



ความสัมพันธ์ระหว่างความหนารากฟันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้น
ของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1



พชราวลี นันบุญตา

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ความสัมพันธ์ระหว่างความหนารากฟันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแกม-ลีน
ของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างความหนารากฟันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้น
ของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1"

ของ พชรวาลี นันบุญตา

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาทันตแพทยศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผศ. ทพญ.ดร.อุทัยวรรณ อารยะตระกูลลิขิต)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รศ. ทพญ.ดร.พิรยา ภูอภิชาติดำรง)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(รศ. ทพญ.ดร.วีรญา ตันทนาภรณ์กุล)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(รศ. ทพญ.ดร.กรชนก วยัคนานนท์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผศ. ทพญ.ดร.เกษสิริ วิศิษฐ์พรหม)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนารากฟันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้น ของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1
ผู้วิจัย	พชราวลี นันบุญตา
ประธานที่ปรึกษา	รศ. ทพญ.ดร.พีรยา ภูอภิชาติดำรง
กรรมการที่ปรึกษา	รศ. ทพญ.ดร.วีรญา ตันทนาภรณ์กุล
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ วท.ม. ทันตแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566
คำสำคัญ	ฟันกรามล่างซี่ที่ 1, ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง, ความหนารากฟัน

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนารากฟันและค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความหนารากฟันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นของรากด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1 วิธีการศึกษา: นำฟันกรามล่างซี่ที่ 1 จำนวน 30 ซี่ ประเมินโครงสร้างคลองรากฟันด้วยภาพรังสีโคนบีมซีทีแล้วนำฟันฝังลงในแบบจำลองอะคริลิกใส จากนั้นตัดรากฟันที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. ใต้งามรากฟันและที่ปลายรากฟัน 1 มม. วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้นและแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง และวัดความหนาที่บางที่สุดของผนังคลองรากฟันด้านไกลกลางและด้านใกล้กลาง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอกำลังขยาย 25 เท่า วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติและคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้วยสถิติสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนารากฟันแนวใกล้กลางและไกลกลาง ผลการศึกษา: ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้นใหญ่กว่าแนวใกล้กลาง-ไกลกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (paired t-test, $p < 0.05$) ทั้งในคลองรากฟันแก้ม-ใกล้กลางและด้านลิ้น-ใกล้กลาง ค่าของความหนารากฟันที่บางที่สุดท่ามกลางระดับที่ศึกษา (ระดับ 0-6 มม. ใต้งามรากฟัน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (one way ANOVA, $p < 0.05$) และความหนาด้านไกลกลางบางกว่าด้านใกล้กลางอย่างมีนัยสำคัญสถิติ (paired t-test, $p < 0.05$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับน้อยถึงปานกลางอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาของรากฟันด้านใกล้กลาง ในทั้งสองคลองรากฟัน สรุปผลการศึกษา: ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้นมีขนาดกว้างกว่าแนวใกล้กลาง-ไกลกลางในทุกระดับที่ศึกษา ความหนาของผนังรากฟันที่บางที่สุดส่วนใหญ่วางอยู่ด้านงามรากฟัน แต่พบด้านใกล้กลางได้ร้อยละ 30.0 และ 13.3 ในคลองรากฟันแก้ม-ใกล้กลางและด้านลิ้น-ใกล้กลางตามลำดับ และส่วนใหญ่อยู่ที่ 6 มม. ใต้งามรากฟัน ความสัมพันธ์เชิงบวกระดับน้อยถึง

ปานกลางระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้นและความหนาผนังรากฟันด้านใกล้กลาง ที่ระดับ 0-6 มม. ได้ง่ามรากฟัน อาจใช้เป็นข้อมูลสำคัญทางคลินิกในการประเมินความหนาของผนังรากที่บางที่สุดด้านใกล้กลาง ของรากใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1



Title	CORRELATION BETWEEN ROOT THICKNESS AND BUCCO-LINGUAL DIAMETER OF MESIAL ROOT CANALS OF MANDIBULAR FIRST MOLAR
Author	Phacharawalee Nanbunta
Advisor	Associate Professor Peraya Puapichartdumrong, Ph.D.
Co-Advisor	Associate Professor Weeraya Tantanapornkul, Ph.D.
Academic Paper	M.S. Thesis in Master of Sciences in Dentistry (Endodontics) - Type A 2, Naresuan University, 2023
Keywords	Mandibular first molar, root canal diameter, root thickness

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the root canal diameter, the root wall thickness and correlations in buccolingual dimension of mesial root canals in mandibular first molars. Methods: thirty human mandibular first molars were analyzed their root canal configurations using a cone beam computed tomography and then embedded in clear acrylic resin models. The root was sectioned at 0, 2, 4, and 6 mm below the furcation and 1 mm coronally to the root apex. The root canal diameter in buccolingual (BL) and mesiodistal (MD) dimension also with the smallest thickness of mesial and distal aspect of root canals were measured under a stereomicroscope at x25 magnification. The statistical differences were analyzed and the correlation coefficients were calculated using Pearson's correlation statistic between the BL diameter and the mesial and distal aspects of root thickness. Results: the BL root canal diameter was significantly larger than the MD diameter in both mesiobuccal (MB) and mesiolingual (ML) root canals (paired t-test, $p < 0.05$). The values of the smallest thickness at all studied levels (0-6 mm below the furcation) were significantly different (one way ANOVA, $p < 0.05$). The thickness of distal wall was statistically smaller than mesial wall (paired t-test, $p < 0.05$). The significant Pearson correlation coefficients were observed between BL diameter and mesial wall thickness of both canals in weak to moderate positive correlation. Conclusions: The BL diameter larger than the MD diameter in both evaluated root

canals in all studied levels. The thinnest root wall thickness is mainly at the furcation side but also found on mesial side 30% and 13.3% in MB and ML canals, respectively and the most of them was at 6 mm below the furcation. The weak to moderate positive correlations between BL diameter and mesial wall thickness at 0- to 6-mm below the furcation may be an important clinical finding in assuming the thinnest thickness of mesial wall of mesial root canals in mandibular first molars.



ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. พีรยา ภูอภิชาติดำรง ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.วีรญา ตันทนาภรณ์กุล กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงในความกรุณาที่ได้สละเวลามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือ ความใส่ใจในด้านต่าง ๆ รวมถึงคำแนะนำแก้ไขตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.อุทัยวรรณ อารยะตระกูลลิขิต ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.กรชนก วยัคฆานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร.เกษศิริ วิศิษฐ์พรหม กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.ทศพล ปิยะปัทมินทร์ Mr. Kevin Mark Roehl ที่ให้ความช่วยเหลือในการตรวจทานวิทยานิพนธ์ฉบับภาษาอังกฤษเพื่อใช้ในการตีพิมพ์เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์ต่อการรักษาคลองรากฟันและผู้ที่เกี่ยวข้องบ้างไม่มากก็น้อย

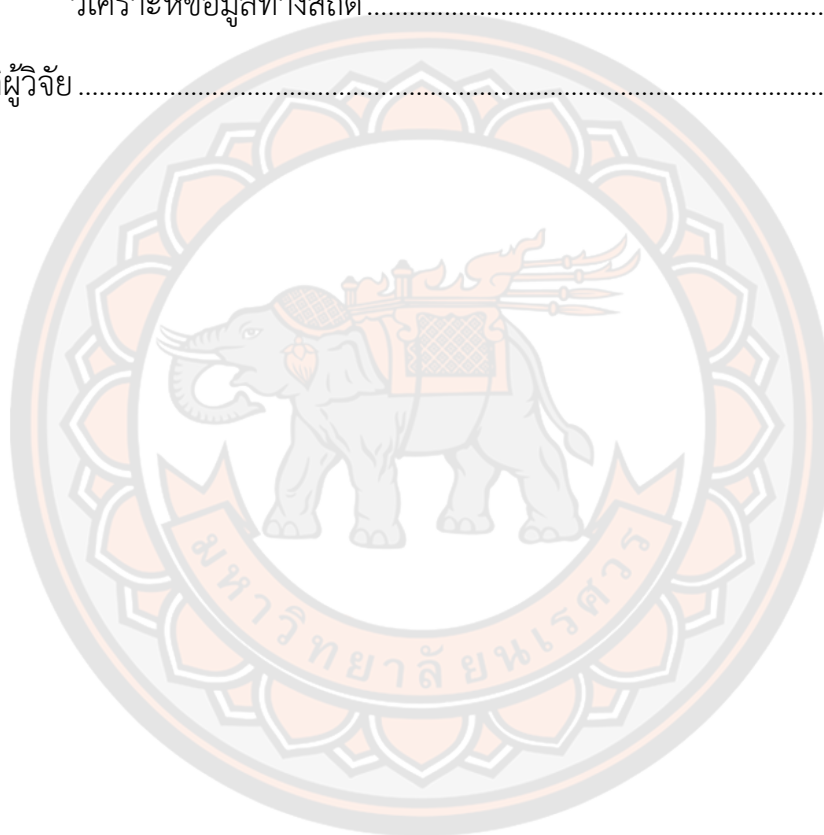
พชราวลี นันบุญตา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณุปการ.....	ช
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญ.....	1
คำถามการวิจัย.....	2
วัตถุประสงค์การทดลอง.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	2
สมมติฐานการวิจัย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ระบบคลองรากฟัน.....	4
โครงแบบคลองรากฟัน (Canal configurations).....	4
การศึกษาะบบคลองรากฟัน.....	6
เทคนิคการทำฟันใส.....	6
เทคนิคการตัดฟัน.....	7

เทคนิคการภาพถ่ายรังสีซีที	7
ลักษณะกายวิภาคของฟันกรามล่างซี่ที่ 1	9
ตำแหน่งโซนอันตราย	9
ความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุด	10
ขนาดคลองรากฟัน.....	10
ความสัมพันธ์ของขนาดคลองรากฟันส่วนปลายกับความหนาเนื้อฟัน	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	12
กลุ่มตัวอย่าง.....	12
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง	12
เกณฑ์การคัดออก.....	12
เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ	12
ขั้นตอนการศึกษา.....	14
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	16
การวิเคราะห์ข้อมูล	16
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	17
บทที่ 5 บทสรุป	25
โซนอันตราย.....	25
คลองรากฟัน	26
ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดคลองรากกับความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุด	27
บทสรุป	28
บรรณานุกรม	34
ภาคผนวก.....	35

ภาคผนวก ก เอกสารรับรองอนุมัติการทำวิจัยในมนุษย์.....	36
ภาคผนวก ข ทุนอุดหนุนงานวิจัย.....	44
ภาคผนวก ค วิเคราะห์ข้อมูล.....	45
ค่าความน่าเชื่อถือในตัวผู้วิจัย (intra-examiner reliability) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation coefficient: ICC)	45
วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	45
ประวัติผู้วิจัย.....	64



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันของคลองรากฟันใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	19
ตาราง 2 ความถี่และร้อยละของคลองรากรูปรียาวในรากฟันด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1	20
ตาราง 3 ความหนาของรากฟันด้านใกล้กลางและไกลกลางของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน).....	21
ตาราง 4 การกระจายความถี่ (ร้อยละ) ของความหนาของรากฟันที่บางที่สุดที่เลือกจาก 4 ระดับตามด้านและตำแหน่ง (n = 30 ในแต่ละคลองรากฟัน).....	22
ตาราง 5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนาของรากฟันของคลองรากฟันด้านแก้ม-ใกล้กลางและด้านหลัง-ใกล้กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ที่ระดับ 1 มม. จากปลายรากฟัน (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน).....	23
ตาราง 6 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-หลังกับความหนาของรากฟันด้านใกล้กลาง ของฟันกรามล่างซี่ที่ 1.....	24

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 โครงแบบคลองรากฟันตามการจำแนกของ Weine	4
ภาพ 2 โครงแบบคลองรากฟันตามการจำแนกของ Vertucci และคณะ	5
ภาพ 3 โครงแบบคลองรากฟันตามการจำแนกของ Gulabivala และคณะ.....	6
ภาพ 4 เครื่องถ่ายภาพรังสีโคนปี่มซี่ที (3D Accuitomo XYZ Slice View Tomograph)	13
ภาพ 5 เครื่องตัดเนื้อเยื่อแข็ง (IsoMet [®] 4000 Linear Precision Saws).....	13
ภาพ 6 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope SZX16) พร้อมชุดถ่ายภาพ...13	
ภาพ 7 แสดงวิธีการตัดชิ้นฟันสำหรับการทดลอง	15
ภาพ 8 แสดงแนวการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันและความหนาของเนื้อฟัน .15	

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

การรักษาคลองรากฟันเป็นกระบวนการที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำความสะอาดและตกแต่ง (cleaning and shaping) ระบบคลองรากฟันให้สะอาดปราศจากเชื้อและรองรับการอุดคลองรากฟัน ให้มีความแนบและแน่นทั้งสามมิติ ซึ่งพบว่าฟันกรามล่างซี่ที่ 1 (mandibular first molar) เป็นฟันที่มีโอกาสผุได้สูงเนื่องจากเป็นฟันกรามซี่แรกที่ขึ้นสู่ช่องปากในขณะที่ยังน้อย การดูแลทำความสะอาดช่องปากจึงอาจทำได้ไม่ถี่นัก รวมถึงผู้ปกครองอาจไม่ทราบว่าฟันแท้ขึ้นมาในช่องปากแล้ว จึงไม่ได้ให้ความสำคัญในการดูแลเท่าที่ควร จึงมีโอกาสสูงที่ฟันซี่นี้จะเกิดรอยผุขนาดใหญ่ เกิดการอักเสบลุกลามเข้าสู่เนื้อเยื่อใน (dental pulp) และเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟัน (periapical tissue) เพื่อเก็บรักษาฟันธรรมชาติไว้ จึงจำเป็นต้องได้รับการรักษาคลองรากฟัน

จากการศึกษาโครงแบบคลองรากฟัน (canal configurations) ในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ส่วนใหญ่พบว่ามี 2 ราก 3 คลองรากฟัน ในรากด้านใกล้กลาง (mesial root) มักพบ 2 คลองรากฟัน คือ คลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง (mesiobuccal canal; MB) และด้านลิ้น-ใกล้กลาง (mesiolingual canal; ML) มีรายงานพบคลองรากฟันส่วนปลายที่มีรูปร่างเป็นรูปรี โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้น (bucco-lingual diameter; BL) ยาวกว่าแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal diameter; MD) และอาจพบคลองรากที่เป็นรูปรียาว (long oval) คือ มีสัดส่วนของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันในด้านยาวส่วนด้านสั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 2 นอกจากนี้ลักษณะทางกายวิภาคของรากมีความเว้าของรากฟันในด้านง่ามราก (furcation) ของรากใกล้กลาง เรียกว่าโซนอันตราย (danger zone) ในบริเวณนี้ผนังราก (root wall) มีความบางเสี่ยงต่อการทะลุแถบ (strip perforation) หากไม่ระมัดระวังในการขยายคลองรากฟัน มีหลายการศึกษาที่ศึกษาความหนาของผนังรากบริเวณโซนอันตรายในฟันกรามล่างด้วยวิธีตัดฟันหรือภาพรังสีไมโครซีที เพื่อระบุความหนาและตำแหน่งรากที่บางที่สุด

ในการขยายคลองรากฟันส่วนปลาย ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากด้านแก้ม-ลิ้นกับความหนาของรากฟันแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง มีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความหนาของเนื้อฟันที่จะรองรับต่อการขยายคลองรากให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งในการขยายคลองรากฟันเพื่อทำความสะอาดคลองรากฟันนั้นจำเป็นที่จะต้องทำความสะอาดคลองรากฟันให้ครบในทุกมิติ ดังนั้นความสัมพันธ์นี้จึงไม่เพียงแต่มีความสำคัญในการเตรียมคลองรากฟันส่วนปลายเท่านั้น ยังมีความสำคัญตลอดทั้งราก โดยเฉพาะผนังคลองรากฟันด้านไกลกลางที่สัมพันธ์กับโซนอันตราย อย่างไรก็ตามยังไม่พบข้อมูลจากการศึกษาที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาด

เส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นของคลองรากฟันกับความหนารากฟันในรากด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1

คำถามการวิจัย

1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลาง ที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟัน มีความแตกต่างกันหรือไม่
2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลางที่ 1 มม. จากปลายรากฟัน ของคลองรากฟันด้านแก้มใกล้กลางและด้านลิ้นใกล้กลาง มีความแตกต่างกันหรือไม่
3. ความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลางกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้น ที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟัน มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงหรือไม่

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. ประเมินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนารากฟันด้านใกล้กลางและไกลกลางที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. ใต้ง่ามรากฟันไปทางปลายราก และที่ 1 มม. จากปลายรากของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1
2. ประเมินค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนารากฟันด้านใกล้กลางและไกลกลาง ที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟันไปทางปลายราก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทราบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนารากฟันด้านใกล้กลางและไกลกลางที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟันไปทางปลายราก และที่ 1 มม. จากปลายรากของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1
2. ทราบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนารากฟันด้านใกล้กลางและไกลกลาง ที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟันไปทางปลายรากของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1

สมมติฐานการวิจัย

H_0 :

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลาง ที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟันของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ไม่แตกต่างกัน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลางที่ 1 มม. จากปลายรากฟัน ของคลองรากฟันด้านแก้มใกล้กลางและด้านลิ้นใกล้กลาง ไม่มีความแตกต่างกัน

ความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลางกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้น ที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟัน ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

H_1 :

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลาง ที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟันของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 มีความแตกต่างกัน

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลางที่ 1 มม. จากปลายรากฟัน ของคลองรากฟันด้านแก้มใกล้กลางและด้านลิ้นใกล้กลาง มีความแตกต่างกัน

