ความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในผู้ป่วยจัดฟันไทยกลุ่มหนึ่งซึ่งได้รับการรักษาด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น

นางสาวหทัยชนก เจริญพงศ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE RELATIONSHIP BETWEEN VOLATILE SULFUR COMPOUNDS AND ANAEROBIC BACTERIA IN A GROUP OF THAI ORTHODONTIC PATIENTS TREATED WITH FIXED APPLIANCES

Miss Hataichanok Charoenpong

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Orthodontics
Department of Orthodontics
Faculty of Dentistry
Chulalongkorn University
Academic year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในผู้ป่วยจัดฟันไทยกลุ่มหนึ่งซึ่งได้รับการรักษาด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น
โดย	นางสาวหทัยชนก เจริญพงศ์
สาขาวิชา	ทันตกรรมจัดฟัน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง จินตนา ศิริชุมพันธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. สุคนธา เจริญวิทย์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ฐิติมา ภู่ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ปิยารัตน์ อภิวัฒนกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง จินตนา ศิริชุมพันธ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. สุคนธา เจริญวิทย์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ทศพล ปิยะปัทมินทร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. อรนาฏ มาตังคสมบัติ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หทัยชนก เจริญพงศ์ : ความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ ในผู้ป่วยจัดฟันไทยกลุ่มหนึ่งซึ่งได้รับการรักษาด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น. (THE RELATIONSHIP BETWEEN VOLATILE SULFUR COMPOUNDS AND ANAEROBIC BACTERIA IN A GROUP OF THAI ORTHODONTIC PATIENTS TREATED WITH FIXED APPLIANCES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ทญ. จินตนา ศิริชุมพันธ์, อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รศ.ทญ.ดร. สุคนธา เจริญวิทย์ 111 หน้า.

วัตถุประสงค์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในผู้ป่วยจัดฟันไทย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

วัสดุและวิธีการ ศึกษาในผู้ป่วยไทยที่มารับบริการจากคลินิกภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 46 ราย (เพศชาย 16 ราย เพศหญิง 30 ราย อายุเฉลี่ย 18.5±5.3 ปี) โดยเก็บข้อมูล 2 ครั้ง คือ ก่อนติดเครื่องมือและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นไปแล้ว 4.5±0.7 เดือน การเก็บข้อมูลแต่ละครั้งประกอบด้วย การวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในช่องปาก ซึ่งได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ ด้วยเครื่องตรวจวัดกลิ่นปากยี่ห้อออรัลโครมา และการเก็บคราบจุลินทรีย์เหนือเหงือกและใต้เหงือกของผู้ป่วยไปตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ได้แก่ *Prevotella intermedia* (P.i.), *Porphyromonas gingivalis* (P.g.), *Fusobacterium nucleatum* (F.n.), *Tannerella forsythia* (T.f.) และ *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (A.a.) ด้วยวิธีพีซีอาร์

ผลการศึกษา ภายหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น พบว่า ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์และไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวม มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .019 และ .024 ตามลำดับ) ในขณะที่ไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมทิลเมอแคปแทนมีค่าสูงขึ้น แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความชุกของ A.a. เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .031) ในขณะที่ความชุกของ F.n. และ T.f. เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มี F.n. ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น พบว่า ระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการติดเครื่องมือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .018) ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบผู้ป่วยที่มีและไม่มี A.a. ก่อนและหลังการติดเครื่องมือ พบว่า ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการติดเครื่องมือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .036) อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ยังไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับการพบแบคทีเรียไม่ใช้อากาศทั้ง 5 ชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

สรุป หลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์และไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมเพิ่มขึ้น ความชุกของ A.a. เพิ่มขึ้น F.n. และ A.a. มีผลต่อระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์และไดเมทิลซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการติดเครื่องมือตามลำดับ ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับการพบแบคทีเรียไม่ใช้อากาศทั้ง 5 ชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือ

ภาควิชา...ทันตกรรมจัดฟัน...ลายมือชื่อนิสิต.....หทัยชนก เจริญพงศ์.....

สาขาวิชา..ทันตกรรมจัดฟัน..ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2550.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

497 61356 32 : MAJOR ORTHODONTICS

KEY WORD: ANAEROBIC BACTERIA / FIXED APPLIANCES / PCR / THAI ORTHODONTIC PATIENTS / VOLATILE SULFUR COMPOUNDS

HATAICHANOK CHAROENPONG : THE RELATIONSHIP BETWEEN VOLATILE SULFUR COMPOUNDS AND ANAEROBIC BACTERIA IN A GROUP OF THAI ORTHODONTIC PATIENTS TREATED WITH FIXED APPLIANCES. THESIS PRINCIPLE ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR CHINTANA SIRICHOMPUN, THESIS COADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR SUCONTA CHAREONVIT, Ph.D., 111 pp.

Objective To study the relationship between concentration levels of volatile sulfur compounds (VSC) and the presence of anaerobic bacteria in Thai orthodontic patients, before and after placement of fixed orthodontic appliances

Materials and methods Subjects included 46 orthodontic patients (16 males and 30 females with a mean age of 18.5±5.3 years). Data collection was performed before and 4.5±0.7 months after placement of fixed orthodontic appliances. At each time, the concentration levels of VSC in subjects including hydrogen sulfide, methyl mercaptan and dimethyl sulfide were measured by a halitosis-measuring device named OralChroma™. Supragingival and subgingival plaque samples were then collected from each subject for detection of 5 species of anaerobic bacteria, *Prevotella intermedia* (P.i.), *Porphyromonas gingivalis* (P.g.), *Fusobacterium nucleatum* (F.n.), *Tannerella forsythia* (T.f.) and *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (A.a.), by PCR.

Results After placement of fixed orthodontic appliances, the concentration levels of dimethyl sulfide and total VSC increased significantly (p = .019 and .024 respectively). The concentration levels of hydrogen sulfide and methyl mercaptan also increased but no significant difference was found. The prevalence of A.a. increased significantly (p = .031) after placement of the appliances, while the prevalence of F.n. and T.f. increased with no statistically significant difference. Changes in concentration levels of hydrogen sulfide after placement of fixed orthodontic appliances were significantly different between subjects with and without F.n. (p = .018), whereas changes in concentration levels of dimethyl sulfide after placement of the appliances were significantly different between those with and without A.a. (p = .036). However, this study did not find any significant association between the concentration levels of VSC and the presence of 5 species of anaerobic bacteria before and after placement of fixed orthodontic appliances.

Conclusions After placement of fixed orthodontic appliances, the concentration levels of dimethyl sulfide and total VSC, as well as the prevalence of A.a., increased. F.n. and A.a. may affect the changes in the concentration levels of hydrogen sulfide and dimethyl sulfide, respectively, after placement of the appliances. No significant association was found between the concentration levels of VSC and the presence of 5 species of anaerobic bacteria before and after placement of the appliances.

Department: .....Orthodontics.....Student's signature: ...Hataichanok Charoenpong

Field of study: .....Orthodontics.....Principle advisor's signature: .....Chintana Sirichomp

Academic year: .....2007.....Co-advisor's signature: .....Suconta Chareonvit

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความสนับสนุนจากคณาจารย์ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2551 ของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมทั้งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากผู้ป่วยและทันตแพทย์ผู้ให้การรักษาผู้ป่วยแต่ละราย ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งนางสาวสุรีรัตน์ เหลืองวรคุณ ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่างๆ รวมถึงให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในระหว่างทำการวิจัย อีกทั้งขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และผู้ช่วยทันตแพทย์ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยในคลินิก

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมแบคทีเรียกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ให้คำปรึกษาด้านสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญภาพ.....ฎ

บทที่ 1 บทนำ.....1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

คำถามการวิจัย.....3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....4

สมมติฐานของการวิจัย.....4

ขอบเขตของการวิจัย.....5

ข้อตกลงเบื้องต้น.....6

ข้อจำกัดของการวิจัย.....6

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....7

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....8

วิธีดำเนินการวิจัย.....8

ลำดับขั้นตอนในการวิจัย.....9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....10

ภาวะกลิ่นปากเหม็น.....10

ก๊าซที่ส่งผลให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น.....13

วิธีประเมินภาวะกลิ่นปากเหม็น.....14

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์.....18

แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น.....20

แบคทีเรียในผู้ป่วยจัดฟัน.....23

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณแบคทีเรียในผู้ป่วยจัดฟัน.....26

วิธีการตรวจแบคทีเรียในคราบจุลินทรีย์.....28

การตรวจด้วยวิธีส่องกล้อง.....28

การตรวจด้วยวิธีเพาะเชื้อ.....28
การตรวจด้วยวิธีทางวิทยาอิมมูนหรือการตรวจด้วยสารภูมิต้านทาน.....29
การตรวจด้วยวิธีดีเอ็นเอโพรบหรือดีเอ็นเอไฮบริไดเซชัน.....30
พอลิเมอร์เรสเซนรีแอกชันหรือพีซีอาร์.....31
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....37
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....37
เกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....37
การสังเกตและการวัด.....38
ตัวแปรในการวิจัย.....38
การแทรกแซง.....38
ระดับของการวัดผล.....39
เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปร.....39
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....41
เวลาในการเก็บข้อมูล.....41
ข้อมูลที่เก็บ.....44
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา.....44
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์.....44
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บคราบจุลินทรีย์.....45
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในขบวนการพีซีอาร์.....46
วิธีวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์.....46
วิธีตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ในคราบจุลินทรีย์.....47
การเก็บคราบจุลินทรีย์.....47
เชื้อสายพันธุ์ที่ใช้เป็นกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ.....48
การสกัดดีเอ็นเอของแบคทีเรียจากคราบจุลินทรีย์ของผู้ป่วย และจากกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ.....48
การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของแบคทีเรียที่ต้องการศึกษาด้วยวิธีพีซีอาร์.....49
การทำอิเล็กทรอฟอรีซิส.....50
การวิเคราะห์ข้อมูล.....51

บทที่ 4 ผลการศึกษา.....52
การเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์
ในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น.....52
การเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด
ในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น.....55
การเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนไป ในผู้ป่วย
ที่มีและไม่มีแบคทีเรียแต่ละชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น.....59
การหาความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์
กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด.....65
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการศึกษา.....67
การควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรในการวิจัย.....67
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์.....67
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณแบคทีเรียในผู้ป่วยจัดฟัน.....68
การเก็บข้อมูล.....69
การวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์.....69
การเก็บคราบจุลินทรีย์.....69
การตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในคราบจุลินทรีย์ด้วยวิธีพีซีอาร์.....70
ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์.....71
ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ.....72
ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป
ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิด.....74
ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับ
แบคทีเรียไม่ใช้อากาศ.....75
ข้อเสนอแนะ.....76
สรุปผลการศึกษา.....77
รายการอ้างอิง.....78
ภาคผนวก ก.....89
ภาคผนวก ข.....110
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....111

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1 แสดงลำดับขั้นตอนในการวิจัย ……..……...9

ตารางที่ 2 แสดงการจำแนกภาวะกลิ่นปากเหม็นและระดับของการรักษาที่ผู้ป่วยควรได้รับ.…....11

ตารางที่ 3 แสดงลำดับเบสของไพรเมอร์ที่ใช้ในขบวนการพีซีอาร์ ……....49

ตารางที่ 4 แสดงระยะเวลาเฉลี่ยในขั้นตอนต่างๆ ของการวิจัย ……..…...52

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ในหน่วยส่วนในพันล้านส่วนในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟัน ชนิดติดแน่น.. ……..…..53

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ในหน่วยนาโนกรัม/10 มิลลิลิตรในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟัน ชนิดติดแน่น.....54

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศจำนวน 5 ชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ……..……..59

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยน แปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *P. gingivalis* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟัน ชนิดติดแน่น ……..……61

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยน แปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *F. nucleatum* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟัน ชนิดติดแน่น……..……62

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยน แปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *T. forsythia* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟัน ชนิดติดแน่น ……..63

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยน แปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *A. actinomycetemcomitans* ก่อนและหลัง การติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น .....……...64

ตารางที่ 12 แสดงค่าพีจากการทดสอบไคสแควร์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการมีความเข้มข้น ของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูงกว่า 125 ส่วนในพันล้านส่วน กับการพบ แบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิดในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟัน ชนิดติดแน่น……..……...66

สารบัญภาพ

รูปภาพประกอบ หน้า
รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของ ก. ซิสเทอีน และ ข. เมตไทโอนีน……..……..……12
รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นจากสาเหตุในช่องปาก……...…13
รูปที่ 3 แสดงเครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์…....16
รูปที่ 4 แสดงหลักการทำงานของเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์ และเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่ใช้อินเดียมออกไซด์เป็นเซมิคอนดักเตอร์ ก๊าซเซนเซอร์….....18
รูปที่ 5 แสดงวงจรของพีซีอาร์……....33
รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งที่จับของไพรเมอร์กับสายดีเอ็นเอทั้งสองสายและบริเวณที่ต้องการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ....34
รูปที่ 7 แสดงหลักการของพีซีอาร์.....35
รูปที่ 8 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย..…....36
รูปที่ 9 แสดงเครื่องออรัลโครมา.....39
รูปที่ 10 แสดงเครื่องเทอร์โมไซเคลอร์……..……..……..…40
รูปที่ 11 แสดงเครื่องอิเล็กทรอฟอรีซิส…….....40
รูปที่ 12 แสดงเจลดอกคิวเมนเทชัน…....41
รูปที่ 13 แสดงลำดับเวลาในการเก็บข้อมูล…....43
รูปที่ 14 แสดงหลอดดูดก๊าซที่ใช้ในการเก็บก๊าซจากช่องปาก…....44
รูปที่ 15 แสดงเข็มฉีดก๊าซที่ใช้ต่อกับปลายหลอดดูดก๊าซ……..……..……..……45
รูปที่ 16 แสดงรูปร่างของลวดที่ใช้ในการเก็บคราบจุลินทรีย์……....45
รูปที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในหน่วยส่วนในพันล้านส่วนในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น……...53
รูปที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในหน่วยนาโนกรัม/10 มิลลิลิตรในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น……55
รูปที่ 19 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์เพื่อตรวจหา *Prevotella intermedia* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟหลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส……..……....56

รูปที่ 20 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์เพื่อตรวจหา *Porphyromonas gingivalis* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส.....56
รูปที่ 21 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์เพื่อตรวจหา *Fusobacterium nucleatum* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส.....57
รูปที่ 22 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์เพื่อตรวจหา *Tannerella forsythia* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส.....57
รูปที่ 23 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์เพื่อตรวจหา *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส.....58
รูปที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศจำนวน 5 ชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น.....59
รูปที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *P. gingivalis* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น.....62
รูปที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *F. nucleatum* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น.....63
รูปที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *T. forsythia* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น.....64
รูปที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *A. actinomycetemcomitans* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น.....65

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นมีลักษณะเป็นแง่งเป็นมุม ซึ่งส่งเสริมให้เกิดการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์ ทำให้มีบริเวณที่ยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์ในช่องปากมากขึ้น และทำให้การทำความสะอาดช่องปากของผู้ป่วยทำได้ยากกว่าปกติ จึงมักพบว่าผู้ป่วยที่ติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นจะมีการสะสมของคราบจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น (Gwinnett และ Ceen, 1979; Huser, Baehni และ Lang, 1990; Naranjo และคณะ, 2006; Sukontapatipark และคณะ, 2001; Türkkahraman และคณะ, 2005) และมีปริมาณแบคทีเรียก่อโรค (pathogenic bacteria) ทั้งชนิดใช้อากาศและไม่ใช้อากาศ (aerobic, anaerobic) สูงขึ้น (Bloom และ Brown, 1964; Diamanti-Kipioti, Gusberti และ Lang, 1987) ส่งผลให้ผู้ป่วยมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุและโรคปริทันต์สูงขึ้น

มีการรายงานถึงอุบัติการณ์ที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 2-96 ของการลดแคลเซียม (decalcification) ที่เพิ่มขึ้นหลังจากติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ซึ่งแตกต่างกันตามเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน (Travess, Roberts-Harry และ Sandy, 2004) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโรคปริทันต์นั้นพบว่า เครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อปริทันต์เพิ่มมากขึ้น (Kloehn และ Pfeifer, 1974; Naranjo และคณะ, 2006; Türkkahraman และคณะ, 2005; Zachrisson, 1972) ซึ่งการอักเสบของเนื้อเยื่อปริทันต์นี้อาจหายได้หลังจากถอดเครื่องมือ (Alstad และ Zachrisson, 1979; Kloehn และ Pfeifer, 1974; Sallum และคณะ, 2004; Zachrisson, 1972) หรืออาจเกิดการสูญเสียอวัยวะปริทันต์อย่างถาวร (Zachrisson และ Alnaes, 1973) ดังนั้น ผู้ป่วยจัดฟันจึงต้องได้รับการดูแลอนามัยช่องปาก (oral hygiene) เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ความร่วมมือของผู้ป่วยจัดฟันในการทำความสะอาดช่องปากเป็นพิเศษจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง (Burkland, 1999; Schwaninger และ Vickers-Schwaninger, 1979) อย่างไรก็ตาม แม้ผู้ป่วยจะได้รับการเน้นถึงความสำคัญของอนามัยช่องปากและได้รับการสอนวิธีทำความสะอาดช่องปากอย่างถูกต้องเพื่อป้องกันโรคฟันผุและโรคปริทันต์แล้วก็ตาม แต่ปัญหาเหล่านี้ยังคงมีอยู่ (Hobson และ Clark, 1998; Sinclair และคณะ, 1987; Zimmer และ Rottwinkel, 2004) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่อทั้งผู้ป่วยและทันตแพทย์ โดย Skidmore และคณะ (2006) ได้พบว่าการมีอนามัยช่องปากไม่ดีเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อเวลาที่ใช้ในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

การที่ผู้ป่วยจะให้ความร่วมมือในการดูแลอนามัยช่องปาก ทันตแพทย์ต้องสร้างแรงจูงใจที่ดี (Clark, 1976) ผู้ป่วยจัดฟันส่วนใหญ่จะมีความสนใจในเรื่องความสวยงามภาพลักษณ์ และการเข้าสังคม โดย Klages และคณะ (2005) พบว่า กลุ่มคนที่ได้รับการจัดฟันมาก่อน จะเป็นผู้ที่มีความสนใจในรูปลักษณ์ของฟันและใบหน้ามากกว่ากลุ่มคนที่ไม่ได้รับการจัดฟัน Lew (1993) ได้ศึกษาในคนเอเชีย พบว่า แรงจูงใจให้ผู้ป่วยมารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้แก่ ความต้องการปรับปรุงฟันและใบหน้าให้สวยงามขึ้น และความต้องการเพิ่มความมั่นใจในตัวเอง โดยผู้ป่วยกว่าร้อยละ 70 เชื่อว่าหลังจากจัดฟันแล้วจะทำให้ได้รับการงานและชีวิตสังคมดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ McKiernan, McKiernan และ Jones (1992) ที่ได้พบว่า สิ่งที่ผู้ป่วยคาดหวังสองอันดับแรกว่าจะได้รับหลังการจัดฟันคือ การทำให้ดูดีขึ้นและความมั่นใจที่เพิ่มขึ้นในการเข้าสังคม

ภาวะกลิ่นปากเหม็น (halitosis) เป็นเรื่องที่ทำให้เกิดปัญหาทางด้านจิตใจและสังคมได้ โดยปัญหาเรื่องกลิ่นปากเหม็นนี้เป็นที่สนใจของคนจำนวนมาก ผลการสำรวจในกลุ่มนักธุรกิจเมืองโตเกียวแสดงให้เห็นว่า ผู้ที่ไม่พอใจในสุขภาพช่องปากของตนเองมีมากถึงร้อยละ 90 โดยร้อยละ 70 ได้กล่าวถึงปัญหาหลักของความไม่พอใจคือ ภาวะกลิ่นปากเหม็น (Saito และ Kawaguchi, 2002) จากการศึกษาทางวิทยาการระบาดของภาวะกลิ่นปากเหม็นในสวีเดน ฝรั่งเศส และญี่ปุ่น พบความชุกตั้งแต่ร้อยละ 2.4-28 ซึ่งแตกต่างกันตามเกณฑ์และวิธีการตรวจ กล่าวคือ หากข้อมูลได้มาจากการรายงานของตัวผู้ป่วยเองแล้ว จะพบความชุกสูงกว่าการตรวจด้วยเครื่องมือชนิดต่างๆ (Loesche และ Kazor, 2002) ในขณะที่การตรวจภาวะกลิ่นปากเหม็นด้วยเครื่องมือจะสามารถวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (volatile sulfur compounds, VSC) ในช่องปาก ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) เมทิลเมอแคปแทน (methyl mercaptan) และไดเมทิลซัลไฟด์ (dimethyl sulfide) ได้ผลเป็นตัวเลขที่ละเอียดถึงหลักหน่วย 1 ในพันล้านส่วน (part per billion, ppb)

ภาวะกลิ่นปากเหม็นที่มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในช่องปากพบมากถึงร้อยละ 80-90 (Murata และคณะ, 2002; Tangerman, 2002) จึงมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับอนามัยช่องปาก การติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นซึ่งทำให้ผู้ป่วยทำความสะอาดช่องปากได้ยากขึ้นและส่งผลให้การสะสมของแบคทีเรียเพิ่มขึ้น จึงอาจทำให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นได้หากผู้ป่วยดูแลอนามัยช่องปากไม่ดีพอ ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำภาวะกลิ่นปากเหม็นมาเป็นประเด็นในการจูงใจผู้ป่วยจัดฟันให้มีความสนใจในการดูแลรักษาอนามัยช่องปากมากขึ้น เพื่อพัฒนาสุขภาพช่องปากของตัวผู้ป่วยเอง นอกจากนี้ อาจใช้ภาวะกลิ่นปากเหม็นในการประเมิน

ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคปริทันต์ในผู้ป่วยจัดฟัน เพื่อการเฝ้าระวังเป็นพิเศษในกลุ่มผู้ป่วยจัดฟันที่มีความเสี่ยงสูงต่อโรคปริทันต์ เนื่องจากแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของภาวะกลิ่นปากเหม็น เป็นแบคทีเรียกลุ่มไม่ใช้อากาศ เช่น *Tannerella forsythia* (ชื่อเดิมคือ *Bacteroides forsythus*), *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis* และ *Fusobacterium nucleatum* (Persson และคณะ, 1990) ซึ่งเป็นแบคทีเรียกลุ่มเดียวกับที่ทำให้เกิดโรคปริทันต์ (Socransky และ Haffajee, 2002; Socransky และคณะ, 1998)

ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของภาวะกลิ่นปากเหม็นกับโรคปริทันต์ (Morita และ Wang, 2001) และการศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคปริทันต์ในผู้ป่วยจัดฟัน (Lee และคณะ, 2005; Leung, Chen และ Rudney, 2006; Naranjo และคณะ, 2006; Sallum และคณะ, 2004) อย่างไรก็ตาม ยังไม่เคยมีการศึกษาถึงภาวะกลิ่นปากเหม็นในผู้ป่วยจัดฟัน ดังนั้น การวิจัยนี้จึงทำขึ้นเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในผู้ป่วยจัดฟัน ซึ่งได้รับการรักษาด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น เพื่อนำภาวะกลิ่นปากเหม็นมาเป็นตัวกระตุ้นในการกระตุ้นผู้ป่วยจัดฟัน ให้ใส่ใจดูแลอนามัยช่องปากของตนเองมากยิ่งขึ้น และเพื่อเป็นแนวทางในการนำภาวะกลิ่นปากเหม็นมาประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคปริทันต์ในผู้ป่วยจัดฟันต่อไป

คำถามการวิจัย

1. ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ ในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

2. ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ได้แก่ *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum, Tannerella forsythia* และ *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (ชื่อเดิมคือ *Actinobacillus actinomycetemcomitans*) ในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

3. ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิด มีความแตกต่างกันหรือไม่

4. ไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์มีความสัมพันธ์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในผู้ป่วย ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

2. เพื่อเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศจำนวน 5 ชนิดในผู้ป่วย ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

3. เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิด ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

4. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิดในผู้ป่วย ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

สมมติฐานของการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ในผู้ป่วยก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นแตกต่างกัน

2. ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิด ในผู้ป่วยก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นแตกต่างกัน

3. ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิด ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นแตกต่างกัน

4. ไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์มีความสัมพันธ์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิดในผู้ป่วย ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาในผู้ป่วยซึ่งได้รับการจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นแบบเอดจ์ไวส์พรีแอดจัสท์ (Edgewise preadjusted appliance) ซึ่งทำจากเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม โดยใช้ปลอกโลหะรัดฟัน (bands) และ/หรือคอนเวอทิเบิลทิวบ์ (convertible tube) ที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ใช้แบร็กเกต (bracket) ที่มีร่อง (slot) ขนาด 0.018 นิ้ว x 0.025 นิ้ว ที่ฟันตัด ฟันเขี้ยว และฟันกรามน้อย และใช้การมัดลวดโค้งเส้นหลัก (main archwire) ด้วยวงอีลาสโทเมอร์ (elastomeric ring)

2. ศึกษาก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น 1-2 สัปดาห์ และหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น 4 เดือน ซึ่งเป็นระยะปรับระดับ (leveling phase) โดยศึกษาเฉพาะในผู้ป่วยที่ฟันได้รับการปรับระดับด้วยลวดโค้งปรับระดับชนิดราบ (leveling plain archwire) ซึ่งไม่มีการดัดห่วง (loop)

3. ศึกษาไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ 3 ชนิด คือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคป-แทน และไดเมทิลซัลไฟด์ โดยวัดกลิ่นปากผู้ป่วยตอนเช้าด้วยเครื่องตรวจวัดกลิ่นปากยี่ห้อออรัลโครมา (OralChroma™) ซึ่งเป็นเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่ใช้อินเดียมออกไซด์เป็นเซมิคอนดักเตอร์ก๊าซเซนเซอร์ (gas chromatography-indium oxide semiconductor gas sensor, GC-SCS)

4. เก็บคราบจุลินทรีย์ซึ่งใช้ตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ จากฟัน 6 ซี่ในช่องปาก ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของฟันทั้งปากตามหลักเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) ในการประเมินโรคปริทันต์ทางชุมชน ได้แก่ ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนขวา (#16) ฟันตัดซี่กลางบนซ้าย (#21) ฟันกรามน้อยซี่ที่สองบนซ้าย (#25) ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างซ้าย (#36) ฟันตัดซี่กลางล่างขวา (#41) และฟันกรามน้อยซี่ที่สองล่างขวา (#45) (Ainamo และคณะ, 1982) สำหรับผู้ป่วยที่ไม่มีฟันเหล่านี้ในช่องปากหรือวางแผนที่จะถอนฟันเหล่านี้ จะใช้ฟันกรามแท้ซี่ที่สองบนขวา (#17) ฟันตัดซี่กลางบนขวา (#11) ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งบนซ้าย (#24) ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างซ้าย (#37) ฟันตัดซี่กลางล่างซ้าย (#31) และฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งล่างขวา (#44) แทนฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนขวา (#16) ฟันตัดซี่กลางบนซ้าย (#21) ฟันกรามน้อยซี่ที่สองบนซ้าย (#25) ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างซ้าย (#36) ฟันตัดซี่กลางล่างขวา (#41) และฟันกรามน้อยซี่ที่สองล่างขวา (#45) ตามลำดับ

5. ระบุแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ได้แก่ *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis, Fusobacterium nucleatum*, *Tannerella forsythia* และ *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* ด้วยวิธีพอลิเมอร์เรสเชนรีแอกชันหรือพีซีอาร์ (polymerase chain reaction, PCR) ร่วมกับการทำเจลอิเล็กทรอฟอรีซิส (gel electrophoresis)

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยซึ่งมารับบริการทางทันตกรรมจัดฟันที่คลินิก ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระหว่างปีพุทธศักราช 2550-2551

2. ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพทั่วไป การมีโรคทางระบบ และการรับประทานยา ได้จากการซักประวัติผู้ป่วยเท่านั้น

3. การรักษาด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น อาจร่วมกับการใช้เฮดเกียร์ (head gear) หรือทรานส์พาลาทัลบาร์ (transpalatal bar) แต่จะไม่มีการใช้แนนซ์โฮลด์ดิงอาร์ช (Nance holding arch) บนเพดานปาก

4. ลวดโค้งปรับระดับแนวราบที่ใช้ อาจเป็นลวดเรสพอนด์ (respond) ลวดทวิสต์เฟลกซ์ (twistflex) ลวดนิกเกิลไททาเนียม (nickel titanium) หรือลวดเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม

5. แบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิดที่ศึกษา จะถูกระบุจากแถบเรืองแสงที่เกิดจากผลิตภัณฑ์ของวิธีพีซีอาร์ ซึ่งได้จากการใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อแบคทีเรียแต่ละชนิด (specific primer) โดยผลิตภัณฑ์ของวิธีพีซีอาร์ที่ได้มีจำนวนคู่เบส (base pairs) ตามที่ได้ออกแบบไว้

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การวิจัยนี้ทำในผู้ป่วยที่ได้รับการจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นแบบเอดจ์ไวส์พรี-แอดจัสท์ ซึ่งทำจากโลหะไม่เป็นสนิม จึงไม่อาจอ้างอิงไปถึงการจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดถอดได้ หรือเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นอื่นๆ ที่มีลักษณะหรือทำจากวัสดุที่ต่างไปจากที่ศึกษา

2. การวิจัยนี้ทำในช่วงสี่เดือนแรกหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ซึ่งเป็นระยะของการปรับระดับ ผลการศึกษาจึงไม่อาจอ้างอิงไปถึงผู้ป่วยที่ได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันไปแล้วนานกว่านี้ หรือเมื่อเข้าสู่ระยะอื่นๆ ของการจัดฟัน ซึ่งอาจมีลักษณะของเครื่องมือที่ต่างไป เช่น การใช้ลวดโค้งเส้นหลักที่มีห่วง

3. ลวดโค้งเส้นหลักชนิดที่ต่างกันอาจส่งผลต่อการเกาะของแบคทีเรียบนลวด อย่างไรก็ตาม การเก็บคราบจุลินทรีย์จะเก็บจากใต้ปีกแบร็กเกตด้านใกล้เหงือก จากบริเวณคอฟันและจากร่องเหงือก

4. จำนวนฟันในช่องปากซึ่งไม่เท่ากัน อาจส่งผลต่อปริมาณของแบคทีเรียโดยรวม อย่างไรก็ตาม การเก็บคราบจุลินทรีย์ในผู้ป่วยทุกราย จะเก็บจากฟัน 6 ซี่เท่าเทียมกัน

5. ผู้ป่วยอาจมีความแตกต่างของเศรษฐานะ ความเป็นอยู่ และอาหารที่บริโภค อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยจะได้รับการอธิบาย ได้รับการแจกเอกสาร รวมทั้งการเตือนทางโทรศัพท์เกี่ยวกับข้อปฏิบัติและการหลีกเลี่ยงอาหารที่มีกลิ่น เป็นเวลา 48 ชั่วโมงก่อนการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง

6. การวิจัยนี้ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์โดยใช้เครื่องตรวจวัดกลิ่นปากยี่ห้อออรัลโครมา เพื่อบ่งชี้ถึงภาวะกลิ่นปากเหม็น แต่ไม่ได้ตรวจวัดภาวะกลิ่นปากเหม็นโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน (organoleptic measurement) ซึ่งใช้ประสาทรับกลิ่นของผู้ประเมินเป็นเกณฑ์

7. การวิจัยนี้ไม่สามารถครอบคลุมแบคทีเรียทุกชนิดที่อาจก่อให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้ได้เลือกศึกษาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศมากถึง 5 ชนิด ซึ่งเคยมีรายงานว่าเกี่ยวข้องกับการเกิดไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์มากที่สุด และเป็นแบคทีเรียที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคปริทันต์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ระยะปรับระดับ เป็นระยะแรกของการจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับให้ร่องของแบร็กเกตอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง แก้ไขการหมุนของฟัน รวมทั้งทำให้มีส่วนโค้งแนวฟัน (dental arch) ที่ถูกต้อง

2. ไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ ซึ่งอยู่ในรูปก๊าซในช่องปาก

3. วิธีพีซีอาร์ เป็นวิธีสังเคราะห์ชิ้นส่วนดีเอ็นเอ (DNA) ที่ต้องการในหลอดทดลอง โดยหนึ่งรอบของขบวนการพีซีอาร์จะได้ชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ต้องการเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า

4. ดีเอ็นเอ ได้แก่ สายของนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลดีอ็อกซีไรโบส (deoxyribose) หมู่ฟอสเฟต (phosphate) และเบสหนึ่งในสี่ชนิดคือ อะดีโนซีน (adenosine) ไซโทซีน (cytosine) กัวนีน (guanine) หรือไทมีน (thymine)

5. ไพรเมอร์ (primer) ได้แก่ นิวคลีโอไทด์สายสั้นๆ ซึ่งจะจับกับสายของดีเอ็นเอที่เป็นแม่แบบในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ โดยเมื่อจับกันแล้ว ไพรเมอร์จะมีปลายไฮดร็อกซีล (hydroxyl) ด้าน 3' ว่างอยู่ ทำให้เกิดการต่อของนิวคลีโอไทด์ตัวถัดไปที่เข้าคู่กับแม่แบบได้ เกิดการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจาก 3' ไป 5' ของแม่แบบ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในช่องปาก เพื่อประเมินสุขภาพช่องปากของผู้ป่วยจัดฟัน และใช้ภาวะกลิ่นปากเหม็นเป็นแรงจูงใจให้ผู้ป่วยใส่ใจในการดูแลอนามัยช่องปาก เพื่อให้มีสุขภาพช่องปากที่ดีขึ้น

2. เป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างภาวะกลิ่นปากเหม็นกับการเกิดโรคปริทันต์ในผู้ป่วยจัดฟัน เพื่อใช้ภาวะกลิ่นปากเหม็นซึ่งวัดได้สะดวก รวดเร็ว และประหยัดกว่าการตรวจหาแบคทีเรียโดยตรงนั้น มาประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคปริทันต์ในผู้ป่วยจัดฟัน

3. เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีผลยับยั้งแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ เพื่อลดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในช่องปาก หรือลดภาวะกลิ่นปากเหม็น เพื่อให้ผู้ป่วยมีสุขภาพช่องปากและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลองทางคลินิก (clinical experimental research)

ลำดับขั้นตอนในการวิจัย

เริ่มงานวิจัยตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 โดยมีลำดับขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงลำดับขั้นตอนในการวิจัย

กิจกรรม	พ.ค. 2550	มิ.ย. 2550	ก.ค. 2550	ส.ค. 2550	ก.ย. 2550	ต.ค. 2550	พ.ย. 2550	ธ.ค. 2550	ม.ค. 2551	ก.พ. 2551	มี.ค. 2551	เม.ย. 2551
ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	←	→										
เก็บรวบรวมข้อมูล			←	—	—	—	—	→				
วิเคราะห์ข้อมูล									←	→		
สรุปผลข้อมูล										←	→	
เขียนรายงานการวิจัย										←	—	→
เสนอผลการวิจัย												↔

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาวะกลิ่นปากเหม็น

ภาวะกลิ่นปากเหม็น (halitosis) เป็นภาวะที่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ออกมาจากช่องปาก ซึ่งสามารถทำให้เกิดปัญหาทางด้านจิตใจและสังคม โดยมีผู้ให้การจำแนกภาวะกลิ่นปากเหม็นไว้หลายแบบ แต่การจำแนกที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ การจำแนกภาวะกลิ่นปากเหม็นที่สัมพันธ์กับวิธีการรักษา (Murata และคณะ, 2002; Sanz, Roldán และ Herrera, 2001) โดยแบ่งภาวะกลิ่นปากเหม็นออกเป็น ภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ตรวจพบได้จริง (genuine halitosis) ซึ่งอาจเป็นภาวะกลิ่นปากเหม็นทางสรีรวิทยา (physiologic halitosis) หรือเป็นภาวะกลิ่นปากเหม็นทางพยาธิสภาพ (pathologic halitosis) ภาวะที่เสมือนมีกลิ่นปากเหม็น (pseudo-halitosis) และภาวะกลัวกลิ่นปากเหม็น (halitophobia)

ภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ตรวจพบได้จริงเป็นภาวะที่มีกลิ่นปากเหม็นอย่างชัดเจนสามารถตรวจพบได้จริง โดยจำแนกเป็นภาวะกลิ่นปากเหม็นทางสรีรวิทยา ซึ่งเป็นภาวะที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายโปรตีนในช่องปาก โดยไม่พบพยาธิสภาพหรือสาเหตุที่เด่นชัด ภาวะกลิ่นปากเหม็นทางพยาธิสภาพซึ่งอาจเป็นพยาธิสภาพจากในช่องปาก เช่น การมีคราบปกคลุมลิ้น (tongue coating) การมีโรคปริทันต์ หรือการมีภาวะน้ำลายน้อย (xerostomia) หรืออาจเป็นพยาธิสภาพจากนอกช่องปาก เช่น พยาธิสภาพจากจมูก โพรงอากาศข้างจมูก กล่องเสียง ปอด ทางเดินอาหารส่วนบน หรือพยาธิสภาพจากส่วนอื่นๆ ของร่างกายที่ทำให้เกิดสารที่มีกลิ่นเหม็นผ่านกระแสเลือดมายังปอด แล้วถูกขับออกในรูปก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นผ่านทางเดินหายใจ (blood-borne halitosis) ซึ่งภาวะนี้อาจมาจากความผิดปกติของขบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) การมีโรคทางระบบ เช่น โรคเบาหวาน โรคตับวาย โรคไตวาย ภาวะพิษเหตุติดเชื้อของจมูก (nasal sepsis) ภาวะคีโทน (ketone) ในเลือดสูงจากโรคเบาหวาน (diabetic ketosis) (Lee, Mak และ Newsome, 2004; Tangerman, 2002) การกินยาบางชนิด เช่น ไดซัลไฟแรม (disulfiram) ไดเมทิลซัลฟอไซด์ (dimethyl sulphoxide) ซีสทามีน (cystamine) (Tangerman, 2002) หรือการกินอาหารบางชนิด เช่น หัวหอม กระเทียม ซึ่งเมื่อถูกย่อยสลายจะมีปริมาณซัลเฟอร์สูง (สุคนธา เจริญวิทย์ และคณะ, 2548; Lee และคณะ, 2004; Tangerman, 2002)

นอกจากภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ตรวจพบได้จริง ยังมีภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ผู้ป่วยรู้สึกได้ แต่ไม่สามารถตรวจพบได้โดยผู้อื่น เรียกว่า ภาวะที่เสมือนมีกลิ่นปากเหม็น โดยผู้ป่วยจะหายจากอาการเช่นนี้ได้หลังจากได้รับความรู้ที่ถูกต้อง หรือได้รับการยืนยันจากการตรวจวัดระดับ

กลิ่นปาก หากภาวะเช่นนี้ยังคงอยู่หลังจากได้รับคำปรึกษาที่เหมาะสมแล้ว อาจจัดเป็นผู้ที่มีภาวะกลัวกลิ่นปากเหม็น ซึ่งคิดว่าตนมีกลิ่นปากเหม็นโดยที่ไม่ได้มีภาวะนี้จริง

การจำแนกภาวะกลิ่นปากเหม็นเช่นที่กล่าวมานี้จะสัมพันธ์กับระดับของการรักษาที่ผู้ป่วยควรได้รับ ดังแสดงในตารางที่ 2 (Murata และคณะ, 2002) โดยผู้ป่วยที่มีภาวะกลิ่นปากเหม็นทางสรีรวิทยา ควรได้รับการอธิบายให้เข้าใจถึงภาวะนี้ และควรได้รับการสอนและส่งเสริมการดูแลอนามัยช่องปากเป็นอย่างดี (Treatment need 1, TN-1) ซึ่งสามารถใช้ได้กับภาวะกลิ่นปากเหม็นประเภทอื่นๆ ด้วย ผู้ป่วยที่มีภาวะกลิ่นปากเหม็นจากพยาธิสภาพในช่องปาก ควรได้รับการกำจัดสาเหตุ เช่น การขูดหินน้ำลายรักษาโรคปริทันต์ (Treatment need 2, TN-2) หากเป็นพยาธิสภาพจากนอกช่องปาก ควรได้รับการส่งต่อไปยังแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อรักษาพยาธิสภาพนั้นๆ (Treatment need 3, TN-3) หากเป็นภาวะเสมือนมีกลิ่นปากเหม็น ควรให้ความรู้และตรวจวัดระดับกลิ่นปากเพื่อยืนยัน (Treatment need 4, TN-4) หากเป็นผู้ป่วยที่มีภาวะกลัวกลิ่นปากเหม็น ต้องรักษาทางจิตวิทยาร่วมด้วย (Treatment need 5, TN-5)

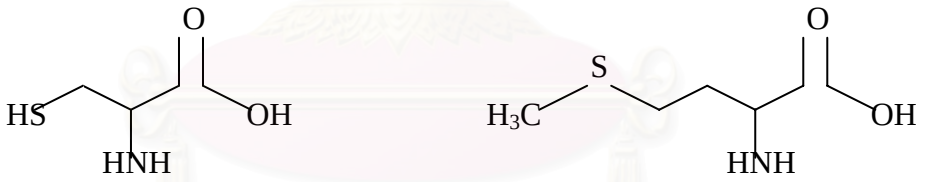
ตารางที่ 2 แสดงการจำแนกภาวะกลิ่นปากเหม็นและระดับของการรักษาที่ผู้ป่วยควรได้รับ

ประเภทของภาวะกลิ่นปากเหม็น	การรักษาที่ควรได้รับ
1. ภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ตรวจพบได้จริง	
1.1 ภาวะกลิ่นปากเหม็นทางสรีรวิทยา	TN-1
1.2 ภาวะกลิ่นปากเหม็นจากพยาธิสภาพ	
1.2.1 ภาวะกลิ่นปากเหม็นจากในช่องปาก	TN-2
1.2.2 ภาวะกลิ่นปากเหม็นจากนอกช่องปาก	TN-3
2. สภาวะเสมือนมีกลิ่นปากเหม็น	TN-4
3. ภาวะกลัวกลิ่นปากเหม็น	TN-5

ภาวะกลิ่นปากเหม็นที่มีสาเหตุจากในช่องปากมีมากถึงร้อยละ 80-90 (Murata และคณะ, 2002; Tangerman, 2002) โดยเกิดจากแบคทีเรียบางชนิดในช่องปากย่อยสลายกรดอะมิโนที่มีซัลเฟอร์เป็นส่วนประกอบ เช่น ซิสเทอีน (cysteine) เมตไทโอนีน (methionine) ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลดังรูปที่ 1 กรดอะมิโนเหล่านี้พบในโปรตีนในน้ำลาย น้ำเหลืองเลือด (serum) น้ำเหลืองเหงือก (gingival fluid) เศษเยื่อบุผิวที่หลุดลอก หรือในคราบจุลินทรีย์ (Kleinberg และ Westbay, 1990; Lee และคณะ, 2004; Sanz และคณะ, 2001) โดยโปรตีนเหล่านี้อาจอยู่ในรูป

ของไกลโคโปรตีน (glycoprotein) แล้วถูกย่อยโดยแบคทีเรียชนิดที่ใช้น้ำตาลจนเหลือเป็นสายเพป-ไทด์ (peptide) ซึ่งแบคทีเรียชนิดที่สามารถย่อยโปรตีนจะมาย่อยสลายต่อ (Lee และคณะ, 2004) เมื่อแบคทีเรียย่อยสลายโปรตีนและกรดอะมิโนจะได้ผลผลิตตัวหนึ่งเป็นสารประกอบซัลเฟอร์ในช่องปาก และเมื่อเกิดการระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์เหล่านี้จะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นได้ ดังสรุปในรูปที่ 2

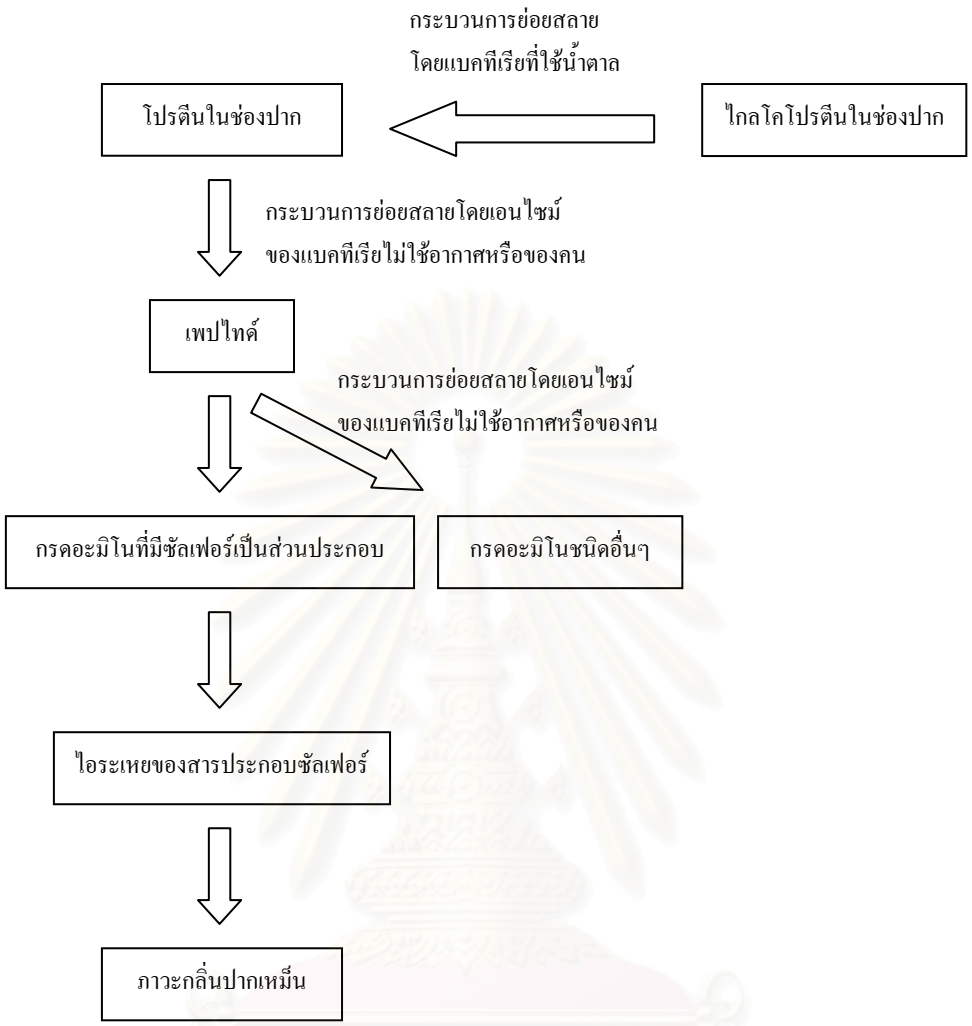
แบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายกรดอะมิโนและทำให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นนี้เป็นแบคทีเรียกลุ่มไม่ใช้อากาศ เช่น *T. forsythia, P. intermedia, P. gingivalis* และ *F. nucleatum* (Persson และคณะ, 1990) ซึ่งจะพบในบริเวณที่อับ (stagnant) ในช่องปาก เช่น บริเวณร่องลึกปริทันต์ (periodontal pocket) ซอกฟัน โคนลิ้น โดยมักพบว่าผู้ป่วยที่เป็นโรคปริทันต์อักเสบซึ่งมีร่องลึกปริทันต์ จะมีจำนวนแบคทีเรียไม่ใช้อากาศเพิ่มมากขึ้น และจะมีภาวะกลิ่นปากเหม็นมากขึ้นด้วย (Loesche และ Kazor, 2002; Morita และ Wang, 2001) นอกจากนี้ ยังพบว่าบริเวณโคนลิ้นเป็นบริเวณที่มีการสะสมของแบคทีเรียเหล่านี้ และเป็นบริเวณหลักอีกแห่งหนึ่งที่ก่อภาวะกลิ่นปากเหม็น (Loesche และ Kazor, 2002; Morita และ Wang, 2001) โดยมีการศึกษาพบว่า การทำความสะอาดบริเวณโคนลิ้นจะช่วยลดภาวะกลิ่นปากเหม็นได้ (Yaegaki และคณะ, 2002; Yaegaki และ Sanada, 1992)



ก. ข.

รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างโมเลกุลของ ก. ซิสเทอีน และ ข. เมตไทโอนีน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 แสดงขั้นตอนการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นจากสาเหตุในช่องปาก

ก๊าซที่ส่งผลให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น

ก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นชนิดต่างๆ แต่ละชนิดซึ่งตรวจพบจากในช่องปาก เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน ไดเมทิลซัลไฟด์ สคาโทล (skatole) คาร์ดาเวอรีน (cardaverine) อินโดล (indole) มีกลิ่นที่แตกต่างกัน (Lee และคณะ, 2004) ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าก๊าซหลักซึ่งก่อให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นเป็นกลุ่มไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ คือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ (Lee และคณะ, 2004; Tonzetich, 1971; Tonzetich และ Richter, 1964) แม้ว่าก๊าซชนิดอื่นๆ เช่น กรดอินทรีย์ (organic acid) แอมโมเนีย (ammonia) เอมีน (amine) ก็สามารถก่อภาวะกลิ่นปากเหม็น (Goldberg และคณะ,

1994; Greenstein และคณะ, 1997; Kostelc และคณะ, 1984; Sanz และคณะ, 2001) แต่พบว่ามีบทบาทน้อยมากเมื่อเทียบกับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (Kleinberg และ Westbay, 1990)

ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่ตรวจพบ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ตรวจโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน (Awano และคณะ, 2004; Oho และคณะ, 2001) โดย Oho และคณะ (2001) พบว่า การวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟี สามารถแยกระหว่างผู้ที่มีและไม่มีภาวะกลิ่นปากเหม็นได้ดีกว่าการวัดด้วยเครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์ (sulfide monitor) อย่างไรก็ตาม Iwanicka-Grzegorek, Lipkowska และคณะ (2005) และ Iwanicka-Grzegorek, Michalik และคณะ (2005) เสนอว่าระดับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่วัดได้จากผู้ป่วยจากการใช้เครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์ ซึ่งมีค่ามากกว่า 125 ส่วนในพันล้านส่วน ถือว่ามีภาวะกลิ่นปากเหม็น ส่วนระดับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่มากกว่า 75 ส่วนในพันล้านส่วน ถือว่าเป็นภาวะกลิ่นปากเหม็นทางสรีรวิทยา ซึ่งเกณฑ์นี้มาจากคำแนะนำของซอฟต์แวร์ฮาลิซอฟท์ (Halisoft software)

Tangerman (2002) และ Tonzetich (1977, 1978) กล่าวว่า ไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมทิลเมอแคปแทน พบในผู้ป่วยมากถึงร้อยละ 90 ของกลุ่มไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ทั้งหมด และพบว่ามีความสัมพันธ์กับภาวะกลิ่นปากเหม็นมากกว่าไดเมทิลซัลไฟด์ รวมทั้งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ตรวจโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน (Lee, Kho และคณะ, 2003; Tonzetich และ McBride, 1981) การศึกษาของ Lee, Kho และคณะ (2003) พบว่า ปริมาณของเมทิลเมอแคปแทนที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นคือ 1.5-2.5 นาโนกรัมต่อ 10 มิลลิลิตร (ng/10 ml) ในขณะที่ปริมาณของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นในระดับเดียวกัน คือ 3-10.5 นาโนกรัมต่อ 10 มิลลิลิตร ส่วน Tonzetich และ Ng (1976) พบว่าปริมาณของเมทิลเมอแคปเทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ถือว่ามีกลิ่นเหม็นเท่ากับ 0.5 และ 1.5 นาโนกรัมต่อ 10 มิลลิลิตรตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Awano และคณะ (2004) ที่พบว่าปริมาณของเมทิลเมอแคปเทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้เป็นเกณฑ์แบ่งผู้ป่วยที่มีกลิ่นปากเหม็น คือ 0.44 และ 1.1 นาโนกรัมต่อ 10 มิลลิลิตร ตามลำดับ

วิธีประเมินภาวะกลิ่นปากเหม็น

การประเมินภาวะกลิ่นปากเหม็น ทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การวัดโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน เป็นการวัดภาวะกลิ่นปากเหม็นโดยใช้ประสาทรับกลิ่นของผู้ประเมินเป็นเกณฑ์ โดยผู้ประเมินจะดมกลิ่นปากของผู้ถูกตรวจผ่านหลอดพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร ยาว 10 เซนติเมตร ขณะที่ผู้ถูกตรวจหายใจออกทางปาก (Murata และคณะ, 2002) แล้วให้คะแนนตามความรุนแรงของกลิ่นที่ผู้ประเมินรู้สึก ซึ่งมีการแบ่งระดับคะแนนไว้หลายรูปแบบ แต่จากการประชุมเชิงปฏิบัติการนานาชาติ (International Workshop Conference) ในปี ค.ศ. 1999 ได้มีการตกลงใช้รูปแบบระดับคะแนน 0-5 (Sanz และคณะ, 2001) โดยคะแนน 0 หมายถึงตรวจไม่พบกลิ่น คะแนน 1 หมายถึงมีกลิ่นแต่น้อยจนแทบจะตรวจไม่พบ คะแนน 2 หมายถึงมีกลิ่นเล็กน้อยซึ่งตรวจพบได้ คะแนน 3 หมายถึงมีกลิ่นปานกลาง คะแนน 4 หมายถึงมีกลิ่นเหม็นมาก และคะแนน 5 หมายถึงมีกลิ่นเหม็นมากที่สุด

การประเมินภาวะกลิ่นปากเหม็นด้วยวิธีนี้ต้องฝึกฝนผู้ประเมินก่อน (Lee และคณะ, 2004; Loesche และ Kazor, 2002; Murata และคณะ, 2002) และผู้ถูกตรวจควรจะงดสูบบุหรี่ งดดื่มเหล้า งดกินอาหารที่มีกลิ่นแรง งดใช้น้ำยาบ้วนปาก งดใช้เครื่องสำอางที่มีกลิ่น เช่น น้ำหอม ลิปสติกที่มีกลิ่น และงดทำความสะอาดช่องปากก่อนการตรวจ (Sanz และคณะ, 2001) การวัดภาวะกลิ่นปากเหม็นด้วยวิธีนี้ ผู้วิจัยบางท่านให้ความเห็นว่าเป็นวิธีที่มีมาตรฐานสูง (gold standard) (Greenman และ Rosenberg, 2005; Loesche และ Kazor, 2002; Schmidt, Missan และ Tarbet, 1978; Tangerman, 2002) โดยมีข้อดีคือ ได้ระดับความรุนแรงของกลิ่นที่คนรับรู้จริงๆ และทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้เครื่องมือซับซ้อน อย่างไรก็ตาม วิธีนี้มีข้อเสียคือ ผลการตรวจอาจถูกรบกวนจากอากาศในปอดที่ปนออกมา จากอากาศภายนอก และจากปริมาณความชื้น (Tangerman, 2002) ทำให้ความสามารถในการทำซ้ำต่ำ เป็นการวัดเชิงอัตวิสัย (subjective) เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ต่อผู้ประเมิน รวมถึงอาจมีการติดต่อของโรคติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ ซึ่งโรคบางอย่างอาจมีความรุนแรงสูง เช่น โรคติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจชนิดเฉียบพลันรุนแรง (severe acute respiratory syndrome) ไข้หวัดนก (avian influenza) (Lee และคณะ, 2004)

2. การวัดด้วยเครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์ ซึ่งเครื่องที่นิยมใช้มีชื่อทางการค้าว่าฮาลิ-มิเตอร์ (Halimeter) (รูปที่ 3) เป็นเครื่องที่ใช้วัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในช่องปาก (Lee และคณะ, 2004) โดยผู้ถูกตรวจจะอมหลอดพลาสติกไว้ในปาก เครื่องจะดูดอากาศภายในช่องปากเข้าไปในตัวเครื่อง แล้วอ่านผลออกมาเป็นตัวเลขที่ละเอียดถึงหลักหน่วย 1 ในพันล้านส่วน วิธีนี้มีข้อดีคือ ไม่ต้องใช้ทักษะของผู้ประเมิน และใช้ง่ายกว่าเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟี (Sanz และคณะ, 2001) เครื่องมือนี้มีขนาดเล็ก เคลื่อนย้ายได้ง่าย ราคาย่อมเยา

และใช้งานง่าย (Rosenberg และคณะ, 1991) อีกทั้งมีการศึกษาพบว่า ค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับภาวะกลิ่นปากเหม็นที่วัดโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน และสัมพันธ์กับปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ที่วัดด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟี (Sopapornamorn, Ueno, Vachirarojpisan และคณะ, 2007) ดังนั้น เครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์จึงเป็นเครื่องที่นิยมใช้วัดภาวะกลิ่นปากเหม็นในคลินิก

อย่างไรก็ตาม เครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์ยังมีข้อเสียคือ ผลการตรวจไม่สามารถแยกแยะเป็นปริมาณก๊าซแต่ละชนิด โดยค่าที่วัดได้จะเป็นผลรวมความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ทั้งหมดในช่องปาก (Rosenberg และคณะ, 1991; Sanz และคณะ, 2001) นอกจากนี้ เครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์ยังตรวจวัดปริมาณสารระเหย (volatile substance) ชนิดอื่นร่วมด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอทานอล (ethanol) เมทานอล (methanol) และอะซิโทน (acetone) (Lee และคณะ, 2004; Murata และคณะ, 2002) ดังนั้น หากต้องการตรวจวัดเฉพาะความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ จะต้องควบคุมปัจจัยอื่นๆ เป็นอย่างดี

รูปที่ 3 แสดงเครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์

จาก www.halimeter.com/halimtr.htm

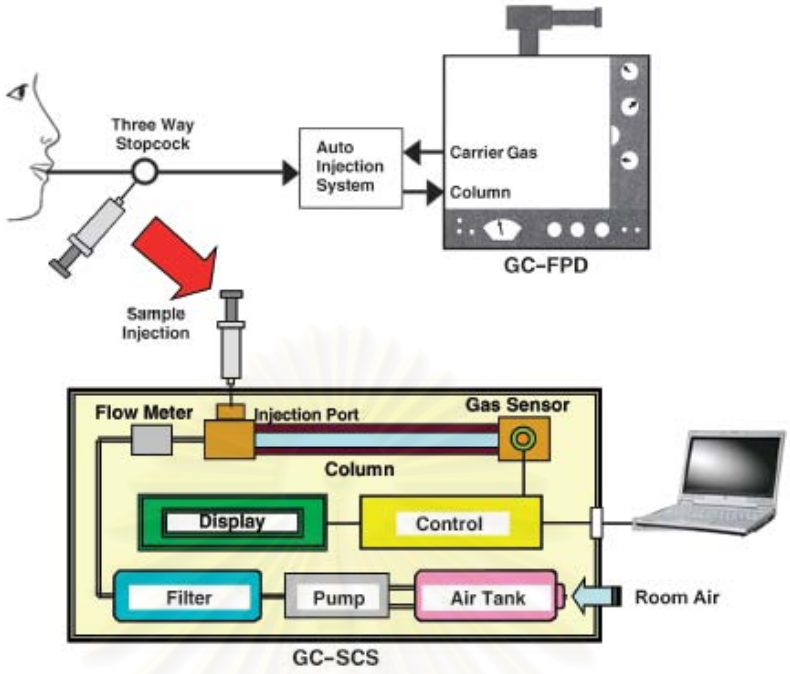
3. การวัดด้วยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟี ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณของก๊าซที่สนใจได้อย่างเฉพาะเจาะจง โดยเก็บอากาศในช่องปากของผู้ถูกตรวจไว้ในหลอด จากนั้นนำไปวิเคราะห์กลิ่น ซึ่งกรณีของการประเมินภาวะกลิ่นปากเหม็น ก๊าซที่จะตรวจวัดได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ (Lee และคณะ, 2004)

ผู้วิจัยบางท่านมีความเห็นว่าการวัดภาวะกลิ่นปากเหม็นด้วยเครื่องก๊าซโครมาโท-กราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์ (gas chromatography-flame photometric detector, GC-FPD) จัดเป็นวิธีที่มีมาตรฐานสูง เพราะสามารถตรวจวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ได้อย่างถูกต้องและเฉพาะเจาะจง (Murata และคณะ, 2002; Sanz และคณะ, 2001; Tangerman, 2002) ทำซ้ำได้ผลแม่นยำ มีความไวและความจำเพาะมากกว่า

เครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์ นอกจากนี้ ภาวะกลิ่นปากเหม็นที่วัดโดยเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟี ยังมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการวัดโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน (Awano และคณะ, 2004; Oho และคณะ, 2001) อย่างไรก็ตาม เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีมีการใช้แพร่หลายน้อยกว่า โดยมักใช้ในงานวิจัยมากกว่างานในคลินิก (Lee และคณะ, 2004; Sanz และคณะ, 2001) เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีขนาดใหญ่ ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย (Loesche และ Kazor, 2002; Sanz และคณะ, 2001) มีวิธีการใช้ที่ยุ่งยาก ต้องการความชำนาญในการใช้ (Lee และคณะ, 2004; Murata และคณะ, 2002; Sanz และคณะ, 2001) และมีราคาแพงมาก

ในปี ค.ศ. 2003 ได้มีการแนะนำให้ใช้เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่ใช้อินเดียมออกไซด์เป็นเซมิคอนดักเตอร์ก๊าซเซนเซอร์ ซึ่งมีความไวต่อไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ทำให้ไม่ต้องมีส่วนประกอบที่ซับซ้อน เช่น แคริเออร์ก๊าซ (carrier gas) ที่ใช้ในเครื่องก๊าซโครมาโท-กราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์ (รูปที่ 4) โดยสามารถวัดไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ชนิดต่างๆ แยกกันได้เช่นเดียวกับเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์ แต่การใช้งานง่ายกว่าและไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญ จากการศึกษาเปรียบเทียบการใช้เครื่องก๊าซโครมาโท-กราฟฟีสองชนิดนี้พบว่า ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ทั้งสามชนิด คือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ ซึ่งวัดด้วยเครื่องทั้งสองมีความสัมพันธ์กันสูง แต่การใช้เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่ใช้อินเดียมออกไซด์เป็นเซมิคอนดักเตอร์ก๊าซเซนเซอร์นั้น อาจได้รับผลกระทบจากเอทานอลซึ่งมักเป็นส่วนผสมในน้ำยาบ้วนปาก โดยพบว่าทำให้ค่าที่วัดได้สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์ อย่างไรก็ตามผลกระทบดังกล่าวจากเอทานอลต่อเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่ใช้อินเดียมออกไซด์เป็นเซมิคอนดักเตอร์ก๊าซเซนเซอร์ ยังถือว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับผลกระทบจากเอทานอลต่อเครื่องวัดซัลไฟด์โมนิเตอร์ (Murata และคณะ, 2006)

ออรัลโครมา เป็นชื่อทางการค้าของเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่ใช้อินเดียมออกไซด์เป็นเซมิคอนดักเตอร์ก๊าซเซนเซอร์ เป็นเครื่องที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สามารถถือได้ ใช้งานได้ง่าย และเครื่องจะจำกัดการวัดไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ 3 ชนิดหลักที่เป็นสาเหตุของภาวะกลิ่นปากเหม็น คือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ โดยสามารถแสดงค่าที่วัดได้ละเอียดถึงหน่วย 1 ในพันล้านส่วน และหน่วย 1 นาโนกรัมต่อ 10 มิลลิลิตร



รูปที่ 4 แสดงหลักการทำงานของเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์และเครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่ใช้อินเดียมออกไซด์เป็นเซมิคอนดักเตอร์ก๊าซเซนเซอร์ จาก Murata และคณะ (2006)

นอกจากทั้งสามวิธีดังกล่าว ยังมีวิธีอื่นๆ ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ประเมินภาวะกลิ่นปากเหม็น เช่น การนำระบบตัวรับรู้ทางเคมี (chemical sensor system) ที่เรียกว่าอิเล็กทรอนิกโนส (electronic nose) ซึ่งเป็นเครื่องที่สามารถวิเคราะห์กลิ่นได้ง่ายและรวดเร็ว มาใช้วัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (Tanaka, Anguri และคณะ, 2004) แต่เครื่องมือมีราคาแพง มีความแม่นยำในการวัดไม่มาก และเป็นการยากที่จะไม่ให้เกิดการเจือปนระหว่างลมปากกับอากาศภายนอก (Murata และคณะ, 2006) ดังนั้นวิธีนี้จึงยังไม่เป็นที่นิยมใช้หรือยอมรับกันอย่างแพร่หลาย

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่ตรวจวัดได้ มีหลายประการ ดังนี้

1. ปัจจัยจากนอกช่องปาก ได้แก่ ภาวะกลิ่นปากเหม็นที่มาจากจมูก โพรงอากาศข้างจมูก กล่องเสียง ปอด ทางเดินอาหารส่วนบน หรือสารที่มีกลิ่นเหม็นผ่านกระแสเลือดมายังปอดแล้วถูกขับออกในรูปก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นผ่านทางเดินหายใจ ซึ่งอาจเกิดได้จาก

1.1 ผู้ป่วยที่มีโรคทางระบบซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น เช่น โรคเบาหวาน โรคตับวาย โรคไตวาย ภาวะพิษเหตุติดเชื้อของจมูก ภาวะคีโทนในเลือดสูงจากเบาหวาน (Lee และคณะ, 2004; Tangerman, 2002)

1.2 การกินยาบางชนิด เช่น ไดซัลไฟแรม ไดเมทิลซัลฟอไซด์ ซีสทามีน (Tangerman, 2002)

1.3 อาหารที่มีกลิ่นซึ่งเมื่อถูกเผาผลาญแล้วจะผ่านมากับกระแสเลือดในรูปของสารประกอบซัลเฟอร์ ซึ่งมีกลิ่นเหม็นผ่านทางเดินหายใจ เช่น หัวหอม กระเทียม (สุคนธา เจริญวิทย์ และคณะ, 2548; Tangerman, 2002)

2. ปัจจัยอื่นๆ จากในช่องปากนอกเหนือจากแบคทีเรียในคราบจุลินทรีย์ เช่น เลือดที่หลงเหลืออยู่หลังการผ่าตัด แผลผ่าตัดที่ติดเชื้อ เศษอาหารที่ติดตามฟันเทียม (Lee และคณะ, 2004) ปริมาณคราบปกคลุมลิ้น ซึ่ง Yaegaki และคณะ (2002) พบว่า การทำความสะอาดลิ้นเป็นวิธีการลดภาวะกลิ่นปากเหม็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. สารตั้งต้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ คือ โปรตีนและกรดอะมิโน หากกินอาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง เช่น นมและผลิตภัณฑ์จากนม จะเป็นการเพิ่มปริมาณสารตั้งต้น ทำให้แบคทีเรียสามารถผลิตไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ได้มากขึ้น จึงพบว่าปริมาณโปรตีนในช่องปากมีความสัมพันธ์กับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (Sopapornamorn, Ueno, Shinada และคณะ, 2007)

4. ปริมาณน้ำลาย เนื่องจากสารประกอบซัลเฟอร์หากละลายอยู่ในน้ำจะยังไม่เกิดกลิ่นเหม็น แต่เมื่อสารประกอบเหล่านี้ระเหยจึงจะเกิดกลิ่นเหม็น ดังนั้น ปัจจัยอีกอย่างหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นจึงได้แก่ปริมาณน้ำลายในช่องปากน้อย (Kleinberg, Wolff และ Codipilly, 2002) หากมีน้ำลายน้อยจะทำให้สารประกอบซัลเฟอร์ระเหยได้มากขึ้น ดังนั้น ภาวะต่างๆ ที่ส่งเสริมให้ปากแห้งจึงส่งเสริมให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นได้ เช่น การสูบบุหรี่ (Lee และคณะ, 2004) การหายใจทางปาก (Kanehira และคณะ, 2004) นอกจากนี้ หลังตื่นนอนตอนเช้าจะมีภาวะกลิ่นปากเหม็นได้ (morning breath) เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำลายลดลงขณะหลับ (Lee และคณะ, 2004) ส่วนการเคี้ยวอาหารมีผลให้อัตราการไหลของน้ำลายเพิ่มขึ้น (Dodds, Johnson และ Yeh, 2005; อารีย์ เจนกิตติวงศ์ และคณะ, 2545) จึงทำให้กลิ่นปากลดลง

5. การสูบบุหรี่ เนื่องจากควันจากใบยาสูบมีไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ปนอยู่ (Tonzetich, 1971) ดังนั้น การสูบบุหรี่นอกจากจะเป็นปัจจัยส่งเสริมให้เกิดภาวะน้ำลายน้อยแล้ว ยังเป็นปัจจัยโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ด้วย

แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น

ในช่องปากมีแบคทีเรียชนิดต่างๆ มากมายทั้งชนิดใช้อากาศและไม่ใช้อากาศซึ่งทำให้เกิดโรคฟันผุและโรคปริทันต์ตามลำดับ สำหรับภาวะกลิ่นปากเหม็นพบว่ามีสาเหตุมาจากแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ โดย McNamara, Alexander และ Lee (1972) ได้ศึกษาโดยนำน้ำลายที่ผ่านการกรองแบคทีเรียออกแล้วไปอบ พบว่า ถ้าเป็นน้ำลายที่ไม่มีแบคทีเรียจะไม่ก่อกลิ่นเหมือนในภาวะกลิ่นปากเหม็น และเมื่อนำแบคทีเรีย 14 ชนิดจากอาหารเลี้ยงเชื้อมาทดสอบด้วยวิธีเดียวกันพบว่า แบคทีเรียแกรมบวก ไม่สามารถทำให้เกิดกลิ่น ในขณะที่แบคทีเรียแกรมลบสามารถทำให้เกิดกลิ่นได้ นอกจากนี้ จากการศึกษาของ De Boever และ Loesche (1995) โดยการเพาะเชื้อจากลิ้น พบว่า แบคทีเรียที่ทำให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นน่าจะเป็นชนิดไม่ใช้อากาศ เนื่องจากเมื่อให้กลุ่มตัวอย่างใช้น้ำยาบ้วนปากคลอร์เฮกซีดีน (chlorhexidine) เพื่อฆ่าแบคทีเรียเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดและสัดส่วนของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศต่อแบคทีเรียใช้อากาศลดน้อยลง และเมื่อตรวจวัดกลิ่นปากพบว่า กลิ่นปากลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสนับสนุนว่าแบคทีเรียในช่องปากโดยเฉพาะอย่างยิ่งชนิดไม่ใช้อากาศ มีส่วนสำคัญในการทำให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น

จากความรู้ที่ว่าแบคทีเรียไม่ใช้อากาศน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น แต่แบคทีเรียในกลุ่มนี้ยังประกอบด้วยแบคทีเรียสายพันธุ์ต่างๆ มากมาย และแต่ละชนิดมีความสามารถในการก่อกลิ่นปากเหม็นต่างกัน ได้มีการศึกษาถึงความสามารถของแบคทีเรียต่างๆ ในการก่อภาวะกลิ่นปากเหม็น ซึ่งการศึกษาที่ครอบคลุมแบคทีเรียมากที่สุดได้แก่ การศึกษาของ Persson และคณะ (1990) ที่ศึกษาความสามารถในการผลิตไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ของแบคทีเรียกว่าร้อยชนิด ซึ่งมีทั้งแบคทีเรียที่เพาะเลี้ยงไว้และแบคทีเรียที่แยกได้จากใต้เหงือกของผู้ป่วย โดยนำแบคทีเรียเหล่านี้มาศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่ามีแบคทีเรียกว่า 80 ชนิดที่สามารถสร้างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ได้ โดยมีความสามารถในการสร้างแตกต่างกันไป แบคทีเรียที่พบว่ามีความสามารถสูงในการผลิตเมทิลเมอแคปแทนจากกรดอะมิโนได้แก่ *Fusobacterium*, *Bacteroides*, *Porphyromonas* และ *Eubacterium* ส่วนแบคทีเรียที่มีความสามารถสูงในการผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์จากกรดอะมิโนได้แก่ *Peptostreptococcus*, *Eubacterium*, *Selenomonas*, *Centipida*, *Bacteroides* และ *Fusobacterium*

การศึกษาอื่นๆ เกี่ยวกับแบคทีเรียซึ่งก่อภาวะกลิ่นปากเหม็นมักจะเลือกศึกษาแบคทีเรียเพียงไม่กี่ชนิด เช่น การศึกษาของ Tanaka, Yamamoto และคณะ (2004) ซึ่งศึกษาแบคทีเรีย 5 ชนิดที่เกี่ยวข้องกับโรคปริทันต์ ได้แก่ *P. gingivalis, P. intermedia, P. nigrescens*, *T. forsythia* และ *Treponema denticola* ที่พบบนลิ้น โดยวิธีเรียลไทม์พีซีอาร์ (real-time PCR) เพื่อดูความสัมพันธ์ของแบคทีเรียเหล่านี้กับภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ตรวจโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน และตรวจโดยการวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนของผู้ที่พบ *T. forsythia* ในกลุ่มที่มีกลิ่นปาก มากกว่ากลุ่มที่ไม่มีกลิ่นปากอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับ *P. gingivalis* ที่พบในกลุ่มที่มีกลิ่นปากมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีกลิ่นปาก ถึงแม้ว่าจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนแบคทีเรียอีก 3 ชนิดและปริมาณแบคทีเรียรวมทั้ง 5 ชนิด พบว่าใกล้เคียงกันทั้งสองกลุ่ม แสดงว่า *T. forsythia* มีบทบาทสำคัญที่สุดในการทำให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น รองลงมาคือ *P. gingivalis* และเนื่องจากการศึกษาดังกล่าวพบว่าร้อยละของแบคทีเรียรวมทั้ง 5 ชนิดนี้มีความสัมพันธ์น้อยกับภาวะกลิ่นปากเหม็นที่วัดโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน จึงแสดงว่าน่าจะมีแบคทีเรียอื่นที่อาจมีผลต่อการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น

Senpuku และคณะ (2004) ศึกษาในผู้สูงวัย อายุ 75 ปี โดยวัดปริมาณเมทิลเมอแคปแทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์ในลมปากด้วยเครื่องพอร์เทเบิลก๊าซโครมาโทกราฟฟี (portable gas chromatography) และเก็บคราบจุลินทรีย์จากฟันกรามบนหรือฟันเทียมบริเวณนั้นด้วยแท่งสำลีปลอดเชื้อ นำคราบจุลินทรีย์มาเพาะและระบุแบคทีเรียที่พบทั้งชนิดใช้อากาศและไม่ใช้อากาศด้วยวิธีแกรมสเทน ดูปฏิกิริยาฮีโมไลติก (haemolytic) คาตาไลติก (catalytic) ออกซิเดส (oxidase) รวมถึงใช้อาหารเลี้ยงเชื้อเฉพาะและวิธีการเฉพาะบางอย่างเพื่อระบุแบคทีเรียบางชนิด ผลการศึกษาพบว่า *Porphyromonas melaninogenica* และ *Fusobacterium* ในกลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์สูง มีความชุกมากกว่าในกลุ่มตัวอย่างที่มีไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่ำ โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสำหรับ *P. melaninogenica* ส่วนความชุกของแบคทีเรียต่างๆ ในกลุ่มที่มีเมทิลเมอแคปแทนสูงและต่ำ พบว่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งเขาได้สรุปว่า *P. melaninogenica* มีความสัมพันธ์กับปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่สูงขึ้น ส่วน *Fusobacterium* ถือว่ามีแนวโน้มที่จะพบความสัมพันธ์นี้

Claesson และคณะ (1990) ศึกษาความสามารถของ *Fusobacterium* ชนิดต่างๆ จำนวน 12 สายพันธุ์ ในการผลิตไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์จากซิสเทอีนและเมตไทโอนีน โดยใช้แบคทีเรียมาตรฐานมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่า *Fusobacterium* ทั้ง 12 ชนิด

สามารถผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์จากแอลซิสเทอีนได้ และพบมี 7 ชนิดที่ยังสามารถผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์จากแอลเมตไทโอนีนได้อีกด้วย

Paryavi-Gholami, Minah และ Turng (1999) เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียในน้ำลายของเด็กที่มีอายุระหว่าง 2-7 ปี ซึ่งผู้ปกครองให้ประวัติว่ามีกลิ่นปากเหม็นจำนวน 10 ราย และไม่มีกลิ่นปากเหม็นอีกจำนวน 10 ราย พบว่า เด็กกลุ่มที่มีกลิ่นปากเหม็นจะมีปริมาณแบคทีเรียที่ผลิตไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์มากกว่ากลุ่มที่ไม่มีกลิ่นปากเหม็น ซึ่งทราบได้จากการนับจำนวนโคโลนี (colony) ที่มีสีดำในอาหารเลี้ยงเชื้อเฉพาะ และพบว่าทั้งสองกลุ่มมีปริมาณ *Prevotella oralis* ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม *P. oralis* เพียงอย่างเดียวไม่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงภาวะกลิ่นปากเหม็นในเด็ก เนื่องจากไม่ได้พบแบคทีเรียนี้ในเด็กทุกคนที่มีกลิ่นปาก และยังพบแบคทีเรียนี้ในเด็กบางคนที่ไม่มีกลิ่นปากด้วย อีกทั้งการศึกษาดังกล่าวใช้ความรู้สึกของผู้ปกครองเป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่าง ดังนั้น จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการขาดเกณฑ์ที่แน่นอนในการกำหนดภาวะกลิ่นปากเหม็น

Awano และคณะ (2002) ศึกษาแบคทีเรีย 4 ชนิดที่เกี่ยวข้องกับโรคปริทันต์ ได้แก่ *A. actinomycetemcomitans, T. forsythia, P. intermedia*, และ *P. gingivalis* โดยเก็บน้ำลายทั้งหมด (whole saliva) และแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม โดย 2 กลุ่มเป็นกลุ่มที่มีกลิ่นปากเหม็นซึ่งเป็นและไม่เป็นโรคปริทันต์ ส่วนกลุ่มสุดท้ายเป็นกลุ่มที่ไม่มีกลิ่นปากเหม็นแต่เป็นโรคปริทันต์ ผลการศึกษาพบว่า *T. forsythia, P. intermedia* และ *P. gingivalis* สามารถผลิตไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ 2 ชนิดที่ศึกษาคือ ไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมทิลเมอแคปแทนได้ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ที่มี *P. gingivalis* และ *P. intermedia* มีปริมาณเมทิลเมอแคปแทนสูงกว่าผู้ที่ไม่มีแบคทีเรียนี้ ส่วนผู้ที่มี *T. forsythia* มีเมทิลเมอแคปแทนและไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงกว่าผู้ที่ไม่มีแบคทีเรียนี้ และยังพบว่า *T. forsythia* มีความสัมพันธ์สูงกับการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นในผู้ป่วยโรคปริทันต์ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง *A. actinomycetemcomitans* กับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ 2 ชนิดที่ศึกษา

จากการศึกษาต่างๆ เกี่ยวกับแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็นข้างต้น จะเห็นได้ว่า ไม่มีแบคทีเรียชนิดใดชนิดหนึ่งที่เป็นสาเหตุหลักในการทำให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น แต่แบคทีเรียแกรมลบไม่ใช้อากาศจำนวนมากที่สามารถผลิตไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ได้ และเกี่ยวข้องกับภาวะกลิ่นปากเหม็น เช่น *Fusobacterium*, *Bacteroides*,

Porphyromonas, *Eubacterium*, *Peptostreptococcus*, *Selenomonas*, *Centipida*, *T. forsythia*, *P. gingivalis*, *P. melaninogenica*, *P. intermedia* และ *T. forsythia*

แบคทีเรียในผู้ป่วยจัดฟัน

ผู้ป่วยที่ได้รับการจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่น จะทำความสะอาดช่องปากได้ยากขึ้น ทำให้มีการสะสมของคราบจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น (Huser และคณะ, 1990; Naranjo และคณะ, 2006; Sukontapatipark และคณะ, 2001; Türkkahraman และคณะ, 2005) และยังมีปริมาณแบคทีเรียเพิ่มขึ้นด้วย (Bloom และ Brown, 1964; Diamanti-Kipioti และคณะ, 1987) อีกทั้งแบคทีเรียที่พบยังเปลี่ยนแปลงไปจากคนปกติ

ในการศึกษาสัณฐานวิทยา (morphology) ของแบคทีเรียที่พบในผู้ป่วยจัดฟัน Sukontapatipark และคณะ (2001) ได้ศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) เปรียบเทียบแบคทีเรียที่พบจากฟันที่ถอนจากกลุ่มตัวอย่าง 19 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ถอนฟันก่อนการติดเครื่องมือจัดฟัน 8 คนเพื่อศึกษาลักษณะตามปกติของคราบจุลินทรีย์ และกลุ่มที่ถอนฟันหลังการติดเครื่องมือจัดฟัน 11 คน ซึ่งแบ่งเป็นถอนฟันหลังการติดเครื่องมือไป 1, 2 และ 3 สัปดาห์ เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) พบว่า สัณฐานวิทยาของแบคทีเรียมีการเปลี่ยนแปลงไปหลังติดเครื่องมือจัดฟัน ถึงแม้จะให้ผู้ป่วยแปรงฟันตามปกติ โดยใน 1-2 สัปดาห์หลังติดเครื่องมือจัดฟัน คราบจุลินทรีย์ที่พบนั้นประกอบด้วยแบคทีเรียรูปร่างกลม (cocci) เป็นส่วนใหญ่ พบมีแบคทีเรียรูปร่างแท่งสั้นๆ (short rod) บ้าง และเมื่อเวลาผ่านไป 3 สัปดาห์ คราบจุลินทรีย์จะแก่ขึ้น พบแบคทีเรียรูปร่างเส้น (filament) และลักษณะการเรียงตัวแบบคอร์นคอร์บ (corn-corb) มากขึ้น

ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Huser และคณะ (1990) ซึ่งศึกษาสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียในคราบจุลินทรีย์จากร่องเหงือกที่เปลี่ยนแปลงไปในกลุ่มตัวอย่าง 10 คน โดยกลุ่มทดลองคือ ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนที่ใส่ปลอกโลหะรัดฟัน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมคือ ฟันกรามแท้ซี่ที่สองบนที่ไม่มีเครื่องมือใดๆ พบว่า ก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีสัณฐานวิทยาของแบคทีเรียไม่แตกต่างกัน คือ มีแบคทีเรียรูปร่างกลมมากที่สุด ส่วนแบคทีเรียรูปร่างเกลียว (spirochete) และรูปร่างแท่งที่เคลื่อนที่ได้ (motile rod) พบน้อยมาก แต่หลังจากติดเครื่องมือจัดฟันแล้ว พบการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียในกลุ่มทดลอง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจะพบได้ชัดตั้งแต่วันที่ 47 โดยจะมีแบคทีเรียรูปร่างเกลียว รูปร่างแท่งที่เคลื่อนที่ได้ รูปกระสวย (fusiform) และรูปร่างเส้นเพิ่มมากขึ้น ส่วนแบคทีเรียรูปร่างกลมลดลง

อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของแบคทีเรียตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

หากแบ่งแบคทีเรียเป็นชนิดที่ใช้และไม่ใช้อากาศ พบว่า การติดเครื่องมือจัดฟันจะทำให้แบคทีเรียที่พบเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เพิ่มสัดส่วนของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ จากการศึกษาของ Diamanti-Kipioti และคณะ (1987) ซึ่งได้ศึกษาแบบระยะยาว (longitudinal study) เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มๆ ละ 6 คน คือกลุ่มที่จัดฟันและกลุ่มไม่ได้จัดฟัน โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 3-5 สัปดาห์เป็นเวลา 4 เดือน พบว่า ร้อยละของแบคทีเรียใช้อากาศจากคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกในกลุ่มผู้ป่วยจัดฟัน ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงแรกของการศึกษา แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มผู้ป่วยจัดฟันจะมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของแบคทีเรียไปในทางที่เป็นแบคทีเรียไม่ใช้อากาศมากขึ้น

การวิจัยในอดีตได้ศึกษาเกี่ยวกับชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่พบในผู้ป่วยจัดฟัน ซึ่งมีทั้งแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคฟันผุ และแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคปริทันต์ ส่วนแบคทีเรียไม่ใช้อากาศซึ่งเกี่ยวข้องกับโรคปริทันต์และการเกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น ได้มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

Naranjo และคณะ (2006) ศึกษาแบคทีเรียใต้เหงือกด้วยวิธีเพาะเชื้อในกลุ่มตัวอย่าง 30 คนที่ไม่ได้จัดฟัน และ 30 คนที่จะทำการจัดฟัน โดยในกลุ่มที่จะจัดฟันได้ศึกษาก่อนการติดแบร็กเกตและหลังการติดแบร็กเกตไป 3 เดือน พบว่า สัดส่วนของแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของโรคปริทันต์ต่อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้น โดยชนิดที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญได้แก่ *P. gingivalis* และ *Fusobacterium* และถ้าเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียเหล่านี้ในกลุ่มตัวอย่างหลังจากจัดฟันไป 3 เดือนกับกลุ่มควบคุม พบว่า ความชุกของ *P. gingivalis, P. intermedia/nigrescens* และ *Fusobacterium* ในกลุ่มที่จัดฟันมีมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

Lee และคณะ (2005) ได้ศึกษาแบบภาคตัดขวาง เพื่อเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรคปริทันต์ 7 ชนิด ในคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกของผู้ป่วยที่จัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นจำนวน 17 คน และของผู้ป่วยที่ไม่ได้จัดฟันจำนวน 19 คน ด้วยวิธีพีซีอาร์ ผลการศึกษาพบว่า มีแบคทีเรีย 4 ชนิดที่พบมีความชุกในกลุ่มผู้ป่วยจัดฟันมากกว่ากลุ่มผู้ที่ไม่ได้จัดฟัน ได้แก่ *T. denticola*, *T. forsythia*, *Camphylobacter rectus* และ *Prevotella nigrescens* ส่วนอีก 3 ชนิดที่เหลือได้แก่ *P. gingivalis, P. intermedia* และ *A. actinomycetemcomitans* พบว่า มีความชุกไม่ต่างกันในทั้งสองกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้ป่วยจัดฟันที่มีแบคทีเรีย 4 ชนิด

เพิ่มขึ้น อาจไม่มีอาการแสดงทางคลินิกบ่งบอกถึงสภาวะเหงือกอักเสบ ซึ่งต่างจากคนทั่วไปที่พบว่า ผู้ที่มีลักษณะทางคลินิกเป็นเหงือกอักเสบจะพบมีแบคทีเรียเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในช่องปากไปในทางที่ส่งเสริมให้เกิดการยึดเกาะและการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคปริทันต์ ถึงแม้จะยังไม่มีภาวะเหงือกอักเสบเกิดขึ้นก็ตาม

Sinclair และคณะ (1987) ได้ศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง 13 คนโดยเก็บข้อมูลก่อนการติดเครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟัน และหลังจากติดเครื่องมือไปแล้ว 1 ปี ผู้ป่วยทุกคนจะได้รับการสอนทันตสุขศึกษาและเน้นถึงความสำคัญในการดูแลอนามัยช่องปาก เก็บคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกโดยใช้ลวดที่ทำจากโลหะไม่เป็นสนิม แล้วนำมาเพาะในอาหารเลี้ยงเชื้อ 5 ชนิดเพื่อดูปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด และสัดส่วนของแบคทีเรียชนิดต่างๆ พบว่าหลังจัดฟันไป 1 ปี ร้อยละของสเตรปโตคอกไค (streptococci) และแบคทีเรียรูปร่างเกลียว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน *Actinomyces* พบว่ามีสัดส่วนที่น้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ *Bacteroides* และ *Fusobacterium* พบว่ามีสัดส่วนที่ลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Sallum และคณะ (2004) ได้ศึกษาแบคทีเรีย 5 ชนิดได้แก่ *T. forsythia*, *P. gingivalis*, *P. intermedia*, *P. nigrescens* และ *A. actinomycetemcomitans* ในคราบจุลินทรีย์ใต้และเหนือเหงือกของผู้ป่วยจัดฟันที่มีภาวะเหงือกอักเสบจำนวน 10 คน ด้วยวิธีพีซีอาร์ เปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียเหล่านี้ในขณะที่ติดเครื่องมือจัดฟันและหลังจากถอดเครื่องมือไปแล้ว 1 เดือน ผลการศึกษาพบว่า ความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* ในกลุ่มตัวอย่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจากถอดเครื่องมือจัดฟัน ทั้งในคราบจุลินทรีย์ใต้และเหนือเหงือก ความชุกของ *T. forsythia* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในคราบจุลินทรีย์เหนือเหงือก ส่วนแบคทีเรียอีกสามชนิดที่เหลือ มีความชุกลดลงในคราบจุลินทรีย์เหนือเหงือกแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลา 1 เดือน ยังสั้นเกินกว่าที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียอย่างเด่นชัด

Leung และคณะ (2006) ได้ศึกษาปริมาณของแบคทีเรียสเตรปโตคอกไค *A. actinomycetemcomitans* และ *T. forsythia* ในคราบจุลินทรีย์ใต้และเหนือเหงือกของผู้ป่วยจัดฟันจำนวน 27 คน ด้วยวิธีคิวพีซีอาร์ (qPCR) โดยเปรียบเทียบก่อนการติดเครื่องมือกับหลังติดเครื่องมือไปอย่างน้อย 4 สัปดาห์ พบว่า ปริมาณดีเอ็นเอรวมของแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งในคราบจุลินทรีย์ใต้และเหนือเหงือกหลังติดเครื่องมือจัดฟัน โดยสเตรปโตคอกไคเป็นแบคทีเรียที่พบในกลุ่มตัวอย่างทุกราย และพบมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในคราบจุลินทรีย์เหนือ

เหงือกของผู้ป่วยหลังติดเครื่องมือจัดฟัน ส่วนคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* และ *T. forsythia* พบว่าเพิ่มขึ้นในคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือก แต่ความชุกที่พบน้อยจนไม่สามารถเปรียบเทียบทางสถิติได้

Paolantonio และคณะ (1996) ศึกษาเปรียบเทียบผู้ป่วยกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้จัดฟันจำนวน 14 คน กับผู้ป่วยที่กำลังได้รับการจัดฟันอยู่จำนวน 20 คน ซึ่งได้รับการติดเครื่องมือมาแล้วอย่างน้อย 6 เดือน โดยในจำนวนนี้มี 15 คนที่ได้รับการติดเครื่องมือเพียงขากรรไกรเดียว พบว่าความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* ในกลุ่มผู้ป่วยจัดฟันมีมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อคิดเป็นตำแหน่งก็จะพบ *A. actinomycetemcomitans* ในตำแหน่งที่มีเครื่องมือมากกว่าตำแหน่งที่ไม่มีเครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* ในตำแหน่งที่เป็นปลอกโลหะรัดฟัน และที่เป็นแบร็กเกตไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณแบคทีเรียในผู้ป่วยจัดฟัน

ปริมาณแบคทีเรียในผู้ป่วยจัดฟันจะแตกต่างกัน โดยขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1. พื้นที่ผิวในการยึด

1.1 จำนวนซี่ฟันที่ติดเครื่องมือ หากเครื่องมือในปากมีจำนวนมาก จะส่งผลให้มีบริเวณยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น

1.2 ชนิดของแบร็กเกต แบร็กเกตต่างชนิดกัน รูปร่างต่างกัน ขนาดต่างกัน จะมีการเกาะของคราบจุลินทรีย์ต่างกัน

1.3 ปริมาณสารยึดติดส่วนเกิน โดยพบว่าบริเวณสารยึดติดส่วนเกินนี้เป็นบริเวณสำคัญในการเกาะของคราบจุลินทรีย์ เนื่องจากมีความขรุขระของพื้นผิวมาก (Sukontapatipark และคณะ, 2001)

1.4 การมีห่วง ยางดึง (elastics) หรืออุปกรณ์เสริมอื่นๆ (Mitchell, 1992) เช่น แนนซ์โฮลด์ดิงอาร์ช ทำให้คราบจุลินทรีย์เกาะมากขึ้น

1.5 ชนิดของลวดเส้นหลัก เนื่องจากลวดเส้นหลักที่ทำจากวัสดุต่างชนิดกันจะมีความขรุขระของพื้นผิวต่างกัน โดยนิกเกิลไทเทเนียมจะมีพื้นผิวที่ขรุขระมากกว่าเบตา-ไทเทเนียม และมากกว่าเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม (Proffit, 2007)

2. การกำจัดคราบจุลินทรีย์/แบคทีเรีย

2.1 การทำความสะอาดช่องปากของผู้ป่วย ผู้ป่วยที่ดูแลอนามัยช่องปากจะมีปริมาณคราบจุลินทรีย์น้อยกว่าผู้ป่วยที่ไม่ดูแลอนามัยช่องปาก

2.2 การขูดหินน้ำลายและขัดฟันโดยทันตแพทย์ จะลดปริมาณคราบจุลินทรีย์ลง

2.3 การใช้ยาปฏิชีวนะ ผู้ป่วยที่รับประทานยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาโรคทางระบบหรือโรคในช่องปาก จะมีปริมาณแบคทีเรียน้อยลง

2.4 ผู้ป่วยที่ใช้ยาสีฟันหรือน้ำยาบ้วนปากซึ่งผสมสารฆ่าเชื้อ จะมีปริมาณแบคทีเรียน้อยลง

3. วิธีการมัดลวดเส้นหลัก จากการศึกษาของ Forsberg และคณะ (1991) พบว่าฟันที่มัดด้วยวงอีลาสโทเมอร์จะมีปริมาณแบคทีเรียมากกว่าฟันที่มัดด้วยลวดมัดฟันเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม (stainless steel ligature) และจากการศึกษาของ Sukontapatipark และคณะ (2001) ในฟันที่ถูกถอนหลังติดเครื่องมือจัดฟันจำนวน 36 ซี่ โดยตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่า ฟันที่มัดด้วยวงอีลาสโทเมอร์จะมีปริมาณคราบจุลินทรีย์มากกว่าฟันที่มัดด้วยลวดมัดฟันเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม แต่สัณฐานวิทยาของแบคทีเรียที่พบไม่แตกต่างกัน ขณะที่การศึกษาของ Türkkahraman และคณะ (2005) ได้พบว่า ฟันที่มัดด้วยวงอีลาสโทเมอร์มีความเสี่ยงต่อการเกิดเลือดออกของเหงือกมากขึ้น และปริมาณแบคทีเรียที่พบในวงอีลาสโทเมอร์จะมากกว่าแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ การศึกษาของ Brêtas และคณะ (2005) เพื่อหาปริมาณ *Streptococcus mutans* ในคราบจุลินทรีย์และในน้ำลาย ไม่พบความแตกต่างระหว่างฟันที่มัดด้วยวงอีลาสโทเมอร์กับฟันที่มัดด้วยลวดมัดฟันเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม

4. ชนิดของสารยึดติด (adhesive) ที่ใช้ในการยึดแบร็กเกต โดยสารยึดติดต่างชนิดกันอาจมีผลต่อการเกาะของแบคทีเรียต่างกัน จากการศึกษาของ Ahn และคณะ (2005) ได้พบว่าสเตรปโตคอกไคชนิดที่ทำให้เกิดฟันผุ สามารถยึดเกาะกับซีเมนต์กลาสไอโอโนเมอร์ (glass ionomer cement) ได้มากกว่าสารยึดติดคอมโพสิต (composite) นอกจากนี้ สารยึดติดที่ผสมสารฆ่าเชื้ออาจส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียลดลงได้ (Al-Musallam และคณะ, 2006)

5. วัสดุที่ใช้ทำแบร็กเกต โดย Anhoury และคณะ (2002) พบว่า แบคทีเรียบางชนิดจะตรวจพบบนแบร็กเกตโลหะมากกว่าแบร็กเกตเซรามิก เช่น *T. denticola, F. nucleatum* หรือ *Fusobacterium vincentii*, *A. actinomycetemcomitans* ส่วนแบคทีเรียบางชนิดจะตรวจ

พบบนแบร็กเกตเซรามิกมากกว่าแบร็กเกตโลหะ เช่น *Eikenella corrodens* Fournier, Payant และ Bouclin (1998) ศึกษาการเกาะของ *S. mutans* บนแบร็กเกตโลหะ แบร็กเกตพลาสติก และแบร็กเกตเซรามิก ได้ผลว่า *S. mutans* เกาะบนแบร็กเกตชนิดโลหะ น้อยกว่าชนิดพลาสติกและชนิดเซรามิก

วิธีการตรวจแบคทีเรียในคราบจุลินทรีย์

วิธีการต่างๆ ที่เคยมีผู้นำมาใช้ในการตรวจแบคทีเรียในคราบจุลินทรีย์ เช่น

การตรวจด้วยวิธีส่องกล้อง

การตรวจโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (Malheiros Vde และ Avila-Campos, 2004; Socransky และ Haffajee, 2005) สามารถกระทำได้ทันทีหลังเก็บตัวอย่าง เป็นวิธีตรวจที่รวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อซึ่งส่วนมากต้องใช้เวลาในการเลี้ยงอย่างน้อย 24 ชั่วโมง การตรวจแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์สามารถแบ่งชนิดของแบคทีเรียได้คร่าวๆ เช่น แบ่งตามสัณฐานวิทยาของแบคทีเรีย หากใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) จะสามารถตรวจได้เพียงสัณฐานวิทยาของแบคทีเรีย ส่วนการตรวจแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จะตรวจได้ละเอียดมากขึ้น เช่น สามารถเห็นถึงลักษณะของผนังเซลล์ ลักษณะการเรียงตัวของรยางค์ (appendage) เช่น แกนคล้ายเส้นด้าย (axial filament) หรือแส้เซลล์ (flagellum) นอกจากนี้ ยังสามารถแบ่งชนิดของแบคทีเรียตามการย้อมติดสี เช่น แบ่งเป็นชนิดแกรมลบและแกรมบวกจากการย้อมสีแบบแกรมสเทน (Gram-stain) อีกทั้งสามารถแบ่งแบคทีเรียเป็นชนิดที่เคลื่อนไหวและไม่เคลื่อนไหว อย่างไรก็ตาม การตรวจแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์มีข้อเสียคือ ต้องใช้แรงงานและเสียเวลามาก จึงยากที่จะใช้ตรวจแบคทีเรียจากตัวอย่างจำนวนมาก อีกทั้งยังเป็นวิธีที่มีความจำเพาะต่ำ ถึงแม้จะใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ก็ไม่สามารถระบุถึงสายพันธุ์ของแบคทีเรียได้ นอกจากจะใช้วิธีอื่นร่วมด้วย เช่น เทคนิคอิมมูโนไซโทเคมิคอล (immunocytochemical technique)

การตรวจด้วยวิธีเพาะเชื้อ

เป็นวิธีที่ถือได้ว่าเป็นมาตรฐาน (Newman และ Nisengard, 1994) โดยแบคทีเรียเกือบทุกชนิดจะสามารถนำมาเพาะและระบุถึงชนิดได้ (Slots, 1986; Socransky และ Haffajee, 2005) แต่เทคนิคในการเพาะเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดจะต่างกันไป โดยแบคทีเรียบางชนิดอาจเพาะเลี้ยงยาก เช่น แบคทีเรียไม่ใช้อากาศซึ่งพบในร่องลึกปริทันต์ ต้องมีอาหารเลี้ยงเชื้อและสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงที่เหมาะสมเท่านั้น แบคทีเรียจึงจะสามารถขึ้นได้ (Slots, 1986) หากมีแบคทีเรียปริมาณน้อย

เกินไป จะไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ (Ali และคณะ, 1994; Savitt และคณะ, 1988) นอกจากนี้ วิธีเพาะเชื้อจำเป็นที่จะต้องเก็บรักษาแบคทีเรียในสภาพที่ยังมีชีวิตตั้งแต่เก็บตัวอย่าง จนนำมาเพาะเลี้ยง (Socransky และคณะ, 1987) จึงต้องมีวิธีการเก็บและสารที่ใช้ลำเลียงเชื้อ (transport media) ที่เหมาะสม และเป็นวิธีที่ต้องการความแม่นยำของเทคนิคสูง ทำให้บางครั้งมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ อีกทั้งเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลาและแรงงานมาก (Socransky และ Haffajee, 2005) จึงไม่สะดวกในการใช้กับตัวอย่างจำนวนมาก วิธีเพาะเชื้อมักใช้เมื่อต้องการแบคทีเรียเฉพาะชนิด (pure culture) เพื่อนำไปศึกษาถึงความสามารถในการฆ่าเชื้อของยาปฏิชีวนะ (Slots, 1986) หรือต้องการศึกษาแบคทีเรียที่พบใหม่ซึ่งยังไม่มีข้อมูลมากนัก หรือต้องการศึกษาเพิ่มเติมถึงโรคติดเชื้อในกรณีที่พบลักษณะทางคลินิกที่แตกต่างไปจากปกติ (Socransky และ Haffajee, 2005; Socransky และคณะ, 1987)

การตรวจด้วยวิธีทางวิทยาอิมมูน (immunology) หรือการตรวจด้วยสารภูมิต้านทาน (antibody-based method)

วิธีตรวจแบคทีเรียทางวิทยาอิมมูน เป็นการนำสารภูมิต้านทานที่เฉพาะต่อสารก่อภูมิต้านทานของแบคทีเรียนั้นๆ มาใช้ในการตรวจหาแบคทีเรีย โดยหากมีแบคทีเรียชนิดนั้นอยู่ จะเกิดการจับกันของสารก่อภูมิต้านทาน (antigen) และสารภูมิต้านทาน (antibody) เป็นสารเชิงซ้อนของสารก่อภูมิต้านทาน-สารภูมิต้านทาน (Ag-Ab complex) จากนั้นกำจัดส่วนสารก่อภูมิต้านทานและสารภูมิต้านทานอิสระออก ในตัวอย่างที่มีแบคทีเรียชนิดนั้นอยู่ จะยังเหลือกลุ่มรวมสารก่อภูมิต้านทาน-สารภูมิต้านทานอยู่ แต่ถ้าไม่มีแบคทีเรียที่เฉพาะต่อสารภูมิต้านทานนั้น สารภูมิต้านทานก็จะถูกกำจัดออกหมด การตรวจดูว่ามีกลุ่มรวมสารก่อภูมิต้านทาน-สารภูมิต้านทานเกิดขึ้นหรือไม่ อาจทำโดยการติด (label) สารภูมิต้านทานไว้ด้วยสารฟลูออเรสเซนซ์ (fluorescence) ซึ่งหากมีกลุ่มรวมสารก่อภูมิต้านทาน-สารภูมิต้านทานอยู่ จะสามารถเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Newman และ Nisengard, 1994) วิธีนี้เรียกว่าวิธีอิมมูโนฟลูออเรสเซนซ์ (immunofluorescence) หรืออาจตรวจสอบการเกิดกลุ่มรวมสารก่อภูมิต้านทาน-สารภูมิต้านทานได้ โดยการติดสารภูมิต้านทานไว้ด้วยเอนไซม์บางชนิด เมื่อต้องการตรวจสอบการมีอยู่ของสารภูมิต้านทานให้ดูผลการทำงานของเอนไซม์นั้น เช่น ดูสีของสารละลายที่เปลี่ยนไป ในกรรมวิธีของเอนไซม์ลิงค์อิมมูโนซอร์เบนท์แอสเสย์ (enzyme-linked immunosorbent assay) หรืออีไลซา (ELISA)

วิธีตรวจแบคทีเรียทางวิทยาอิมมูนนี้มีข้อดีกว่าการเพาะเชื้อคือ ใช้เวลาน้อยกว่าและไม่ต้องการการมีชีวิตของแบคทีเรีย จึงลดความยุ่งยากในขั้นตอนของการเก็บแบคทีเรีย แต่มีข้อจำกัดคือ จะใช้ได้กับแบคทีเรียที่ทราบถึงสารก่อภูมิต้านทานและสารภูมิต้านทานที่ใช้ตรวจ ซึ่งการศึกษา

เพื่อพัฒนาสารที่ใช้ในการตรวจแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์ต้องใช้เวลานาน จึงมีชนิดของแบคทีเรียที่ทราบถึงสารที่ใช้ในการตรวจอยู่จำกัด (Socransky และ Haffajee, 2005) วิธีนี้มีความไวและความจำเพาะในการตรวจแบคทีเรียค่อนข้างมาก หากเลือกใช้สารก่อภูมิต้านทานและสารภูมิต้านทานที่เหมาะสม โดย French และคณะ (1986) และ Snyder และคณะ (1996) ได้รายงานว่าวิธีนี้มีความไวในการตรวจแบคทีเรียประมาณ 10^4-10^5 เซลล์ขึ้นไป ส่วน Gmür และ Guggenheim (1990) พบว่าปริมาณต่ำสุดของแบคทีเรียที่จะตรวจพบได้ด้วยวิธีนี้คือ ตั้งแต่ 200-4,000 เซลล์ขึ้นไป

การตรวจด้วยวิธีดีเอ็นเอโพรบ (DNA probe) หรือดีเอ็นเอไฮบริไดเซชัน (DNA hybridization)

เนื่องจากแบคทีเรียแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะทางพันธุกรรม วิธีนี้จึงอาศัยการตรวจหาลักษณะที่เฉพาะทางพันธุกรรมของแบคทีเรีย โดยนำชิ้นส่วนของดีเอ็นเอสายเดี่ยวที่มีลำดับเบส (base order) ที่จำเพาะต่อแบคทีเรียที่ต้องการตรวจซึ่งเรียกว่าโพรบ ไปจับกับดีเอ็นเอที่เข้าคู่กันของแบคทีเรียในตัวอย่างที่จะตรวจ หากตัวอย่างมีแบคทีเรียที่ต้องการหา จะเกิดการจับกันระหว่างโพรบกับดีเอ็นเอของแบคทีเรีย เรียกดีเอ็นเอไฮบริไดเซชัน โดยโพรบจะได้รับการติดสารบางอย่างไว้ทำให้เมื่อเกิดการจับคู่กันระหว่างโพรบกับดีเอ็นเอของแบคทีเรีย จะสามารถตรวจพบได้ วิธีตรวจแบคทีเรียโดยใช้ดีเอ็นเอโพรบจะมีความแตกต่างกันไปบ้าง แต่หลักการคือ การนำแบคทีเรียที่จะศึกษามาแยกให้ได้ดีเอ็นเอสายเดี่ยว ซึ่งมักทำโดยการให้ความร้อน แล้วทำให้ดีเอ็นเอสายเดี่ยวที่ได้ยึดติดกับแผ่นเยื่อ (membrane) ไว้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการจับตัวกันกลับเป็นสายคู่ใหม่ แต่ให้สามารถจับคู่กับโพรบที่เตรียมไว้เท่านั้น เมื่อเกิดการจับคู่กันแล้ว จึงกำจัดดีเอ็นเอที่เป็นสายเดี่ยวออก จะเหลือเฉพาะดีเอ็นเอสายคู่ที่เกิดจากการจับกันของดีเอ็นเอของแบคทีเรียที่ต้องการศึกษากับโพรบ ซึ่งจะสามารถตรวจพบได้ด้วยวิธีต่างๆ ตามที่เลือกใช้ เช่น วิธีดอตบลอตแอสเสย์ (dot-blot assay) เมื่อดีเอ็นเอที่ถูกตรึงไว้บนแผ่นเยื่อทำปฏิกิริยาแล้ว ตัวที่เกิดการจับคู่กันกับโพรบจะเห็นเป็นจุดสีบนแผ่นเยื่อ วีธีลิควิดไฮบริไดเซชัน (liquid hybridization format) จะใช้สารฟลูออเรสเซนซ์ติดกับดีเอ็นเอที่ย่อยแล้ว หลังจากปล่อยให้เกิดปฏิกิริยากับโพรบ และล้างดีเอ็นเอสายเดี่ยวที่ไม่เกิดปฏิกิริยาออกด้วยสารเคมี จะสามารถวัดปริมาณฟลูออเรสเซนซ์ที่เหลืออยู่ ซึ่งจะแสดงถึงดีเอ็นเอที่เข้าคู่กันกับโพรบ (Collins, Lyne และ Grange, 1995)

ความจำเพาะของวิธีดีเอ็นเอโพรบจะแตกต่างกันไปแล้วแต่โพรบที่เลือกใช้ โดยความจำเพาะของโพรบแต่ละอันจะขึ้นกับว่านำมาจากดีเอ็นเอของทั้งเซลล์ หรือเป็นโอลิโกนิวคลีโอไทด์ (oligonucleotide) สายสั้นๆ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนดีเอ็นเอ วิธีดีเอ็นเอโพรบนี้เป็นวิธีที่ไม่ต้องใช้แบคทีเรียที่มีชีวิตเช่นเดียวกับวิธีอิมมูโนแอสเสย์ (immunoassay) และวิธีพีซีอาร์ แต่มีความไวใน

การตรวจพบแบคทีเรียน้อยกว่าวิธีพีซีอาร์ จากการศึกษาของ Tsai และคณะ (2003) ได้พบว่า ความไวในการตรวจพบแบคทีเรีย *P. gingivalis* เมื่อเทียบกับวิธีเพาะเชื้อมีเพียงร้อยละ 52.2 ซึ่งน่าจะเนื่องมาจากปริมาณของแบคทีเรียในบริเวณที่ตรวจมีน้อยกว่าระดับต่ำสุดที่สามารถตรวจพบได้ด้วยวิธีนี้ซึ่งเท่ากับ 10^5 เซลล์ ในขณะที่ Savitt และคณะ (1988) ได้พบว่า ดีเอ็นเอโพรบจะให้ผลบวกคงที่เมื่อมีปริมาณแบคทีเรียมากกว่า 10^3 เซลล์ และเมื่อเทียบกับวิธีเพาะเชื้อพบว่าวิธีดีเอ็นเอโพรบมีประสิทธิภาพเท่าเทียมกันหรือมากกว่า ในการตรวจพบแบคทีเรีย *A. actinomycetemcomitans*, *Bacteroides intermedius* และ *Bacteriodes gingivalis* ส่วนการศึกษาของ French และคณะ (1986) ได้พบว่า วิธีดีเอ็นเอโพรบสามารถตรวจพบแบคทีเรียที่มีปริมาณเพียงแค่ 10^2 เซลล์ได้

พอลิเมอร์เรสเชนรีแอกชัน (Polymerase chain reaction) หรือพีซีอาร์ (PCR)

พีซีอาร์เป็นขบวนการสังเคราะห์ชิ้นส่วนดีเอ็นเอในหลอดทดลอง ซึ่งเลียนแบบขบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ ผู้คิดค้นเทคนิคพีซีอาร์คือ Karry Mullis ซึ่งได้รับรางวัลโนเบลในปี ค.ศ. 1993 (Powledge, 2004)

ตามปกติสิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นสัตว์ พืช แบคทีเรีย ไวรัส และอื่นๆ จะมีลำดับของนิวคลีโอไทด์ซึ่งอาจเป็นดีเอ็นเอหรืออาร์เอ็นเอ ที่เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์นั้นๆ แตกต่างไปจากสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ยิ่งไปกว่านั้น ในสิ่งมีชีวิตชั้นสูงเช่นมนุษย์ จะมีลำดับดีเอ็นเอที่แตกต่างไปในแต่ละคน ลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันนี้ ทำให้สามารถระบุสายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตได้จากสารพันธุกรรม อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ดีเอ็นเอจำเป็นต้องมีปริมาณ ดีเอ็นเอมากพอ เช่น วิธีดีเอ็นเอโพรบดังกล่าวข้างต้น ซึ่งวิธีพีซีอาร์จะสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ต้องการได้อย่างมากมายในเวลาอันสั้น (Powledge, 2004) ทำให้สามารถตรวจพบแบคทีเรียได้ถึงแม้จะมีปริมาณเซลล์น้อยมาก โดย Riggio และคณะ (1996) ได้กล่าวว่าวิธีพีซีอาร์สามารถตรวจพบแบคทีเรียได้ถึงแม้จะปริมาณเพียง 50 เซลล์ ขณะที่ Tsai และคณะ (2003) ได้กล่าวว่าแม้จะมีปริมาณแบคทีเรียเพียงแค่ 1-2 เซลล์ก็สามารถตรวจพบได้

วิธีพีซีอาร์สามารถใช้ในการคัดลอกดีเอ็นเอจากแหล่งใดก็ได้ โดยใช้หลักการที่คล้ายกับการถอดแบบดีเอ็นเอตามธรรมชาติ ร่วมกับใช้หลักการของปฏิกิริยาลูกโซ่ในฟิสิกส์นิวเคลียร์ (Markham, 1993) วิธีนี้มีข้อดีคือ มีความไวและความจำเพาะสูง สามารถตรวจได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก โดยต้องมีการเลือกใช้ไพร์เมอร์ที่เหมาะสม แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถหาปริมาณของแบคทีเรียได้ โดยจะใช้เพียงเพื่อหาว่ามีหรือไม่มีแบคทีเรียชนิดนั้นในตัวอย่างที่ตรวจ

และอาจไม่เหมาะที่จะใช้ตรวจแบคทีเรียจำนวนหลายสายพันธุ์หรือหลายตัวอย่าง เนื่องจากปัญหาในเรื่องความคุ้มราคา (Socransky และ Haffajee, 2005)

ในอดีตได้มีผู้นำวิธีพีซีอาร์มาใช้ในการตรวจหาแบคทีเรียชนิดต่างๆ ในคราบจุลินทรีย์ (Hellström และคณะ, 1996; Lee, Choi และคณะ, 2003) ซึ่งวิธีนี้ใช้ประโยชน์ได้ดีเนื่องจากแบคทีเรียหลายชนิดโดยเฉพาะแบคทีเรียที่พบใต้เหงือก มักพบในปริมาณน้อยมาก ทำให้การตรวจหาด้วยวิธีอื่นทำได้ยาก

วิธีพีซีอาร์ (รูปที่ 5) ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักๆ ได้แก่ การแยกสายดีเอ็นเอเกลียวคู่ออกจากกัน (denaturation) การจับของไพร์เมอร์กับดีเอ็นเอแม่แบบ (annealing หรือ hybridization) และการสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ต่อจากไพรเมอร์ (extension) (Campbell และ Ferrell, 2006; Markham, 1993; Powledge, 2004; Watson และคณะ, 2004) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

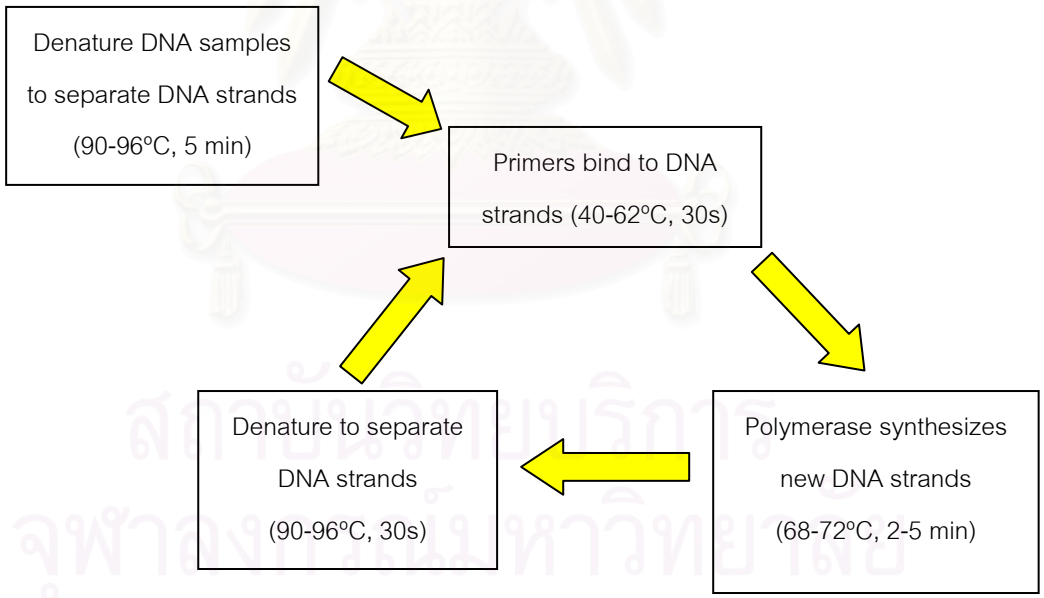
1. การแยกสายดีเอ็นเอเกลียวคู่ออกจากกัน ใช้อุณหภูมิประมาณ 90-96 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 วินาทีในแต่ละรอบ (ยกเว้นการแยกสายดีเอ็นเอครั้งแรกซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ 5 นาที) ขณะเริ่มต้นดีเอ็นเอแม่แบบจะอยู่ในลักษณะที่เป็นเกลียวคู่ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิตามที่กำหนดจะทำให้พันธะไฮโดรเจนระหว่างคู่เบสของดีเอ็นเอถูกทำลาย ทำให้เส้นดีเอ็นเอแยกออกจากกัน ขั้นตอนการแยกสายดีเอ็นเอตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตจะมีเอนไซม์เฮลิเคส (helicase) ช่วยในการแยกสายและคลายเกลียวดีเอ็นเอ

2. การจับของไพร์เมอร์กับดีเอ็นเอแม่แบบ หลังจากแยกสายดีเอ็นเอออกจากกันแล้ว จะลดอุณหภูมิลงเหลือ 40-62 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาประมาณ 30 วินาที เพื่อให้ดีเอ็นเอสังเคราะห์ ขนาดสั้นประมาณ 15-25 เบส ที่เรียกว่าไพร์เมอร์เข้ามาจับบริเวณที่มีลำดับเบสเข้าคู่กัน ซึ่งการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจะเริ่มจากบริเวณที่เกิดการจับกับไพรเมอร์นี้ไปจนถึงปลายด้าน 5' ของสายดีเอ็นเอนั้น ขั้นตอนนี้ในขบวนการสังเคราะห์ดีเอ็นเอตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตจะมีเอ็นไซม์ที่มีชื่อว่าไพรเมส (primase) เป็นตัวสร้างอาร์เอ็นเอไพรเมอร์ขึ้น แต่ในวิธีพีซีอาร์ต้องใส่ไพรเมอร์สังเคราะห์เข้าไป โดยไพรเมอร์นี้จะเป็นโอลิโกนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยวสองแบบ

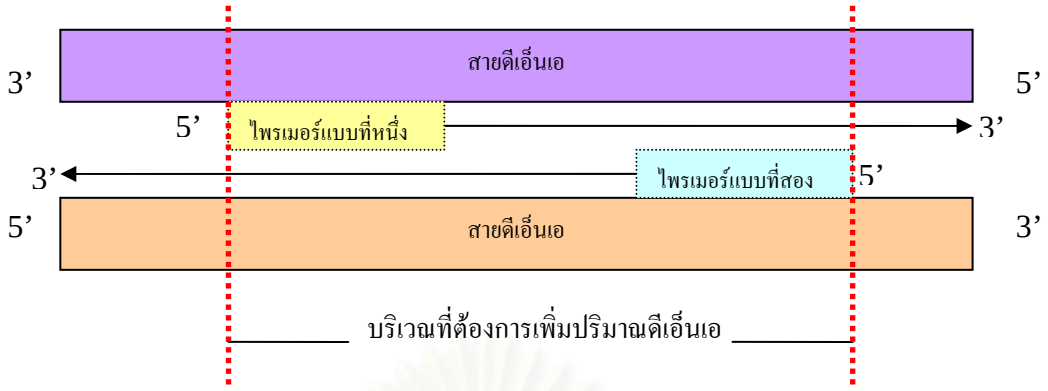
3. การสังเคราะห์ดีเอ็นเอสายใหม่ต่อจากไพรเมอร์ ใช้อุณหภูมิประมาณ 68-72 องศาเซลเซียส ประมาณ 2-5 นาที ขั้นตอนนี้จะต้องอาศัยเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอร์เรส (DNA polymerase) ซึ่งโดยทั่วไปจะถูกย่อยสลายและเสื่อมคุณภาพที่อุณหภูมิสูงดังเช่นระดับอุณหภูมิที่ใช้ในขบวนการพีซีอาร์ ยกเว้นเอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอร์เรสจากแบคทีเรียเทอมัสอะคัวติคัส (*Thermus aquaticus*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบในน้ำพุร้อน จึงจะสามารถทำงานได้ในอุณหภูมิสูง

ดังนั้น เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอร์เรสที่ใช้ในขบวนการพีซีอาร์จึงใช้เอนไซม์ดีเอ็นเอพอลิเมอร์เรสชนิดนี้ซึ่งเรียกว่า แทกพอลิเมอร์เรส (Taq polymerase)

แทกพอลิเมอร์เรสจะทำหน้าที่อ่านแม่แบบตรงบริเวณไพรเมอร์ แล้วนำนิวคลีโอไทด์ที่เข้าคู่กันมาสร้างเป็นสายดีเอ็นเอใหม่ โดยจะเริ่มสร้างจากบริเวณที่จับของไพรเมอร์นี้ไปถึงปลาย 5' ของสายดีเอ็นเอนั้น ไพรเมอร์ในขบวนการพีซีอาร์เป็นโอลิโกนิวคลีโอไทด์สายเดี่ยว โดยจะใช้ไพรเมอร์สองแบบซึ่งมีลำดับเบสที่แตกต่างกัน ไพรเมอร์แบบหนึ่งจำเพาะต่อลำดับเบสบนดีเอ็นเอสายหนึ่ง ทำให้เกิดการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากบริเวณที่จับของไพรเมอร์นี้ไปถึงปลาย 5' ของสายดีเอ็นเอนั้น ส่วนไพรเมอร์อีกแบบหนึ่งจะมีลำดับเบสที่จำเพาะและสามารถจับกับดีเอ็นเออีกสายที่เหลือ แล้วทำให้เกิดการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากบริเวณที่จับของไพรเมอร์นี้ไปถึงปลาย 5' ของสายดีเอ็นเอสายที่เหลือนั้น ทำให้บริเวณที่จะถูกสังเคราะห์มากที่สุดหลังจากผ่านขบวนการพีซีอาร์ไปหลายๆ รอบคือ บริเวณที่อยู่ระหว่างการจับของไพรเมอร์สองแบบนี้ ดังนั้น ตำแหน่งที่จับของไพรเมอร์ทั้งสองแบบจะเป็นตัวกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของบริเวณดีเอ็นเอที่จะเพิ่มปริมาณในขบวนการพีซีอาร์ (รูปที่ 6 และ 7)



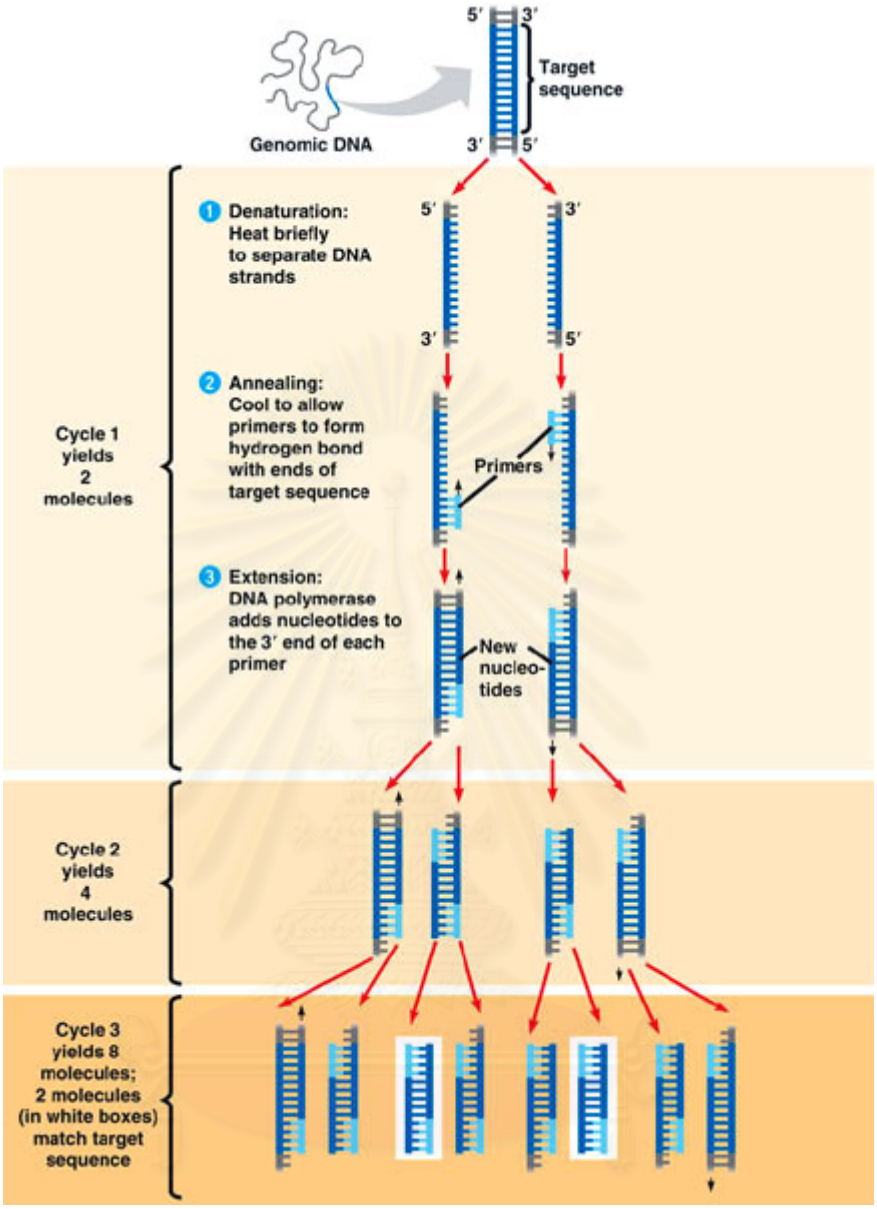
รูปที่ 5 แสดงวงจรของพีซีอาร์



รูปที่ 6 แสดงตำแหน่งที่จับของไพรเมอร์กับสายดีเอ็นเอทั้งสองสายและบริเวณที่ต้องการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ

เมื่อจบขั้นตอนการสังเคราะห์สายดีเอ็นเอใหม่ จะได้สายดีเอ็นเอบริเวณที่ต้องการเพิ่มขึ้นเท่าตัว หากต้องการปริมาณดีเอ็นเอมากขึ้น สามารถทำวงจรนี้ซ้ำไปเรื่อยๆ ซึ่งจะทำให้ได้ปริมาณดีเอ็นเอเพิ่มขึ้นทวีคูณในแต่ละครั้ง หากเกิดวงจรนี้ 20 รอบ จะสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็น-เอได้เป็นล้านเท่า ซึ่งเวลาที่ใช้สำหรับ 20 รอบ เพียงแค่ประมาณ 2 ชั่วโมงเท่านั้น (Collins และคณะ, 1995)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



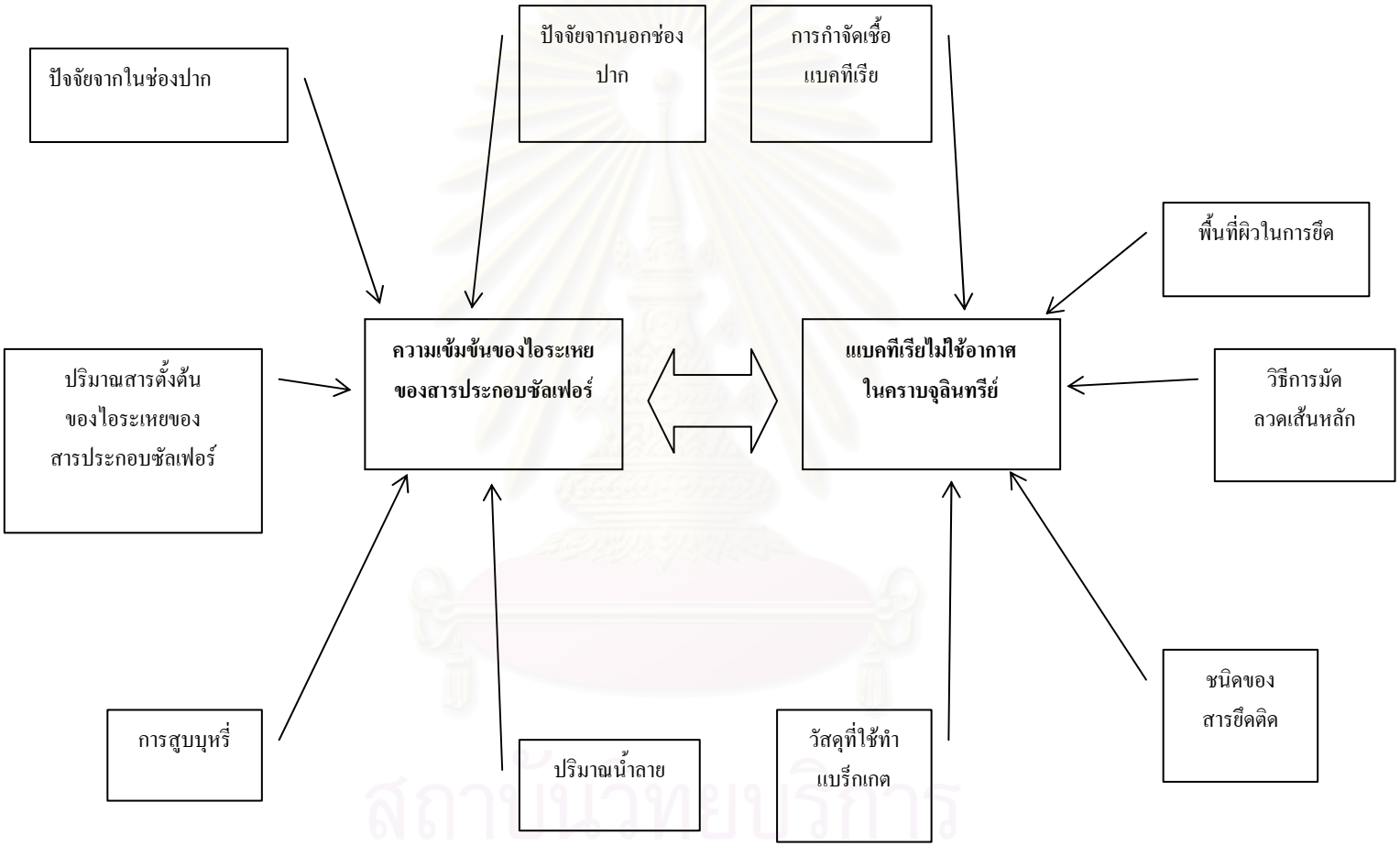
รูปที่ 7 แสดงหลักการของพีซีอาร์

จาก http://www.copernicusproject.ucr.edu/ssi/HSBiologyResources/Genetic%20Engin%20Hum%20Genome/pcr.jpg

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อตัวแปรที่ต้องการวัดในการวิจัย แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมาย: ผู้ป่วยที่ได้รับการจัดฟันด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นแบบเอดจ์ไวส์พรีแอดจัสท์ ซึ่งทำจากโลหะไม่เป็นสนิม

กลุ่มตัวอย่าง: ผู้ป่วยซึ่งมารับบริการทางทันตกรรมจัดฟันที่คลินิกภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 46 คน

เกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเข้า

กลุ่มตัวอย่างได้รับการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดย

1. เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีโรคทางระบบที่ส่งผลให้เกิดภาวะกลิ่นปากเหม็น ไม่มีพยาธิสภาพในช่องปาก และไม่ได้รับประทานยาปฏิชีวนะหรือใช้น้ำยาบ้วนปากก่อนการศึกษาเป็นเวลา 1 เดือน
2. เป็นผู้ที่ได้รับการจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นแบบเอดจ์ไวส์พรีแอดจัสท์
3. เป็นผู้ที่สามารถทำการศึกษา ณ 1 สัปดาห์ก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น และ ณ 4 เดือนหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ซึ่งเป็นระยะปรับระดับ โดยศึกษาเฉพาะในรายที่ได้รับการปรับระดับฟันด้วยลวดโค้งปรับระดับชนิดราบซึ่งไม่มีการดัดห่วง

เกณฑ์การคัดออก

1. ผู้ที่มีโรคทางระบบเช่น โรคระบบทางเดินอากาศ โรคระบบทางเดินอาหาร ซึ่งอาจส่งผลต่อความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ หรือส่งผลต่ออัตราการไหลของน้ำลาย
2. ผู้ที่ได้รับยาซึ่งอาจส่งผลต่อความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์หรืออัตราการไหลของน้ำลาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผู้ที่ได้รับยาปฏิชีวนะหรือใช้น้ำยาบ้วนปากในช่วง 1 เดือนก่อนการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง

4. ผู้ที่ใส่ฟันเทียม หรือใส่เครื่องมือจัดฟันชนิดถอดได้ร่วมด้วยในช่วง 1 เดือนก่อนการเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง

5. ผู้ที่สูบบุหรี่

การสังเกตและการวัด

ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรต้น: การจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นเป็นเวลา 4 เดือน

ตัวแปรตาม: 1. ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ 3 ชนิด ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์

2. ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ได้แก่ *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Fusobacterium nucleatum*, *Tannerella forsythia* และ *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*

การแทรกแซง (Intervention)

การติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ได้ควบคุมเพื่อให้เกิดความกลมกลืน (homogeneity) ของกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. เครื่องมือชนิดติดแน่นแบบเอดจ์ไวส์พรีแอดจัสท์ ยี่ห้อออมโก (Ormco) ซึ่งทำจากเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม โดยใช้ปลอกโลหะรัดฟันและ/หรือคอนเวอทิเบิลทิวบ์ที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ใช้แบร็กเกตรุ่นมินิไดมอนด์ 2000 (Mini-diamond 2000) ที่มีร่องขนาด 0.018 นิ้ว x 0.025 นิ้ว ที่ฟันตัด ฟันเขี้ยว และฟันกรามน้อย

2. สารยึดติด/เรซินแอ็ดฮีซีฟ (adhesive resin) ที่ยึดระหว่างฟันกับปลอกโลหะรัดฟัน และระหว่างฟันกับแบร็กเกต คือ ทรานส์บอนด์พลัส (Transbond™ plus) และทรานส์บอนด์เอกซ์ที (Transbond ™ XT) ตามลำดับ ซึ่งเป็นเรซินชนิดบ่ม

ด้วยแสง (light cure) ของบริษัทสามเอ็ม (3M) ใช้วิธีการติดโดยตรง (direct bond) โดยทำตามขั้นตอนคำแนะนำของบริษัท และกำจัดสารยึดติดส่วนเกิน (excess) ออกก่อนการบ่มด้วยแสง

3. การมัดลวดโค้งเส้นหลักใช้วงอีลาสโทเมอร์ ยี่ห้อเกลนโรเทคโนโลยี (GLENROE Technologies) ของบริษัท เดนท์สพลายอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (Dentsply International Inc.) ประเทศสหรัฐอเมริกา

ระดับของการวัดผล

1. ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์จะวัดผลเป็นระดับอัตราส่วน (ratio scale)

2. การระบุแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิดในผู้ป่วยแต่ละคน เป็นการวัดผลในระดับนามบัญญัติ (nominal scale)

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปร

1. เครื่องมือที่ใช้วัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ได้แก่ เครื่องออรัลโครมา (OralChroma™) ของบริษัทอะบิลิต (Abilit Corporation) ประเทศญี่ปุ่น (รูปที่ 9)

รูปที่ 9 แสดงเครื่องออรัลโครมา

จาก http://www.abilit-medical-and-environmental.jp/en/medical/product_01.html

2. เครื่องมือเทอร์โมไซเคลอร์ (Thermocycler) รุ่นจีนแอมป์พีซีอาร์ซิสเทม 9700 (Geneamp PCR system 9700) ของบริษัท แอปพลายด์ไบโอซิส-เทมส์ (Applied Biosystems) ประเทศสหรัฐอเมริกา (รูปที่ 10)

รูปที่ 10 แสดงเครื่องเทอร์โมไซเคลอร์

3. เครื่องอิเล็กทรอฟอรีซิส (electrophoresis) ยี่ห้อมิวพิด (Mupid) รุ่นมิวพิด-2 (Mupid-2) ของบริษัท แอดวานซ์คอร์ปอเรชันลิมิเท็ต (Advance Coporation limited) ประเทศญี่ปุ่น (รูปที่ 11)

รูปที่ 11 แสดงเครื่องอิเล็กทรอฟอรีซิส

4. เครื่องเจลดอกคิวเมนเทชัน (gel documentation) รุ่นจีนจีเนียสไบโอ-อิมเมจซิสเทม (Gene Genius Bioimage System) ยี่ห้อซีนจีน (Syngene) ของบริษัท ซินนอปทิกส์ จำกัด (Synoptics Ltd.) ประเทศอังกฤษ (รูปที่ 12)

รูปที่ 12 แสดงเจลดอกคิวเมนเทชัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เวลาในการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลผู้ป่วยจะทำตามแผนภูมิที่ 1 ใช้ผู้เก็บข้อมูลคนเดียว เก็บข้อมูลผู้ป่วย 2 ครั้ง โดยทำตามลำดับดังนี้ (รูปที่ 13)

1. ขูดหินน้ำลายให้ผู้ป่วย สอนผู้ป่วยเรื่องการดูแลและทำความสะอาดช่องปาก การแปรงฟัน แปรงลิ้น และการใช้ไหมขัดฟัน (patient oral hygiene instruction) อธิบายและแจกเอกสารเกี่ยวกับข้อปฏิบัติก่อนการนัดหมายเพื่อเก็บข้อมูล ซึ่งได้แก่การหลีกเลี่ยงอาหารที่มีกลิ่น เช่น กระเทียม ต้นหอม ทุเรียน งดดื่มสุรา ใช้น้ำหอม เครื่องสำอางที่มีกลิ่นหอม เป็นเวลา 48 ชั่วโมงก่อนวันเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง และงดอาหารและเครื่องดื่ม รวมทั้งงดทำความสะอาดช่องปากหลังตื่นนอนตอนเช้าของวันที่เก็บข้อมูล เพื่อเก็บข้อมูลกลิ่นปากช่วงเช้า ทั้งนี้ จะเตือนผู้ป่วยทางโทรศัพท์เกี่ยวกับข้อปฏิบัติและวันนัดหมาย 2 ครั้ง คือ สองวันก่อนวันนัดหมาย และคืนก่อนวันนัดหมาย

2. หลังการขูดหินน้ำลายประมาณ 1 สัปดาห์ นัดผู้ป่วยมาเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 โดย
    2.1 ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ด้วยเครื่องออรัลโครมา
    2.2 เก็บคราบจุลินทรีย์จากฟัน 6 ซี่ ได้แก่ ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งบนขวา (#16) ฟันตัดซี่กลางบนซ้าย (#21) ฟันกรามน้อยซี่ที่สองบนซ้าย (#25) ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งล่างซ้าย (#36) ฟันตัดซี่กลางล่างขวา (#41) และฟันกรามน้อยซี่ที่สองล่างขวา (#45) เพื่อหาความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด สำหรับผู้ป่วยที่ไม่มีฟันเหล่านี้ในช่องปากหรือวางแผนที่จะถอนฟันเหล่านี้ จะใช้ฟันกรามแท้ซี่ที่สองบนขวา (#17) ฟันตัดซี่กลางบนขวา (#11) ฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งบนซ้าย (#24) ฟันกรามแท้ซี่ที่สองล่างซ้าย (#37) ฟันตัดซี่กลางล่างซ้าย (#31) และฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งล่างขวา (#44) แทนฟันซี่ #16, #21, #25, #36, #41 และ #45 ตามลำดับ

3. หลังการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 จะแยกฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งด้วยยางแยกฟัน (elastic separator) จากนั้นส่งผู้ป่วยไปถอนฟัน (หากมี)

4. หลังการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 เป็นเวลาไม่เกิน 2 สัปดาห์ จะติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น สอนผู้ป่วยเรื่องการทำความสะอาดช่องปากและเครื่องมือจัดฟัน รวมทั้งแจกแปรงสีฟันสำหรับผู้ป่วยจัดฟันและใบแนะนำการแปรงฟัน

5. ให้การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันแก่ผู้ป่วยตามระยะปรับระดับด้วยลวดโค้งปรับระดับชนิดราบซึ่งไม่มีการดัดห่วง

6. หลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นประมาณ 4 เดือน นัดผู้ป่วยมาเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 โดย
    6.1 ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ด้วยเครื่องออรัลโครมา
    6.2 เก็บคราบจุลินทรีย์จากฟัน 6 ซี่ เช่นเดียวกับที่ทำในการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขูดหินน้ำลาย สอนการทำสะอาดช่องปาก

1 สัปดาห์

สอนและแจกข้อควรปฏิบัติ ก่อนการเก็บข้อมูลครั้งต่อไป และโทรศัพท์เตือนผู้ป่วย

นัดผู้ป่วยมาตอนเช้า เพื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ 1

- วัดกลิ่นปากตอนเช้า ได้ระดับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (V1)
- เก็บคราบจุลินทรีย์เพื่อทำพีซีอาร์ (B1)
- แยกยางฟันบนและฟันล่าง
- ถอนฟัน (ถ้ามี)

1-2 สัปดาห์

- ติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นในฟันบน/ฟันล่าง (ปลอกโลหะรัดฟัน 4 ซี่ และแบร็กเกตใน 1 ขากรรไกร)
- ใส่ลวดโค้งปรับระดับชนิดราบ
- สอนข้อปฏิบัติหลังการติดเครื่องมือ สอนการทำความสะอาดช่องปากและเครื่องมือ

แจกแปรงสีฟันและ ใบแนะนำการแปรงฟัน

1 เดือน

- ติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นในฟันบน/ฟันล่าง (แบร็กเกตใน 1 ขากรรไกร)
- ใส่ลวดโค้งปรับระดับชนิดราบ

1 เดือน

- จัดฟัน เปลี่ยนลวดโค้งปรับระดับชนิดราบ

1 เดือน

- จัดฟัน เปลี่ยนลวดโค้งปรับระดับชนิดราบ

1 เดือน

สอนและแจกข้อควรปฏิบัติ ก่อนการเก็บข้อมูลครั้งต่อไป และโทรศัพท์เตือนผู้ป่วย

นัดผู้ป่วยมาตอนเช้า เพื่อเก็บข้อมูลครั้งที่ 2

- วัดกลิ่นปากตอนเช้า ได้ระดับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (V2)
- เก็บคราบจุลินทรีย์เพื่อทำพีซีอาร์ (B2)

รูปที่ 13 แสดงลำดับเวลาในการเก็บข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลที่เก็บ

การเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งเพื่อหา

1. ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ ในหน่วยนาโนกรัม/10 มิลลิลิตร และในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน

2. ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ได้แก่ *P. intermedia, P. gingivalis, F. nucleatum, T. forsythia* และ *A. actinomycetemcomitans*

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

1. **วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์**

1.1 หลอดดูดก๊าซชนิดใช้ครั้งเดียวทิ้ง (disposable syringe) ซึ่งใช้ดูดก๊าซจากช่องปากผู้ป่วย ยี่ห้อนิโพร (Nipro) ความยาว 8 เซนติเมตร ขนาดบรรจุก๊าซ 1 มิลลิลิตร (รูปที่ 14)

รูปที่ 14 แสดงหลอดดูดก๊าซที่ใช้ในการเก็บก๊าซจากช่องปาก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 เข็มฉีดก๊าซที่ใช้ต่อกับปลายหลอดดูดก๊าซ เพื่อฉีดก๊าซเข้าเครื่องออรัลโครมา (รูปที่ 15)

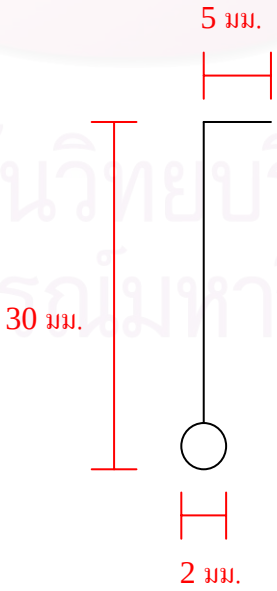
รูปที่ 15 แสดงเข็มฉีดก๊าซที่ใช้ต่อกับปลายหลอดดูดก๊าซ

2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บคราบจุลินทรีย์

2.1 ลวดโลหะไม่เป็นสนิม ชนิดกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ดัดให้เป็นรูปร่างดังแสดงในรูปที่ 16 โดยดัดให้เป็นเส้นตรงความยาว 30 มิลลิเมตร เพื่อให้ใส่ลงในหลอดไมโครทิวบ์ (microtube) ได้ ปลายลวดด้านหนึ่งดัดเป็นวง (coil) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตรเพื่อใช้ขูดคราบจุลินทรีย์ ปลายลวดอีกด้านหนึ่งดัดตั้งฉากกับเส้นตรงแรกและมีความยาว 5 มิลลิเมตรเพื่อเป็นส่วนให้ปิเปต (pipette) เกี่ยวลวดออกจากไมโครทิวบ์

2.2 ถุงมือปราศจากเชื้อ

2.3 ไมโครทิวบ์ ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร



รูปที่ 16 แสดงรูปร่างของลวดที่ใช้ในการเก็บคราบจุลินทรีย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. **วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในขบวนการพีซีอาร์**

3.1 หลอดพีซีอาร์ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร (PCR dome cap tube)

3.2 ปิเปต

3.3 ทริส-อีดีทีเอ หรือทีอีบัฟเฟอร์ (tris-EDTA, TE Buffer) ซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 8

3.4 ทริสอะซิเทต-อีดีทีเอ หรือทีเออีบัฟเฟอร์ (trisacetate-EDTA, TAE Buffer)

3.5 น้ำที่ผสมไดเอทิลไพโรคาร์บอเนต (diethylpyrocarbonate, DEPC)

3.6 ดีเอ็นเอโซล (DNAzol) ของบริษัท อินวิโทรเจน (Invitrogen) ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.7 เอทานอล

3.8 พีซีอาร์บัฟเฟอร์ (PCR buffer) ของบริษัท อินวิโทรเจน

3.9 ส่วนผสมของดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ไตรฟอสเฟต (deoxyribonucleoside triphosphate; dNTP mixture) ของบริษัท อินวิโทรเจน

3.10 แทกดีเอ็นเอพอลิเมอร์เรส (taq DNA polymerase) ของบริษัท อินวิโทรเจน

3.11 แมกนีเซียมคลอไรด์ (magnesium chloride; $MgCl_2$) ของบริษัท อินวิโทรเจน

3.12 ไพรเมอร์ชนิดต่างๆ ของบริษัทซิกม่า-โพรลิโก (Sigma-Proligo) ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.13 อะกาโรสเจล (agarose gel) ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ของบริษัทอินวิโทรเจน

3.14 สีย้อมบรอมฟีนอลบลู (bromphenol blue)

3.15 ดีเอ็นเอแลดเดอร์ (DNA ladder) ระยะห่าง 100 คู่เบส

3.16 เอทิเดียมโบรไมด์ (etidium bromide)

วิธีวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

ก่อนวันเก็บข้อมูล ให้ผู้ป่วยหลีกเลี่ยงอาหารที่มีกลิ่นเช่น กระเทียม ต้นหอม และทุเรียน งดดื่มสุรา งดใช้น้ำหอม เครื่องสำอางที่มีกลิ่นหอม เป็นเวลา 48 ชั่วโมงก่อนวันเก็บข้อมูลแต่ละครั้ง งดอาหารและเครื่องดื่ม รวมทั้งงดทำความสะอาดช่องปากหลังตื่นนอนตอนเช้าของวันที่เก็บข้อมูล และในวันที่เก็บข้อมูล หลังการวัดระดับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์แล้วจะสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเพื่อยืนยันว่ากลุ่มตัวอย่างได้ทำตามข้อควรปฏิบัติ

การวัดระดับของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ทำโดยใช้เครื่องออรัลโครมาตามคำแนะนำของบริษัท ดังนี้

1. ให้ผู้ป่วยปิดปากให้สนิทเป็นเวลา 5 นาที

2. ให้ผู้ป่วยกลืนน้ำลายให้แห้ง จากนั้น ใส่หลอดดูดก๊าซเข้าไปในช่องปาก ลึกประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวของหลอดดูดก๊าซ โดยให้ผู้ป่วยเปิดปากน้อยที่สุด และไม่ให้หลอดดูดก๊าซสัมผัสกับเนื้อเยื่อในช่องปาก

3. ให้ผู้ป่วยปิดปากให้สนิทเป็นเวลา 30 วินาที ดูดก๊าซจนเต็มหลอดดูดก๊าซ แล้วฉีดกลับเข้าไปจนหมด จากนั้นดูดก๊าซจากในช่องปากอีกครั้งจนเต็มหลอดดูดก๊าซ การดูดก๊าซ 2 ครั้งเพื่อกำจัดก๊าซที่ไม่ต้องการออกจากหลอดดูดก๊าซ

4. นำหลอดดูดก๊าซออกจากช่องปากของผู้ป่วย เช็ดน้ำลายออกจากหลอดดูดก๊าซให้แห้ง แล้วต่อเข็มฉีดก๊าซเข้ากับปลายหลอดดูดก๊าซ

5. ฉีดก๊าซออกช้าๆ จนเหลือปริมาณก๊าซในหลอด 0.5 มิลลิลิตร

6. เสียบเข็มฉีดก๊าซลงในช่องฉีดก๊าซ (gas inlet) ซึ่งอยู่ด้านบนของตัวเครื่องออรัลโครมา จากนั้น ฉีดก๊าซเข้าเครื่องให้หมดภายในเวลา 1 วินาที

7. เครื่องจะใช้เวลาประมวลผล 8 นาที จากนั้น จะแสดงระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ 3 ชนิดได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน และไดเมทิลซัลไฟด์ ในหน่วยนาโนกรัม/10 มิลลิลิตร และในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน

วิธีตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ในคราบจุลินทรีย์

1. **การเก็บคราบจุลินทรีย์**

   1.1 เก็บคราบจุลินทรีย์หลังจากวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ทันที โดยจะเก็บคราบจุลินทรีย์จากฟัน 6 ซี่ ดังที่กล่าวในข้อ 2.2 ของหัวข้อ “เวลาในการเก็บข้อมูล”

   1.2 ผู้วิจัยใส่ถุงมือปราศจากเชื้อเพื่อเก็บคราบจุลินทรีย์ และใช้ลวดเหล็กกล้าไม่เป็นสนิมซึ่งมีรูปร่างดังรูปที่ 16 และผ่านการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งอัดไอน้ำ (autoclave) เก็บคราบจุลินทรีย์ที่อยู่ใต้ปีกของแบร็กเกตด้านเหงือก คราบจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณคอฟันและที่อยู่ในร่องเหงือก แล้วนำลวดซึ่งมีคราบจุลินทรีย์เก็บใส่ไมโครทิวบ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งอัดไอน้ำ

1.3 เก็บไมโครทิวบ์ที่ใส่ลวดซึ่งมีคราบจุลินทรีย์ไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปสกัดดีเอ็นเอต่อไป

2. **เชื้อสายพันธุ์ที่ใช้เป็นกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ (positive control) ได้แก่**

Prevotella intermedia (American type culture collection [ATCC] 25611)

Porphyromonas gingivalis (ATCC 33277)

Fusobacterium nucleatum (ATCC 25586)

Tannerella forsythia (ATCC 43037)

Aggregatibacter actinomycetemcomitans (ATCC 29522)

3. **การสกัดดีเอ็นเอของแบคทีเรียจากคราบจุลินทรีย์ของผู้ป่วยและจากกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ**

3.1 นำไมโครทิวบ์ที่ใส่ลวดซึ่งมีคราบจุลินทรีย์ที่เก็บมาตามข้อ 1.3 โดยถ้าเป็นกลุ่มควบคุมโพซิทีฟให้นำแบคทีเรียจากอาหารเลี้ยงเชื้อ (agar plate) มา 1-2 โคโลนี เติมทีอี 500 ไมโครลิตรลงในไมโครทิวบ์ แล้วเขย่าให้เข้ากัน หากใช้แบคทีเรียจากอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นของเหลว (broth) ใช้ทีอีปริมาตร 100 ไมโครลิตร

3.2 นำไมโครทิวบ์เข้าเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) ที่ 1,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นใช้ปิเปตเกี่ยวลวดทิ้ง และดูดส่วนลอย (supernatant) ทิ้ง

3.3 เติมดีเอ็นเอโซล 500 ไมโครลิตร ดูดขึ้นและลงโดยใช้ปิเปต จนผสมกันดี

3.4 เติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 99.5 จำนวน 250 ไมโครลิตร คว่ำหลอดไปมา 5-8 ครั้ง (invert tube) แล้วทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 1-3 นาที

3.5 นำไมโครทิวบ์เข้าเครื่องเหวี่ยงที่ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที แล้วดูดส่วนลอยทิ้ง

3.6 เติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 จำนวน 200 ไมโครลิตร คว่ำหลอดไปมา 5-8 ครั้ง แล้วนำไปเข้าเครื่องเหวี่ยงที่ 1,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 นาที แล้วดูดส่วนลอยทิ้ง

3.7 ทำซ้ำข้อ 3.6 อีกสองครั้ง

3.8 เติมน้ำที่ผสมไดเอทิลไพโรคาร์บอเนต 100 ไมโครลิตร และดูดขึ้นลงโดยใช้ปิเปต จนผสมกันดี

3.9 เก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธีพีซีอาร์

4. การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอของแบคทีเรียที่ต้องการศึกษาด้วยวิธีพีซีอาร์

4.1 ใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อแบคทีเรียแต่ละชนิด ซึ่งมีลำดับเบสจาก 5' ถึง 3' ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงลำดับเบสของไพรเมอร์ที่ใช้ในขบวนการพีซีอาร์

ชนิดของแบคทีเรีย	ลำดับเบสของไพรเมอร์จาก 5' ถึง 3'	จำนวนคู่เบส	เอกสารอ้างอิง
Prevotella intermedia	CGT GGA CCA AAG ATT CAT CGG TGG A CCG CTT TAC TCC CCA ACA AA	259	Baumgartner และคณะ (1999)
Porphyromonas gingivalis	AGG CAG CTT GCC ATA CTG CG ACT GTT AGC AAC TAC CGA TGT	404	Ashimoto และคณะ (1996)
Fusobacterium nucleatum	AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG GTC ATC GTG CAC ACA GAA TTG CTG	360	Conrads และคณะ (1997)
Tannerella forsythia	TAC AGG GGA ATA AAA TGA GAT ACG ACG TCA TCC CCA CCT TCC TC	745	Tran และ Rudney (1999)
Aggregatibacter actinomycetemcomitans	CTA GGT ATT GCG AAA CAA TTT G CCT GAA ATT AAG CTG GTA ATC	262	Suzuki และคณะ (2001)

4.2 ผสมส่วนประกอบต่างๆ ที่ใช้ในขบวนการพีซีอาร์ในหลอดพีซีอาร์ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร โดยใช้ปริมาตรรวมต่อหลอดเท่ากับ 25 ไมโครลิตร ซึ่งประกอบด้วย

4.2.1 พีซีอาร์บัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 10 เท่า จำนวน 2.5 ไมโครลิตร

4.2.2 ฟอร์เวิร์ดไพรเมอร์ (forward primer) ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์ (μM) จำนวน 1.25 ไมโครลิตร

4.2.3 รีเวอร์สไพรเมอร์ (reverse primer) ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลาร์ จำนวน 1.25 ไมโครลิตร

4.2.4 ส่วนผสมของดีออกซีไรโบนิวคลีโอไซด์ไตรฟอสเฟต ความเข้มข้น 10 มิลลิตรโมลาร์ (mM) จำนวน 0.5 ไมโครลิตร

4.2.5 แทกดีเอ็นเอพอลิเมอร์เรส ความเข้มข้น 5 ยูนิตต่อไมโครลิตร จำนวน 0.25 ไมโครลิตร

4.2.6 แมกนีเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 50 มิลลิตรโมลาร์ จำนวนต่างกันตามแบคทีเรียแต่ละชนิด ดังนี้

1.25 ไมโครลิตร สำหรับ *P. intermedia*

1 ไมโครลิตร สำหรับ *P. gingivalis*

0.75 ไมโครลิตร สำหรับ *F. nucleatum*, *T. forsythia* และ *A. actinomycetemcomitans*

4.2.7 สารละลายดีเอ็นเอที่สกัดได้จากขั้นตอนที่ 3 จำนวน 1 ไมโครลิตร หรือในหลอดที่เป็นตัวควบคุมเนกาทีฟ (negative control) ใช้น้ำที่ผสมได-เอทิลไพโรคาร์บอเนต แทนตัวอย่างดีเอ็นเอ

4.2.8 น้ำที่ผสมไดเอทิลไพโรคาร์บอเนตจำนวนต่างกันตามแบคทีเรียแต่ละชนิด ซึ่งทำให้ได้ปริมาตรสุดท้ายเป็น 25 ไมโครลิตร

4.3 เข้าเครื่องเทอร์โมไซเคลอร์ โดยตั้งจำนวนรอบเท่ากับ 35 ใช้อุณหภูมิและเวลาในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

4.3.1 การแยกสายดีเอ็นเอครั้งแรก (initial denaturation) ใช้อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที

4.3.2 การแยกสายดีเอ็นเอ ใช้อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วินาที

4.3.3 การจับของไพรเมอร์กับสายดีเอ็นเอ ใช้อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที

4.3.4 การต่อสายดีเอ็นเอ ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที

4.3.5 การต่อสายดีเอ็นเอครั้งสุดท้าย (final extension) ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

4.3.6 แช่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ (final soak) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นนำออกจากเครื่องไปเก็บที่ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปทำอิเล็กทรอฟอรีซิสต่อไป

5. การทำอิเล็กทรอฟอรีซิส

5.1 นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์มาผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส บนอะกาโรสเจลความเข้มข้นร้อยละ 1.5 ในทีเออีบัฟเฟอร์ และมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 8 และผสมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์ เพื่อให้เรืองแสงภายใต้แสงยูวี โดยในแต่ละหลุมของเจล ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์จำนวน 9 ไมโครลิตร ผสมกับสีย้อมบรอมฟีนอลบลู ซึ่งให้สีน้ำเงินและซัยยาลีนซัยยานอล (xyalene xyanol) ซึ่งให้สีเขียวจำนวน 1 ไมโครลิตร เพื่อสังเกตการเคลื่อนของผลิตภัณฑ์บนเจล

5.2 ใช้ดีเอ็นเอแลดเดอร์จำนวน 1.5 ไมโครลิตร เพื่อเปรียบเทียบขนาดโมเลกุลของดีเอ็นเอตัวอย่าง

5.3 สังเกตแถบสีที่ปรากฏบนบนอะกาโรสเจลภายใต้แสงยูวี โดยใช้เครื่องเจลดอก-คิวเมนเทชัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในผู้ป่วย ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น
   1.1 ใช้การทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่สัมพันธ์กัน (Paired-t test) เมื่อการกระจายของข้อมูลปกติ
   1.2 ใช้การทดสอบเชิงเครื่องหมายและลำดับที่แบบวิลคอกซัน (Wilcoxon Signed-Rank test) เมื่อการกระจายของข้อมูลไม่เป็นปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศจำนวน 5 ชนิด ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นใช้การทดสอบแมกนีมาร์ (McNemar)

3. เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไปในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิดก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น
   3.1 ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) เมื่อการกระจายของข้อมูลปกติ
   3.2 ใช้การทดสอบครัสคาลวาลลิส (Kruskal-Wallis H) เมื่อการกระจายของข้อมูลไม่เป็นปกติ

4. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิดในผู้ป่วย ก่อนและหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นใช้การทดสอบไคสแควร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 46 คน เป็นเพศชาย 16 คน เพศหญิง 30 คน มีอายุระหว่าง 11 ถึง 36 ปี โดยมีอายุเฉลี่ย 18.5±5.3 ปี ระยะเวลาในขั้นตอนต่างๆ ของการวิจัยแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงระยะเวลาเฉลี่ยในขั้นตอนต่างๆ ของการวิจัย

ขั้นตอน	ระยะเวลาเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	พิสัย
ขูดหินน้ำลาย- เก็บข้อมูลครั้งที่หนึ่ง	6.8±2.2 วัน	2-17 วัน
เก็บข้อมูลครั้งที่หนึ่ง- ติดเครื่องมือขากรรไกรแรก	5.3±3.3 วัน	0-14 วัน
ติดเครื่องมือขากรรไกรแรก- ติดเครื่องมือขากรรไกรที่สอง	4.8±2.5 สัปดาห์	0-13 สัปดาห์
เก็บข้อมูลครั้งที่หนึ่ง- เก็บข้อมูลครั้งที่สอง	19.3±3.1 สัปดาห์ (4.5±0.7 เดือน)	15.3-28 สัปดาห์ (3.6-6.5 เดือน)

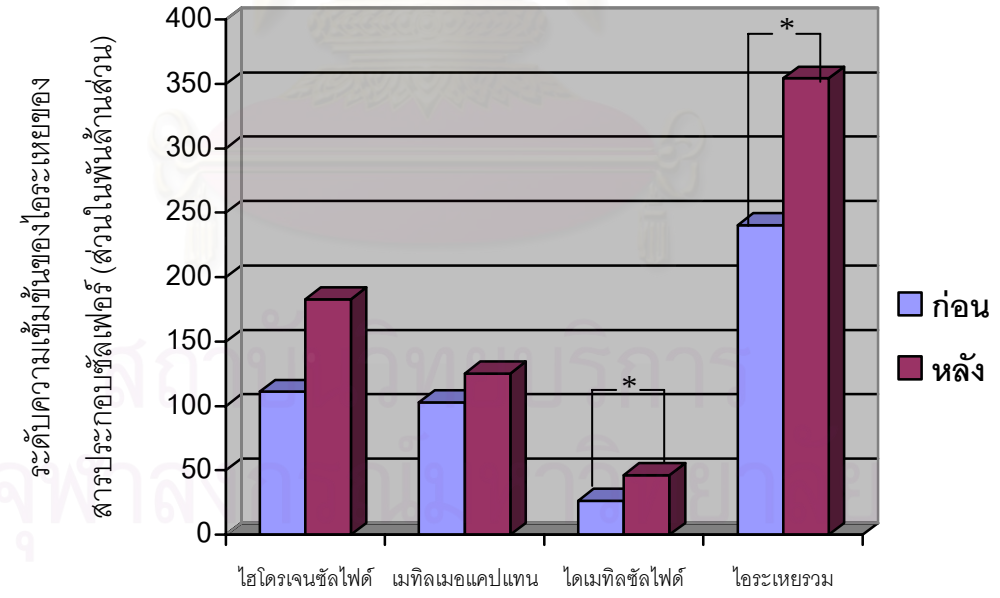
การเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน ในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น พบว่าหลังติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน ไดเมทิลซัลไฟด์ และไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 64.68 21.77 75.09 และ 47.46 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบเชิงเครื่องหมายและลำดับที่แบบวิลคอกซัน เนื่องจากการกระจายของข้อมูลไม่เป็นปกติ พบว่า ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์และไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวม มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .019 และ .024 ตามลำดับ) ขณะที่ระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมทิลเมอแคปแทน มีค่าสูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .102 และ .342 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 17

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในหน่วยส่วนในพันล้านส่วนในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ชนิดของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (ppb)		ร้อยละที่เปลี่ยนไป	ค่าพี (*p*-value)
	ก่อนการติดเครื่องมือ	หลังการติดเครื่องมือ		
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	111.0±173.1	182.8±237.5	64.68	.102
เมทิลเมอแคปแทน	102.9±161.6	125.3±140.1	21.77	.342
ไดเมทิลซัลไฟด์	26.5±33.9	46.4±50.5	75.09	.019*
ไอระเหยรวม	240.4±267.6	354.5±331.9	47.46	.024*

* = มีนัยสำคัญที่ค่าพี < .05



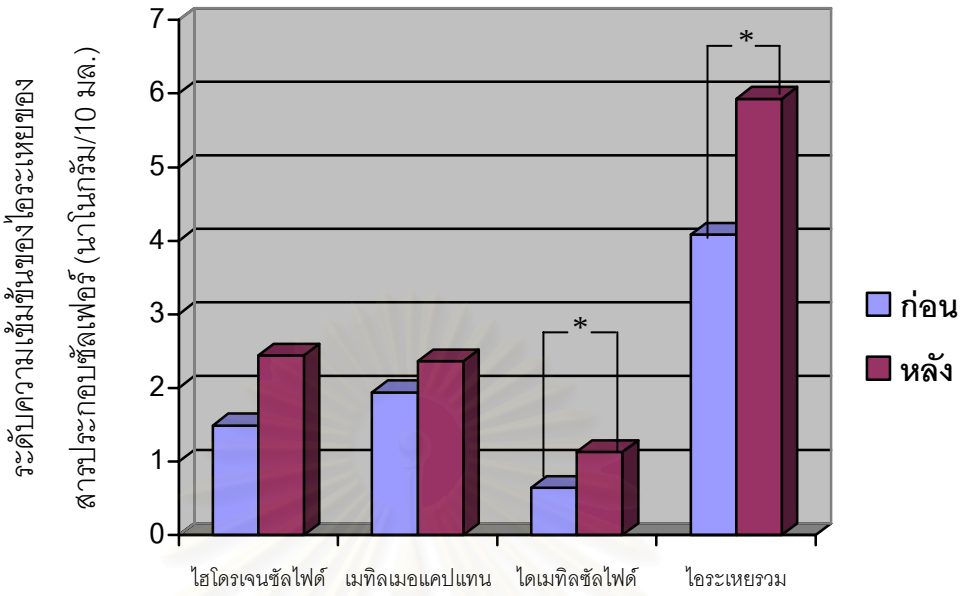
รูปที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในหน่วยส่วนในพันล้านส่วนในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในหน่วยนาโนกรัม/10มิลลิลิตร ในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น พบว่าหลังติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน ไดเมทิลซัลไฟด์ และไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 64.76 21.65 76.56 และ 45.34 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบเชิงเครื่องหมายและลำดับที่แบบวิลคอก-ซัน เนื่องจากการกระจายของข้อมูลไม่เป็นปกติ พบว่า ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์และไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวม มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .020 และ .023 ตามลำดับ) ขณะที่ระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมทิลเมอแคปแทน มีค่าสูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .110 และ .347 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 6 และรูปที่ 18

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในหน่วยนาโนกรัม/10 มิลลิลิตรในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ชนิดของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (ng/10ml)		ร้อยละที่เปลี่ยนไป	ค่าพี (*p*-value)
	ก่อนการติดเครื่องมือ	หลังการติดเครื่องมือ		
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	1.49±2.33	2.44±3.18	63.76	.110
เมทิลเมอแคปแทน	1.94±3.06	2.36±2.66	21.65	.347
ไดเมทิลซัลไฟด์	0.64±0.83	1.13±1.24	76.56	.020*
ไอระเหยรวม	4.08±4.42	5.93±5.32	45.34	.023*

* = มีนัยสำคัญที่ค่าพี < .05

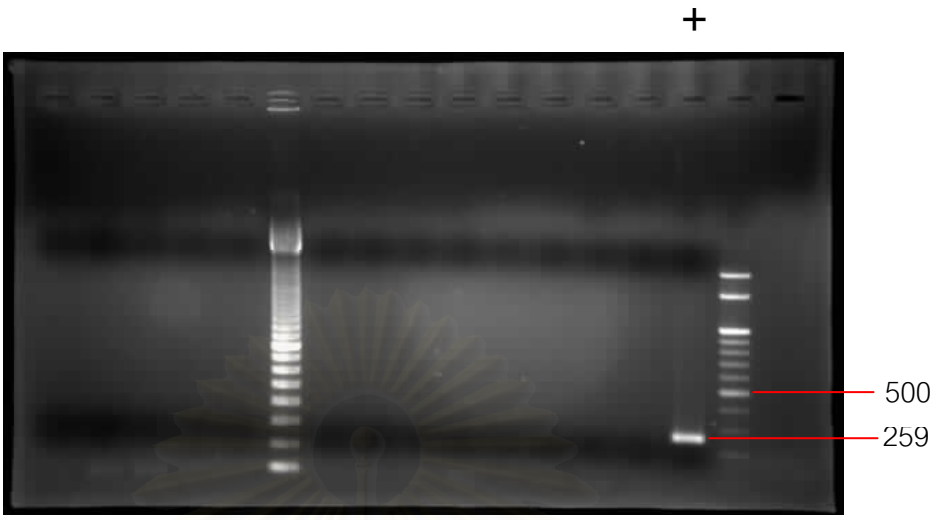


ชนิดของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

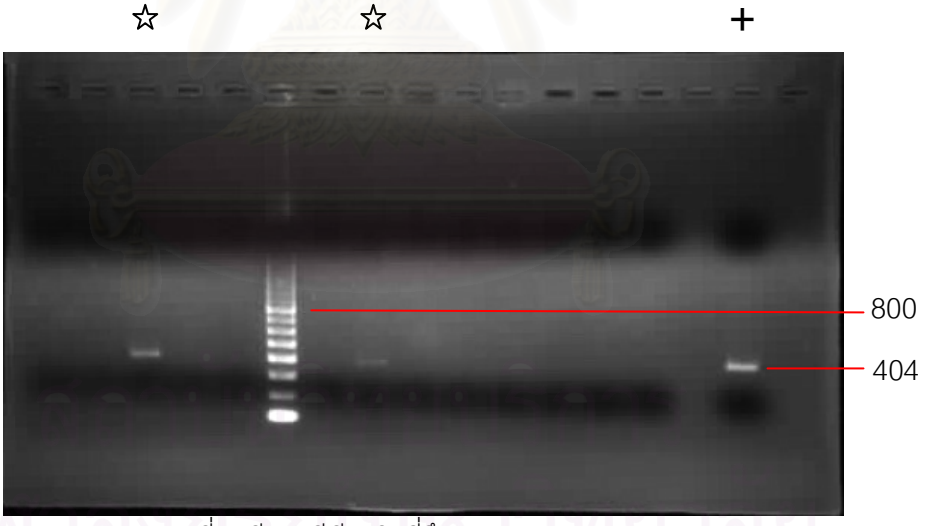
รูปที่ 18 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในหน่วยนาโน-กรัม/10 มิลลิลิตรในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

การเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ในผู้ป่วยก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

การตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ได้แก่ *P. intermedia*, *P. gingivalis*, *F. nucleatum*, *T. forsythia* และ *A. actinomycetemcomitans* ในคราบจุลินทรีย์ของผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ใช้วิธีการพีซีอาร์ร่วมกับการทำอิเล็กทรอฟอรีซิส โดยจะระบุว่าผู้ป่วยมีแบคทีเรียชนิดนั้น เมื่อปรากฏแถบเรืองแสงที่ตำแหน่งตรงกับหลอดควบคุมโพซิทีฟในการทดลองครั้งนั้น และมีจำนวนคู่เบสตรงตามที่ได้ออกแบบไว้ตามตารางที่ 3 ดังแสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์เพื่อตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิสตามรูปที่ 19 ถึง 23

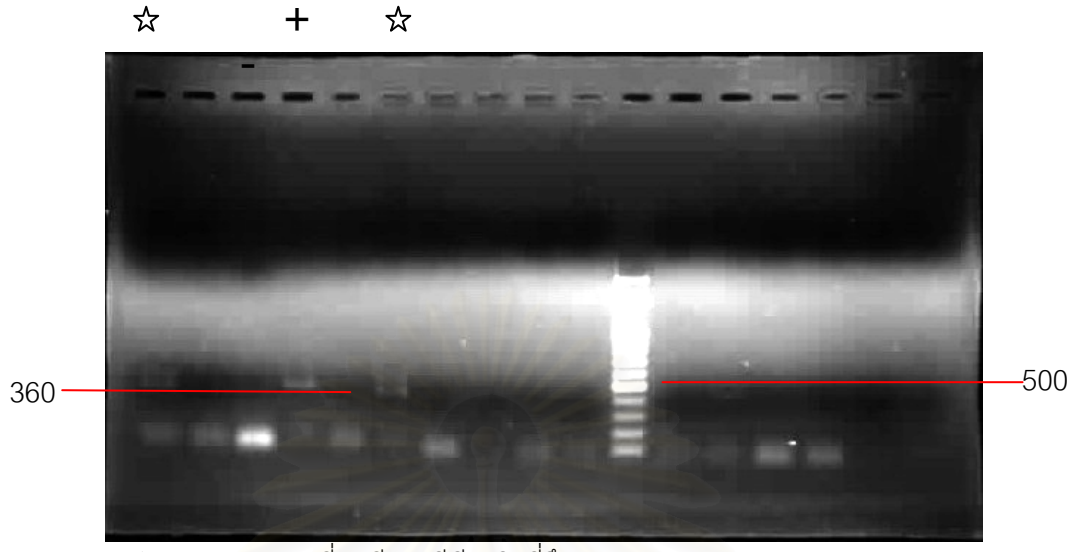


รูปที่ 19 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์ เพื่อตรวจหา *Prevotella intermedia* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส

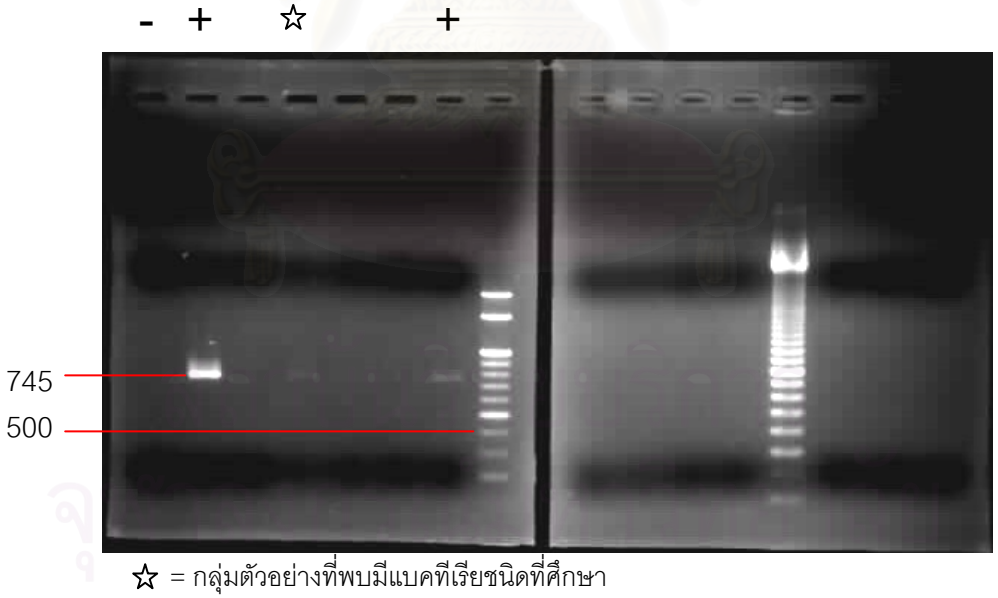


☆ = กลุ่มตัวอย่างที่พบมีแบคทีเรียชนิดที่ศึกษา

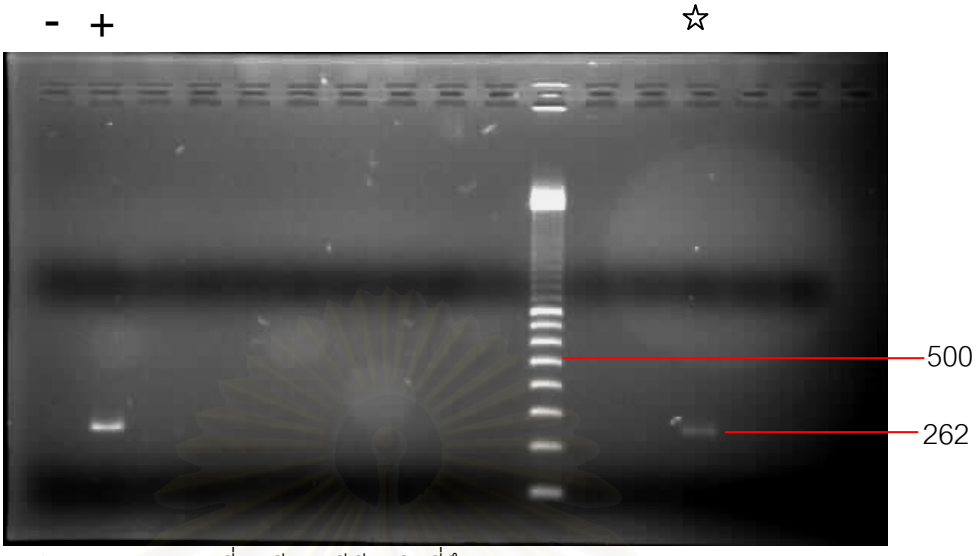
รูปที่ 20 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์ เพื่อตรวจหา *Porphyromonas gingivalis* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส



รูปที่ 21 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์ เพื่อตรวจหา *Fusobacterium nucleatem* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส



รูปที่ 22 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์ เพื่อตรวจหา *Tannerella forsythia* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็ก-ทรอฟอรีซิส



☆ = กลุ่มตัวอย่างที่พบมีแบคทีเรียชนิดที่ศึกษา

รูปที่ 23 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายภายใต้แสงยูวีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำพีซีอาร์ เพื่อตรวจหา *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* ของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโพซิทีฟ หลังผ่านขบวนการอิเล็กทรอฟอรีซิส

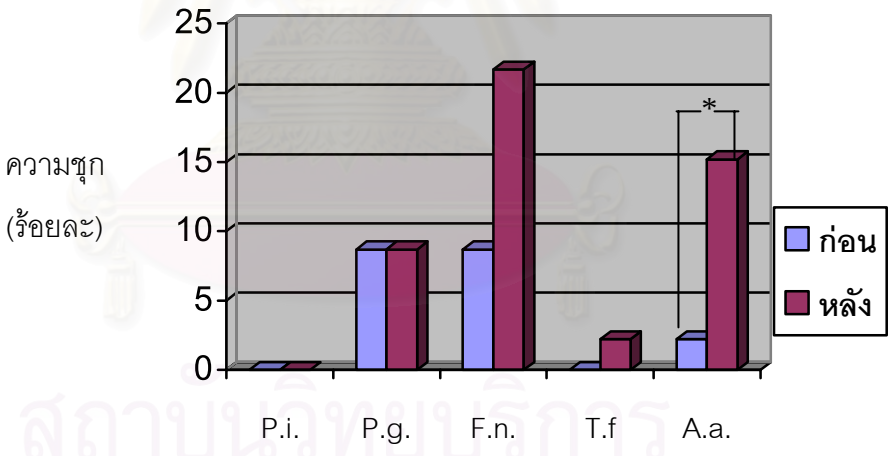
ผลการเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศจำนวน 5 ชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นโดยใช้การทดสอบแมกนีมาร์ พบว่า ความชุกของ *P. intermedia* (P.i.) และ *P. gingivalis* (P.g.) ไม่เปลี่ยนแปลง ในขณะที่ความชุกของ *F. nucleatum* (F.n.) และ *T. forsythia* (T.f.) เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .180 และ – ตามลำดับ) ขณะที่ความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* (A.a.) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .031) ดังแสดงในตารางที่ 7 และรูปที่ 24

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศจำนวน 5 ชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ชนิดของแบคทีเรีย	ความชุก (ร้อยละ)		ค่าพี
	ก่อนการติดเครื่องมือ	หลังการติดเครื่องมือ	
Prevotella intermedia	0	0	-
Porphyromonas gingivalis	8.7	8.7	1.000
Fusobacterium nucleatum	8.7	21.7	.180
Tannerella forsythia	0	2.2	-
Aggregatibacter actinomycetemcomitans	2.2	15.2	.031*

* = มีนัยสำคัญที่ค่าพี < .05, - = ไม่สามารถคำนวณค่าสถิติได้



รูปที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศจำนวน 5 ชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียแต่ละชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

แบ่งผู้ป่วยทั้งหมดออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่ไม่มีแบคทีเรียทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น
2. กลุ่มที่ไม่มีแบคทีเรียก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่มีแบคทีเรียหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น
3. กลุ่มที่มีแบคทีเรียก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่ไม่มีแบคทีเรียหลังได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น
4. กลุ่มที่มีแบคทีเรียทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

จากนั้นเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไปในแต่ละกลุ่มของ *P. gingivalis*, *F. nucleatum* และ *A. actinomycetem-comitans* โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เนื่องจากการกระจายของข้อมูลเป็นปกติ และข้อมูลมีความแปรปรวนเท่ากัน (Homogeneity of variances) และใช้การทดสอบมันน์-วิตนีย์ (Mann-Whitney test) ในแต่ละกลุ่มของ *T. forsythia* เนื่องจากแบ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดออกได้เป็นเพียง 2 กลุ่ม และมี 1 กลุ่มที่ไม่สามารถทดสอบการกระจายของข้อมูลได้ เนื่องจากมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเพียง 1 ราย แสดงค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในแต่ละกลุ่มของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 4 ชนิด ในตารางที่ 8 ถึง 11 และรูปที่ 25 ถึง 28 สำหรับ *P. intermedia* ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ เนื่องจากไม่พบผู้ที่มีแบคทีเรียชนิดนี้ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

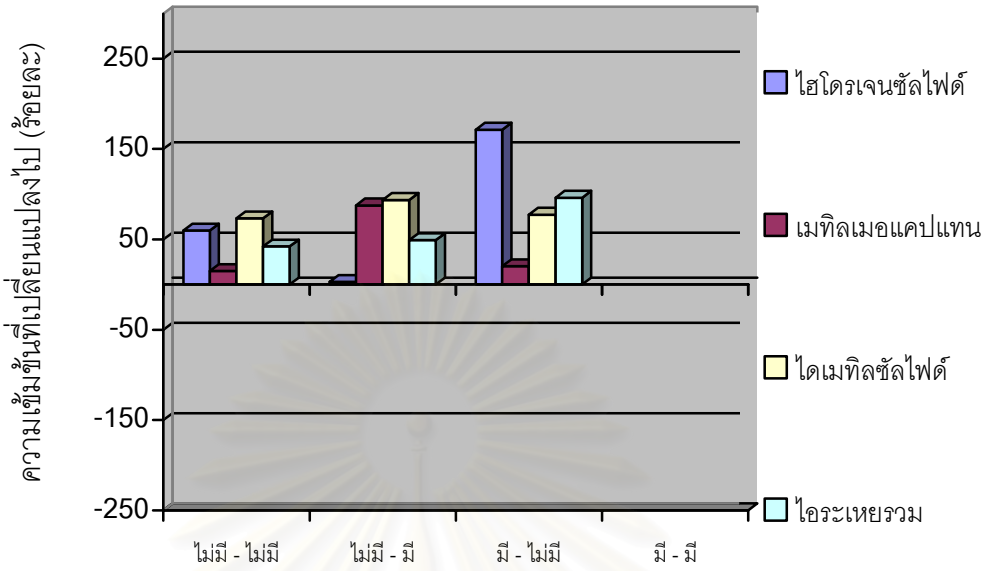
ความความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปในผู้ป่วยอย่างน้อย 2 กลุ่มของ *F. nucleatum* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .018) และเมื่อเปรียบเทียบแบบพหุคูณ (multiple comparison) ต่อเพื่อหาความแตกต่างระหว่างแต่ละคู่ โดยใช้การวิเคราะห์แบบเชฟเฟ (Scheffe) พบว่า ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มผู้ที่ไม่มีแบคทีเรียชนิดนี้ก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่มีแบคทีเรียชนิดนี้หลังการติดเครื่องมือ กับกลุ่มผู้ที่มีแบคทีเรียชนิดนี้ก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่ไม่มีแบคทีเรียชนิดนี้หลังการติดเครื่องมือ (ค่าพีเท่ากับ .020) โดยในกลุ่มแรกพบว่ามีความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 207.8±291.3 ส่วนในพันล้านส่วน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 187.21 ในขณะที่กลุ่มที่สองมีความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ลดลงโดยเฉลี่ย 187.8±240.9 ส่วนในพันล้านส่วนหรือลดลงร้อยละ169.19

ความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ในผู้ป่วยอย่างน้อย 2 กลุ่มของ *A. actinomycetemcomitans* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .036) แต่ไม่สามารถวิเคราะห์ต่อได้ว่ากลุ่มใดบ้างที่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากผู้ที่มีแบคทีเรียชนิดนี้ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นมีเพียง 1 ราย อย่างไรก็ตามถ้าไม่นำผู้ป่วยกลุ่มนี้มาคิด นั่นคือนำเฉพาะสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ไม่มี *A. actinomycetemcomitans* ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือ และกลุ่มที่ไม่มี *A. actinomycetemcomitans* ก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่มีแบคทีเรียนี้หลังการติดเครื่องมือ มาเปรียบเทียบความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยใช้การทดสอบทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระกัน เนื่องจากการกระจายของข้อมูลเป็นปกติ พบว่า ความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปในกลุ่มที่ไม่มี *A. actinomycetemcomitans* ก่อนการติดเครื่องมือ แต่มีแบคทีเรียชนิดนี้หลังการติดเครื่องมือเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีแบคทีเรียชนิดนี้ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมืออย่างมีนัยสำคัญ (ค่าพีเท่ากับ .043) โดยในกลุ่มแรก พบมีค่าความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์เพิ่มขึ้น 58.5±89.8 ส่วนในพันล้านส่วน คิดเป็นร้อยละ 220.75 ขณะที่กลุ่มหลัง มีค่าความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์เพิ่มขึ้น 11.9±43.3 ส่วนในพันล้านส่วน คิดเป็นร้อยละ 44.91

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *P. gingivalis* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ชนิดของไอระเหย / การพบมีแบคทีเรีย (ก่อน - หลัง)	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป (ร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไป)				ค่าพี
	ไม่มี – ไม่มี (n=38)	ไม่มี – มี (n=4)	มี – ไม่มี (n=4)	มี – มี (n=0)	
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	66.5±229.9 (59.91)	3.3±211.3 (2.97)	190.3±416.5 (171.44)	-	.540
เมทิลเมอแคปแทน	15.4±218.3 (14.99)	90.3±104.1 (87.71)	20.3±121.9 (20.25)	-	.790
ไดเมทิลซัลไฟด์	19.4±55.3 (73.21)	24.8±56.2 (93.58)	20.5±51.1 (77.36)	-	.983
ไอระเหยรวม	101.4±298.6 (42.18)	118.3±131.6 (49.21)	231.0±546.1 (96.09)	-	.736

- = ไม่พบผู้ที่จัดอยู่ในกลุ่มนั้น



ชนิดของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

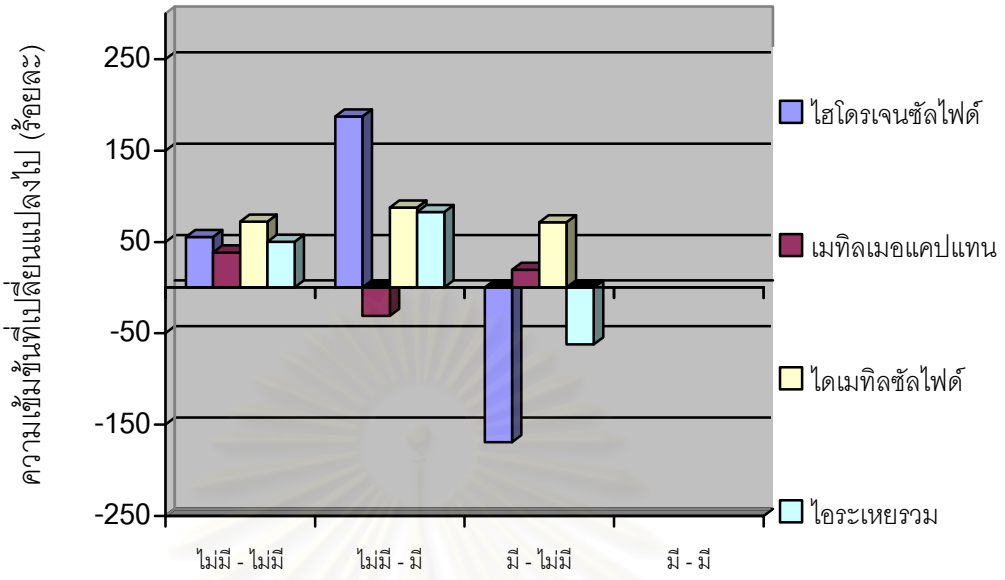
รูปที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *P. gingivalis* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *F. nucleatum* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ชนิดของไอระเหย / การพบมีแบคทีเรีย (ก่อน - หลัง)	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป (ร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไป)				ค่าพี
	ไม่มี – ไม่มี (n=32)	ไม่มี – มี (n=10)	มี – ไม่มี (n=4)	มี – มี (n=0)	
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	61.7±204.0 (55.59)	207.8±291.3 (187.21)	-187.8±240.9 (-169.19)	-	.018*
เมทิลเมอแคปแทน	39.6±148.1 (38.48)	-31.7±301.9 (-30.81)	19.8±327.6 (19.24)	-	.636
ไดเมทิลซัลไฟด์	19.1±56.5 (72.08)	23.2±46.7 (87.55)	19.0±62.0 (71.70)	-	.978
ไอระเหยรวม	120.4±274.8 (50.08)	199.3±371.7 (82.90)	-149.0±351.7 (-61.98)	-	.161

* $p = .020$

* = มีนัยสำคัญที่ค่าพี < .05, - = ไม่พบผู้ที่จัดอยู่ในกลุ่มนั้น



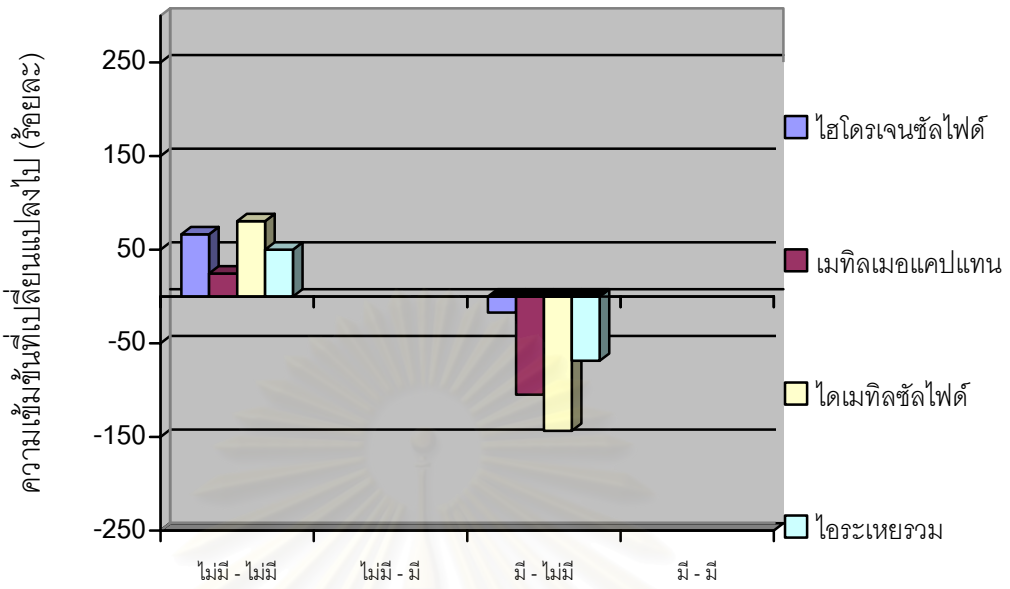
ชนิดของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

รูปที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *F. nucleatum* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *T. forsythia* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ชนิดของไอระเหย / การพบมีแบคทีเรีย (ก่อน - หลัง)	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป (ร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไป)				ค่าพี
	ไม่มี – ไม่มี (n=45)	ไม่มี – มี (n=1)	มี – ไม่มี (n=0)	มี – มี (n=0)	
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	73.8±246.7 (66.49)	-19.0 (-17.12)	-	-	.652
เมทิลเมอแคปแทน	25.2±204.7 (24.49)	-108.0 (-104.96)	-	-	.304
ไดเมทิลซัลไฟด์	21.3±53.7 (80.38)	-38.0 (-143.40)	-	-	.217
ไอระเหยรวม	120.3±309.9 (50.04)	-165.0 (-68.64)	-	-	.261

- = ไม่พบผู้ที่จัดอยู่ในกลุ่มนั้น

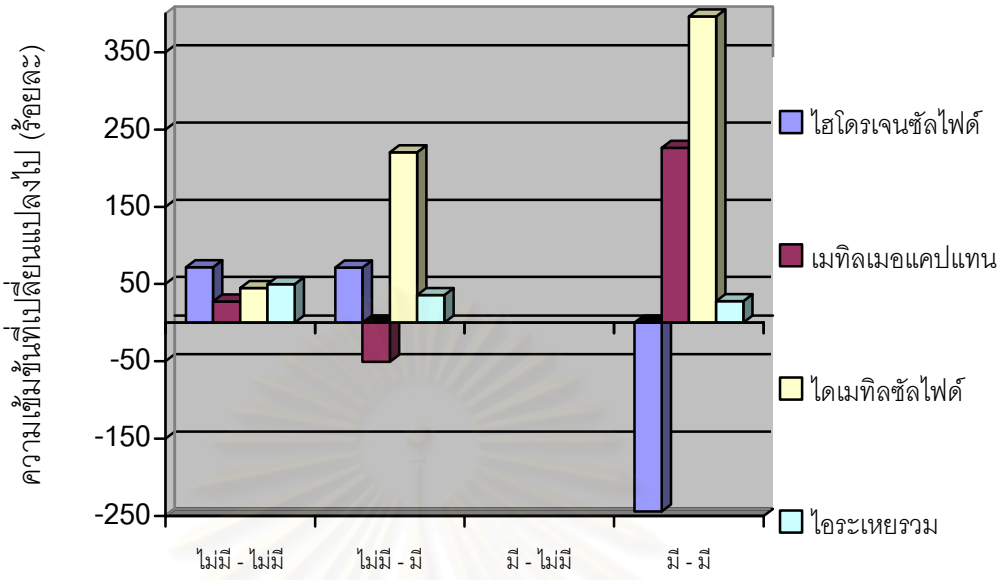


รูปที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *T. forsythia* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *A. actinomycetemcomitans* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ชนิดของไอระเหย / การพบมีแบคทีเรีย (ก่อน - หลัง)	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป (ร้อยละที่เปลี่ยนแปลงไป)				ค่าพี
	ไม่มี – ไม่มี (n=39)	ไม่มี – มี (n=6)	มี – ไม่มี (n=0)	มี – มี (n=1)	
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	79.4±241.9 (71.53)	79.3±261.6 (71.44)	-	-271.0 (-244.14)	.374
เมทิลเมอแคปแทน	28.4±208.5 (27.60)	-52.0±161.3 (-50.53)	-	233.0 (226.43)	.394
ไดเมทิลซัลไฟด์	11.9±43.3 (44.91)	58.5±398.8 (220.75)	-	105.0 (396.23)	.036*
ไอระเหยรวม	119.7±303.6 (49.78)	85.8±398.8 (35.70)	-	67.0 (27.87)	.960

* = มีนัยสำคัญที่ค่าพี < .05, - = ไม่พบผู้ที่จัดอยู่ในกลุ่มนั้น



ชนิดของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

รูปที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มี *A. actinomycetemcomitans* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

การหาความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด

แบ่งผู้ป่วยเป็นกลุ่มที่มีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูงและต่ำ โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งตามที่ Iwanicka-Grzegorek, Michalik และคณะ (2005) และ Iwanicka-Grzegorek, Lipkowska และคณะ (2005) ได้เสนอไว้กล่าวคือ ถ้าความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมมีค่ามากกว่า 125 ส่วนในพันล้านส่วน จะจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูง และถ้าความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมมีค่าน้อยกว่า 125 ส่วนในพันล้านส่วน จะจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ต่ำ จากนั้น หาความสัมพันธ์ระหว่างการมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูง กับการพบแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิดในผู้ป่วย โดยใช้การทดสอบไคสแควร์ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างการมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูงกับการพบแบคทีเรียไม่ใช้อากาศทั้ง 5 ชนิด ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงค่าพีจากการทดสอบไคสแควร์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูงกว่า 125 ส่วนในพันล้านส่วน กับการพบแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิดในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ชนิดของแบคทีเรีย	ค่าพี	
	ก่อนการติดเครื่องมือ	หลังการติดเครื่องมือ
Prevotella intermedia	-	-
Porphyromonas gingivalis	.271	.556
Fusobacterium nucleatum	.662	.515
Tannerella forsythia	-	.348
Aggregatibacter actinomycetemcomitans	.552	.216

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการศึกษา

การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรในการวิจัย

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

การศึกษาครั้งนี้ได้ควบคุมลักษณะทั่วไปและปัจจัยเกินต่าง ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้มีสุขภาพดี ไม่มีโรคทางระบบ หรือรับประทานยาที่อาจส่งผลต่อความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์และอัตราการไหลของน้ำลาย (Lee และคณะ, 2004; Tangerman, 2002) ทั้งนี้ ประวัติเกี่ยวกับโรคทางระบบและการรับประทานยา ได้มาจากการซักประวัติผู้ป่วยเท่านั้น จึงอาจไม่แม่นยำเท่ากับการดูจากระเบียนประวัติหรือการตรวจร่างกายผู้ป่วยโดยตรง อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้เป็นแบบระยะยาว โดยเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นในตัวอย่างคนเดียวกัน ทำให้มีข้อดีคือ สามารถควบคุมปัจจัยภายในตัวบุคคล เช่น สุขภาพอนามัย อัตราการไหลของน้ำลาย ได้ดีกว่าการวิจัยแบบภาคตัดขวาง

การควบคุมปัจจัยจากอาหาร โดยให้ผู้ป่วยงดอาหารที่มีกลิ่นแรง เช่น กระเทียม ต้นหอม ทุเรียน เป็นเวลา 48 ชั่วโมงก่อนการเก็บข้อมูล เนื่องจากอาหารที่มีกลิ่นเมื่อถูกเผาผลาญแล้วจะผ่านมากับกระแสเลือดในรูปของสารประกอบซัลเฟอร์ซึ่งมีกลิ่นเหม็น ผ่านทางเดินหายใจ (สุคนธา เจริญวิทย์ และคณะ, 2548; Tangerman, 2002) ผู้ป่วยจะได้รับแจกเอกสารข้อปฏิบัติ รวมทั้งการโทรศัพท์เตือน อย่างไรก็ตาม อาหารไทยมักจะมีเครื่องปรุงที่ก่อกลิ่น เช่น กระเทียม ปะปนเป็นอยู่ในอาหารเกือบทุกชนิด จึงเป็นการยากที่จะหลีกเลี่ยงอาหารก่อกลิ่นเหล่านี้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น เมื่อสัมภาษณ์ผู้ป่วยในวันที่เก็บข้อมูลจึงพบว่า ผู้ป่วยบางรายมักไม่แน่ใจว่าได้รับประทานอาหารก่อกลิ่นเหล่านี้บ้างหรือไม่ แม้ผู้ป่วยจะปฏิเสธการรับประทานอาหารที่มีกลิ่นแรง แต่อาจมีอาหารก่อกลิ่นปนอยู่โดยไม่ได้สังเกต

ผู้ป่วยทุกรายได้รับการขูดหินน้ำลายก่อนการเก็บข้อมูลครั้งแรก 6.8±2.2 วัน และเนื่องจากแผลถอนฟันอาจส่งผลต่อความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ได้ ดังนั้น หากผู้ป่วยต้องได้รับการถอนฟันก่อนการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้ง การเก็บข้อมูลจะกระทำหลังการถอนฟันไปแล้วอย่างน้อย 1 เดือน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่แผลถอนฟันปิดสนิทแล้ว กล่าวคือ เยื่อบุผิวของแผลถอนฟันเกิดการเชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์ (Hupp, 2003) ทั้งนี้ เพื่อควบคุมมิให้แผลถอนฟันเป็นปัจจัยเกินของการศึกษา

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณแบคทีเรียในผู้ป่วยจัดฟัน

ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในแต่ละกลุ่มอายุ เชื้อชาติ หรือถิ่นที่อยู่ อาจมีความแตกต่างกัน (Ali และคณะ, 1994; Gafan และคณะ, 2004; Papapanou และคณะ, 2002) อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้เป็นแบบระยะยาว จึงสามารถควบคุมปัจจัยพื้นฐานที่อาจส่งผลต่อความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศเหล่านี้ ได้ดีกว่าการศึกษาแบบภาคตัดขวาง ทำให้สามารถเปรียบเทียบผลเกี่ยวกับความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นได้อย่างถูกต้องมากขึ้น

การวิจัยนี้ได้เลือกกลุ่มตัวอย่างที่ไม่กินยาปฏิชีวนะและไม่ใช้น้ำยาบ้วนปากเป็นเวลา 1 เดือนก่อนการเก็บข้อมูล เนื่องจากฤทธิ์การฆ่าเชื้อของยาปฏิชีวนะและน้ำยาบ้วนปากจะส่งผลให้ปริมาณแบคทีเรียลดลง (Herrera และคณะ, 2000) นอกจากนี้ การเลือกกลุ่มผู้ป่วยที่ไม่ใส่ฟันเทียม เครื่องมือจัดฟันชนิดถอดได้ หรือแนนซ์โฮลด์ดิงอาร์ช เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้ส่งเสริมให้เกิดการสะสมของคราบจุลินทรีย์ได้มากกว่าปกติ อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้ได้ยอมรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้อุปกรณ์เสริมบางอย่างที่มีผลต่อการเกาะของคราบจุลินทรีย์น้อยกว่า เช่น เครื่องมือกันแรงจากริมฝีปาก (lip bumper) ชนิดถอดทำความสะอาดได้ เฮดเกียร์ และทรานส์พาลาทัลบาร์

เครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ควบคุมให้มีชนิดของวัสดุ รูปร่างลักษณะ และขนาดเหมือนกันในกลุ่มตัวอย่างทุกคน โดยเลือกใช้เครื่องมือรุ่นและยี่ห้อเดียวกัน ส่วนการมัดลวดเส้นหลักบางรายงานพบว่าการมัดด้วยลวดมัดฟันเหล็กกล้าไม่เป็นสนิมจะมีการสะสมของแบคทีเรียน้อยกว่าการมัดด้วยวงอีลาสโทเมอร์ (Forsberg และคณะ, 1991; Sukontapatipark และคณะ, 2001) ในขณะที่บางรายงานไม่พบความแตกต่างนี้ (Brêtas และคณะ, 2005) สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้มัดลวดเส้นหลักด้วยวงอีลาสโทเมอร์ โดยเลือกใช้วงอีลาส-โทเมอร์ยี่ห้อเดียวกัน เพื่อควบคุมให้มีวัสดุที่ใช้ ขนาด รูปร่าง และความขรุขระของพื้นผิวใกล้เคียงกันมากที่สุด

สารยึดติดที่ใช้ยึดปลอกโลหะรัดฟันและแบร็กเกตในผู้ป่วยทุกราย ได้ควบคุมโดยใช้วัสดุชนิดเดียวกัน คือ เป็นชนิดบ่มด้วยแสง เพื่อให้มีเวลาเพียงพอในการกำจัดวัสดุส่วนเกินออก เพราะบริเวณวัสดุส่วนเกินนี้เป็นแหล่งที่มีการยึดเกาะของแบคทีเรีย (Sukontapatipark และคณะ, 2001) อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้กระทำในผู้ป่วยซึ่งได้รับการติดเครื่องมือจัดฟันโดยทันตแพทย์หลายท่าน ดังนั้น จึงอาจมีความแตกต่างบ้างในเรื่องการกำจัดสารยึดติดส่วนเกิน

การเก็บข้อมูล

การวัดความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

การวิจัยครั้งนี้ตรวจวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์โดยใช้เครื่องตรวจวัดกลิ่นปากชนิดก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่ใช้อินเดียมออกไซด์เป็นเซมิคอนดักเตอร์ก๊าซเซนเซอร์ ยี่ห้อออรัลโครมา เพื่อบ่งชี้ถึงภาวะกลิ่นปากเหม็น แต่ไม่ได้ตรวจวัดภาวะกลิ่นปากเหม็นโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน อย่างไรก็ตาม การใช้เครื่องออรัลโครมาวัดไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ ถือว่าเป็นวิธีที่ใช้ประเมินภาวะกลิ่นปากเหม็นได้ค่อนข้างดี เนื่องจากความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับภาวะกลิ่นปากเหม็นที่ตรวจโดยใช้ความรู้สึกของผู้ประเมิน (Awano และคณะ, 2004; Oho และคณะ, 2001)

นอกจากนี้ การวัดโดยใช้เครื่องออรัลโครมาจะได้ระดับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ทั้งสามชนิด สัมพันธ์กับการวัดโดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดี-เทกเตอร์ ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำที่สุด อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาโดยตรงถึงความเที่ยงและความตรงของการวัดโดยใช้เครื่องออรัลโครมานี้ ซึ่งเมื่อสังเกตจากการวิจัยครั้งนี้พบว่า เครื่องออรัลโครมาให้ผลการวัดที่มีความแปรปรวนค่อนข้างสูง มีการกระจายของข้อมูลไม่เป็นปกติและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง ดังนั้น การวิจัยเกี่ยวกับภาวะกลิ่นปากเหม็นที่จะทำต่อไป จึงควรวัดระดับไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์โดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์

ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์จะมีความแปรปรวนได้ในแต่ละช่วงเวลาของวัน เนื่องจากมีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมากมาย เช่น การเคี้ยว การพูด การดื่มน้ำ การรับประทานอาหารโดยเฉพาะพวกโปรตีน (จินตนา ศิริชุมพันธ์ และคณะ, 2550; Yaegaki และคณะ, 2002; Young, Jonski และ Rolla, 2002) การศึกษาถึงภาวะกลิ่นปากเหม็นส่วนใหญ่ รวมถึงการวิจัยในครั้งนี้ จึงใช้การวัดกลิ่นปากตอนเช้าเพื่อลดปัจจัยต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดความแปรปรวนของระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ให้น้อยที่สุด

การเก็บคราบจุลินทรีย์

การศึกษาทางปริทันตวิทยา นิยมแบ่งฟันในช่องปากออกเป็น 6 เซกซ์แทนต์ (sextant) เพราะเป็นการแบ่งให้ฟันในแต่ละส่วนมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันเมื่อพิจารณาในแง่มุมที่เกี่ยวข้องกับโรคปริทันต์ (Ainamo และ Ainamo, 1994) ดังนั้น ดัชนีที่ใช้ประเมินโรคปริทันต์จึงมัก

เลือกฟันที่เป็นตัวแทนจาก 6 เซกซ์แทนต์ โดย Ramfjord (1959) ได้เสนอให้ใช้ฟันซี่ #16, #21, #24, #36, #41 และ #44 ส่วนดัชนีความต้องการการรักษาทางปริทันต์ทางชุมชน (Community Periodontal Index and Treatment Need หรือ CPITN) ซึ่งเป็นดัชนีที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบันในการประเมินโรคปริทันต์ทางชุมชน จะใช้ฟันกรามแทนฟันกรามน้อย โดยใช้ฟันซี่ #16 หรือ #17, #11, #26 หรือ #27, #46 หรือ #47, #31 และ #36 หรือ #37 (Ainamo และคณะ, 1982) สำหรับการวิจัยครั้งนี้เลือกใช้ฟัน 6 ซี่ จาก 6 เซกซ์แทนต์ เพื่อเป็นตัวแทนของฟันทั้งปากในเก็บคราบจุลินทรีย์เพื่อนำมาตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ได้แก่ ฟันซี่ #16, #21, #25, #36, #41 และ #45 โดยเกณฑ์ในการเลือกฟัน จะใช้ฟันกรามจากด้านหนึ่งและฟันกรามน้อยจากอีกด้านหนึ่ง เนื่องจากลักษณะของเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นในฟันกรามและฟันกรามน้อยมีความแตกต่างกัน โดยฟันกรามจะเป็นแบบทิวบ์ ส่วนฟันกรามน้อยจะเป็นแบบแบร็กเกต

เครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นส่งเสริมให้เกิดการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์มากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณระหว่างเครื่องมือกับเหงือก และโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณรอยต่อระหว่างสารยึดติดกับผิวฟัน (Gwinnett และ Ceen, 1979; Sukontapatipark และคณะ, 2001) ดังนั้น การวิจัยนี้จึงเลือกเก็บคราบจุลินทรีย์บริเวณใต้ปีกของแบร็กเกตด้านเหงือกจนถึงบริเวณใต้ขอบเหงือก เพราะเป็นบริเวณที่ทำความสะอาดได้ยากหลังการติดเครื่องมือ ทำให้มีแนวโน้มที่จะมีการยึดเกาะของคราบจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งเป็นบริเวณสำคัญที่มีผลต่อการเกิดโรคปริทันต์

การตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในคราบจุลินทรีย์ด้วยวิธีพีซีอาร์

แบคทีเรียไม่ใช้อากาศที่เลือกศึกษาในครั้งนี้มี 5 ชนิด โดย *P. intermedia*, *P. gingivalis*, *F. nucleatum,* และ *T. forsythia* เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มสีแดง (red complex) และกลุ่มสีส้ม (orange complex) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องอย่างมากกับการเกิดโรคปริทันต์ (Socransky และคณะ, 1998) ส่วน *A. actinomycetemcomitans* เป็นแบคทีเรียที่เชื่อว่าเป็นสาเหตุของโรคปริทันต์อักเสบรุกราน (aggressive periodontitis)

ไพรเมอร์ที่ใช้ในการตรวจหาแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด มีลำดับเบสที่เคยมีการวิจัยมาแล้วว่า มีความจำเพาะต่อแบคทีเรียแต่ละชนิดที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ตามเอกสารอ้างอิงในตารางที่ 3 โดยมีตัวควบคุมโพซิทีฟได้แก่ ดีเอ็นเอที่สกัดได้จากแบคทีเรียมาตรฐาน และตัวควบคุมเนกาทีฟได้แก่ส่วนผสมของพีซีอาร์ที่ไม่ใส่ดีเอ็นเอตั้งต้น เพื่อป้องกันการเกิดผลบวกผิด (false positive) และผลลบผิด (false negative) อย่างไรก็ตาม วิธีพีซีอาร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นวิธีที่สามารถระบุว่ามีแบคทีเรียชนิดที่ศึกษาหรือไม่ แต่ไม่สามารถหาปริมาณของแบคทีเรีย

นั้นๆ ได้ ดังนั้น ผลการศึกษาจึงไม่อาจแยกความแตกต่างได้ หากตัวอย่างคราบจุลินทรีย์ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นมีแบคทีเรียชนิดนั้นๆ ปรากฏอยู่เหมือนกัน

ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่มีสภาวะปริทันต์ปกติในการศึกษาของ Yaegaki และ Sanada (1992) ซึ่งศึกษาในชาวญี่ปุ่น โดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์ แต่พบว่ามีค่าสูงกว่ามากเมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีสุขภาพดี ในการศึกษาโดยใช้เครื่องออรัลโครมาของ van den Velde และคณะ (2007) และการศึกษาของ Miyazaki และคณะ (1995) ซึ่งศึกษาในประชากรทั่วไปจำนวน 2,672 คน โดยใช้เครื่องซัลไฟด์โมนิเตอร์ อย่างไรก็ตาม การศึกษาทั้งสองนี้ไม่ได้ใช้การวัดกลิ่นปากตอนเช้า เนื่องจากไม่ได้ห้ามผู้ป่วยรับประทานอาหารและทำความสะอาดช่องปากก่อนการวัด ดังนั้นค่าไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์จึงต่ำกว่าในการวิจัยครั้งนี้ที่ทำโดยการวัดกลิ่นปากตอนเช้า นอกจากนี้ ถ้าเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Amir, Shimonov และ Rosenberg (1999) และ Kanehira และคณะ (2004) ซึ่งศึกษาในกลุ่มเด็กอายุระหว่าง 3-14 ปี พบว่า ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างในเรื่องอายุที่ของกลุ่มตัวอย่าง โดยในการวิจัยครั้งนี้มีอายุของกลุ่มตัวอย่างมากกว่า คือตั้งแต่ 11 ถึง 36 ปี เฉลี่ย 18.5 ปี อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาครั้งนี้กับกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะกลิ่นปากเหม็น ซึ่งมารับการรักษาในคลินิกรักษาภาวะกลิ่นปากเหม็น (malodor clinic) หรือกับกลุ่มผู้ป่วยที่มีเหงือกอักเสบหรือกับกลุ่มผู้ป่วยโรคปริทันต์ (Awano และคณะ, 2002; Sopapornamorn และคณะ, 2007; Sopapornamorn, Ueno, Vachirarojpisan และคณะ, 2006; Yaegaki และ Sanada, 1992) พบว่า ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าน้อยกว่า ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แสดงให้เห็นว่าถึงแม้การจัดฟันด้วยเครื่องมือชนิดติดแน่นจะทำให้ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ก็ยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าผู้เป็นโรคปริทันต์หรือผู้มีภาวะกลิ่นปากเหม็น

ภายหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น พบว่า ระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน ไดเมทิลซัลไฟด์ และไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมในหน่วยหนึ่งในพันล้านส่วน มีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 64.68 21.77 75.09 และ 47.46 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่าผู้ป่วยบางรายโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ป่วยในวัยหนุ่มสาว เมื่อทราบล่วงหน้าว่า

จะเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจวัดกลิ่นปาก ผู้ป่วยเหล่านี้จะมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนไป โดยจะทำความสะอาดช่องปากดีขึ้นเป็นพิเศษ เนื่องจากกังวลว่าเมื่อถึงวันตรวจวัดกลิ่นปาก ค่าที่วัดได้จะระบุว่าเป็นผู้มีกลิ่นปากเหม็น เมื่อตรวจวัดกลิ่นปากของผู้ป่วยเหล่านี้หลังการติดเครื่องมือชนิดติดแน่น พบว่า ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กลับมีค่าลดลง ดังนั้น ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อาจน้อยกว่าความเป็นจริง ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรสุ่มตรวจวัดกลิ่นปากจากผู้ป่วยจัดฟันที่มารอรับการรักษาตามปกติ ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้ป่วยเรื่องอาหารหรือยาที่รับประทานเพื่อคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง และเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในผู้ป่วย ระหว่างที่ยังได้รับการจัดฟันกับหลังจากถอดเครื่องมือไปแล้ว

การที่ผู้ป่วยบางรายทำความสะอาดช่องปากดีขึ้นเมื่อทราบว่าจะถูกตรวจวัดกลิ่นปาก แสดงว่าผู้ป่วยเหล่านั้นสนใจเรื่องภาพลักษณ์ของตนเองในสังคม ดังนั้น ทันตแพทย์อาจใช้การตรวจวัดกลิ่นปากเป็นประเด็นจูงใจให้ผู้ป่วยใส่ใจอนามัยช่องปากของตนเอง โดยส่งผู้ป่วยตรวจวัดกลิ่นปากทุก 6 เดือน ทำนองเดียวกับการตรวจฟันทุก 6 เดือน บันทึกผลการตรวจวัดแต่ละครั้ง เปรียบเทียบผลแล้วแจ้งให้ผู้ป่วยทราบ เพื่อกระตุ้นผู้ป่วยให้ทำความสะอาดช่องปากให้ดีขึ้น หรือชมเชยผู้ป่วยหากผู้ป่วยทำความสะอาดช่องปากได้ดีและผลการตรวจวัดได้ระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ต่ำลง

ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ

ผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิดที่ศึกษามีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น โดยมีแบคทีเรีย 2 ชนิดที่ความชุกไม่เปลี่ยนแปลง ได้แก่ *P. intermedia* และ *P. gingivalis* ในขณะที่ความชุกของแบคทีเรียอีก 3 ชนิดได้แก่ *F. nucleatum, T. forsythia* และ *A. actinomycetemcomitans* เพิ่มขึ้น โดยที่ความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* เพิ่มขึ้นอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาต่างๆ ที่ผ่านมา ที่พบว่าการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น มีแนวโน้มที่จะทำให้พบมีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศเพิ่มมากขึ้น (Diamanti-Kipioti และคณะ, 1987; Lee และคณะ, 2005; Leung และคณะ, 2006; Naranjo และคณะ, 2006; Sallum และคณะ, 2004)

การวิจัยในครั้งนี้ไม่พบผู้ที่มี *P. intermedia* เลย ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น อาจเนื่องมาจากแบคทีเรียชนิดนี้มีความชุกน้อย โดยจากการศึกษาของ Lee และคณะ (2005) และ Sallum และคณะ (2004) ในผู้ป่วยจัดฟันด้วยวิธีการพีซีอาร์พบว่า *P.*

intermedia เป็นแบคทีเรียที่พบมีความชุกน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศชนิดอื่นๆที่ศึกษา ได้แก่ *T. forsythia*, *P. gingivalis*, *T. denticola* และ *A. actinomycetemcomitans*

ความชุกของ *P. gingivalis* ในการวิจัยครั้งนี้พบร้อยละ 8.7 เท่ากันทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ส่วนความชุกของ *T. forsythia* เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากไม่พบเลยก่อนการติดเครื่องมือ เป็นร้อยละ 2.2 หลังการติดเครื่องมือ ทั้งนี้อาจเนื่องจากระยะเวลาหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นเพียง 4.5 เดือนนั้น ยังสั้นเกินกว่าที่จะเห็นความแตกต่างของความชุกของแบคทีเรีย 2 ชนิดนี้ได้ เนื่องจากแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดนี้ ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสีแดง ซึ่งจะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกหลังจากแบคทีเรียกลุ่มสีม่วง เขียวและเหลือง เช่น *F. nucleatum* และ *A. actinomycetemcomitans* (Socransky และ Haffajee, 2002)

การวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นจากร้อยละ 2.2 เป็น 15.2 สอดคล้องกับการวิจัยของ Paolantonio และคณะ (1996) ที่พบว่าความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* ในกลุ่มผู้ป่วยจัดฟันมีมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการวิจัยของ Sallum และคณะ (2004) ที่ได้ศึกษาในผู้ป่วยจัดฟันที่ใกล้จะได้รับการถอดเครื่องมือ จำนวน 10 คน ด้วยวิธีพีซีอาร์ โดยศึกษาในขณะที่ติดเครื่องมือจัดฟันและหลังจากถอดเครื่องมือไปแล้ว 1 เดือน พบว่า ผลการศึกษาพบว่า ความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* ในคราบจุลินทรีย์รวมจากทั้งใต้เหงือกและเหนือเหงือก ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากร้อยละ 58.3 ก่อนถอดเครื่องมือ เหลือร้อยละ 8.3 หลังจากถอดเครื่องมือไปแล้ว 1 เดือน อย่างไรก็ตาม การที่ความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* ที่พบในการวิจัยครั้งนี้ซึ่งใช้การรวมคราบจุลินทรีย์ที่เก็บได้จากทั้ง 6 ซี่ น้อยกว่าการวิจัยของ Sallum และคณะ (2004) ซึ่งคิดความชุกแยกเป็นตำแหน่ง ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นนั้นอาจเนื่องจาก Sallum และคณะ (2004) ศึกษาในขณะที่ติดเครื่องมือจัดฟันไปนานกว่า และศึกษาหลังถอดเครื่องมือเพียง 1 เดือน ซึ่งความชุกของแบคทีเรียยังอาจลดลงไม่ถึงระดับปกติของผู้ที่ไม่มีเครื่องมือ

ในแบคทีเรียไม่ใช้อากาศทั้ง 5 ชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้ *F. nucleatum* เป็นแบคทีเรียที่มีความชุกมากที่สุด ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น โดยก่อนติดเครื่องมือมีความชุกร้อยละ 8.7 และหลังติดเครื่องมือมีความชุกร้อยละ 21.7 ซึ่งมากกว่าแบคทีเรียอีก 4 ชนิด

ที่เหลือ ผลการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับของ Naranjo และคณะ (2006) ที่ได้ศึกษาแบคทีเรียใต้เหงือกในผู้ป่วย 30 คนที่จะทำการจัดฟันด้วยวิธีเพาะเชื้อ โดยศึกษาก่อนการติดแบร็กเกตและหลังการติดแบร็กเกตไป 3 เดือน พบความชุกของ *Fusobacterium* มากที่สุด โดยพบมากถึงกว่าร้อยละ 50 ก่อนการจัดฟัน และประมาณร้อยละ 70 หลังจัดฟันไป 3 เดือน ทั้งนี้การพบความชุกมากอาจเป็นเพราะไม่ได้แยกหาเฉพาะ *F. nucleatum* แต่หาความชุกของ *Fusobacterium* ทุกสายพันธุ์

การที่พบความชุกของ *F. nucleatum* สูงกว่าแบคทีเรียไม่ใช้อากาศชนิดอื่น อาจเนื่องจาก *F. nucleatum* เป็นเชื้อที่พบในปริมาณมากในคราบจุลินทรีย์ใต้เหงือกเมื่อเทียบกับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศชนิดอื่นๆ (Naranjo และคณะ, 2006; Socransky และ Haffajee, 2002) จึงทำให้มีโอกาสพบแบคทีเรียชนิดนี้มากในการเก็บคราบจุลินทรีย์

ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิด

ผลการวิจัยในครั้งนี้พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างกลุ่มผู้ที่ไม่มี *F. nucleatum* ก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่มีแบคทีเรียชนิดนี้หลังการติดเครื่องมือ กับกลุ่มที่กลับกันคือมีแบคทีเรียชนิดนี้ก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่ไม่มีแบคทีเรียชนิดนี้หลังการติดเครื่องมือ (ค่าพีเท่ากับ .020) โดยในกลุ่มแรกพบว่ามีความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 187.21 ในขณะที่กลุ่มที่สองมีความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ลดลงโดยเฉลี่ยร้อยละ 169.19 แสดงให้เห็นว่า *F. nucleatum* น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนไปของความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Persson และคณะ (1990) ที่พบว่า *F. nucleatum* อยู่ในกลุ่มแบคทีเรียที่มีความสามารถในผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์จากกรดอะมิโนแอลซิสเทอีน (L-cysteine) สูงถึง 100-400 นาโนโมลต่อชั่วโมงต่อมิลลิกรัมโปรตีน (nmol/h/mg protein) ในขณะที่ *P. gingivalis* จัดอยู่ในกลุ่มที่สามารถผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์จากกรดอะมิโนแอลซิสเทอีนได้ 10-50 นาโนโมลต่อชั่วโมงต่อมิลลิกรัมโปรตีน นอกจากนี้ยังมีอีกหลายการศึกษาที่ยืนยันความสามารถของ *F. nucleatum* ในการผลิตไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ (Claesson และคณะ, 1990; Kang และคณะ, 2006)

เมื่อพิจารณาระหว่างกลุ่มผู้ป่วย 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่พบมี *A. actinomycetemcomitans* ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น กลุ่มที่ไม่มีแบคทีเรียชนิดนี้ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือ และกลุ่มที่ไม่มีแบคทีเรียนี้ก่อนการติดเครื่องมือ

แต่มีแบคทีเรียนี้หลังการติดเครื่องมือ พบว่า มีอย่างน้อย 1 คู่ที่ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไป แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบแบบพหุคูณได้ว่ากลุ่มใดบ้างที่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากมี 1 กลุ่มที่มีกลุ่มตัวอย่างเพียงคนเดียว อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่ากลุ่มที่ไม่มีแบคทีเรียชนิดนี้ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือ ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 44.91 ในขณะที่กลุ่มซึ่งไม่มีแบคทีเรียนี้ก่อนติดเครื่องมือ แต่มีแบคทีเรียนี้หลังติดเครื่องมือ ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 220.75 ซึ่งเมื่อนำเฉพาะสองกลุ่มนี้มาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ที่เพิ่มขึ้นนี้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ค่าพีเท่ากับ .043) แสดงว่า *A. actinomycetemcomitans* น่าจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์หลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น ซึ่งสนับสนุนผลการวิจัยในตอนต้น ที่พบระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น สอดคล้องกับการที่พบความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการติดเครื่องมือ สำหรับผู้ป่วยที่มีแบคทีเรียชนิดนี้ทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น พบว่า ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 396.23 ทั้งนี้ อาจเนื่องจากมีปริมาณแบคทีเรียชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตาม วิธีการพีซีอาร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่อาจบอกปริมาณแบคทีเรียได้ จึงแสดงผลได้เพียงว่ามีแบคทีเรียเหมือนกันทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ

เมื่อแบ่งกลุ่มผู้ป่วยเป็นผู้ที่มีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมสูงกว่า 125 ส่วนในพันล้านส่วน และต่ำกว่าหรือเท่ากับ 125 ส่วนในพันล้านส่วน จะไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างการพบมีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิดที่ศึกษา กับการมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูง แสดงว่าอาจมีแบคทีเรียชนิดอื่นนอกเหนือจาก 5 ชนิดที่ศึกษา ซึ่งส่งผลต่อการมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูง จากการศึกษาของ Persson และคณะ (1990) พบว่ามีแบคทีเรียจำนวนมากกว่าร้อยชนิดที่ผลิตสามารถผลิตไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Donaldson และคณะ (2005) ที่ศึกษาโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีสุขภาพดีเป็นผู้ที่มีและไม่มีภาวะกลิ่นปากเหม็น โดยใช้เกณฑ์การแบ่งกลุ่มที่ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่วัดโดยเครื่องซัลไฟด์โมนิเตอร์มากกว่า 200 ส่วนในพันล้านส่วน หรือมีคะแนนของการวัดโดยใช้ความรู้สึก

ของผู้ประเมินตั้งแต่ 2 ขึ้นไป แล้วเปรียบเทียบแบคทีเรียที่พบบริเวณโคนลิ้น พบว่าการตรวจพบแบคทีเรียแกรมลบไม่ใช้อากาศชนิดต่างๆ ในทั้งสองกลุ่มไม่ต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่าน่าจะมีสาเหตุอื่นร่วมด้วยที่ทำให้ผู้ป่วยมีภาวะกลิ่นปากเหม็น

นอกจากนี้ การที่ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างการมีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด กับการมีระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูง อาจเนื่องจากมีปริมาณแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแตกต่างกันในกลุ่มผู้ป่วยที่มีระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูงและต่ำ แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการพีซีอาร์ในการตรวจหาแบคทีเรีย ซึ่งหาได้เพียงว่ามีหรือไม่มีแบคทีเรียในผู้ป่วยคนนั้น จึงระบุได้เพียงว่าผู้ป่วยในทั้งสองกลุ่มพบมีแบคทีเรียเช่นกัน ทำให้ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างการพบมีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด กับการมีความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์สูง

ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตควรใช้วิธีการศึกษาที่สามารถระบุชนิดและปริมาณของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ เช่น วิธีการเรียลไทม์พีซีอาร์ (real-time PCR) รวมถึงการวัดระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่แม่นยำมากขึ้น เช่น วัดโดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโทกราฟฟีที่มีเฟลมโฟโทเมตริกดีเทกเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้นในการหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น อีกทั้งควรเพิ่มระยะเวลาในการวิจัยให้ยาวขึ้นกว่า 4.5 เดือน เพื่อให้สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์และแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในผู้ป่วยจัดฟันได้ชัดเจนขึ้น และเป็นข้อมูลสำหรับการจัดฟันในระยะอื่นๆ นอกเหนือจากระยะปรับระดับ นอกจากนี้ ยังอาจแบ่งเก็บข้อมูลเป็นระยะๆ มากกว่า 2 ครั้ง เพื่อให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์และแบคทีเรียไม่ใช้อากาศในผู้ป่วยจัดฟันได้ชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบข้อมูลในระยะต่างๆ ของการจัดฟัน และอาจสุ่มเก็บข้อมูลในวันที่ผู้ป่วยมารับการรักษาตามปกติ เพื่อป้องกันผลจากพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปชั่วคราวของผู้ป่วย

สรุปผลการศึกษา

1. หลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น 4.5±0.7 เดือน พบว่า ระดับความเข้มข้นของได-เมทิลซัลไฟด์และไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวม มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ไฮโดรเจนซัลไฟด์และเมทิลเมอแคปแทน มีค่าสูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. หลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น 4.5±0.7 เดือน ความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยความชุกของ *A. actinomycetemcomitans* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความชุกของ *F. nucleatum* และ *T. forsythia* เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ความชุกของ *P. intermedia* และ *P. gingivalis* ไม่เปลี่ยนแปลง

3. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผู้ป่วยที่มีและไม่มี *F. nucleatum* ในก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น พบว่า ระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่เมื่อเปรียบเทียบผู้ป่วยที่มีและไม่มี *A. actinomycetemcomitans* ก่อนและหลังการติดเครื่องมือ พบว่า ระดับความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการติดเครื่องมือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า *F. nucleatum* และ *A. actinomycetemcomitans* มีผลต่อระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์และไดเมทิลซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นตามลำดับ

4. การศึกษาครั้งนี้ยังไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับการพบมีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิดก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

จินตนา ศิริชุมพันธ์; สุคนธา เจริญวิทย์; กมล จรัลนามศิริ และธนิตย์ เชียรจรัสวงศ์. 2550. ประสิทธิภาพของการดื่มน้ำ การเคี้ยวฝรั่ง หรือการเคี้ยวแตงกวา ในการลดภาวะกลิ่นปากเหม็นชั่วคราวภายหลังการรับประทานกระเทียม. ว ทันต จุฬา 30(3): 245-254.

สุคนธา เจริญวิทย์; จินตนา ศิริชุมพันธ์; ศิริรัตน์ นาคแสง และชัชฎาภรณ์ ปลอดโปร่ง. 2548. ความรุนแรงและระยะเวลาของภาวะกลิ่นปากเหม็นชั่วคราวจากกระเทียม ต้นหอม และทุเรียน. ว.ทันต. 55(3-4): 169-177.

อารีย์ เจนกิตติวงศ์; ชลธิชา พิพิธพัฒนากร; นิศา จิตติวัฒนพงศ์ และหทัยชนก เจริญพงศ์. 2545. อัตราการหลั่งของน้ำลาย และค่าความเป็นกรดด่างของน้ำลายภายหลังการกระตุ้นด้วยการเคี้ยวหมากฝรั่ง. ว ทันต จุฬาฯ 25(2): 103-111.

Ahn, S. J.; Lim, B. S.; Yang, H. C. and Chang, Y. I. 2005. Quantitative analysis of the adhesion of cariogenic streptococci to orthodontic metal brackets. Angle Orthod 75(4): 666-671.

Ainamo, J.; Barmes, D.; Beagrie, G.; Cutress, T.; Martin, J. and Sardo-Infirri, J. 1982. Development of the World Health Organization (WHO) community periodontal index of treatment needs (CPITN). Int Dent J 32(3): 281-291.

Ainamo, J. and Ainamo, A. 1994. Validity and relevance of the criteria of the CPITN. Int Dent J 44(5 Suppl 1): 527-532.

Al-Musallam, T. A.; Evans, C. A.; Drummond, J. L.; Matasa, C. and Wu, C. D. 2006. Antimicrobial properties of an orthodontic adhesive combined with cetylpyridinium chloride. Am J Orthod Dentofacial Orthop 129(2): 245-251.

Ali, R. W.; Bakken, V.; Nilsen, R. and Skaug, N. 1994. Comparative detection frequency of 6 putative periodontal pathogens in Sudanese and Norwegian adult periodontitis patients. J Periodontol 65(11): 1046-1052.

Alstad, S. and Zachrisson, B. U. 1979. Longitudinal study of periodontal condition associated with orthodontic treatment in adolescents. Am J Orthod 76(3): 277-286.

Amir, E.; Shimonov, R. and Rosenberg, M. 1999. Halitosis in children. J Pediatr 134(3): 338-343.

Anhoury, P.; Nathanson, D.; Hughes, C. V.; Socransky, S.; Feres, M. and Chou, L. L. 2002. Microbial profile on metallic and ceramic bracket materials. Angle Orthod 72(4): 338-343.

Ashimoto, A.; Chen, C.; Bakker, I. and Slots, J. 1996. Polymerase chain reaction detection of 8 putative periodontal pathogens in subgingival plaque of gingivitis and advanced periodontitis lesions. Oral Microbiol Immunol 11(4): 266-273.

Awano, S.; Gohara, K.; Kurihara, E.; Ansai, T. and Takehara, T. 2002. The relationship between the presence of periodontopathogenic bacteria in saliva and halitosis. Int Dent J 52 (Suppl 3): 212-216.

Awano, S.; et al. 2004. The assessment of methyl mercaptan, an important clinical marker for the diagnosis of oral malodor. J Dent 32(7): 555-559.

Baumgartner, J. C.; Watkins, B. J.; Bae, K. S. and Xia, T. 1999. Association of black-pigmented bacteria with endodontic infections. J Endod 25(6): 413-415.

Bloom, R. H. and Brown, L. R., Jr. 1964. A study of the effects of orthodontic appliances on the oral microbial flora. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 17: 658-667.

Brêtas, S. M.; Macari, S.; Elias, A. M.; Ito, I. Y. and Matsumoto, M. A. 2005. Effect of 0.4% stannous fluoride gel on *Streptococci mutans* in relation to elastomeric rings and steel ligatures in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 127(4): 428-433.

Burkland, G. 1999. Hygiene and the orthodontic patient. J Clin Orthod 33(8): 443-446.

Campbell, M. K. and Ferrell, S. O. 2006. Nucleic acid biotechnology techniques. In Biochemistry, 5th ed., pp. 352-353. Belmont: Thomson Brooks/Cole.

Claesson, R.; Edlund, M. B.; Persson, S. and Carlsson, J. 1990. Production of volatile sulfur compounds by various *Fusobacterium* species. Oral Microbiol Immunol 5(3): 137-142.

Clark, J. R. 1976. Oral hygiene in the orthodontic practice: Motivation, responsibilities, and concepts. Am J Orthod 69(1): 72-82.

Collins, C. H.; Lyne, P. M. and Grange, J. M. 1995. Automated methods. In Collins and Lyne's microbiological methods, 7th ed., pp. 133-134. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Conrads, G.; Gharbia, S. E.; Gulabivala, K.; Lampert, F. and Shah, H. N. 1997. The use of a 16s rDNA directed PCR for the detection of endodontopathogenic bacteria. J Endod 23(7): 433-438.

De Boever, E. H. and Loesche, W. J. 1995. Assessing the contribution of anaerobic microflora of the tongue to oral malodor. J Am Dent Assoc 126(10): 1384-1393.

Diamanti-Kipioti, A.; Gusberti, F. A. and Lang, N. P. 1987. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances. J Clin Periodontol 14(6): 326-333.

Dodds, M. W.; Johnson, D. A. and Yeh, C. K. 2005. Health benefits of saliva: a review. J Dent 33(3): 223-233.

Donaldson, A.; et al. 2005. Microbiological culture analysis of the tongue anaerobic microflora in subjects with and without halitosis. Oral Dis 11(Suppl 1): 61-63.

Forsberg, C. M.; Brattström, V.; Malmberg, E. and Nord, C. E. 1991. Ligature wires and elastomeric rings: two methods of ligation, and their association with microbial colonization of *Streptococcus mutans* and lactobacilli. Eur J Orthod 13(5): 416-420.

Fournier, A.; Payant, L. and Bouclin, R. 1998. Adherence of *Streptococcus mutans* to orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 114(4): 414-417.

French, C. K.; et al. 1986. DNA probe detection of periodontal pathogens. Oral Microbiol Immunol 1(1): 58-62.

Gafan, G. P.; Lucas, V. S.; Roberts, G. J.; Petrie, A.; Wilson, M. and Spratt, D. A. 2004. Prevalence of periodontal pathogens in dental plaque of children. J Clin Microbiol 42(9): 4141-4146.

Gmür, R. and Guggenheim, B. 1990. Monoclonal antibodies for the detection of 'periodontopathic' bacteria. Arch Oral Biol 35(Suppl1): 45S-151S.

Goldberg, S.; Kozlovsky, A.; Gordon, D.; Gelernter, I.; Sintov, A. and Rosenberg, M. 1994. Cadaverine as a putative component of oral malodor. J Dent Res 73(6): 1168-1172.

Greenman, J. and Rosenberg, M. 2005. Proceedings of the sixth international conference on breath odor*. Oral Dis 11(Suppl 1): 5-6.

Greenstein, R. B.; Goldberg, S.; Marku-Cohen, S.; Sterer, N. and Rosenberg, M. 1997. Reduction of oral malodor by oxidizing lozenges. J Periodontol 68(12): 1176-1181.

Gwinnett, A. J. and Ceen, R. F. 1979. Plaque distribution on bonded brackets: a scanning microscope study. Am J Orthod 75(6): 667-677.

Hellström, M. K.; Ramberg, P.; Krok, L. and Lindhe, J. 1996. The effect of supragingival plaque control on the subgingival microflora in human periodontitis. J Clin Periodontol 23(10): 934-940.

Herrera, D.; Roldán, S.; O'Connor, A. and Sanz, M. 2000. The periodontal abscess (II). Short-term clinical and microbiological efficacy of 2 systemic antibiotic regimes. J Clin Periodontol 27(6): 395-404.

Hobson, R. S. and Clark, J. D. 1998. How UK orthodontists advise patients on oral hygiene. Br J Orthod 25(1): 64-66.

Hupp, J. R. 2003. Wound repair. In L. J. Peterson (ed.), Contemporary oral and maxillofacial surgery, 4th ed., p. 55. St. Louis: Mosby.

Huser, M. C.; Baehni, P. C. and Lang, R. 1990. Effects of orthodontic bands on microbiologic and clinical parameters. Am J Orthod Dentofacial Orthop 97(3): 213-218.

Iwanicka-Grzegorek, E.; Michalik, J.; Kepa, J.; Wierzbicka, M.; Aleksinski, M. and Pierzynowska, E. 2005. Subjective patients' opinion and evaluation of halitosis using halimeter and organoleptic scores. Oral Dis 11(Suppl 1): 86-88.

Iwanicka-Grzegorek, K.; Lipkowska, E.; Kepa, J.; Michalik, J. and Wierzbicka, M. 2005. Comparison of ninhydrin method of detecting amine compounds with other methods of halitosis detection. Oral Dis 11(Suppl 1): 37-39.

Kanehira, T.; Takehara, J.; Takahashi, D.; Honda, O. and Morita, M. 2004. Prevalence of oral malodor and the relationship with habitual mouth breathing in children. J Clin Pediatr Dent 28(4): 285-288.

Kang, M. S.; Kim, B. G.; Chung, J.; Lee, H. C. and Oh, J. S. 2006. Inhibitory effect of *Weissella cibaria* isolates on the production of volatile sulphur compounds. J Clin Periodontol 33(3): 226-232.

Klages, U.; Bruckner, A.; Guld, Y. and Zentner, A. 2005. Dental esthetics, orthodontic treatment, and oral-health attitudes in young adults. Am J Orthod Dentofacial Orthop 128(4): 442-449.

Kleinberg, I. and Westbay, G. 1990. Oral malodor. Crit Rev Oral Biol Med 1(4): 247-259.

Kleinberg, I.; Wolff, M. S. and Codipilly, D. M. 2002. Role of saliva in oral dryness, oral feel and oral malodour. Int Dent J 52(Suppl 3): 236-240.

Kloehn, J. S. and Pfeifer, J. S. 1974. The effect of orthodontic treatment on the periodontium. Angle Orthod 44(2): 127-134.

Kostelc, J. G.; Preti, G.; Zelson, P. R.; Brauner, L. and Baehni, P. 1984. Oral odors in early experimental gingivitis. J Periodontal Res 19(3): 303-312.

Lee, C. H.; Kho, H. S.; Chung, S. C.; Lee, S. W. and Kim, Y. K. 2003. The relationship between volatile sulfur compounds and major halitosis-inducing factors. J Periodontol 74(1): 32-37.

Lee, J. W.; Choi, B. K., et al. 2003. Distribution of periodontal pathogens in Korean aggressive periodontitis. J Periodontol 74(9): 1329-1335.

Lee, P. P.; Mak, W. Y. and Newsome, P. 2004. The aetiology and treatment of oral halitosis: an update. Hong Kong Med J 10(6): 414-418.

Lee, S. M.; et al. 2005. Prevalence of putative periodontopathogens in subgingival dental plaques from gingivitis lesions in Korean orthodontic patients. J Microbiol 43(3): 260-265.

Leung, N. M.; Chen, R. and Rudney, J. D. 2006. Oral bacteria in plaque and invading buccal cells of young orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 130(6): 698.e11-698e18

Lew, K. K. 1993. Attitudes and perceptions of adults towards orthodontic treatment in an Asian community. Community Dent Oral Epidemiol 21(1): 31-35.

Loesche, W. J. and Kazor, C. 2002. Microbiology and treatment of halitosis. Periodontol 2000 28: 256-279.

Malheiros Vde, J. and Avila-Campos, M. J. 2004. Detection of pathogens from periodontal lesions. Rev Saude Publica 38(5): 723-728.

Markham, A. F. 1993. The polymerase chain reaction: a tool for molecular medicine. BMJ 306(6875): 441-446.

McKiernan, E. X.; McKiernan, F. and Jones, M. L. 1992. Psychological profiles and motives of adults seeking orthodontic treatment. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 7(3): 187-198.

McNamara, T. F.; Alexander, J. F. and Lee, M. 1972. The role of microorganisms in the production of oral malodor. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 34(1): 41-48.

Mitchell, L. 1992. Decalcification during orthodontic treatment with fixed appliances--an overview. Br J Orthod 19(3): 199-205.

Miyazaki, H.; Sakao, S.; Katoh, Y. and Takehara, T. 1995. Correlation between volatile sulphur compounds and certain oral health measurements in the general population. J Periodontol 66(8): 679-684.

Morita, M. and Wang, H. L. 2001. Association between oral malodor and adult periodontitis: a review. J Clin Periodontol 28(9): 813-819.

Murata, T.; Yamaga, T.; Iida, T.; Miyazaki, H. and Yaegaki, K. 2002. Classification and examination of halitosis. Int Dent J 52(Suppl 3): 181-186.

Murata, T.; et al. 2006. Development of a compact and simple gas chromatography for oral malodor measurement. J Periodontol 77(7): 1142-1147.

Naranjo, A. A.; Triviño, M. L.; Jaramillo, A.; Betancourth, M. and Botero, J. E. 2006. Changes in the subgingival microbiota and periodontal parameters before and 3 months after bracket placement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 130(3): 275e17-275e22.

Newman, M. G. and Nisengard, R. J. 1994. Diagnostic microbiology and immunology. In R. J. Nisengard and M.G. Newman (eds.), Oral microbiology and

immunology, 2nd ed., pp. 436, 440-442. Philadelphia: W.B. Saunder Company.

Oho, T.; Yoshida, Y.; Shimazaki, Y.; Yamashita, Y. and Koga, T. 2001. Characteristics of patients complaining of halitosis and the usefulness of gas chromatography for diagnosing halitosis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 91(5): 531-534.

Paolantonio, M.; et al. 1996. Occurrence of Actinobacillus actinomycetemcomitans in patients wearing orthodontic appliances. A cross-sectional study. J Clin Periodontol 23(2): 112-118.

Papapanou, P. N.; et al. 2002. Periodontal microbiota and clinical periodontal status in a rural sample in southern Thailand. Eur J Oral Sci 110(5): 345-352.

Paryavi-Gholami, F.; Minah, G. E. and Turng, B. F. 1999. Oral malodor in children and volatile sulfur compound-producing bacteria in saliva: preliminary microbiological investigation. Pediatr Dent 21(6): 320-324.

Persson, S.; Edlund, M. B.; Claesson, R. and Carlsson, J. 1990. The formation of hydrogen sulfide and methyl mercaptan by oral bacteria. Oral Microbiol Immunol 5(4): 195-201.

Powledge, T. M. 2004. The polymerase chain reaction. Adv Physiol Educ 28(1-4): 44-50.

Proffit, W. R. 2007. Mechanical principles in orthodontic force control. In W. R. Proffit, H. W. Fields, Jr. and D. M. Saver (eds.), Contemporary orthodontics, 4nd ed., p.378. St. Louis: Mosby.

Ramfjord, S. P. 1959. Indices for prevalence and incidence of periodontal disease. J Periodontol 30: 51-59.

Riggio, M. P.; Macfarlane, T. W.; Mackenzie, D.; Lennon, A.; Smith, A. J. and Kinane, D. 1996. Comparison of polymerase chain reaction and culture methods for detection of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* and *Porphyromonas gingivalis* in subgingival plaque samples. J Periodontal Res 31(7): 496-501.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Rosenberg, M.; Kulkarni, G. V.; Bosy, A. and McCulloch, C. A. 1991. Reproducibility and sensitivity of oral malodor measurements with a portable sulphide monitor. J Dent Res 70(11): 1436-1440.

Saito, H. and Kawaguchi, Y. 2002. Halitosis prevention campaign: a report of oral health promotion activities in Japan. Int Dent J 52(Suppl 3): 197-200.

Sallum, E. J.; et al. 2004. Clinical and microbiologic changes after removal of orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop 126(3): 363-366.

Sanz, M.; Roldán, S. and Herrera, D. 2001. Fundamentals of breath malodour. J Contemp Dent Pract 2(4): 1-17.

Savitt, E. D.; Strzempko, M. N.; Vaccaro, K. K.; Peros, W. J. and French, C. K. 1988. Comparison of cultural methods and DNA probe analyses for the detection of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Bacteroides gingivalis*, and *Bacteroides intermedius* in subgingival plaque samples. J Periodontol 59(7): 431-438.

Schmidt, N. F.; Missan, S. R. and Tarbet, W. J. 1978. The correlation between organoleptic mouth-odor ratings and levels of volatile sulfur compounds. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 45(4): 560-567.

Schwaninger, B. and Vickers-Schwaninger, N. 1979. Developing an effective oral hygiene program for the orthodontic patient: review, rationale, and recommendations. Am J Orthod 75(4): 447-452.

Senpuku, H.; Tada, A.; Yamaga, T.; Hanada, N. and Miyazaki, H. 2004. Relationship between volatile sulphide compounds concentration and oral bacteria species detection in the elderly. Int Dent J 54(3): 149-153.

Sinclair, P. M.; Berry, C. W.; Bennett, C. L. and Israelson, H. 1987. Changes in gingiva and gingival flora with bonding and banding. Angle Orthod 57(4): 271-278.

Skidmore, K. J.; Brook, K. J.; Thomson, W. M. and Harding, W. J. 2006. Factors influencing treatment time in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop 129(2): 230-238.

Slots, J. 1986. Rapid identification of important periodontal microorganisms by cultivation. Oral Microbiol Immunol 1(1): 48-57.

Snyder, B.; et al. 1996. Analytical performance of an immunologic-based periodontal bacterial test for simultaneous detection and differentiation of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, and *Prevotella intermedia*. J Periodontol 67(5): 497-505.

Socransky, S. S.; Haffajee, A. D.; Smith, G. L. and Dzink, J. L. 1987. Difficulties encountered in the search for the etiologic agents of destructive periodontal diseases. J Clin Periodontol 14(10): 588-593.

Socransky, S. S.; Haffajee, A. D.; Cugini, M. A.; Smith, C. and Kent, R. L., Jr. 1998. Microbial complexes in subgingival plaque. J Clin Periodontol 25(2): 134-144.

Socransky, S. S. and Haffajee, A. D. 2002. Dental biofilms: difficult therapeutic targets. Periodontol 2000 28: 12-55.

Socransky, S. S. and Haffajee, A. D. 2005. Periodontal microbial ecology. Periodontol 2000 38: 135-187.

Sopapornamorn, P.; Ueno, M.; Shinada, K.; Yanagishita, M. and Kawaguchi, Y. 2007. Relationship between total salivary protein content and volatile sulfur compounds levels in malodor patients. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 103(5): 655-660.

Sopapornamorn, P.; Ueno, M.; Vachirarojpisan, T.; Shinada, K. and Kawaguchi, Y. 2006. Association between oral malodor and measurements obtained using a new sulfide monitor. J Dent 34(10): 770-774.

Sukontapatipark, W.; el-Agroudi, M. A.; Selliseth, N. J.; Thunold, K. and Selvig, K. A. 2001. Bacterial colonization associated with fixed orthodontic appliances. A scanning electron microscopy study. Eur J Orthod 23(5): 475-484.

Suzuki, N.; Nakano, Y.; Yoshida, Y.; Ikeda, D. and Koga, T. 2001. Identification of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* serotypes by multiplex PCR. J Clin Microbiol 39(5): 2002-2005.

Tanaka, M.; Anguri, H., et al. 2004. Clinical assessment of oral malodor by the electronic nose system. J Dent Res 83(4): 317-321.

Tanaka, M.; Yamamoto, Y., et al. 2004. Contribution of periodontal pathogens on tongue dorsa analyzed with real-time PCR to oral malodor. Microbes Infect 6(12): 1078-1083.

Tangerman, A. 2002. Halitosis in medicine: a review. Int Dent J 52(Suppl 3): 201-206.

Tonzetich, J. and Richter, V. J. 1964. Evaluation of volatile odoriferous components of saliva. Arch Oral Biol 16: 39-46.

Tonzetich, J. 1971. Direct gas chromatographic analysis of sulphur compounds in mouth air in man. Arch Oral Biol 16(6): 587-597.

Tonzetich, J. and Ng, S. K. 1976. Reduction of malodor by oral cleansing procedures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 42(2): 172-181.

Tonzetich, J. 1977. Production and origin of oral malodor: a review of mechanisms and methods of analysis. J Periodontol 48(1): 13-20.

Tonzetich, J. 1978. Oral malodour: an indicator of health status and oral cleanliness. Int Dent J 28(3): 309-319.

Tonzetich, J. and McBride, B. C. 1981. Characterization of volatile sulphur production by pathogenic and non-pathogenic strains of oral *Bacteroides*. Arch Oral Biol 26(12): 963-969.

Tran, S. D. and Rudney, J. D. 1999. Improved multiplex PCR using conserved and species-specific 16S rRNA gene primers for simultaneous detection of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Bacteroides forsythus*, and *Porphyromonas gingivalis*. J Clin Microbiol 37(11): 3504-3508.

Travess, H.; Roberts-Harry, D. and Sandy, J. 2004. Orthodontics. Part 6: Risks in orthodontic treatment. Br Dent J 196(2): 71-77.

Tsai, C. Y.; Wolff, L. F.; Germaine, G. and Hodges, J. 2003. A rapid DNA probe test compared to culture methods for identification of subgingival plaque bacteria. J Clin Periodontol 30(1): 57-62.

Türkkahraman, H.; Sayin, M. Ö.; Bozkurt, F. Y.; Yetkin, Z.; Kaya, S. and Önal, S. 2005. Archwire ligation techniques, microbial colonization, and periodontal status in orthodontically treated patients. Angle Orthod 75(2): 231-236.

van den Velde, S.; Quirynen, M.; van Hee, P. and van Steenberghe, D. 2007. Halitosis associated volatiles in breath of healthy subjects. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci 853(1-2): 54-61.

Watson, J. D.; Baker, T. A.; Bell, S. P.; Gann, A.; Levine, M. and Losick, R. 2004. Techniques of molecular biology. In Molecular biology of the gene, 5th ed., pp. 658-660. San Francisco: Benjamin Cummings.

Yaegaki, K. and Sanada, K. 1992. Volatile sulfur compounds in mouth air from clinically healthy subjects and patients with periodontal disease. J Periodontal Res 27(4 Pt 1): 233-238.

Yaegaki, K.; Coil, J. M.; Kamemizu, T. and Miyazaki, H. 2002. Tongue brushing and mouth rinsing as basic treatment measures for halitosis. Int Dent J 52(Suppl 3): 192-196.

Young, A.; Jonski, G. and Rölla, G. 2002. Variation in oral volatile sulphur compound formation. Acta Odontol Scand 60(6): 321-324.

Zachrisson, B. U. 1972. Gingival condition associated with orthodontic treatment. II. Histologic findings. Angle Orthod 42(4): 353-357.

Zachrisson, B. U. and Alnaes, L. 1973. Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. I. Loss of attachment, gingival pocket depth and clinical crown height. Angle Orthod 43(4): 402-411.

Zimmer, B. W. and Rottwinkel, Y. 2004. Assessing patient-specific decalcification risk in fixed orthodontic treatment and its impact on prophylactic procedures. Am J Orthod Dentofacial Orthop 126(3): 318-324.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางการวิเคราะห์ทางสถิติโดยโปรแกรมเอสพีเอสเอส 11.5 (SPSS 11.5)

1. การเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ในผู้ป่วย ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

H T0 หมายถึง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก่อนการติดเครื่องมือ

M T0 หมายถึง ความเข้มข้นของเมทิลเมอแคปแทน ก่อนการติดเครื่องมือ

D T0 หมายถึง ความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ ก่อนการติดเครื่องมือ

T T0 หมายถึง ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวม ก่อนการติดเครื่องมือ

H T1 หมายถึง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ หลังการติดเครื่องมือ

M T1 หมายถึง ความเข้มข้นของเมทิลเมอแคปแทน หลังการติดเครื่องมือ

D T1 หมายถึง ความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ หลังการติดเครื่องมือ

T T1 หมายถึง ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวม หลังการติดเครื่องมือ

1.1. การทดสอบการกระจายของข้อมูล

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		H To(ppb)	M To(ppb)	D To(ppb)	T To(ppb)
N		46	46	46	46
Normal Parameters[a,b]	Mean	110.98	102.93	26.46	240.37
	Std. Deviation	173.136	161.647	33.900	267.581
Most Extreme Differences	Absolute	.303	.262	.240	.257
	Positive	.303	.197	.240	.257
	Negative	-.261	-.262	-.218	-.189
Kolmogorov-Smirnov Z		2.054	1.778	1.630	1.741
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000	.004	.010	.005

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		H T1(ppb)	M T1(ppb)	D T1(ppb)	T T1(ppb)
N		46	46	46	46
Normal Parameters[a,b]	Mean	182.76	125.28	46.43	354.48
	Std. Deviation	237.507	140.140	50.502	331.902
Most Extreme Differences	Absolute	.221	.186	.179	.168
	Positive	.213	.178	.142	.168
	Negative	-.221	-.186	-.179	-.152
Kolmogorov-Smirnov Z		1.498	1.259	1.214	1.141
Asymp. Sig. (2-tailed)		.023	.084	.105	.148

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		H To(ng)	M To(ng)	D To(ng)	T To(ng)
N		46	46	46	46
Normal Parameters[a,b]	Mean	1.4898	1.9443	.6424	4.0765
	Std. Deviation	2.33075	3.05934	.82759	4.42041
Most Extreme Differences	Absolute	.303	.263	.241	.229
	Positive	.303	.197	.241	.229
	Negative	-.261	-.263	-.219	-.184
Kolmogorov-Smirnov Z		2.057	1.781	1.635	1.555
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000	.004	.010	.016

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		H T1(ng)	M T1(ng)	D T1(ng)	T T1(ng)
N		46	46	46	46
Normal Parameters(a,b)	Mean	2.4407	2.3576	1.1297	5.9279
	Std. Deviation	3.18458	2.66465	1.23696	5.32279
Most Extreme Differences	Absolute	.222	.188	.181	.171
	Positive	.213	.176	.121	.171
	Negative	-.222	-.188	-.181	-.144
Kolmogorov-Smirnov Z		1.504	1.276	1.225	1.161
Asymp. Sig. (2-tailed)		.022	.077	.100	.135

a Test distribution is Normal.

b Calculated from data.

1.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยการทดสอบเชิงเครื่องหมายและลำดับที่แบบวิลคอกซัน

Test Statistics[b]

	H T1(ppb) - H To(ppb)	M T1(ppb) - M To(ppb)	D T1(ppb) - D To(ppb)	T T1(ppb) - T To(ppb)
Z	-1.636[a]	-.951[a]	-2.346[a]	-2.258[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.102	.342	.019	.024

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Test Statistics[b]

	H T1(ng) - H To(ng)	M T1(ng) - M To(ng)	D T1(ng) - D To(ng)	T T1(ng) - T To(ng)
Z	-1.600[a]	-.939[a]	-2.333[a]	-2.278[a]
Asymp. Sig. (2-tailed)	.110	.347	.020	.023

a. Based on negative ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

2. การเปรียบเทียบความชุกของแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิด ก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นโดยใช้การทดสอบแมกนีมาร์

BEFO หมายถึง ก่อนการติดเครื่องมือ

AFTE หมายถึง หลังการติดเครื่องมือ

0 หมายถึง ไม่พบแบคทีเรียนั้น

1 หมายถึง พบแบคทีเรียนั้น

P.i.

P.I.BEFO * P.I.AFTE Crosstabulation

Count

		P.I.AFTE	
		0	Total
P.I.BEFO	0	46	46
Total		46	46

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		1.000[a]
N of Valid Cases	46	

a. Binomial distribution used.

P.g.

P.G.BEFO * P.G.AFTE Crosstabulation

Count

		P.G.AFTE		
		0	1	Total
P.G.BEFO	0	38	4	42
	1	4	0	4
Total		42	4	46

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		1.000[a]
N of Valid Cases	46	

a. Binomial distribution used.

F.n.

F.N.BEFO * F.N.AFTE Crosstabulation

Count

		F.N.AFTE		
		0	1	Total
F.N.BEFO	0	32	10	42
	1	4	0	4
Total		36	10	46

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.180[a]
N of Valid Cases	46	

a. Binomial distribution used.

T.f.

T.F.BEFO * T.F.AFTE Crosstabulation

Count

		T.F.AFTE		
		0	1	Total
T.F.BEFO	0	45	1	46
Total		45	1	46

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.[a]
N of Valid Cases	46	

a. Computed only for a PxP table, where P must be greater than 1.

A.a.

A.A.BEFO * A.A.AFTE Crosstabulation

Count

		A.A.AFTE		
		0	1	Total
A.A.BEFO	0	39	6	45
	1	0	1	1
Total		39	7	46

Chi-Square Tests

	Value	Exact Sig. (2-sided)
McNemar Test		.031[a]
N of Valid Cases	46	

a. Binomial distribution used.

3. การเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไปในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิดก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

DIFFHPPB หมายถึง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน

DIFFMPPB หมายถึง ความเข้มข้นของเมทิลเมอแคปแทนที่เปลี่ยนแปลงไปในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน

DIFFDPPB หมายถึง ความเข้มข้นของไดเมทิลซัลไฟด์ที่เปลี่ยนแปลงไปในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน

DIFFTPPB หมายถึง ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมที่เปลี่ยนแปลงไปในหน่วยส่วนในพันล้านส่วน

GR 1.00 หมายถึง กลุ่มที่ไม่มีแบคทีเรียทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

GR 2.00 หมายถึง กลุ่มที่ไม่มีแบคทีเรียก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่มีแบคทีเรียหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

GR 3.00 หมายถึง กลุ่มที่มีแบคทีเรียก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น แต่ไม่มีแบคทีเรียหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

GR 4.00 หมายถึง กลุ่มที่มีแบคทีเรียทั้งก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

3.1 การทดสอบการกระจายของข้อมูล

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

P.I.GR			DIFFTPPB	DIFFHPPB	DIFFMPPB	DIFFDPPB
1.00	N		46	46	46	46
	Normal Parameters(a,b)	Mean	114.1087	71.7826	22.3478	19.9783
		Std. Deviation	309.32358	244.27798	203.37434	53.82461
	Most Extreme Differences	Absolute	.120	.189	.150	.130
		Positive	.120	.189	.132	.130
		Negative	-.092	-.132	-.150	-.111
	Kolmogorov-Smirnov Z		.816	1.284	1.021	.884
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.519	.074	.248	.416

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

P.G.GR			DIFFTPPB	DIFFHPPB	DIFFMPPB	DIFFDPPB
1.00	N		38	38	38	38
	Normal Parameters(a,b)	Mean	101.3684	66.5263	15.4211	19.4211
		Std. Deviation	298.55765	229.85974	218.34335	55.25500
	Most Extreme Differences	Absolute	.114	.188	.162	.142
		Positive	.114	.188	.149	.142
		Negative	-.080	-.130	-.162	-.125
	Kolmogorov-Smirnov Z		.704	1.161	1.000	.874
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.705	.135	.270	.429
2.00	N		4	4	4	4
	Normal Parameters(a,b)	Mean	118.2500	3.2500	90.2500	24.7500
		Std. Deviation	131.58869	211.33603	104.07169	56.19831
	Most Extreme Differences	Absolute	.152	.230	.225	.284
		Positive	.152	.175	.225	.284
		Negative	-.139	-.230	-.193	-.203
	Kolmogorov-Smirnov Z		.303	.461	.450	.567
	Asymp. Sig. (2-tailed)		1.000	.984	.987	.904
3.00	N		4	4	4	4
	Normal Parameters(a,b)	Mean	231.0000	190.2500	20.2500	20.5000
		Std. Deviation	546.12392	416.47359	121.85066	51.07184
	Most Extreme Differences	Absolute	.345	.402	.351	.199
		Positive	.345	.402	.351	.199
		Negative	-.263	-.280	-.201	-.176
	Kolmogorov-Smirnov Z		.690	.805	.702	.399
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.729	.536	.707	.997

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

F.N.GR			DIFFTPPB	DIFFHPPB	DIFFMPPB	DIFFDPPB
1.00	N		32	32	32	32
	Normal Parameters(a,b)	Mean	120.3750	61.7188	39.5625	19.0938
		Std. Deviation	274.75722	203.95228	148.14965	56.54251
	Most Extreme Differences	Absolute	.140	.150	.152	.124
		Positive	.140	.150	.152	.124
		Negative	-.093	-.101	-.095	-.123
	Kolmogorov-Smirnov Z		.789	.848	.858	.702
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.562	.469	.453	.708
2.00	N		10	10	10	10
	Normal Parameters(a,b)	Mean	199.3000	207.8000	-31.7000	23.2000
		Std. Deviation	371.71855	291.33898	301.85870	46.66857
	Most Extreme Differences	Absolute	.197	.333	.300	.200
		Positive	.197	.333	.180	.168
		Negative	-.096	-.219	-.300	-.200
	Kolmogorov-Smirnov Z		.623	1.052	.947	.632
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.832	.219	.331	.819
3.00	N		4	4	4	4
	Normal Parameters(a,b)	Mean	-149.0000	-187.7500	19.7500	19.0000
		Std. Deviation	351.71106	240.93758	327.64958	61.98387
	Most Extreme Differences	Absolute	.390	.246	.257	.370
		Positive	.285	.175	.257	.370
		Negative	-.390	-.246	-.232	-.201
	Kolmogorov-Smirnov Z		.780	.493	.514	.741
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.577	.968	.954	.643

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

T.F.GR			DIFFTPPB	DIFFHPPB	DIFFMPPB	DIFFDPPB
1.00	N		45	45	45	45
	Normal Parameters(a,b)	Mean	120.3111	73.8000	25.2444	21.2667
		Std. Deviation	309.91258	246.65043	204.71057	53.71067
	Most Extreme Differences	Absolute	.120	.184	.147	.132
		Positive	.120	.184	.133	.132
		Negative	-.086	-.127	-.147	-.119
	Kolmogorov-Smirnov Z		.805	1.238	.985	.883
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.536	.093	.287	.417

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

A.A.GR			DIFFTPPB	DIFFHPPB	DIFFMPPB	DIFFDPPB
1.00	N		39	39	39	39
	Normal Parameters(a,b)	Mean	119.6667	79.4103	28.3846	11.8718
		Std. Deviation	303.58640	241.87042	208.51462	43.33115
	Most Extreme Differences	Absolute	.148	.191	.161	.152
		Positive	.148	.191	.133	.118
		Negative	-.097	-.140	-.161	-.152
	Kolmogorov-Smirnov Z		.926	1.193	1.008	.949
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.358	.116	.262	.329
2.00	N		6	6	6	6
	Normal Parameters(a,b)	Mean	85.8333	79.3333	-52.0000	58.5000
		Std. Deviation	398.79038	261.55968	161.31460	89.80590
	Most Extreme Differences	Absolute	.289	.246	.383	.222
		Positive	.202	.246	.217	.222
		Negative	-.289	-.141	-.383	-.154
	Kolmogorov-Smirnov Z		.707	.602	.937	.543
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.700	.861	.343	.930

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA)

3.2.2 ไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวม

P.g.

ANOVA

DIFFTPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	60890.864	2	30445.432	.308	.736
Within Groups	4244757.592	43	98715.293		
Total	4305648.457	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFTPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.547	2	43	.090

F.n.

ANOVA

DIFFTPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	350736.857	2	175368.428	1.907	.161
Within Groups	3954911.600	43	91974.688		
Total	4305648.457	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFTPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.348	2	43	.708

A.a.

ANOVA

DIFFTPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8220.957	2	4110.478	.041	.960
Within Groups	4297427.500	43	99940.174		
Total	4305648.457	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFTPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.186[a]	1	43	.668

a. Groups with only one case are ignored in computing the test of homogeneity of variance for DIFFTPPB.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 ไฮโดรเจนซัลไฟด์

P.g.

ANOVA

DIFFHPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	75974.852	2	37987.426	.626	.540
Within Groups	2609252.974	43	60680.302		
Total	2685227.826	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFHPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.563	2	43	.221

F.n.

ANOVA

DIFFHPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	457677.007	2	228838.504	4.417	.018
Within Groups	2227550.819	43	51803.507		
Total	2685227.826	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFHPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.258	2	43	.117

A.a.

ANOVA

DIFFHPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	120111.057	2	60055.528	1.007	.374
Within Groups	2565116.769	43	59653.878		
Total	2685227.826	45			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test of Homogeneity of Variances

DIFFHPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.200[a]	1	43	.657

a. Groups with only one case are ignored in computing the test of homogeneity of variance for DIFFHPPB.

3.2.3 เมทิลเมอแคปแทน

P.g.

ANOVA

DIFFMPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20283.672	2	10141.836	.237	.790
Within Groups	1840966.763	43	42813.181		
Total	1861250.435	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFMPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.414	2	43	.663

F.n.

ANOVA

DIFFMPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38721.710	2	19360.855	.457	.636
Within Groups	1822528.725	43	42384.389		
Total	1861250.435	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFMPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.333	2	43	.274

A.a.

ANOVA

DIFFMPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	78961.204	2	39480.602	.953	.394
Within Groups	1782289.231	43	41448.587		
Total	1861250.435	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFMPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.151[a]	1	43	.700

a. Groups with only one case are ignored in computing the test of homogeneity of variance for DIFFMPPB.

3.2.3 ไดเมทิลซัลไฟด์

P.g.

ANOVA

DIFFDPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	103.965	2	51.983	.017	.983
Within Groups	130265.013	43	3029.419		
Total	130368.978	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFDPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.025	2	43	.975

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

F.n.

ANOVA

DIFFDPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	132.660	2	66.330	.022	.978
Within Groups	130236.319	43	3028.752		
Total	130368.978	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFDPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.062	2	43	.940

A.a.

ANOVA

DIFFHPPB

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	457677.0	2	228838.504	4.417	.018
Within Groups	2227551	43	51803.507		
Total	2685228	45			

Test of Homogeneity of Variances

DIFFDPPB

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.057[a]	1	43	.050

a. Groups with only one case are ignored in computing the test of homogeneity of variance for DIFFDPPB.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การเปรียบเทียบแบบพหุคูณของ *F. nucleatum*

Multiple Comparisons

Dependent Variable: DIFFHPPB
Scheffe

(I) F.N.GR	(J) F.N.GR	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1.00	2.00	-146.0813	82.45732	.220	-355.1551	62.9926
	3.00	249.4688	120.70516	.131	-56.5840	555.5215
2.00	1.00	146.0813	82.45732	.220	-62.9926	355.1551
	3.00	395.5500(*)	134.65225	.020	54.1339	736.9661
3.00	1.00	-249.4688	120.70516	.131	-555.5215	56.5840
	2.00	-395.5500(*)	134.65225	.020	-736.9661	-54.1339

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

3.4 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป ในผู้ป่วยที่มีและไม่มีแบคทีเรียไม่ใช้อากาศแต่ละชนิดก่อนและหลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นทดสอบในสองกลุ่มของ *T. forsythia*

3.4.1 การทดสอบการกระจาย

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

T.F.GR			DIFFTPPB	DIFFHPPB	DIFFMPPB	DIFFDPPB
1.00	N		45	45	45	45
	Normal Parameters(a,b)	Mean	120.3111	73.8000	25.2444	21.2667
		Std. Deviation	309.91258	246.65043	204.71057	53.71067
	Most Extreme Differences	Absolute	.120	.184	.147	.132
		Positive	.120	.184	.133	.132
		Negative	-.086	-.127	-.147	-.119
	Kolmogorov-Smirnov Z		.805	1.238	.985	.883
	Asymp. Sig. (2-tailed)		.536	.093	.287	.417

a Test distribution is Normal.
b Calculated from data.

3.4.2 ผลการทดสอบโดยใช้การทดสอบมันน์-วิตนีย์

Test Statistics(b)

	DIFFTPPB	DIFFHPPB	DIFFMPPB	DIFFDPPB
Mann-Whitney U	5.000	14.000	6.000	4.000
Wilcoxon W	6.000	15.000	7.000	5.000
Z	-1.318	-.640	-1.243	-1.395
Asymp. Sig. (2-tailed)	.187	.522	.214	.163
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.261(a)	.652(a)	.304(a)	.217(a)

a Not corrected for ties.
b Grouping Variable: T.F.GR

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์กับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศ 5 ชนิดโดยใช้การทดสอบไคสแควร์

BEFO หมายถึง ก่อนการติดเครื่องมือ

AFTE หมายถึง หลังการติดเครื่องมือ

0 หมายถึง ไม่พบแบคทีเรียนั้น

1 หมายถึง พบแบคทีเรียนั้น

Total before 125 = 1.00 หมายถึง ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมก่อนการติดเครื่องมือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 125 ส่วนในพันล้านส่วน

Total before 125 = 2.00 หมายถึง ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมก่อนการติดเครื่องมือมากกว่า 125 ส่วนในพันล้านส่วน

Total after 125 = 1.00 หมายถึง ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมหลังการติดเครื่องมือน้อยกว่าหรือเท่ากับ 125 ส่วนในพันล้านส่วน

Total after 125 = 2.00 หมายถึง ความเข้มข้นของไอระเหยของสารประกอบซัลเฟอร์รวมหลังการติดเครื่องมือมากกว่า 125 ส่วนในพันล้านส่วน

4.1 ก่อนการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

P.i.

total before 125 * P.I.BEFO Crosstabulation

Count

		P.I.BEFO	
		0	Total
total before 125	1.00	22	22
	2.00	24	24
Total		46	46

Chi-Square Tests

	Value
Pearson Chi-Square	.(a)
N of Valid Cases	46

a No statistics are computed because P.I.BEFO is a constant.

P.g.

total before 125 * P.G.BEFO Crosstabulation

Count

		P.G.BEFO		
		0	1	Total
total before 125	1.00	19	3	22
	2.00	23	1	24
Total		42	4	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.296(b)	1	.255		
Continuity Correction(a)	.378	1	.539		
Likelihood Ratio	1.341	1	.247		
Fisher's Exact Test				.336	.271
Linear-by-Linear Association	1.268	1	.260		
N of Valid Cases	46				

a Computed only for a 2x2 table

b 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.91.

F.n.

total before 125 * F.N.BEFO Crosstabulation

Count

		F.N.BEFO		
		0	1	Total
total before 125	1.00	20	2	22
	2.00	22	2	24
Total		42	4	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.008(b)	1	.927		
Continuity Correction(a)	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.008	1	.927		
Fisher's Exact Test				1.000	.662
Linear-by-Linear Association	.008	1	.928		
N of Valid Cases	46				

a Computed only for a 2x2 table

b 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.91.

T.f.

total before 125 * T.F.BEFO Crosstabulation

Count

		T.F.BEFO	
		0	Total
total before 125	1.00	22	22
	2.00	24	24
Total		46	46

Chi-Square Tests

	Value
Pearson Chi-Square	.(a)
N of Valid Cases	46

a No statistics are computed because T.F.BEFO is a constant.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A.a.

total before 125 * A.A.BEFO Crosstabulation

Count

		A.A.BEFO		
		0	1	Total
total before 125	1.00	22	0	22
	2.00	23	1	24
Total		45	1	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.937(b)	1	.333		
Continuity Correction(a)	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	1.322	1	.250		
Fisher's Exact Test				1.000	.522
Linear-by-Linear Association	.917	1	.338		
N of Valid Cases	46				

a Computed only for a 2x2 table

b 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .48.

4.2 หลังการติดเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น

P.i.

total after 125 * P.I.AFTE Crosstabulation

Count

		P.I.AFTE	
		0	Total
total after 125	1.00	16	16
	2.00	30	30
Total		46	46

Chi-Square Tests

	Value
Pearson Chi-Square	.(a)
N of Valid Cases	46

a No statistics are computed because P.I.AFTE is a constant.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

P.g.

total after 125 * P.G.AFTE Crosstabulation

Count

		P.G.AFTE		
		0	1	Total
total after 125	1.00	15	1	16
	2.00	27	3	30
Total		42	4	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.185(b)	1	.667		
Continuity Correction(a)	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.194	1	.660		
Fisher's Exact Test				1.000	.566
Linear-by-Linear Association	.181	1	.671		
N of Valid Cases	46				

a Computed only for a 2x2 table

b 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.39.

F.n.

total after 125 * F.N.AFTE Crosstabulation

Count

		F.N.AFTE		
		0	1	Total
total after 125	1.00	13	3	16
	2.00	23	7	30
Total		36	10	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	.129(b)	1	.720		
Continuity Correction(a)	.000	1	1.000		
Likelihood Ratio	.131	1	.717		
Fisher's Exact Test				1.000	.515
Linear-by-Linear Association	.126	1	.723		
N of Valid Cases	46				

a Computed only for a 2x2 table

b 1 cells (25.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3.48.

T.f.

total after 125 * T.F.AFTE Crosstabulation

Count

		T.F.AFTE		
		0	1	Total
total after 125	1.00	15	1	16
	2.00	30	0	30
Total		45	1	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.917(b)	1	.166		
Continuity Correction(a)	.104	1	.747		
Likelihood Ratio	2.154	1	.142		
Fisher's Exact Test				.348	.348
Linear-by-Linear Association	1.875	1	.171		
N of Valid Cases	46				

a Computed only for a 2x2 table
b 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .35.

A.a.

total after 125 * A.A.AFTE Crosstabulation

Count

		A.A.AFTE		
		0	1	Total
total after 125	1.00	15	1	16
	2.00	24	6	30
Total		39	7	46

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	1.529(b)	1	.216		
Continuity Correction(a)	.649	1	.420		
Likelihood Ratio	1.729	1	.189		
Fisher's Exact Test				.394	.216
Linear-by-Linear Association	1.496	1	.221		
N of Valid Cases	46				

a Computed only for a 2x2 table
b 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2.43.

ภาคผนวก ข

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้รับใบรับรองเลขที่ 19/2007 ลงวันที่ 17 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 ดังแสดงในรูป

No. 19/2007

Study Protocol and Consent Form Approval

The Ethics Committee of the Faculty of Dentistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand has approved the following study to be carried out according to the protocol and informed consent dated and/or amended as follows in compliance with the ICH/GCP.

Study Title	: The Relationship between Volatile Sulfur Compounds and Anaerobic Bacteria in a Group of Thai Orthodontic Patients Treated with Fixed Appliances
Study Code	:-
Center	: Chulalongkorn University
Principle Investigator	: Dr. Chintana Sirichompun
Protocol Date	: July 5, 2007
Document Reviewed	: July 9, 2007

(Associate Professor Dr. Surasith Kiatpongsan)
Chairman of Ethics Committee

Assistant Professor Dr.Suchit Poolthong
Associate Dean for Research Affairs

Date of Approval	: July 17, 2007
Approval Expires	: July 17, 2009

*A list of the Ethics Committee members (names and positions) present at the Ethics Committee meeting on the date of approval of this study has been attached (upon requested). This Study Protocol Approval Form will be forwarded to the Principal Investigator.

รูปแสดงใบรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
ของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวหทัยชนก เจริญพงศ์ เกิดที่กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 9 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2525 สำเร็จการศึกษาจากคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2547 หลังสำเร็จการศึกษา ได้เข้ารับราชการที่วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี จนถึง พ.ศ. 2549 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน จนถึงปัจจุบัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย