การเปรียบเทียบความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

นางสาว สุชยา ตั้งธรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก
คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5 1 7 6 1 3 6 8 3 2

THE COMPARISON OF ROOT CANAL LENGTH IN PRIMARY MOLARS BETWEEN CALCULATING FROM PERIAPICAL RADIOGRAPH AND ELECTRONIC APEX LOCATOR

Miss Suchaya Tangtham

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Pediatric Dentistry

Department of Pediatric Dentistry

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า
โดย	นางสาว สุชยา ตั้งธรรม
สาขาวิชา	ทันตกรรมสำหรับเด็ก
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สมหมาย ชอบอิสระ

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง วัชราภรณ์ ทัศจันทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.ทิพวรรณ ธราภิวัฒนานนท์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สมหมาย ชอบอิสระ)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง อารยา พงษ์หาญยุทธ)

สุชยา ตั้งธรรม : การเปรียบเทียบความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า. (THE COMPARISON OF ROOT CANAL LENGTH IN PRIMARY MOLARS BETWEEN CALCULATING FROM PERIAPICAL RADIOGRAPH AND ELECTRONIC APEX LOCATOR) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ทพ. สมหมาย ชอบอิสระ, 66 หน้า.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างในการวัดความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมจำนวน 40 คลองรากฟัน ระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก เปรียบเทียบกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า โดยวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก จะใช้ไฟล์ที่มีขนาดพอดีกับคลองรากใส่ในคลองรากฟัน กรอตัดตัวฟันบริเวณที่สัมผัสกับตำแหน่งของยางซิลิโคนให้ตั้งฉากกับแนวแกนไฟล์ในคลองราก เพื่อใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงแล้วถ่ายภาพรังสี นำฟิล์มที่ได้มาคำนวณค่าความยาวคลองรากฟัน สำหรับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ใช้ไฟล์ตัวใหม่ที่มีขนาดเดียวกับที่ใช้ในวิธีคำนวณจากภาพรังสีใส่ในคลองรากฟันเดิม จัดแผ่นยางซิลิโคนให้สัมผัสตำแหน่งอ้างอิงเดียวกัน เมื่อเครื่องอ่านค่าที่ตำแหน่ง “เอเพกซ์” ใช้เป็นค่าความยาวคลองรากฟัน ทำการวิเคราะห์ผลการศึกษาด้วยสถิติแพร์ ที เทสต์ พบว่ากรณีที่รากฟันไม่มีการละลายหรือมีการละลายเพียงเล็กน้อย ค่าเฉลี่ยความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก เปรียบเทียบกับความยาวที่วัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า เมื่ออ่านค่าที่ตำแหน่งเอเพกซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งค่าความยาวคลองรากฟันเฉลี่ยที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากมากกว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเท่ากับ 0.26 ± 0.86 มิลลิเมตร

ภาควิชา ทันตกรรมสำหรับเด็ก ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา ทันตกรรมสำหรับเด็ก ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2553 .

5176136832 : MAJOR PEDIATRIC DENTISTRY

KEYWORDS : ELECTRONIC APEX LOCATOR/ PERIAPICAL RADIOGRAPH / PRIMARY MOLARS/ ROOT LENGTH

SUCHAYA TANGTHAM: THE COMPARISON OF ROOT CANAL LENGTH IN PRIMARY MOLARS BETWEEN CALCULATING FROM PERIAPICAL RADIOGRAPH AND ELECTRONIC APEX LOCATOR.

ADVISOR: ASSOC.PROF. SOMMAI CHOBISARA, D.D.S., 66 pp.

The aim of this study was to compare the difference of root canal length in 40 root canals of primary molars measuring by calculating from periapical radiograph versus electronic apex locator. In calculating from periapical radiographic method, the file which fits to the root canal was inserted into the root canal. Crown surface which contacts the stopper was cut perpendicular to the axis of the file and was used as reference point, then took the radiograph. The root canal length was calculated from the periapical radiograph. In electronic apex locator method, the new file but the same size was inserted into the same root canal. The stopper was placed at the same reference point on the crown. The root length was measured when the electronic apex locator reads at “APEX”. This value was used as the root canal length from the electronic apex locator. The root canal lengths measured by both methods were compared and statistically analyzed by paired t-test. In case of no or mild root resorption, the results showed no statistically significant difference in root canal lengths from the two methods ($p>0.05$). The mean of root canal length from calculating from periapical radiographic method was more than electronic apex locator 0.26 ± 0.86 mm.

Department : Pediatric Dentistry Student’s Signature .....

Field of Study : Pediatric Dentistry Advisor’s Signature .....

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้มีอุปการคุณหลายท่านซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ทพ. สมหมาย ชอบอิสระ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาอ่าน ตรวจทาน แก้ไข ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์เสมอมา ตลอดจนให้การดูแลและสนับสนุนจนวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อย

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ และสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่องและแนวทางปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ไพพรรณ พิทยานนท์ ที่ช่วยกรุณาแนะนำด้านสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำคลินิกบัณฑิตศึกษา ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัว ตลอดจนเพื่อน ๆ ซึ่งสนับสนุนและเป็นกำลังใจ ประโยชน์ใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ทำวิทยานิพนธ์ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลงด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 10

ลักษณะทางกายวิภาคของรากฟัน..... 10

ลักษณะทางกายวิภาคของรากฟันน้ำนม..... 12

การละลายของรากฟันน้ำนม..... 13

การวัดความยาวทำงาน..... 15

การวัดความยาวทำงานในคลินิก..... 16

วิธีวัดความยาวทำงานในฟันน้ำนม..... 17

การวัดความยาวทำงานในกรณีที่มีการละลายบริเวณปลายรากฟัน..... 18

เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า..... 19

การศึกษาเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าในฟันน้ำนม..... 20

การวัดความยาวคลองรากฟันด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเปรียบเทียบกับการใช้ภาพรังสีรอบปลายรากในฟันน้ำนม..... 24

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 26

ประชากร..... 26

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง..... 26

ตัวแปร..... 27

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 27

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... 28

การทดสอบความแม่นยำในการวัด..... 31

การวิเคราะห์ข้อมูล..... 32

หน้า

บทที่ 4 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูล..... 33
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 36
รายการอ้างอิง..... 42
ภาคผนวก..... 45
ภาคผนวก ก..... 46
เอกสารพิจารณาจริยธรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 47
ภาคผนวก ข..... 50
หนังสือชี้แจงรายละเอียดงานวิจัย..... 51
เอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย..... 53
เอกสารยกเลิกการยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย..... 56
ภาคผนวก ค..... 57
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 58
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 66

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการศึกษาความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าในฟันน้ำนม: การศึกษาในห้องปฏิบัติการ..... 20
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการศึกษาความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าในฟันน้ำนม: การศึกษาในมนุษย์..... 22
ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง..... 33
ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวคลองรากฟันจากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากและวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า... 34
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนคลองรากฟันที่มีค่าความแตกต่างของความยาวคลองรากฟันจาก 2 วิธีในช่วงต่างๆ..... 35
ตารางที่ 6 แสดงจำนวนรากฟันและร้อยละของค่าความยาวคลองรากฟันที่แตกต่างกันในช่วง $\pm$ 0.5 และ $\pm$ 1 มิลลิเมตร..... 35

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงบริเวณปลายรากฟันที่ไม่มีการละลาย หรือมีการละลายในแนวราบ..... 7

ภาพที่ 2 แสดงบริเวณปลายรากฟันที่มีการละลายในแนวดิ่ง..... 7

ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่เชื่อมต่อระหว่างเนื้อฟันและเคลือบรากฟัน กับปลายรากฟันและส่วนของรูเปิดปลายราก..... 11

ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งต่างๆบริเวณปลายรากฟัน..... 11

ภาพที่ 5 แสดงการตัดฟันให้แผ่นยางซิลิโคนที่สัมผัสผิวฟันตั้งฉากกับแนวแกนไฟล์ในคลองรากใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟัน..... 29

ภาพที่ 6 แสดงภาพรังสีรอบปลายรากที่ใช้ในการคำนวณความยาวรากฟัน..... 30

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟันน้ำนมเป็นฟันชุดแรกของมนุษย์ซึ่งไม่ได้มีหน้าที่สำหรับบดเคี้ยวอาหารเท่านั้น แต่ยังช่วยในเรื่องความสวยงาม ช่วยในการออกเสียง ป้องกันนิสัยที่ผิดปกติของลิ้น ทำหน้าที่เป็นเครื่องกันที่ตามธรรมชาติ ช่วยให้ฟันแท้ขึ้นในตำแหน่งและช่วงเวลาที่เหมาะสม ทำให้เกิดความสมดุลของอวัยวะต่างๆในช่องปาก (Georig และ Camp, 1983) การสูญเสียฟันน้ำนมไปก่อนเวลาอันควรจะทำให้เกิดผลเสียตามมาเช่น การสูญเสียที่ว่างในขากรรไกร (space loss) ฟันซ้อนเก (crowding) การสบฟันที่ไม่ถูกต้อง (malocclusion) การพูดหรือการออกเสียงที่ผิดปกติ

โรคฟันผุเป็นปัญหาสำคัญของการสูญเสียฟันน้ำนม กรณีที่มีการผุลึกจนทะลุโพรงประสาท มีการอักเสบลุกลามถึงปลายรากฟัน ต้องได้รับการรักษาประสาทฟันด้วยวิธีพัลเพคโตมี (pulpectomy) หากเนื้อฟันเหลือน้อยไม่สามารถบูรณะส่วนตัวฟันได้ หรือการรักษาล้มเหลวจำเป็นต้องถอนฟันซี่นั้น ทำให้มีการสูญเสียฟันไปก่อนกำหนด แม้ว่าจะสามารถทำเครื่องมือกันที่ (space maintainer) ให้เด็กใส่ได้ แต่อาจมีปัญหาตามมาเช่น การเกิดดีแคลซิฟิเคชัน (decalcification) หรือฟันผุลุกลาม (rampant caries) ของฟันที่ใส่แถบรัด (band) จากการที่แถบรัดหลวม การดูแลอนามัยในช่องปากของผู้ป่วยที่ไม่ดีพอ ปัญหาการยื่นยาวของฟันคู่สบ และการขึ้นของฟันแท้ที่ผิดตำแหน่งไป (deflection of erupting permanent teeth) เพราะการใส่เครื่องมือกันที่นานเกินไป และไม่ได้นำเครื่องมือออกในขณะที่ฟันแท้เริ่มขึ้น เนื่องจากผู้ป่วยไม่มาติดตามผลการรักษาเป็นระยะๆ (Camp และ Fuks, 1984)

การรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมีในฟันน้ำนม มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดเชื้อโรคออกจากฟันที่มีเนื้อเยื่อในอักเสบเรื้อรัง (chronic inflammation) หรือมีการตาย (necrosis) ของเนื้อเยื่อในบริเวณคลองรากฟัน เพื่อเก็บรักษาฟันน้ำนมซี่นั้นไว้จนกว่าถึงเวลาที่ฟันแท้ขึ้น ขั้นตอนการรักษาประกอบด้วย (Georig และ Camp, 1983; Gutmann และ Leonard, 1995) การเปิดทางเข้าสู่คลองรากฟัน (access opening) การวัดความยาวทำงาน (working length determination) การทำความสะอาดคลองรากฟันเพื่อกำจัดเนื้อเยื่อใน (mechanical instrumentation and irrigation) และการอุดคลองรากฟัน (obturation) ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมี มีอยู่หลายปัจจัยด้วยกัน เช่น ระดับการละลายของรากฟันก่อนการรักษา การขยายและทำ

ความสะอาดคลองรากฟัน การอุดวัสดุอุดคลองรากฟันไม่ให้เกินปลายรากฟัน การบูรณะในส่วนตัวฟันหลังการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมีเสร็จ (Holan และ Fuks, 1993; Rimondini และ Baroni, 1995; Coll และ Sadrian, 1996; Motskovitz และคณะ, 2005) ดังนั้นการวัดความยาวทำงานจึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่นำไปสู่ความสำเร็จในการรักษา หากวัดความยาวทำงานสั้นกว่าปลายรากฟัน จะส่งผลให้การทำความสะอาด และการอุดคลองรากฟันสั้นไปด้วย อาจจะมีเนื้อเยื่อที่ติดเชื้อ หรือเชื้อแบคทีเรียหลงเหลืออยู่ในคลองรากฟันและแบ่งตัวเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการติดเชื้อซ้ำและการรักษาล้มเหลวได้ กรณีวัดความยาวทำงานเกินปลายรากฟัน จะส่งผลให้ส่วนของเนื้อเยื่อติดเชื้อที่อยู่ในคลองรากถูกดันออกไปบริเวณปลายรากฟัน หรือมีวัสดุอุดคลองรากที่ไม่ละลายเหลือตกค้าง อาจทำให้ผู้ป่วยรู้สึกไม่สบาย เกิดอาการปวด การอักเสบเรื้อรังเนื่องจากไฟล์เกินปลายรากฟันออกไปทำลายเนื้อเยื่อรอบปลายราก นำไปสู่การติดเชื้อหรือพัฒนาเป็นถุงน้ำ (Holan และ Fuks, 1993) หรือการขึ้นของฟันแท้ผิดแนวไป (Coll และ Sadrian, 1996)

จากการศึกษาถึงผลสำเร็จของการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมีในฟันน้ำนมโดยการประเมินทางคลินิกและภาพรังสี พบว่าการอุดพอดีปลายรากฟันพบอัตราความสำเร็จร้อยละ 88.9 -100 การอุดสั้นกว่าปลายรากฟัน พบอัตราความสำเร็จร้อยละ 83 - 91.2 ส่วนการอุดเกินปลายรากฟัน พบอัตราความสำเร็จน้อยที่สุดคือร้อยละ 41 - 79 ที่ระยะติดตามผลตั้งแต่ 6 เดือนถึงมากกว่า 48 เดือน (Holan และ Fuks, 1993; Coll และ Sadrian, 1996; Motskovitz และคณะ, 2005; Sari และ Okte, 2008)

วิธีวัดความยาวทำงานมีหลายวิธี เช่น วิธีใส่ไฟล์ลงในคลองรากฟันแล้วนำผู้ป่วยไปถ่ายภาพรังสีรอบปลายราก แต่วิธีนี้มีข้อยุ่งยากเนื่องจากการถ่ายภาพรังสีในเด็กต้องอาศัยความร่วมมือจากเด็กอย่างมาก การใส่เครื่องมือไว้ในคลองรากฟันอาจเสี่ยงต่อการที่เครื่องมือจะตกลงในคอเด็ก วิธีที่นิยมใช้กันอยู่มากในปัจจุบันคือ วิธีประเมินความยาวรากฟันจากภาพรังสีรอบปลายรากก่อนการรักษา และลดความยาวลง 1-2 มิลลิเมตร ในฟันที่ไม่มีการละลายของปลายรากฟัน และลดลง 2-3 มิลลิเมตร ในฟันที่พบการละลายของรากฟัน แต่เนื่องจากรากฟันน้ำนมมีความซับซ้อน มีความแปรปรวนของคลองรากฟัน และมีการละลายของรากฟันเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา วิธีประเมินจากภาพรังสีดังกล่าว อาจทำให้เครื่องมือที่ใช้ขยายคลองรากฟันสั้นหรือเกินกว่าปลายรากฟันได้ (Camp และ Fuks, 1984; Georig และ Camp, 1983) และการใช้ภาพรังสียังมีข้อจำกัดอื่นๆ เนื่องจาก (Stein และ Corcoran, 1992; Gutmann และ Leonard, 1995; Subramanium และคณะ, 2005; Ghaemmaghami และคณะ, 2008)

1. ภาพรังสีรอบปลายราก เป็นภาพ 2 มิติ ซึ่งจะบอกลักษณะที่ปรากฏในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal) ได้ แต่ไม่สามารถบอกลักษณะในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น (bucco-lingual) กรณีมีการละลายของปลายรากฟันในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น จะมองไม่เห็นจากภาพรังสี
2. ไม่เห็นรูเปิดปลายรากฟันที่แท้จริง เนื่องจากมีการซ้อนทับของหน่อฟันแท้ที่อยู่ข้างใต้ หรือกรณีที่รากฟันอยู่ซ้อนทับกัน
3. การถ่ายภาพรังสีต้องใช้เทคนิคการถ่ายภาพที่ดี วางฟิล์มไม่โค้งงอและอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม ใช้มุมในการถ่ายที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้สัดส่วนของภาพที่ดี ไม่มีการบิดเบี้ยวของภาพ (distortion) และต้องมีกระบวนการล้างฟิล์มที่ดีด้วย
4. ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วยเด็ก ในเด็กที่มีอาการกลัว มียอดโค้งเพดานปากที่ตื้น (shallow palatal vault) หรืออาเจียนง่าย อาจทำให้ไม่สามารถถ่ายภาพรังสีได้ดี

ปัจจุบันมีการใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า (electronic apex locator: EAL) เพื่อช่วยวัดความยาวคลองรากฟัน ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ง่าย สะดวก ปลอดภัย และ ไม่เกิดความเจ็บปวด ช่วยลดความถี่ของการถ่ายภาพรังสี รวมถึงลดปริมาณรังสีที่ได้รับในขั้นตอนการรักษา และแนะนำให้ใช้ได้ในฟันน้ำนม (Katz และคณะ, 1996; Mente และคณะ , 2002; Kielbassa และคณะ, 2003; เกศวลี ชลิตังกูร และ สมหมาย ชอบอิสระ, 2548; Ghaemmaghami และคณะ, 2008) นอกจากนี้กรณีที่ภาพรังสีไม่ชัดเจนเนื่องจากมีอวัยวะบางส่วนมาบังปลายรากฟันทำให้ไม่สามารถกำหนดตำแหน่งสิ้นสุดที่แน่นอนของปลายเครื่องมือในการทำความสะอาดคลองรากฟัน การใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ร่วมกับการประเมินทางคลินิก จะช่วยให้เกิดความมั่นใจได้ว่าไม่ได้ใส่เครื่องมือออกไปเกินปลายรากฟัน

อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ยังคงมีปัญหาอยู่บ้าง (Gordon และ Chandler, 2004) เช่น

1. เครื่องอ่านค่าตำแหน่ง เอเพกซ์ (APEX) ทั้งที่ใส่ไฟล์ลงไปแค่ส่วนต้นของคลองราก อาจเนื่องมาจากคลองรากที่เปียกเกินไป
2. เครื่องอ่านค่าผิดพลาดเนื่องจากยังมีเศษเนื้อเยื่อในตกค้างอยู่ในคลองรากฟัน มีการรั่วซึมของน้ำลายเข้าไปในโพรงฟัน หรือมีน้ำยาล้างคลองรากฟัน เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรด์ อยู่ในคลองรากฟัน
3. มีตัวนำไฟฟ้า เช่นวัสดุบูรณะที่เป็นโลหะบนตัวฟัน น้ำลาย และเครื่องมือที่อยู่ในอีกคลองรากฟันอื่นๆ ทำให้เกิดการเกิดการลัดวงจรของเครื่อง
4. รูปร่างของคลองรากฟัน การสะสมของเศษเนื้อฟัน (dentin debris)

5. การละลายของปลายรากฟัน หรือรากฟันที่ยังเจริญไม่เต็มที่ บริเวณปลายรากฟันจะมีลักษณะกว้าง

การศึกษาเปรียบเทียบวิธีใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า กับวิธีใช้ภาพรังสีในการวัดความยาวรากฟันกรามน้ำนมในห้องปฏิบัติการ ในฟันที่ถอนออกมาแล้วของ Katz และคณะ (1996) พบว่าค่าความยาวที่วัดได้จากทั้ง 2 วิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้วิจัย พบว่าการใช้ตำแหน่งปลายรากฟันจากภาพรังสีรอบปลายราก (radiographic root apex) ในการระบุตำแหน่งรูเปิดปลายรากฟัน เพื่อใช้เป็นจุดสิ้นสุดในการอุดคลองรากฟัน อาจไม่ใช่ตำแหน่งที่ถูกต้อง เนื่องจากกรณีที่รากฟันมีการละลายในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น หรือมีการละลายในแนวดิ่ง หรือมีการซ้อนทับของหน่อฟันแท้ ทำให้เราไม่สามารถมองเห็นรูเปิดปลายรากฟันที่แท้จริงจากภาพรังสีได้

ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบวิธีใช้ภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าในการวัดความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมในทางคลินิก จึงเป็นที่มาของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อให้ทันตแพทย์ทราบถึงข้อจำกัดของวิธีคำนวณความยาวคลองรากฟันจากภาพรังสีรอบปลายรากในฟันกรามน้ำนม ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งของการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมี

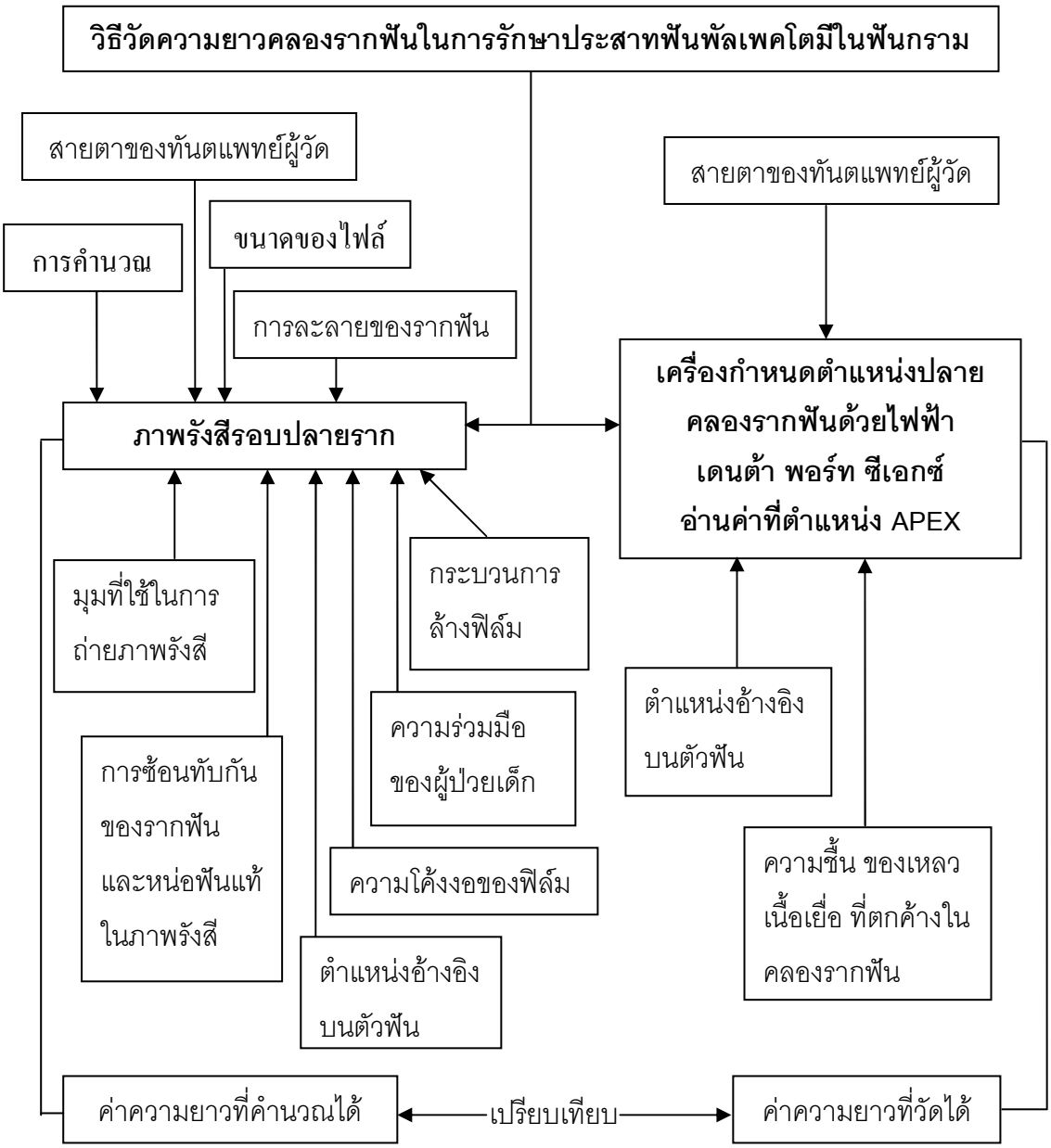
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากเปรียบเทียบกับเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ในการวัดความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนม ในการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมี

สมมติฐานการวิจัย

ค่าความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก และวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าไม่แตกต่างกัน

กรอบแนวความคิด



ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยทางคลินิก เพื่อเปรียบเทียบวิธีวัดความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนม โดยวิธีวัด 2 วิธี คือ วิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก และวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ค่าความยาวทั้งหมดจะวัดในหน่วยมิลลิเมตร
2. การเปรียบเทียบจะใช้ค่าที่คำนวณได้จากภาพรังสีรอบปลายรากเป็นตัวตั้ง
    - ถ้าค่าที่ได้เป็น + แสดงว่าค่าที่คำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากมีค่ามากกว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า
    - ถ้าค่าที่ได้เป็น 0 แสดงว่าค่าที่คำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากมีค่าเท่ากับค่าที่วัดได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า
    - ถ้าค่าที่ได้เป็น - แสดงว่าค่าที่คำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากมีค่าน้อยกว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

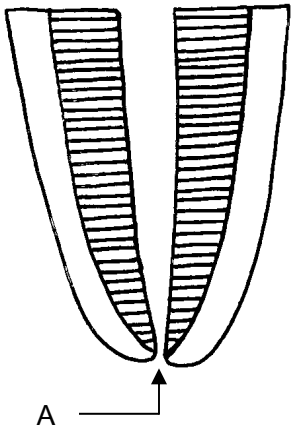
ข้อจำกัดของการวิจัย

การวัดค่าทั้งหมดทำด้วยสายตาของทันตแพทย์ เพื่อให้เหมือนการทำงานจริงในคลินิก อาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้

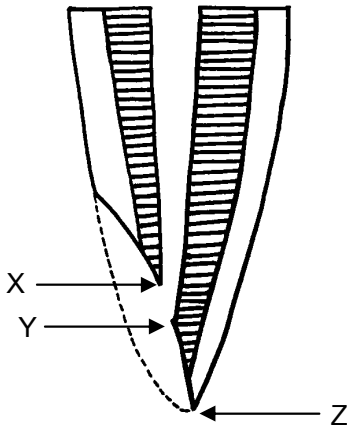
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ส่วนปลายสุดของรากฟัน (anatomical apex) คือตำแหน่งสุดท้ายทางกายวิภาคของปลายรากฟันจริง
2. ปลายรากฟันในภาพรังสี (radiographic root apex) หมายถึงส่วนปลายสุดของรากฟันที่มองเห็นจากภาพรังสี

3. รูเปิดปลายรากฟัน (apical foramen) หมายถึง ส่วนปลายสุดของรากฟัน ในกรณีที่รากฟันยังไม่ละลาย หรือมีการละลายในแนวราบ (horizontal root resorption) ดังภาพที่ 1 กรณีที่มีการละลายในแนวดิ่ง (vertical resorption) เกิดขึ้น จะมีขอบบนของรูเปิดปลายรากฟัน (coronal part of apical foramen) และขอบล่างของรูเปิดปลายรากฟัน (apical part of apical foramen) ดังภาพที่ 2 โดยตำแหน่งนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นจุดเดียวกับ ส่วนปลายสุดของรากฟัน หรือ ปลายรากฟันในภาพรังสี



ภาพที่ 1 แสดงบริเวณปลายรากฟันที่ไม่มีการละลาย หรือมีการละลายในแนวราบ
จุด A แสดงรูเปิดปลายรากฟัน ซึ่งเป็นตำแหน่งเดียวกับส่วนปลายสุดของรากฟัน



ภาพที่ 2 แสดงบริเวณปลายรากฟันที่มีการละลายในแนวดิ่ง
จุด X แสดงขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟัน
จุด Y แสดงขอบล่างสุดของรูเปิดปลายรากฟัน
จุด Z แสดงส่วนปลายสุดของรากฟัน

4. ความยาวรากฟัน (root length) หมายถึง ระยะจากตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟันถึงส่วนปลายสุดของรากฟัน
5. ความยาวคลองรากฟัน (root canal length) หมายถึง ระยะจากตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟันถึงรูเปิดปลายรากฟันกรณีที่รากฟันไม่มีการละลาย หรือมีการละลายในแนวราบ กรณีที่มีการละลายในแนวดิ่ง จะหมายถึงระยะจากตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟันถึงขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟัน
6. ความยาวคลองรากฟันที่วัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า หมายถึง ระยะจากตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟันถึงตำแหน่งที่เครื่องอ่านค่า “APEX”
7. ความยาวไฟล์จริง หมายถึง ความยาวไฟล์ที่วัดจากผิวด้านล่างของแผ่นยางซิลิโคนถึงปลายไฟล์ที่ใส่ในคลองรากฟันขณะถ่ายภาพรังสีรอบปลายราก
8. ความยาวไฟล์จากภาพรังสี หมายถึง ความยาวไฟล์ในคลองรากฟันที่วัดจากตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟันถึงปลายไฟล์ในคลองรากฟันบนภาพรังสีรอบปลายราก
9. ความยาวรากฟันที่วัดจากภาพรังสีหมายถึง ความยาวรากฟันที่วัดจากตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟันถึงตำแหน่งปลายรากฟันบนภาพรังสีรอบปลายราก
10. ความยาวรากฟันจริงที่คำนวณจากภาพรังสีหมายถึง ความยาวที่วัดจากตำแหน่งอ้างอิงถึงส่วนปลายสุดของรากฟัน ซึ่งคำนวณจากวิธีของ Bramante และ Berbert (1974) ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Bregman (1950) คือ

$$\text{ความยาวรากฟันจริง ที่คำนวณจากภาพรังสี} = \frac{\text{ความยาวไฟล์จริง}}{\text{ความยาวไฟล์จากภาพรังสี}} \times \text{ความยาวรากฟันที่วัดจากภาพรังสี}$$

11. เมื่อได้ค่าความยาวรากฟันจริงที่คำนวณจากภาพรังสีแล้ว สามารถนำมากำหนดตำแหน่งรูเปิดปลายรากฟันได้โดยจะใช้ตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งปลายรากฟันจริงที่คำนวณได้จากภาพรังสีรอบปลายราก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อให้ทันตแพทย์ทราบถึงความแตกต่าง และข้อจำกัดของการวัดความยาวคลองรากฟันระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก และใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ในการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมีในฟันกรามน้ำนม

ข้อพิจารณาปัญหาทางจริยธรรม

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ 23/2010 และไม่มีปัญหาทางจริยธรรม (เอกสารรับรองในภาคผนวก ก)

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

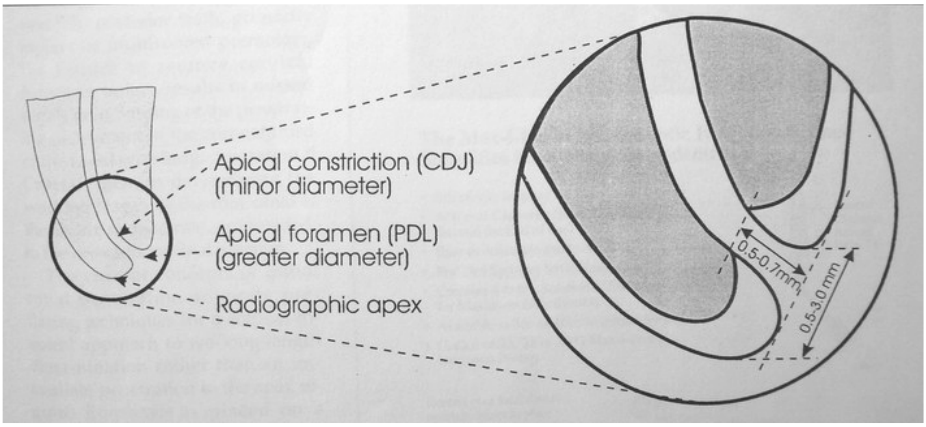
การรักษาคลองรากฟันน้ำนมแตกต่างจากการรักษาคลองรากฟันแท้ เนื่องจากโครงสร้างภายในรากฟันน้ำนมมีความซับซ้อน โดยเฉพาะในฟันกราม มีการแตกแขนงของคลองรากฟันมากมายทำให้ยากต่อการทำความสะอาดคลองรากฟันทั้งหมด การทำความสะอาดคลองรากฟันมีความสำคัญในการช่วยลดปริมาณเชื้อในคลองราก โดยการทำความสะอาดคลองรากฟันควรสิ้นสุดในตำแหน่งที่เหมาะสม หากทำความสะอาดคลองรากฟันสั้น อาจจะมีเนื้อเยื่อที่ติดเชื้อ หรือเชื้อแบคทีเรียหลงเหลืออยู่ในคลองรากฟันจะส่งผลถึงการอุดคลองรากฟันสั้นไปด้วย หากทำความสะอาดคลองรากเกินปลายรากฟัน จะส่งผลให้ส่วนของเนื้อเยื่อที่ติดเชื้อในคลองรากถูกดันเข้าไปบริเวณปลายรากฟัน หรือมีวัสดุอุดคลองรากที่ไม่ละลายเหลือตกค้างหรือเกินปลายรากฟันทำให้ได้ผลสำเร็จของการรักษาที่ลดลง (Wu และคณะ, 2000)

ลักษณะทางกายวิภาคของรากฟัน (AAE,1994)

ตำแหน่งต่างๆที่สัมพันธ์กับการรักษาคลองรากฟัน (ภาพที่ 3 และ 4) ได้แก่

ตำแหน่งรูเปิดปลายรากฟัน (apical foramen) คือบริเวณที่คลองรากฟันยังคงสัมผัสกับผิวรากฟัน ซึ่งถัดจากตำแหน่งนี้ออกไปจะเป็นตำแหน่งของเนื้อเยื่อปริทันต์ (periodontal ligament)

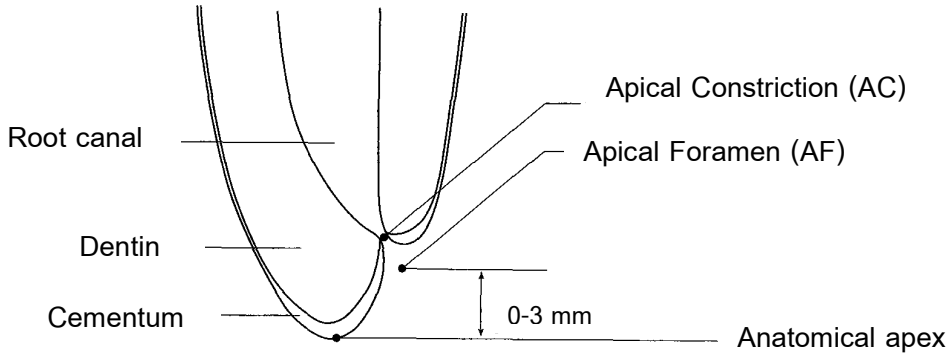
ตำแหน่งแคบสุดของคลองรากฟัน (apical constriction) คือตำแหน่งที่บริเวณปลายรากฟันมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยที่สุด เป็นตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งที่เชื่อมต่อระหว่างเนื้อฟันและเคลือบรากฟัน (cemento-dentinal junction) ซึ่งเป็นตำแหน่งสิ้นสุดในการทำความสะอาดและอุดคลองรากฟัน ตำแหน่งนี้อาจอยู่ห่างจากตำแหน่งรูเปิดปลายคลองรากฟัน (major foramen) เข้ามาในคลองรากฟันได้ 0.5 - 0.7 มิลลิเมตร (Kuttler, 1955)



ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่เชื่อมต่อระหว่างเนื้อฟันและเคลือบรากฟัน กับปลายรากฟันและส่วนของรูเปิดปลายราก

ตำแหน่งปลายรากฟันจากภาพรังสี (radiographic root apex) คือตำแหน่งสุดท้ายของปลายรากฟันในภาพรังสี

ส่วนปลายสุดของรากฟัน (anatomical apex) คือตำแหน่งสุดท้ายทางกายวิภาคของปลายรากฟันจริง



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งต่างๆบริเวณปลายรากฟัน

ลักษณะทางกายวิภาคของรากฟันน้ำนม (Barker และคณะ, 1975; Goerig และ Camp, 1983; Camp และ Fuks, 1984)

ฟันกรามน้ำนม (primary molars)

รากฟันกรามน้ำนมมีลักษณะเรียวยาว มีจำนวนรากเหมือนกับในฟันแท้ แต่รากฟันจะมีความกางมากกว่า ทำให้มีช่องว่างใต้รากฟันเพื่อเป็นที่อยู่ของหน่อฟันแท้ เมื่อรากฟันสร้างเสร็จสมบูรณ์ในแต่ละรากฟัน จะเริ่มมีการละลายในทันทีที่สร้างรากฟันเสร็จ เมื่อมีการละลายเกิดขึ้นจะมีการสะสมของเนื้อฟันภายในคลองรากฟันอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงจำนวน และขนาดของคลองรากฟัน และมีแขนงคลองรากที่เชื่อมต่อระหว่างคลองรากฟัน อาจพบมีคลองรากฟันเสริม (accessory canal) คลองรากฟันทางด้านข้าง (lateral canal) และทางเชื่อมระหว่างคลองราก (apical ramification) ซึ่งสามารถพบทั่วไปในฟันกรามน้ำนมร้อยละ 10-20

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะคลองรากฟันที่พบมากที่สุดคือ คลองรากฟันด้านใกล้กลาง (mesial root) ของฟันกรามน้ำนมบนและล่าง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะเริ่มที่บริเวณปลายรากฟันเกิดเป็นรอยคอด (isthmus) ทางด้านแก้มและด้านลิ้น และจากการสะสมของเนื้อฟันอย่างต่อเนื่องจนในที่สุดคลองรากฟันถูกแยกออกจากกันเป็น 2 คลองราก อาจพบการเปลี่ยนแปลงนี้ได้ในคลองรากฟันด้านไกลกลาง (distal root) และคลองรากฟันด้านลิ้น (lingual root) แต่พบได้น้อยกว่า

<u>ฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่หนึ่ง</u>

มี 3 ราก พบมี 2-4 คลองรากฟัน รากฟันด้านเพดาน (palatal root) มักมีรูปร่างกลม และยาวกว่าอีก 2 รากที่เหลือ พบคลองรากฟัน 2 คลองรากในรากฟันด้านใกล้แก้มใกล้กลาง (mesiobuccal root) ได้ร้อยละ 75 การเชื่อมกันของรากฟันด้านเพดานและรากฟันด้านใกล้แก้มไกลกลาง (distobuccal root) จะพบได้ประมาณ 1 ใน 3 ของฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่หนึ่ง พบมีคลองรากฟันทางด้านข้าง และทางเชื่อมระหว่างคลองรากฟันได้เป็นปกติ

<u>ฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สอง</u>

มี 3 ราก พบมี 2-5 คลองรากฟัน พบคลองรากฟัน 2 คลองรากในรากฟันด้านใกล้แก้มใกล้กลาง ได้ร้อยละ 85-95 ของฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สอง การเชื่อมกันของรากฟันด้านเพดานและรากฟันด้านใกล้แก้มไกลกลางอาจพบได้บ้าง

ฟันกรามน้ำนมล่างซี่ที่หนึ่ง

พบมี 3 คลองราก ตามรูปร่างของรากฟันภายนอก แต่อาจมีได้ 2-4 คลองรากฟัน ส่วนใหญ่ ที่รากฟันใกล้กลางพบมี 2 คลองรากฟัน ร้อยละ 75 ส่วนรากฟันในด้านไกลกลาง พบมีคลองรากฟันมากกว่า 1 คลองรากฟันร้อยละ 25

ฟันกรามน้ำนมล่างซี่ที่สอง

โดยทั่วไปจะพบมี 2-5 คลองรากฟัน แต่ส่วนใหญ่พบมี3 คลองราก รากฟันด้านใกล้กลางพบมี 2 คลองรากฟันได้ร้อยละ 85 ส่วนรากฟันด้านไกลกลาง พบมีคลองรากฟันมากกว่า 1 คลองรากร้อยละ 25 เช่นเดียวกับฟันกรามน้ำนมล่างซี่ที่หนึ่ง พบมีคลองรากฟันทางด้านข้าง และทางเชื่อมระหว่างคลองรากฟันได้เป็นปกติ

การละลายของรากฟันน้ำนม

การละลายของรากฟันน้ำนมมีทั้งการละลายตัวตามธรรมชาติ (physiologic resorption) ซึ่งจะเกิดขึ้นทันทีหลังจากที่รากฟันสร้างเสร็จสมบูรณ์ (Georig และ Camp, 1983) และจะมีการสะสมของเนื้อเยื่อแข็ง (hard tissue deposition) ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะคลองรากฟัน และเมื่อมีฟันผุทะลุโพรงประสาทฟันจนมีการอักเสบของเนื้อเยื่อใน และหรือการอักเสบของอวัยวะปริทันต์ทำให้รากฟันมีการละลายตัวเนื่องจากพยาธิสภาพ (pathologic resorption) (Oberaztyn, 1963)

การละลายตัวตามธรรมชาติของรากฟันน้ำนมในฟันแต่ละซี่ และแต่ละราก จะมีอัตราการละลายตัวที่แตกต่างกัน การละลายของรากฟันน้ำนมจะเกิดขึ้นตรงตำแหน่งที่มีหน่อฟันแท้อยู่ ในฟันหน้าและฟันเขี้ยวน้ำนมจะพบว่ารากฟันเริ่มละลายจากทางด้านลิ้นบริเวณหนึ่งในสามของปลายราก ในฟันกรามน้ำนม การละลายของรากฟันมักเริ่มจากด้านในของรากฟันใกล้กับกระดูกที่กั้นระหว่างรากฟัน (interadicular septum) ฟันกรามน้ำนมบน รากฟันทางด้านเพดานจะมีอัตราการละลายของรากฟันช้า โดยเฉพาะในฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สอง เนื่องจากรากฟันมีลักษณะกางออก ฟันกรามน้ำนมล่างพบว่ารากฟันด้านไกลกลางมีอัตราการละลายของรากฟันที่ช้ากว่ารากฟันทางด้านใกล้กลาง โดยเฉพาะในฟันกรามน้ำนมล่างซี่ที่สอง (Prove และคณะ, 1992) และรากฟันน้ำนมทางด้านใกล้แก้มจะยาวกว่ารากฟันทางด้านใกล้ลิ้น เนื่องจากมีแรงดันจากหน่อฟันแท้ ทำให้ปลายรากฟันด้านใกล้ลิ้นมีการละลายตัวก่อน และหน่อฟันแท้จะขึ้นในทิศทางจากด้านใกล้ลิ้นไปด้านใกล้แก้ม (Oberaztyn, 1963)

จากการศึกษาของ Rimondini และ Baroni (1995) ศึกษาลักษณะของรากฟันน้ำนมที่มีการละลายของรากฟันที่เหมาะสมในการรักษาคลองรากฟัน โดยศึกษาในฟันกรามน้ำนมจำนวน 80 ซี่ พบว่าความยาวของรากฟันเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณาลักษณะรูปร่างและระดับการละลายของรากฟัน ถ้ารากฟันกรามน้ำนมมีความยาวมากกว่า 10 มิลลิเมตรมักไม่มีการละลายของรากฟัน ในฟันกรามน้ำนมที่มีความยาวรากฟันมากกว่า 7 มิลลิเมตร จะสัมพันธ์กับปลายรากฟันที่มีลักษณะปกติ (regular) คงอยู่บริบูรณ์ (intact) รูปร่างกลม (round) หรือมีหลายราก รูเปิดปลายรากฟันมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็ก (0.1 มิลลิเมตร) คลองรากฟันมีรูปร่างโค้ง กรณีที่รากฟันมีความยาวสั้นกว่า 7 มิลลิเมตร จะพบมีการละลายของรากฟันทั้งในแนวตั้ง (vertical) และแนวนอน (horizontal) รูเปิดปลายรากฟันจะเป็นรูปวงรีในแนวตั้ง (vertical-ovoid shape) และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเปิดปลายรากฟันที่ใหญ่ขึ้น โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างรูเปิดปลายรากฟันที่เป็นวงรี มักมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1 มิลลิเมตร และคลองรากฟันด้านเพดานที่เป็นวงรี มีขนาดใหญ่และมีการละลายของปลายรากฟันเป็นปกติ จะพบความแตกต่างระหว่างส่วนปลายสุดของคลองรากฟัน (apical foramen) และส่วนปลายสุดของรากฟัน (anatomical apex) แตกต่างกันน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร สำหรับตำแหน่งที่มีการละลายของรากฟัน ถ้าพบว่ารากฟันมีความยาว 7-10 มิลลิเมตร จะพบการละลายที่ง่ามรากฟัน (furcation) และอาจเกิดรูทะลุ (perforation) ได้ ถ้ามีความยาวรากฟันน้อยกว่า 4 มิลลิเมตร ดังนั้นฟันกรามน้ำนมที่สามารถรักษาคลองรากฟันได้ควรมีความยาวรากฟันอย่างน้อย 4 มิลลิเมตร

การละลายของปลายรากฟันน้ำนมทำให้คลองรากฟันมีความซับซ้อนทำให้การวัดความยาวทำงานในการรักษาคลองรากฟันทำได้ยาก เนื่องจากตำแหน่งรูเปิดคลองรากฟันกับส่วนปลายสุดของรากฟันจะมีระยะห่างแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญของรากฟันว่าอยู่ในช่วงที่มีการเจริญของรากฟันที่สมบูรณ์ ซึ่งปลายสุดของคลองรากฟันจะอยู่ในตำแหน่งเดียวกับส่วนปลายสุดของรากฟัน หรือฟันซี่นั้นอยู่ในช่วงที่มีการละลายของรากฟัน ผิวหน้าของการละลาย (resorbing front) จะไม่ตั้งฉากกับแนวแกนของรากฟัน แต่จะมีการละลายเป็นแนวเฉียง ทำให้จุดสิ้นสุดของคลองรากฟันอยู่สูงกว่าตำแหน่งปลายสุดของรากฟัน และการละลายของรากฟันน้ำนมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ตำแหน่งของรูเปิดปลายรากฟันมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ส่งผลให้การวัดความยาวทำงานในการรักษาคลองรากฟันน้ำนมเกิดความผิดพลาดได้ง่าย

การวัดความยาวทำงาน (working length determination)

การวัดความยาวทำงานมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดตำแหน่งสิ้นสุดของการทำความสะอาดและอุดคลองรากฟันให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมภายในคลองรากฟัน เพื่อป้องกันไม่ให้การเกิดการทะลุบริเวณปลายรากฟัน (apical perforation) หรืออุดเกินปลายราก (overfilling) ซึ่งเพิ่มโอกาสในการเกิดอาการปวดหลังการรักษา (post operative pain) ทำให้การหายของรอยโรคที่ปลายรากฟันช้าลง การวัดความยาวทำงานที่สั้นทำให้การทำความสะอาดและอุดคลองรากฟันสั้นนำไปสู่อาการปวดหรือรู้สึกไม่สบาย เนื่องจากมีเนื้อเยื่อในที่มีการอักเสบหลงเหลืออยู่ อาจทำให้รอยโรคที่ปลายรากฟันคงอยู่และเพิ่มโอกาสเกิดความล้มเหลวในการรักษาได้

สิ่งจำเป็นสำหรับวิธีการหาความยาวทำงานในอุดมคติ ได้แก่ (Ingle และ Taintor, 1985; Ingle และคณะ, 2008)

- สามารถระบุตำแหน่งแคบสุดของคลองรากฟันได้ในทุกสภาวะของเนื้อเยื่อใน (all pulpal condition) และสิ่งที่อยู่ในคลองรากฟัน (canal contents)
- มีความแม่นตรง (accurate)
- สามารถทำได้ง่าย (easy measurement) แม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งแคบสุดของคลองรากฟัน และตำแหน่งปลายรากฟันในภาพรังสีจะไม่ปกติ
- สามารถทำได้รวดเร็วและยืนยันได้ (rapid periodic monitoring and confirmation)
- เป็นวิธีที่ทำให้ผู้ป่วยและทันตแพทย์รู้สึกสบาย (comfort) เช่นในผู้ป่วยพิเศษ ผู้ป่วยที่อาเจียนได้ง่าย อ้าปากได้จำกัด ผู้ป่วยตั้งครรภ์
- ได้รับปริมาณรังสีน้อย (minimal radiation)
- ได้ประโยชน์คุ้มค่ามากที่สุด (cost effectiveness)

เพื่อให้ได้ซึ่งค่าความยาวทำงานที่มีความแม่นตรงมากที่สุด ควรใช้วิธีหาความยาวทำงานหลายๆวิธีร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในคลองรากฟันที่ยาก วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ วิธีใช้ภาพรังสี วิธีใช้ความรู้สึกสัมผัส (digit tactile sense) วิธีใช้ความรู้สึกของผู้ป่วยเมื่อใส่เครื่องมือในคลองรากฟัน (patient's response) วิธีใช้แท่งกระดาษซับใส่ในคลองรากแล้วดูตำแหน่งที่แห้งเมื่อนำแท่งกระดาษซับออกจากคลองราก (paper point can be placed and removed dry) และวิธีใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ช่วยในการระบุตำแหน่งรูเปิดปลายรากฟัน ซึ่งเป็นตำแหน่งสิ้นสุดในการอุดคลองรากฟัน

การวัดความยาวทำงานในคลินิก (clinical determination of working length)

Bramante และ Berbert (1974) ได้รายงานว่ามีความแปรปรวนสูงจากการใช้สูตรในการคำนวณค่าความยาวรากฟันในการรักษาคลองรากฟัน และสิ่งที่จำเป็นในการหาค่าความยาวรากฟันจากภาพรังสีได้แก่ (Ingle และ Taintor, 1985; Ingle และคณะ, 2008)

1. ภาพรังสีก่อนการรักษาที่มีคุณภาพดี ไม่มีการบิดเบี้ยวของภาพ แสดงความยาวตลอดรากฟัน และจำนวนรากฟันทั้งหมดของฟันซี่ที่เกี่ยวข้อง
2. มีการเปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันที่เพียงพอในทุกคลองราก
3. ไม้บรรทัดสำหรับวัดความยาวทำงานในหน่วยมิลลิเมตร (endodontic millimeter ruler)
4. มีความรู้เกี่ยวกับค่าความยาวเฉลี่ยของฟันแต่ละซี่
5. สามารถกำหนดระนาบ (plane) บนตัวฟันที่แน่นอน และสามารถใช้ซ้ำได้เพื่อเป็นตำแหน่งอ้างอิงทางกายวิภาค (anatomical reference point)

เพื่อให้ตำแหน่งอ้างอิงสามารถใช้ซ้ำได้ และคงอยู่ได้นาน ปุ่มฟันที่อ่อนแอเนื่องจากเป็นส่วนของฟันผุ หรือเป็นวัสดุบูรณะที่ไม่แข็งแรงเพียงพอควรกรอตัดให้เป็นผิวเรียบ (flatten surface) และมีส่วนของเนื้อฟันที่ดีรองรับอยู่ หากไม่ทำการกรอตัดฟันให้เป็นผิวเรียบก่อนในปุ่มฟันที่ไม่แข็งแรง หรือตัวฟันเหลือเคลือบฟันอยู่เพียงบางๆ ตัวฟันในส่วนที่อ่อนแอนี้อาจแตกออกในระหว่างการรักษาได้ ทำให้ตำแหน่งอ้างอิงเดิมหายไป อาจส่งผลให้การทำความสะอาดและอุดคลองรากฟันเกินปลายรากฟันได้

ในการวัดความยาวทำงาน ขนาดของเครื่องมือที่ใส่ในคลองราก ควรมีขนาดเล็กเพียงพอที่จะเข้าไปตลอดความยาวรากฟันได้ แต่ก็ต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะไม่หลวมในคลองราก เครื่องมือที่หลวมจะขยับเข้าหรือออกจากคลองรากได้ในขณะถ่ายภาพรังสี ส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการหาความยาวรากฟันได้ นอกจากนั้นส่วนปลายของเครื่องมือที่เล็กเกินไป (เช่น ไฟล์ขนาด 8 หรือ 10) มักมองเห็นได้ไม่ชัดเจนจากภาพรังสี เช่นเดียวกับการใช้เครื่องมือที่เป็นโลหะประเภทนิเกิล-ไทเทเนียม (NiTi instruments) และในคลองรากฟันที่โค้งควรมีการดัดเครื่องมือให้โค้ง (precurved) ก่อนใส่ในคลองรากฟัน

วิธีวัดความยาวทำงานในฟันน้ำนม

1. วิธีใช้ความรู้สึกสัมผัสจากปลายนิ้วบนเครื่องมือ (tactile sense) โดยค่อยๆใส่ไฟล์ลงในคลองรากฟันจนรู้สึกถึงแรงต้าน ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงตำแหน่งแคบสุดของคลองรากฟัน แต่วิธีนี้ต้องอาศัยประสบการณ์และความสามารถของทันตแพทย์แต่ละคน (Mathewson และคณะ, 1995)

2. วิธีวัดจากภาพรังสีก่อนการรักษา แนะนำให้สั้นกว่าปลายรากในภาพรังสี 1-2 มิลลิเมตร ในฟันที่ไม่มีการละลายของรากฟัน กรณีที่มีการละลายของปลายรากฟันให้สั้นกว่าปลายรากในภาพรังสี 2-3 มิลลิเมตร (Camp และ Fuks, 1984; Georig และ Camp, 1983)

3. วิธีใส่ไฟล์ลงในคลองรากฟันโดยประมาณคร่าวๆจากภาพรังสีก่อนการรักษา ลดความยาวลง 1-2 มิลลิเมตร แล้วถ่ายภาพรังสี โดยพยายามให้ได้ภาพรังสีแบบขนาน เพื่อลดการบิดเบี้ยว (distortion) ของภาพรังสี เมื่อคำนวณความยาวรากฟันจากภาพรังสีได้แล้ว ความยาวทำงานควรกำหนดให้สั้นกว่าตำแหน่งของปลายรากฟันในภาพรังสี 1-2 มิลลิเมตรกรณีที่ไม่มีการละลายของปลายรากฟัน แต่ถ้ามีการละลายของปลายรากฟันควรกำหนดให้สั้นกว่าปลายรากฟันในภาพรังสี 2-3 มิลลิเมตร (Georig และ Camp, 1983)

การใช้ภาพรังสีในการวัดความยาวทำงาน (วิธีที่ 2 และ 3) มีข้อจำกัดเนื่องจากภาพรังสีแสดงลักษณะทางกายวิภาคของรากฟันใน 2 มิติ คือในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal plane) ได้ดี แต่ในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น (bucco-lingual plane) ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน กรณีที่มีการละลายของรากฟัน หรือรูเปิดของคลองรากฟันไม่ได้อยู่ตำแหน่งเดียวกับปลายรากฟันในภาพรังสี ทำให้วิธีใช้ภาพรังสีในการวัดความยาวรากฟันไม่แม่นตรง รวมทั้งไม่สามารถถ่ายภาพรังสีแบบขนานได้ในบางตำแหน่ง เช่น ในฟันกรามน้ำนมบน อาจทำให้การทำความสะอาด และอุดคลองรากฟันสั้นหรือเกินกว่าปลายคลองรากฟันจริงเมื่อใช้ปลายรากฟันในภาพรังสีเป็นจุดสิ้นสุดในการอุดคลองรากฟัน (ElAyouti และคณะ, 2002) นอกจากนั้นวิธีใช้ภาพรังสียังมีข้อจำกัดอื่นๆ อีก เช่น การบิดเบือนของภาพรังสีเนื่องจากใช้เทคนิคที่ไม่ถูกต้อง การมีลักษณะทางกายวิภาคหรือเครื่องมือในช่องปากที่ขัดขวางการถ่ายภาพรังสี เช่น ผู้ป่วยที่อาเจียนได้ง่าย การมีส่วนโค้งของเพดานปากที่ตื้น มีลิ้นขนาดใหญ่ มีพื้นช่องปากตื้น การมีแผ่นยางกันน้ำลายและแคลมป์ขัดขวาง ทำให้ยากต่อการวางฟิล์มในช่องปาก (Gutmann และ Leonard, 1995) การถ่ายภาพรังสีต้องเสียเวลาในการถ่ายภาพและกระบวนการล้างฟิล์ม โดยเฉพาะในผู้ป่วยเด็กที่ไม่ให้ความร่วมมือการถ่ายภาพรังสีทำได้ยาก อาจต้องมีการถ่ายภาพซ้ำ ทำให้เด็กต้องได้รับปริมาณรังสีมากขึ้น

4. วิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ซึ่งมีการพัฒนาชนิดของเครื่องมาอย่างต่อเนื่องเพื่อลดความผิดพลาดในการกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟัน สามารถใช้ได้ง่าย สะดวก ปลอดภัย และ ไม่เกิดความเจ็บปวด เป็นการลดความถี่ของการถ่ายภาพรังสี รวมถึงลดปริมาณรังสีที่ได้รับในขั้นตอนการรักษา และแนะนำให้ใช้ได้ในฟันน้ำนม (Katz และคณ, 1996; Mente และคณะ, 2002; Kielbassa และคณะ, 2003; เกศวลี ชลิตังกูร และ สมหมาย ชอบอิสระ, 2548; Ghaemmaghami และคณะ, 2008)

การวัดความยาวทำงานในกรณีที่มีการละลายบริเวณปลายรากฟัน (Gutmann และ Leonard, 1995)

การละลายของปลายรากฟันทำให้เกิดการทำลายตำแหน่งที่แคบสุดของคลองรากฟันตามธรรมชาติ มักทำให้ปลายรากฟันมีลักษณะไม่เรียบและมีรูปร่างที่ไม่แน่นอน แต่ลักษณะดังกล่าวอาจไม่ปรากฏบนภาพรังสี ทำให้ยากต่อการกำหนดตำแหน่งสิ้นสุดในการขยายคลองรากฟัน หากการละลายของปลายรากฟันเกิดบริเวณด้านข้าง (proximal surface root end resorption) จะสามารถมองเห็นได้จากภาพรังสี แต่กรณีที่การละลายของปลายรากฟันเกิดทางด้านใกล้แก้มหรือใกล้ลิ้นจะมองไม่เห็นในภาพรังสี Andreason (1970) ทำการศึกษาทางคลินิกและติดตามผลทางภาพรังสีในฟันถาวรจำนวน 184 ซี่ ซึ่งได้รับอุบัติเหตุ พบว่าการละลายของรากฟันทางด้านใกล้แก้มหรือใกล้ลิ้นจะสามารถมองเห็นได้ในภาพรังสีเมื่อมีการสูญเสียแร่ธาตุไปแล้วถึงร้อยละ 20-40 ของโครงสร้างรากฟัน เมื่อมีการละลายของปลายรากฟันมองเห็นเป็นผิวรากฟันที่มีขอบไม่เรียบทางด้านข้างบนภาพรังสีจะเป็นตัวบ่งชี้ว่า รากฟันน่าจะมีการละลายในทุกทิศทาง (three-dimensional resorption) การกำหนดตำแหน่งสิ้นสุดในการขยายคลองรากฟันจึงต้องอาศัยประสบการณ์ของทันตแพทย์ผู้ให้การรักษา ความรู้สึกสัมผัสถึงแรงต้านบริเวณปลายรากฟันและภาพรังสีที่มีคุณภาพ หากปลายรากฟันมีการละลายมากจนเป็นรูเปิดกว้าง ดังนั้นตำแหน่งที่อยู่ส่วนบนสุด (coronal-most point) ของรากฟันส่วนที่อยู่เหนือต่อตำแหน่งที่เกิดการละลายของรากฟันจะทึบแสงและสามารถระบุตำแหน่งได้ในภาพรังสี ตำแหน่งนี้จึงถูกใช้เป็นตำแหน่งปลายรากฟันใหม่จากภาพรังสี และการกำหนดตำแหน่งสิ้นสุดในการขยายคลองรากฟัน จะกำหนดให้สั้นกว่าตำแหน่งดังกล่าว 1-2 มิลลิเมตร

เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

ในปี ค.ศ.1991 Kobayashi และ Suda (อ้างถึงใน Kobayashi และ Suda, 1994; Kobayashi, 1995) ได้ประดิษฐ์เครื่องรูท ซีเอกซ์ (Root ZX) ซึ่งเป็นเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า โดยอาศัยหลักกระแสไฟฟ้าสองความถี่ (frequency-dependent apex locator) คือ คลื่นความถี่ 400 เฮิรตซ์ และ 8000 เฮิรตซ์ โดยค่าสัดส่วนความต้านทานไฟฟ้า (impedance ratio) ของกระแสไฟฟ้าสองความถี่นี้มีค่าใกล้เคียง 1 เมื่อปลายเครื่องมืออยู่ห่างจากรูเปิดปลายราก และจะมีค่าลดลงเท่ากับ 0.67 เมื่อปลายเครื่องมือผ่านตำแหน่งแคบสุดของคลองรากฟัน (apical constriction) ออกไปยังรูเปิดปลายรากฟัน ซึ่งเป็นค่าที่ลดลงอย่างคงที่ ค่านี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงแม้ว่าภายในคลองรากฟันจะมีเนื้อเยื่อหรือน้ำยาล้างคลองรากฟันหลงเหลืออยู่ จึงทำให้เครื่องมือนี้มีความแม่นตรงสูง และไม่จำเป็นต้องปรับมาตรฐานการวัดเครื่องก่อนการใช้งาน เครื่องรูท ซีเอกซ์ สามารถแปลงค่าอัตราส่วนความต้านทานไฟฟ้าออกมาเป็นตำแหน่งของปลายเครื่องมือที่สัมพันธ์กับตำแหน่งปลายรากฟัน ซึ่งจะแสดงผลบนจอภาพของเครื่อง

ความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า (Accuracy of electronic apex locator)

การทดสอบความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าที่มีการศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. เปรียบเทียบกับค่าความยาวรากฟันจริง ซึ่งวัดในฟันที่ถูกถอนออกมา โดยการวัดระยะจากปลายไฟล์ที่ใส่ในคลองรากฟันจนถึงรูเปิดปลายรากฟัน
2. เปรียบเทียบกับภาพรังสี

ตำแหน่งที่ใช้ในการอ้างอิงในการทดสอบความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

1. ขอบนอกของปลายรากฟันบนภาพรังสี (radiographic root apex)
2. ตำแหน่งของรูเปิดปลายรากฟัน (apical foramen)
3. ตำแหน่งแคบสุดของคลองรากฟัน (apical constriction)

การศึกษาเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าในฟันน้ำนม

<u>การศึกษาความแม่นตรงในฟันน้ำนม: การศึกษาในห้องปฏิบัติการ</u>

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการศึกษาความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าในฟันน้ำนม: การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาของ	ร้อยละความแม่นตรง (ระยะทางที่ยอมรับได้)	อ่านค่าที่	เปรียบเทียบกับ	ซี่ฟัน	จำนวนตัวอย่าง
Katz และคณะ (1996)	100 (± 0.5 มม.)	0.5 บาร์	ความยาวจริง ลบ 0.5 มม. และภาพรังสี	กรามน้ำนม	20 ซี่
Mente และคณะ (2002)	98 (± 1.0 มม.)	0.5 บาร์	ความยาวจริง และภาพรังสี	ฟันตัดน้ำนมบน	24 ซี่
อรอุมา อังวราวงศ์ และคณะ (2546)	96.77 (± 0.5 มม.)	APEX	ความยาวจริง	กรามน้ำนม	124 ซี่
Leonardo และคณะ (2008)	intraclass correlation coefficient (ICC) test =0.99	1 มม. (บนหน้าจอ)	ความยาวจริง	ฟันตัดน้ำนม กรามน้ำนม	17 ซี่ 16 ซี่ (รวม 57 คลองราก)

การศึกษาในห้องปฏิบัติการของ Katz และคณะ (1996) และ Mente และคณะ (2002) พบว่า การใช้เครื่องรูท ซีเอกซ์ อ่านค่าที่ 0.5 บาร์ ให้ความแม่นตรงมากกว่าการใช้ภาพรังสี และให้ผลเรื่องความแม่นตรงไม่แตกต่างกัน ในฟันที่มีการละลายและไม่มีการละลายของปลายรากฟัน การศึกษาของ อรอุมา อังวราวงศ์ และคณะ (2546) พบว่าในฟันน้ำนมที่มีการละลายของปลายรากฟันน้อยกว่าหนึ่งในหกเทียบกับฟันน้ำนมที่มีการละลายของปลายรากหนึ่งในหกถึงหนึ่งในสาม ไม่มีผลต่อความแม่นตรงของเครื่องรูท ซีเอกซ์

การศึกษาของ Leonardo และคณะ (2008) ศึกษาความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟัน Root ZX II และ Mini Apex locator อ่านค่าที่ 1 มิลลิเมตร (บนหน้าจอ) เปรียบเทียบกับความยาวรากฟันจริงในฟันที่ถอนออกมา โดยเป็นตัดน้ำนม 17 ซี่ และฟันกรามน้ำนม 16 ซี่ (รวม 57 คลองราก) ที่มีการละลายของปลายรากฟันในระดับที่แตกต่างกัน พบว่าค่าความยาวรากฟันที่วัดได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันทั้ง 2 ชนิด เปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากความยาวรากฟันจริง เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติอินทราคลาสคอรีเลชั่น โคเอฟฟิเชียน มีค่าเท่ากับ 0.99 โดยไม่ขึ้นอยู่กับซี่ฟันและระดับการละลายของรากฟัน

การศึกษาความแม่นตรงในฟันน้ำนม: การศึกษาในมนุษย์

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบการศึกษาความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าในฟันน้ำนม: การศึกษาในมนุษย์

การศึกษาของ	ร้อยละความแม่นตรง (ระยะทางที่ยอมรับได้)	อ่านค่าที่	เปรียบเทียบกับ	ชนิดฟัน	จำนวนตัวอย่าง
Keilbassa และคณะ (2003)	64 (± 1.0 มม.)	0.5 บาร์	ความยาวจริง ลบ 1.0 มม.	ฟันตัดน้ำนม กรามน้ำนม	37 ซี่ 34 ซี่ (รวม 105 คลองราก)
เกศวลี ชลิตังกูร และ สมหมาย ชอบอิสระ(2548)	62.5 (± 0.5 มม.) 97.5 (± 1.0 มม.)	APEX	ความยาวจริง	กรามน้ำนม	40 คลองราก
ชญาน์ทิพ ศรีรัฐ และ สมหมาย ชอบอิสระ(2549)	73.3 (± 0.5 มม.) 98.3 (± 1.0 มม.)	0.5 บาร์	ความยาวจริง	กรามน้ำนม	60 คลองราก
Ghaemmaghami และคณะ (2008)	95 (± 0.5 มม.)	APEX	ความยาวจริง	ฟันตัดน้ำนม	150 ซี่

การศึกษาของ Keilbassa และคณะ (2003) ทำในฟันของผู้ป่วยเด็กที่จำเป็นต้องถอนฟันภายใต้ดมยาสลบ จำนวน 105 คลองรากฟัน โดยทันตแพทย์ 2 ท่าน ใส่ไฟล์ในคลองรากฟันจนสัญญาณบนหน้าจอเครื่องรูท ซีเอกซ์ อ่านค่าที่ 0.5 บาร์ จากนั้นใช้ปากกาทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟัน และถอดไฟล์ออกเพื่อถอนฟัน จากนั้นจะวัดความยาวจริงโดยใส่ไฟล์ตัวเดิมจนถึงรูเปิดปลายรากฟัน (apical foramen) เปรียบเทียบความยาวไฟล์ที่วัดได้จากเครื่องรูท

ซีเอกซ์ กับความยาวทำงาน (ความยาวฟันจริงลบ 1 มิลลิเมตร) ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ความแตกต่างระหว่างความยาวไฟล์ที่วัดได้จากเครื่องรูท ซีเอกซ์กับความยาวทำงาน มีค่าความแตกต่างอยู่ในช่วง +2 มิลลิเมตร ถึง -5 มิลลิเมตร และทันตแพทย์ 2 ท่าน ให้ผลในการวัดที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ความแม่นตรงในช่วง ± 1 มิลลิเมตรจากความยาวทำงาน เป็นร้อยละ 76.2 โดยทันตแพทย์คนที่ 1 และร้อยละ 55.6 โดยทันตแพทย์คนที่ 2 ความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการทำตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟันด้วยปากกา และการใส่ไฟล์กลับอาจไม่ได้ตำแหน่งเดิม

เกศวลี ชลิตังกูร และ สมหมาย ชอบอิสระ (2548) ทำการศึกษาในฟันฟันกรามน้ำนม จำนวน 40 คลองรากฟัน โดยแบ่งฟันเป็น 2 กลุ่มตามระดับการละลายของรากฟัน กลุ่มที่1 คือฟันน้ำนมที่มีการละลายของรากฟันน้อยกว่าหนึ่งในหกของความยาวรากฟันเฉลี่ย จำนวน 20 คลองรากฟัน และกลุ่มที่ 2 คือฟันน้ำนมที่มีการละลายของรากฟันตั้งแต่หนึ่งในหกถึงสองในหกของความยาวรากฟันเฉลี่ย จำนวน 20 คลองรากฟัน ใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันรูทซีเอกซ์ วัดความยาวรากฟันให้อ่านค่าที่เอเพกซ์ เปรียบเทียบกับขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟัน จากการศึกษาพบว่า ความแม่นตรงในช่วง ± 0.5 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ62.5 และความแม่นตรงในช่วง ± 1 มิลลิเมตรคิดเป็นร้อยละ 97.5 พบว่าความแม่นตรงของเครื่องในการกำหนดตำแหน่งปลายรากฟันทั้งสองกลุ่มนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นเพราะระดับการละลาย 2 ระดับที่แบ่งในการศึกษานี้ไม่ต่างกันมาก จากการศึกษานี้พบว่าไฟล์อยู่พอดีหรือยาวเกินขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากทุกคลองรากฟัน จึงแนะนำว่าเมื่อใช้เครื่องรูทซีเอกซ์ อ่านค่าที่ตำแหน่งเอเพกซ์ ในการกำหนดตำแหน่งขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟันแล้วควรลดความยาวลงจากความยาวที่เครื่องวัดได้ประมาณ 1 มิลลิเมตร เพื่อให้แน่ใจว่าไม่ทำความสะอาด และขยายคลองรากเกินปลายรากฟันออกไปทำอันตรายต่อเนื้อเยื่อปริทันต์

การศึกษาของ ชญาน์ทิพ ศรีรัฐ และ สมหมาย ชอบอิสระ (2549) ศึกษาความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายรากฟันด้วยไฟฟ้าอ่านค่าที่ตำแหน่ง 0.5 บาร์ ในฟันกรามน้ำนม โดยแบ่งฟันเป็น 2 กลุ่ม ตามระดับการละลายของรากฟันกลุ่มละ 30 คลองรากฟัน กลุ่มที่ 1 คือฟันน้ำนมที่มีการละลายของรากฟันน้อยกว่าหนึ่งในหกของความยาวรากฟันเฉลี่ย และกลุ่มที่ 2 คือฟันน้ำนมที่มีการละลายของรากฟันตั้งแต่หนึ่งในหกถึงสองในหกของความยาวรากฟันเฉลี่ย ค่าความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายรากฟันด้วยไฟฟ้าพิจารณาจาก ระยะระหว่างปลายไฟล์ถึงขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟัน จากจำนวนตัวอย่าง 60 คลองรากฟัน ได้ค่าเฉลี่ยระยะทางจากปลายไฟล์ถึงขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟัน ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ

-0.266 ± 0.337 มิลลิเมตร ความแม่นตรงของเครื่องในช่วง ± 0.5 และ ± 1 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 73.3 และ 98.3 ตามลำดับ ในกลุ่มที่ 1 ค่าเฉลี่ยระยะทางจากปลายไฟล์ถึงขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟัน ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ -0.253 ± 0.054 มิลลิเมตร ความแม่นตรงของเครื่องในช่วง ± 0.5 และ ± 1 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 86.7 และ 98.3 กลุ่มที่ 2 ค่าเฉลี่ยระยะทางจากปลายไฟล์ถึงขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟัน ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ -0.278 ± 0.069 มิลลิเมตร ความแม่นตรงของเครื่องในช่วง ± 0.5 และ ± 1 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 60 และ 100 ตามลำดับ และสรุปว่าระดับการละลายของรากฟันที่แตกต่างกันมีผลต่อความแม่นตรงในการกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันของเครื่องเมื่ออ่านค่าที่ 0.5 บาร์ อย่างมีนัยสำคัญ

Ghaemmaghami และคณะ (2008) วัดความยาวรากฟันด้วยเครื่องรูทซีเอกซ์ในฟันตัดน้ำนมจำนวน 150 ซี่ โดยอ่านค่าที่ เอเพกซ์ เปรียบเทียบกับความยาวรากฟันจริงที่ถอนออกมาวัด พบว่าความแม่นตรงในช่วง ± 0.5 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 95 โดยความยาวรากฟันที่วัดโดยเครื่องรูท ซีเอกซ์ วัดได้เท่ากับความยาวรากฟันจริงคิดเป็นร้อยละ 65 วัดได้สั้นและยาวกว่าความยาวรากฟันจริงในช่วง 0.5 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 16 และ 14 ตามลำดับ วัดได้ยาวกว่าความยาวรากฟันจริงในช่วง 1.0-1.5 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 3 และสั้นกว่าความยาวรากฟันจริงในช่วง 1.0 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 1 ซึ่งพบว่าการวัดความยาวรากฟันทั้งสองวิธีนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเครื่องรูท ซีเอกซ์ สามารถใช้ในการวัดความยาวรากฟันตัดน้ำนมได้แม่นตรง

การวัดความยาวคลองรากฟันด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเปรียบเทียบกับการใช้ภาพรังสีรอบปลายรากในฟันน้ำนม

การศึกษาเปรียบเทียบ 2 วิธีนี้ในการวัดความยาวรากฟันน้ำนม ได้แก่ การศึกษาของ Katz และคณะ (1996) ศึกษาการใช้เครื่องรูท ซีเอกซ์ ในการวัดความยาวรากฟันกรามน้ำนมที่ถอนออกมาแล้วในคลองรากฟันที่มีสภาวะแตกต่างกัน จำนวน 20 คลองราก ได้แก่ คลองรากฟันที่แห้ง มีน้ำเกลือ และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ เข้มข้นร้อยละ 2.6 อยู่ในคลองรากฟัน เปรียบเทียบกับความยาวรากฟันที่ได้จากภาพรังสี และความยาวรากฟันจริง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละวิธีที่วัด โดยค่าที่ได้จากเครื่องรูท ซีเอกซ์ จะใกล้เคียงกับความยาวรากฟันจริงลบ 0.5 มิลลิเมตร ส่วนค่าที่ได้จากภาพรังสี จะมากกว่าค่าที่ได้จากเครื่องรูท ซีเอกซ์ 0.4-0.7 มิลลิเมตร และอีกการศึกษาหนึ่งของ Subramanium และคณะ (2005) ซึ่งวัด

ความยาวคลองรากฟันหน้าบนน้ำนมที่ถอนออกมาแล้ว จำนวน 20 คลองราก เปรียบเทียบระหว่างวิธีใช้ความรู้สึกสัมผัสจากปลายนิ้วบนเครื่องมือ ใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ใช้ภาพรังสีแบบดั้งเดิม (conventional radiograph) ภาพรังสีแบบดิจิทัล (digital radiograph) และความยาวรากฟันจริง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละวิธีเทียบกับความยาวคลองรากฟันจริง เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ (reliability coefficient) พบว่า ค่าที่ได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าและ ภาพรังสีแบบดิจิทัล มีค่าใกล้เคียงกับความยาวรากฟันจริงมากกว่าวิธีอื่นๆ

จากการศึกษาที่ผ่านมาจะเห็นว่า เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าใช้ง่าย ปลอดภัย มีความแม่นตรงสูง และแนะนำให้ใช้ได้ในฟันน้ำนม แต่การศึกษาในมนุษย์มักศึกษาการใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า เทียบกับความยาวรากฟันจริงซึ่งต้องถอนฟันออกมาวัด กรณีที่ศึกษาเปรียบเทียบกับการใช้ภาพรังสีจะเป็นการศึกษาในห้องปฏิบัติการ และเป็นการถ่ายภาพรังสีในฟันที่ถอนออกมาแล้วเช่นกัน ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างในการวัดความยาวคลองรากฟันในฟันกรามน้ำนม ระหว่างการใช้ภาพรังสีรอบปลายราก เปรียบเทียบกับเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ซึ่งเป็นการศึกษาในคลินิก เพื่อเป็นแนวทางให้ทันตแพทย์ทราบถึงข้อจำกัดของการกำหนดตำแหน่งขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟันกรามน้ำนมจากภาพรังสีรอบปลายราก ซึ่งเป็นตำแหน่งสิ้นสุดในการอุดคลองรากฟันจากการใช้ภาพรังสี ในการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมีในฟันกรามน้ำนม และมีความใกล้เคียงกับการทำงานจริงของทันตแพทย์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรเป้าหมาย

รากของฟันกรามน้ำนมที่ผุทะลุโพรงประสาทฟัน ที่จำเป็นต้องได้รับการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมี

ประชากรตัวอย่าง

รากของฟันกรามน้ำนมที่ผุทะลุโพรงประสาทฟันจากผู้ป่วยเด็กที่มารับการรักษาทางทันตกรรมที่คลินิกภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 40 คลองรากฟัน

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ฟันที่นำมาศึกษา (inclusion criteria)

1. ฟันกรามน้ำนมที่ผุทะลุโพรงประสาทฟันในผู้ป่วยเด็ก และสามารถรักษาประสาทฟันด้วยวิธีพัลเพคโตมีได้ โดยมีรากฟันที่ไม่มีการละลาย หรือมีการละลายน้อยกว่าหนึ่งในสามของความยาวรากฟันเฉลี่ย
2. มีเนื้อฟันในส่วนตัวฟันเหลืออยู่เพียงพอที่จะใช้กำหนดเป็นตำแหน่งในการอ้างอิงได้
3. ผู้ป่วยไม่มีโรคประจำตัว ให้ความร่วมมือในการทำฟัน และผู้ปกครองให้ความยินยอม

ฟันที่ไม่นำมาศึกษา (exclusion criteria)

1. ผู้ป่วยเด็กที่มีพฤติกรรมไม่ร่วมมือในการรักษา หรือผู้ปกครองไม่ให้ความยินยอม
2. คลองรากฟันอุดตัน ไม่สามารถใส่ไฟล์ขนาดเล็กสุดลงในคลองรากฟันได้
3. ฟันที่มีเนื้อฟันในส่วนตัวฟันเหลืออยู่ไม่เพียงพอที่จะใช้กำหนดเป็นตำแหน่งอ้างอิงได้
4. ฟันที่มีการละลายของรากฟันมากกว่าหนึ่งในสามของความยาวรากฟันเฉลี่ย โดยประเมินจากภาพรังสีรอบปลายราก
5. รากฟันที่ไม่สามารถมองเห็นตำแหน่งปลายรากฟัน ปลายไฟล์ หรือตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟันได้ชัดเจนบนภาพรังสีรอบปลายราก

ตัวแปร

ตัวแปรอิสระ (independent variable)

วิธีการวัดความยาวคลองรากฟัน ได้แก่วิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก (โดยใส่ไฟล์ลงในคลองรากฟัน แล้วถ่ายภาพรังสี) และวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

ตัวแปรตาม (dependent variable)

ความยาวคลองรากฟันที่คำนวณได้จากภาพรังสีรอบปลายราก และวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายรากฟันด้วยไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายรากฟันด้วยไฟฟ้า เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ (Denta port ZX) Root ZX module รุ่น DP-ZX, J. Morita MFG Corp, Japan
2. เครื่องฉายแสงที่ให้แสงสีน้ำเงิน ซึ่งมีความยาวคลื่น 400-500 นาโนเมตร (Curing light XL 3000, 3M Co. USA)
3. ชุดตรวจ ประกอบด้วย ถาดวางเครื่องมือ กระจกส่องปาก เอกซ์พลอเรอร์ (explorer) และปากคีบสำลี
4. ชุดแผ่นยางกันน้ำลาย ประกอบด้วย แผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam sheet) ตัวยึดแผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam clamp) คีมจับตัวยึดแผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam forceps) ตัวขึงแผ่นยางกันน้ำลาย (rubber dam frame)
5. ยาชา 2% Mepivacaine HCL with 1:100,000 epinephrine (Septodent®: Saint-Maur-der-Fosse's Cedex., France) และยาชาเฉพาะที่ Benzocaine USP (Benzogel® : Henry Schein, New York, USA)
6. เข็มฉีดยาขนาด 27 (กรณีฟันล่าง) และขนาด 30 (กรณีฟันบน) ยาว 21 มิลลิเมตร
7. หัวกรอรูปต่างๆ เช่น หัวกรอกากเพชรรูปกลม หัวกรอกากเพชรรูปทางกระบอก หัวกรอ D2 D8 หัวกรอสตีลรูปกลม (steel round bur)
8. ไฟล์ชนิดเค (K file) ขนาดต่างๆ (Mani, Matsutani Seisakusho Co., Japan)
9. เข็มหนาม (barbed broach) ขนาดต่างๆ (Mani, Matsutani Seisakusho Co., Japan)
10. วัสดุคอมโพสิตความหนืดต่ำชนิดแข็งตัวด้วยแสง (Light-curing flowable composite: Tetric® Flow Ivoclar Vivadent, Inc., USA)

11. ฟิล์มสำหรับถ่ายภาพรังสีชนิดความไวแสงสูง (ultra speed) เบอร์ 0 (Kodak: New York, USA)
12. อุปกรณ์ถ่ายภาพรังสี (snap a ray และ artery forceps)
13. กระบอกฉีดยา ขนาด 10 มิลลิลิตร เข็มเบอร์ 26 ยาว 25 มิลลิเมตร
14. สารละลายน้ำเกลือ ความเข้มข้นร้อยละ0.9 (0.9 % normal saline solution)
15. สำลีก้อนกลมขนาดเล็ก (cotton pellet)
16. เวอร์เนียร์ แคลิปเปอร์ส
17. แผ่นใส
18. ปากกาเมจิกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.01 มิลลิเมตร
19. แว่นขยาย กำลังขยาย 2 เท่า
20. กล่องแสง (light box)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในคลินิก

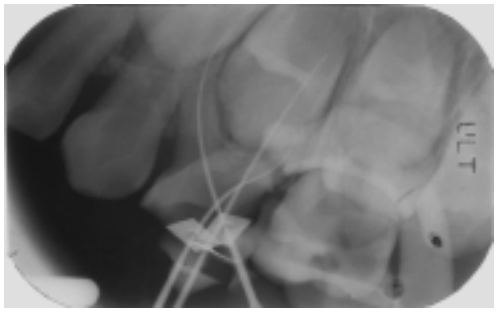
1. อธิบายวิธีการดำเนินการวิจัย ประโยชน์จากการวิจัย ข้อดี ข้อเสียแก่ผู้ปกครอง และให้ผู้ปกครองลงนามในเอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (ภาคผนวก ข)
2. จดบันทึกข้อมูลผู้ป่วย และซี่ฟันที่ใช้ในการศึกษา
3. ถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟันก่อนการรักษา (preoperative periapical radiograph) เพื่อตรวจดู ลักษณะคลองรากฟัน จำนวนคลองรากฟัน ระดับการละลายของรากฟัน และพยาธิสภาพบริเวณปลายรากฟัน
4. ฉีดยาชาเฉพาะที่ (2% mepivacaine with 1:100,000 epinephrine) ใส่แผ่นยางกันน้ำลาย
5. กรอเปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันด้วยหัวกรอกากเพชร กับเครื่องกรอความเร็วสูง กำจัดเนื้อเยื่อในด้วยเข็มหนาม
6. ล้างคลองรากฟันด้วยน้ำเกลือ
7. วัดความยาวรากฟันจากภาพรังสี โดย
    - เลือกไฟล์ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคลองรากฟัน (ขนาด15 หรือ 20) ซึ่งเป็นขนาดที่สามารถใส่ในคลองรากฟันได้พอดีโดยไม่ต้องออกแรงดัน และสามารถใส่ได้ถึงตำแหน่งปลายรากฟัน หรือสั้นกว่าปลายรากฟันประมาณ 2 มิลลิเมตร (ถ้ารากฟันน้ำนมมีการละลายในแนวดิ่ง อาจตั้งตำแหน่งยาง

ซิลิโคนให้สั้นลง 2-3 มิลลิเมตร) เพื่อป้องกันไม่ให้ใส่ไฟล์เกินปลายรากฟัน (โดยประมาณค่าความยาวคร่าวๆ จากภาพรังสีก่อนการรักษา)

- กรอตัดตัวฟันบริเวณที่สัมผัสกับตำแหน่งของยางซิลิโคนด้วยหัวกรอ D8 ให้ตั้งฉากกับแนวแกนของไฟล์ที่อยู่ในคลองราก ให้เป็นระนาบที่ยางซิลิโคนสัมผัสผิวฟันได้เท่ากันโดยตลอด กรอฟันให้เป็นร่องตามแนวไฟล์ เพื่อให้ใส่ไฟล์ครั้งหลังได้ที่ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง และใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิง
- จัดแผ่นยางซิลิโคนให้สัมผัสที่ตำแหน่งอ้างอิงดังกล่าว โดยยางซิลิโคนที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟัน จะติดแผ่นอลูมิเนียมไว้ที่ผิวด้านล่างของยางซิลิโคน เพื่อให้สามารถมองเห็นเป็นตำแหน่งอ้างอิงได้ชัดเจนบนภาพรังสีรอบปลายราก ดังภาพที่ 5

ภาพที่ 5 แสดงการตัดฟันให้แผ่นยางซิลิโคนที่สัมผัสผิวฟันตั้งฉากกับแนวแกนไฟล์ในคลองราก ใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟัน

- ใช้วัสดุคอมโพสิตความหนืดต่ำชนิดแข็งตัวด้วยแสงยึดที่ไฟล์ส่วนที่อยู่เหนือต่อยางซิลิโคน เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นยางซิลิโคนเปลี่ยนตำแหน่ง ฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที ใช้สำลีอัดในโพรงฟันให้แน่น เพื่อไม่ให้ไฟล์ขยับออกจากที่ แล้วนำผู้ป่วยไปถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟัน ดังภาพที่ 6
- นำไฟล์ และฟิล์มที่ได้ไปคำนวณค่าความยาว และกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 6 แสดงภาพรังสีรอบปลายรากที่ใช้ในการคำนวณความยาวรากฟัน

8. วัดความยาวจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า โดย
   - ต่อเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันให้ครบวงจร แขนขั้วไฟฟ้า (lip clip) ในปากผู้ป่วยโดยให้ขั้วไฟฟ้าสัมผัสริมฝีปากของผู้ป่วย อีกขั้วหนึ่งใช้หนีบไฟล์ที่ใส่ในคลองรากฟัน
   - ใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ หาตำแหน่งปลายคลองรากฟัน โดยค่อยๆ ขยับไฟล์ตามขนาดที่เลือกไว้ใส่ลงในคลองรากฟัน (ซึ่งเป็นไฟล์ตัวใหม่ แต่เป็นขนาดเดียวกับที่ใช้วัดด้วยภาพรังสี) และหยุดเมื่อเครื่องปรากฏการกระพริบ และมีเสียงร้องต่อเนื่องโดยสัญญาณบนหน้าจอของเครื่องอ่านค่าที่ตำแหน่ง “APEX”
   - จัดแผ่นยางซิลิโคนให้สัมผัสที่ตำแหน่งอ้างอิงเดียวกับการใช้ภาพรังสี ใช้วัสดุ คอมโพสิตความหนืดต่ำชนิดแข็งตัวด้วยแสงยึดที่ไฟล์ส่วนที่อยู่เหนือต่อยางซิลิโคน เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นยางซิลิโคนเปลี่ยนตำแหน่ง ฉายแสงเป็นเวลา 40 วินาที
   - ทำการวัดซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยใส่ไฟล์ตัวใหม่ แต่ขนาดเดิมลงในคลองรากฟันเดิม
   - นำไฟล์ที่ได้ทั้ง 3 ตัวไปวัดค่าความยาว แล้วหาค่าเฉลี่ย จะได้เป็นค่าของความยาวคลองรากฟันที่วัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟัน

ขั้นตอนในห้องปฏิบัติการ

1. นำไฟล์ทุกตัวที่ได้มาดัดให้ตรงในทุกแนวของแกนไฟล์ (หมุนไฟล์ทุกทิศทางเทียบกับเส้นตรงที่ขีดไว้บนกระดาษ)
2. วัดความยาวไฟล์ด้วยเวอร์เนียร์ แคลิปเปอร์ส วัดซ้ำ 2 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อไม่ให้จำค่าของครั้งแรกที่วัดได้ และนำมาหาค่าเฉลี่ย จดบันทึกระยะที่วัดได้เป็นค่าความยาวไฟล์จริง

3. หาค่าความยาวไฟล์จากภาพรังสีรอบปลายราก โดยวางแผ่นใสทับบนภาพรังสี ยึดแผ่นใสให้ติดกับภาพรังสีด้วยสก็อตเทป ทำการกำหนดตำแหน่งปลายไฟล์ในคลองราก และตำแหน่งที่ยางซิลิโคนสัมผัสผิวฟัน (ตำแหน่งอ้างอิงบนตัวฟัน) บนแผ่นใสด้วยปากกาเมจิก วัดระยะระหว่างจุด 2 จุดดังกล่าวด้วยเวอร์เนียร์ แคลิปเปอร์ส จะได้เป็นค่าความยาวไฟล์จากภาพรังสี ในแต่ละรากจะวัดซ้ำ 2 ครั้ง (ทำการกำหนดจุดใหม่ทั้ง 2 ครั้งบนภาพรังสีเดิม) แต่ละครั้งห่างกันอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อไม่ให้จำค่าของครั้งแรกที่วัดได้ และนำมาหาค่าเฉลี่ย จดบันทึกระยะที่วัดได้เป็นค่าความยาวไฟล์จากภาพรังสี (การวัดความยาวไฟล์ และการกำหนดจุดบนภาพรังสี ทำภายใต้แว่นขยาย กำลังขยาย 2 เท่า และดูภาพรังสีผ่านกล่องไฟทุกครั้ง)
4. คำนวณค่าความยาวรากฟันจริงจากภาพรังสี โดยใช้วิธีเทียบบัญญัติไตรยางศ์ โดยใช้สูตร

$$\text{ความยาวรากฟันจริง ที่คำนวณจากภาพรังสี} = \frac{\text{ความยาวไฟล์จริง}}{\text{ความยาวไฟล์จากภาพรังสี}} \times \text{ความยาวรากฟันที่วัดจากภาพรังสี}$$

5. เมื่อได้ค่าความยาวรากฟันจริงที่คำนวณจากภาพรังสีแล้ว กำหนดตำแหน่งรูเปิดปลายรากฟัน (ตำแหน่งสิ้นสุดการอุดคลองรากฟัน) ได้โดยใช้ตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งปลายรากฟันจริงที่คำนวณได้จากภาพรังสี
6. นำข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 วิธี มาวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดสอบความแม่นยำในการวัด (Reliability)

การทดสอบความแม่นยำในการวัดของทันตแพทย์ (intra-examiner reliability) โดยใช้ภาพรังสีรอบปลายราก มากำหนดจุดบนแผ่นใสได้แก่ ตำแหน่งปลายรากฟัน ตำแหน่งปลายไฟล์ในคลองราก และตำแหน่งที่ยางซิลิโคนสัมผัสผิวฟัน แล้ววัดความยาวของไฟล์ในคลองราก และความยาวรากฟันในภาพรังสี โดยทำซ้ำ 2 ครั้ง ด้วยเวอร์เนียร์ แคลิปเปอร์ส โดยบันทึกผลการวัดความยาวที่วัดได้แต่ละครั้งห่างกันอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

การทดสอบความแม่นยำของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเดนต้าพอร์ท ซีเอกซ์ โดยใช้ค่าความยาวไฟล์เฉลี่ยที่วัดได้จากไฟล์ทั้ง 3 ตัว จากแต่ละคลองรากด้วยเวอร์เนียร์ แคลิปเปอร์ส โดยบันทึกผลการวัดความยาวที่วัดได้แต่ละครั้งห่างกันอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

นำผลที่ได้ทั้งหมดมาทดสอบความแม่นยำ ที่เรียกว่าสัมประสิทธิ์ของความคงที่ (coefficients of stability) หรือที่เรียกว่าวิธีการทดสอบซ้ำ (test-retest method) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการผลการทดสอบการวัดครั้งแรกกับครั้งหลัง ซึ่งควรมีค่าใกล้เคียง 1

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง (ค่าเฉลี่ย) การวัดการกระจาย (ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
2. เปรียบเทียบค่าความยาวที่ได้ จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก และจากวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า โดยใช้สถิติแพร์ ที เทสต์ (paired t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

   การวิเคราะห์ข้อมูลอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบวิธีวัดความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนม ระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก กับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นรากฟันกรามน้ำนมจำนวนทั้งหมด 40 ราก (การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในภาคผนวก ค)

ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 40 คลองราก (อายุเฉลี่ยของผู้ป่วยที่นำรากฟันมาศึกษาคือ 5 ปี 7 เดือน) มาจากฟันกรามน้ำนมทั้งสิ้น 16 ซี่ เป็นฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งบน 9 ซี่ จำนวน 23 รากฟัน ฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งล่าง 3 ซี่ จำนวน 6 รากฟัน และฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองล่าง 4 ซี่ จำนวน 11 รากฟัน ซึ่งเกือบทุกรากมีการละลายของรากฟันเล็กน้อย หรือไม่มีการละลาย

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของกลุ่มตัวอย่าง

ฟันน้ำนม	จำนวน (ซี่)	จำนวนรากฟัน (ราก)					
		MB	ML	DB	DL	Pa	รวม
ฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งบน	9	9	-	7	-	7	23
ฟันกรามน้ำนมซี่ที่หนึ่งล่าง	3	2	-	2	2	-	6
ฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองล่าง	4	4	2	3	2	-	11
รวม	16	15	2	12	4	7	40

การเปรียบเทียบค่าความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากโดยใช้ตำแหน่งปลายสุดของรากฟันกรามน้ำนมในภาพรังสี กับค่าที่ได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ อ่านค่าที่ เอเพกซ์ พบว่า

ค่าเฉลี่ยความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมที่ได้จากการคำนวณจากภาพรังสีคือ 14.59 ± 1.69 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ คือ 14.32 ± 1.88 มิลลิเมตร โดยค่าเฉลี่ยของวิธีวัดความยาวคลองรากฟันโดยวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากยาวกว่าวิธีวัดจากเครื่องเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ เท่ากับ 0.26 ± 0.86 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวคลองรากฟันจากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก และวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

จำนวนรากฟัน (ราก)	ความยาวคลองรากฟัน (มิลลิเมตร)					
	ภาพรังสีรอบปลายราก		เครื่อง เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์		ค่าเฉลี่ยผลต่างระหว่าง 2 วิธี	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ทั้งหมด (40)	14.59	1.69	14.32	1.88	0.26	0.86
รากฟันกรามน้ำนมบน (23)	14.05	1.71	13.74	1.96	0.30	0.94
รากฟันกรามน้ำนมล่าง (17)	15.32	1.40	15.11	1.50	0.21	0.77

เมื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากทั้ง 2 วิธี มาเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติชนิดแพร์ ที เทสต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในภาคผนวก ค)

ค่าความยาวคลองรากฟันที่คำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก แตกต่างจากค่าที่ได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าตั้งแต่ -0.98 ถึง 1.97 มิลลิเมตร จำนวนรากฟันที่ได้ค่าความยาวจากการคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก น้อยกว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเท่ากับ 16 คลองราก จากทั้งหมด 40 คลองราก คิดเป็นร้อยละ 40 โดยมีค่าน้อยกว่าตั้งแต่ -0.98 ถึง -0.13 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยผลต่างเท่ากับ -0.58 ± 0.34 มิลลิเมตร และจำนวนรากฟันที่ได้ค่าความยาวจากการคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก มากกว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเท่ากับ 24 คลองราก จากทั้งหมด 40 คลองราก คิดเป็นร้อยละ 60 โดยมีค่ามากกว่าตั้งแต่ 0.01 ถึง 1.97 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยผลต่างเท่ากับ 0.82 ± 0.61 มิลลิเมตร จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 40

คลองรากฟัน พบว่าค่าความคลองรากฟันที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมีระยะแตกต่างกันในช่วง ± 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 18 คลองรากฟัน คิดเป็นร้อยละ 45 และมีระยะแตกต่างกันในช่วง ± 1 มิลลิเมตร จำนวน 29 คลองรากฟัน คิดเป็นร้อยละ 72.5

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนคลองรากฟันที่มีค่าความแตกต่างของความยาวคลองรากฟันจาก 2 วิธี ในช่วงต่างๆ

ผลต่างของความยาวคลองรากฟันระหว่างค่าที่คำนวณได้จากภาพรังสี กับ เครื่องเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ (มม.)	จำนวน (ราก)	
	รากฟันกรามน้ำนมบน	รากฟันกรามน้ำนมล่าง
-1.00 ถึง -0.51	5	3
-0.50 ถึง -0.01	5	3
0.00 ถึง 0.50	4	6
0.51 ถึง 1.00	1	2
1.01 ถึง 1.50	5	1
1.51 ถึง 2.00	3	2
รวม (40)	23	17

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนรากฟันและร้อยละของค่าความยาวคลองรากฟันที่แตกต่างกันในช่วง ± 0.5 และ ± 1 มิลลิเมตร

จำนวนรากฟัน (ราก)	ค่าความยาวแตกต่างกันในช่วง			
	± 0.5 มม.		± 1 มม.	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ทั้งหมด (40)	18	45.00	29	72.50
รากฟันกรามน้ำนมบน (23)	9	39.13	15	65.22
รากฟันกรามน้ำนมล่าง (17)	9	52.94	14	82.35

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

รากฟันน้ำนมมีทั้งการละลายตัวตามธรรมชาติ (physiologic resorption) ซึ่งเกิดขึ้นทันทีที่รากฟันสร้างสมบูรณ์ และการละลายตัวจากพยาธิสภาพ (pathologic resorption) (Georig และ Camp,1983) การศึกษานี้จึงเลือกศึกษาในฟันกรามน้ำนมที่มีความยาวรากฟันที่อยู่ในระดับที่สามารถรักษาประสาทฟันน้ำนมพัลเพคโตมีได้ คือมีรากฟันที่มีการละลายน้อยกว่าหนึ่งในสามของความยาวรากฟันเฉลี่ย เนื่องจากฟันกรามน้ำนมมีหลายคลองราก และอาจมีการซ้อนทับกันของรากฟันบนภาพรังสี ทำให้การใช้ภาพรังสีในการวัดความยาวคลองรากฟันอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้มากกว่าในฟันหน้าน้ำนมที่มีเพียงคลองรากเดียว ที่การใช้ภาพรังสีในการวัดความยาวคลองรากฟัน ได้ผลไม่แตกต่างจากการวัดความยาวรากฟันด้วยวิธีอื่นๆ (Subramanium และคณะ, 2005)

การละลายของรากฟันน้ำนมทำให้ส่วนที่แคบที่สุด (apical constriction) ของคลองรากฟันถูกทำลายไป และหากการละลายเป็นลักษณะปลายตัดเฉียง จะทำให้เกิดตำแหน่งขอบบนสุดและขอบล่างสุดของรูเปิดปลายรากฟัน ซึ่งตำแหน่งที่เราต้องการในการอุดคลองรากฟันเพื่อไม่ให้วัสดุอุดเกินออกไปยังปลายราก คือตำแหน่งขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟัน เมื่อพิจารณาจากภาพรังสีจะพบว่า เราสามารถมองเห็นตำแหน่งปลายสุดของรากฟันได้ ในกรณีที่ไม่มีการละลายของรากฟัน หรือมีการละลายในแนวราบ ตำแหน่งรูเปิดปลายรากฟัน จะเป็นตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งปลายสุดของรากฟันในภาพรังสี หากการละลายของปลายรากฟันเป็นการละลายในแนวดิ่ง ตำแหน่งขอบบนสุดของรูเปิดปลายคลองรากฟันจะไม่เป็นตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งปลายสุดของคลองรากฟันในภาพรังสี แต่จะอยู่สูงกว่าตำแหน่งปลายสุดของรากฟันในภาพรังสี ซึ่งตำแหน่งขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟันนี้ จะอยู่สูงกว่าตำแหน่งปลายรากฟันมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับทิศทางการลายของรากฟัน หากมีการละลายในแนวดิ่งมาก ตำแหน่งขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟันจะยิ่งอยู่สูงกว่าตำแหน่งปลายรากฟันในภาพรังสีมาก และอาจมองไม่เห็นตำแหน่งขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟันบนภาพรังสีได้ โดยเฉพาะในกรณีที่การละลายของรากฟันเกิดในแนวใกล้แก้ม-ใกล้ลิ้น

เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ สามารถระบุตำแหน่งขอบบนสุดของรูเปิดปลายรากฟันได้ เนื่องจากหลักการทำงานของเครื่อง เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ อาศัยการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนระหว่างกระแสไฟฟ้า 2 ความถี่ในการกำหนดตำแหน่งปลายรากฟัน (Kobayashi และ Suda, 1994) เมื่อ ใส่ไฟล์ลงในคลองรากฟัน และต่อเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าให้ครบวงจร เครื่องจะประมวลความต้านทานไฟฟ้า 2 ค่าออกมา เป็นระยะจากปลายไฟล์ถึงรูเปิดปลายรากฟัน และจากการศึกษาของ Kaufman และคณะ (1997) ที่พบว่าเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า สามารถตรวจหาตำแหน่งรอยทะลุ (perforation) ของรากฟันได้ แม้ตำแหน่งรูทะลุนั้นจะไม่ใช่จุดที่แคบที่สุดของคลองรากฟันทางกายวิภาคก็ตาม จะเห็นได้ว่าเครื่องเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งรูเปิดปลายรากฟัน ไมใช่ตำแหน่งแคบที่สุดของคลองรากฟัน ดังนั้นจึงสามารถใช้เครื่องเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ มาศึกษาในฟันน้ำนมได้ แม้ว่ารากฟันน้ำนมจะมีการละลายตัวอยู่ตลอดเวลาทำให้ไม่มีจุดแคบสุดของคลองรากฟันตามลักษณะทางกายวิภาค

การเลือกตำแหน่งอ่านค่าจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้านั้น มีการศึกษาความแม่นตรงของเครื่องที่แตกต่างกันไป คืออ่านค่าที่ตำแหน่ง 0.5 บาร์ หรือที่ตำแหน่งเอเพกซ์ ส่วนใหญ่พบว่าการอ่านค่าที่ตำแหน่งเอเพกซ์ มีความแม่นตรงสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการอ่านค่าที่ 0.5 บาร์ เมื่อเทียบกับรากฟันจริง และการละลายของรากฟันไม่มีผลต่อความแม่นตรงของเครื่อง (เกศวลี ชลิตังกูร และ สมหมาย ชอบอิสระ, 2548; อรอุมา อังวราวงศ์ และคณะ, 2546; Angwaravong และ Panitvisai, 2009) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ตำแหน่งที่หน้าจอของเครื่องอ่านค่าที่ เอเพกซ์ เพื่อให้การละลายของรากฟันไม่มีผลต่อความแม่นตรงของเครื่อง

จากการศึกษาของ Nguyen และคณะ (1996) พบว่าขนาดของไฟล์ไม่มีผลต่อความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ไฟล์ที่มีขนาดเหมาะสมกับรูเปิดปลายรากฟัน คือไฟล์ขนาด 15 และ 20 ในการวัดความยาวคลองรากฟันทั้ง 2 วิธี เพื่อให้วัดได้สะดวก และสามารถมองเห็นปลายไฟล์ได้ชัดเจนบนภาพรังสี

การป้องกันความคลาดเคลื่อนในการหาค่าความยาวทั้ง 2 วิธี ที่อาจเกิดจากการวัดระยะจากตำแหน่งของแผ่นยางซิลิโคน ถึงตำแหน่งปลายไฟล์ ในการศึกษานี้ควบคุมโดยการตัดฟันให้เป็นระนาบให้ตั้งฉากกับแนวแกนไฟล์ให้เป็นระนาบที่ยางซิลิโคนสัมผัสผิวฟันได้เท่ากันโดยตลอด กรอฟันให้เป็นร่องตามแนวไฟล์ เพื่อให้ใส่ไฟล์ครั้งหลังได้ที่ตำแหน่งเดิมทุกครั้ง และใช้เป็นตำแหน่งอ้างอิงเดียวกันสำหรับการวัดทั้ง 2 วิธี และใช้วัสดุคอมโพสิตความหนืดต่ำชนิดแข็งตัวด้วยแสง

ยึดแผ่นยางซิลิโคนให้ติดแน่นกับด้ามไฟล์ เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของแผ่นยางซิลิโคนขณะวัด ทำให้ลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น การถ่ายภาพรังสีในกรณีที่มีการซ้อนทับกันของรากฟัน เช่น รากฟันด้านใกล้กลาง-ใกล้แก้ม (MB root) ซึ่งซ้อนทับกับรากฟันด้านใกล้กลาง-ใกล้ลิ้น (ML root) จะถ่ายภาพรังสีแยกกัน เพื่อให้มองเห็นปลายไฟล์ และปลายรากฟันบนภาพรังสีได้ชัดเจน ส่วนการคำนวณความยาวคลองรากฟันจากภาพรังสี จะมีการกำหนดตำแหน่งปลายไฟล์ ปลายรากฟัน และตำแหน่งอ้างอิงบนภาพรังสี โดยมีการทำซ้ำในภาพรังสีเดิม (ภาคผนวก ค) ซึ่งตำแหน่งอ้างอิงนั้นผู้วิจัยได้ติดแผ่นอลูมิเนียมไว้ที่ด้านล่างของแผ่นยางซิลิโคนด้วย ทำให้สามารถมองเห็นตำแหน่งอ้างอิงบนภาพรังสีได้ชัดเจน

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากเมื่อใช้ตำแหน่งปลายสุดของรากฟันกรามน้ำนมในภาพรังสีเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ อ่านค่าที่ เอเพกซ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Katz และคณะ (1996) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรากฟันที่นำมาศึกษานั้น ต้องมีการละลายของรากฟันไม่เกิน 1 ใน 3 ของความยาวรากฟันเฉลี่ยในทุกรากฟันของฟันแต่ละซี่ และไม่มีพยาธิสภาพบริเวณปลายรากฟัน ทำให้ผู้ป่วยเด็กที่สามารถเข้าร่วมการศึกษานี้ได้มีช่วงอายุที่ไม่แตกต่างกันมาก คือมีอายุตั้งแต่ 4 ปี 10 เดือน ถึง 7 ปี 2 เดือน โดยมีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 5 ปี 7 เดือน ส่งผลให้รากฟันที่นำมาศึกษานั้น อาจไม่มีการละลายหรือมีการละลายของรากฟันเพียงเล็กน้อย ตำแหน่งของรูเปิดปลายรากฟันจึงเป็นตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งปลายรากฟันบนภาพรังสี ทำให้ค่าที่ได้จากการวัดทั้ง 2 วิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือรากฟันกรามน้ำนมบน และรากฟันกรามน้ำนมล่าง พบว่าค่าความยาวที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแตกต่างกัน โดยมีค่าตั้งแต่ -0.98 ถึง 1.97 มิลลิเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างการวัด 2 วิธี เท่ากับ 0.30 $\pm$ 0.94 มิลลิเมตร ในรากฟันกรามน้ำนมบน และค่าความยาวที่แตกต่างกันระหว่างวิธีวัด 2 วิธีในช่วง $\pm$ 1 มิลลิเมตร เท่ากับร้อยละ 65.22 ส่วนในรากฟันกรามน้ำนมล่าง ค่าความยาวที่ได้จากทั้ง 2 วิธีแตกต่างกัน โดยมีค่าตั้งแต่ -0.98 ถึง 1.54 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างการวัด 2 วิธี เท่ากับ 0.21 $\pm$ 0.77 มิลลิเมตร และค่าความยาวที่แตกต่างกันระหว่างวิธีวัด 2 วิธีในช่วง $\pm$ 1 มิลลิเมตร เท่ากับร้อยละ 82.35 จะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างระหว่างการวัดความยาวรากฟันกรามน้ำนมทั้ง 2 วิธี ในฟันบน มีความแตกต่างและค่าความแปรปรวนมากกว่าในฟันล่าง แต่มีค่าร้อยละของความยาวที่แตกต่างกันระหว่างวิธีวัด 2 วิธีในช่วง $\pm$ 1 มิลลิเมตร น้อยกว่าฟันล่าง ซึ่งน่าจะมาจาก

การใช้ภาพรังสีรอบปลายรากกรามน้ำนมบน ที่มีเทคนิคในการถ่ายภาพที่ยุ่งยากมากกว่าในฟันล่าง เช่น การวางฟิล์มที่เกิดการโค้งงอ เนื่องจากมียอดโค้งเพดานปากที่ตื้น มุมในการถ่ายภาพรังสี รวมถึงการซ้อนทับกันของหน่อฟันแท้กับรากฟันกรามน้ำนมบน ทำให้การแปลผลที่ได้จากภาพรังสีคลาดเคลื่อนได้มากกว่า

จากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาจะเห็นว่า ไม่มีกลุ่มตัวอย่างที่มาจากรากฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สองเลย เนื่องจากไม่มีภาพรังสีรอบปลายรากของฟันกรามน้ำนมซี่ที่สองที่ชัดเจนเพียงพอในการนำมาใช้คำนวณค่าความยาวรากฟันเพื่อเปรียบเทียบกับวิธีใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าได้ เพราะมีการซ้อนทับของหน่อฟันแท้ หรือเกิดการยืดยาว ของภาพรังสี ทำให้มองไม่เห็นปลายรากฟัน จึงจำเป็นต้องตัดออกจากการศึกษา ซึ่งฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สองนี้น่าจะเป็นซี่ที่มีข้อจำกัดในการหาความยาวคลองรากฟันจากภาพรังสี

อย่างไรก็ตาม ภาพรังสียังจำเป็นต้องใช้เพื่อการวินิจฉัย และมองเห็นภาพรวมของฟันก่อนการรักษา โดยภาพรังสีจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวน ลักษณะทางกายวิภาคของคลองรากฟัน และพยาธิสภาพรอบปลายรากฟัน จากการศึกษานี้พบว่าค่าความยาวคลองรากฟันที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพถ่ายรังสี และวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในกรณีที่การถ่ายภาพรังสีมีข้อจำกัดเช่น ผู้ป่วยไม่สามารถให้ความร่วมมือในการถ่ายภาพรังสี อาเจียนง่าย มียอดโค้งเพดานปากที่ตื้น มีลิ้นขนาดใหญ่ มีพื้นช่องปากตื้น ตำแหน่งของซี่ฟันที่อยู่ลึก เช่นในฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สอง ทำให้ยากต่อการวางฟิล์มในช่องปาก และมีการซ้อนทับของโครงสร้างทางกายวิภาคอื่นๆบนภาพรังสี (Gutmann และ Leonard, 1995) ซึ่งเป็นลักษณะที่พบได้ในผู้ป่วยเด็กทั่วไป การใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเข้ามาช่วยในขั้นตอนการหาความยาวทำงาน นอกจากจะสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ไม่เกิดความเจ็บปวด มีความแม่นตรง และมั่นใจได้ว่าจะไม่ขยายออกไปเกินปลายรากฟันแล้ว ยังลดปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยจะได้รับอีกด้วย ดังนั้นการใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าน่าจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมีในงานทันตกรรมสำหรับเด็ก

สรุปผลการวิจัย

กรณีที่รากฟันไม่มีการละลายหรือมีการละลายเพียงเล็กน้อย ค่าเฉลี่ยความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก เปรียบเทียบกับความยาวที่วัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเมื่ออ่านค่าที่ตำแหน่งเอเพกซ์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งค่าความยาวคลองรากฟันเฉลี่ยที่ได้จากวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากมากกว่าค่าที่วัดได้จากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเท่ากับ 0.26 ± 0.86 มิลลิเมตร

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าในการวัดความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนม นอกจากจะใช้ได้ง่าย สะดวก ปลอดภัย และ ไม่เกิดความเจ็บปวดแก่ผู้ป่วยเด็กแล้ว ยังเป็นการลดปริมาณรังสีที่ได้รับในขั้นตอนการรักษาด้วย แต่หากกรณีที่ไม่มีเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า จึงแนะนำให้ใช้ค่าความยาวคลองรากฟันที่คำนวณได้จากภาพรังสีรอบปลายราก แล้วลดความยาวลง 1 มิลลิเมตร เป็นความยาวทำงานในการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมีในฟันกรามน้ำนม เพื่อป้องกันไม่ให้ขยายและทำความสะอาดคลองรากเกินออกไปทำลายเนื้อเยื่อปริทันต์

2. การศึกษานี้มีจำนวนตัวอย่างเพียง 40 ราก และไม่มีตัวอย่างของรากฟันกรามน้ำนมบนซี่ที่สอง ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบวิธีวัดความยาวคลองรากฟันในฟันซี่ดังกล่าว ซึ่งน่าจะเป็นซี่ที่มีความผิดพลาดมากที่สุดในการหาความยาวทำงานจากภาพรังสี หรือเพิ่มจำนวนตัวอย่างในแต่ละซี่ฟันให้มากขึ้น หรือเพิ่มกลุ่มตัวอย่างที่มีการละลายของรากฟันในแนวดิ่ง เพื่อศึกษาว่าความยาวคลองรากฟันที่ได้จาก 2 วิธีนี้แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

3. การศึกษานี้ไม่สามารถบอกได้แน่นอนว่า วิธีใดสามารถวัดความยาวได้ใกล้เคียงกับความยาวรากฟันจริงมากที่สุด หากต้องการทราบว่าวิธีใดมีความแม่นตรงมากกว่า ในการศึกษาต่อไปอาจต้องถอนฟันออกมาเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับค่าความยาวฟันจริงได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกศวลี ชลิตังกูร และ สมหมาย ชอบอิสระ. ความแม่นตรงของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าทางคลินิกในฟันน้ำนม. วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์.55 (มกราคม-เมษายน 2548): 14-23.

ชญาน์ทิพ ศรีรัฐ และ สมหมาย ชอบอิสระ. ความแม่นของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้าเดนต้าพอร์ตซีเอกซ์ในฟันน้ำนม. วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์. 56 (กรกฎาคม-สิงหาคม 2549): 290-299.

อรอุมา อังวราวงศ์, สมหมาย ชอบอิสระ และ ปิยาณี พาณิชย์วิสัย. ความแม่นตรงของเครื่องวัดความยาวรากฟันรูทซีเอกซ์ในฟันน้ำนม.วิทยาสารทันตแพทยศาสตร์.53 (มีนาคม-เมษายน 2546): 79-90.

ภาษาอังกฤษ

American Association of Endodontics. Glossary-Contemporary terminology for endodontics. 5th ed. Chicago, 1994 pp. 5.

Andreason, J.O. Luxation of permanent teeth due to trauma: A clinical and radiographic follow-up study of 184 injured teeth. Scand Dent Res 78 (1970): 273-286.

Angwaravong, O.; and Panitvisai, P. Accuracy of an electronic apex locator in primary teeth with root resorption. Int Endod J 42 (2009): 115–121.

Baker, B.C.W.; Parsons, K. C.; Williams, G.L.; Mills, P.R. Anatomy of root canals: IV deciduous teeth. Aust Dent J 20 (1975):101-106.

Bramante, C. M.; and Berbert, A. A critical evaluation of some methods of determining toth length. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 37 (1974): 463-473.

Bregman, R. C. A mathematical method of determining the length of a tooth for root canal treatment and filling. J Can Dent Assoc. 16 (1950): 305-306.

Camp, J.H; and Fuks, A.B. Pediatric Endodontics: Endodontic Treatment for the Primary and Young Permanent Dentition. In Cohen, S. and Burns, R. C, Pathway of the pulp 8 ed. St. Louis: CV Mosby,1984 pp.852-859.

Coll, J. A.; and Sadrian, R. Predicting pulpectomy success and its relationship to exfoliation and successdaneous dentition. Pediatr Dent 18 (1996): 57-63.

ElAyouti, A.; Weiger, R.; and Lost, C. The ability of Root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. J Endod 28 (2002): 116-119.

Ghaemmaghami, S.; Eberle, J.; and Duperon, D. Evaluation of the Root ZX apex locator in primary teeth. Pediatr Dent 30 (2008): 496-498

Goerig, A. C.; and Camp, J. H. Root canal treatment in primary teeth: a review. Pediatr Dent 5 (1983): 33-37.

Gordon, M. P. J.; and Chandler, N. P. Electronic apex locators: Review. Int Endod J 37 (2004): 425-437.

Gutmann, J. L.; and Leonard, J. E. Problem solving in endodontic working length determination. Compend Contin Educ Dent 16 (1995): 288-302.

Holan, G.; and Fuks, A. B. A comparision of pulpectomies using ZOE and KRI paste in primary molars: a retrospective study. Pediatr Dent 15 (1993): 403-407

Ingle, J. I.; and Taintor, J. F. Endodontics, 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1985, pp 188-195.

Ingle, J. I.; Backland, L. K.; and Baumgartner, J. C. Ingle's Endodontics 6 Ontario: BC Decker Inc, 2008, pp 923-930.

Katz, A.; Mass, E.; and Kaufman, A.Y. Electronic apex locator: a useful tool for root canal treatment in primary dentition. J Dent Child 63 (1996): 415-417.

Kaufman, A.Y.; Fuss, Z.; Keila, S.; and Waxenberg, S. Reliability of different electronic apex locators to detect root perforations in vitro. Int Endod J 30 (November 1997): 403-407.

Kielbassa, A. M.; Muller, U.; Munz, I.; and Monting, J. S. Clinical evaluation of the measuring accuracy of ROOT ZX in primary teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 95 (2003): 94-100.

Kobayashi, C. Electronic canal length measurement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 79 (February 1995): 226-231.

Kobayashi, C.; and Suda, H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. J Endod 20 (March 1994): 111-114.

Kuttler, Y. Microscopic investigation of root apexes. JADA 50 (May 1955): 544-552.

Leonardo, M. R.; Silva, L. A. B.; Nelson-Filho, P.; Silva, R. A. B.; and Raffaini, M. S. G. G. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. Int Endod J 41 (2008): 317–321.

Mathewson, R. J.; Primosch, R. E.; and Morrison J. T. Fundamentals of Pediatric Dentistry 3rd ed. Quintessesce: Chicago,1995 pp. 275-284

Mente, J.; Seidel, J.; Buchalla, W.; and Koch, M. J. Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. Int Endod J 35 (2002): 447–452.

Motskovitz, M.; Sammara, E.; and Holan, G. Success rate of root canal treatment in primary molars. J Dent 33 (2005): 41-47.

Nguyen,H.Q.; Kaufman, A.Y.; Komorowski, R.C.; and Friedman, S. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. Int Endod J 29 (November 1996): 359-364.

Oberaztyn, A. Experimental investigation of factors causing resorption of decideous teeth. J Dent Res 12 (1963): 660-674.

Prove, S. A.; Symson, A. L.; and Mayers I. A. Physiological root resorption of primary molars. J Clin Pediatr Dent 16 (1992): 202-206.

Rimondini, L.; and Baroni, C. Morphologic criteria for root canal treatment of primary molars undergoing resorption. Endod Dent Traumatol 11 (1995):136-141.

Sari, S.; and Okte, Z. Success rate of Sealapex in root canal treatment for primary teeth: 3-year follow-up. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 105 (2008): e93-96.

Stein, T. J.; and Corcoran, J. F. Radiographic “Working length“ revisited. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 74 (1992): 796-800.

Subramanium, P.; Konde, S.; and Mandanna, D. K. An in vitro comparison of root canal measurement in primary teeth. J Indian Soc Pedod Prev Dent 23 (2005): 124-125.

Wu, M. K.; Wesselink, P. R.; and Walton, R. E. Apical terminus location of root canal treatment procedures. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 89 (2000): 99-103.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เอกสารพิจารณาจริยธรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No. 23 / 2010

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	: Periapical Radiograph and Electronic Apex Locator in Determining Root Length in Primary Molars
Study Code	:-
Center	: Chulalongkorn University
Principle Investigator	: Dr. Suchaya Tangtham
Protocol Date	: March 19, 2010
Document Reviewed	: March 31, 2010

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

Assistant Professor Dr.Suchit Poolthong
Associate Dean for Research and International Affairs

Date of Approval	: April 8, 2010
Approval Expires	: April 8, 2012

*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.

ข้อพิจารณาปัญหาทางจริยธรรม

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยของคณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลขที่ 23/2010 และไม่มีปัญหาทางจริยธรรม เนื่องจาก

1. ผู้ป่วยเด็กที่มารับการรักษาที่ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จะได้รับการตรวจวินิจฉัยจากทันตแพทย์อื่นที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้วิจัย เพื่อเป็นการป้องกันอคติที่อาจเกิดขึ้นจากการหาผู้ป่วยมาเป็นตัวอย่าง กรณีที่ผู้ป่วยมีลักษณะรอยโรคที่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ ทันตแพทย์ผู้วิจัยจะขออนุญาตผู้ปกครองทำการวิจัยต่อไป ผู้ปกครองจะยินยอมหรือปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัยได้ตามความสมัครใจโดยไม่มีการบังคับ และมีการลงนามยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร ผู้ปกครองสามารถบอกเลิกการยินยอมเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ในเวลาใดก็ได้ และในกรณีที่เด็กไม่ร่วมมือตั้งแต่ก่อนเริ่มทำ หรือในขณะทำ จะหยุดทำในทันที จะไม่มีการบังคับฝืนใจเพื่อทำการศึกษา

2. มีการศึกษาที่ทำในมนุษย์และทำในฟันน้ำนมใกล้เคียงกับการศึกษานี้หลายการศึกษา (Kielbassa และคณะ 2003; เกศวลี ชลิตังกูร และ สมหมาย ชอบอิสระ, 2548; ชญาน์ทิพ ศรีรัฐ และ สมหมาย ชอบอิสระ, 2549; Ghaemmaghami และคณะ, 2008) โดยให้ความแม่นตรงในการวัดค่อนข้างสูง เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีปริมาณกระแสไฟเพียง 10 ไมโครแอมแปร์ (μA) น้อยกว่ากระแสไฟของเครื่องวัดความมีชีวิตของฟัน (Electrical pulp tester) ที่ใช้ทดสอบในผู้ป่วยเด็กที่ได้รับอุบัติเหตุกับฟัน ซึ่งให้กระแสไฟ 29 มิลลิแอมแปร์ (mA) จะเห็นได้ว่าเครื่องเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ให้กระแสไฟน้อยกว่าเครื่องวัดความมีชีวิตของฟันถึง 29,000 เท่า จึงไม่มีผลต่อหน่อฟันแท้ข้างใต้ และยังสามารถใช้ได้ง่าย ไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวด (J.Morita Mfg.Corp,operation) อีกทั้งในขั้นตอนการวิจัย จะมีการใส่ยาชา และแผ่นยางกันน้ำลายทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำหรือเครื่องมือหล่นลงคอเด็ก ซึ่งเป็นอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

3. การถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้ฟิล์มที่มีความไวจัดอยู่ในกลุ่มความไวแสงสูงชนิด ultra speed (speed group D) เบอร์ 0 ซึ่งเป็นฟิล์มที่ใช้เป็นประจำในคลินิกของภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปริมาณรังสีที่ใช้ในการถ่ายภาพ จะเป็นปริมาณรังสีสำหรับผู้ป่วยเด็ก ก่อนการถ่ายภาพรังสีผู้ป่วยเด็ก ทันตแพทย์และผู้ช่วยทันตแพทย์จะต้องใส่เสื้อตะกั่ว (lead apron) ป้องกันรังสีทุกครั้ง ในผู้ป่วยเด็กจะมีแผ่น