ความหนาเนื้อฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลางกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้น ที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟัน มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างการศึกษาเป็นฟันถอนจากมนุษย์ ศึกษาด้วยการตัดฟัน โดยดำเนินการที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2

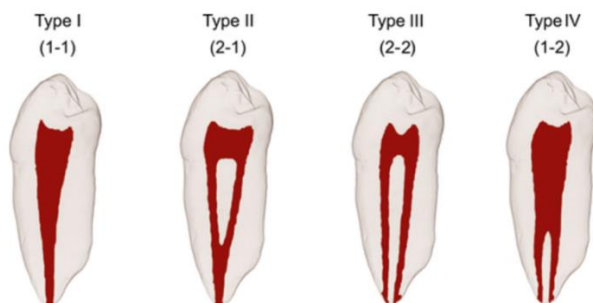
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบคลองรากฟัน

AAE Glossary of Endodontic Terms (1) ได้ให้คำนิยาม โพรงเนื้อเยื่อใน (pulp cavity) เป็นช่องว่างในฟันที่ถูกโอบล้อมด้วยเนื้อฟันทั้งหมด ประกอบด้วย โพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟัน (pulp chamber) และคลองรากฟัน (root canal) ในคลองรากฟันประกอบไปด้วย รูเปิดเข้าคลองรากฟัน (root canal orifice) คือทางเข้าสู่คลองรากฟัน คลองรากฟัน คือ ทางหรือช่องในรากฟันตั้งแต่เนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันไปถึงรูปลายรากฟัน รูปลายรากฟัน (apical foramen) คือรูเปิดหลักของคลองรากฟันบริเวณปลายราก คลองรากกิ่งหรือแขนงคลองราก (accessory canal) เป็นคลองรากที่แตกแขนงออกจากคลองรากฟันหลัก (main pulp canal) ไปเชื่อมต่อกับผิวด้านนอกของรากฟัน คลองรากง่ามราก (furcation canal) คือคลองรากกิ่งที่อยู่บริเวณง่ามรากฟันในฟันที่มีหลายราก คลองรากด้านข้าง (lateral canal) คือคลองรากกิ่งที่อยู่บริเวณส่วนบนและส่วนกลางของราก มักจะพบการยื่นไปตามแนวขวางกับคลองรากหลัก

โครงสร้างคลองรากฟัน (Canal configurations)

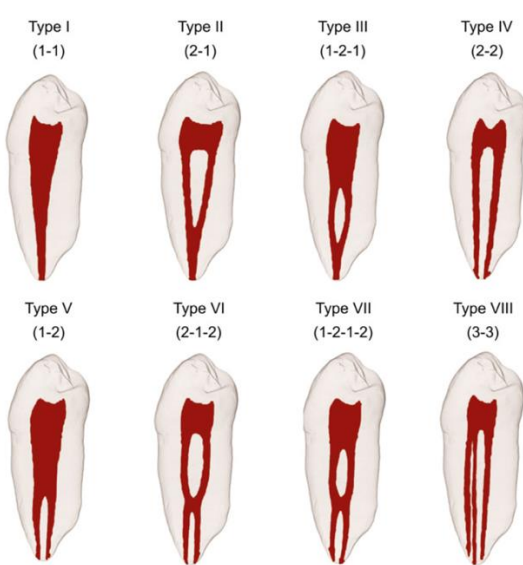
โครงสร้างคลองรากฟันได้มีการจำแนกโดยผู้วิจัยหลายท่าน Weine (2) ได้จำแนกเป็น 4 แบบ (รูป 1) ดังนี้ แบบที่ 1 (Type I; 1-1) คลองรากฟันเดียวตั้งแต่โพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันถึงปลายรากฟัน แบบที่ 2 (Type II; 2-1) 2 คลองรากฟันแยกจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันแล้วรวมเป็น 1 คลองรากก่อนถึงปลายรากฟัน แบบที่ 3 (Type III; 2-2) 2 คลองรากฟันแยกจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันถึงปลายรากฟัน และแบบที่ 4 (Type IV; 1-2) คลองรากฟันเดียวจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันแล้วแยกเป็น 2 คลองรากที่บริเวณใกล้ปลายรากฟัน มี 2 รูปลายรากฟัน



ภาพ 1 โครงสร้างคลองรากฟันตามการจำแนกของ Weine

ที่มา: Ahmed และคณะ (3)

Vertucci และคณะ (4) ได้ทำการศึกษาลักษณะคลองรากฟันด้วยเทคนิคการทำฟันใสและย้อมด้วยสีฮีมาทอกซีลิน (hematoxylin dye) จำแนกเป็น 8 แบบ (รูป 2) ดังนี้ แบบที่ 1 (Type I; 1-1) คลองรากฟันเดียวตั้งแต่โพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันถึงปลายรากฟัน แบบที่ 2 (Type II; 2-1) 2 คลองรากฟันแยกจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันแล้วรวมเป็น 1 คลองรากก่อนถึงปลายรากฟัน แบบที่ 3 (Type III; 1-2-1) คลองรากฟันเดียวจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันจากนั้นแยกเป็น 2 คลองรากแล้วรวมเป็น 1 คลองรากก่อนถึงปลายรากฟัน แบบที่ 4 (Type IV; 2-2) 2 คลองรากฟันแยกจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันถึงปลายรากฟัน แบบที่ 5 (Type V; 1-2) คลองรากฟันเดียวจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันแล้วแยกเป็น 2 คลองรากที่บริเวณใกล้ปลายรากฟัน มี 2 รูปลายรากฟัน แบบที่ 6 (Type VI; 2-1-2) 2 คลองรากฟันแยกจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันแล้วกลับมารวมกันเป็น 1 บริเวณกลางรากแล้วแยกเป็น 2 คลองรากที่บริเวณใกล้ปลายรากฟัน มี 2 รูปลายรากฟัน แบบที่ 7 (Type VII; 1-2-1-2) คลองรากฟันเดียวจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันแล้วแยกเป็น 2 คลองรากที่บริเวณกลางรากและกลับมารวมกัน แล้วแยกเป็น 2 อีกครั้งบริเวณใกล้ปลายรากฟัน มี 2 รูปลายรากฟัน และแบบที่ 8 (Type VIII; 3-3) 3 คลองรากฟันแยกจากโพรงเนื้อเยื่อในส่วนตัวฟันถึงปลายรากฟัน



ภาพ 2 โครงแบบคลองรากฟันตามการจำแนกของ Vertucci และคณะ

ที่มา: Ahmed และคณะ (3)

Gulabivala และคณะ (5) ได้ทำการศึกษาฟันกรามล่างในชาวพม่าพบโครงแบบคลองรากฟันเพิ่มเติมอีก 7 แบบ (รูป 3) ได้แก่ แบบที่ 1 (Type I; 3-1) แบบที่ 2 (Type II; 3-2) แบบที่ 3 (Type III; 2-3) แบบที่ 4 (Type IV; 2-1-2-1) แบบที่ 5 (Type V; 4-2) แบบที่ 6 (Type VI; 4-4) แบบที่ 7 (Type VII; 5-4)



ภาพ 3 โครงแบบคลองรากฟันตามการจำแนกของ Gulabivala และคณะ
ที่มา: Bansal และคณะ (6)

การศึกษาระบบคลองรากฟัน

การศึกษาระบบคลองรากฟันมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ การทำฟันใส (5, 7-10) การถ่ายภาพรังสี (11-13) การศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (scanning electron microscope) (14-16) การตัดฟัน (sectioning) (17) การศึกษาด้วยภาพถ่ายรังสีโคนบีมซีที (cone beam computed tomography) (18-20) และภาพถ่ายรังสีไมโครซีที (21-23)

เทคนิคการทำฟันใส

เทคนิคการทำฟันใสได้รับการพัฒนาโดย Werner Spalteholz ในปี ค.ศ. 1861-1940 (24) เทคนิคการทำฟันใสเป็นขั้นตอนที่ใช้เป็นประจำในการศึกษาทางจุลกายวิภาคเพื่อตรวจสอบโครงสร้างภายในของเนื้อเยื่อแข็ง เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ทำได้ง่าย ใช้อุปกรณ์ พื้นที่ และเวลาน้อย สารเคมีที่ใช้เป็นพิษน้อยและราคาไม่แพง สามารถมองเห็นโพรงเนื้อเยื่อในได้ในรูปแบบสามมิติที่มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างภายนอก ไม่ทำลายรูปแบบและความสัมพันธ์ของคลองรากฟัน สามารถมองเห็นรายละเอียดโครงสร้างได้โดยตรง ลดการทำให้ตัวอย่างเกิดการเสียรูประหว่างขั้นตอนการเตรียม การใช้เทคนิคนี้มีข้อควรระวัง หากไม่สามารถนำน้ำออกจากฟันได้อย่างหมดจะทำให้เกิดบริเวณที่บวมซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการนำน้ำออกเพิ่มเติมด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 100 และอีกข้อคือการเกิดการขุ่นมัวขึ้นหลังจากเป่าฟันแห้ง ซึ่งจะสามารถคืนกลับได้โดยการแช่ในสารทำฟันใส (clearing agent) (17) อย่างไรก็ตาม มีข้อจำกัดที่สำคัญ คือ เทคนิคทำฟันใสนี้เป็นวิธีที่สามารถใช้ในห้องปฏิบัติการเท่านั้นไม่สามารถนำมาศึกษาในทางคลินิกได้ การศึกษาระบบคลองรากฟันด้วยเทคนิคการทำฟันใสถือเป็นวิธีที่ดีที่สุดมาหลายสิบปี (25) แต่ในปัจจุบันมีวิธีการศึกษาระบบคลองรากฟันในห้องปฏิบัติการด้วยเทคนิคไมโครซีทีซึ่งได้รับการรับรองแล้วว่าเป็นวิธีการทดสอบที่ใช้อ้างอิงได้ใน

การศึกษาระบบคลองรากฟันในห้องปฏิบัติการ (26) การทำฟันใส่ถูกใช้เป็นวิธีตรวจมาตรฐานในการศึกษารูปร่างของคลองรากฟันเพื่อเปรียบเทียบกับภาพถ่ายรังสีซีที (27)

เทคนิคการตัดฟัน

วิธีการศึกษาด้วยการตัดฟันถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของคลองรากฟัน (28-33) ซึ่งจัดเป็นวิธีมาตรฐาน วิธีนี้สามารถระบุตำแหน่ง วัดขนาดของคลองรากฟัน และความหนาเนื้อฟัน ซึ่งพบว่าเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย ขั้นตอนไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถนำชิ้นตัวอย่างที่ถูกตัดแล้วมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง ทำให้สามารถมองเห็นชิ้นฟันนั้นได้อย่างชัดเจน (34) อย่างไรก็ตาม วิธีนี้ต้องนำชิ้นงานตัวอย่างมาตัด ซึ่งทำให้เกิดการทำลายอย่างถาวร ไม่สามารถคืนกลับได้หากต้องการศึกษาซ้ำ และตำแหน่งการวางชิ้นงานต้องแม่นยำเพื่อให้ตัดได้ในตำแหน่งที่ต้องการศึกษา

เทคนิคการถ่ายภาพรังสีซีที

การถ่ายภาพรังสีโทโมแกรมแบบดั้งเดิม (conventional tomography) มีการใช้ในทางการแพทย์ โดยมีหลักการพื้นฐานของการสร้างภาพโทโมแกรมจากการเคลื่อนที่ของหลอดเอกซเรย์และตัวรับภาพที่สวนทางกัน ทำให้ได้ชั้นของภาพในแนวภาคตัดขวางของกระดูกมีความคมชัดโดยอวัยวะที่อยู่เหนือหรือใต้ต่อชั้นที่ต้องการจะถูกทำให้เบลอ กรณีที่ตัวรับภาพเป็นส่วนประกอบในเครื่องถ่ายภาพรังสีแพโนรามาที่มีโปรแกรมเสริมสำหรับถ่ายภาพรังสีโทโมแกรมจะเรียกชนิดภาพรังสีนี้ว่าภาพรังสีโทโมแกรมแบบดั้งเดิม โดยการเคลื่อนที่ของหลอดเอกซเรย์และตัวรับภาพมีการเคลื่อนที่ได้หลายลักษณะ เช่น การเคลื่อนที่แบบเส้นตรง (linear tomography) การเคลื่อนที่แบบซับซ้อน (complex or pluridirectional tomography) ประกอบด้วย วงกลม วงรี เกลียว และแบบหมุนวน ซึ่งคุณภาพของภาพรังสีจะขึ้นอยู่กับมุมการหมุนระหว่างหลอดเอกซเรย์และตัวรับภาพ หากมุมยิ่งมาก ความบางของชั้นเนื้อเยื่อที่ตัดจะมากขึ้น ข้อด้อยคือการเกิดเงาแปลกปนที่มีลักษณะเป็นเส้น (streak artifact) นอกจากนี้ยังต้องอาศัยผู้ถ่ายภาพที่ได้รับการฝึกฝนและมีประสบการณ์ (35) ภาพรังสีไม่คมชัดและต้องใช้เวลาในการถ่ายมาก (36) ข้อดีภาพรังสีโทโมแกรมแบบดั้งเดิมคือสามารถให้ข้อมูลสันกระดูกครบทั้งสามมิติ ซ้อนทับกับโครงสร้างใกล้เคียงน้อย และสามารถควบคุมการถ่ายภาพแต่ละครั้งให้อยู่ในตำแหน่งเดิมได้โดยใช้อุปกรณ์ช่วยให้เครื่องเอกซเรย์และผู้ป่วยอยู่ในตำแหน่งเดิมทุกครั้ง

ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (computed tomography) เป็นภาพรังสีภาพตัดขวางที่สร้างขึ้นจากหลักการพื้นฐานเช่นเดียวกับภาพรังสีโทโมแกรมดั้งเดิม แต่เปลี่ยนตัวรับเป็นอุปกรณ์เซนเซอร์ที่มีความไวต่อรังสี มีการนำการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ (medical computed tomography) มาใช้ถ่ายภาพรังสีบริเวณใบหน้าและขากรรไกรซึ่งสามารถช่วยประเมินโครงสร้างได้ใน 3 ระนาบ แต่มีข้อจำกัดคือผู้ป่วยจะได้รับปริมาณรังสีที่สูง (37) ซึ่งต่อมาจึงมีการพัฒนาเครื่องถ่ายภาพรังสีโคนบีมซีที (cone-beam computed tomography) ที่สามารถจำกัดปริมาณรังสีให้ลดลงได้ เครื่องถ่ายภาพรังสีโคนบีมซีที ถูกพัฒนาเป็นครั้งแรกเพื่อใช้ถ่ายภาพรังสีหลอดเลือด (35) และภายหลังถูกพัฒนาเพื่อใช้ในทางทันตกรรมในช่วงปี ค.ศ. 1997 (38) หลักการทำงานของเครื่องถ่ายภาพรังสีโคนบีมซีทีมีแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์รูปกรวย (cone shape x-ray beam) โดย

มีตัวรับ (sensor) อยู่ด้านตรงข้าม ขณะถ่ายภาพแหล่งกำเนิดรังสีและตัวรับจะหมุนรอบศีรษะผู้ป่วยพร้อมกัน จากนั้นจะส่งสัญญาณในรูปข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลและแสดงเป็นภาพรังสีโดยสามารถจัดการภาพได้โดยการอาศัยโปรแกรมนำไปสร้างเป็นภาพใน 3 ระนาบ คือ ระนาบตามแกน (axial plane) ระนาบแบ่งซ้ายขวา (sagittal plane) และระนาบแบ่งหน้าหลัง (coronal plane) (38) ในการศึกษาาระบบคลองรากฟันด้วยการถ่ายภาพรังสีโคนบีมซีทีนั้นสามารถให้ข้อมูลของระบบคลองรากฟันที่มีความซับซ้อนในรูปแบบสามมิติได้ใกล้เคียงกับระบบคลองรากจริง (24, 39) ลดการซ้อนทับกับโครงสร้างใกล้เคียง (40)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของภาพรังสีโคนบีมซีที ประการแรก คือ ความสามารถในการแยกสีขาว เทา ดำของภาพรังสี (contrast resolution) โดยจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการบันทึกระดับความขาวดำของตัวตรวจหา (detector) ประการที่สอง คือ ความสามารถในการแยกรายละเอียดของภาพ (spatial resolution) โดยขึ้นอยู่กับขนาดวอกเซล (voxel size) หากวอกเซลมีขนาดเล็กภาพจะมีความละเอียดมาก และประการที่สาม คือ ขนาดพื้นที่ในการถ่ายภาพ (field of view) หากมีพื้นที่ในการถ่ายภาพใหญ่จะเห็นโครงสร้างได้กว้างมากขึ้นแต่ภาพจะมีความคมชัดน้อยกว่าขนาดพื้นที่แคบ โดยการถ่ายภาพรังสีโคนบีมซีทีที่โฟกัสเฉพาะจุดหรือพื้นที่ขนาดเล็กจะใช้พื้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 ซม. หากต้องการถ่ายบริเวณหนึ่งขากรรไกรจะใช้ขนาด 5-7 ซม. ระหว่างขากรรไกรใช้ขนาด 7-10 ซม. ถ่ายใบหน้าและขากรรไกรใช้ขนาด 10-15 ซม. และศีรษะและใบหน้าใช้มากกว่า 15 ซม. (37)

ภาพรังสีโคนบีมซีทีที่มีข้อดีคือเครื่องถ่ายภาพรังสีโคนบีมซีทีสามารถปรับบริเวณการถ่ายภาพรังสีได้ จึงจำกัดลำรังสีเอกซเรย์และลดบริเวณการรับรังสี สามารถลดปริมาณรังสียังผล (effective dose) ลงถึงร้อยละ 98 เมื่อเทียบกับการถ่ายภาพรังสีด้วยลำรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์รูปแบบดั้งเดิม (conventional fan-beam CT) (37) ใช้เวลาในการถ่ายภาพรังสีน้อยกว่าการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดคอมพิวเตอร์ทางการแพทย์ และสามารถลดเงาแปลกปนจากการขยับ (motion artifact) ของผู้ป่วยได้ และเนื่องจากเป็นข้อมูลดิจิทัลจึงสามารถปรับความขาวดำและปรับแนวการสร้างภาพได้ (36) ข้อจำกัดของภาพรังสีโคนบีมซีที คือ หากบริเวณที่ถ่ายภาพมีวัสดุโลหะอยู่ จะทำให้เกิดสิ่งแปลกปนที่เรียกว่า cupping artifact และภาพเกิดมีเส้นทึบและเส้นโปร่งรังสี (streak and dark bands) (40) จากการดูคลื่นรังสีได้ต่างกันซึ่งมีผลต่อการแปลภาพรังสี นอกจากนี้ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจะมากกว่าการถ่ายภาพรังสีในช่องปากและภาพรังสีปริทัศน์และค่าใช้จ่ายยังสูงกว่าอีกด้วย (41)

ไมโครซีที (micro-computed tomographic device) ได้รับการพัฒนาโดย Elliott และ Dover ในช่วงต้นปี ค.ศ. 1988 (42, 43) ภายหลังการสร้างเครื่องสแกนด้วยคอมพิวเตอร์ (CT scanner) ซึ่งคำว่า “ไมโคร” ในที่นี้แสดงถึงขนาดของฟิสิกเซลในภาคตัดขวางที่มีระยะเป็นไมโครเมตร ซึ่งเป็นเครื่องที่ไม่มีการทำลายชิ้นงานตัวอย่าง มีเทคโนโลยีเรโซลูชันระดับสูงที่สามารถศึกษาระบบคลองรากฟันในรูปสามมิติได้โดยการขึ้นรูปทางดิจิทัล ทำให้มองเห็นลักษณะทั้งภายนอกและภายใน และยังสามารถจัดการกับตัวอย่างได้ เช่น การตัด การวัดจากการสแกนเพียงครั้งเดียวโดยไม่ทำให้ชิ้นงานเสียหาย แต่ข้อจำกัดของการศึกษาด้วยเครื่องไมโครซีทีนั้นทำได้เพียงในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่สามารถศึกษาได้ในทางคลินิกเนื่องจากข้อจำกัดของตัวเครื่องและขนาดตัวอย่างที่เล็ก แต่เครื่องไมโครซีทีนี้มีความสำคัญและเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยที่มีความความถูกต้องสูงในการศึกษากายวิภาคของคลองรากฟัน (44)

การศึกษาระบบคลองรากฟันด้วยภาพรังสีโคนบีมซีที่นั้นมีข้อดีคือสามารถใช้ในการรักษาทางคลินิกได้ สามารถมองเห็นโครงสร้างได้ใน 3 ระนาบ แต่ข้อจำกัดของภาพรังสีโคนบีมซีที่ คือ ภาพรังสีไม่สามารถให้รายละเอียดของโครงสร้างได้มากเท่ากับวิธีไมโครซีทีหรือเทคนิคฟันใส (26) เนื่องจากภาพรังสีโคนบีมซีที่มีค่าเรโซลูชันต่ำกว่าไมโครซีที จึงไม่สามารถให้รายละเอียดโครงสร้างที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ได้ดีเท่ากับไมโครซีที (19) ภาพรังสีโคนบีมซีที่ได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษากายวิภาคของคลองรากฟันหลายการศึกษา (18, 45-47) มีการศึกษาคลองรากฟันด้านแก้มใกล้กลางที่มี 2 คลองราก ในฟันกรามบน โดยเปรียบเทียบวิธีการศึกษาด้วยภาพรังสีรอบปลายราก ภาพรังสีโคนบีมซีที่ โดยใช้วิธีการตัดฟันเป็นวิธีมาตรฐาน พบว่าภาพรังสีโคนบีมซีที่สามารถระบุการพบและไม่พบคลองรากฟันที่ 2 ได้ไม่แตกต่างกับวิธีมาตรฐาน (48) และพบค่าสหสัมพันธ์ระดับสูงถึงสูงมากของข้อมูลที่ได้ระหว่างวิธีภาพรังสีโคนบีมซีที่กับการตัดฟันทางจุลกายวิภาค (histologic section) ของคลองรากฟัน (39) และในการศึกษาโครงแบบคลองรากฟัน เปรียบเทียบวิธีฟันใส ภาพรังสีโคนบีมซีที่และไมโครซีที จากการศึกษาไม่พบความแตกต่างระหว่างวิธีฟันใสและภาพรังสีโคนบีมซีที่ แต่ภาพโคนบีมซีที่ระบุโครงสร้างที่มีขนาดเล็ก (fine anatomical structures) ได้ไม่ดีเท่าไมโครซีที (26) การศึกษาระบบคลองรากฟันด้วยภาพรังสีโคนบีมซีที่ เป็นวิธีการศึกษาที่ไม่ทำลายตัวอย่างทดลอง ไม่จำเป็นต้องทำการตัดฟันเพื่อยืนยันจำนวนของคลองรากฟันและไม่จำเป็นต้องทำการฉีดยาเพื่อให้เห็นลักษณะของคลองรากฟัน แต่มีข้อจำกัดในการแปลผลภาพรังสีหากมีวัตถุที่มีความสามารถในการดูดกลืนรังสีแตกต่างกันมาอยู่ใกล้เคียงกับบริเวณที่ศึกษา จะทำให้การแปลผลนั้นผิดพลาดได้ จากการบดบังการมองเห็นคลองรากฟัน และความละเอียดของภาพรังสีมีผลกับการแปลผลภาพรังสีเช่นกัน (49)

ลักษณะกายวิภาคของฟันกรามล่างซี่ที่ 1

ฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ส่วนใหญ่พบสองรากคือรากด้านใกล้กลาง (mesial) และด้านไกลกลาง (distal) (50) ซึ่งพบว่าจำนวนรากของฟันกรามล่างมีความสัมพันธ์โดยตรงกับเชื้อชาติ (51, 52) โดยพบว่าชาวผิวเหลือง (Mongoloid) สามารถพบฟันกรามล่างซี่ที่ 1 มี 3 รากได้มากกว่าชาวผิวขาวและผิวดำในอัตราส่วน 3:1 การศึกษาฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ของประชากรไทย ส่วนใหญ่พบเป็น 2 รากแยก และมี 3 คลองรากฟัน โดยในรากใกล้กลางพบว่าเป็น type IV (7) ฟันกรามล่างซี่ที่ 1 เป็นฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟันมากที่สุด เนื่องจากเป็นฟันแท้ซี่แรกที่ขึ้นสู่ช่องปากเร็วตั้งแต่อายุประมาณ 6 ขวบ ซึ่งผู้ปกครองอาจไม่ทราบว่าเป็นฟันแท้ร่วมกับเด็กอายุน้อยยังไม่สามารถทำความสะอาดช่องปากได้ดีเท่าที่ควร จึงมีโอกาสสูงได้มากและอาจลุกลามเกิดการติดเชื้อเข้าสู่โพรงเนื้อเยื่อในและเนื้อเยื่อรอบปลายรากฟันได้ (53) ดังนั้นเพื่อให้การรักษาคลองรากฟันเกิดความสำเร็จ การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของฟันจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ

ตำแหน่งโซนอันตราย

Abou-Rass และคณะ (54) ได้ให้นิยามของ โซนอันตราย (danger zone) คือ พื้นที่ของผนังคลองรากฟันที่บาง ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดการทะลุแถบ (strip perforation) ในขั้นตอนการขยายคลองรากฟัน ซึ่งลักษณะทางกายวิภาคของฟันกรามล่างซี่ที่ 1 มีความเว้า (concavity) ของรากฟันใน

ด้านง่ามราก (furcation side) ทำให้รากใกล้กลางมีผนังรากด้านง่ามรากบาง โดยพบการทะลุแถบบริเวณนี้พบได้บ่อยและนำไปสู่ความล้มเหลวในการรักษาคลองรากฟัน (55, 56)

มีการศึกษาตำแหน่งโซนอันตรายด้วยวิธีการที่หลากหลาย จากวิธีการตัดฟันในฟันกรามล่างพบว่าโซนอันตรายวางอยู่ในตำแหน่งต่ำกว่าง่ามรากฟัน 2.8 มม. (28) และ 1.5 มม. (29) นอกจากนี้มีการศึกษาด้วยวิธีไมโครซีทีและโคนบีมซีที (21-23, 57) อธิบายว่าด้านง่ามรากของรากใกล้กลางควรพิจารณาเป็นโซนอันตรายตลอดทั้งราก (21) Lee และคณะ (22) พบว่าผนังรากส่วนที่บางที่สุดนั้นส่วนใหญ่วางอยู่ด้านง่ามราก และพบบางส่วนวางอยู่ด้านใกล้กลาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ De-Deus และคณะ (23) ซึ่งได้แสดงให้เห็นว่าตำแหน่งของโซนอันตรายนั้นอยู่ก่อนไปกลางรากฟัน (middle third of root) ระหว่าง 4-7 มม. จากง่ามรากฟัน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (28, 29) Zhou และคณะ (57) พบว่าตำแหน่งโซนอันตรายของรากใกล้กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1 อยู่ที่ระดับต่ำกว่าง่ามรากฟัน 3-4 มม.

ความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุด

ค่าความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุดบริเวณโซนอันตรายของฟันกรามล่างซี่ที่ 1 จากการศึกษาด้วยวิธีตัดฟัน ณ ตำแหน่งต่ำกว่ารูเปิดคลองรากฟัน 4 มม. พบความหนาเฉลี่ยของผนังรากฟัน 1.2 ± 0.13 มม. (58) ณ ตำแหน่งต่ำกว่าง่ามรากฟัน 2 มม. พบค่าความหนา 0.789 ± 0.182 มม. (59) และจากการศึกษาด้วยภาพรังสีโคนบีมซีที (57, 60) ในฟันถอนชาวอิหร่าน พบว่าความหนาของเนื้อฟัน 1.04 มม. (60) และจากการศึกษาของมหาวิทยาลัยแพทยหนานจิงพบความหนารากฟันที่น้อยที่สุดในรากด้านแก้ม-ใกล้กลางและด้านหลัง-ใกล้กลางเฉลี่ย 0.78 ± 0.14 มม. และ 0.79 ± 0.13 มม. ตามลำดับ (57) และจากการศึกษาด้วยไมโครซีทีพบว่าความหนาของเนื้อฟันที่น้อยที่สุดเท่ากับ 0.67 มม. ซึ่งผู้วิจัยได้อธิบายลักษณะกายวิภาคของคลองรากฟันในรากใกล้กลางที่พบความหนาของเนื้อฟันในแต่ละตำแหน่งแตกต่างกัน เนื่องจากคลองรากฟันไม่วางอยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางของราก อีกทั้งรากฟันมีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ (23)

ขนาดคลองรากฟัน

จากการศึกษาด้วยวิธีตัดฟัน Wu และคณะ (32) รายงานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้นและใกล้กลาง-ไกลกลางบริเวณปลายรากของฟันกรามล่างที่มีสองคลองราก ณ ตำแหน่ง 1, 2 และ 5 มม. พบว่าความกว้างแนวแก้ม-ลิ้นมีขนาดใหญ่กว่าแนวใกล้กลาง-ไกลกลางในทุกระดับ และรายงานความชุกของคลองรากส่วนปลายที่มีรูปร่างรียาว (long oval) ที่มีสัดส่วนของขนาดด้านยาวส่วนด้านสั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 2 (ratio of long/short canal diameters ≥ 2) ซึ่งพบได้ในคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลางร้อยละ 25 แต่ไม่พบในคลองรากด้านหลัง-ใกล้กลาง Martos และคณะ (33) ประเมินขนาดของคลองรากฟันส่วนปลายที่ระดับ 1, 2, และ 3 มม. พบว่าขนาดคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้นนั้นใหญ่กว่าแนวใกล้กลาง-ไกลกลางในทุกระดับที่ศึกษา ซึ่งผลเช่นเดียวกันนี้ยังได้ถูกรายงานจากวิธีการศึกษาด้วยภาพรังสีไมโครซีทีที่พบตลอดทั้งความยาวรากที่ศึกษาเช่นกัน (21) นอกจากนี้ Lee และคณะ (22) รายงานขนาดของคลองรากฟันมีขนาดเล็กลงตามลำดับจากรูเปิดคลองรากฟันสู่ปลายราก (0.36 มม. - 0.23 มม.) แต่ไม่ได้ระบุความกว้างที่พบเป็นด้านใด และพบคลองรากฟันด้านหลัง-

ใกล้กลางมีขนาดเล็กกว่าด้านแก้ม-ใกล้กลางอย่างมีนัยสำคัญ วิธีการศึกษา ตำแหน่งที่ศึกษา และที่มาของตัวอย่างที่แตกต่างกันอาจส่งผลต่อความแตกต่างของตำแหน่งโซนอันตราย ความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุด และขนาดคลองรากฟันได้

ความสัมพันธ์ของขนาดคลองรากฟันส่วนปลายกับความหนาเนื้อฟัน

การติดเชื่อของระบบคลองรากฟันนั้นพบว่าเชื้อจุลชีพมีบทบาทสำคัญในการเกิดโรค (61) ซึ่งการรักษาคลองรากฟันเป็นการมุ่งเน้นการทำความสะอาดและกำจัดเชื้อจุลชีพออกจากระบบคลองรากฟัน เพื่อให้ฟันสามารถกลับมาใช้งานได้ปกติ ซึ่งมีหลายการศึกษาที่แนะนำว่าขนาดของการเตรียมคลองรากฟันส่วนปลายนั้นมีความสำคัญในการกำจัดเชื้อออกจากระบบคลองรากฟัน (61-63) Weine (62) ได้กำหนดขนาดไฟล์เบอร์สุดท้ายในการขยายคลองรากฟันส่วนปลาย (master apical file) ให้มีขนาดใหญ่กว่าไฟล์เบอร์แรกที่มีขนาดพอดีกับคลองรากฟันที่ความยาวทำงาน (initial apical file) เพิ่มขึ้น 3 เบอร์ อย่างไรก็ตาม ในการขยายคลองรากฟันนั้น ทั้งเรื่องขนาดที่เหมาะสมของคลองรากฟันส่วนปลายและความผาย มีความสำคัญต่อการเตรียมคลองรากฟันอย่างยิ่ง ซึ่งเป็นประเด็นที่ยังไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน (64)

Martos และคณะ (33) อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนารากฟันแนวใกล้กลาง-ไกลกลางว่ามีความสำคัญในการบ่งบอกถึงความหนารากฟันที่เพียงพอในการขยายคลองรากฟันส่วนปลายให้ใหญ่ขึ้นมากกว่า 2 – 3 เบอร์ ซึ่งพบว่ารากใกล้กลางของฟันกรามล่างบริเวณ 1 มม. ปลายราก มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นเล็กกว่าความหนารากฟันแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (0.607-1.219 มม.) ซึ่งประเมินได้ว่ามีความหนาเพียงพอสำหรับการขยายคลองรากฟัน อย่างไรก็ตามค่าความหนารากฟันที่แสดงนั้นเป็นค่าที่ได้จากการวัดรวม ไม่ได้วัดแยกเป็นด้านใกล้กลางหรือไกลกลาง ทำให้ยังไม่มีข้อมูลเพื่อประเมินความหนาคงเหลือของผนังคลองรากฟันในแต่ละด้านภายหลังการขยาย

การขยายคลองรากฟันด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างที่ไม่ได้วางอยู่บริเวณกึ่งกลางของรากนั้น (23) ขนาดของคลองรากฟันและความหนาผนังรากฟันในแต่ละด้านจึงมีความสำคัญ เพื่อประเมินความหนาที่สามารถรองรับการขยายโดยไม่ทำให้เนื้อฟันเหลือน้อยเกินไป จนเกิดความเสียหายหรือรากแตกภายหลัง นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดและความหนานี้ไม่เพียงแต่จะมีความสำคัญในการเตรียมคลองรากฟันส่วนปลายเท่านั้น ยังมีความสำคัญตลอดทั้งรากโดยเฉพาะผนังคลองรากฟันด้านไกลกลาง ซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งโซนอันตราย อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังขาดข้อมูลดังกล่าวนี้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนารากฟันและค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความหนารากฟันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นของรากด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (P1-0042/64) เป็นการศึกษาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ที่ถูกถอนจากมนุษย์ ซึ่งเป็นฟันถอนที่เก็บสะสมไว้จากผู้ป่วยรายเก่าที่มารับการรักษาที่โรงพยาบาลในจังหวัดภาคเหนือตอนล่างซึ่งโดยปกติแล้วฟันที่ถูกเก็บสะสมไว้จะถูกกำจัดทิ้งในภายหลัง จึงไม่ได้มีการขอความยินยอมล่วงหน้าในการนำฟันที่ถูกถอนมาเป็นตัวอย่างในงานวิจัยและไม่สามารถระบุตัวตนของผู้ที่เป็นเจ้าของฟันดังกล่าวได้

การศึกษานี้กำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยอ้างอิงจากผลการศึกษาของ Martos และคณะ (65) โดยใช้ Kastenbaum, Hoel, and Bowman's tables กำหนดค่า $\alpha = 0.05$ และ power = 0.80 ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ ขนาด 30 ตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ของมนุษย์ที่มีรากและปลายรากสมบูรณ์และมีสองรากแยก (รากด้านใกล้กลางและไกลกลาง) ที่มีโครงสร้างคลองรากฟันแบบที่ 4 (2-2) ตามการจำแนกของ Vertucci และคณะ (4)

เกณฑ์การคัดออก

ฟันที่มีตัวฟันสึกมาก (severe attrition) ฟันที่ได้รับการรักษาคลองรากฟัน ฟันที่มีการละลายของรากฟัน ฟันที่มีการตีบตันของคลองรากฟัน ฟันที่มีคลองรากฟันรูปตัวซี และฟันที่มีความผิดปกติของฟัน (dental anomalies)

เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ

1. เครื่องถ่ายภาพรังสีโคนบีมซีที 3D Accuitomo XYZ Slice View Tomograph (J. Morita MFG corp., Kyoto, Japan) (ภาพ 4)
2. ซอฟต์แวร์ One Volume Viewer software (J. Morita MFG corp., Kyoto, Japan)
3. จอแสดงผล HP Pavilion 23fi IPS LED Backlit Monitor ขนาดหน้าจอ 23 นิ้ว
4. เครื่องตัดเนื้อเยื่อแข็ง IsoMet[®] 4000 Linear Precision Saws (Buehler, IL, USA) (ภาพ 5)
5. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ Stereo microscope (SZX16, Olympus, Japan) (ภาพ 6)

6. ซอฟต์แวร์ cellSens Standard imaging software (Olympus, Tokyo, Japan)



ภาพ 4 เครื่องถ่ายภาพรังสีโคนบีมซีที (3D Accuitomo XYZ Slice View Tomograph)

ที่มา: https://www.morita.com/cms/files/products_accuitomo-170_highlights_03.jpg?w=900&crop=900,500



ภาพ 5 เครื่องตัดเนื้อเยื่อแข็ง (IsoMet[®] 4000 Linear Precision Saws)

ที่มา: <https://www.thermofisher.co.nz/Uploads/file/Scientific/Laboratory-Equipment-Furniture/Material-Characterisation-Testing/Materials-Preparation-Analysis/Buehler/pdf/ISOMET-4000-5000-Linear-Precision-Saw.pdf>



ภาพ 6 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope SZX16) พร้อมชุดถ่ายภาพ

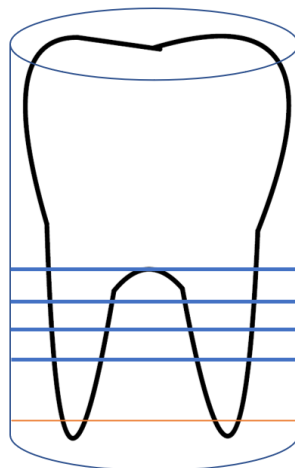
ที่มา: https://lab.dent.nu.ac.th/PDF_File/StereoMicroscope.pdf

ขั้นตอนการศึกษา

นำฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้าการศึกษามาทำความสะอาดโดยการกำจัดหินปูนและเศษเนื้อเยื่อที่เหลือติดค้างออก และแช่ฟันในสารละลายฟอร์มาลินความเข้มข้น 10% (RCI labscan, V.S. chem house, Thailand) จนกว่าจะนำมาทำการศึกษา วัดความยาวตัวฟันและรากฟันจากตำแหน่งปุ่มฟันด้านลิ้น-ใกล้กลาง (mesiolingual cusp) ถึงปลายรากฟันด้านใกล้กลาง และจากตำแหน่งง่ามรากฟันถึงปลายรากฟันตามลำดับ ประเมินโครงแบบคลองรากฟันด้วยภาพรังสีโคนบีมซีที (3D Accuitomo XYZ Slice View Tomograph; J. Morita, Kyoto, Japan) ที่ 90 kVp, 5.0 mAs, exposure time 30.8 s, FOV 60x60 ถึง 140x140 voxel size 0.08 mm โดยโครงแบบคลองรากฟันแบบที่ 4 (Type IV; 2-2) ที่มีคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง (mesiobuccal: MB) และคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง (mesiolingual: ML) แยกกัน จะถูกคัดเลือกเพื่อเข้ามาใช้ในการศึกษานี้ จากนั้นนำฟันที่คัดเลือกแล้วมาวัดความโค้งของรากฟันตามวิธีของ Schneider (66)

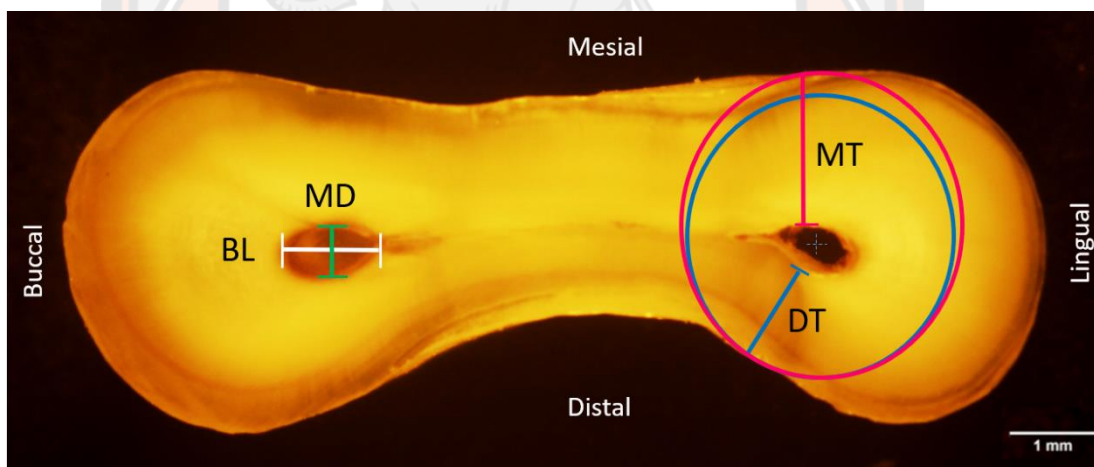
นำฟันฝังลงในแบบจำลองอะคริลิกใสจัดให้รากฟันด้านใกล้กลางอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางและตั้งตรง แล้วจึงตัดฟันในแนวอนโดยตั้งฉากกับแนวแกนของรากฟันด้านใกล้กลางด้วยใบเลื่อยเพชร (ความหนา 0.5 มม.) ด้วยเครื่องตัดเนื้อเยื่อแข็ง (IsoMet® 4000 Linear Precision Saws, Buehler, IL, USA) ที่ตำแหน่งระดับ 0, 2, 4 และ 6 มม. จากระดับง่ามรากฟันไปทางปลายรากฟัน และตำแหน่ง 1 มม. จากปลายรากฟัน (ภาพ 7) โดยจะได้ชิ้นส่วนตัดรากฟันทั้งหมดจำนวน 150 ชิ้น จากนั้นนำชิ้นส่วนตัดรากฟันในแต่ละระดับมาวัดขนาดคลองรากฟันและความหนาผนังรากฟันภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo microscope SZX16, Olympus, Japan) ผ่านเลนส์ใกล้วัตถุที่กำลังขยาย 1x โดยใช้โปรแกรม cellSens Standard imaging software ผ่านจอแสดงผลที่กำลังขยาย 25 เท่า โดยมีค่าความคาดเคลื่อนในการวัด ± 0.003 มม./พิกเซล โดยผู้วิจัยเพียงคนเดียวที่ผ่านการปรับมาตรฐาน

วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟัน โดยวัดจากขอบสองด้านที่กว้างที่สุดของคลองรากฟัน ดังนี้ (1) เส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้น (bucco-lingual diameter: BL) และ (2) เส้นผ่าศูนย์กลางแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (mesio-distal diameter: MD) และวัดความหนาที่บางที่สุดของผนังคลองรากฟัน ดังนี้ (3) ความหนาผนังรากด้านไกลกลางที่บางที่สุด (DT) และ (4) ความหนาผนังรากด้านใกล้กลางที่บางที่สุด (MT) โดยวัดความหนาของรากฟันที่บางที่สุดด้วยการวาดวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ ณ ตำแหน่งกึ่งกลางคลองรากฟัน โดยเพิ่มรัศมีของวงกลมมากขึ้นจนกว่าจะพบจุดซ้อนทับระหว่างวงกลมกับผิวรากส่วนนอก ซึ่งความหนาของรากฟันที่บางที่สุดเท่ากับเส้นที่ลากจากตำแหน่งที่วงกลมซ้อนทับกับรากส่วนนอกไปยังขอบของคลองรากฟัน ทำการวัดทั้งความหนารากฟันทั้งด้านใกล้กลางและไกลกลางของคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง และด้านลิ้น-ใกล้กลาง (ภาพ 8) บันทึกข้อมูลในตารางบันทึกผล



ภาพ 7 แสดงวิธีการตัดชิ้นฟันสำหรับการทดลอง

- เส้นสีฟ้าแสดงแนวการตัดฟันที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟัน
- เส้นสีส้มแสดงแนวการตัดฟันที่ระดับ 1 มม. จากปลายรากฟัน



ภาพ 8 แสดงแนวการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันและความหนาของเนื้อฟัน

- เส้นประคือตำแหน่งกึ่งกลางคลองรากฟัน
- เส้นสีเขียว (BL) แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้น
- เส้นสีชมพู (MD) แสดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง
- เส้นสีชมพู (MT) แสดงความหนาผนังรากด้านใกล้กลางที่บางที่สุด
- เส้นสีน้ำเงิน (DT) แสดงความหนาผนังรากด้านไกลกลางที่บางที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

บันทึกข้อมูลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้นและแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง และความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุดในด้านใกล้กลางและไกลกลาง ของคลองรากฟันด้านแก้ม-ใกล้กลางและด้านลิ้น-ใกล้กลาง ในแต่ละชั้นส่วนตัดรากฟัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจะได้รับการปรับมาตรฐาน (calibration) ด้วย 10% ของกลุ่มตัวอย่าง หาค่าความน่าเชื่อถือได้ในตัวผู้วิจัย (intra-examiner reliability) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation coefficient: ICC) ค่า 0.90-1.00 แสดงความน่าเชื่อถือของผู้ประเมินมีความสอดคล้องกันในระดับดีมาก โดยผู้วิจัยจะทำการวัดค่า 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 2 สัปดาห์ก่อนทำการวัดชั้นส่วนตัดรากฟัน

รายงานข้อมูลการพบคลองรูปร่างยาวที่มีสัดส่วนของขนาดด้านยาวส่วนด้านสั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 2 เป็นร้อยละที่พบในแต่ละระดับที่ตัด

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS (IBM SPSS Statistics for windows, Version 23.0; IBM Corp, NY, USA) โดยนำข้อมูลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (BL และ MD) และความหนา (MT และ DT) ในแต่ละระดับมาทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติโคลโมโกรอฟ-สมอร์นอฟ (Kolmogorov –Smirnov) และทดสอบความแปรปรวนด้วยสถิติของเลวิน (Levene's Test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อแปลผลได้ว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติและความแปรปรวนเท่ากันจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันด้านแก้ม-ใกล้กลางหรือด้านลิ้น-ใกล้กลางท่ามกลางระดับที่ตัดด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) เปรียบเทียบเชิงซ้อน (Post Hoc multiple comparison) ด้วย Tukey test และใช้สถิติ Paired t-test เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลในระดับการตัดเดียวกัน และใช้สถิติ Independent t-test เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างสองคลองรากฟัน

คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ด้วยสถิติ Pearson correlation ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาเนื้อฟันแนวใกล้กลางและไกลกลางที่ระดับ 0, 2, 4, และ 6 มม. จากง่ามรากฟัน กำหนดให้ระดับนัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า 0.05

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ค่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟัน ความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุด การกระจายความถี่ และค่าสหสัมพันธ์ของเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุด แสดงในตาราง 1-6 ข้อมูลทั้งหมดถูกวัดโดยผู้ประเมินที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass Correlation Coefficient : ICC) เท่ากับ 0.994 ค่าความโค้งเฉลี่ยของรากฟันในการศึกษานี้เท่ากับ 20.30 ± 7.52 องศา รากฟันจัดอยู่ในระดับโค้งมาก ตามการแบ่งของ Schneider (66) และความยาวฟันและความยาวรากเฉลี่ยเท่ากับ 20.68 ± 1.53 มม. และ 9.76 ± 1.67 มม. ตามลำดับ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันมีแนวโน้มลดลงจากตำแหน่งใกล้ง่ามรากฟันสู่ปลายรากฟันทั้งแนวแก้ม-ลิ้นและแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ในทั้งคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลางและด้านลิ้น-ใกล้กลาง พบเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้นใหญ่กว่าแนวใกล้กลาง-ไกลกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบในชั้นตัวอย่างเดียวกัน ในทั้งสองคลองรากฟัน (Paired t-test, $p < 0.05$) แสดงด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กในตาราง 1 และพบคลองรากรูปร่างยาวตามเกณฑ์ของ Wu และคณะ (32) จากระดับ 0-6 มม. ใต้ง่ามรากฟัน แสดงในตารางที่ 2

ค่าของความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุดท่ามกลางระดับที่ศึกษา (ระดับ 0-6 มม. ใต้ง่ามรากฟัน) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (One way ANOVA, $p < 0.05$) และทดสอบความแตกต่างในแต่ละคู่ด้วย Tukey multiple comparisons แสดงด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในตาราง 3 และความหนาด้านไกลกลางบางกว่าด้านใกล้กลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบในชั้นตัวอย่างเดียวกัน ในทั้งสองคลองรากฟัน แสดงด้วยตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กในตาราง 3

การกระจายตำแหน่งของความหนาผนังรากที่บางที่สุดส่วนใหญ่อยู่ทางด้านไกลกลางของรากฟัน (คลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง 70.0% และคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง 86.7%) และพบความถี่สูงสุดที่ระดับ 6 มม. ใต้ง่ามรากฟัน ความหนาของผนังรากที่บางที่สุดบางส่วนพบที่ด้านใกล้กลางของรากที่ระดับ 6 มม. จากง่ามรากฟัน (คลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง 30.0%, คลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง 13.3%) (ตาราง 4)

คลองรากส่วนปลายราก 1 มม. พบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้น ของคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง ใหญ่กว่าของคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Independent t-test, $p < 0.05$) แสดงด้วยตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ในตาราง 5 และเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้นใหญ่กว่าแนวใกล้กลาง-ไกลกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบในชั้นตัวอย่างเดียวกัน ในทั้งสองคลองรากฟัน (Paired t-test, $p < 0.05$) แสดงด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็กในตาราง 5 พบความหนาผนังรากฟันทั้งสองด้านมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญระหว่างสองคลองรากฟัน พบความหนาด้านไกลกลางน้อยกว่าด้านใกล้กลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง (Paired t-test, $p < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างในคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาของรากฟันได้สรุปไว้ในตาราง 6 ซึ่งพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson correlation coefficients) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาของรากฟันด้านใกล้กลาง ในทั้งสองคลองรากฟัน โดยในคลองรากฟันด้านแก้ม-ใกล้กลาง พบมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ที่ระดับต่ำกว่าง่ามรากฟัน 0 มม. และระดับน้อย ที่ 2 และ 6 มม. ส่วนคลองรากฟันด้านลิ้น-ใกล้กลางพบความสัมพันธ์ระดับปานกลางที่ระดับ 2, 4, และ 6 มม. และระดับน้อย ที่ 0 มม. จากง่ามรากฟัน แต่ไม่พบความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาด้านใกล้กลางของทั้งสองคลองรากฟัน



ตาราง 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันของคลองรากฟันใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1
(ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับต่ำกว่า ง่ามรากฟัน	MB			ML		
	BL	MD	<i>p</i> -value	BL	MD	<i>p</i> -value
0 มม.	0.65 \pm 0.23 ^a	0.38 \pm 0.08 ^b	0.000	0.63 \pm 0.20 ^a	0.38 \pm 0.10 ^b	0.000
2 มม.	0.54 \pm 0.21 ^a	0.31 \pm 0.08 ^b	0.000	0.57 \pm 0.24 ^a	0.31 \pm 0.07 ^b	0.000
4 มม.	0.40 \pm 0.12 ^a	0.27 \pm 0.08 ^b	0.000	0.41 \pm 0.15 ^a	0.24 \pm 0.06 ^b	0.000
6 มม.	0.35 \pm 0.11 ^a	0.22 \pm 0.07 ^b	0.000	0.31 \pm 0.10 ^a	0.19 \pm 0.06 ^b	0.000

MB = คลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง

ML = คลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง

BL = เส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้น

MD = เส้นผ่าศูนย์กลางแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง

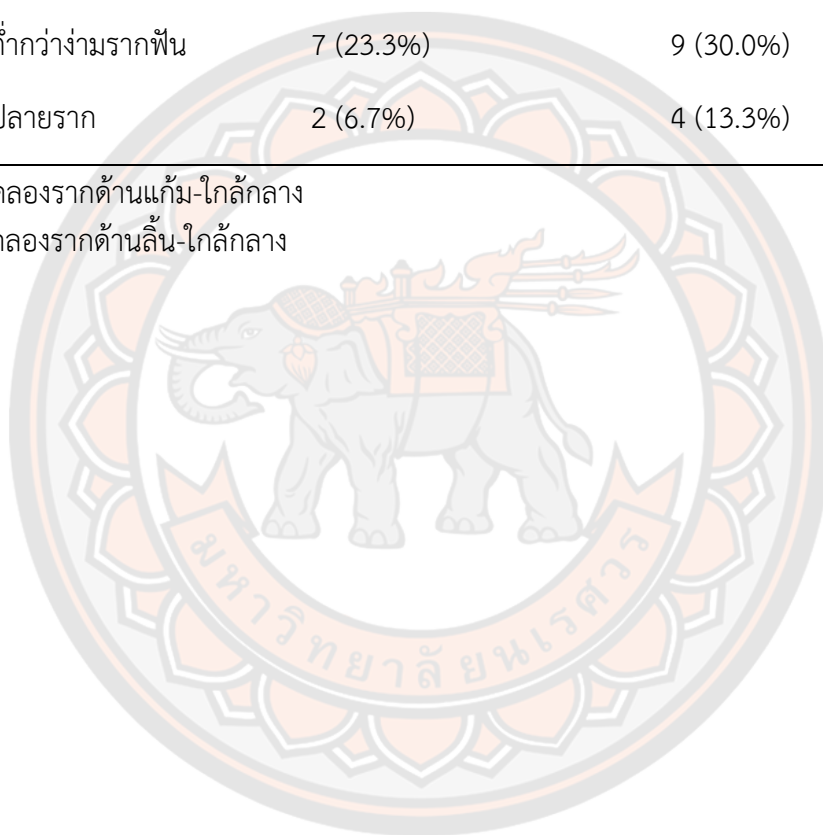
ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงความแตกต่างในแถวอย่างมีนัยสำคัญโดยสถิติ Paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$

