของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ คำนวณจากปริมาณโคโลนีเชื้อที่เหลืออยู่ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ หารด้วย ปริมาณโคโลนีเชื้อที่เหลืออยู่ของกลุ่มควบคุมบวก และคูณด้วยร้อย ดังสมการ

$$\text{ร้อยละปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ} = \frac{\text{ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ของน้ำยาที่ทดสอบ}}{\text{ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ของกลุ่มควบคุมบวก}} \times 100$$

3. ประสิทธิภาพการต้านจุลชีพ ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ พิจารณาจากร้อยละปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟัน ที่ได้จากข้อ2 หากมีค่าน้อยแสดงว่าน้ำยามีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพยิ่งดี และถ้ามีค่ามากแสดงว่าน้ำยามีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพได้ไม่ดี
4. ความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ วิเคราะห์ทางสถิติโดยการใช้ One-Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

จากการศึกษาประสิทธิภาพการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* , *Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* พบว่าเมื่อล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น (ในกลุ่มควบคุมบวก) ปริมาณโคโลนีเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟันมีค่ามากกว่าการล้างด้วยน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบทุกชนิด โดยปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ของ *Enterococcus faecalis* , *Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* เมื่อล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่นคิดเป็น 523 $x10^{-6}$, 992 x 10^{-6}และ 53,320 x 10^{-6} CFU/มิลลิลิตร (ภาคผนวกตารางที่ 17,18,19,20) และในกลุ่มควบคุมลบที่ไม่ได้เพาะเลี้ยงเชื้อในตัวฟันและล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น พบว่าไม่มีเชื้อขึ้นในจานเพาะเชื้อทั้งในจานเพาะเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟัน ซึ่งแสดงว่าการเพาะเชื้อในการทดลองมีความบริสุทธิ์ ไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อภายนอกระหว่างทำการทดลอง (ภาคผนวกตารางที่ 18,19,20)

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน	ชนิดน้ำยาล้างคลองรากฟัน (ร้อยละค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	0.12% CHX	0.2% CHX	2% CHX	2.5%NaOCl
10 วินาที	8.93 ± 1.28	8.70 ± 0.93	8.23 ± 1.78	9.02 ± 1.11
30 วินาที	4.72 ± 0.89	2.14 ± 0.57	1.94 ± 0.78	5.13 ± 0.92
1 นาที	1.11 ± 0.32	0.31 ± 0.21	0.11 ± 0.18	1.13 ± 0.21
5 นาที	0.14 ± 0.13	0.07 ± 0.04	0.04 ± 0.04	0.11 ± 0.13

จากการทดสอบประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิด และในแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน พบว่า

ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10, 30 วินาทีและ 1 นาที พบว่า ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 8.23, 1.94 และ 0.11 รองลงมาคือน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% และ 0.12% คิดเป็นร้อยละ 8.70, 2.14, 0.31 และ 8.93, 4.72, 1.11 และสุดท้ายคือน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* น้อยที่สุดคิดเป็นร้อยละ 9.02, 5.13 และ 1.13 ตามลำดับ

ขณะที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที พบว่า ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟัน เรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% ตามด้วยน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% และน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% คิดเป็นร้อยละ 0.04, 0.07 0.11 และ 0.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน	ชนิดน้ำยาล้างคลองรากฟัน (ร้อยละค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	0.12% CHX	0.2% CHX	2% CHX	2.5%NaOCl
10 วินาที	18.43 ± 3.72	14.65 ± 2.92	10.71 ± 2.30	13.44 ± 1.76
30 วินาที	7.65 ± 1.46	3.82 ± 1.09	2.31 ± 0.59	3.13 ± 0.80
1 นาที	2.45 ± 0.69	1.67 ± 0.29	1.47 ± 0.38	1.59 ± 0.21
5 นาที	0.30 ± 0.35	0.17 ± 0.18	0.08 ± 0.07	0.06±0.07

จากการทดสอบประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใช้ทดสอบ พบว่า

ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10 , 30 วินาทีและ 1 นาที : พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน

ความเข้มข้น 2% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 10.71, 2.31 และ 1.47 รองลงมาคือน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% คิดเป็นร้อยละ13.44, 3.13 และ 1.59 และน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% คิดเป็นร้อยละ 14.65, 3.82 และ 1.67 และสุดท้ายคือ น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% คิดเป็นร้อยละ 18.43, 7.65 และ 2.45 ตามลำดับ

ในขณะที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที : พบว่า น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 0.06 รองลงมาคือน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% และ 0.12% คิดเป็นร้อยละ 0.08, 0.17 และ 0.30 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน	ชนิดน้ำยาล้างคลองรากฟัน (ร้อยละค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)			
	0.12% CHX	0.2% CHX	2% CHX	2.5%NaOCl
10 วินาที	15.33 ± 3.02	10.48 ± 2.70	6.55 ± 0.83	8.32 ± 0.70
30 วินาที	7.67 ± 1.06	2.52 ± 0.42	1.12 ± 0.27	1.93 ± 0.4
1 นาที	0.90 ± 0.26	0.68 ± 0.12	0.44 ± 0.12	0.63 ± 0.13
5 นาที	0.11 ± 0.13	0.07 ± 0.06	0.05 ± 0.05	0.07 ± 0.07

จากการทดสอบประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* พบว่า ทุกเวลาที่ทดสอบให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันคือ 10 วินาที 30 วินาที 1 นาที และ 5 นาที พบว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 6.55, 1.12, 0.44 และ 0.05 รองลงมาคือ น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% คิดเป็นร้อยละ 8.32, 1.93, 0.63 และ 0.07 น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% คิดเป็นร้อยละ 10.48, 2.52, 0.68 และ 0.07 และน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ได้น้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15.33, 7.67, 0.90 และ 0.11

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิด และแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ และในแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน	ชนิดน้ำยาล้างคลองรากฟัน				ผลวิเคราะห์ ทางสถิติ
	0.12% CHX	0.2% CHX	2% CHX	2.5%NaOCl	
10 วินาที	8.93 ± 1.28 (a)	8.70 ± 0.93 (a)	8.23 ± 1.78 (a)	9.02 ± 1.11 (a)	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
30 วินาที	4.72 ± 0.89 (a)	2.14 ± 0.57 (b)	1.94 ± 0.78 (b)	5.13 ± 0.92 (a)	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
1 นาที	1.11 ± 0.32 (a)	0.31 ± 0.21 (b)	0.11 ± 0.18 (b)	1.13 ± 0.21 (a)	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
5 นาที	0.14 ± 0.13 (b)	0.07 ± 0.04 (b)	0.04 ± 0.04 (b)	0.11 ± 0.13 (b)	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ One Way ANOVA พบว่าประสิทธิภาพการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* ดังนี้

เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10 วินาที : น้ำยาล้างคลองรากฟันทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ คือ น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12%, 0.2%, 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในขณะที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาทีและ 1 นาที : พบว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% มีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* แตกต่างจากน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2%, 2% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% มีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* น้อยกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% และ 0.2% แต่ไม่พบความแตกต่างในการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ระหว่างน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5%

แต่เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที : พบว่าประสิทธิภาพในการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันทุกชนิดที่ใช้ทดสอบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใช้ทดสอบ และในแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน	ชนิดน้ำยาล้างคลองรากฟัน				ผลวิเคราะห์ ทางสถิติ
	0.12% CHX	0.2% CHX	2% CHX	2.5%NaOCl	
10 วินาที	18.43 ± 3.72 (a)	14.65 ± 2.92 (a)	10.71 ± 2.30 (a)	13.44 ± 1.76 (a)	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
30 วินาที	7.65 ± 1.46 (a)	3.82 ± 1.09 (b)	2.31 ± 0.59 (b)	3.13 ± 0.80 (b)	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
1 นาที	2.45 ± 0.69 (b)	1.67 ± 0.29 (b)	1.47 ± 0.38 (b)	1.59 ± 0.21 (b)	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
5 นาที	0.30 ± 0.35 (b)	0.17 ± 0.18 (b)	0.08 ± 0.07 (b)	0.06±0.07 (b)	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประสิทธิภาพการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Actinomyces viscosus* พบว่า

ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาที : น้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* แตกต่างจากน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2%, 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* น้อยกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2%, 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5%

ในขณะที่เมื่อน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10 วินาที , 1 นาที และ 5 นาที พบว่าประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันทุกชนิดที่ใช้ทดสอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใช้ทดสอบ และในแต่ละเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน	ชนิดน้ำยาล้างคลองรากฟัน				ผลวิเคราะห์ ทางสถิติ
	0.12% CHX	0.2% CHX	2% CHX	2.5%NaOCl	
10 วินาที	15.33 ± 3.02 (a)	10.48 ± 2.70 (a)	6.55 ± 0.83 (b)	8.32 ± 0.70 (b)	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
30 วินาที	7.67 ± 1.06 (a)	2.52 ± 0.42 (b)	1.12 ± 0.27 (b)	1.93 ± 0.4 (b)	แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)
1 นาที	0.90 ± 0.26 (b)	0.68 ± 0.12 (b)	0.44 ± 0.12 (b)	0.63 ± 0.13 (b)	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
5 นาที	0.11 ± 0.13 (b)	0.07 ± 0.06 (b)	0.05 ± 0.05 (b)	0.07 ± 0.07 (b)	ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประสิทธิภาพการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Streptococcus mutans* พบว่า

ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10 วินาที : น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% และ 0.2% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* แตกต่างจากน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีน ความเข้มข้น 0.12% และ 0.2% มีประสิทธิภาพการต้านต่อเชื้อ *Streptococcus mutans* น้อยกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% แต่ไม่พบความแตกต่างการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ระหว่างน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% และ 0.2%

ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาที : น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* แตกต่างจากน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% และ 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* น้อยกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% และ 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 2.5%

แต่ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 และ 5 นาที พบว่า ประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันทุกชนิดที่ทดสอบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า น้ำยาล้างคลองรากฟันทุกชนิดที่ทดสอบได้แก่ น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12%, 0.2% , 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% สามารถต้านการเจริญเติบโตต่อเชื้อที่ทดสอบคือ *Enterococcus faecalis, Actinomyces viscocus* และ *Streptococcus mutans* ได้ โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% สามารถต้านต่อเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบได้ไม่แตกต่างจากน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2%, 2% และ น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% เมื่อให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 นาที ต่อการต้านเชื้อ *Actinomyces viscocus* และ *Streptococcus. mutans* และนาน 5 นาที ต่อการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ดังนั้นน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% ซึ่งเป็นน้ำยาบ้วนปากที่สามารถหาได้ง่าย มีความเป็นพิษน้อย อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันทดแทนการใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2% , 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% ได้

จากการศึกษาเมื่อดูผลของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่สัมผัสในคลองรากฟันในเวลาต่างๆ พบว่าเมื่อเพิ่มเวลาให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานมากขึ้นจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันได้ดียิ่งขึ้นในทุกน้ำยาที่ทดสอบ ซึ่งจะเห็นได้จากเมื่อน้ำยาล้างคลองรากฟันสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที จะต้านการเจริญเติบโตต่อเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุดในทุกเวลาที่ทดสอบ

ดังนั้นจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนทุกความเข้มข้น รวมทั้งน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% สามารถต้านจุลชีพได้ขึ้นอยู่กับ ความเข้มข้น เวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน และชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อธิปรายผลการวิจัย

1. วิจารณ์ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ ฟันที่ติดเชื้อ *Enterococcus faecalis , Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* ซึ่งเป็นเชื้อที่มักพบในคลองรากฟันที่ติดเชื้อ และมีพยาธิสภาพปลายราก (Sundqvist ,1994) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Baumgartner และ Falkler (1991) ที่ศึกษาแยกเชื้อแบคทีเรียที่พบบริเวณห่างจากปลายรากฟัน 5 มิลลิเมตร พบเชื้อ *Actinomyces species* , *Enterococcus faecalis* และ *Streptococcus mutans* ได้ 7, 4 และ 3 คลองรากจากคลองรากฟันที่ศึกษาทั้งหมด 10 คลองราก

เชื้อทั้งหมดที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงในตัวฟันเป็นเชื้อในกลุ่มแฟคัลเททีฟ (Facultative anaerobic bacteria) และเชื้อที่ต้องการบรรยากาศก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 % ซึ่งจากการศึกษาของ Fabricius และคณะ (1982) พบว่าการติดเชื้อแบคทีเรียภายในคลองรากฟันเป็นการติดเชื้อของแบคทีเรียหลายชนิดอยู่ร่วมกัน และการปิดคลองรากไว้ที่ระยะเวลาแตกต่างกันคือ 90, 180 และ 1,060 วัน พบว่าเชื้อแบคทีเรียชนิดไม่พึ่งพาออกซิเจนจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาผ่านไป โดยแบคทีเรียชนิดแฟคัลเททีฟจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อทำการเพาะเชื้อนาน 3 เดือนหรือมากกว่า

การศึกษาเกี่ยวกับการติดเชื้อภายในคลองรากฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว พบว่าลักษณะของเชื้อในคลองรากจะแตกต่างจากคลองรากที่ติดเชื้อและยังไม่ได้รับการรักษา (การติดเชื้อชนิดปฐมภูมิ) ที่พบเชื้ออยู่รวมกันประมาณ 4 ถึง 7 ชนิด ในขณะที่คลองรากฟันที่ติดเชื้อในฟันที่รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว (การติดเชื้อชนิดทุติยภูมิ) จะพบชนิดของเชื้อแบคทีเรียเพียง 1-3 ชนิด ซึ่งเชื้อที่พบเป็นเชื้อกรัมบวกชนิดแฟคัลเททีฟ และไม่ใช้ออกซิเจน ได้แก่เชื้อ *Enterococcus* และ *Streptococcus species* ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่พบได้ เช่น *Actinomyces species, Peptostreptococci* และ *yeasts* เป็นต้น (Sundqvist และคณะ, 1998) เชื้อกรัมบวกชนิดแฟคัลเททีฟเป็นเชื้อที่ถูกกำจัดออกยากในคลองรากฟันที่ติดเชื้อ เนื่องจากเชื้อชนิดนี้ตอบสนองต่อยาที่ใช้ในการรักษาคลองรากฟันน้อยกว่าเชื้อในกลุ่มไม่ใช้ออกซิเจน (Hancock 3rd และคณะ, 2001)

จากการศึกษาเกี่ยวกับเชื้อ *Enterococcus faecalis* พบว่าเป็นเชื้อที่พบมากที่สุดภายในคลองรากฟันที่ได้รับการรักษารากแล้ว โดยพบตั้งแต่ร้อยละ 29-77 (Molander และคณะ, 1998 ; Sundqvist และคณะ, 1998 ; Siqueira และ Rocas, 2004 ; Peciuliene และคณะ, 2001 ; Pinheiro และคณะ, 2003) เชื้อชนิดนี้มีความรุนแรงที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาวะแวดล้อมที่จำกัด (Sundqvist และ Figdor , 2003) ความสามารถในการอาศัยอยู่ภายในท่อเนื้อฟัน (Peters, Wesselink และ Moorer , 2000 ; Safavi, Spangberg และ Langeland , 1990 ; Haapasalo และ Orstavik , 1987) ความสามารถในการต้านทานต่อยาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Evans และคณะ , 2002 ; Safavi, Spangberg และ

