บทที่ 2

วิธีการวิจัย

<u>วัสดุ</u>

1. ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 และ 2 ซึ่งได้จากการถอนฟัน จำนวน 107 ซี่
2. น้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.9
3. หินพัมมิซ (pumice)
4. ขี้ผึ้งสีชมพู (pink wax)
5. ฟิล์มยี่ห้อ Kodak ชนิด ultra speed film เบอร์ 2
6. แบบหล่อซิลิโคน (silicone mold)
7. เรซินอะคริลิกชนิดบ่มตัวเอง (self-cured acrylic resin)
8. กระดาษทรายชนิดละเอียด เบอร์ 2000, 4000

<u>อุปกรณ์</u>

1. เครื่อง DIAGNOdent® (KaVo DIAGNOdent 2095, KaVo, Germany)
2. อิเลคโทรนิค ดิจิตอล คาลิเปอร์ (Electronic Digital Caliper)
3. เครื่องมือตรวจปริทันต์ (Periodontal Probe)
4. เครื่องถ่ายภาพรังสีในช่องปากยี่ห้อ Gendex
5. เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ (Dent-X Processor)
6. ตู้ดูฟิล์ม (View box)
7. วิวสโคป (Viewscope) กำลังขยาย 2 เท่า
8. กล้องสเตอริโอไมโครสโคป (Stereomicroscope)
9. เครื่องตัดกระดูก (EXAKT-Cutting Grinding System 1993)

วิธีดำเนินการ

1. กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างฟันที่ใช้ในการศึกษาเป็นฟันธรรมชาติที่ได้จากการถอนฟันจากคลินิกทันตกรรม จำนวน 107 ซี่ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 และ 2 ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- สันริมฟันของด้านไกลกลาง (distal marginal ridge) ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 และสันริมฟันของด้านใกล้กลาง (mesial marginal ridge) ของฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 2 จะต้องมีสภาพที่สมบูรณ์ โดยด้านนั้นๆอาจมีหรือไม่มีรอยผุทางด้านประชิด
- รอยผุนั้นจะต้องไม่เป็นรอยผุที่ชัดเจน หรือเป็นรูขนาดใหญ่
- ไม่มีรอยผุหรือวัสดุบูรณะฟันทางด้านบดเคี้ยวบริเวณที่ใกล้เคียงกับสันริมฟัน
- ฟันที่ใช้ศึกษาอาจมีรากฟัน หรืออาจมีการละลายของรากฟันบางส่วนหรือทั้งหมดก็ได้

2. วิธีการทดลอง

2.1 การศึกษานำร่อง (Pilot study)

ก่อนทำการวิจัยได้มีการทำการศึกษานำร่องโดยใช้ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 และ 2 จำนวน 10 ซี่ เพื่อปรับมาตรฐาน (standardization) ของผู้ตรวจในการตรวจฟันผุทางด้านประชิดด้วยตา ภาพถ่ายรังสีไบท์วิง การตรวจด้วย DIAGNOdent® และการตรวจทางจุลกายวิภาค นอกจากนี้เพื่อดูความเป็นไปได้ของขั้นตอนการทดลอง (ขั้นตอนและผลการปรับมาตรฐานแสดงในภาคผนวก 1)

2.2 ขั้นตอนการทดลองโดยภาพรวม ประกอบด้วย

2.2.1 ทำความสะอาดฟันตัวอย่าง แล้วแช่ในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.9 แบ่งฟันโดยการตรวจด้วยตาออกเป็น 4 กลุ่ม (ตามรายละเอียดในข้อ 2.3)

2.2.2 ถ่ายรูปฟันแต่ละซี่ทางด้านบดเคี้ยว ด้านข้างแก้ม ด้านข้างลิ้น และด้านประชิด เพื่อใช้ประกอบการบันทึกตำแหน่งที่ DIAGNOdent® วัดได้ค่าสูงสุด

2.2.3 วัดระยะห่างจากขอบของรอยผุถึงขอบฟัน และวัดความลึกของรอยผุจากผิวฟันด้านประชิดด้วยอิเลคโทรนิค ดิจิตอล คาลิเปอร์ (ดังรูปและรายละเอียดในข้อ 2.4)

2.2.4 ตรวจรอยผุโดยตรงด้วยเครื่อง DIAGNOdent® โดยทันตแพทย์ 2 คน ซึ่งจะมีทันตแพทย์คนหนึ่งทำการวัดซ้ำ 2 ครั้ง เพื่อดูความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ตรวจและภายในผู้ตรวจ การตรวจทำโดยวางหัววัดที่ตำแหน่งรอยผุโดยตรง บันทึกค่าที่วัดได้สูงสุดและตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดบนภาพถ่าย เพื่อเป็นแนวในการตัดฟัน

2.2.5 นำฟันที่ศึกษามาลงบล็อกฟันซึ่งทำจากขี้ผึ้งสีชมพูโดยเลือกฟันที่มาจากควอดแดรนท์ (quadrant) เดียวกัน และมีขนาดใกล้เคียงกันกับฟันที่ใช้เป็นฟันหลักมาเรียงยึดเป็นฟันสัมผัส เพื่อจำลองสภาพในช่องปาก โดยด้านประชิดของฟันที่เป็นฟันหลักซึ่งติดกับฟันที่ศึกษาจะต้องไม่มีรอยผุ ฟันหลักจะมีทั้งหมด 8 ซี่ คือ ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 บนซ้ายและขวา ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 1 ล่างซ้ายและขวา ฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 2 บนซ้ายและขวา และฟันกรามน้ำนมซี่ที่ 2 ล่างซ้ายและขวา ตัวอย่างเช่น ฟันที่ศึกษาซี่ 55 นำมาลงบล็อกฟันคู่กับฟันหลักซี่ 54 ซึ่งไม่มีรอยผุของด้านไกลกลาง หรือฟันที่ศึกษาซี่ 84 นำมาลงบล็อกฟันคู่กับฟันหลักซี่ 85 ซึ่งไม่มีรอยผุของด้านใกล้กลาง ดังภาพประกอบ 2 ถ่ายรูปบล็อกฟันเพื่อใช้เป็นแบบในการจัดเรียงฟัน เพื่อให้การตรวจแต่ละครั้งมีการจัดเรียงฟันอยู่ในตำแหน่งเดิม จากนั้นนำฟันในบล็อกขี้ผึ้งไปทดลองตามข้อ 2.2.6 – 2.2.8

ด้านบดเคี้ยว ด้านข้างแก้ม ด้านข้างลิ้น

ภาพประกอบ 2 แสดงการเรียงฟันของฟันที่ศึกษากับฟันหลักทางด้านบดเคี้ยว ด้านข้างแก้ม และด้านข้างลิ้น

2.2.6 ตรวจรอยผุทางด้านประชิดที่มีฟันสัมผัสด้วยตา โดยใช้แสงจากยูนิตทำฟัน ประเมินลักษณะของรอยผุ (ตามรายละเอียดในข้อ 2.5)

2.2.7 ตรวจรอยผุทางด้านประชิดที่มีฟันสัมผัสด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง แล้วประเมินความลึกของรอยผุ (ตามรายละเอียดในข้อ 2.6)

2.2.8 ตรวจรอยผุทางด้านประชิดที่มีฟันสัมผัสด้วยเครื่อง DIAGNOdent® โดยทันตแพทย์ 2 คน ซึ่งจะมีทันตแพทย์คนหนึ่งทำการวัด 2 ครั้ง โดยวางหัววัดในทิศทางต่างๆดังนี้คือ บนด้านบดเคี้ยวบริเวณสันริมฟัน ด้านข้างแก้มและด้านข้างลิ้น บันทึกตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดบนภาพถ่ายด้านบดเคี้ยว และบันทึกค่าที่อ่านได้ที่สัมพันธ์กับทิศทางของหัววัดในด้านข้างแก้มและด้านข้างลิ้น (ตามรายละเอียดในข้อ 2.7)

2.2.9 นำฟันที่ศึกษาออกจากบล็อกฟัน แล้วฝังลงในเรซิน รอจนเรซินแข็งตัวจึงนำไปผ่าฟันด้วยเครื่องตัดกระดูกในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางตามแนวที่ขีดไว้ซึ่งผ่านตำแหน่งที่อ่านค่าจาก DIAGNOdent® ซึ่งวัดที่รอยผุโดยตรงได้สูงสุดตามที่ได้บันทึกไว้ในข้อ 2.2.2

2.2.10 ประเมินรอยผุทางจุลกายวิภาค โดยใช้กล้องสเตอริโอไมโครสโคปที่กำลังขยาย 25 เท่า (ตามรายละเอียดในข้อ 2.8)

2.2.11 บันทึกข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผล

2.3 การทำความสะอาดฟันและการตรวจด้วยตาที่รอยผุโดยตรง

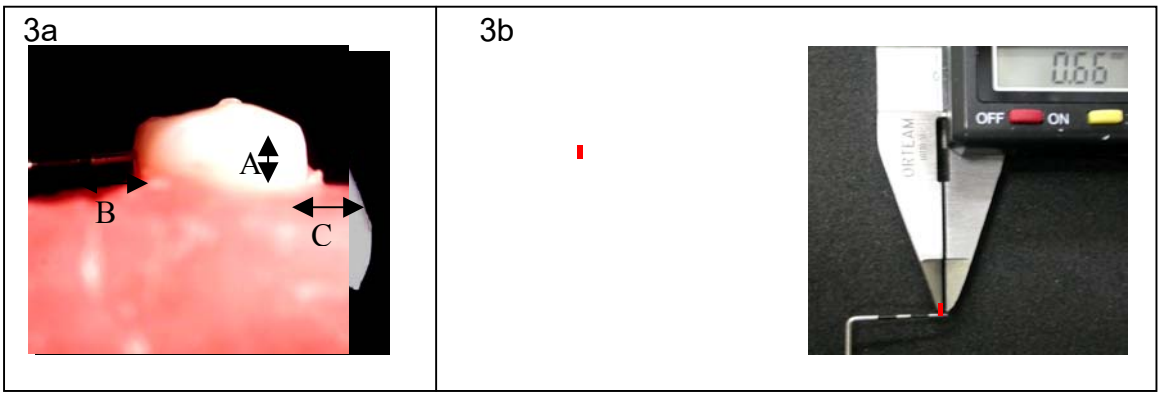
นำฟันทั้ง 107 ซี่มาทำความสะอาด โดยใช้มีดขูดเนื้อเยื่อ ใช้เครื่องมือขูดหินปูนกำจัดหินปูนออกให้หมด และทำการขัดด้วยหินพัมมิซ แล้วล้างออกด้วยน้ำเปล่าเพื่อกำจัดคราบจุลินทรีย์และคราบสีที่ติดอยู่โดยรอบผิวฟันออกให้หมด เนื่องจากการตรวจฟันผุด้วยเครื่อง DIAGNOdent® มีความไวต่อคราบสี คราบจุลินทรีย์ และหินปูน ซึ่งทำให้การอ่านผลของเครื่อง DIAGNOdent® ผิดพลาดได้ (Welsh, *et al*., 2000; El-Housseiny and Jamjoum, 2001; Côrtes, *et al*., 2003) หลังจากนั้นแช่ฟันในน้ำเกลือที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.9 ฟันทั้ง 107 ซี่จะถูกแบ่งโดยการตรวจด้วยตาออกเป็น 4 กลุ่มตามลักษณะของรอยผุดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง (ซี่)
กลุ่มที่ 1 ไม่มีรอยผุ (sound)	36
กลุ่มที่ 2 มีรอยผุเริ่มแรก (initial caries)	30
กลุ่มที่ 3 มีรอยผุในชั้นผิวเคลือบฟัน (enamel caries)	20
กลุ่มที่ 4 มีรอยผุในชั้นเนื้อฟัน (dentine caries)	21

2.4 การวัดระยะห่างจากขอบของรอยผุถึงขอบฟัน และการวัดความลึกของรอยผุ

การวัดระยะของรอยผุจะวัดจากขอบบนของรอยผุถึงสันริมฟัน (Height) และระยะห่างจากขอบด้านข้างของรอยผุถึงแนวบรรจบของด้านประชิดกับด้านข้างแก้ม (B_length) และแนวบรรจบของด้านประชิดกับด้านข้างลิ้น (L_length) โดยวัดจากขอบนอกสุดของรอยผุตรงส่วนที่กว้างที่สุด (ภาพประกอบ 3a) ส่วนการวัดความลึกของรอยผุจากผิวฟันด้านประชิดเข้าไปในรอยผุ ทำโดยใช้เครื่องมือตรวจปริทันต์วางเข้าไปที่รอยผุ ให้ปลายเครื่องมือแตะที่ตำแหน่งที่ผุลึกที่สุด แล้วทำเครื่องหมายที่เครื่องมือนั้น วัดระยะจากปลายเครื่องมือจนถึงตำแหน่งที่ทำเครื่องหมาย (ภาพประกอบ 3b) การวัดทั้งหมดจะทำโดยใช้อิเลคโทรนิค ดิจิตอล คาลิเปอร์ ซึ่งสามารถวัดสเกลต่ำสุดในหน่วย

มิลลิเมตรได้ถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง โดยจะวัดภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคปที่มีกำลังขยาย 15 เท่า



ภาพประกอบ 3 แสดงการวัดระยะห่างของรอยผุและความลึกของรอยผุ

ภาพประกอบ 3a แสดงการวัดระยะห่างของรอยผุในตำแหน่งต่างๆ

A คือ ระยะห่างของรอยผุเมื่อวัดจากขอบบนของรอยผุถึงสันริมฟัน (Height)

B คือ ระยะห่างจากขอบด้านข้างของรอยผุถึงแนวบรรจบของด้านประชิดกับด้านข้างแก้ม (B_length)

C คือ ระยะห่างจากขอบด้านข้างของรอยผุถึงแนวบรรจบของด้านประชิดกับด้านข้างลิ้น (L_length)

ภาพประกอบ 3b แสดงการวัดความลึกของรอยผุจากผิวฟันด้านประชิดเข้าไปในตำแหน่งที่ผุลึกที่สุด และแสดงการอ่านค่าจากอิเลคโทรนิค ดิจิตอล คาลิเปอร์

2.5 การตรวจด้วยตา

การตรวจรอยผุด้านประชิดของฟันที่ศึกษาด้วยตาโดยการจำลองว่ามีฟันสัมผัส ทำภายใต้แสงของยูนิตทำฟันซึ่งเป็นแสงสีส้ม โดยนำบล็อกฟันที่แช่อยู่ในน้ำเกลือออกมาเป่าลมจนฟันแห้งประมาณ 5 วินาที แล้วตรวจด้วยตา ประเมินฟันผุโดยใช้หลักเกณฑ์ในตาราง 1

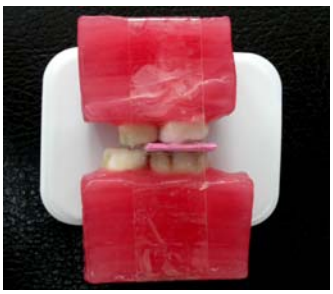
ตาราง 1 แสดงเกณฑ์ในการประเมินผลการตรวจรอยผุทางด้านประชิดด้วยตา

score	criteria
V0	Normal enamel translucency and texture.
V1	The enamel presents a white-spot lesion, which is whitish or yellowish, opaque with loss of luster and rough, color and translucency change, dark shadow beneath enamel or cavitation.

ที่มา: Nyvad, *et al*., 1999

2.6 การตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง

นำฟันในบล็อกขี้ผึ้งมาสบกับฟันคู่สบที่ทำขึ้น เพื่อเลียนแบบการถ่ายภาพรังสีไบท์วิงในช่องปาก (ภาพประกอบ 4) โดยการถ่ายภาพรังสีภายใต้สภาวะที่เป็นมาตรฐานเดียวกันคือ ใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีในช่องปากยี่ห้อ Gendex ตั้งค่าในการถ่ายภาพเป็น 60 กิโลโวลต์ 10 มิลลิแอมแปร์ 0.26 วินาที ระยะห่างจากจุดโฟกัสของเครื่องเอ็กซเรย์ถึงฟิล์มเท่ากับ 10 นิ้ว ใช้ฟิล์มยี่ห้อ Kodak ชนิด ultra-speed film มุมในการถ่ายเหมือนกับการถ่ายภาพรังสีไบท์วิงในคลินิกคือ แนวรังสี (central ray) ทำมุมในแนวดิ่งกับแนวระนาบประมาณ 5-8 องศา ปรับมุมในแนวราบให้แนวรังสีตกตั้งฉากกับด้านประชิดของฟันและฟิล์ม (ภาพประกอบ 5) ล้างภาพถ่ายรังสีด้วยเครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ (Dent-X Processor) โดยภาพที่นำมาใช้ประเมินต้องเป็นภาพที่มีมาตรฐานคือ ไม่มีการซ้อนทับกันของด้านประชิดและไม่มีการหดสั้นหรือการยืดยาวของภาพรังสี มีคอนทราส (contrast) ที่ดี สามารถมองเห็นด้านประชิดได้ชัดเจน หลังจากนั้นทำการตรวจรอยผุโดยดูภาพถ่ายรังสีบนตู้ดูฟิล์ม (view box) และใช้วิวสโคป (viewscope) ซึ่งมีกำลังขยาย 2 เท่าและสามารถป้องกันแสงรบกวนบริเวณโดยรอบได้ ประเมินผลรอยผุด้านประชิดตามเกณฑ์ในตาราง 2 ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงการยึดฟันที่ศึกษาในบล็อกขี้ผึ้งกับบล็อกฟันคู่สบแล้วทาบยึดไว้กับฟิล์ม

ภาพประกอบ 5 แสดงการถ่ายภาพรังสีไบท์วิง

ตาราง 2 แสดงเกณฑ์ในการประเมินผลการตรวจรอยผุทางด้านประชิดด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิง

score	criteria
R0	No radiolucency
R1	Zone of increased radiolucency confined to the outer half of the enamel
R2	Zone of increased radiolucency involving both inner and outer halves of the enamel layer, including lesion extending up to but not beyond dentino-enamel junction.
R3	Zone of increased radiolucency penetrating enamel, dentino-enamel junction and progressing into the dentine.

ที่มา: Pitts, 1984

2.7 การตรวจด้วยเครื่อง DIAGNOdent® ตัวเครื่องจะมีหัววัดให้เลือกใช้ 2 แบบคือ หัววัด Aและหัววัด B ซึ่งในการศึกษานี้จะเลือกใช้เฉพาะหัววัด A เท่านั้น

2.7.1 ปรับมาตรฐานเครื่อง (calibration) ตามคำแนะนำของบริษัท (รายละเอียดของเครื่อง DIAGNOdent® และวิธีการใช้แสดงในภาคผนวก 2)

2.7.2 นำบล็อกฟันตัวอย่างที่แช่ในน้ำเกลือออกมาเป่าลม 1 ครั้งเพียงประมาณ 3 วินาทีเพื่อให้ฟันยังมีความชื้นอยู่ในขณะทำการวัด และหากฟันเริ่มแห้งในระหว่างการวัด ให้จุ่มน้ำและเป่าลมซ้ำทุกครั้ง เนื่องจากพบว่าฟันที่เปียกจะให้ค่าความถูกต้องสูงทั้งในฟันที่ผุระดับผิวเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟัน (Lussi, *et al*., 1999) และฟันที่เปียกจะให้ค่าความจำเพาะสูงกว่าฟันที่แห้ง (Lussi, *et al*., 1999; Mendes, 2004) หลังจากนั้นจึงใช้หัววัด A ตรวจตรงตำแหน่งที่ไม่มีรอยผุ

(ซึ่งมักเป็นด้านข้างแก้มของฟัน) และไม่มีคราบสี เพื่อบันทึกค่าปกติของฟันแต่ละซี่ (set zero) โดยทำในฟันทุกซี่ ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของฟันแต่ละซี่ไม่เหมือนกันอาจทำให้ค่าที่ได้ต่างกัน และหากค่าปกติของฟันมีค่าติดลบน้อยกว่า -3 จะทำการปรับมาตรฐานเครื่อง DIAGNOdent® ใหม่ทุกครั้ง

2.7.3 บันทึกค่าจาก DIAGNOdent® เมื่อวางหัววัดในตำแหน่งและทิศทางต่างๆ คือ

- การวัดที่รอยผุโดยตรง

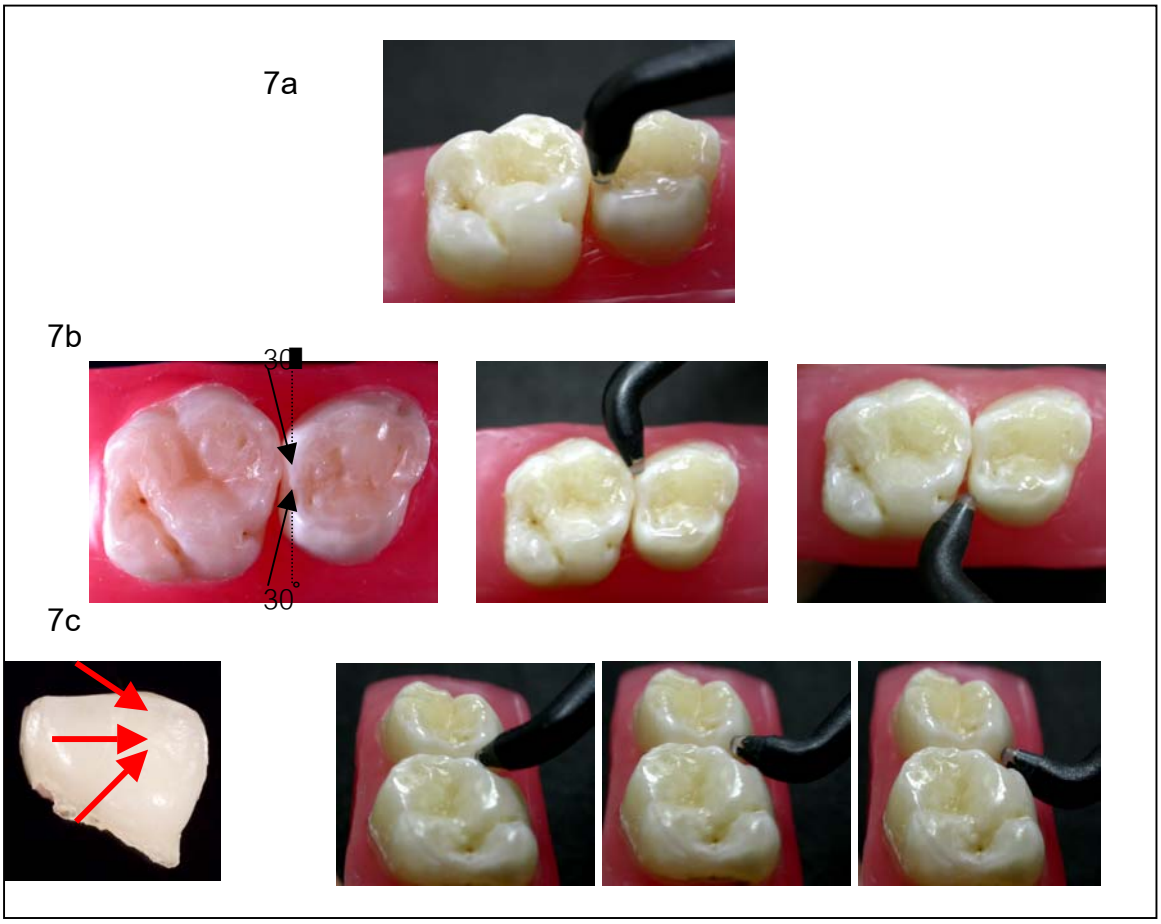
วางหัววัด A ให้ตั้งฉากและแตะเบาๆที่ผิวฟันด้านประชิด (ภาพประกอบ 6) แล้วเคลื่อนหัววัดไปมาในลักษณะของการลากกวาด (sweeping motion) (McComb and Tam, 2001b) โดยที่หน้าตัดของหัววัด A อยู่ในแนวเดิมตลอดเวลาที่เคลื่อน (ตามคำแนะนำใน KaVo DIAGNOdent 2095 Operating instruction) จนพบจุดที่มีค่าสูงสุด บันทึกค่าที่ได้และตำแหน่งนั้นลงบนภาพถ่ายฟันด้านประชิด ในการหาค่าสูงสุดของ DIAGNOdent® นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวในการตัดฟัน และเพื่อใช้ในการหาค่าความสัมพันธ์กับการตรวจด้วย DIAGNOdent® เมื่อมีฟันสัมผัส การตรวจด้วยตา ภาพถ่ายรังสีไบท์วิง และการตรวจทางจุลกายวิภาค

ภาพประกอบ 6 แสดงการวางหัววัด A ที่รอยผุด้านประชิดของฟันโดยตรง

- การวัดที่ตำแหน่งต่างๆเมื่อมีฟันสัมผัส

วางหัววัด A ที่ด้านบดเคี้ยว ด้านข้างแก้ม และด้านข้างลิ้นของฟันที่มีฟันประชิดกันซึ่งถูกยึดไว้ในบล็อกขี้ผึ้ง เพื่อหาค่าสูงสุดในทิศทางต่างๆ โดยบนด้านบดเคี้ยวจะวางหัววัดบริเวณสันริมฟัน แล้วเคลื่อนไปในลักษณะลากกวาดเช่นเดียวกัน จากนั้นบันทึกค่าสูงสุดที่ได้ ส่วนด้านข้างแก้มและด้านข้างลิ้นจะทำการวัด 3 แบบ (ภาพประกอบ 7) คือวางหัววัดทำมุมในแนวดิ่งเป็นมุมบวก มุมขนาน และมุมลบกับแนวระนาบ โดยทุกแบบจะวางหัววัดในลักษณะเอียงเข้าหาฟันซี่ที่ต้องการวัด ให้หัววัดทำมุมในแนวระนาบกับเส้นที่สัมผัสด้านประชิดของฟันประมาณ 30 องศา เพื่อให้ปลายหัววัดแนบกับด้านประชิดของฟันที่ต้องการวัดมากที่สุด เคลื่อนหัววัดในลักษณะลาก

กวาดตามแนวด้านบดเคี้ยวถึงส่วนคอฟัน (occluso-cervical) โดยที่มุมในแนวดิ่งของการวัดจะคงที่ทั้งในมุมบวก มุมขนาน และมุมลบ บันทึกค่าสูงสุดที่วัดได้ในแต่ละตำแหน่งและทิศทาง



ภาพประกอบ 7 แสดงตำแหน่งและทิศทางในการวางหัววัด

ภาพประกอบ 7a แสดงตำแหน่งการวางหัววัด A ที่ด้านบดเคี้ยว โดยวางหัววัดบริเวณสันริมฟัน

ภาพประกอบ 7b แสดงตำแหน่งการวางหัววัด A ที่ด้านข้างแก้มและข้างลิ้น โดยจะวางหัววัดในลักษณะเอียงทำมุมกับเส้นสัมผัสกับด้านประชิดของฟันประมาณ 30 องศาเข้าหาฟันซี่ที่ต้องการวัด

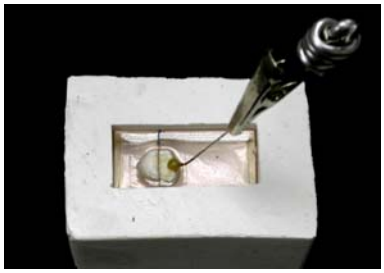
ภาพประกอบ 7c แสดงตำแหน่งการวางหัววัด A ที่ด้านข้างแก้มและข้างลิ้น โดยจะวางหัววัดทำมุมกับแนวระนาบเป็น 3 ระดับ คือ ทำมุมบวก ทำมุมขนาน และทำมุมลบกับแนวระนาบ

2.7.4 การวัดความน่าเชื่อถือของการตรวจด้วย DIAGNOdent® ทำการตรวจรอยผุทางด้านประชิดในฟันทั้ง 107 ซี่ ทั้งการวัดที่รอยผุโดยตรงและเมื่อมีฟันสัมผัสโดยทันตแพทย์ 2 คน เพื่อหาค่าความน่าเชื่อถือระหว่างผู้ทำการศึกษา ทันตแพทย์ 1 ใน 2 คนนั้นจะทำการตรวจ 2 ครั้ง เพื่อหาค่าความน่าเชื่อถือภายในตัวผู้ทำการศึกษา โดยกำหนดให้การตรวจครั้งที่ 2 ห่างจากการตรวจครั้ง

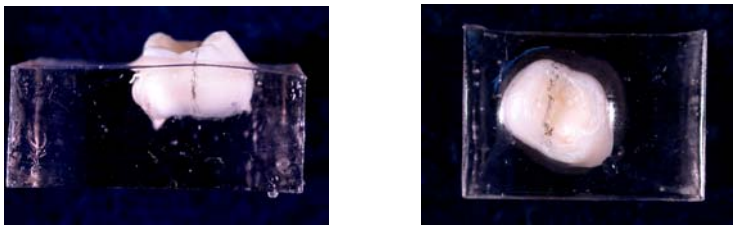
แรกประมาณ 1 สัปดาห์เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ตรวจไม่สามารถจำผลการตรวจครั้งก่อนได้ โดยมีการควบคุมสภาวะแวดล้อมและอุปกรณ์การตรวจทุกอย่างให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด

2.8 การตรวจทางจุลกายวิภาค

หลังจากตรวจรอยผุด้วย DIAGNOdent® และภาพถ่ายรังสีไบท์วิงแล้ว ฟันแต่ละซี่จะถูกทำเครื่องหมายบนตำแหน่งที่เครื่อง DIAGNOdent® อ่านค่าได้สูงสุดจากการวัดรอยผุโดยตรง โดยดูจากภาพถ่ายที่ทำการบันทึกไว้ หากฟันซี่ใดที่ผู้ตรวจ 2 คนตรวจตำแหน่งที่มีค่า DIAGNOdent® สูงสุดได้ไม่ตรงกัน ผู้ตรวจคนที่หนึ่งจะทำการตรวจซ้ำทั้งสองตำแหน่ง แล้วเลือกใช้หรือบันทึกตำแหน่งที่มีค่าสูงกว่ามาใช้เป็นตำแหน่งที่จะผ่าฟันเพื่อนำไปตรวจทางจุลกายวิภาค โดยขีดเส้นผ่านตำแหน่งนั้นในแนวที่ขนานกับแนวแกนฟัน แล้วลากเส้นต่อไปยังด้านบดเคี้ยวให้ตั้งฉากกับผิวฟันด้านประชิด ขีดเส้นบนด้านบดเคี้ยวในแนวใกล้กลางถึงไกลกลางเพื่อเป็นแนวในการผ่าฟัน หลังจากนั้นนำฟันมาฝังลงในเรซิน โดยผสมส่วนที่เป็นสารพื้นของเรซิน (base) กับตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ในอัตราส่วนสารพื้น 2 มิลลิลิตรต่อตัวเร่งปฏิกิริยา 1 หยดผสมจนเข้ากัน นำฟันที่เตรียมไว้ซึ่งยึดติดกับลวดด้วยขี้ผึ้ง (sticky wax) วางลงในแบบหล่อซิลิโคน เทเรซินลงไปในแบบหล่อซิลิโคนที่เตรียมไว้ โดยไม่ให้คลุมส่วนที่เป็นด้านบดเคี้ยวของฟัน (ภาพประกอบ 8 และ 9) ทิ้งไว้จน เรซินแข็งตัวเต็มที่ แล้วจึงแกะบล็อกเรซินออกจากแบบหล่อซิลิโคน

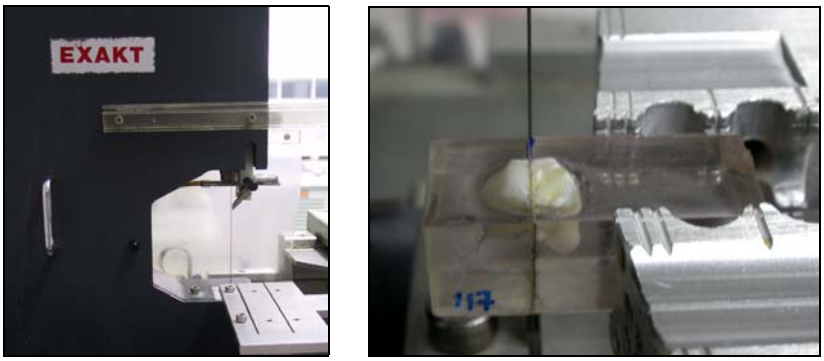


ภาพประกอบ 8 แสดงขั้นตอนการฝังฟันลงในเรซิน

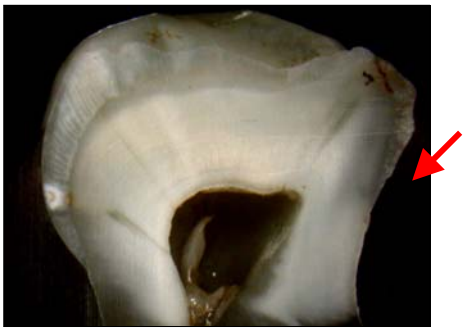


ภาพประกอบ 9 แสดงการบันทึกจุดลึกสุดของฟันผุและแนวเส้นในการตัด

หลังจากนั้นนำบล็อกเรซินเข้าเครื่องตัดกระดูก (EXAKT-Cutting Grinding System 1993) (ภาพประกอบ 10) เพื่อผ่าฟันออกเป็น 2 ชิ้นตามแนวที่ขีดไว้แล้ว โดยใช้ใบมีดที่ทำจากเพชรหนา 300 ไมโครเมตร วางใบมีดให้ตั้งฉากกับผิวฟันด้านบดเคี้ยวและด้านประชิดของฟัน และตัดให้ใบมีดชิดกับแนวเส้นที่ขีดไว้มากที่สุด ขัดด้วยกระดาษทรายชนิดละเอียดจนถึงตำแหน่งที่ขีดเส้นไว้ นำฟันมาส่องดูด้วยกล้องสเตอริโอไมโครสโคปที่มีกำลังขยาย 25 เท่า บันทึกผลจากด้านที่มีการผุมากกว่า โดยดูจากบริเวณที่มีสีขาวขุ่นหรือบริเวณที่มีการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาลหรือเหลืองที่ลุกลามไปได้ไกลที่สุดตามทิศทางของผิวฟันด้านประชิดเข้าสู่โพรงประสาทฟัน (proximal surface-pulpal direction) ดังแสดงในภาพประกอบ 11 ถ้าบริเวณที่ผุลึกที่สุดอยู่ในระดับครึ่งหนึ่งของชั้นผิวเคลือบฟันหรือที่รอยต่อระหว่างผิวเคลือบฟันและเนื้อฟันพอดี ให้ขัดด้วยกระดาษทรายชนิดละเอียดเพื่อตรวจสอบว่ารอยผุมีความลึกเพิ่มมากขึ้นหรือไม่ บันทึกระดับฟันผุโดยใช้เกณฑ์ประเมินผลการผุทางจุลกายวิภาคดังตาราง 3



ภาพประกอบ 10 แสดงเครื่องตัดกระดูก (EXAKT-Cutting Grinding System1993) และการจับฟันด้วยเครื่องตัดกระดูก



ภาพประกอบ 11 แสดงภาพฟันที่ถูกผ่าด้วยเครื่องตัดกระดูกจากกล้องสเตอริโอไมโครสโคป เพื่อประเมินการผุทางจุลกายวิภาค

ตาราง 3 แสดงเกณฑ์ในการประเมินผลการตรวจรอยผุทางด้านประชิดด้วยวิธีทางจุลกายวิภาค

score	criteria
H0 (sound)	No caries apparent
H1 (initial caries)	Carious lesions in outer half of enamel only
H2 (enamel caries)	Carious lesions into the inner half of the enamel but not into dentine (up to and including the dentino-enamel junction)
H3 (dentine caries)	Carious lesions through enamel and dentine

ที่มา: Russell and Pitts, 1993

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 หาค่าความน่าเชื่อถือของการตรวจด้วย DIAGNOdent® ทั้งภายในตัวผู้ตรวจคนเดียวและระหว่างผู้ตรวจ 2 คน เมื่อวัดที่รอยผุโดยตรงและเมื่อมีฟันสัมผัส โดยใช้ค่า intraclass correlation coefficient (ICC)

3.2 หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากการตรวจด้วยตา การตรวจทางภาพถ่ายรังสีไบท์วิง การตรวจทางจุลกายวิภาค และการตรวจด้วยเครื่อง DIAGNOdent® เมื่อวัดที่รอยผุโดยตรงและเมื่อมีฟันสัมผัส โดยใช้ Spearman's rank correlation และหาค่าความสัมพันธ์ของค่า DIAGNOdent® เมื่อวัดที่รอยผุโดยตรงและเมื่อมีฟันสัมผัส โดยใช้ Pearson's correlation

3.3 หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความลึก ระยะห่างจากขอบด้านข้างของรอยผุถึงแนวบรรจบของด้านประชิดกับด้านข้างแก้มหรือข้างลิ้น และระยะห่างจากขอบบนของรอยผุถึงสันริมฟันกับค่า DIAGNOdent® เมื่อวัดที่รอยผุโดยตรงและเมื่อมีฟันสัมผัส โดยใช้ Pearson's correlation

3.4 คำนวณหาค่าความไวและความจำเพาะของการตรวจด้วยตาเปรียบเทียบกับการตรวจทางจุลกายวิภาค การตรวจด้วยภาพถ่ายรังสีไบท์วิงเปรียบเทียบกับการตรวจทางจุลกายวิภาค โดยกำหนดจุดตัดระหว่างฟันผุและไม่ผุที่ระดับต่างๆ ได้แก่ ที่ระดับฟันปกติ (D_0) ที่ระดับฟันผุระยะเริ่มแรก (D_1) ที่ระดับชั้นผิวเคลือบฟัน (D_2) และที่ระดับชั้นเนื้อฟัน (D_3) ในแต่ละวิธีของการตรวจฟันโดยใช้เกณฑ์ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการแบ่งระดับฟันผุในแต่ละวิธีของการตรวจฟัน

Methods and level of carious lesion	Sound	Dental caries
Visual vs. Histological examination		
Visual	V0	V1
Histological	H0	H1,H2,H3
Bitewing radiography vs. Histological examination		
- D_1 level (initial caries)		
Bitewing D_1	R0	R1,R2,R3
Histological D_1	H0	H1,H2,H3
- D_2 level (enamel caries)		
Bitewing D_2	R0,R1	R2,R3
Histological D_2	H0,H1	H2,H3
- D_3 level (dentine caries)		
Bitewing D_3	R0,R1,R2	R3
Histological D_3	H0,H1,H2	H3

คำนวณค่าความไวและความจำเพาะในแต่ละระดับดังต่อไปนี้

ค่าความไว (Sensitivity) คือ ความน่าจะเป็นที่ฟันผุจะให้ผลการตรวจเป็นบวก

$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{Diseased with positive test}}{\text{All diseased}}$$

ค่าความจำเพาะ (Specificity) คือ ความน่าจะเป็นที่ฟันไม่ผุจะให้ผลการตรวจเป็นลบ

$$\text{Specificity} = \frac{\text{Diseased-free with negative test}}{\text{All diseased-free}}$$

(Downer, 1975; Ricketts, *et al*., 1997)

3.5 คำนวณหาค่าความไวและความจำเพาะของค่า DIAGNOdent® เมื่อมีฟันสัมผัสเปรียบเทียบกับการตรวจทางจุลกายวิภาค โดยจะใช้การแบ่งระดับการตรวจทางจุลกายวิภาคเหมือนในข้อที่ 3.4 หลังจากนั้นทำการคำนวณค่าความไวและความจำเพาะของแต่ละระดับ

- Histological D_1, Histological D_2, Histological D_3 เปรียบเทียบกับ DIAGNOdent® เมื่อมีฟันสัมผัส

คำนวณค่าความไวและความจำเพาะของฟันผุของ DIAGNOdent® ในแต่ละระดับของการตรวจทางจุลกายวิภาค แล้วนำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟ Receiver Operating Characteristic Curve (ROC curve) ของ DIAGNOdent® และกราฟระหว่างค่าความไว ความจำเพาะและผลรวมของค่าความไวและความจำเพาะกับจุดตัดต่างๆของ DIAGNOdent® เพื่อหาค่าจุดตัดที่มีค่าผลรวมของความไวและความจำเพาะสูงสุด หรือเป็นตำแหน่งที่ค่าความไวและความจำเพาะสมดุลมากที่สุดของฟันผุในแต่ละระดับ