ตาราง 2 ความถี่และร้อยละของคลองรากรูปรียาวในรากฟันด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1

ระดับ	คลองรากรูปรียาว	
	MB	ML
0 มม. ต่ำกว่าง่ามรากฟัน	9 (30.0%)	10 (33.3%)
2 มม. ต่ำกว่าง่ามรากฟัน	9 (30.0%)	8 (26.7%)
4 มม. ต่ำกว่าง่ามรากฟัน	3 (10.0%)	6 (20.0%)
6 มม. ต่ำกว่าง่ามรากฟัน	7 (23.3%)	9 (30.0%)
1 มม. ปลายราก	2 (6.7%)	4 (13.3%)

MB = คลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง

ML = คลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง



ตาราง 3 ความหนาแน่นรากฟันด้านใกล้กลางและไกลกลางของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ระดับ ต่ำกว่า	MB			ML		
	MT	DT	<i>p</i> -value	MT	DT	<i>p</i> -value
0 มม.	1.50 \pm 0.24 ^{A, a}	1.00 \pm 0.21 ^{A, b}	0.000	1.55 \pm 0.25 ^{A, a}	1.06 \pm 0.19 ^{A, b}	0.000
2 มม.	1.21 \pm 0.17 ^{B, a}	0.88 \pm 0.15 ^{A, B, b}	0.000	1.24 \pm 0.20 ^{B, a}	0.89 \pm 0.20 ^{B, b}	0.000
4 มม.	0.96 \pm 0.17 ^{C, a}	0.81 \pm 0.16 ^{B, C, b}	0.000	1.00 \pm 0.22 ^{C, a}	0.78 \pm 0.15 ^{B, C, b}	0.000
6 มม.	0.85 \pm 0.19 ^{C, a}	0.75 \pm 0.17 ^{C, b}	0.023	0.88 \pm 0.24 ^{C, a}	0.68 \pm 0.17 ^{C, b}	0.000
<i>p</i> -value	0.000	0.000		0.000	0.000	

MB = คลองรากฟันด้านแก้ม-ใกล้กลาง

ML = คลองรากฟันด้านลิ้น-ใกล้กลาง

MT = ความหนาแน่นรากฟันด้านใกล้กลางที่บางที่สุด

DT = ความหนาแน่นรากฟันด้านไกลกลางที่บางที่สุด

ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงความแตกต่างในคอลัมน์และภายในแถว โดยสถิติ One-way ANOVA และ Paired t-test ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ ตามลำดับ

ตาราง 4 การกระจายความถี่ (ร้อยละ) ของความหนาของฟันที่บางที่สุดที่เลือกจาก 4 ระดับตาม
ด้านและตำแหน่ง (n = 30 ในแต่ละคลองรากฟัน)

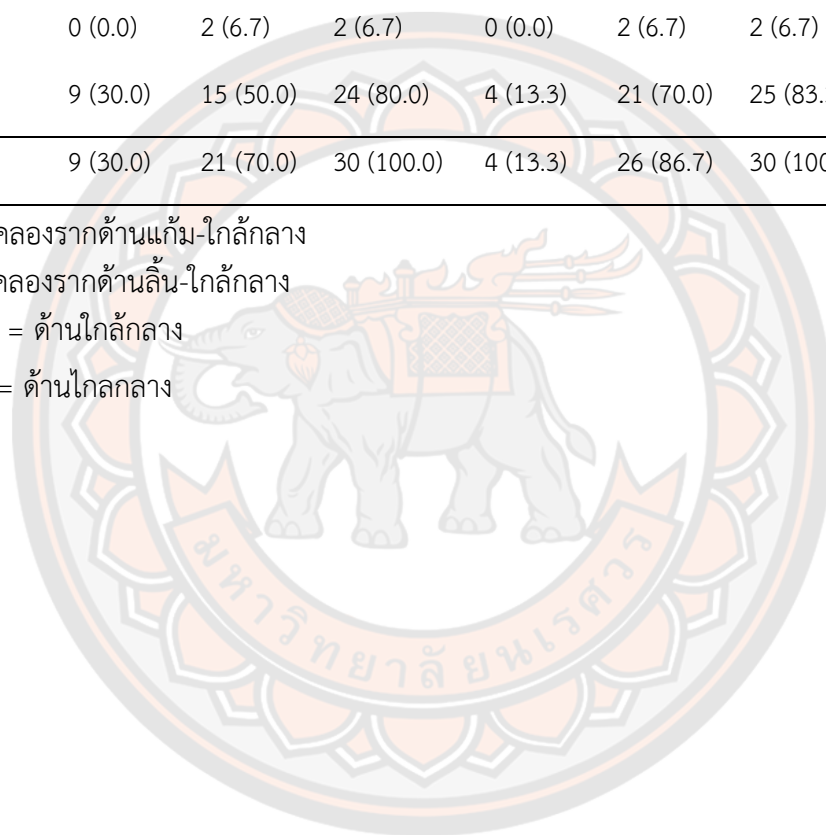
ระดับต่ำกว่า ง่ามรากฟัน	MB			ML		
	Mesial	Distal	รวม	Mesial	Distal	รวม
0 มม.	0 (0.0)	2 (6.7)	2 (6.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
2 มม.	0 (0.0)	2 (6.7)	2 (6.7)	0 (0.0)	3 (10.0)	3 (10.0)
4 มม.	0 (0.0)	2 (6.7)	2 (6.7)	0 (0.0)	2 (6.7)	2 (6.7)
6 มม.	9 (30.0)	15 (50.0)	24 (80.0)	4 (13.3)	21 (70.0)	25 (83.3)
รวม	9 (30.0)	21 (70.0)	30 (100.0)	4 (13.3)	26 (86.7)	30 (100.0)

MB = คลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง

ML = คลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง

Mesial = ด้านใกล้กลาง

Distal = ด้านไกลกลาง



ตาราง 5 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนาของรากฟันของคลองรากด้าน
 แก้ม-ใกล้กลางและด้านหลัง-ใกล้กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ที่ระดับ 1 มม. จากปลาย
 รากฟัน (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

คลองราก	เส้นผ่าศูนย์กลาง			ความหนารากฟัน		
	BL	MD	p-value	MT	DT	p-value
MB	0.16 \pm 0.06 ^{A, a}	0.11 \pm 0.04 ^b	0.000	0.49 \pm 0.18 ^a	0.39 \pm 0.16 ^b	0.032
ML	0.13 \pm 0.05 ^{B, a}	0.10 \pm 0.03 ^b	0.000	0.45 \pm 0.15 ^a	0.42 \pm 0.15 ^a	0.410
p-value	0.025	0.063		0.403	0.453	

MB = คลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง

ML = คลองรากด้านหลัง-ใกล้กลาง

BL = เส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-หลัง

MD = เส้นผ่าศูนย์กลางแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง

MT = ความหนาผนังรากด้านใกล้กลางที่บางที่สุด

DT = ความหนาผนังรากด้านไกลกลางที่บางที่สุด

ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงความแตกต่างในคอลัมน์และภายในแถว
 โดยสถิติ Independent t-test และ Paired t-test ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ ตามลำดับ

ตาราง 6 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาของฟันด้านใกล้กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1

			ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาของฟัน			
ระดับ			MB		ML	
จากง่าม						
รากฟัน			MT	DT	MT	DT
0 mm	BL diameter	Pearson correlation	.548*	0.348	.473*	0.149
		<i>p</i> -value	0.002	0.06	0.007	0.431
2 mm		Pearson correlation	.494*	0.15	.519*	0.166
		<i>p</i> -value	0.005	0.428	0.003	0.381
4 mm		Pearson correlation	0.064	-0.244	.588*	0.114
		<i>p</i> -value	0.735	0.194	0.001	0.55
6 mm		Pearson correlation	.391*	0.178	.549*	0.139
		<i>p</i> -value	0.032	0.347	0.002	0.462

MB = คลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง

ML = คลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง

BL = เส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้น

MT = ความหนาผนังรากด้านใกล้กลางที่บางที่สุด

DT = ความหนาผนังรากด้านไกลกลางที่บางที่สุด

บทที่ 5

บทสรุป

โชนอันตราย

ความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุดทั้งด้านใกล้กลางและไกลกลางที่พบมีแนวโน้มที่ลดลงในทิศทางจากง่ามรากไปทางปลายรากฟัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ (22, 28) และในทุกระดับที่ทดสอบ (0 ถึง 6 มม. ใต้ง่ามราก) พบความหนาในด้านใกล้กลางบางกว่าด้านใกล้กลางอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของรากซี่นี้ ที่พบลักษณะเว้าบริเวณง่ามรากฟัน และถูกระบุว่าเป็นโชนอันตรายเนื่องจากมีผนังรากฟันบางมีความเสี่ยงทะลุหากไม่ระมัดระวังในการขยายคลองรากฟัน (54) จากการศึกษาท่อนำด้วยภาพรังสีไมโครซีที แสดงให้เห็นผลการศึกษาน่าสนใจและแตกต่างออกไปจากความเข้าใจเดิม โดยพบว่าผนังรากที่บางที่สุดบางส่วนอยู่ด้านใกล้กลางของรากฟัน (22, 23) โดย Lee และคณะ (22) รายงานการพบผนังรากที่บางที่สุดในด้านใกล้กลาง ร้อยละ 35.0 และ 28.0 และการศึกษาของ De-Deus และคณะ (23) พบร้อยละ 18.0 และ 22.0 เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้ พบร้อยละ 30.0 และ 13.3 ในคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง และด้านลิ้น-ใกล้กลางตามลำดับ การพบมีการกระจายของผนังรากที่บางที่สุดไปในด้านใกล้กลาง อาจเกิดจากรูปร่างของรากฟันที่ไม่สมมาตร (23) และลักษณะรอยเว้าที่อาจพบได้ในด้านใกล้กลางของราก

จากการศึกษาที่ผ่านมาด้วยวิธีตัดฟันพบตำแหน่งโชนอันตรายอยู่ในส่วนต้นของรากฟันใน ระยะ 1.5-2.8 มม. ใต้ง่ามรากฟัน (28, 29) เมื่อเปรียบเทียบกับศึกษานี้มีการตัดฟันในระดับที่ลึกมากขึ้นถึงระดับกลางราก และเมื่อนำขึ้นตัวอย่างใน 4 ระดับที่ตัด (0 ถึง 6 มม. ใต้ง่ามราก) มาเปรียบเทียบกัน พบความถี่สูงสุดของผนังรากฟันที่บางที่สุดอยู่ที่ระดับ 6 มม. ใต้ง่ามราก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาด้วยไมโครซีทีของ De-Deus และคณะ (23) ที่รายงานการพบโชนอันตรายอยู่ระหว่าง 4-7 มม. ต่ำกว่าง่ามรากฟัน แต่แตกต่างจากการศึกษาของ Lee และคณะ (22) ที่พบส่วนใหญ่อยู่บริเวณส่วนต้นของรากฟัน เป็นที่น่าสังเกตว่าการลดลงตามลำดับของความหนาผนังรากฟันจากง่ามรากสู่กลางรากน่าจะเกิดจากลักษณะความสอของรากฟัน ในขณะที่เดียวกันความเว้าในด้านง่ามราก น่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ด้านใกล้กลางบางกว่าด้านใกล้กลางในทุกระดับ ดังนั้นทั้งเรื่องความสอของรากและความเว้าบริเวณง่ามรากจึงน่าจะเป็นปัจจัยที่ทำให้พบว่าผนังรากบางที่สุดมีความถี่สูงสุดที่ด้านง่ามรากที่ระดับ 6 มม. ใต้ง่ามราก ดังนั้นการพบครั้งนี้จึงนำไปสู่ข้อเสนอแนะดังนี้ ด้านง่ามราก ตั้งแต่ส่วนต้นถึงส่วนกลางรากของรากใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ควรถูกพิจารณาเป็นโชนอันตรายในระหว่างการขยายคลองรากฟัน ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำของ Harris และคณะ (21)

การศึกษานี้พบค่าเฉลี่ยความหนาผนังรากที่บางที่สุด 0.68 ± 0.17 มม. ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าการศึกษาอื่น ๆ ที่ใช้วิธีตัดฟัน (30, 31) โดย Tabrizizadeh และคณะ (30) รายงานค่าความหนา

เฉลี่ย 1.2 ± 0.30 มม. ที่ตำแหน่งต่ำจากรูเปิดเข้าคลองรากฟัน 4 มม. และ Garcia Filho และคณะ (31) พบความหนาเฉลี่ย 0.789 ± 0.182 มม. ที่ตำแหน่ง 2 มม. จากง่ามรากฟัน และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาด้วยภาพรังสีโคนปีมซีที พบความหนาเฉลี่ยที่บางที่สุดของคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลางในเพศชายเท่ากับ 0.80 ± 0.14 มม. เพศหญิงเท่ากับ 0.78 ± 0.14 มม. ส่วนในคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลางในเพศชายเท่ากับ 0.80 ± 0.13 มม. เพศหญิงเท่ากับ 0.79 ± 0.13 มม. (57) และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาด้วยวิธีไมโครซีทีพบค่าเฉลี่ยความหนาของผนังรากด้านใกล้กลางในคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลางเท่ากับ 1.13 ± 0.22 มม. คลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลางเท่ากับ 1.10 ± 0.21 มม. (23) ความแตกต่างของค่าความหนาและตำแหน่งของโซนอันตรายในแต่ละการศึกษา อาจเกิดจากความแตกต่างของวิธีการวัดผล (การตัดฟัน, โคนปีมซีที, หรือไมโครซีที), ระดับการตัด, เพศและอายุของตัวอย่าง (57), และกลุ่มประชากรที่ศึกษา เนื่องจากมีรายงานที่พบว่าขนาดของฟันมีความสัมพันธ์อย่างมากกับอายุ, เพศ, และชาติพันธุ์ (57, 67)

คลองรากฟัน

ข้อมูลหลักฐานวิทยาของคลองรากฟันมีความสำคัญต่อการรักษาคลองรากฟัน ความเข้าใจในเรื่องขนาด รูปร่าง และความผายจะช่วยให้ทันตแพทย์เตรียมคลองรากฟันได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาครั้งนี้พบว่าคลองรากฟันมีขนาดเล็กลงตามลำดับจากระดับง่ามรากสู่ปลายรากฟัน และคลองรากส่วนใหญ่มีแนวโน้มเป็นรูปวงรี โดยพบเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้น ใหญ่กว่าแนวใกล้กลาง-ใกล้กลาง ในทุกระดับที่ศึกษา และพบคลองรากรูปวงรียาวตามเกณฑ์ของ Wu และคณะ (32) กระจายในทุกระดับที่ศึกษาโดยในส่วนใหญ่ปลายราก 1 มม. พบร้อยละ 6.7 และ 13.3 ซึ่งแตกต่างจากรายงานร้อยละ 25 และ 0 ในคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลางและคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลางตามลำดับ โดย Wu และคณะ (32) การเตรียมคลองรากฟันรูปวงรีนั้น มีข้อควรระวัง คือ การวัดขนาดคลองรากฟันด้วยไฟล์เบอร์แรกที่เหมาะพอดีกับความยาวทำงาน อาจไม่ได้แสดงถึงขนาดคลองรากฟันที่แท้จริง เพราะการวัดนั้นขึ้นอยู่กับการรูปร่างและความแคบของคลองรากฟัน (68, 69) ซึ่งอาจสร้างความยุ่งยากต่อการขยายคลองรากฟันและอุดคลองรากฟันได้

การศึกษานี้เป็นรายงานการพบคลองรากฟันรูปวงรียาวครั้งแรกในส่วนต้นและส่วนกลางของรากฟันซี่นี้ โดยพบในช่วงร้อยละ 10.0 – 33.3 ซึ่งการทำความสะอาดและตกแต่งในบริเวณนี้อาจไม่ซับซ้อนและยุ่งยากเท่ากับบริเวณคลองรากส่วนปลาย อย่างไรก็ตาม ควรคำนึงถึงการทำความสะอาดและการตะไบผนังคลองรากอย่างทั่วถึงเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ด้านชีวกลศาสตร์ของการเตรียมคลองรากฟัน เมื่อพิจารณาความหนาของผนังรากฟันตลอดโซนอันตรายร่วมกับขนาดของคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้น แม้จะพบว่าความกว้างมากที่สุดของคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้น มีขนาดเล็กกว่าส่วนที่แคบที่สุดของความหนารากฟันด้านใกล้กลาง-ใกล้กลาง ซึ่งความหนาของผนังรากฟันที่พบนี้แสดงให้เห็นความสามารถในการรองรับต่อการตะไบเพื่อทำความสะอาด อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาตำแหน่งของคลองรากฟันที่ไม่วางอยู่ในศูนย์กลางของรากฟันร่วมด้วย เพื่อระมัดระวังการขยายที่อาจกำจัดผนังรากด้านใกล้กลางออกมากเกินไป จนกระทั่งทำให้เสี่ยงต่อการทะลุแถบได้

ในการศึกษานี้ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นและใกล้กลาง-ไกลกลาง (BL-MD) บริเวณปลายราก 1 มม. ในคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง (0.16-0.11 มม.) และในคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง (0.13-0.10 มม.) ซึ่งพบว่ามีขนาดเล็กกว่าการศึกษาของ Martos และคณะ (33) ที่ศึกษาขนาดคลองรากฟันและความหนาของฟันในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ด้วยวิธีการตัดฟัน และรายงานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง (0.607-0.188 มม.) และคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง (0.329-0.204 มม.) ในขณะที่การศึกษาของ Wu และคณะ (32) รายงานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง (0.40-0.21 มม.) และคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง (0.38-0.28 มม.) นอกจากนี้ มีการศึกษาด้วยวิธีไมโครซีทีของ Harris และคณะ (21) พบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นและใกล้กลาง-ไกลกลางบริเวณ 0.5-1 มม. จากปลายรากฟัน ในคลองรากด้านใกล้กลางอยู่ในช่วง 0.31-0.44 มม. และ 0.26-0.33 มม. ตามลำดับ และได้สนับสนุนให้ขยายส่วนปลายรากอย่างน้อยด้วยไฟล์ขนาด ISO เบอร์ 30 (เส้นผ่าศูนย์กลางที่ปลาย 0.3 มม.) เพื่อทำความสะอาดบริเวณปลายรากได้อย่างเพียงพอ การศึกษานี้พบว่าส่วนที่กว้างที่สุดของคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้น มีขนาดเล็กกว่าส่วนที่แคบที่สุดของความหนาของฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง (0.16 มม./0.99 มม.) ซึ่งแสดงให้เห็นความหนาของผนังรากที่เพียงพอในการรองรับการขยายคลองรากฟันให้มีขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่า 3 เบอร์ เพื่อการทำความสะอาดคลองรากรูปร่างหรืออย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงสนับสนุนแนวคิดของ Harris และคณะ (21) นอกจากนี้ ยังมีพบข้อมูลเพิ่มเติมในเรื่องความหนาของผนังรากที่บางที่สุดในส่วน 1 มม. ปลายราก โดยแยกเป็นความหนาด้านใกล้กลางและไกลกลาง เพื่อใช้ประเมินความเพียงพอของผนังรากที่สามารถรองรับการขยายคลองรากฟันที่มีรูปร่างให้สะอาดเพียงพอ ซึ่งพบว่า ด้านไกลกลางบางกว่าด้านใกล้กลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในคลองรากด้านลิ้น-ใกล้กลาง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าคลองรากฟันบริเวณปลายราก 1 มม. นั้นมีแนวโน้มไม่วางอยู่ในตำแหน่งศูนย์กลางของราก แม้ว่าจะยังไม่พบการศึกษาในประเด็นเรื่องความหนาของผนังรากฟันคงเหลือที่เหมาะสมที่ชัดเจน มีคำแนะนำของ Lim and Stock (70) เสนอว่าความหนาของผนังรากฟันขั้นต่ำควรเหลือไว้อย่างน้อย 0.2-0.3 มม. เพื่อต้านต่อแรงจากการอุดด้วยวิธีแลทเทอร์ลคอนเดนเซชัน ดังนั้นควรระวังในการขยายคลองรากฟันที่วางในตำแหน่งไม่ศูนย์กลางมากเกินไป อาจทำให้เกิดผนังรากอ่อนแอหรือแม้แต่เกิดการทะลุขึ้นได้

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดคลองรากกับความหนาผนังรากฟันที่บางที่สุด

การศึกษานี้พบความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับน้อยถึงปานกลาง ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้นกับความหนาของผนังรากฟันที่บางที่สุดด้านใกล้กลาง ที่ระดับ 0 ถึง 6 มม. ใต้ง่ามรากฟัน ในทั้งสองคลองรากฟัน ยกเว้นที่ระดับ 4 มม. ของคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลาง ซึ่งอาจสันนิษฐานได้ว่ายิ่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้นใหญ่ขึ้น ความหนาของผนังรากฟันที่พบในด้านใกล้กลางก็มากขึ้นเช่นเดียวกัน แต่ไม่พบความสัมพันธ์ทั้งเชิงบวกหรือลบ

กับผนังคลองรากด้านง่ามราก ผลการศึกษานี้อาจเป็นสิ่งที่มีความสำคัญทางคลินิก ในการช่วยประเมินความหนาของผนังรากฟันด้านใกล้กลาง ซึ่งเป็นด้านที่พิจารณาให้ตัดออกด้วยเทคนิคแอนตี้-เคอร์เวเจอร์ ไฟลิ่ง (anticurvature filing) (54, 70-72) อย่างไรก็ตาม ค่าสัมพัทธ์เชิงบวกที่น้อยถึงปานกลางอาจเป็นผลมาจากปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากและความหนาของรากฟัน

มีรายงานการเพิ่มขึ้นของความหนาของเนื้อฟันในส่วนตัวฟันและรากฟันเมื่ออายุมากขึ้น (73) นอกจากนี้ พบว่าในฟันที่ยาวกว่ามีความหนาของเนื้อฟันในด้านใกล้กลางของรากด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างนั้นบางกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟันที่สั้นกว่า (57, 74,75) และมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับอายุและเพศของผู้ป่วย (57) ในการศึกษาี้ มีการควบคุมความยาวฟัน (20.23 ± 1.34 มม.) ให้อยู่ในกลุ่มที่มีความยาวปานกลางอ้างอิงจากการศึกษาของ Asthana และคณะ (75) มีข้อสังเกตที่พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้นมีช่วงค่อนข้างกว้าง ซึ่งอาจเกิดจากไม่ได้ควบคุมกลุ่มอายุของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา อีกทั้งวิธีการตัดฟันที่ใช้ทำให้ได้ขึ้นตัวอย่างจำนวนน้อย การศึกษาต่อไปในอนาคตด้วยภาพโคนบีบซีทีหรือไมโครซีทีที่อาจให้ข้อมูลที่ละเอียดและชัดเจนมากกว่า

บทสรุป

ภายใต้ข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้ นำมาสู่ข้อสรุปดังนี้ ด้านง่ามรากของรากใกล้กลางตั้งแต่ระดับง่ามรากถึงกลางรากควรถูกพิจารณาเป็นโซนอันตราย และคลองรากฟันมีขนาดแนวแก้ม-ลิ้นใหญ่กว่าแนวใกล้กลาง-ใกล้กลางในทุกระดับที่ทดสอบ และพบส่วนปลายรากที่มีคลองรากรูปร่างยาวได้ร้อยละ 6.7 และ 13.3 ในคลองรากใกล้แก้ม-ใกล้กลางและใกล้ลิ้น-ใกล้กลางตามลำดับ

ความสัมพันธ์เชิงบวกระดับน้อยถึงปานกลางระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางแนวแก้ม-ลิ้นและความหนาผนังรากฟันด้านใกล้กลาง ที่ระดับ 0-6 มม. ใต้ง่ามรากฟัน อาจใช้เป็นข้อมูลสำคัญทางคลินิกในการประเมินความหนาของผนังรากที่บางที่สุดด้านใกล้กลาง ของรากใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1

เอกสารอ้างอิง

1. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms. 10th ed. 2020.
2. Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1969;28(3):419-25.
3. Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PMH. A new system for classifying root and root canal morphology. *Int Endod J.* 2017;50(8):761-70.
4. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58(5):589-99.
5. Gulabivala K, Aung TH, Alavi A, Ng YL. Root canal morphology of Burmese mandibular molars. *Int Endod J.* 2001;34:359-70.
6. Bansal R, Hegde S, Astekar M. Classification of Root Canal Configurations: A Review and a New Proposal of Nomenclature System for Root Canal Configuration. *JCDR.* 2018;12.
7. Gulabivala K, Opananon A, Ng YL, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *Int Endod J.* 2002;35(1):56-62.
8. Sert S, Aslanalp V, Tanalp J. Investigation of root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population. *Int Endod.* 2004;37(7):494-9.
9. Al-Qudah AA, Awawdeh LA. Root and canal morphology of mandibular first and second molar teeth in a Jordanian population. *Int Endod J.* 2009;42(9):775-84.
10. Chen G, Yao H, Tong C. Investigation of the root canal configuration of mandibular first molars in a Taiwan Chinese population. *Int Endod J.* 2009;42(11):1044-9.
11. Sun Y, Lu TY, Chen YC, Yang SF. The best radiographic method for determining root canal morphology in mandibular first premolars: A study of Chinese descendants in Taiwan. *J Dent Sci.* 2016;11(2):175-81.
12. Nashat A, Ibrahim M, Elbackly R. Detection of root canal anatomy variations in mandibular premolars in an Egyptian population. *Alexandria Dental Journal.* 2020.
13. Faraj BM, Abdulrahman MS, Faris TM. Visual inspection of root patterns and radiographic estimation of its canal configurations by confirmation using sectioning method. An ex vivo study on maxillary first premolar teeth. *BMC Oral Health.* 2022;22(1):166.
14. Todea DCM, Luca RE, Bălăbuc CA, Miron MI, Locovei C, Mocuța DE. Scanning electron microscopy evaluation of the root canal morphology after Er:YAG laser irradiation. *Rom J Morphol Embryol.* 2018;59(1):269-75.
15. Sant'Anna-Júnior A, Duarte MA, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Scanning electron microscopic evaluation of the root apex of mandibular premolars. *Acta Odontol Latinoam.* 2010;23(1):38-41.
16. Dammaschke T, Witt M, Ott K, Schäfer E. Scanning electron microscopic investigation of incidence, location, and size of accessory foramina in primary and permanent molars. *Quintessence Int.* 2004;35(9):699-705.
17. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod.* 1980;6(1):421-4.

18. Wang Y, Zheng QH, Zhou XD, Tang L, Wang Q, Zheng GN, et al. Evaluation of the root and canal morphology of mandibular first permanent molars in a western Chinese population by cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2010;36(11):1786-9.
19. Martins JNR, Marques D, Mata A, Caramês J. Root and root canal morphology of the permanent dentition in a Caucasian population: a cone-beam computed tomography study. *Int Endod J.* 2017;50(11):1013-26.
20. Diwan A, Sreedevi CR, Nagaraj T, Raghava V, Sinha P, Moushmi CB. Determination of the internal anatomy of a permanent dentition: A review 2015 [1-5]. Available from: <http://ijcdmr.com/index.php/ijcdmr/article/viewFile/112/90>.
21. Harris SP, Bowles WR, Fok A, McClanahan SB. An anatomic investigation of the mandibular first molar using micro-computed tomography. *J Endod.* 2013;39(11):1374-8.
22. Lee JK, Yoo YJ, Perinpanayagam H, Ha BH, Lim SM, Oh SR, et al. Three-dimensional modelling and concurrent measurements of root anatomy in mandibular first molar mesial roots using micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2015;48(4):380-9.
23. De-Deus G, Rodrigues EA, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, Cavalcante DM, Oliveira DS, et al. Anatomical danger zone reconsidered: a micro-CT study on dentine thickness in mandibular molars. *Int Endod J.* 2019;52(10):1501-7.
24. Versiani M, Perrini N. *The Root Canal Anatomy in Permanent Dentition.* Cham: Springer; 2019.
25. Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedure. *Endod Topics.* 2005;10(1):3-29.
26. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Versiani MA, Moldauer BI, Topham G, Gutmann JL, et al. Comparative accuracy of the clearing technique, CBCT and micro-CT methods in studying the mesial root canal configuration of mandibular first molars. *Int Endod J.* 2017;50(1):90-6.
27. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root canal morphology. *J Endod.* 2010;36(9):1547-51.
28. Kessler JR, Peters DD, Lorton L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation techniques. *J Endod.* 1983;9(10):439-47.
29. Berutti E, Fedon G. Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars. *J Endod.* 1992;18(11):545-8.
30. Tabrizzadeh M, Reuben J, Khalesi M, Mousavinasab M, Ezabadi MG. Evaluation of radicular dentin thickness of danger zone in mandibular first molars. *J Dent (Tehran).* 2010;7(4):196-9.
31. Garcia Filho PF, Letra A, Menezes R, Carmo AM. Danger zone in mandibular molars before instrumentation: an in vitro study. *J Appl Oral Sci.* 2003;11(4):324-6.

32. Wu MK, R'Oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89(6):739-43.
33. Martos J, Tatsch GH, Tatsch AC, Silveira LF, Ferrer-Luque CM. Anatomical evaluation of the root canal diameter and root thickness on the apical third of mesial roots of molars. *Anat Sci Int.* 2011;86(3):146-50.
34. Yadav S, Wakode R, Kumar S, Jadhav A. Ground sections of teeth: histopathological study modality. *Int Jof Res Med Sci.* 2019;7:1384.
35. สัจสม ประกายสารก. ภาพรังสีกับงานทันตกรรม. เชียงใหม่: บริษัททรีโอ แอดเวอร์ไทซิ่ง แอนด์ มีเดีย จำกัด; 2554.
36. ปรียพร ศรีมาวงษ์. โคนบีมีคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีในทางทันตกรรม. *วทันต.* 2551; 58(1):26-38
37. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.
38. วีรญา ตันทนาภรณ์กุล. การใช้โคนบีมีคอมพิวเตอร์โทโมกราฟีในทางทันตกรรม. *วารสารมหาวิทยาลัยย่นเรศวร.* 2554;19(2):97-103
39. Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod.* 2010;36(7):1187-90.
40. อุทัยวรรณ อารยะตระกูลลิขิต เถลิงศักดิ์ สมัครสมาน, ภิกพ สุทธิประภาภรณ์, ธิติมา นามสิริกุล. ภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ชนิดโคนบีมีในงานวิทยาเอ็นโดดอนต์. *วทันตขอนแก่น.* 2014;17(1):64-78.
41. Durack C, Patel S. Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Braz Dent J.* 2012;23(3):179-91.
42. Boerckel JD, Mason DE, McDermott AM, Alsberg E. Microcomputed tomography: approaches and applications in bioengineering. *Stem Cell Res Ther.* 2014;5(6):144.
43. Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. *Int J Oral Sci.* 2009;1(4):177-88.
44. Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Versiani MA, Moldauer BI, Topham G, Gutmann JL, et al. Comparative accuracy of the Clearing Technique, CBCT and Micro-CT methods in studying the mesial root canal configuration of mandibular first molars. *Int Endod J.* 2017;50(1):90-6.
45. Zhang R, Wang H, Tian YY, Yu X, Hu T, Dummer PM. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. *Int Endod J.* 2011;44(11):990-9.
46. Kim SY, Kim BS, Woo J, Kim Y. Morphology of mandibular first molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals. *J Endod.* 2013;39(12):1516-21.
47. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, Bravo M, Castelo-Baz P, Ruíz-Piñón M, Baca P. Cone-beam computed tomographic study of root anatomy and canal configuration of molars in a Spanish population. *J Endod.* 2017;43(9):1511-6.
48. Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CD. Efficacy of cone-beam computed tomography as a modality to accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. *J Endod.* 2010;36(5):867-70.

49. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickevičienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature J Endod. 2014;40(12):1895-901.
50. Skidmore AE, Bjorndal AM. Root canal morphology of the human mandibular first molar. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1971;32(5):778-84.
51. de Pablo OV, Estevez R, Sanchez MP, Heilborn C, Cohenca N. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: A systematic review. J Endod. 2010;36(12):1919-31.
52. Martins JNR, Marques D, Silva EJNL, Carames J, Versiani MA. Prevalence studies on root canal anatomy using cone-beam computed tomographic imaging: A systematic review. J Endod. 2019;45(4):372-86.
53. Hull T, Robertson P, Steiner J, del Aguila M. Patterns of endodontic care for a Washington state population. J Endod. 2003;29:553-6.
54. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. J Am Dent Assoc. 1980;101(5):792-4.
55. Harris WE. A simplified method of treatment for endodontic perforations. J Endod. 1976;2(5):126-34.
56. Meister FJr, Lommel TJ, Gerstein H, Davies EE. Endodontic perforations which resulted in alveolar bone loss. Report of five cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1979;47(5):463-70.
57. Zhou G, Leng D, Li M, Zhou Y, Zhang C, Sun C, et al. Root dentine thickness of danger zone in mesial roots of mandibular first molars. BMC Oral Health. 2020;20(1):43.
58. Tabrizzadeh M, Reuben J, Khaledi M, Mousavinasab M, Ghane Ezabadi MK. Evaluation of radicular dentin thickness of danger zone in mandibular first molars. J Dent (Tehran). 2010;7(4):196-9.
59. Garcia Filho PF, Letra A, Menezes R, Carmo AM. Danger zone in mandibular molars before instrumentation: an *in vitro* study. J Appl Oral Sci. 2003;11(4):324-6.
60. Saberi E A, Farhad-Mollashahi N, Niknami M, Mousavi E, Rasuli H. Ex vivo evaluation of the root form and root canal morphology of the mandibular first molar using CBCT technology. Zahedan J Res Med Sci. 2014;16(7):1-6.
61. Kakehashi S., Stanley H.R., Fitzgerald R.J. THE EFFECTS OF SURGICAL EXPOSURES OF DENTAL PULPS IN GERM-FREE AND CONVENTIONAL LABORATORY RATS. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1965;20:340-9.
62. Weine F. Endodontic therapy. St. Louis: C.V.: Mosby; 1972.
63. Parris J, Wilcox L, Walton R. Effectiveness of apical clearing: Histological and radiographical evaluation. J Endod. 1994;20(5):219-24.
64. Aminoshariae A, Kulild JC. Master apical file size - smaller or larger: a systematic review of healing outcomes. Int Endod J. 2015;48(7):639-47.
65. Martos J, Tatsch GH, Tatsch AC, Silveira LF, Ferrer-Luque CM. Anatomical evaluation of the root canal diameter and root thickness on the apical third of mesial roots of molars. Anat Sci Int. 2011;86(3):146-50.
66. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1971;32(2):271-5.

67. Altherr ER, Koroluk LD, Phillips C. Influence of sex and ethnic tooth-size differences on mixed-dentition space analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(3):332-9.
68. Silveira LF, Martos J, Pintado LS, Teixeira RA, César Neto JB. Early flaring and crown-down shaping influences the first file bind to the canal apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(2):e99-101.
69. Paqué F, Zehnder M, Marending M. Apical fit of initial K-files in maxillary molars assessed by micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2010;43(4):328-35.
70. Lim SS, Stock CJ. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filing compared with the stepback technique. *Int Endod J.* 1987;20(1):33-9.
71. Isom TL, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of root thickness in curved canals after flaring. *J Endod.* 1995;21(7):368-71.
72. Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. The risk of furcal perforation in mandibular molars using Gates-Glidden drills with anticurvature pressure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(3):378-82.
73. Murray PE, Stanley HR, Matthews JB, Sloan AJ, Smith AJ. Age-related odontometric changes of human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(4):474-82.
74. Dwivedi S, Dwivedi CD, Mittal N. Correlation of root dentin thickness and length of roots in mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 2014;40(9):1435-8.
75. Asthana G, Thakrar M, Solanki A, Parmar G. Interrelationship between root dentin thickness and root length in mesial root of mandibular first molar: An in vitro study. *Endodontology.* 2017;29(1):43-6.

บรรณานุกรม





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก เอกสารรับรองอนุมัติการทำวิจัยในมนุษย์

COA No. 165/2021

IRB No. P10042/64



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 65000 เบอร์โทรศัพท์ 05596 8752

หนังสือรับรองโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ : การประเมินค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของคอลอกรากฟันและความหนาของรากของคอลอกรากใกล้กลาง
ในฟันกรามล่างซี่ที่หนึ่งที่มีคอลอกรากใกล้กลางกึ่งกลาง

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวพรวรรณี นันบุญตา

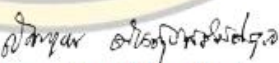
สังกัดหน่วยงาน : คณะทันตแพทยศาสตร์

วิธีทบทวน : แบบเร่งรัด (Expedited Review)

รายงานความก้าวหน้า : ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง/ปี หรือส่งรายงานฉบับสมบูรณ์หากดำเนินโครงการเสร็จ
สิ้นก่อน 1 ปี

เอกสารรับรอง

1. AF 01-10 เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 24 มีนาคม 2564
2. AF 02-10 เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 มีนาคม 2564
3. AF 03-10 เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 มีนาคม 2564
4. สรุปโครงการเพื่อการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2564
5. โครงร่างวิทยานิพนธ์ เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2564
6. ประวัตินักวิจัย เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 มีนาคม 2564
7. ตารางบันทึกผลการทดลอง เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 มีนาคม 2564
8. งบประมาณที่ได้รับ โดยย่อ (Budget) เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 24 มีนาคม 2564

ลงนาม: 
(นายแพทย์สมบูรณ์ ต้นสุกส์สติกุล)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

วันที่รับรอง : 12 พฤษภาคม 2564

วันหมดอายุ : 12 พฤษภาคม 2565

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

นักวิจัยทุกท่านที่ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยต้องปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
2. ใช้เอกสารแนะนำอาสาสมัคร ใบยินยอม (และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัยหรือใบโฆษณาถ้ามี) แบบสัมภาษณ์ และหรือแบบสอบถาม เฉพาะที่มีตราประทับของคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์เท่านั้น และส่งสำเนาเอกสารดังกล่าวให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยจริงรายแรกมาที่คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน
3. รายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมวิจัยใด ๆ ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ภายในระยะเวลาที่กำหนดในวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs)
4. ส่งรายงานความก้าวหน้าต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ตามเวลาที่กำหนดหรือเมื่อได้รับการร้องขอ
5. หากการวิจัยไม่สามารถดำเนินการเสร็จสิ้นภายในกำหนด ผู้วิจัยต้องยื่นขออนุมัติใหม่ก่อน อย่างน้อย 1 เดือน
6. หากผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าถึงใบรับรองหมดอายุ และยังไม่ได้ใบรับรองฉบับใหม่ ผู้วิจัยจะต้องหยุดดำเนินการวิจัยส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับอาสาสมัครใหม่ นับตั้งแต่หลังวันใบรับรองหมดอายุจนกว่าจะได้รับใบรับรองฉบับใหม่
7. หากการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ผู้วิจัยต้องแจ้งปิดโครงการตามแบบฟอร์มของคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*รายชื่อของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ชื่อและตำแหน่ง) ที่เข้าร่วมประชุม ณ วันที่พิจารณารับรองโครงการวิจัย (หากร้องขอล่วงหน้า)



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานอธิการบดี กองการวิจัยและนวัตกรรม งานจัดการมาตรฐานและเครือข่าย โทร. 8752

ที่ อว.0603.01.13(1)/NU-IRB.1 วันที่ 8 กรกฎาคม 2565

เรื่อง แจ้งผลพิจารณารายงานความก้าวหน้าและขอต่ออายุโครงการวิจัย

เรียน นางสาวพราวลี นันบุญตา (คณะทันตแพทยศาสตร์)

ตามที่ท่านได้ส่ง ขอส่งรายงานความก้าวหน้าและขอต่ออายุโครงการวิจัยของโครงการเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของฟันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้น ของคลองรากฟันด้านใกล้กลาง ในฟันกรามล่างซี่ที่ 1” (หมายเลขสำคัญโครงการ : P1-0042/2564) มาที่คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อขอรับการพิจารณา นั้น

ในการนี้ ที่ประชุมคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ครั้งที่ 06/65 เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2565 ได้พิจารณารายงานความก้าวหน้าของการวิจัยแล้ว และได้มีมติ รับรอง ต่อเนื่องครั้งที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 12 พฤษภาคม 2565 ถึงวันที่ 12 พฤษภาคม 2566

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และพิจารณาดำเนินการตามข้อปฏิบัติสำหรับนักวิจัยที่ระบุไว้ ด้านหลังของใบรับรอง

(นายแพทย์สมบูรณ์ ตันสุกสวัสดิกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

COA No. 165/2021

AF 14/6.0

IRB No. P1-0042/2564



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 เบอร์โทรศัพท์ 05596 8752

เอกสารรับรองโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ : ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของกระดูกกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแกม-ลิ้น ของคลองรากฟัน
ด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวพรชวาลี นันบุญตา

สังกัดหน่วยงาน : คณะทันตแพทยศาสตร์

วิธีทบทวน : แบบเร่งรัด

รายงานความก้าวหน้า : ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง/ปี

เอกสารรับรอง

1. PF 01 Submission for Post Approval Report เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 21 เมษายน 2565

ลงนาม: อติพร อโนปกรณ์กิจ

(นายแพทย์สมบูรณ์ ต้นสุกสวัสดิกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

วันที่รับรอง : 12 พฤษภาคม 2564

วันหมดอายุ : 12 พฤษภาคม 2565

วันที่รับรองต่อเนื่องครั้งที่ 1 : 12 พฤษภาคม 2565

วันที่หมดอายุการรับรองครั้งที่ 1 : 12 พฤษภาคม 2566

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

นักวิจัยทุกท่านที่ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
2. ใช้เอกสารแนะนำอาสาสมัคร ใบยินยอม (และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัยหรือใบโฆษณาถ้ามี) แบบสัมภาษณ์ และหรือแบบสอบถาม เฉพาะที่มีตราประทับของคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์เท่านั้น และส่งสำเนาเอกสารดังกล่าวให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยจริงรายการแรกที่คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน
3. รายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมวิจัยใด ๆ ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ภายในระยะเวลาที่กำหนดในวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs)
4. ส่งรายงานความก้าวหน้าต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ตามเวลาที่กำหนดหรือเมื่อได้รับการร้องขอ
5. หากการวิจัยไม่สามารถดำเนินการเสร็จสิ้นภายในกำหนด ผู้วิจัยต้องยื่นขออนุมัติใหม่ก่อน อย่างน้อย 1 เดือน
6. หากผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าไปรับรองหมดอายุ และยังไม่ได้รับรองฉบับใหม่ ผู้วิจัยจะต้องหยุดดำเนินการวิจัยส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับอาสาสมัครใหม่ นับตั้งแต่วันที่ไปรับรองหมดอายุจนกว่าจะได้รับไปรับรองฉบับใหม่
7. หากการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ผู้วิจัยต้องแจ้งปิดโครงการตามแบบฟอร์มของคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

*รายชื่อของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ชื่อและตำแหน่ง) ที่เข้าร่วมประชุม ณ วันที่พิจารณารับรองโครงการวิจัย (หากร้องขอล่วงหน้า)



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานอธิการบดี กองการวิจัยและนวัตกรรม รมงจัดการมาตรฐานและศรัทธา โทร.8752

ที่ อว 0603.01.13(1)/NU-IRB 1700 วันที่ 8 กรกฎาคม 2565

เรื่อง แจ้งผลการปรับแก้โครงการวิจัยที่ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

เรียน นางสาวพรวาลี นันบุญตา (คณะทันตแพทยศาสตร์)

ตามที่ ท่านได้เสนอโครงการวิจัย เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาปากฟันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้น ของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1” (หมายเลขโครงการ : P1-0042/2564) มายังคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อขอรับพิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ นั้น

ในกรณี ที่ประชุมคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 06/65 เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2565 ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าวแล้ว และได้มีมติ **รับรอง** โดยมีเอกสาร ดังนี้

1. PF 01 Submission for Post Approval Report เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 21 เมษายน 2565
2. PF 02 ตารางสรุปการเปลี่ยนแปลง เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 21 เมษายน 2565
3. สรุปโครงการเพื่อการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 2 พฤษภาคม 2565
4. โครงการวิจัยฉบับเต็ม เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 2 พฤษภาคม 2565
5. ตารางบันทึกผลการทดลอง เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 21 เมษายน 2565

จึงเรียนมาเพื่อทราบ และพิจารณาดำเนินการตามข้อปฏิบัติสำหรับนักวิจัยที่ระบุไว้ด้านหลังของใบรับรอง

สุวิทย์ ธรรมสาร

(นายแพทย์สมบุรณ์ ตันสุกสวัสดิกุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

COA No. 165/2021
IRB No. P1-0042/2564

AF 13/6.0



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 เบอร์โทรศัพท์ 055 96 8752

หนังสือรับรองเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ดำเนินการให้การรับรองโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในคนที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical Practice หรือ ICH-GCP

ชื่อโครงการ : ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวแก้ม-ลิ้น ของคลองรากฟัน
ด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1

ผู้วิจัยหลัก : นางสาวพรราวลี นันบุญตา

สังกัดหน่วยงาน : คณะทันตแพทยศาสตร์

เอกสารที่ได้รับการรับรอง

1. PF 01 Submission for Post Approval Report เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 21 เมษายน 2565
2. PF 02 ตารางสรุปการเปลี่ยนแปลง เวอร์ชัน 1.0 วันที่ 21 เมษายน 2565
3. สรุปโครงการเพื่อการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 2 พฤษภาคม 2565
4. โครงการวิจัยฉบับเต็ม เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 2 พฤษภาคม 2565
5. ตารางบันทึกผลการทดลอง เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 21 เมษายน 2565

ลงนาม : ศุภิสุมภ์ ตรีสุขุมวิท

(นายแพทย์สมบุรณ์ ตันสุกสวัสดิ์กุล)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

กลุ่มสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

วันที่รับรองปรับปรุงแก้ไข : 29 มิถุนายน 2565

วันที่หมดอายุโครงการวิจัย : 12 พฤษภาคม 2566

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

นักวิจัยทุกท่านที่ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
2. ให้เอกสารแนะนำอาสาสมัคร ใบยินยอม (และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัยหรือใบโฆษณาถ้ามี) แบบสัมภาษณ์ และหรือแบบสอบถาม เฉพาะที่มีตราประทับของคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์เท่านั้น และส่งสำเนาเอกสารดังกล่าวที่ใช้กับผู้เข้าร่วมวิจัยจริงรายแรก (ถ้าเกี่ยวข้อง) มาที่คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ เพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐาน
3. รายงานเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมวิจัยใด ๆ ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ภายในระยะเวลาที่กำหนดในวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs)
4. ส่งรายงานความก้าวหน้าต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ตามเวลาที่กำหนดหรือเมื่อได้รับการร้องขอ
5. หากการวิจัยไม่สามารถดำเนินการเสร็จสิ้นภายในกำหนด ผู้วิจัยต้องยื่นขออนุมัติใหม่ก่อน อย่างน้อย 1 เดือน
6. เอกสารทุกฉบับที่ได้รับการรับรองครั้งนี้ หมดอายุตามอายุของโครงการวิจัยที่ได้รับการรับรองก่อนหน้านี้ (COA No. 165/2021)

*รายชื่อของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ชื่อและตำแหน่ง) ที่เข้าร่วมประชุม ณ วันที่พิจารณารับรองโครงการวิจัย (หากร้องขอล่วงหน้า)

ภาคผนวก ข ทุนอุดหนุนงานวิจัย



ประกาศคณะทันตแพทยศาสตร์
เรื่อง รายชื่อผู้ได้รับจัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์
สำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๔

ตามที่ คณะทันตแพทยศาสตร์ได้เปิดรับสมัครทุนอุดหนุนการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์
สำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๔ ทั้งนี้ได้ดำเนินการรับสมัครผู้ประสงค์ขอรับ
ทุนอุดหนุนดังกล่าวเรียบร้อยแล้วนั้น ในกรณีนี้ คณะฯ จึงได้จัดทำประกาศรายชื่อผู้ได้รับจัดสรรทุนอุดหนุน
การวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๔ ดังรายชื่อต่อไปนี้

ระดับปริญญาโท จำนวน ๒ ราย ได้แก่

๑. นางสาวพชราวลี นันบุญตา
๒. นายเกรียงศักดิ์ ชัยไศภิน

ประกาศ ณ วันศุกร์ที่ ๒๓ กรกฎาคม ปีพุทธศักราช ๒๕๖๔

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร.อนุนท์ สิทธิโชคชัยวุฒิ)
คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์

ภาคผนวก ค วิเคราะห์ข้อมูล

ค่าความน่าเชื่อถือในตัวผู้วิจัย (intra-examiner reliability) ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในชั้น (Intraclass correlation coefficient: ICC)

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	72	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	72	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.994	3

Intraclass Correlation Coefficient

	Intraclass Correlation ^b	95% Confidence Interval		F Test with True Value 0			
		Lower Bound	Upper Bound	Value	df1	df2	Sig
Single Measures	.982 ^a	.973	.988	169.241	71	142	.000
Average Measures	.994 ^c	.991	.996	169.241	71	142	.000

Two-way mixed effects model where people effects are random and measures effects are fixed.

a. The estimator is the same, whether the interaction effect is present or not.

b. Type A intraclass correlation coefficients using an absolute agreement definition.

c. This estimate is computed assuming the interaction effect is absent, because it is not estimable otherwise.

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดได้รับการประมวลผลและวิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics Version 26 กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

1. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันแนวแก้ม-ลิ้นของคลองรากฟันใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

Descriptive Statistics			
	N	Mean	Std. Deviation
MB0mmBL	30	653.6173	234.12722
MB2mmBL	30	536.5857	211.06644
MB4mmBL	30	398.9853	121.54817
MB6mmBL	30	351.1457	107.80683
ML0mmBL	30	632.4857	201.04941
ML2mmBL	30	569.2787	237.41791
ML4mmBL	30	405.4222	147.49086
ML6mmBL	30	314.8133	104.30192
Valid N (listwise)	30		

2. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางคลองรากฟันแนวใกล้กลาง-ไกลกลางของคลองรากฟันใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

Descriptive Statistics			
	N	Mean	Std. Deviation
MB0mmMD	30	377.3320	84.90705
MB2mmMD	30	312.1450	82.67634
MB4mmMD	30	274.4060	79.64593
MB6mmMD	30	223.2820	69.34724
ML0mmMD	30	380.0800	103.78021
ML2mmMD	30	314.3850	69.01700
ML4mmMD	30	239.4613	60.94563
ML6mmMD	30	189.1603	55.06345
Valid N (listwise)	30		

3. ความหนาารากฟันด้านใกล้กลางของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

Descriptive Statistics			
	N	Mean	Std. Deviation
MB0mmM	30	1496.3950	243.66440
MB2mmM	30	1207.3703	168.61623
MB4mmM	30	964.5297	171.14213
MB6mmM	30	851.6933	189.55753
ML0mmM	30	1551.6760	245.96072
ML2mmM	30	1239.4437	202.93157
ML4mmM	30	1003.4383	221.13201
ML6mmM	30	883.5887	237.17928
Valid N (listwise)	30		

4. ความหนาารากฟันด้านไกลกลางของคลองรากฟันด้านใกล้กลางในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
MB0mmD	30	1000.0060	211.57769
MB2mmD	30	884.5153	149.91875
MB4mmD	30	811.0047	161.44251
MB6mmD	30	748.8550	173.14332
ML0mmD	30	1064.1607	186.88545
ML2mmD	30	885.2393	204.42240
ML4mmD	30	784.3930	151.15641
ML6mmD	30	684.1310	167.15072
Valid N (listwise)	30		

5. ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของคลองรากฟันและความหนาของรากฟันของคลองรากด้านแก้ม- ไกล่กลางและด้านลิ้น-ไกล่กลางของฟันกรามล่างซี่ที่ 1 ที่ระดับ 1 มม. จากปลายรากฟัน (ค่าเฉลี่ย (มม.) \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation
MB1mmBL	30	158.2777	57.24339
MB1mmM	30	487.7703	177.47474
MB1mmD	30	388.3673	157.47653
MB1mmMD	30	113.0560	37.15783
ML1mmBL	30	126.6627	48.88727
ML1mmMD	30	95.4567	34.80433
ML1mmM	30	452.2180	147.71887
ML1mmD	30	418.1687	147.85656
Valid N (listwise)	30		

6. ทดสอบการกระจายข้อมูลด้วยสถิติ Kolmogorov-Smirnov

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
BL0MB	.115	30	.200*	.966	30	.429
MD0MB	.141	30	.134	.941	30	.099
BL2MB	.094	30	.200*	.973	30	.619
MD2MB	.108	30	.200*	.952	30	.189
BL4MB	.068	30	.200*	.973	30	.626
MD4MB	.132	30	.190	.949	30	.157
BL6MB	.100	30	.200*	.984	30	.913
MD6MB	.068	30	.200*	.968	30	.481
BL0ML	.111	30	.200*	.975	30	.672
MD0ML	.118	30	.200*	.947	30	.145
BL2ML	.091	30	.200*	.975	30	.683
MD2ML	.095	30	.200*	.970	30	.537
BL4ML	.112	30	.200*	.976	30	.711
MD4ML	.141	30	.130	.954	30	.217
BL6ML	.087	30	.200*	.960	30	.306
MD6ML	.113	30	.200*	.969	30	.518

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction



Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MBM0	.128	30	.200*	.973	30	.619
MBD0	.090	30	.200*	.954	30	.219
MBM2	.168	30	.130	.931	30	.154
MBD2	.104	30	.200*	.958	30	.272
MBM4	.095	30	.200*	.985	30	.935
MBD4	.131	30	.200*	.951	30	.176
MBM6	.123	30	.200*	.941	30	.096
MBD6	.097	30	.200*	.982	30	.878
MLM0	.086	30	.200*	.981	30	.851
MLD0	.087	30	.200*	.980	30	.827
MLM2	.134	30	.178	.962	30	.340
MLD2	.112	30	.200*	.970	30	.528
MLM4	.132	30	.190	.966	30	.442
MLD4	.100	30	.200*	.962	30	.339
MLM6	.122	30	.200*	.948	30	.150
MLD6	.099	30	.200*	.960	30	.309

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ML1mmD	.076	30	.200*	.981	30	.864
ML1mmM	.101	30	.200*	.976	30	.718
ML1mmMD	.110	30	.200*	.945	30	.124
ML1mmBL	.114	30	.200*	.938	30	.079

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MB1mmBL	.153	30	.070	.955	30	.234
MB1mmMD	.093	30	.200*	.977	30	.736
MB1mmM	.112	30	.200*	.982	30	.886
MB1mmD	.083	30	.200*	.966	30	.430

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

7. ทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลด้วยสถิติ Levene's Test

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
MBM0246	.847	3	116	.471
MBD0246	.668	3	116	.573
MLM0246	.709	3	116	.548
MLD0246	1.336	3	116	.266

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
MB0246BL	1.014	3	116	.389
MB0246MD	1.400	3	116	.246
ML0246BL	.313	3	116	.816
ML0246MD	.899	3	116	.444

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
MBMLBL1mm	Equal variances assumed	.227	.636	2.300	58	.025	31.61500	13.74381	4.10377	59.12623
	Equal variances not assumed			2.300	56.613	.025	31.61500	13.74381	4.08942	59.14058
MBMLMD1mm	Equal variances assumed	.015	.902	1.893	58	.063	17.59933	9.29524	-1.00711	36.20578
	Equal variances not assumed			1.893	57.753	.063	17.59933	9.29524	-1.00881	36.20747
MBMLM1mm	Equal variances assumed	.423	.518	.843	58	.403	35.55233	42.15770	-48.83547	119.94013
	Equal variances not assumed			.843	56.151	.403	35.55233	42.15770	-48.89469	119.99935
MBMLD1mm	Equal variances assumed	.183	.670	-.756	58	.453	-29.80133	39.43789	-108.74485	49.14219
	Equal variances not assumed			-.756	57.771	.453	-29.80133	39.43789	-108.75151	49.14885

8. เปรียบเทียบความกว้างในแนวแก้ม-ลิ้นกับแนวใกล้กลาง-ไกลกลางด้วยสถิติ Paired t-test

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 BL0MB & MD0MB	30	.267	.154
Pair 2 BL2MB & MD2MB	30	.572	.001
Pair 3 BL4MB & MD4MB	30	.662	.000
Pair 4 BL6MB & MD6MB	30	.265	.157
Pair 5 BL0ML & MD0ML	30	.321	.083
Pair 6 BL2ML & MD2ML	30	.211	.263
Pair 7 BL4ML & MD4ML	30	.656	.000
Pair 8 BL6ML & MD6ML	30	.302	.105

	Paired Differences					t	df	Sig.(2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 BL0MB - MD0MB	.22489	.15682	.02863	.16633	.28345	7.855	29	.000
Pair 2 BL2MB - MD2MB	21701	.14948	.02729	.16119	.27283	7.952	29	.000
Pair 3 BL4MB - MD4MB	.16214	.11383	.02078	.11964	.20465	7.802	29	.000
Pair 4 BL6MB - MD6MB	.19805	.16844	.03075	.13515	.26095	6.440	29	.000
Pair 5 BL0ML - MD0ML	21285	.15033	.02745	.15672	.26899	7.755	29	.000
Pair 6 BL2ML - MD2ML	23680	.17382	.03173	.17190	.30171	7.462	29	.000
Pair 7 BL4ML - MD4ML	21451	.11881	.02169	.17015	.25888	9.889	29	.000
Pair 8 BL6ML - MD6ML	.21691	.15883	.02900	.15760	.27622	7.480	29	.000

9. เปรียบเทียบความหนาารากฟันในแนวใกล้กลางกับแนวไกลกลางด้วยสถิติ Paired t-test

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 MBM0 & MBD0	30	.382	.037
Pair 2 MBM2 & MBD2	30	.309	.096
Pair 3 MBM4 & MBD4	30	.319	.086
Pair 4 MBM6 & MBD6	30	.126	.506
Pair 5 MLM0 & MLD0	30	.196	.299
Pair 6 MLM2 & MLD2	30	.405	.026
Pair 7 MLM4 & MLD4	30	.341	.065
Pair 8 MLM6 & MLD6	30	.503	.005

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	MBM0 - MBD0	7.09605	3.59008	.65546	5.75549	8.43660	10.826	29	.000
Pair 2	MBM2 - MBD2	5.02734	2.95517	.53954	3.92386	6.13082	9.318	29	.000
Pair 3	MBM4 - MBD4	2.60077	3.34524	.61075	1.35164	3.84990	4.258	29	.000
Pair 4	MBM6 - MBD6	1.83752	4.19895	.76662	.26961	3.40543	2.397	29	.023
Pair 5	MLM0 - MLD0	6.77525	3.82670	.69866	5.34633	8.20416	9.698	29	.000
Pair 6	MLM2 - MLD2	5.52941	3.53171	.64480	4.21065	6.84817	8.575	29	.000
Pair 7	MLM4 - MLD4	3.60010	3.61485	.65998	2.25030	4.94991	5.455	29	.000
Pair 8	MLM6 - MLD6	3.48312	3.82358	.69809	2.05538	4.91087	4.990	29	.000

10. เปรียบเทียบความแตกต่างของความกว้างในแนวแก้ม-ลิ้น ระดับ 0, 2, 4 และ 6 มม. ด้วยสถิติ one-way ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MB0246BL	Between Groups	1.260	3	.420	18.274	.000
	Within Groups	2.667	116	.023		
	Total	3.927	119			
MB0246MD	Between Groups	.903	3	.301	18.328	.000
	Within Groups	1.904	116	.016		
	Total	2.807	119			
ML0246BL	Between Groups	1.703	3	.568	24.533	.000
	Within Groups	2.685	116	.023		
	Total	4.388	119			
ML0246MD	Between Groups	1.640	3	.547	43.856	.000
	Within Groups	1.446	116	.012		
	Total	3.085	119			

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Group4	(J) Group4	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
MB0246BL	1	2	.09485	.03915	.078	-.0072	.1969
		3	.20959	.03915	.000	.1075	.3116
		4	.26471	.03915	.000	.1627	.3668
	2	1	-.09485	.03915	.078	-.1969	.0072
		3	.11474	.03915	.021	.0127	.2168
		4	.16986	.03915	.000	.0678	.2719
	3	1	-.20959	.03915	.000	-.3116	-.1075
		2	-.11474	.03915	.021	-.2168	-.0127
		4	.05512	.03915	.497	-.0469	.1572
	4	1	-.26471	.03915	.000	-.3668	-.1627
		2	-.16986	.03915	.000	-.2719	-.0678
		3	-.05512	.03915	.497	-.1572	.0469
MB0246M	1	2	.08697	.03308	.047	.0007	.1732
		3	.14684	.03308	.000	.0606	.2331
		4	.23786	.03308	.000	.1516	.3241
	2	1	-.08697	.03308	.047	-.1732	-.0007
		3	.05987	.03308	.274	-.0264	.1461
		4	.15090	.03308	.000	.0647	.2371

	3	1		-14684	03308	000	-2331	-0606
		2		-05987	03308	274	-1461	.0264
		4		.09102	03308	034	.0048	.1773
	4	1		-23786	03308	000	-3241	-1516
		2		-15090	03308	000	-2371	-0647
		3		-09102	03308	034	-1773	-0048
ML0246BL	1	2		.05509	03928	500	-0473	.1575
		3		.19826	03928	000	.0959	.3007
		4		.30303	03928	000	2006	.4054
	2	1		-05509	03928	500	-1575	.0473
		3		.14317	03928	002	.0408	.2456
		4		.24794	03928	000	.1455	.3503
	3	1		-19826	03928	000	-3007	-0959
		2		-14317	03928	002	-2456	-0408
		4		.10477	03928	043	.0024	.2072
	4	1		-30303	03928	000	-4054	-2006
		2		-24794	03928	000	-3503	-1455
		3		-10477	03928	043	-2072	-0024
ML0246M	1	2		.07904	02882	035	.0039	.1542
D		3		.19992	02882	000	.1248	.2751
		4		.30709	02882	000	2320	.3822
	2	1		-07904	02882	035	-1542	-0039
		3		.12088	02882	000	.0457	.1960
		4		.22805	02882	000	.1529	.3032
	3	1		-19992	02882	000	-2751	-1248
		2		-12088	02882	000	-1960	-0457

	4	.10716	.02882	.002	.0320	.1823
4	1	-.30709	.02882	.000	-.3822	-.2320
	2	-.22805	.02882	.000	-.3032	-.1529
	3	-.10716	.02882	.002	-.1823	-.0320

. The mean difference is significant at the 0.05 level.

11. เปรียบเทียบความแตกต่างของความหนารากฟันด้านใกล้กลาง ไกลกลางที่ระดับ 0, 2, 4 และ 6 มม. ด้วยสถิติ one-way ANOVA

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MBM0246	Between Groups	494.082	3	164.694	19.079	.000
	Within Groups	1001.343	116	8.632		
	Total	1495.425	119			
MBD0246	Between Groups	303.234	3	101.078	11.226	.000
	Within Groups	1044.408	116	9.004		
	Total	1347.641	119			
MLM0246	Between Groups	1679.362	3	559.787	46.079	.000
	Within Groups	1409.216	116	12.148		
	Total	3088.578	119			
MLD0246	Between Groups	691.523	3	230.508	24.020	.000
	Within Groups	1113.204	116	9.597		
	Total	1804.728	119			

12. เปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดคลองรากฟันในแนวแก้ม-ลิ้น แนวใกล้กลาง-ไกลกลาง ความหนารากฟันในแนวใกล้กลางและไกลกลาง ระหว่างคลองรากด้านแก้ม-ใกล้กลางกับด้านลิ้น-ใกล้กลาง ที่ระดับ 1 มม. จากปลายราก ด้วยสถิติ independent t-test

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
MBML1mmBL	Equal variances assumed	.227	.636	2.300	58	.025	31.61500	13.74381	4.10377	59.12623
	Equal variances not assumed			2.300	56.613	.025	31.61500	13.74381	4.08942	59.14058
MBML1mmMD	Equal variances assumed	.015	.902	1.893	58	.063	17.59933	9.29524	-1.00711	36.20578
	Equal variances not assumed			1.893	57.753	.063	17.59933	9.29524	-1.00881	36.20747
MBML1mmM	Equal variances assumed	.423	.518	.843	58	.403	35.55233	42.15770	-48.83547	119.94013
	Equal variances not assumed			.843	56.151	.403	35.55233	42.15770	-48.89469	119.99935
MBML1mmD	Equal variances assumed	.183	.670	-.756	58	.453	-29.80133	39.43789	108.74485	49.14219
	Equal variances not assumed			-.756	57.771	.453	-29.80133	39.43789	108.75151	49.14885

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) Group4	(J) Group4	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
MBM0246	1	2	3.89368	.75356	.000	1.9294	5.8580
		3	7.62181	.75356	.000	5.6575	9.5861
		4	9.53569	.75356	.000	7.5714	11.5000
	2	1	-3.89368	.75356	.000	-5.8580	-1.9294
		3	3.72813	.75356	.000	1.7638	5.6924
		4	5.64201	.75356	.000	3.6777	7.6063
	3	1	-7.62181	.75356	.000	-9.5861	-5.6575
		2	-3.72813	.75356	.000	-5.6924	-1.7638
		4	1.91388	.75356	.059	-.0504	3.8782
	4	1	-9.53569	.75356	.000	-11.5000	-7.5714
		2	-5.64201	.75356	.000	-7.6063	-3.6777
		3	-1.91388	.75356	.059	-3.8782	.0504
MBD0246	1	2	1.82497	.77475	.092	-.1945	3.8445

		3	3.12654	.77475	.001	1.1070	5.1460
		4	4.27717	.77475	.000	2.2577	6.2967
2		1	-1.82497	.77475	.092	-3.8445	.1945
		3	1.30156	.77475	.339	-.7179	3.3211
		4	2.45219	.77475	.011	.4327	4.4717
3		1	-3.12654	.77475	.001	-5.1460	-1.1070
		2	-1.30156	.77475	.339	-3.3211	.7179
		4	1.15063	.77475	.450	-.8689	3.1701
4		1	-4.27717	.77475	.000	-6.2967	-2.2577
		2	-2.45219	.77475	.011	-4.4717	-.4327
		3	-1.15063	.77475	.450	-3.1701	.8689
MLM0246	1	2	4.18556	.89994	.000	1.8397	6.5314
		3	7.78481	.89994	.000	5.4390	10.1307
		4	9.83476	.89994	.000	7.4889	12.1806
2		1	-4.18556	.89994	.000	-6.5314	-1.8397
		3	3.59925	.89994	.001	1.2534	5.9451
		4	5.64920	.89994	.000	3.3034	7.9950
3		1	-7.78481	.89994	.000	-10.1307	-5.4390
		2	-3.59925	.89994	.001	-5.9451	-1.2534

Dependent Variable	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
		4	2.04995	.89994	.109	-.2959	4.3958
	4	1	-9.83476*	.89994	.000	-12.1806	-7.4889
		2	-5.64920*	.89994	.000	-7.9950	-3.3034
		3	-2.04995	.89994	.109	-4.3958	.2959
MLD0246	1	2	2.93972*	.79986	.002	.8548	5.0247
		3	4.60966*	.79986	.000	2.5247	6.6946
		4	6.54264*	.79986	.000	4.4577	8.6276
	2	1	-2.93972*	.79986	.002	-5.0247	-.8548
		3	1.66994	.79986	.163	-.4150	3.7549
		4	3.60291*	.79986	.000	1.5180	5.6879
	3	1	-4.60966*	.79986	.000	-6.6946	-2.5247
		2	-1.66994	.79986	.163	-3.7549	.4150
		4	1.93297	.79986	.080	-.1520	4.0179
	4	1	-6.54264*	.79986	.000	-8.6276	-4.4577
		2	-3.60291*	.79986	.000	-5.6879	-1.5180
		3	-1.93297	.79986	.080	-4.0179	.1520

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

		BL0MB	BL2MB	BL4MB	BL6MB	MBM0	MBD0	MBM2	MBD2	MBM4	MBD4	MBM6	MBD6
	Sig. (2-tailed)	.578	.479	.194	.820	.955	.816	.451	.001	.086		.441	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MBM6	Pearson Correlation	.058	.049	.110	.391*	.276	.028	.464**	.166	.647**	.146	.1	.126
	Sig. (2-tailed)	.759	.798	.562	.032	.140	.882	.010	.381	.000	.441		.506
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MBD6	Pearson Correlation	-.061	.220	-.070	.178	-.164	-.173	.075	.517**	.164	.763**	.126	.1
	Sig. (2-tailed)	.749	.242	.714	.347	.387	.361	.693	.003	.386	.000	.506	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



Correlations

		BL0ML	BL2ML	BL4ML	BL6ML	MLM0	MLD0	MLM2	MLD2	MLM4	MLD4	MLM6	MLD6
BL0ML	Pearson Correlation	1	.558*	.292	.214	.473*	.149	.391*	.444*	.463*	.436*	.200	.396*
	Sig. (2-tailed)		.001	.117	.256	.008	.431	.032	.014	.010	.016	.290	.030
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
BL2ML	Pearson Correlation	.558*	1	.639*	.433	.683*	-.111	.519*	.166	.616*	.363*	.456*	.245
	Sig. (2-tailed)	.001		.000	.017	.000	.558	.003	.381	.000	.049	.011	.192
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
BL4ML	Pearson Correlation	.292	.639*	1	.593*	.395*	-.001	.326	.288	.588*	.114	.509*	.209
	Sig. (2-tailed)	.117	.000		.001	.031	.994	.079	.123	.001	.550	.004	.269

MLD4	Pearson Correlation	.436*	.363*	.114	.277	.422*	.410*	.332	.580*	.341	.1	.205	.600*
	Sig. (2-tailed)	.016	.049	.550	.138	.020	.024	.073	.001	.065		.278	.000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MLM6	Pearson Correlation	.200	.456*	.509*	.549*	.378	.012	.529*	.307	.720*	.205	.1	.503*
	Sig. (2-tailed)	.290	.011	.004	.002	.040	.951	.003	.099	.000	.278		.005
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MLD6	Pearson Correlation	.396*	.245	.209	.139	.159	.057	.197	.551*	.296	.600*	.503*	.1
	Sig. (2-tailed)	.030	.192	.269	.462	.402	.765	.297	.002	.113	.000	.005	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