Langeland , 1990 ; Haapasalo และ Orstavik , 1987) และน้ำยาล้างคลองรากฟันโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ (Bystrom และ Sundqvist, 1983)

นอกจากนี้ยังพบเชื้อในกลุ่ม *Actinomyces* ในคลองรากฟันที่ติดเชื้อและยังไม่ได้รับการรักษาร้อยละ 10-15 (Sundqvist,1992 ; Bystrom และคณะ, 1987 ; Gomes และคณะ, 1996 ; Siqueira และคณะ, 2002) โดยเชื้อในกลุ่มนี้ไม่พบสัมพันธ์กับอาการปวด หรือมีหนอง (Siqueira และคณะ, 2002) และยังสามารถพบเชื้อ *Actinomyces israelii* ได้จากรอยโรคบริเวณปลายรากในฟันที่เคยได้รับการรักษาคลองรากฟันมานาน 1.5 ปี (Sundqvist และ Reuterving, 1980) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Sjogren และ Sundqvist (1987) ที่พบเชื้อ *Actinomyces species* ในผู้ป่วย 3 รายที่ล้มเหลวจากการรักษาคลองรากฟัน ลักษณะของเชื้อ *Actinomyces* จะมีความรุนแรงต่ำ ความรุนแรงของเชื้อชนิดนี้เกิดจากเชื้อมี fimbria ทำให้สามารถเกาะผนังคลองราก หรือเศษเนื้อฟันที่ตาย แล้วถูกดันออกนอกปลายรากได้ขณะขยายคลองรากฟัน (Siqueira และคณะ, 2002) โดยเชื้อ *Actinomyces viscosus* มี fimbria แบบ type 1 และ 2 ที่สามารถยึดเกาะกับผิวฟัน และยึดเกาะกับเซลล์ร่างกาย เช่น เซลล์ epithelial เซลล์เม็ดเลือดขาว Polymorphonuclear leukocytes (PMNs) และเชื้อชนิดอื่นได้ ดังนั้นเชื้อชนิดนี้จึงสามารถเจริญเติบโตในเนื้อเยื่อร่างกายเป็นเวลานานโดยไม่ถูกกำจัด และสามารถหลบซ่อนต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายได้ นอกจากนี้เชื้อ *Actinomyces viscosus* มีลักษณะผิวเซลล์เป็นแคปซูล ที่อาจช่วยป้องกันเชื้อจากการทำลายแบบ phagocytosis ได้อีกด้วย (Figdor และคณะ, 1992)

เชื้อ *Streptococcus mutans* เป็นเชื้อสำคัญที่ทำให้เกิดโรคฟันผุ และสามารถพบได้ภายในคลองรากฟันทั้งการติดเชื้อชนิดปฐมภูมิ (Mejàre, 1984 ; Baumgartner และ Falkler, 1991) และแบบทุติยภูมิได้ (Pinheiro และคณะ, 2001) แต่ทั้งนี้เชื้อชนิดนี้อาจพบได้ในคลองรากฟันไม่มากนัก เนื่องจากเชื้อมักอยู่บริเวณส่วนต้นของคลองรากฟัน (Sundqvist, 1994) และสามารถถูกกำจัดได้ง่ายในระหว่างขั้นตอนการรักษารากฟันปกติ (Mejàre, 1984)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงสรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษามีความเหมาะสมในระดับหนึ่งในแง่ของความสำคัญของเชื้อที่พบได้ในคลองรากฟันที่ติดเชื้อและยังไม่ได้รับการรักษา และในคลองรากฟันที่ติดเชื้อที่รับการรักษาคลองรากฟันแล้ว แต่ทั้งนี้การศึกษานี้จะไม่ครอบคลุมถึงเชื้อที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งเป็นเชื้อที่พบมากในคลองรากฟันเช่นเดียวกัน เนื่องจากการเพาะเลี้ยงเชื้อในกลุ่มนี้ยาก ต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการแยกเชื้อที่เฉพาะ ต้องใช้งบประมาณและเวลาในการศึกษามาก ดังนั้นผลการศึกษาที่ได้จึงไม่รวมถึงผลต่อเชื้อในกลุ่มที่ไม่ใช้ออกซิเจน

2. วิจารณ์วิธีการทดลอง

การเตรียมเชื้อและสภาวะการเพาะเชื้อ

เชื้อที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงในตัวฟัน เป็นเชื้อที่เพาะแยกได้จากช่องปากของผู้ป่วย ยกเว้นเชื้อ *Streptococcus mutans* ที่เป็นเชื้ออ้างอิงสายพันธุ์ ATCC 25175 โดยนำเชื้อทั้งหมดมาจากตู้เก็บเชื้ออุณหภูมิ -20^{O}C เชื้อที่นำมาใช้อยู่ในรูปโคโลนี หลังจากนั้นนำมาเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว และนำเชื้อมาทำการเพาะอีกครั้งบนวุ้นเลี้ยงเชื้อ และพบว่าเชื้อสามารถเติบโตได้ดีและมีความบริสุทธิ์โดยไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อชนิดอื่น ที่ทดสอบจากการสังเกตลักษณะโคโลนีของเชื้อบนวุ้นเลี้ยงเชื้อ และย้อมกรัมดูลักษณะรูปร่างและการติดสีของเชื้อ นอกจากนี้เชื้อทั้ง 3 ชนิดสามารถเพาะเลี้ยงโดยใช้เวลาในการเจริญเติบโตนาน 48 ชั่วโมง และสามารถเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อได้ง่าย โดยไม่ต้องเติมอาหารพิเศษ ดังนั้นสรุปได้ว่าสภาวะการเพาะเชื้อและวิธีการเลี้ยงเชื้อมีความเหมาะสม

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย

เชื้อที่ใช้ในการวิจัยเป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบบ่อยในคลองรากฟันที่มีการติดเชื้อทั้งแบบปฐมภูมิและแบบทุติยภูมิ แต่ก็ยังมิใช่เป็นเชื้อที่พบได้บ่อยมากที่สุดในคลองรากฟัน เชื้อแบคทีเรียตัวอื่นที่น่าสนใจและควรนำมาศึกษาได้แก่ *Fusobacterium nucleatum, Porphylomonas gingivalis Porphylomonas endodontalis , Prvotella intermedia , Actinomyces israelii* แต่เนื่องจากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่มีเชื้อดังกล่าวในห้องปฏิบัติการยกเว้นเชื้อ *Porphylomonas gingivalis* ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดที่ไม่สามารถนำเชื้อเหล่านี้มาทำการวิจัยได้ และเชื้อ *Porphylomonas gingivalis* เป็นเชื้อในกลุ่มไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้การเพาะเลี้ยงเชื้อดังกล่าวทำได้ยาก ต้องการอุปกรณ์และเครื่องมือในการเพาะเลี้ยงที่เฉพาะ การวิจัยครั้งนี้จึงมิได้ทำการศึกษาเช่นเดียวกัน

การเตรียมปริมาณเชื้อแบคทีเรีย

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ 10^5 CFU การใช้ปริมาณเชื้อนี้เนื่องจากการการศึกษาของ Baumgartner และ Falkler (1991) ศึกษาเชื้อในคลองรากฟันที่มีเนื้อเยื่อในตาย และมีพยาธิสภาพปลายรากฟันที่อยู่ห่างจากปลายรากฟัน 5 มิลลิเมตรพบว่า ในคลองรากฟันที่ติดเชื้อ *Black-pigmented bacteroides species* มีปริมาณเชื้อเฉลี่ยเท่ากับ $4.4x10^5$ CFU และในคลองรากฟันที่ไม่ติดเชื้อ *Black-pigmented bacteroides species* มีปริมาณเชื้อเฉลี่ยเท่ากับ $3.9x10^5$ CFU

ดังนั้นปริมาณเชื้อเฉลี่ยที่พบในคลองรากฟันที่มีเนื้อเยื่อในตาย และมีพยาธิสภาพปลายรากฟัน ทั้งในคลองรากฟันที่ติดหรือไม่ติดเชื้อ *Black-pigmented bacteroides species* จึงมีปริมาณเชื้อเฉลี่ยเท่ากับ 10^5 CFU ซึ่งเป็นที่มาของการใช้ปริมาณเชื้อในการศึกษาครั้งนี้ แต่เนื่องจากความเป็นจริง

ปริมาณเชื้อที่พบในคลองรากฟันที่ติดเชื้อ จะพบสัมพันธ์กับระยะเวลาการเกิดโรค ชนิดของเชื้อ การอยู่รวมกันของเชื้อในคลองรากฟัน ทำให้ไม่สามารถหาปริมาณเชื้อที่แท้จริงในคลองรากฟันได้ ดังนั้นการศึกษานี้อาจนำไปสู่การศึกษาทดสอบน้ำยาล้างคลองรากฟันในฟันมนุษย์ต่อไป

วิธีการเตรียมปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย

การเตรียมปริมาณ เชื้อ 10^5 CFU ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ 2 วิธีคือ

1. การวัดความขุ่นของเชื้อ
2. การนับโคโลนี

การวัดความขุ่นของเชื้อเป็นการเตรียมปริมาณเชื้อแบคทีเรียอย่างคร่าวๆ ที่ได้จากการวัดความขุ่นของเชื้อเทียบเท่าความขุ่น 0.5 แมคฟาแลนด์ ที่มีเชื้อปริมาณประมาณเท่ากับ $1.5x10^8$ CFU/มิลลิลิตร การวัดวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ เพราะสามารถทำได้ง่ายแต่มักใช้ร่วมกับการนับโคโลนีเพื่อให้ได้ปริมาณเชื้อที่แท้จริง เนื่องจากเชื้อแต่ละชนิดมีขนาดเล็ก ใหญ่แตกต่างกันไป (Collins, Lyne และ Grange, 1995)

ความขุ่นของเชื้อวัดด้วยเครื่องสเปกโตโฟโตมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความละเอียดสามารถวัดได้เป็นทศนิยม 3 ตำแหน่ง และเมื่อนำสารความขุ่นเดิมไปทำการวัดซ้ำกัน 3 ครั้งยังพบว่าได้ค่าความขุ่นเท่าเดิม ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าเครื่องมือมีความเที่ยงตรงในการวัด

การนับโคโลนีของเชื้อที่มีความขุ่นมาตรฐานที่หาได้จากวิธีการวัดความขุ่น ทำโดยนำเชื้อมาทำการเจือจางด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวให้ได้ความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งวิธีการนับโคโลนีของเชื้อเป็นวิธีที่มีความละเอียดและสามารถตรวจสอบความผิดพลาดได้ เช่น โคโลนีของเชื้อที่ความเข้มข้น $1:10^8$ เมื่อทำการนับและคำนวณจำนวนแล้วควรมีค่าใกล้เคียงกับจำนวนโคโลนีที่ความเข้มข้น $1:10^9$ และการวัดความขุ่นและการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อในการศึกษานี้เป็นเชื้อในกลุ่มแฟคัลเททีฟ ซึ่งเป็นเชื้อที่ใช้หรือไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เชื้อที่ใช้ในการศึกษาไม่มีปัญหาเมื่อสัมผัสกับอากาศที่มีออกซิเจนในขณะทำการทดลอง

จากการวัดความขุ่นและทำการนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแต่ละชนิด ซึ่งทำการทดลองซ้ำกัน 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย พบว่าได้ปริมาณของเชื้อต่อความขุ่น 0.5 แมคฟาแลนด์ ดังนี้ (ภาคผนวก ตารางที่ 13,14,15)

- เชื้อ Enterococcus faecalis มีปริมาณเชื้อเท่ากับ 7.20×10^{11} CFU/มิลลิลิตร
- เชื้อ Actinomyces viscosus มีปริมาณเชื้อเท่ากับ 2.32×10^{11} CFU/มิลลิลิตร
- เชื้อ Streptococcus mutans มีปริมาณเชื้อเท่ากับ 5.03×10^{11} CFU/มิลลิลิตร

จากการทดลองพบว่า วิธีการนับจำนวนโคโลนีแต่ละครั้ง และแต่ละความเข้มข้น เมื่อคำนวณจำนวนแล้วมีค่าใกล้เคียงกันในเชื้อแต่ละชนิด และเมื่อนำมาเปรียบเทียบค่าแต่ละครั้งที่ทดลองซ้ำ ก็พบว่าจำนวนโคโลนีที่นับได้มีค่าใกล้เคียงกัน จึงแสดงให้เห็นว่าผลการทดลองสามารถยืนยันความ

เที่ยงตรงในการวัดและการหาจำนวนโคโลนีด้วยวิธีนี้ได้ ซึ่งค่าปริมาณเชื้อที่ได้ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ของเชื้อที่ทดสอบจะเห็นว่ามีค่าไม่เท่ากับ $1.5x10^8$ CFU อาจเนื่องมาจากเชื้อแต่ละชนิดมีขนาดแตกต่างกันไป ตามเหตุผลดังกล่าวข้างต้น

การเตรียมฟันเพื่อใช้ในการทดลอง

การศึกษานี้จำลองสถานการณ์จริงจากคลินิก โดยใช้ฟันมนุษย์ที่ถอน ซึ่งกำหนดลักษณะฟันให้มีลักษณะคล้ายกัน คือ มีทางเปิดคลองรากและรูเปิดปลายรากฟันเพียง 1 เดียว และฟันที่ใช้ถูกตัดส่วนตัวฟันออกเพื่อให้ได้ส่วนของความยาวรากฟันเท่ากันคือ 16 มิลลิเมตร ซึ่งการตัดส่วนตัวของฟันออก นอกจากจะได้ลักษณะฟันที่มีลักษณะคล้ายกันแล้ว ยังช่วยลดการขัดขวางการเข้าถึงของน้ำยาล้างคลองรากฟัน และสามารถใส่เชื้อที่ทำการเพาะเลี้ยงได้ง่าย ต่อมานำฟันที่เตรียมทำการขยายคลองรากฟันด้วยตะไบ K-file ให้สิ้นสุดถึงปลายรากฟันด้วยเครื่องมือเบอร์สุดท้ายเท่ากับขนาดเบอร์ 50 เพื่อใส่ปริมาณเชื้อที่ใช้ในการศึกษาได้เพียงพอคือ 10 ไมโครลิตร ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Menezes และคณะ (2004) โดยขณะที่ทำการขยายคลองรากฟันได้ใช้น้ำกลั่นเป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันระหว่างเปลี่ยนเบอร์เครื่องมือ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอิทธิพลของน้ำยาล้างคลองรากฟันต่อผลการศึกษา ฟันที่เตรียมได้ทั้งหมดทาเคลือบปลายรากฟันด้วยยาทาเล็บใส และหุ้มปลายรากด้วยซิงค์ฟอตเฟตซีเมนต์ (Zinc phosphate cement) เพื่อกันไม่ให้เชื้อแบคทีเรียและน้ำยาล้างคลองรากฟันรั่วผ่านออกทางรูเปิดปลายรากฟันขณะทำการทดลอง และนำฟันที่ได้ลงบล็อกปูนพลาสเตอร์

การป้องกันการปนเปื้อนจากเชื้อในการทดลองทำโดย นำบล็อกฟันฆ่าเชื้อในตู้ออโตเครบ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาทีก่อนใส่เชื้อเพาะเลี้ยงในตัวฟัน และได้มีการทดสอบผลการฆ่าเชื้อดังกล่าวซ้ำอีกครั้ง โดยการใส่อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวทิ้งไว้ในคลองรากฟันนาน 1 นาที แล้วใช้กระดาษซับดูดซับออกให้หมด นำกระดาษซับทั้งหมดใส่ในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวปริมาตร 5 มิลลิลิตรและนำไปเข้าตู้อบเพาะเชื้อ ถ้าผลของอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวในหลอดทดลองขุ่นแสดงว่าการฆ่าเชื้อในบล็อกฟันดังกล่าวไม่ดีพอ ต้องทำการฆ่าเชื้อใหม่ และผลจากการทดลองในครั้งนี้พบว่าผลการทดสอบการฆ่าเชื้อในบล็อกฟันทุกซี่ก่อนใส่เชื้อ ไม่พบอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวในหลอดทดลองที่ทดสอบขุ่น จึงแสดงว่าสภาวะฟันก่อนใส่เชื้อปราศจากการปนเปื้อน และเมื่อนำเชื้อที่มีความบริสุทธิ์มาเพาะในสภาพฟันดังกล่าว จึงไม่มีการปนเปื้อนใดก่อนทดสอบ

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการเตรียมฟันที่ใช้ในการศึกษามีความเหมาะสมทั้งขั้นตอนการเลือกฟัน การเตรียมฟัน การขยายคลองรากฟัน การฆ่าเชื้อในบล็อกฟัน และการทดสอบผลการฆ่าเชื้อซ้ำอีกครั้งก่อนใส่เชื้อ เพื่อให้แน่ใจว่าฟันไม่มีการปนเปื้อนก่อนทดสอบเพาะเลี้ยงเชื้อในฟัน

การเตรียมน้ำยาล้างคลองรากฟัน

น้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใช้ในปัจจุบันคือ น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) เนื่องจากมีคุณสมบัติสามารถต้านต่อเชื้อแบคทีเรียแบบกว้าง (Spangberg และคณะ, 1973 ; Bystrom และ Sundqvist, 1983 ; Jeansonne และ White, 1994 ; Siqueira และคณะ, 1998 ; Ayhan และคณะ, 1999) สามารถละลายเนื้อเยื่อในทั้งที่มีชีวิต และไม่มีชีวิตได้ (Grossman และ Meiman, 1941 ; Moorer และ Wesslink, 1982) แต่ทั้งนี้น้ำยาชนิดนี้มีข้อเสียคือ มีความเป็นพิษสูงเมื่อสัมผัสกับเนื้อเยื่อปลายราก (Pashley และคณะ, 1985) หรือเสื้อผ้าผู้ป่วย รวมทั้งน้ำยามีกลิ่นฉุน สามารถกัดกร่อนเครื่องมือได้ (Vianna และคณะ, 2004) ดังนั้นจึงมีการคิดหาน้ำยาล้างคลองรากฟันชนิดอื่นมาทดแทน น้ำยาคลอเฮกซิดีนจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ดี เนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นสารที่มีประจุบวก จึงจับกับผนังเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นประจุลบ และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความสมดุลภายในเซลล์และเกิดการรั่วซึมของสารในเซลล์เชื้อแบคทีเรีย (Davies ,1973) สามารถต้านต่อเชื้อแบคทีเรียแบบกว้างได้ (Hennessey, 1973) โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นต่ำ มีฤทธิ์ทำลายเชื้อแบบยับยั้ง และน้ำยาที่ความเข้มข้นสูงมีฤทธิ์ทำลายเชื้อแบบทำลาย (Fardal และ Turnbull, 1986) นอกจากนี้น้ำยาคลอเฮกซิดีนยังมีความเป็นพิษน้อยอีกด้วย (Yesilsoy และคณะ, 1995 ; Oncag และคณะ, 2003)

ความเข้มข้นของน้ำยาโซเดียมไฮเปอร์คลอไรต์ที่ใช้ในการล้างคลองรากฟันยังมิได้กำหนดค่าความเข้มข้นที่แน่นอน โดยความเข้มข้นที่ใช้มีตั้งแต่ความเข้มข้น 0.5% - 5.25% ซึ่งน้ำยาโซเดียมไฮเปอร์คลอไรต์ความเข้มข้น 2.5% ถือว่าเป็นความเข้มข้นที่นิยม และใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกน้ำยาโซเดียมไฮเปอร์คลอไรต์ความเข้มข้น 2.5 % มาใช้ในการศึกษาเพื่อเป็นมาตรฐานเปรียบเทียบกับน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นต่างๆ

จากการศึกษาของ Parsons และคณะ (1980) ; Vahdaty, Pitt ford และ Wilson (1993) และ Siqueira และคณะ (1998) ศึกษาโดยนำน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นต่างๆ มาทดสอบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพ พบว่าการใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2 , 1% หรือ 2% ให้ผลในการต้านจุลชีพได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากการศึกษาของ Gomes และคณะ (2001) และ Vianna และคณะ (2004) ที่ศึกษาน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นคือ 0.2%, 1% และ 2% รวมทั้งน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 5.25% พบว่าเมื่อใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นต่ำคือ 0.2% สามารถมีประสิทธิภาพการต้านเชื้อได้ดีเทียบเท่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่ความเข้มข้นสูงกว่า คือ 1% และ 2% เมื่อให้เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานขึ้นจาก 10 วินาทีเป็น 30 วินาที

ดังนั้นการศึกษานี้ จึงเลือกนำน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นต่ำมาเปรียบเทียบกับน้ำยาที่ความเข้มข้นสูง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการต้านจุลชีพที่เวลาต่างๆ โดยน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นต่ำที่เลือกใช้คือ 0.12% เนื่องจากเป็นความเข้มข้นของน้ำยาบ้วนปากที่สามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาดทั่วไป และน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้นสูงที่เลือกใช้คือ 0.2% และ 2% เพราะเป็น

ความเข้มข้นที่นิยมใช้ และศึกษามานาน (Delany และคณะ, 1982 ; Ringel และคณะ, 1982 ; Vahdaty, Pitt ford และ Wilson, 1993 ; Ohara,Torabinead และ Kettering ,1993 ; Jeansonne และ White, 1994 ; Yesilsoy และคณะ ,1995 ; Kuruvilla และ Kamath ,1998 ; Siqueira และคณะ ,1998 ; Leonardo และคณะ,1999 ; Ayhan และคณะ, 1999 ; Gomes และคณะ, 2001 ; Oncag และคณะ, 2003 ; Ercan และคณะ, 2004 ; Menezes และคณะ, 2004 ; Vianna และคณะ, 2004)

ฉะนั้นการเลือกน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ความเข้มข้นดังกล่าวที่ใช้ในการศึกษาจึงครอบคลุมถึงความเข้มข้นของน้ำยาคลอเฮกซิดีนที่นิยมใช้ สามารถหาซื้อและเตรียมได้ง่าย รวมทั้งการศึกษานี้ยังเป็นการเปรียบเทียบกับน้ำยาโซเดียมไฮเปอร์คลอไรต์ความเข้มข้น 2.5 % ซึ่งเป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันที่นิยมใช้ในปัจจุบัน จึงสามารถนำผลที่ได้จาการศึกษาไปใช้ได้จริง

การทดสอบประสิทธิภาพการต้านเชื้อแบคทีเรียของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบกับเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันต่างกัน

วิธีการศึกษาการต้านจุลชีพที่ผ่านมาในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่แบ่งเป็น 2 ลักษณะวิธีคือ

1. วิธีที่เชื้อและสารที่ใช้ทดสอบสัมผัสโดยตรง โดยให้สารที่ใช้ทดสอบแพร่ผ่านวุ้นเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อแบคทีเรียเพาะอยู่ ที่เรียกว่าวิธี agar diffusion หรือ zone of inhibition ซึ่งเป็นวิธีที่ทดสอบได้ง่าย แต่มีข้อเสียคือต้องอาศัยคุณสมบัติการแพร่ซึมผ่านของสารที่ใช้ทดสอบผ่านวุ้นเลี้ยงเชื้อที่ทดสอบ (White,Hays และ Janer, 1997) ซึ่งลักษณะดังกล่าวแตกต่างจากลักษณะจริงในคลองรากฟัน จึงเป็นวิธีที่ใช้ทดสอบการต้านจุลชีพแบบ semiquantitative assay เท่านั้น และวิธีที่สองเป็นวิธีที่ทดสอบในหลอดทดลอง หรือหลุมเพาะเชื้อที่มีเชื้อและน้ำยาล้างคลองรากฟันผสมรวมกัน เช่นการศึกษาของ Ohara, Torabinead และ Kettering (1993) ; Gomes และคณะ (2001) ; Vianna และคณะ (2004) ; D'Arcangelo และคณะ (1999) ซึ่งการศึกษาในลักษณะนี้จะแตกต่างจากลักษณะคลองรากฟันจริงเช่นเดียวกัน เนื่องจากลักษณะคลองรากฟันจะมีความซับซ้อน มีท่อเนื้อฟัน มีพื้นผิวสัมผัสคลองรากไม่เรียบเหมือนหลอดทดลอง แต่ภายในคลองรากฟันจริงอาจมีเชื้ออาศัยอยู่ในท่อเนื้อฟันที่สามารถหลบไม่สัมผัสโดยตรงกับน้ำยาได้ จึงแสดงให้เห็นว่าสภาพภายในคลองรากฟันจริงมีลักษณะแตกต่างจากหลอดทดลองที่ไม่อาจสรุปผลการทดลองแทนลักษณะจริงในคลินิกได้

2. วิธีที่ทดสอบในฟันที่ถอน โดยทำการล้างคลองรากฟันด้วยน้ำยาที่ทดสอบในฟันที่มีเชื้อเพาะเลี้ยงอยู่ ซึ่งเป็นลักษณะที่คล้ายกับการปฏิบัติงานจริงในคลินิก การศึกษานี้ได้ทดสอบในในฟันที่ถอนเช่นเดียวกัน โดยดัดแปลงจากการศึกษาของ Siqueira และคณะ (1997) และ Manezes และคณะ (2004) ที่นอกจากจะเป็นการเลียนแบบลักษณะจริงทางคลินิกแล้ว ยังเป็นการหาปริมาณเชื้อทั้งก่อนและหลังการทดสอบได้เพื่อเป็นการยืนยันผลประสิทธิภาพ

ของน้ำยาในการต้านจุลชีพได้จริง เห็นผลข้อมูลที่สามารถพิสูจน์และใช้สถิติในการพิจารณาผลในการศึกษาได้

การฉีดล้างคลองรากฟันได้กำหนดขนาดเข็มล้างคลองรากฟัน ความเร็วในการฉีดล้าง ความลึกในการใส่เข็มล้างคลองรากฟัน และปริมาณของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ใช้ทดสอบให้เท่ากันคือ ใช้เข็มขนาดเกจ 25 ฉีดล้างคลองรากฟันด้วยความเร็ว 2 มิลลิลิตรต่อ 10 วินาที ใส่เข็มในคลองรากลึก 12 มิลลิเมตร และใช้ปริมาณน้ำยาล้างคลองรากฟันเท่ากันคือ 2 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นการควบคุมปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการล้างคลองรากฟัน และทำให้สภาวะในการล้างคลองรากฟันแต่ละครั้งที่ทดสอบเหมือนกัน

แต่ทั้งนี้ผลการทดสอบที่ได้มีอิทธิพลจากการฉีดล้างคลองรากฟันที่มากกว่าความเป็นจริง เนื่องจากมีการตัดส่วนตัวฟันออก เพื่อลดความแปรปรวนจากการเปิดคลองรากฟัน และผลต่อการเข้าถึงของน้ำยาล้างคลองรากฟัน แต่แรงจากการฉีดล้างในฟันที่ตัดส่วนตัวฟันออก จะมีผลทำให้มีการไหลออกของเชื้อจากการฉีดล้างคลองรากฟันร่วมด้วย จึงทำให้มีผลต่อปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟันได้ และการหาปริมาณเชื้อที่ใช้ทดสอบกระทำโดยใช้กระดาษซับเป็นอุปกรณ์ดูดซับเชื้อจากคลองรากฟัน ไปสู่หลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวอยู่ ซึ่งการใช้กระดาษซับนี้อาจจะไม่สามารถดูดซับเชื้อได้ทั้งหมดจากคลองรากฟัน จากการที่เชื้อนั้นเกาะติดกับผนังคลองราก หรือเมื่อนำกระดาษซับใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลวแล้วก็อาจมีเชื้อบางส่วนติดค้างอยู่ที่กระดาษซับ ซึ่งอาจทำให้ผลของปริมาณเชื้อที่ได้น้อยกว่าความเป็นจริง แต่การใช้กระดาษซับนี้ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ดี และสะดวก ในการดูดซับเชื้อจากคลองรากฟันมาทำการทดสอบในปัจจุบัน เช่นเดียวกับวิธีการศึกษาของ Jeansonne และ White (1994) ; Leonardo และคณะ (1999) ; White,Hays และ Janer (1997) ; Siqueira และคณะ (1997, 1998, 2000) ; Manezes และคณะ (2004) ; Ercan และคณะ (2004) รวมทั้งการใช้กระดาษซับ ถือว่าเป็นการเลียนแบบลักษณะการทดสอบการมีเชื้อ (Culture) ภายในคลองรากก่อนการอุดคลองรากฟันจริงในคลินิกอีกด้วย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีการทดลองในการศึกษาครั้งนี้ มีความเหมาะสมที่จำลองลักษณะการปฏิบัติงานจริงในคลินิก เพื่อนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการได้ดี โดยถึงแม้จะมีข้อด้อยบางกรณี ได้แก่ อิทธิพลจากการฉีดล้างของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่มากเกินความจริง หรือการใช้กระดาษซับดูดซับเชื้อจากคลองรากมาทดสอบ แต่ก็ถือว่าเป็นวิธีที่เหมาะสม สะดวก และใช้ในการศึกษาที่ผ่านมาอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

3. วิจารณ์ผลการทดลอง

ก่อนการวิเคราะห์ทางสถิติได้มีการทดสอบการกระจายข้อมูลประสิทธิภาพการต้านเชื้อจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟัน โดยการใช้สถิติ Shapiro-Wilk เนื่องจากเป็นสถิตินี้ใช้ทดสอบการกระจายข้อมูลที่มีจำนวนตัวอย่างน้อยกว่า 50 และพบว่า ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมีการกระจายเป็นปกติ (ภาคผนวกตารางที่ 21,22,23)

จากการศึกษาประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* จะเห็นว่าทุกเวลาที่น้ำยาสัมผัส ในคลองรากฟัน ยกเว้นที่เวลา 5 นาที พบว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 2% สามารถต้านก่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ น้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% , 0.12% และ น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาทีและ 1 นาที น้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2% และ 2% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* ได้มากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อ *Enterococcus faecalis* เป็นเชื้อที่ต้านต่อการทำลายจากน้ำยาโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Bystrom และ Sundqvist, 1983 ; Gomes และคณะ, 2003) และ น้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ชั้นผนังคลองราก รวมทั้งท่อเนื้อฟัน (Rolla และคณะ, 1970) จึงสามารถทำลายเชื้อ *Enterococcus faecalis* ที่อยู่ในท่อเนื้อฟันได้ดีกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ส่วนน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% นั้นไม่พบความแตกต่างกับน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% ในการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ในทุกเวลาที่ทดสอบ

ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ Parsons และคณะ (1980) ; Lin และคณะ (2003) ; Gomes และคณะ (2003) ; D'Arcangelo ; Varvara และ De Fazio (1999) ; Schafer และ Bossmann (2005) ที่พบว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีนมีประสิทธิภาพในการต้านต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* ได้ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาของ Oncag และคณะ, 2003 และ Menezes และคณะ, 2004 ที่ทดสอบเปรียบเทียบการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* ของน้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% ในฟันมนุษย์ที่ถอนและพบว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% สามารถต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ได้มากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลการศึกษาของ Gomes และคณะ (2001) และ Vianna และคณะ (2004) ที่พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนต้านต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis* ได้ดีกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5%

เมื่อดูมีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ในแต่ละน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ พบว่าที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที น้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบทุกชนิดมีประสิทธิภาพในการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ได้ดีที่สุด แม้ว่าจะยังคงมีปริมาณเชื้อเหลืออยู่ แต่มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณเชื้อก่อนล้างคลองรากฟัน (ภาคผนวกตารางที่18) ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Gomes และคณะ (2001) และ Vianna และคณะ (2004) ที่พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% และ 2% สามารถต้านต่อเชื้อ

Enterococcus faecalis ได้สมบูรณ์ โดยให้ผลเพาะเชื้อเป็นลบเมื่อน้ำยาสัมผัสกับเชื้อในหลอดทดลองเพียง 30 วินาที ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการศึกษาดังกล่าวเป็นการทดลองในหลุมเพาะเชื้อที่เชื้อและน้ำยาล้างคลองรากฟันสัมผัสกันโดยตรง แต่การทดลองในฟันที่ถอนอาจจะมีเชื้ออยู่ในท่อเนื้อฟัน จึงทำให้เวลาในการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* มากกว่าการศึกษาดังกล่าว

การศึกษาประสิทธิภาพการต้านต่อเชื้อ *Actinomyces viscocus* พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน มีประสิทธิภาพต้านเชื้อ *Actinomyces viscocus* ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Cervone, Tonstad และ Hammond (1990) ที่ทดสอบการต้านจุลชีพของแผ่นน้ำยาคลอเฮกซิดีนต่อเชื้อ *Actinomyces viscocus, Streptococcus mutans, Actinobacillus actinomycetemcomitans, Bacteriodes intermedius* และเชื้ออื่นๆที่ทดสอบจำนวนรวม 10 ชนิด และพบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนสามารถต้านเชื้อที่ทดสอบได้ทุกชนิด รวมทั้งเชื้อ *Actinomyces viscocus* ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาที น้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% สามารถต้านเชื้อ *Actinomyces viscocus* ได้น้อยกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.2% และ 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 และ 5 นาทีกลับพบว่าประสิทธิภาพของน้ำยาคลอเฮกซิดีนความเข้มข้น 0.12% สามารถต้านเชื้อ *Actinomyces viscocus* ได้ไม่แตกต่างจากน้ำยาชนิดอื่นที่ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าเห็นว่าเมื่อให้เวลาน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% สัมผัสในคลองรากฟันนานจาก 30 วินาที เป็น 1 หรือ 5 นาทีจะทำให้ประสิทธิภาพของน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% ไม่แตกต่างจากน้ำยาอื่นที่ใช้ทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscocus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันแต่ละชนิด พบว่า ปริมาณเชื้อจะเหลือน้อยที่สุดแทบเป็นศูนย์ที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที

และประสิทธิภาพการต้านต่อเชื้อ *Streptococcus mutans* พบว่าทุกเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน น้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ น้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% , น้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2% และน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12%

ผลที่ได้จากการศึกษา สอดคล้องกับการศึกษาของ White. ; Hays ; และ Janer (1997) ซึ่งเป็นการทดสอบด้วยวิธี agar diffusion และพบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% และ 2% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ได้ และพบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ได้มากกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Leonardo และคณะ (1999) ที่พบว่าเมื่อใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% จะสามารถลดปริมาณเชื้อ *Streptococcus mutans* ได้

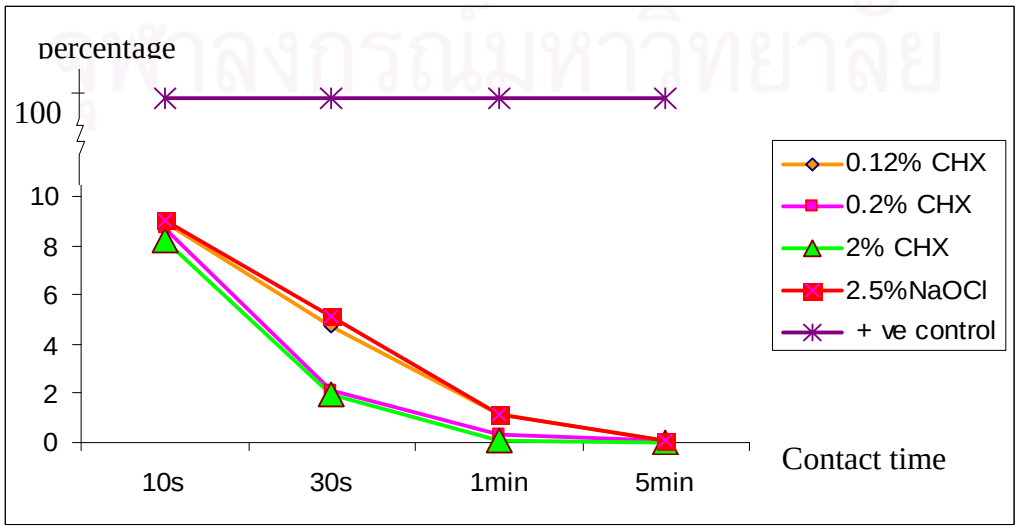
เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10 และ 30 วินาที ประสิทธิภาพการต้านต่อเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% และ 0.2% น้อยกว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน

30 วินาทีน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* น้อยกว่า น้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 และ 5 นาที พบว่าประสิทธิภาพของน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% มีประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ได้ไม่แตกต่างจากน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2%, 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

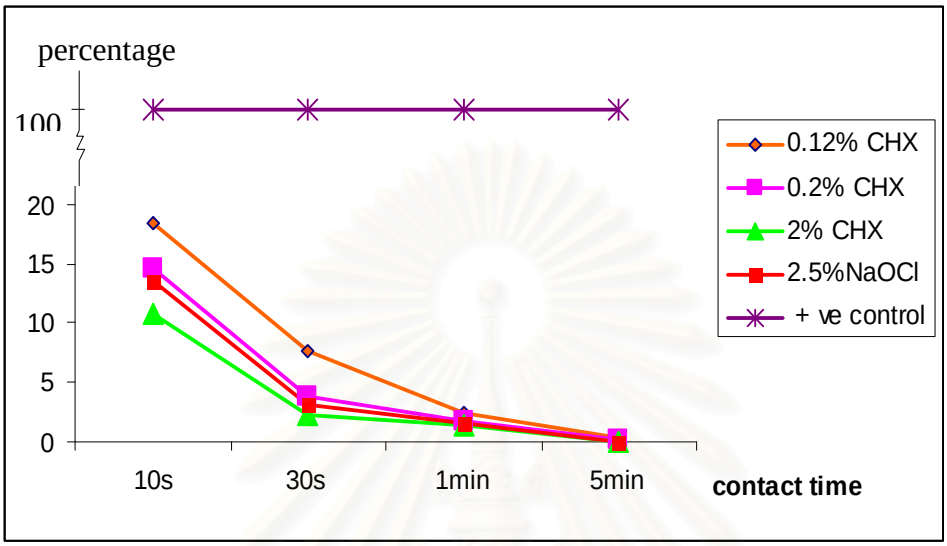
ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ จะเห็นว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% มีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Streptococcus mutans* น้อยกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% ซึ่งให้ผลขัดแย้งกับการศึกษาของ Yesilsoy และคณะ (1995) ที่พบว่าน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% มีประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพต่อเชื้อ *Streptococcus mutans* มากกว่าน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% โดยการศึกษาของ Yesilsoy และคณะ (1995) มีวิธีการทดสอบ และเวลาในการเพาะเชื้อต่างจากการศึกษานี้ คือ เป็นการทดสอบด้วยวิธี agar diffusion แต่การศึกษานี้ทำการทดสอบในฟันที่ถอน ผลที่ได้ดังกล่าวอาจเป็นผลจากน้ำยาคลอเฮกซิดีนมีคุณสมบัติในการต้านจุลชีพที่สามารถออกฤทธิ์อยู่ได้นานเมื่อเวลาผ่านไป การทดสอบแบบ agar diffusion น้ำยาต้องสัมผัสและแพร่ซึมผ่านไปยังเชื้อที่อยู่บนวุ้นเลี้ยงเชื้อตลอดเวลา แต่การศึกษานี้น้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบจะสัมผัสในคลองรากฟันตามเวลาที่กำหนดเท่านั้นคือ 10, 30 วินาที, 1 และ 5 นาที ดังนั้นผลที่ได้จากการศึกษานี้จึงให้ผลการทดสอบการต้านจุลชีพแตกต่างจากการศึกษาของ Yesilsoy และคณะ (1995)

จากการศึกษาทั้งหมดเมื่อดูประสิทธิภาพการต้านจุลชีพที่ทดสอบทุกชนิด พบว่าเมื่อน้ำยาล้างคลองรากฟันสัมผัสอยู่ในคลองรากฟันนาน จะทำให้ประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเห็นได้จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพการต้านจุลชีพ และเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ

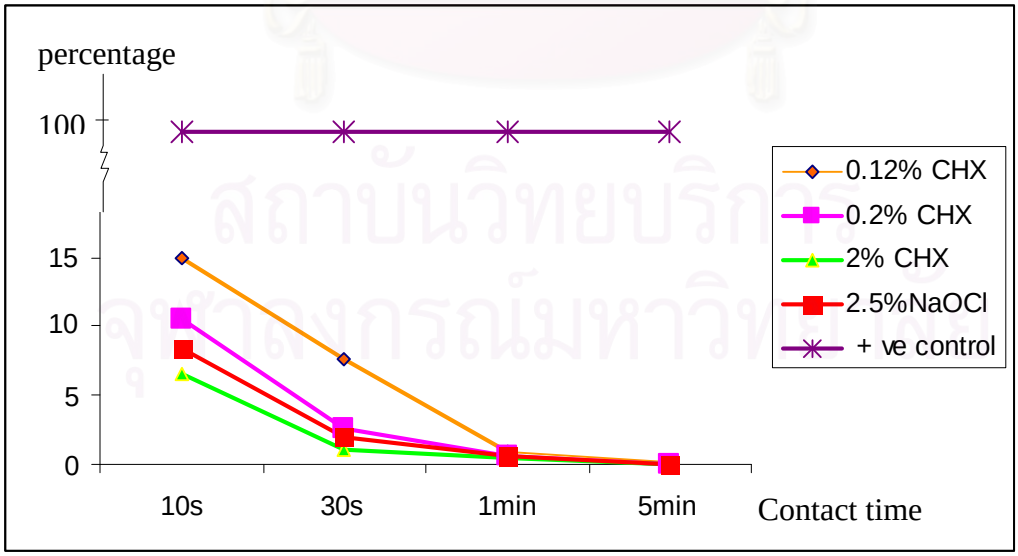
ภาพที่ 11 กราฟแสดงประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* และเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ



ภาพที่ 12 กราฟแสดงประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscocus* และเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ



ภาพที่ 13 กราฟแสดงประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* และเวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ



จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าที่เวลาน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที ทุกน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ ยังคงมีเชื้อแบคทีเรียเหลืออยู่ในคลองรากฟันเล็กน้อย เมื่อเทียบกับปริมาณเชื้อก่อนล้างคลองรากฟัน และจากกราฟที่แสดงจะเห็นได้ว่า ทุกน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบมีแนวโน้มในการต้านจุลชีพให้ลดลงเป็นศูนย์ได้ถ้าน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานมากกว่า 5 นาที

ทั้งนี้จึงสนับสนุนจากการศึกษาของ Siqueira และคณะ (2000) ; Gomes และคณะ (2001) ; Radcliffe และคณะ (2004) และ Vianna และคณะ (2004) ที่กล่าวว่า ความแตกต่างในการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟัน ขึ้นอยู่กับ ชนิด ความเข้มข้น รูปแบบของน้ำยา (สารละลายหรือเจล) เวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน รวมทั้งความไวในการตอบสนองของเชื้อแบคทีเรีย (Microbial susceptibility)

จากการศึกษาประสิทธิภาพการต้านจุลชีพของน้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน 0.12%, 0.2% , 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% เมื่อให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันที่ระยะเวลาต่างกัน สามารถสรุปผลได้ว่า

1. น้ำยาล้างคลองรากฟันคลอเฮกซิดีน 0.12%, 0.2%, 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% สามารถต้านการเจริญเติบโตต่อเชื้อ *Enterococcus faecalis, Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* ได้
2. น้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% , 0.2%, 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% สามารถต้านต่อเชื้อ *Actinomyces viscosus* และ *Streptococcus mutans* ได้ไม่แตกต่างกันเมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 นาที และนาน 5 นาที ต่อการต้านเชื้อ *Enterococcus faecalis* ดังนั้นน้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.12% อาจจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟัน ที่สามารถหาได้ง่าย มีความเป็นพิษน้อย มาใช้เป็นน้ำยาล้างคลองรากฟันทดแทนการใช้น้ำยาคลอเฮกซิดีน 0.2%, 2% และน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% ได้
3. เมื่อน้ำยาล้างคลองรากฟันสัมผัสในคลองรากฟันนานมากขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการต้านจุลชีพได้ดียิ่งขึ้น
4. น้ำยาคลอเฮกซิดีนทุกความเข้มข้น รวมทั้งน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 2.5% สามารถต้านจุลชีพได้ขึ้นอยู่กับ ความเข้มข้น เวลาที่น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟัน และชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มขนาดตัวอย่าง เพื่อกำหนดเวลาให้น้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนานมากกว่า 5 นาที เนื่องจากผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าน้ำยาล้างคลองรากฟันทุกชนิดที่ทดสอบเมื่อสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที ก็ยังสามารถพบเชื้อแบคทีเรียเหลืออยู่ ซึ่งวัตถุประสงค์ในการรักษาคลองรากฟันคือ การกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในคลองรากฟันออกให้หมดเพื่อให้ผลการเพาะเชื้อเป็นลบ

2. การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพิ่มเติมกับเชื้อชนิดไม่ใช้ออกซิเจน และควรใช้เชื้อมากกว่าหนึ่งชนิดใส่ในคลองรากฟัน เนื่องจากเชื้อชนิดไม่ใช้ออกซิเจนเป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบมากที่สุดในคลองรากฟันที่ติดเชื้อและมีพยาธิสภาพปลายรากฟัน และการใส่เชื้อมากกว่า 1 ชนิด จะเป็นการจำลองลักษณะการติดเชื้อได้ใกล้เคียงกับสภาวะจริงในคลินิกได้ดียิ่งขึ้น

3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในคลองรากฟันมนุษย์จริงในคลินิกต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. Ayhan, H. ; Sultan, N. ; Cirak, M. ; Ruhi, M.Z. ; and Bodur, H. Antimicrobial effects of various endodontic irrigants on selected microorganisms. Int Endod J 32 (1999) : 99-102.
2. Baumgartner, J.C. ; and Cuenin, P.R. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. J Endod 18 (1992) : 605-612.
3. Baumgartner, J.C. ; and Falkler, W.A. Jr. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. J Endod 17 (1991) : 380-383.
4. Bergenholtz, G. Pathogenic mechanisms in pulpal disease. J Endod 16 (1990) : 98-101.
5. Bonesvoll, P. ; Lokken, P. ; Rolla, G. ; and Paus, P.N. Retention of chlorhexidine in the human oral cavity after mouth rinses. Archives of Oral Biology 19 (1974) : 209-212.
6. Borssen, E. ; and Sundqvist, G. Actinomyces of infected dental root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 51 (1981) : 643-648.
7. Bystrom, A. ; Happonen, R.P. ; Sjogren, U. ; and Sundqvist, G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. Endod Dent Traumatol 3 (1987) : 58-63.
8. Bystrom, A. ; and Sundqvist, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. Scand J Dent Res 89 (1981) : 321-328.
9. Bystrom, A. ; and Sundqvist, G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 55 (1983) : 307-312.
10. Cervone, F. ; Tronstad, L. ; and Hammond, B. Antimicrobial effect of chlorhexidine in a controlled release delivery system. Endod Dent Traumatol 6 (1990) : 33-6.
11. Collin, C.H. ; and Lyne, P.M. Counting methods. In : Grange, J.M. Microbiology methods. Chapter 10. 7 th ed. Linacre House, Jordan Hill, London : Butterwarch-Heinemann Ltd. (1995) : 149-162.
12. Conrads, G. ; Gharbia, S.E. ; Gulabivala, K. ; Lampert, F. ; and Shah, H.N. The use of a 16s rDNA directed PCR for the detection of endodontopathogenic bacteria. J Endod 23 (1997) : 433-438.
13. Cunningham, W.T. ; and Balekjian, A.Y. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 49 (1980) : 175-177.