กันรังสีบริเวณต่อมไทรอยด์ (thyroid collar) ปิดบริเวณคอของผู้ป่วยเด็กด้วย กระบอกถ่ายภาพรังสีจะมีแผ่นกรองรังสี (collimator) เพื่อให้ลำรังสีมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดของฟิล์ม และขณะถ่ายภาพรังสีจะมีอุปกรณ์ช่วยยึดฟิล์ม หรือให้ผู้ป่วยเด็กกัด เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนอื่นๆของผู้ป่วยได้รับรังสีโดยไม่จำเป็น

ภาคผนวก ข
หนังสือชี้แจงรายละเอียดงานวิจัยและเอกสารยินยอมให้เข้าร่วมงานวิจัย

ข้อมูลและรายละเอียดเกี่ยวกับการทำวิจัยที่ใช้ประกอบ
การพิจารณาเข้าร่วมโครงการ (Inform consent)

หัวข้อวิจัยเรื่อง: การเปรียบเทียบความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

เรียนผู้ปกครองของผู้ป่วยทุกท่าน

1. โครงการนี้เป็นการศึกษาเปรียบวิธีวัดความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า อ่านค่าที่ตำแหน่ง APEX โดยการศึกษาในฟันกรามน้ำนมของมนุษย์ ซึ่งเป็นฟันที่ผุทะลุโพรงประสาทฟัน และจำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วยการรักษาคลองรากฟัน
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
   เพื่อศึกษาวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากเปรียบเทียบกับเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ในการวัดความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนม ในการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมี
3. ฟันน้ำนมที่ทำการศึกษาวิจัย
   เป็นฟันที่มีการผุทะลุโพรงประสาทฟันซึ่งจำเป็นต้องได้รับการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมี โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการรักษาเหมือนขั้นตอนการรักษาฟันน้ำนม ภายใต้การใช้ยาชา 2% mepivacaine with 1:100,000 epinephrine และใส่แผ่นยางกันน้ำลาย ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 60-90 นาที ขึ้นอยู่กับจำนวนรากที่ใช้ทดสอบได้ โดยอาสาสมัครจะได้รับการรักษาฟันซี่ใกล้เคียงกับฟันที่ทำการทดสอบไปพร้อมกันตามความเหมาะสม และจะได้รับการยกเว้นค่าใช้จ่ายในการรักษาครั้งนี้
4. ประโยชน์ที่ได้รับจากผลงานวิจัย
   เพื่อให้ทันตแพทย์ทราบถึงความแตกต่าง และข้อจำกัดของการวัดความยาวคลองรากฟันระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก และใช้เครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า ในการรักษาประสาทฟันพัลเพคโตมีในฟันกรามน้ำนม เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยทันตแพทย์นำมาใช้ในการหาความยาวทำงานในการรักษาประสาทฟันน้ำนม เพื่อให้การรักษามีประสิทธิภาพ สะดวก รวดเร็ว และลดผลกระทบจากภาพรังสี

5. การเข้าร่วมเป็นอาสาสมัครในโครงการวิจัย เป็นการเข้าร่วมโดยสมัครใจ และอาสาสมัครอาจปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือสามารถถอนตัวออกจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องได้รับโทษ หรือสูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ
6. ผู้กำกับดูแลการวิจัย ผู้ตรวจสอบ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม สามารถเข้าไปตรวจสอบบันทึกข้อมูลทางการแพทย์ของอาสาสมัคร เพื่อเป็นการยืนยันถึงขั้นตอนในการวิจัยทางคลินิกและข้อมูลอื่นๆ โดยไม่ล่วงละเมิดเอกสิทธิ์ในการปิดบังข้อมูลของอาสาสมัคร ตามกรอบที่กฎหมายและระเบียบได้อนุญาตไว้ นอกจากนี้โดยการเซ็นให้ความยินยอม อาสาสมัคร หรือผู้แทนตามกฎหมายมีสิทธิตรวจสอบและมีสิทธิที่จะได้รับข้อมูลด้วยเช่นกัน
7. อาสาสมัครจะได้รับการปกปิด ยกเว้นว่าได้รับความยินยอมไว้โดยกฎระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้องเท่านั้น จึงจะเปิดเผยข้อมูลแก่สาธารณชนได้ ในกรณีที่ผลการวิจัยได้รับการตีพิมพ์ ชื่อและที่อยู่ของอาสาสมัครจะต้องได้รับการปกปิดอยู่เสมอ โดยมีข้อความระบุว่าอาสาสมัครหรือผู้แทนตามกฎหมายจะได้รับแจ้งโดยทันท่วงทีในกรณีที่มีข้อมูลใหม่ซึ่งอาจใช้ประกอบการตัดสินใจของอาสาสมัครว่าจะยังคงเข้าร่วมโครงการวิจัยต่อไปได้หรือไม่
8. หากท่านมีข้อสงสัยประการใดกรุณาติดต่อผู้วิจัย ทพญ. สุชยา ตั้งธรรม นิสิตปริญญาโทและวุฒิบัตร ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร. 089-9219762

หนังสือยินยอมให้เข้าร่วมการวิจัย

ข้าพเจ้า..... ที่อยู่.....

.....

เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อสะดวก.....

เป็นผู้ปกครองของ ดช./ ดญ. .....เกี่ยวข้องเป็น.....

ได้ทราบวัตถุประสงค์ ขั้นตอนและวิธีการวิจัย ผลดีและผลเสียของการเข้าร่วมการศึกษาวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

ข้าพเจ้ายินดีและอนุญาตให้ ดช./ ดญ. ..... เข้าร่วมการศึกษาวิจัยนี้

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ปกครอง

<u>กรุณาตอบคำถามเกี่ยวกับประวัติทางการแพทย์ของบุตรหลานท่านตามข้อมูลด้านล่างนี้</u>

1. บุตรหลานของท่านมีโรคประจำตัวดังต่อไปนี้หรือไม่

   ☐ โรคหัวใจ ☐ โรคเลือด ☐โรคตับ ☐โรคไต

   ☐ โรคหอบหืด ☐โรคลมชัก ☐อื่นๆ(ระบุ).....

   ☐ไม่มีโรคประจำตัวใดๆ

2. บุตรหลานของท่านเคยเข้ารับการนอนรักษาตัวในโรงพยาบาลหรือไม่ ☐เคย ☐ไม่เคย
3. บุตรหลานของท่านแพ้ยาอะไรหรือไม่ ☐ไม่แพ้ ☐ แพ้ (โปรดระบุชื่อยา).....
4. บุตรหลานของท่านเคยได้รับการรักษาทางทันตกรรมมาก่อนหรือไม่ ☐ เคย ☐ไม่เคย
5. บุตรหลานของท่านเคยมีอาการแพ้ยาชาที่ใช้ในการทำฟันหรือไม่

   ☐เคย ☐ไม่เคย ☐ไม่ทราบ

เอกสารยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent Form)

หัวข้อวิจัยเรื่อง: การเปรียบเทียบความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจ ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นผลสรุปการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกระทำได้ในเฉพาะกรณีจำเป็น ด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น

ผู้วิจัยรับรองว่าหากเกิดอันตรายใดๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาลโดยไม่คิดมูลค่า

ข้าพเจ้ารับทราบข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)

วันที่ให้ความยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหนังสือได้ แต่ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในใบยินยอมนี้ให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือขวาของข้าพเจ้าในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)

วันที่ให้ความยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ในกรณีที่ผู้ถูกทดลองยังไม่บรรลุนิติภาวะ จะต้องได้รับการยินยอมจากผู้ปกครองหรือผู้มีอุปการะโดยชอบด้วยกฎหมาย

ลงนาม.....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)

วันที่ให้ความยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารยกเลิกการยินยอมเข้าร่วมวิจัย (Withdrawal Form)

หัวข้อวิจัยเรื่อง: การเปรียบเทียบความยาวคลองรากฟันกรามน้ำนมระหว่างวิธีคำนวณจากภาพรังสีรอบปลายรากกับวิธีวัดจากเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า

เหตุผลในการยกเลิกการยินยอมเข้าร่วมวิจัย

- ☐ ย้ายภูมิลำเนา
- ☐ ไม่สะดวกในการเดินทาง
- ☐ เหตุผลอื่น

.....

.....

ลงนาม.....ผู้ยกเลิกการยินยอม

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....พยาน

(.....)

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(.....)

วันยกเลกการยินยอมเข้าร่วมวิจัย วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลดิบ

ค่าเฉลี่ยความยาวรากฟัน (40ราก)

ลำดับ	ซี่ฟัน	รากฟัน	อายุ		ค่าเฉลี่ยความยาว (มิลลิเมตร)		
			ปี	เดือน	คำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก	เครื่องเดนต้าพอร์ท ซีเอกซ์ อ่านค่า apex	ผลต่างระหว่าง 2 วิธี
1	#54	MB	6	4	15.24	14.71	0.53
2		Pa	6	4	14.27	13.88	0.39
3	#64	MB	6	8	13.29	11.31	1.97
4		DB	6	8	11.69	11.84	-0.15
5	#64	MB	5	6	12.39	12.53	-0.14
6		DB	5	6	10.88	11.86	-0.98
7		Pa	5	6	13.72	11.88	1.84
8	#54	MB	5	0	12.69	11.68	1.01
9		DB	5	0	11.77	10.58	1.18
10		Pa	5	0	12.56	11.32	1.24
11	#54	MB	5	3	12.02	12.94	-0.92
12	#54	MB	6	1	16.98	16.81	0.16
13		DB	6	1	14.06	14.34	-0.28
14		Pa	6	1	15.83	15.64	0.19
15	#64	MB	6	1	16.23	16.15	0.08
16		DB	6	1	14.86	15.11	-0.25
17		Pa	6	1	17.07	17.32	-0.25
18	#54	MB	4	10	13.61	14.55	-0.94
19		DB	4	10	14.13	12.95	1.17
20		Pa	4	10	15.00	13.37	1.63
21	#64	MB	4	10	15.40	16.37	-0.97
22		DB	4	10	14.47	15.23	-0.76
23		Pa	4	10	14.93	13.75	1.18
24	#84	DB	7	2	12.43	12.42	0.01
25	#74	MB	5	0	17.31	17.10	0.22
26		DL	5	0	13.94	13.46	0.49
27	#74	MB	5	4	14.98	15.11	-0.13

ค่าเฉลี่ยความยาวรากฟัน (40 ราก) ต่อ

ลำดับ	ซี่ฟัน	รากฟัน	อายุ		ค่าเฉลี่ยความยาว (มิลลิเมตร)		
			ปี	เดือน	คำนวณจากภาพรังสีรอบปลายราก	เครื่องเดนต้าพอร์ท ซีเอกซ์ อ่านค่า apex	ผลต่างระหว่าง 2 วิธี
28	#74	DB	5	4	14.08	14.52	-0.44
29		DL	5	4	13.54	12.05	1.50
30	#85	MB	7	2	15.25	14.45	0.80
31		ML	7	2	14.21	15.04	-0.83
32	#85	MB	6	11	15.11	14.96	0.14
33		DB	6	11	15.01	14.28	0.73
34	#75	MB	5	3	15.95	15.62	0.32
35		DB	5	3	17.26	17.04	0.22
36		DL	5	3	16.95	15.41	1.54
37	#85	MB	5	3	15.19	15.97	-0.78
38		ML	5	3	15.88	16.85	-0.98
39		DB	5	3	17.02	15.85	1.17
40		DL	5	3	16.30	16.73	-0.43
Mean	-	-	5	7	14.59	14.32	0.26
SD	-	-	0	8.89	1.69	1.88	0.86
Min	-	-	4	10	10.88	10.58	-0.98
Max	-	-	7	2	17.31	17.32	1.97

รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ SPSS ของกลุ่มตัวอย่าง รวม 40 คลองรากฟัน

T-Test

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Radiographic apex	14.5875	40	1.68913	.26707
	EAL (apex)	14.3245	40	1.88190	.29755

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Radiographic apex & EAL(apex)	40	.888	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Radiographic apex & EAL(apex)	.26300	.86432	.13666	-.01342	.53942	1.924	39	.062

การทดสอบความแม่นยำในการวัด

1. **ความแม่นยำของผู้วัด** (intra-examiner reliability)

ทดสอบความแม่นยำในการวัดความยาวไฟล์ในคลองรากฟันจากเครื่องเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ ความยาวไฟล์และความยาวรากฟันบนภาพรังสี ซึ่งวัดด้วยเวอร์เนียร์ แคลิปเปอร์ส

ความแม่นยำของการวัดความยาวไฟล์ที่วัดจากเครื่องเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	ไฟล์ตัวที่1 วัดครั้งที่ 1	14.1695	40	2.04208	.32288
	ไฟล์ตัวที่1 วัดครั้งที่ 2	14.1783	40	2.03427	.32165
Pair 2	ไฟล์ตัวที่2 วัดครั้งที่1	14.2698	40	1.94812	.30803
	ไฟล์ตัวที่2 วัดครั้งที่2	14.2798	40	1.93559	.30604
Pair 3	ไฟล์ตัวที่3 วัดครั้งที่ 1	14.2338	40	1.93738	.30633
	ไฟล์ตัวที่3 วัดครั้งที่ 2	14.2403	40	1.93509	.30596

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ไฟล์ตัวที่1วัดครั้งที่ 1& ไฟล์ตัวที่1 วัดครั้งที่ 2	40	.999	.000
Pair 2	ไฟล์ตัวที่2 วัดครั้งที่1& ไฟล์ตัวที่2 วัดครั้งที่2	40	.999	.000
Pair 3	ไฟล์ตัวที่3 วัดครั้งที่ 1& ไฟล์ตัวที่3 วัดครั้งที่ 2	40	.999	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	ไฟล์ตัวที่1 วัดครั้งที่ 1 & วัดครั้งที่ 2	-.00875	.07528	.01190	-.03283	.01533	-.735	39	.467
Pair 2	ไฟล์ตัวที่2 วัดครั้งที่ 1 & วัดครั้งที่ 2	-.01000	.07858	.01242	-.03513	.01513	-.805	39	.426
Pair 3	ไฟล์ตัวที่3 วัดครั้งที่ 1 & วัดครั้งที่ 2	-.00650	.06499	.01028	-.02728	.01428	-.633	39	.531

ความแม่นยำของการวัดความยาวไฟล์ที่ใส่ในคลองรากขณะถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟัน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	วัดครั้งที่ 1	14.4730	40	1.76506	.27908
	วัดครั้งที่ 2	14.4863	40	1.77215	.28020

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	วัดครั้งที่ 1& วัดครั้งที่ 2	40	.999	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	วัดครั้งที่ 1& วัดครั้งที่ 2	-.01325	.07360	.01164	-.03679	.01029	-1.139	39	.262

ความแม่นยำของการวัดความยาวไฟล์บนถ่ายภาพรังสีรอบปลายรากฟัน

Paired Samples Statistics file tip on film

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	วัดครั้งที่	13.9948	40	2.03402	.32161
	วัดครั้งที่ 2	14.0130	40	2.03708	.32209

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	วัดครั้งที่ 1& วัดครั้งที่ 2	40	.995	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	วัดครั้งที่ 1& วัดครั้งที่ 2	-.01825	.20002	.03163	-.08222	.04572	-.577	39	.567

ความแม่นยำของการวัดความยาวรากฟันภาพรังสีรอบปลายรากฟัน

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	วัดครั้งที่ 1	14.1245	40	1.99792	.31590
	วัดครั้งที่ 2	14.1103	40	2.00841	.31756

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	วัดครั้งที่ 1& วัดครั้งที่ 2	40	.992	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	วัดครั้งที่ 1& วัดครั้งที่ 2	.01425	.25741	.04070	-.06807	.09657	.350	39	.728

2. ความแม่นยำของเครื่องกำหนดตำแหน่งปลายคลองรากฟันด้วยไฟฟ้า เดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์

ทดสอบด้วยการใช้เครื่องเดนต้า พอร์ท ซีเอกซ์ วัดซ้ำ 3 ครั้ง ในแต่ละคลองรากฟัน โดยใช้ไฟล์ตัวใหม่ที่มีขนาดเดียวกัน จัดให้แผ่นยางซิลิโคนสัมผัสที่ตำแหน่งอ้างอิงเดียวกันทุกครั้ง และเครื่องอ่านค่าที่ตำแหน่ง เอเพกซ์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	วัดครั้งที่ 1	14.3245	40	1.88825	.29856
	วัดครั้งที่ 2	14.3340	40	1.87793	.29693
Pair 2	วัดครั้งที่ 1	14.3245	40	1.88825	.29856
	วัดครั้งที่ 3	14.3440	40	1.86709	.29521
Pair 3	วัดครั้งที่ 2	14.3340	40	1.87793	.29693
	วัดครั้งที่ 3	14.3440	40	1.86709	.29521

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	วัดครั้งที่ 1& วัดครั้งที่ 2	40	1.000	.000
Pair 2	วัดครั้งที่ 1& วัดครั้งที่ 3	40	.997	.000
Pair 3	วัดครั้งที่ 2& วัดครั้งที่ 3	40	.997	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	วัดครั้งที่ 1- วัดครั้งที่ 2	-.00950	.04278	.00676	-.02318	.00418	-1.404	39	.168
Pair 2	วัดครั้งที่ 1- วัดครั้งที่ 3	-.01950	.14636	.02314	-.06631	.02731	-.843	39	.405
Pair 3	วัดครั้งที่ 2- วัดครั้งที่ 3	-.01000	.15089	.02386	-.05826	.03826	-.419	39	.677

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ทันตแพทย์หญิง สุชยา ตั้งธรรม เกิดเมื่อวันที่1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาที่โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จบการศึกษาทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2548

หลังสำเร็จการศึกษาเป็นทันตแพทย์ ได้เข้ารับราชการเป็นทันตแพทย์ระดับ 4 ที่โรงพยาบาลเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง 2551 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทันตกรรมสำหรับเด็ก ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551