14. D'Arcangelo, C. ; Varvara, G. ; and De Fazio, P. An evaluation of the action of different root canal irrigants on facultative aerobic-anaerobic, obligate anaerobic, and microaerophilic bacteria. J Endod 25 (1999) : 351-3.

15. Davies, A. The mode of action of chlorhexidine. J Periodontal Res Suppl. 12 (1973) : 68-75.

16. Delany, G.M. ; Patterson, S.S. ; Miller, C.H. ; and Newton, C.W. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 53 (1982) : 518-523.

17. Engstrom, B. ; and Frostell, G. Experiences of bacteriology root canal control. Acta Odontol Scand 22 (1964) : 43-69.

18. Ercan, E. ; Ozekinci, T. ; Atakul, F. ; and Gul, K. Antibacterial activity of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite in infected root canal : in vivo study. J Endod 30 (2004) : 84-87.

19. Erdemir, A. ; Ari, H. ; Gungunes, H. ; and Belli, S. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. J Endod 30(2004) : 113-116.

20. Evans, M. ; Davies, J.K. ; Sundqvist, G. ; and Figdor, D. Mechanisms involved in the resistance of Enterococcus faecalis to calcium hydroxide. Int Endod J 35 (2002) : 221-228.

21. Fabricius, L. ; Dahlen, G. ; Holm, S.E. ; and Moller, A.J. Influence of combinations of oral bacteria on periapical tissues of monkeys. Scand J Dent Res 90 (1982 b) : 200-206.

22. Fabricius, L. ; Dahlen, G. ; Ohman, A.E. ; and Moller, A.J. Predominant indigenous oral bacteria isolated from infected root canals after varied times of closure. Scand J Dent Res 90 (1982 a) : 134-144

23. Fardal, O. ; and Turnbull, R.S. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. J Am Dent Assoc 112 (1986) : 863-869.

24. Ferraz, C.C. ; Figueiredo, de Almeida Gomes BP. ; Zaia, A.A. ; Teixeira, F.B. ; and de Souza-Filho, F.J. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. J Endod 27 (2001) : 452-455.

25. Figdor, D. ; Davies, J.K. ; and Sundqvist, G. Starvation survival, growth and recovery of *Enterococcus faecalis* in human serum. Oral Microbiol Immunol 18 (2003) : 234-239.

26. Figdor, D. ; Sjogren, U. ; Sorlin, S. ; Sundqvist, G. , and Nair, P.N. Pathogenicity of *Actinomyces israelii* and *Arachnia propionica* : experimental infection in guinea pigs and phagocytosis and intracellular killing by human polymorphonuclear leukocytes in vitro. Oral Microbiol Immunol 7 (1992) : 129-36.

27. Gjermo, P. Chlorhexidine in dental practice. J Clin Periodontol 1 (1974) : 143-152.

28. Gomes, I.C. ; Chevitarese, O. ; de Almeida, N.S. ; Salles, M.R. ; and Gomes, G.C. Diffusion of calcium through dentin. J Endod 22 (1996) : 590-595.

29. Gomes, B.P.F.A. ; Ferraz, C.C.R. ; Vianna, M.E. ; Berber, V.B. ; Teixeira F.B. ; and Souza-Filho, F.J. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination on *Enterococcus faecalis*. Int Endod J 34 (2001) : 424-428.

30. Gomes, B.P. ; Lilley, J.D. ; and Drucker, D.B. Clinical significance of dental root canal microflora. J Dent 24 (1996) : 47-55.

31. Gomes, B.P. ; Souza, S.F. ; Ferraz, C.C. ; Teixeira, F.B. ; Zaia, A.A. ; Valdrighi, L. , and Souza-Filho, F.J. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. Int Endod J 36 (2003) :267-75.

32. Greenstein, G. ; Berman, C. ; and Jaffin, R. Chlorhexidine. An adjunct to periodontal therapy. J Periodontol 57 (1986) : 370-377.

33. Haapasalo, H.K. ; Siren, E.K. ; Waltimo, T.M. ; Orstavik, D. ; and Haapasalo, M.P. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. Int Endod J 33 (2000) : 126-131.

34. Haapasalo, M. ; and Orstavik, D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. J Dent Res 66 (1987) : 1375-1379.

35. Haapasalo, M. ; Ranta, H. ; and Ranta, K.T. Facultative gram-negative enteric rods in persistent periapical infections. Acta Odontol Scand 41 (1983) : 19-22.

36. Hancock, H.H. 3rd ; Sigurdsson, A. ; Trope, M. ; and Moiseiwitsch, J. Bacteria isolated after unsuccessful endodontic treatment in a North American population. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 91 (2001) : 579-586.

37. Happonen, R.P. Periapical actinomycosis : a follow-up study of 16 surgically treated cases. Endod Dent Traumatol 2 (1986) : 205-209.

38. Hays, G.L. ; Janer, L.R. ; and White, R.R. Quantification of antimicrobial activity remaining in chlorhexidine-treated root canals. J Dent Res 75 (1996) : 52.

39. Hennessey, T.S. Some antibacterial properties of chlorhexidine. J Periodontal Res Suppl 12 (1973) : 61-67.

40. Hernandez, E.P. ; Botero, T.M. ; Mantellini, M.G. ; McDonald, N.J. ; and Nor, J.E. Effect of ProRoot MTA mixed with chlorhexidine on apoptosis and cell cycle of fibroblasts and macrophages in vitro. Int Endod J 38 (2005) : 137-143.

41. Hubble, T.S. ; Hatton, J.F. ; Nallapareddy, S.R. ; Murray, B.E. ; and Gillespie, M.J. Influence of *Enterococcus faecalis* proteases and the collagen-binding protein, Ace, on adhesion to dentin. Oral Microbiol Immunol 18 (2003): 121-126.

42. Ingle, J.I. Endodontic success and failure. Endodontics. Chapter 1. 2nd ed . Henry Kimptom, London : Virginia E. Brooks, B.A. (1976) : 34

43. Ingle, J.I. ; and Bakland L.K. Endodontic cavity preparation. Endodontics. Chapter 10. 5th ed . Hamilton, Ontario : BC Decker (2002) : 498.

44. Ingle, J.I. ; and Zeldow, B.J. An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy. J Am Dent Assoc 57 (1958) : 471-476.

45. Jeansonne, M.J. ; and White, R.R. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. J Endod 20 (1994) : 276-278.

46. Jokinen, M.A. Prevention of postextraction bacteremia by local prophylaxis. Int J Oral Surg 7 (1978) : 450-452.

47. Kakehashi, S. ; Stanley, H.R. ; and Fitzgerald, R.J. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ- free and conventional laboratory rats. Oral Surg 20 (1965) : 340-348.

48. Kantz, W.E. ; and Henry, C.A. Incidence of *Streptococcus mutans* in root canals. J Dent Res 52 (1973) : 1163

49. Kennedy, W.A. ; Walker, W.A. 3rd ; and Gough, R.W. Smear layer removal effects on apical leakage. J Endod 12 (1986) : 21-27.

50. Komorowski, R. ; Grad, H. ; Wu, X.Y. ; and Friedman, S. Antimicrobial substantivity of chlorhexidine-treated bovine root dentin. J Endod 26 (2000) : 315-317.

51. Kouchi, Y. ; Ninomiya, J. ; Yasuda, H. ; Fukui, K. ; Moriyama, T. ; and Okamoto, H. Location of *Streptococcus mutans* in the dentinal tubules of open infected root canals. J Dent Res 59 (1980) : 2038-2046.

52. Kuruvilla, J.R. ; and Kamath, M.P. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. J Endod 24 (1998) : 472-476.

53. Leonardo, M.R. ; Tanomaru Filho, M. ; Silva, L.A. ; Nelson Filho, P. ; Bonifacio K.C. ; and Ito, I.Y. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. J Endod 25 (1999) : 167-171.

54. Lin, S. ; Zuckerman, O. ; Weiss, E.I. ; Mazor, Y. ; and Fuss, Z. Antibacterial efficacy of a new chlorhexidine slow release device to disinfect dentinal tubules. J Endod 29 (2003) :416-8.

55. Loe, H. ; and Schiott C.R. The effect of mouthrinses and topical application of chlorhexidine on the development of dental plaque and gingivitis in man. J Perio Res 5 (1970) : 79-83.

56. Love, R.M. *Enterococcus faecalis* – a mechanism for its role in endodontic failure. Int Endod J 34 (2001) : 399-340.

57. Mejàre, B. The incidence and significance of *Streptococcus sanguis* , *Streptococcus mutans* and *Streptococcus salivarius* in root canal cultures from human teeth. Odontol Revy 25 (1974) : 359-377.

58. Menezes, M.M. ; Valera, M.C. ; Jorge, A.O. ; Koga-Ito, C.Y. ; Camargo, C.H. ; and Mancini, M.N. In vitro evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals. Int Endod J 37 (2004) : 311-319.

59. Miller, W.D. An introduction to the study of the bacterio-pathology of the dental pulp. Dent Cosmos 36 (1894) : 505-527.

60. Molander, A. Reit, C. ; Dahlen, G. ; and Kvist, T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. Int Endod J 31 (1998) : 1-7.

61. Moller, A.J. ; Fabricius, L. ; Dahlen, G. ; Ohman, A.E. ; and Heyden, G. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissue in monkeys. Scand J Dent Res 89 (1981) : 475-484.

62. Moorer, W.R. ; and Wesselink, P.R. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. Int Endod J 15 (1982) : 187-196.

63. Nair, P.N. ; Sjogren, U. ; Krey, G. ; Kahnberg, K.E. ; and Sundqvist, G. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopi follow-up study. J Endod. 16 (1990) : 580-588.

64. Nair, P.N.R. ; and Schroeder, H.E. Periapical actinomycosis. J Endod 10 (1984) : 567-570.

65. O'Connell, M.S. ; Morgan, L.A. ; Beeler, W.J. ; and Baumgartner, J.C. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. J Endod 26 (2000) : 739-743.

66. Ohara, P. ; Torabinejad, M. ; and Kettering, J.D. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. Endod Dent Traumatol 9 (1993) : 95-100.

67. Okino, L.A. ; Siqueira, E.L. ; Santos, M. ; Bombana, A.C. ; and Figueiredo, J.A. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. Int Endod J 37 (2004) : 38-41.

68. Oncag, O. ; Hosgor, M. ; Hilmioglu, S. ; Zekioglu, O. ; Eronat, C. ; and Burhanoglu, D. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. Int Endod J 36 (2003) : 423-432.

69. Orstavik, D. ; and Haapasalo, M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Endod Dent Traumatol 6 (1990) : 142-149.

70. Parsons, G.J. ; Patterson, S.S. ; Miller, C.H. ; Katz, S. ; Kafrawy, A.H. ; and Newton , C.W. Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 49 (1980) : 455-459.

71. Pashley, E.L. ; Birdsong, B.L. ; Bowman, K. ; and Pashley, D.H. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. J Endod 11 (1985) : 525-528.

72. Peciuliene, V. ; Reynaud, A.H. ; Balciuniene, I. ; and Haapasalo, M. Isolation of yeasts and enteric bacteria in root-filled teeth with chronic apical periodontitis. Int Endod J 34 (2001) : 429-434.

73. Peters, L.B. ; Wesselink, P.R. ; and Moorer, W.R. Penetration of bacteria in bovine root dentine in vitro. Int Endod J 33 (2000) : 28-36.

74. Pinheiro, E.T. ; Gomes, B.P. ; Ferraz, C.C. ; Sousa, E.L. ; Teixeira, F.B. ; and Souza-Filho, F.J. Microorganisms from canals of root-filled teeth with periapical lesions. Int Endod J 36 (2003) : 1-11.

75. Radcliffe, C.E. ; Potouridou, L. ; Qureshi, R. ; Habahbeh, N. ; Qualtrough, A. ; Worthington, H. ; and Drucker, D.B. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis.* Int Endod J 37 (2004) : 438-46.

76. Raphael, D. ; Wong, T.A. ; Moodnik, R. ; and Borden, B.G. The effect of temperature on the bactericidal efficiency of sodium hypochlorite. J Endod 7(1981):330-334.

77. Ringel, A.M. ; Patterson, S.S. ; Newton, C.W. ; Miller, C.H. ; and Mulhern, J.M. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. J Endod 8 (1982): 200-204.

78. Rolla, G. ; Loe, H. ; and Schiott, C.R. The affinity of chlorhexidine for hydroxyapatite and salivary mucins. J Periodontal Res 5 (1970) : 90-95.

79. Rosenthal, S. ; Spangberg, L. ; and Safavi, K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 98 (2004) : 488-492.

80. Safavi, K.E. ; Spangberg, L.S. ; and Langeland, K. Root canal dentinal tubule disinfection. J Endod 16 (1990): 207-210.

81. Scelza, M.F. ; Antoniazzi, J.H. ; and Scelza, P. Efficacy of final irrigation--a scanning electron microscopic evaluation. J Endod 26 (2000) : 355-358.

82. Serper, A. ; and Calt, S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. J Endod 28 (2002) : 501-502.

83. Schafer, E. ; and Bossmann, K. Antimicrobial efficacy of chlorhexidine and two calcium hydroxide formulations against *Enterococcus faecalis*. J Endod 31 (2005) : 53-6.

84. Siqueira, J.F. Jr. ; Batista, M.M. ; Fraga, R.C. ; and de Uzeda, M. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. J Endod 24 (1998) : 414-416.

85. Siqueira, J.F. Jr. ; Machado, A.G. ; Silveira, R.M. ; Lopes, H.P. ; and de Uzeda, M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro. Int Endod J 30 (1997) : 279-282.

86. Siqueira, J.F. Jr. ; Rocas, I.N. ; Souto, R. ; de Uzeda, M. ; and Colombo, A.P. 2002. *Actinomyces species*, *streptococci*, and *Enterococcus faecalis* in primary root canal infections. J Endod 28 (2002) : 168-172.

87. Siren, E.K. ; Haapasalo, M.P. ; Ranta, K. ; Salmi, P. ; and Kerosuo, E.N. Microbiological findings and clinical treatment procedures in endodontic cases selected for microbiological investigation. Int Endod J 30 (1997) : 91-95.

88. Sjögren, U. ; Happonen, R.P. ; Kahnberg, K.E. ; and Sundqvist, G. Survival of *Arachnia propionica* in periapical tissue. Int Endod J 21 (1988) : 277-82.

89. Sjogren, U. ; and Sundqvist, G. Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 63 (1987) : 366-370.

90. Spangberg, L. ; Engstrom, B. ; and Langeland, K. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 36 (1973) : 856-871.

91. Spiechowicz, E. ; Santarpia, R.P. 3rd ; Pollock, J.J. ; and Renner, R.P. In vitro study on the inhibiting effect of different agents on the growth of *Candida albicans* on acrylic resin surfaces. Quintessence Int 21 (1990) : 35-40.

92. Sundqvist, G. Associations between microbial species in dental root canal infections. Oral Microbiol Immunol 7 (1992) : 257-62.

93. Sundqvist, G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 78 (1994) : 522-530.

94. Sundqvist, G. ; and Figdor, D. Life as an endodontic pathogen. Endodontic topics 6 (2003) : 3-28

95. Sundqvist, G. ; Figdor, D. ; Persson, S. ; and Sjögren, U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 85 (1998) : 86-93.

96. Sundqvist, G. ; and Reuterving, C.O. Isolation of *Actinomyces israelii* from periapical lesion. J Endod 6 (1980) : 602-606.

97. Tjernberg, A. Influence of oral hygiene measures on the development of alveolitis sicca dolorosa after surgical removal of mandibular third molars. Int J Oral Surg 8 (1979) : 430-434.

98. Torabinejad, M. ; Handysides, R. ; Khademi, A.A. ; and Bakland, L.K. Clinical implication of the smear layer in endodontics: A review. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 94 (2002) : 658-666.

99. Trepagnier, C.M, ; Madden, R.M. ; and Lazzari, E.P. Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. J Endod 3 (1977) : 194-196.

100. Vahdaty, A. ; Pitt Ford, T.R. ; and Wilson, R.F. Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules in vitro. Endod Dent Traumatol 9 (1993) : 243-8.

101. Vianna, M.E. ; Gomes, B.P. ; Berber, V.B. ; Zaia, A.A. ; Ferraz, C.C. ; and de Souza-Filho, F.J. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 97 (2004) :79-84.

102. Walton, R.E. ; and Torabinejad, M. Cleaning and shaping. Principle and practice of endodontics. Chapter 13. 3rd ed. Philadephia, Pennsylvania : W.B. Saunders company (2002) : 219.

103. Weber, C.D. ; McClanahan, S.B. ; Miller, G.A. ; Diener-West, M. ; and Johnson, J.D. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. J Endod 29 (2003): 562-564.

104. Weine, F.S. Intracanal treatment procedures, basic and advanced topics. Endodontic Therapy . Chapter 5. 6th ed. St.Louis, Missouri : Mosby (2004) :222.

105. White. R.R. ; Hays, G.L. ; and Janer, L.R. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. J Endod 23 (1997): 229-231.

106. Yamada, R.S. ; Armas, A. ; Goldman, M. ; and Lin, P.S. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. J Endod 9 (1983) : 137-142.

107. Yamashita, J.C. ; Tanomaru Filho, M. ; Leonardo, M.R. ; Rossi, M.A. ; and Silva, L.A. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root-canal irrigant. Int Endod J 36 (2003): 391-394.

108. Yesilsoy, C. ; Whitaker, E. ; Cleveland, D. ; Phillips, E. ; and Trope, M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. J Endod 21 (1995) : 513-515.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ความเข้มข้นในการเจือจางเชื้อที่ใช้ทดสอบต่อปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ (ค่า OD= 0.055)

เชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อ : ปริมาณอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเหลว (มิลลิลิตร)
E. faecalis	1:26 หรือ 0.5:13
A viscosus	1:10 หรือ 0.5:5
S. mutans	1:9 หรือ 0.5:4.5

ตารางที่ 13 แสดงจำนวนปริมาณเชื้อ *E. faecalis* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ (หน่วย CFU/มิลลิลิตร)

เชื้อ *E. faecalis*	ปริมาณเชื้อต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์
ครั้งที่ 1	1.90×10^{11}
ครั้งที่ 2	12.5×10^{12}
ครั้งที่ 3	7.30×10^{11}
ค่าเฉลี่ย	7.20×10^{11}

ตารางที่ 14 แสดงจำนวนปริมาณเชื้อ *A viscosus* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ (หน่วย CFU/มิลลิลิตร)

เชื้อ *A viscosus*	ปริมาณเชื้อต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์
ครั้งที่ 1	2.20×10^{11}
ครั้งที่ 2	2.80×10^{10}
ครั้งที่ 3	4.50×10^{11}
ค่าเฉลี่ย	2.32×10^{11}

ตารางที่ 15 แสดงจำนวนปริมาณเชื้อ *S. mutans* ต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์ (หน่วย CFU/มิลลิลิตร)

เชื้อ *S. mutans*	ปริมาณเชื้อต่อสเกล 0.5 แมคฟาแลนด์
ครั้งที่ 1	6.70×10^{11}
ครั้งที่ 2	7.10×10^{11}
ครั้งที่ 3	1.29×10^{11}
ค่าเฉลี่ย	5.03×10^{11}

ตารางที่ 16 ปริมาณเชื้อก่อนและหลังหลังล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุมบวก)

ชนิดเชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น (หน่วย CFU/ มิลลิลิตร)					
	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ค่าเฉลี่ย	
	ก่อนล้าง	หลังล้าง	ก่อนล้าง	หลังล้าง	ก่อนล้าง	หลังล้าง
E. faecalis	28×10^6	16,390	44×10^6	20,280	36×10^6	18,335
A.viscosus	10.60×10^6	10,400	5.74×10^6	5,760	8.17×10^6	8,080
S. mutans	26.25×10^4	11,200	13.99×10^4	8,950	20.12×10^4	10,075

ตารางที่ 17 ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น (กลุ่มควบคุมบวก) หน่วย $\times 10^{-6}$ CFU/มิลลิลิตร

ชนิดเชื้อแบคทีเรีย	ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่หลังล้างคลองรากฟันด้วยน้ำกลั่น (หน่วย $\times 10^{-6}$ CFU/มิลลิลิตร)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
E. feacalis	585.36	460.91	523.00
A. viscosus	981.00	1,003.00	992.00
S. mutans	42,666.67	63,974.27	53,320.00

ตารางที่ 18 ปริมาณเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟัน(หน่วย CFU/มิลลิลิตร) ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ และประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis*

ลำดับที่	ชนิดน้ำยา	เวลาสัมผัส	ปริมาณเชื้อก่อนล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อหลังล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อทีเหลืออยู่ ($x10^{-6}$)	ปสภ. การต้านเชื้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D
1	0.12% CHX	10s	31,050,000	1,340	43.16	8.25	8.93	1.28
2	0.12% CHX	10s	260,000,000	14,150	54.42	10.41		
3	0.12% CHX	10s	160,000,000	6,800	42.50	8.13		
4	0.2% CHX	10s	19,350,000	870	44.96	8.60	8.70	.93
5	0.2% CHX	10s	10,250,000	420	40.98	7.83		
6	0.2% CHX	10s	23,700,000	1,200	50.63	9.68		
7	2% CHX	10s	42,000,000	1,850	44.05	8.42	8.23	1.78
8	2% CHX	10s	130,700,000	4,350	33.28	6.36		
9	2% CHX	10s	49,700,000	2,575	51.81	9.91		
10	2.5%NaOCl	10s	72,700,000	3,150	43.33	8.28	9.02	1.11
11	2.5%NaOCl	10s	52,750,000	2,340	44.36	8.48		
12	2.5%NaOCl	10s	58,800,000	3,165	53.83	10.29		
13	0.12% CHX	30s	109,000,000	3,260	29.91	5.72	4.72	0.89
14	0.12% CHX	30s	57,900,000	1,340	23.14	4.43		
15	0.12% CHX	30s	87,600,000	1,840	21.00	4.02		
16	0.2% CHX	30s	46,250,000	410	8.86	1.70	2.14	0.57
17	0.2% CHX	30s	105,500,000	1,535	14.55	2.78		
18	0.2% CHX	30s	54,250,000	550	10.14	1.94		
19	2% CHX	30s	41,950,000	535	12.75	2.44	1.95	0.78
20	2% CHX	30s	380,000,000	2,075	5.46	1.04		
21	2% CHX	30s	158,850,000	1,955	12.31	2.35		
22	2.5%NaOCl	30s	86,700,000	1,850	21.34	4.08	5.13	0.92
23	2.5%NaOCl	30s	59,100,000	1,785	30.20	5.77		
24	2.5%NaOCl	30s	78,050,000	2,265	29.02	5.55		
25	0.12% CHX	1min	29,600,000	220	7.43	1.42	1.11	0.32
26	0.12% CHX	1min	76,900,000	450	5.85	1.12		
27	0.12% CHX	1min	55,000,000	225	4.09	0.78		
28	0.2% CHX	1min	29,100,000	60	2.06	0.39	0.31	0.21
29	0.2% CHX	1min	37,000,000	15	0.41	0.08		
30	0.2% CHX	1min	32,400,000	80	2.47	0.47		

ลำดับที่	ชนิดน้ำยา	เวลาสัมผัส	ปริมาณเชื้อก่อนล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อหลังล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ ($x10^{-6}$)	ปสภ.การต้านเชื้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D
31	2% CHX	1min	38,500,000	65	1.69	0.32	0.11	0.18
32	2% CHX	1min	116,150,000	0	0	0		
33	2% CHX	1min	131,000,000	15	0.11	0.02		
34	2.5%NaOCl	1min	77,500,000	435	5.61	1.07	1.13	0.21
35	2.5%NaOCl	1min	59,100,000	420	7.11	1.36		
36	2.5%NaOCl	1min	66,350,000	330	4.97	0.95		
37	0.12% CHX	5min	12,150,000	10	0.82	0.16	0.14	0.13
38	0.12% CHX	5min	14,650,000	20	1.37	0.26		
39	0.12% CHX	5min	16,600,000	0	0	0		
40	0.2% CHX	5min	23,550,000	5	0.21	0.04	0.07	0.04
41	0.2% CHX	5min	31,050,000	10	0.32	0.06		
42	0.2% CHX	5min	34,700,000	20	0.58	0.11		
43	2% CHX	5min	73,100,000	0	0	0	0.04	0.04
44	2% CHX	5min	13,750,000	5	0.36	0.07		
45	2% CHX	5min	43,200,000	10	0.23	0.04		
46	2.5%NaOCl	5min	167,100,000	0	0	0	0.11	0.13
47	2.5%NaOCl	5min	25,650,000	10	0.39	0.07		
48	2.5%NaOCl	5min	15,300,000	20	1.31	0.25		
49	+ve		28,000,000	16,390	585.36			
50	+ve		44,000,000	20,280	460.91			
51	-ve		0	0	0			
52	-ve		0	0	0			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ปริมาณเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟัน (หน่วย CFU/มิลลิลิตร) ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ และประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus*

ลำดับที่	ชนิดน้ำยา	เวลาสัมผัส	ปริมาณเชื้อก่อนล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อหลังล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ ($x10^{-6}$)	ปสภ.การต้านเชื้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D
53	0.12% CHX	10s	2,500,000	540.00	216.00	21.77	18.43	3.72
54	0.12% CHX	10s	1,320,000	250.00	189.39	19.09		
55	0.12% CHX	10s	5,800,000	830.00	143.10	14.43		
56	0.2% CHX	10s	3,550,000	510.00	143.66	14.48	14.65	2.92
57	0.2% CHX	10s	3,600,000	630.00	175.00	17.64		
58	0.2% CHX	10s	14,250,000	1,670.00	117.19	11.81		
59	2% CHX	10s	12,500,000	1,220.00	97.60	9.84	10.71	2.30
60	2% CHX	10s	26,150,000	3,455.00	132.12	13.32		
61	2% CHX	10s	26,150,000	2,330.00	89.10	8.98		
62	2.5%NaOCl	10s	17,700,000	2,605.00	147.18	14.84	13.44	1.76
63	2.5%NaOCl	10s	14,200,000	1,615.00	113.73	11.46		
64	2.5%NaOCl	10s	12,650,000	1,760.00	139.13	14.03		
65	0.12% CHX	30s	48,160,000	2,860.00	59.39	5.99	7.65	1.46
66	0.12% CHX	30s	14,700,000	1,205.00	81.97	8.26		
67	0.12% CHX	30s	2,025,000	175.00	86.42	8.71		
68	0.2% CHX	30s	18,300,000	735.00	40.16	4.05	3.82	1.09
69	0.2% CHX	30s	20,300,000	530.00	26.11	2.63		
70	0.2% CHX	30s	4,750,000	225.00	47.37	4.78		
71	2% CHX	30s	15,600,000	260.00	16.67	1.68	2.31	0.58
72	2% CHX	30s	17,700,000	425.00	24.01	2.42		
73	2% CHX	30s	88,400,000	2,485.00	28.11	2.83		
74	2.5%NaOCl	30s	8,000,000	320.00	40.00	4.03	3.13	0.79
75	2.5%NaOCl	30s	10,400,000	290.00	27.88	2.81		
76	2.5%NaOCl	30s	12,300,000	310.00	25.20	2.54		
77	0.12% CHX	1min	11,600,000	307.00	26.47	2.67	2.45	0.69
78	0.12% CHX	1min	14,400,000	430.00	29.86	3.01		
79	0.12% CHX	1min	12,000,000	200.00	16.67	1.68		
80	0.2% CHX	1min	26,300,000	360.00	13.69	1.38	1.67	0.29
81	0.2% CHX	1min	13,150,000	255.00	19.39	1.95		
82	0.2% CHX	1min	13,500,000	225.00	16.67	1.68		

ลำดับที่	ชนิดน้ำยา	เวลาสัมผัส	ปริมาณเชื้อก่อนล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อหลังล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ ($x10^{-6}$)	ปสภ.การต้านเชื้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D
83	2% CHX	1min	10,400,000	125.00	12.02	1.21	1.47	0.38
84	2% CHX	1min	12,900,000	165.00	12.79	1.29		
85	2% CHX	1min	18,500,000	350.00	18.92	1.91		
86	2.5%NaOCl	1min	23,700,000	365.00	15.40	1.55	1.59	0.21
87	2.5%NaOCl	1min	20,800,000	290.00	13.94	1.41		
88	2.5%NaOCl	1min	45,700,000	825.00	18.05	1.82		
89	0.12% CHX	5min	3,650,000	25.00	6.85	0.69	0.30	0.35
90	0.12% CHX	5min	9,350,000	20.00	2.14	0.22		
91	0.12% CHX	5min	2,500,000	0	0	0		
92	0.2% CHX	5min	4,200,000	15.00	3.57	0.36	0.17	0.18
93	0.2% CHX	5min	6,450,000	10.00	1.55	0.16		
94	0.2% CHX	5min	27,750,000	0	0	0		
95	2% CHX	5min	8,800,000	10.00	1.14	0.11	0.08	0.07
96	2% CHX	5min	3,150,000	0	0	0		
97	2% CHX	5min	7,350,000	10.00	1.36	0.14		
98	2.5%NaOCl	5min	7,350,000	10.00	1.36	0.14	0.06	0.07
99	2.5%NaOCl	5min	18,550,000	0	0	0		
100	2.5%NaOCl	5min	10,240,000	5.00	0.49	0.05		
101	+ve		10,600,000	10,400	981			
102	+ve		5,740,000	5,760	1,003			
103	-ve		0	0	0			
104	-ve		0	0	0			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 20 ปริมาณเชื้อก่อนและหลังล้างคลองรากฟัน (หน่วย CFU/มิลลิลิตร) ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ และประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans*

ลำดับที่	ชนิดน้ำยา	เวลาสัมผัส	ปริมาณเชื้อก่อนล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อหลังล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ ($x10^{-6}$)	ปสภ.การต้านเชื้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D
105	0.12% CHX	10s	236,750	2,095	8,849	16.60	15.00	3.59
106	0.12% CHX	10s	245,250	2,290	9,337	17.51		
107	0.12% CHX	10s	333,550	1,935	5,801	10.88		
108	0.2% CHX	10s	159,750	1,150	7,199	13.50	10.48	2.70
109	0.2% CHX	10s	200,500	1,030	5,137	9.63		
110	0.2% CHX	10s	294,000	1,300	4,422	8.29		
111	2% CHX	10s	166,600	505	3,031	5.68	6.55	0.83
112	2% CHX	10s	270,500	1,060	3,919	7.35		
113	2% CHX	10s	153,200	540	3,525	6.61		
114	2.5%NaOCl	10s	269,700	1,210	4,486	8.41	8.32	0.69
115	2.5%NaOCl	10s	158,900	760	4,783	8.97		
116	2.5%NaOCl	10s	236,000	955	4,047	7.59		
117	0.12% CHX	30s	164,900	680	4,124	7.73	7.67	1.06
118	0.12% CHX	30s	133,650	620	4,639	8.70		
119	0.12% CHX	30s	203,500	715	3,514	6.59		
120	0.2% CHX	30s	231,000	365	1,580	2.96	2.52	0.42
121	0.2% CHX	30s	159,500	210	1,317	2.47		
122	0.2% CHX	30s	176,500	200	1,133	2.13		
123	2% CHX	30s	115,500	80	693	1.30	1.12	0.27
124	2% CHX	30s	181,700	120	660	1.24		
125	2% CHX	30s	127,600	55	431	0.81		
126	2.5%NaOCl	30s	124,500	120	964	1.81	1.93	0.40
127	2.5%NaOCl	30s	157,700	200	1,268	2.38		
128	2.5%NaOCl	30s	87,250	75	860	1.61		
129	0.12% CHX	1min	250,000	80	320	0.60	0.90	0.26
130	0.12% CHX	1min	331,500	180	543	1.02		
131	0.12% CHX	1min	184,000	105	571	1.07		
132	0.2% CHX	1min	92,300	40	433	0.81	0.68	0.12
133	0.2% CHX	1min	114,000	40	351	0.66		
134	0.2% CHX	1min	395,000	120	304	0.57		

ลำดับที่	ชนิดน้ำยา	เวลาสัมผัส	ปริมาณเชื้อก่อนล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อหลังล้าง (CFU/ml)	ปริมาณเชื้อที่เหลืออยู่ ($x10^{-6}$)	ปสภ.การต้านเชื้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D
135	2% CHX	1min	155,000	25	161	0.30	0.44	0.12
136	2% CHX	1min	123,800	35	283	0.53		
137	2% CHX	1min	194,500	50	257	0.48		
138	2.5%NaOCl	1min	169,000	70	414	0.78	0.63	0.13
139	2.5%NaOCl	1min	248,800	80	322	0.60		
140	2.5%NaOCl	1min	183,000	50	273	0.51		
141	0.12% CHX	5min	150,700	20	133	0.25	0.11	0.13
142	0.12% CHX	5min	369,000	15	41	0.08		
143	0.12% CHX	5min	133,200	0	0	0		
144	0.2% CHX	5min	254,000	15	59	0.11	0.07	0.06
145	0.2% CHX	5min	180,500	10	55	0.10		
146	0.2% CHX	5min	387,000	0	0	0		
147	2% CHX	5min	178,000	10	56	0.11	0.05	0.05
148	2% CHX	5min	227,250	5	22	0.04		
149	2% CHX	5min	129,750	0	0	0		
150	2.5%NaOCl	5min	168,000	5	30	0.06	0.07	0.07
151	2.5%NaOCl	5min	131,000	10	76	0.14		
152	2.5%NaOCl	5min	164,350	0	0	0		
153	+ve		262,500	11,200	42,666.67			
154	+ve		139,900	8,950	63,974.27			
155	-ve		0	0	0			
156	-ve		0	0	0			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 การทดสอบการกระจายข้อมูลประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	irrigant	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
EFEAS	0.12% CHX 10s	.369	3	.	.789	3	.089
	0.2% CHX 10s	.211	3	.	.991	3	.816
	2% CHX 10s	.209	3	.	.991	3	.823
	2.5% NaCOl 10s	.353	3	.	.824	3	.173
	0.12% CHX 30s	.296	3	.	.918	3	.445
	0.2% CHX 30s	.304	3	.	.907	3	.407
	2% CHX 30s	.365	3	.	.798	3	.110
	2.5% NaCOl 30s	.342	3	.	.846	3	.229
	0.12% CHX 1 min	.183	3	.	.999	3	.931
	0.2% CHX 1 min	.312	3	.	.896	3	.373
	2% CHX 1min	.365	3	.	.797	3	.107
	2.5% NaCOl 1 min	.273	3	.	.946	3	.551
	0.12% CHX 5 min	.367	3	.	.794	3	.100
	0.2% CHX 5 min	.276	3	.	.942	3	.537
	2% CHX 5 min	.204	3	.	.993	3	.843
	2.5% NaCOl 5 min	.340	3	.	.848	3	.235

a. Lilliefors Significance Correction

ตารางที่ 22 การทดสอบการกระจายข้อมูลประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	irrigant	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
AVIS	0.12% CHX 10s	.237	3	.	.976	3	.705
	0.2% CHX 10s	.189	3	.	.998	3	.907
	2% CHX 10s	.315	3	.	.892	3	.359
	2.5% NaCOl 10s	.178	3	.	.999	3	.954
	0.12% CHX 30s	.328	3	.	.870	3	.296
	0.2% CHX 30s	.250	3	.	.967	3	.650
	2% CHX 30s	.242	3	.	.973	3	.686
	2.5% NaCOl 30s	.322	3	.	.881	3	.326
	0.12% CHX 1 min	.299	3	.	.915	3	.433
	0.2% CHX 1 min	.181	3	.	.999	3	.942
	2% CHX 1min	.347	3	.	.834	3	.200
	2.5% NaCOl 1 min	.249	3	.	.968	3	.654
	0.12% CHX 5 min	.260	3	.	.958	3	.606
	0.2% CHX 5 min	.196	3	.	.996	3	.878
	2% CHX 5 min	.308	3	.	.902	3	.391
	2.5% NaCOl 5 min	.241	3	.	.974	3	.688

a. Lilliefors Significance Correction

ตารางที่ 23 การทดสอบการกระจายข้อมูลประสิทธิภาพต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	irrigant	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
AVIS	0.12% CHX 10s	.237	3	.	.976	3	.705
	0.2% CHX 10s	.189	3	.	.998	3	.907
	2% CHX 10s	.315	3	.	.892	3	.359
	2.5% NaCOl 10s	.178	3	.	.999	3	.954
	0.12% CHX 30s	.328	3	.	.870	3	.296
	0.2% CHX 30s	.250	3	.	.967	3	.650
	2% CHX 30s	.242	3	.	.973	3	.686
	2.5% NaCOl 30s	.322	3	.	.881	3	.326
	0.12% CHX 1 min	.299	3	.	.915	3	.433
	0.2% CHX 1 min	.181	3	.	.999	3	.942
	2% CHX 1min	.347	3	.	.834	3	.200
	2.5% NaCOl 1 min	.249	3	.	.968	3	.654
	0.12% CHX 5 min	.260	3	.	.958	3	.606
	0.2% CHX 5 min	.196	3	.	.996	3	.878
	2% CHX 5 min	.308	3	.	.902	3	.391
	2.5% NaCOl 5 min	.241	3	.	.974	3	.688

a. Lilliefors Significance Correction

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10 วินาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.117	3	.372	.216	.883
Within Groups	13.828	8	1.728		
Total	14.945	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 10s	0.2% CHX 10s	.2267	1.07345	.997	-3.5225	3.9758
	2% CHX 10s	.7000	1.07345	.932	-3.0492	4.4492
	2.5% NaCOl 10s	-.0867	1.07345	1.000	-3.8358	3.6625
0.2% CHX 10s	0.12% CHX 10s	-.2267	1.07345	.997	-3.9758	3.5225
	2% CHX 10s	.4733	1.07345	.977	-3.2758	4.2225
	2.5% NaCOl 10s	-.3133	1.07345	.993	-4.0625	3.4358
2% CHX 10s	0.12% CHX 10s	-.7000	1.07345	.932	-4.4492	3.0492
	0.2% CHX 10s	-.4733	1.07345	.977	-4.2225	3.2758
	2.5% NaCOl 10s	-.7867	1.07345	.908	-4.5358	2.9625
2.5% NaCOl 10s	0.12% CHX 10s	.0867	1.07345	1.000	-3.6625	3.8358
	0.2% CHX 10s	.3133	1.07345	.993	-3.4358	4.0625
	2% CHX 10s	.7867	1.07345	.908	-2.9625	4.5358

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 25 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	25.309	3	8.436	13.146	.002
Within Groups	5.134	8	.642		
Total	30.442	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 30s	0.2% CHX 30s	2.5833*	.65408	.028	.2989	4.8678
	2% CHX 30s	2.7800*	.65408	.019	.4955	5.0645
	2.5% NaCOl 30s	-.4100	.65408	.939	-2.6945	1.8745
0.2% CHX 30s	0.12% CHX 30s	-2.5833*	.65408	.028	-4.8678	-.2989
	2% CHX 30s	.1967	.65408	.992	-2.0878	2.4811
	2.5% NaCOl 30s	-2.9933*	.65408	.013	-5.2778	-.7089
2% CHX 30s	0.12% CHX 30s	-2.7800*	.65408	.019	-5.0645	-.4955
	0.2% CHX 30s	-.1967	.65408	.992	-2.4811	2.0878
	2.5% NaCOl 30s	-3.1900*	.65408	.009	-5.4745	-.9055
2.5% NaCOl 30s	0.12% CHX 30s	.4100	.65408	.939	-1.8745	2.6945
	0.2% CHX 30s	2.9933*	.65408	.013	.7089	5.2778
	2% CHX 30s	3.1900*	.65408	.009	.9055	5.4745

*. The mean difference is significant at the .05 level.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 26 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 นาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.509	3	.836	15.099	.001
Within Groups	.443	8	.055		
Total	2.952	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 1 min	0.2% CHX 1 min	.7933*	.19215	.022	.1222	1.4644
	2% CHX 1min	.9933*	.19215	.006	.3222	1.6644
	2.5% NaCOl 1 min	-.0200	.19215	1.000	-.6911	.6511
0.2% CHX 1 min	0.12% CHX 1 min	-.7933*	.19215	.022	-1.4644	-.1222
	2% CHX 1min	.2000	.19215	.783	-.4711	.8711
	2.5% NaCOl 1 min	-.8133*	.19215	.019	-1.4844	-.1422
2% CHX 1min	0.12% CHX 1 min	-.9933*	.19215	.006	-1.6644	-.3222
	0.2% CHX 1 min	-.2000	.19215	.783	-.8711	.4711
	2.5% NaCOl 1 min	-1.0133*	.19215	.006	-1.6844	-.3422
2.5% NaCOl 1 min	0.12% CHX 1 min	.0200	.19215	1.000	-.6511	.6911
	0.2% CHX 1 min	.8133*	.19215	.019	.1422	1.4844
	2% CHX 1min	1.0133*	.19215	.006	.3422	1.6844

*. The mean difference is significant at the .05 level.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 27 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Enterococus faecalis* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.009	3	.003	.664	.597
Within Groups	.037	8	.005		
Total	.046	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00002

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 5 min	0.2% CHX 5 min	.0400	.05518	.910	-.1527	.2327
	2% CHX 5 min	.0733	.05518	.639	-.1194	.2660
	2.5% NaCOl 5 min	.0167	.05518	.992	-.1760	.2094
0.2% CHX 5 min	0.12% CHX 5 min	-.0400	.05518	.910	-.2327	.1527
	2% CHX 5 min	.0333	.05518	.945	-.1594	.2260
	2.5% NaCOl 5 min	-.0233	.05518	.980	-.2160	.1694
2% CHX 5 min	0.12% CHX 5 min	-.0733	.05518	.639	-.2660	.1194
	0.2% CHX 5 min	-.0333	.05518	.945	-.2260	.1594
	2.5% NaCOl 5 min	-.0567	.05518	.789	-.2494	.1360
2.5% NaCOl 5 min	0.12% CHX 5 min	-.0167	.05518	.992	-.2094	.1760
	0.2% CHX 5 min	.0233	.05518	.980	-.1694	.2160
	2% CHX 5 min	.0567	.05518	.789	-.1360	.2494

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 28 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10 วินาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	92.318	3	30.773	4.008	.052
Within Groups	61.416	8	7.677		
Total	153.734	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 10s	0.2% CHX 10s	3.7867	2.26230	.468	-4.1147	11.6881
	2% CHX 10s	7.7167	2.26230	.056	-.1847	15.6181
	2.5% NaCOl 10s	4.9867	2.26230	.260	-2.9147	12.8881
0.2% CHX 10s	0.12% CHX 10s	-3.7867	2.26230	.468	-11.6881	4.1147
	2% CHX 10s	3.9300	2.26230	.439	-3.9714	11.8314
	2.5% NaCOl 10s	1.2000	2.26230	.961	-6.7014	9.1014
2% CHX 10s	0.12% CHX 10s	-7.7167	2.26230	.056	-15.6181	.1847
	0.2% CHX 10s	-3.9300	2.26230	.439	-11.8314	3.9714
	2.5% NaCOl 10s	-2.7300	2.26230	.702	-10.6314	5.1714
2.5% NaCOl 10s	0.12% CHX 10s	-4.9867	2.26230	.260	-12.8881	2.9147
	0.2% CHX 10s	-1.2000	2.26230	.961	-9.1014	6.7014
	2% CHX 10s	2.7300	2.26230	.702	-5.1714	10.6314

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 29 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	50.373	3	16.791	15.653	.001
Within Groups	8.582	8	1.073		
Total	58.955	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 30s	0.2% CHX 30s	3.8333*	.84566	.013	.8797	6.7869
	2% CHX 30s	5.3433*	.84566	.002	2.3897	8.2969
	2.5% NaCOl 30s	4.5267*	.84566	.005	1.5731	7.4803
0.2% CHX 30s	0.12% CHX 30s	-3.8333*	.84566	.013	-6.7869	-.8797
	2% CHX 30s	1.5100	.84566	.417	-1.4436	4.4636
	2.5% NaCOl 30s	.6933	.84566	.877	-2.2603	3.6469
2% CHX 30s	0.12% CHX 30s	-5.3433*	.84566	.002	-8.2969	-2.3897
	0.2% CHX 30s	-1.5100	.84566	.417	-4.4636	1.4436
	2.5% NaCOl 30s	-.8167	.84566	.817	-3.7703	2.1369
2.5% NaCOl 30s	0.12% CHX 30s	-4.5267*	.84566	.005	-7.4803	-1.5731
	0.2% CHX 30s	-.6933	.84566	.877	-3.6469	2.2603
	2% CHX 30s	.8167	.84566	.817	-2.1369	3.7703

*. The mean difference is significant at the .05 level.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 30 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 นาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.786	3	.595	3.179	.085
Within Groups	1.498	8	.187		
Total	3.284	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 1 min	0.2% CHX 1 min	.7833	.35331	.256	-.4507	2.0173
	2% CHX 1min	.9833	.35331	.126	-.2507	2.2173
	2.5% NaCOl 1 min	.8600	.35331	.196	-.3740	2.0940
0.2% CHX 1 min	0.12% CHX 1 min	-.7833	.35331	.256	-2.0173	.4507
	2% CHX 1min	.2000	.35331	.954	-1.0340	1.4340
	2.5% NaCOl 1 min	.0767	.35331	.997	-1.1573	1.3107
2% CHX 1min	0.12% CHX 1 min	-.9833	.35331	.126	-2.2173	.2507
	0.2% CHX 1 min	-.2000	.35331	.954	-1.4340	1.0340
	2.5% NaCOl 1 min	-.1233	.35331	.988	-1.3573	1.1107
2.5% NaCOl 1 min	0.12% CHX 1 min	-.8600	.35331	.196	-2.0940	.3740
	0.2% CHX 1 min	-.0767	.35331	.997	-1.3107	1.1573
	2% CHX 1min	.1233	.35331	.988	-1.1107	1.3573

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 31 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Actinomyces viscosus* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.108	3	.036	.858	.501
Within Groups	.334	8	.042		
Total	.442	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 5 min	0.2% CHX 5 min	.1300	.16695	.892	-.4531	.7131
	2% CHX 5 min	.2200	.16695	.645	-.3631	.8031
	2.5% NaCOl 5 min	.2400	.16695	.584	-.3431	.8231
0.2% CHX 5 min	0.12% CHX 5 min	-.1300	.16695	.892	-.7131	.4531
	2% CHX 5 min	.0900	.16695	.960	-.4931	.6731
	2.5% NaCOl 5 min	.1100	.16695	.930	-.4731	.6931
2% CHX 5 min	0.12% CHX 5 min	-.2200	.16695	.645	-.8031	.3631
	0.2% CHX 5 min	-.0900	.16695	.960	-.6731	.4931
	2.5% NaCOl 5 min	.0200	.16695	1.000	-.5631	.6031
2.5% NaCOl 5 min	0.12% CHX 5 min	-.2400	.16695	.584	-.8231	.3431
	0.2% CHX 5 min	-.1100	.16695	.930	-.6931	.4731
	2% CHX 5 min	-.0200	.16695	1.000	-.6031	.5631

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 32 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 10 วินาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	119.696	3	39.899	7.451	.011
Within Groups	42.837	8	5.355		
Total	162.533	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 10s	0.2% CHX 10s	4.5233	1.88938	.206	-2.0756	11.1223
	2% CHX 10s	8.4500*	1.88938	.014	1.8511	15.0489
	2.5% NaCOl 10s	6.6733*	1.88938	.048	.0744	13.2723
0.2% CHX 10s	0.12% CHX 10s	-4.5233	1.88938	.206	-11.1223	2.0756
	2% CHX 10s	3.9267	1.88938	.302	-2.6723	10.5256
	2.5% NaCOl 10s	2.1500	1.88938	.736	-4.4489	8.7489
2% CHX 10s	0.12% CHX 10s	-8.4500*	1.88938	.014	-15.0489	-1.8511
	0.2% CHX 10s	-3.9267	1.88938	.302	-10.5256	2.6723
	2.5% NaCOl 10s	-1.7767	1.88938	.828	-8.3756	4.8223
2.5% NaCOl 10s	0.12% CHX 10s	-6.6733*	1.88938	.048	-13.2723	-.0744
	0.2% CHX 10s	-2.1500	1.88938	.736	-8.7489	4.4489
	2% CHX 10s	1.7767	1.88938	.828	-4.8223	8.3756

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 30 วินาที

ANOVA

VAR00002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	78.887	3	26.296	68.855	.000
Within Groups	3.055	8	.382		
Total	81.942	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: VAR00002

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 30s	0.2% CHX 30s	5.1533*	.50458	.000	3.3910	6.9156
	2% CHX 30s	6.5400*	.50458	.000	4.7777	8.3023
	2.5% NaCOl 30s	5.7400*	.50458	.000	3.9777	7.5023
0.2% CHX 30s	0.12% CHX 30s	-5.1533*	.50458	.000	-6.9156	-3.3910
	2% CHX 30s	1.3867	.50458	.132	-.3756	3.1490
	2.5% NaCOl 30s	.5867	.50458	.724	-1.1756	2.3490
2% CHX 30s	0.12% CHX 30s	-6.5400*	.50458	.000	-8.3023	-4.7777
	0.2% CHX 30s	-1.3867	.50458	.132	-3.1490	.3756
	2.5% NaCOl 30s	-.8000	.50458	.510	-2.5623	.9623
2.5% NaCOl 30s	0.12% CHX 30s	-5.7400*	.50458	.000	-7.5023	-3.9777
	0.2% CHX 30s	-.5867	.50458	.724	-2.3490	1.1756
	2% CHX 30s	.8000	.50458	.510	-.9623	2.5623

*. The mean difference is significant at the .05 level.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 34 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 1 นาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.322	3	.107	3.733	.061
Within Groups	.230	8	.029		
Total	.551	11			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 1 min	0.2% CHX 1 min	.2167	.13836	.520	-.2666	.6999
	2% CHX 1min	.4600	.13836	.062	-.0233	.9433
	2.5% NaCOl 1 min	.2667	.13836	.358	-.2166	.7499
0.2% CHX 1 min	0.12% CHX 1 min	-.2167	.13836	.520	-.6999	.2666
	2% CHX 1min	.2433	.13836	.429	-.2399	.7266
	2.5% NaCOl 1 min	.0500	.13836	.987	-.4333	.5333
2% CHX 1min	0.12% CHX 1 min	-.4600	.13836	.062	-.9433	.0233
	0.2% CHX 1 min	-.2433	.13836	.429	-.7266	.2399
	2.5% NaCOl 1 min	-.1933	.13836	.604	-.6766	.2899
2.5% NaCOl 1 min	0.12% CHX 1 min	-.2667	.13836	.358	-.7499	.2166
	0.2% CHX 1 min	-.0500	.13836	.987	-.5333	.4333
	2% CHX 1min	.1933	.13836	.604	-.2899	.6766

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 เปรียบเทียบความแตกต่างประสิทธิภาพการต้านเชื้อ *Streptococcus mutans* ของน้ำยาล้างคลองรากฟันที่ทดสอบ เมื่อน้ำยาสัมผัสในคลองรากฟันนาน 5 นาที

ANOVA

PERCENT

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.003	3	.001	.125	.943
Within Groups	.074	8	.009		
Total	.078	11			

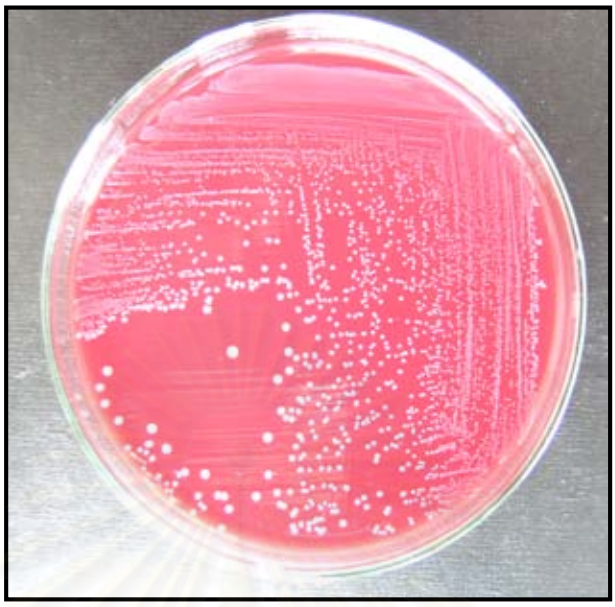
Multiple Comparisons

Dependent Variable: PERCENT

Scheffe

(I) irrigant	(J) irrigant	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0.12% CHX 5 min	0.2% CHX 5 min	.0167	.07874	.997	-.2583	.2917
	2% CHX 5 min	.0433	.07874	.957	-.2317	.3183
	2.5% NaCOl 5 min	.0367	.07874	.973	-.2383	.3117
0.2% CHX 5 min	0.12% CHX 5 min	-.0167	.07874	.997	-.2917	.2583
	2% CHX 5 min	.0267	.07874	.989	-.2483	.3017
	2.5% NaCOl 5 min	.0200	.07874	.995	-.2550	.2950
2% CHX 5 min	0.12% CHX 5 min	-.0433	.07874	.957	-.3183	.2317
	0.2% CHX 5 min	-.0267	.07874	.989	-.3017	.2483
	2.5% NaCOl 5 min	-.0067	.07874	1.000	-.2817	.2683
2.5% NaCOl 5 min	0.12% CHX 5 min	-.0367	.07874	.973	-.3117	.2383
	0.2% CHX 5 min	-.0200	.07874	.995	-.2950	.2550
	2% CHX 5 min	.0067	.07874	1.000	-.2683	.2817

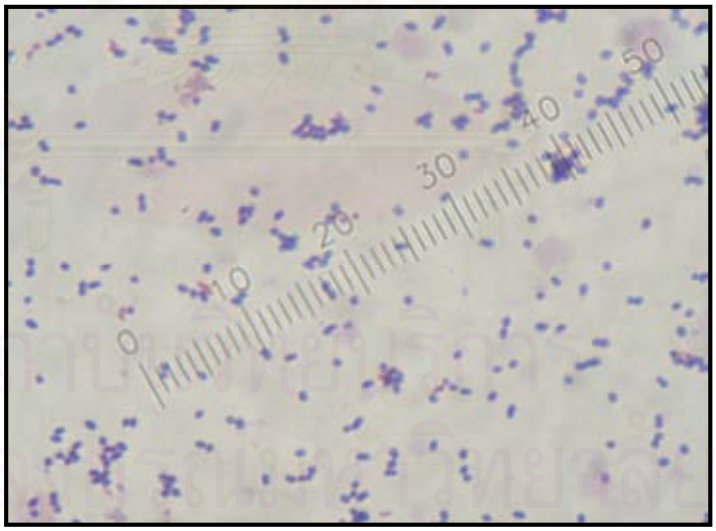
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



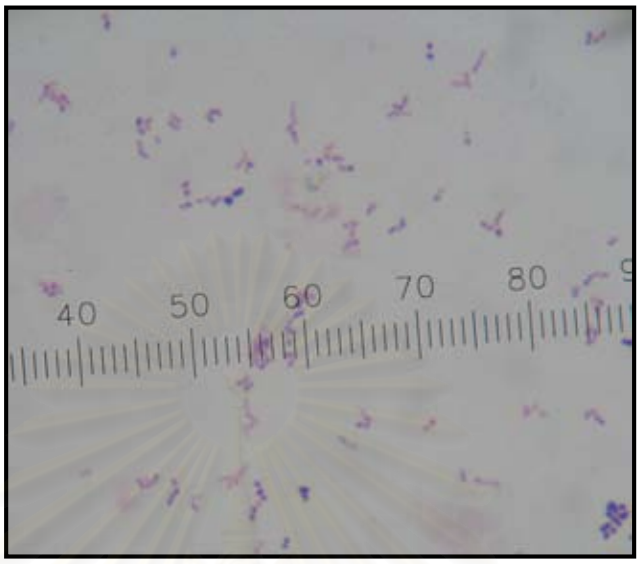
ภาพที่ 14 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Enterococcus faecalis*

ภาพที่ 15 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Actinomyces viscosus*

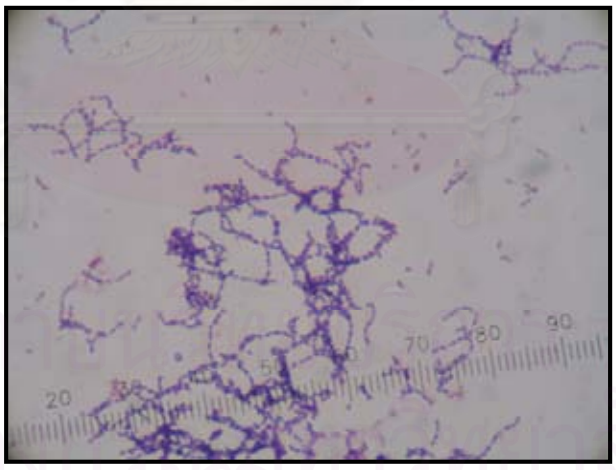
ภาพที่ 16 แสดงลักษณะโคโลนีของเชื้อ *Streptococcus mutans*



ภาพที่ 17 แสดงลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Enterococcus faecalis* จากการย้อมกรัม เมื่อดูด้วยกล้องกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า



ภาพที่ 18 แสดงลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Actinomyces viscosus* จากการย้อมกรัม เมื่อดูด้วยกล้องกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า



ภาพที่ 19 แสดงลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Streptococcus mutan* จากการย้อมกรัม เมื่อดูด้วยกล้องกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกิติยา สุขประเสริฐ เกิดวันที่ 29 กรกฎาคม 2520 ที่เขตพระโขนง จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาทันตแพทยศาสตร์บัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545 หลังจากจบการศึกษาในปีการศึกษา 2545 ได้รับการบรรจุในตำแหน่งทันตแพทย์ 4 ณ ฝ่ายทันตสาธารณสุข โรงพยาบาลเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี ในปี พ.ศ. 2546 ลาออกจากพนักงานของรัฐสังกัดกระทรวงสาธารณสุข และเข้ารับราชการในสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย กระทรวงศึกษาธิการ ปฏิบัติงานต่อ ณ ฝ่ายทันตกรรม โรงพยาบาลศูนย์การแพทย์สมเด็จพระเทพฯ จังหวัดนครนายก ในตำแหน่งทันตแพทย์ 4 ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2546 – 2547 และในปี พ.ศ. 2547 ได้รับการอนุมัติให้ลาศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาเอ็นโดดอนต์ ณ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย