

ผลต่อการสร้างรากฟันกรามที่ยังเจริญไม่เต็มที่ภายหลังการเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันในหนูistar



ร้อยเอกหญิง สุลัดดา สิริทรัพย์ไพบลีย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก


คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-17-7135-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS ON ROOT FORMATION OF IMMATURE MOLARS AFTER ORTHODONTIC TOOTH  
MOVEMENT IN WISTAR RATS



Capt. Suladda Sirisubpaiboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Pediatric Dentistry

Department of Pediatric Dentistry

Faculty of Dentistry

Chulalongkorn University

Academic Year 2004


ISBN 974-17-7135-5

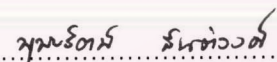
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลต่อกรสร้างรากฟันกรวมที่ยังเจริญไม่เต็มที่ภายหลังการ  
เคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันในหนูวิสตาร์  
โดย ร้อยเอกหญิง สุลัดดา สิริทรัพย์ไพบูลย์  
สาขาวิชา ทันตกรรมสำหรับเด็ก  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. บุษยรัตน์ สันติวงศ์

คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

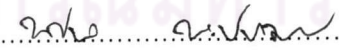
  
..... คณบดีคณะทันตแพทยศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง จิตติมา ภูศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ สมหมาย ชอบอิสระ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์หญิง ดร. บุษยรัตน์ สันติวงศ์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(อาจารย์ ทันตแพทย์ ดร. พิชพงศ์ สันติวงศ์)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ทศพล ปิยะปัทมินทร์)

สุลัดดา สิริทรัพย์ไพบูลย์ : ผลต่อการสร้างรากฟันกรามที่ยังไม่เจริญเต็มที่ภายหลังการเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันในหนูวิสตา. (EFFECTS ON ROOT FORMATION OF IMMATURE MOLARS AFTER ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT IN WISTAR RATS) อ.ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทันตแพทย์หญิง ดร. บุษยรัตน์ สันติวงศ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม: อาจารย์ทันตแพทย์ ดร. พีรพงศ์ สันติวงศ์, 101 หน้า. ISBN 974-17-7135-5.

อายุของฟันเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนฟัน การจัดฟันในช่วงที่รากฟันยังสร้างไม่สมบูรณ์จึงทำให้เสี่ยงต่อการเกิดภาวะการละลายรากฟันหรือการเปลี่ยนแปลงรูปร่างรากฟัน แม้ว่าจะมีความพยายามในการศึกษาทางคลินิกเพื่อที่จะศึกษาถึงผลของอายุฟันต่อการสร้างรากฟัน แต่เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง จึงไม่อาจอ้างถึงผลของการเปลี่ยนแปลงที่พบนี้ว่าเกิดจากการเคลื่อนฟัน ในขณะที่การศึกษาในสัตว์ทดลองที่ผ่านมามักจะรายงานผลของอายุต่อการเคลื่อนฟันในแง่ของการวัดระยะทาง หรือวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนฟันมากกว่าการเปลี่ยนแปลงทางลักษณะรูปร่างรากฟัน การวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า การให้แรงเคลื่อนฟันในหนูกลุ่มที่การสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ และในกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ จะมีความยาวฟัน และการตอบสนองทางจุลกายวิภาคแตกต่างจากด้านที่ไม่ได้รับแรงหรือไม่ โดยใช้หนูวิสตา 2 กลุ่มอายุ คือกลุ่มที่การสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ (อายุ 9 สัปดาห์) จำนวน 8 ตัว และกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ (อายุ 15 สัปดาห์) จำนวน 6 ตัว เปรียบเทียบผลของการเคลื่อนฟันโดยใช้ยางแยกฟันหนา 0.65 มิลลิเมตร ใส่ระหว่างฟันกรามบนด้านขวาซี่แรกและซี่ที่สอง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และใช้ฟันกรามบนด้านซ้ายเป็นด้านควบคุม โดยตัดแยกขากรรไกรในกลุ่มแรก เมื่อหนูมีอายุ 15 สัปดาห์ (ภายหลังจากหยุดการเคลื่อนฟัน 4 สัปดาห์) และอีกกลุ่มหนึ่ง เมื่อหนูมีอายุ 17 สัปดาห์ แล้วจึงประเมินผลจากการวัดความยาวฟันในภาพรังสีด้วยโปรแกรมประเมินผลภาพ โดยวัดจากยอดปุ่มฟันด้านใกล้แก้มไกลกลางไปยังส่วนปลายสุดของรากฟัน ร่วมกับการบรรยายลักษณะทางจุลกายวิภาค โดยผ่านชิ้นเนื้อถูกตัดในแนวตั้ง และย้อมด้วยสีอีมาทอกซิลินและอีโอซิน (เอชแอนด์อี) เพื่อศึกษารูปร่างของเซลล์และย้อมด้วยคาร์เตรต ตรีซีสแตนส์ แอซิด ฟอสฟาเตส (แทรพ) เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการละลาย

ผลการศึกษาพบว่า ในกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ มีความยาวฟันเฉลี่ยในด้านควบคุมและด้านทดลองเท่ากับ  $3.61 \pm 0.01$  มิลลิเมตร และ  $3.50 \pm 0.02$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ มีความยาวฟันเฉลี่ยในด้านควบคุมและด้านทดลองเท่ากับ  $3.63 \pm 0.03$  มิลลิเมตร และ  $3.46 \pm 0.04$  มิลลิเมตร ตามลำดับ ในกลุ่มที่รากฟันยังสร้างไม่สมบูรณ์มีความยาวฟันในด้านทดลองสั้นกว่าด้านควบคุมร้อยละ 2.92 ในขณะที่กลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์มีความยาวฟันในด้านทดลองสั้นกว่าด้านควบคุมร้อยละ 4.84 จากลักษณะทางจุลกายวิภาคทั้ง 2 กลุ่มพบว่ามีการละลายรากฟันซึ่งเกิดจากการได้รับแรงเคลื่อนฟันที่ตำแหน่งเดียวกันคือที่บริเวณง่ามรากฟันและด้านไกลกลางของบริเวณ 1/3 ทางด้านปลายรากฟัน ลักษณะแอ่งเว้าที่พบในกลุ่มแรกอยู่ในระหว่างการซ่อมสร้าง จึงปรากฏเป็นชั้นพีรีเมินต์มัลลุ่มบนแอ่งเว้าที่ปลายรากฟัน ในขณะที่กลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์มีการละลายที่รุนแรงกว่า โดยพบแอ่งเว้ามีขนาดใหญ่และลึกถึงชั้นเนื้อฟัน พบเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการละลายอยู่บริเวณขอบผิวรากฟันดังกล่าว จากการศึกษานี้อาจสรุปได้ว่า การเคลื่อนฟันทางทันตกรรมจัดฟันมีผลต่อการสร้างรากฟัน กล่าวคือ ฟันที่มีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์สามารถเจริญต่อไปจนปลายรากปิด แต่มีความยาวฟันสั้นลงกว่าปกติ และมีร่องรอยของการละลายรากฟันภายหลังจากหยุดการเคลื่อนฟัน

ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก  
สาขาวิชาทันตกรรมสำหรับเด็ก  
ปีการศึกษา 2547

ลายมือชื่อผู้จัดทำ..... *S. Siritubpaiboon*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *บุษยรัตน์ สันติวงศ์*  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *พีรพงศ์ สันติวงศ์*



# # 457 61208 32 : MAJOR PEDIATRIC DENTISTRY

KEY WORD: IMMATURE MOLAR/ MATURE MOLAR / ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT / ROOT FORMATION / ROOT RESORPTION

SULADDA SIRISUBPAIBOON : EFFECTS ON ROOT FORMATION OF IMMATURE MOLARS AFTER ORTHODONTIC TOOTH MOVEMENT IN WISTAR RATS. THESIS ADVISOR : ASS.PRO. BUSAYARAT SANTIWONG Ph.D, THESIS COADVISOR : PEERAPONG SANTIWONG Ph.D, 101 pp. ISBN 974-17-7135-5.

Interceptive orthodontics has demonstrated the risk of causing either root resorption or any alteration in the root formation during the induced movement of immature teeth. Although most clinical studies attempt to investigate the effects of dental age on root formation, the factors which induce these phenomenon were not completely clarified. While previous laboratory studies have reported the effects of age on distance and/ or rate of tooth movement rather than on tooth morphology. The aim of this study was to investigate whether there are any difference in tooth length and histological responses when the force was applied to immature and mature rat molars. Fourteen male wistar rats were divided into two groups, eight rats (9 weeks old) for the immature group and six rats (15 weeks old) for the mature group. To provide tooth movement, a segment of orthodontic elastic band (0.65 mm. thick) was inserted between the upper right first and second molars for two weeks whereas the untreated left side was used as control. The rats were killed by transcardiac perfusion with 4% paraformaldehyde at 15 weeks of age in the immature group (four weeks after cessation of tooth movement) and at 17 weeks of age in the mature group. The tooth length measurement was made from x-ray films with Image Pro Plus program. Measurements were limited from the distobuccal cusp tip to the apex of first molar. An additional histologic observation was made on the longitudinal sections, which were stained with haematoxylin and eosin (H&E) for illustration morphology of cells and Tartrate-resistant acid phosphatase (TRAP) for identification of cells involved in clast cell.

The average tooth length on control and experimental side in immature group were  $3.61 \pm 0.01$  mm. and  $3.50 \pm 0.02$  mm. respectively. While the average tooth length on control and experimental side in mature group were  $3.63 \pm 0.03$  mm. and  $3.46 \pm 0.04$  mm. respectively. The tooth length on experimental side was shorter than control side 2.92% in immature group and 4.84% in mature group. In immature group, there were inactive resorption lacunae at interradicular septum and distal surface in apical portion of the distobuccal roots. Some lacunae of the apical portion were covered with precementum. The similar but still active pattern of root resorption was found in the mature group. Most of the lacunae were occupied with multinucleated TRAP-positive cells and some of them were large, deep and extending into dentin.

It may be concluded that orthodontic tooth movement does not stop root development. Teeth with incompleated root formation at the onset of movement continue root lengthening, yet did not reach their normal length, and there still be signs of root resorption after the cessation of orthodontic tooth movement.

Department of Pediatric Dentistry

Field of study Pediatric Dentistry

Academic year 2004

Student's signature..... *S. Sirisubpaiboon.*

Advisor's signature..... *Busayarat Santiwong*

Co-advisor's signature..... *Peerapong Santiwong*

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ทพญ.ดร.บุษยรัตน์ สันติวงศ์ และอ.ทพ.ดร.พีรพงศ์ สันติวงศ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ทพ.สมหมาย ขอบอิสระ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ทพ.ดร.ทศพล ปิยะปัทมินทร์ ที่ได้กรุณารับเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่มีค่ายิ่งตลอดการศึกษาวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สัตวแพทย์หญิง วันทนีย์ รัตนศักดิ์ ผู้อำนวยการและสัตวแพทย์ฝ่ายผลิตและบริการ ตลอดจนคณะเจ้าหน้าที่สำนักสัตว์ทดลองแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กรุณาเอื้อให้ความร่วมมือในการเตรียมและดูแลสัตว์ทดลองในการศึกษาวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ทพญ.ดร.วันดี อภินทสมิต หัวหน้าภาควิชากายวิภาคศาสตร์ ผศ.ทพญ.ดร.สุคนธา เจริญวิทย์ อาจารย์ประจำภาควิชากายวิภาคศาสตร์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่จากภาควิชากายวิภาคศาสตร์ที่ได้กรุณาเอื้อเพื่อสถานที่ในการเตรียม และการดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการในการศึกษาวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ทพ.ดร.สุนทรา พันธุ์เกียรติ หัวหน้าภาควิชารังสีวิทยา และเจ้าหน้าที่จากภาควิชารังสีวิทยา ที่ได้กรุณาเอื้อเพื่อสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสีชิ้นตัวอย่าง เพื่อใช้ในการศึกษาความยาวและทดสอบความสมบูรณ์ในการดึ่งเกลือแร่

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ทพญ.วิจิตรา วิพิศมากุล อาจารย์ประจำภาควิชาพยาธิวิทยา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และอนุเคราะห์สารเคมีเพื่อใช้ทดสอบความสมบูรณ์ในการดึ่งเกลือแร่ของชิ้นตัวอย่าง

ขอขอบคุณ ทพญ.ดุษฎี รัชไชยวรรณ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัย และเป็นกำลังใจด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอแสดงความระลึกถึงพระคุณของคุณพ่อ คุณแม่ ผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จของลูก เป็นกำลังใจคอยช่วยเหลือ ให้การดูแล ห่วงใย และสนับสนุนการทำงานด้วยดีตลอดมา คุณงามความดีและประโยชน์จากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งที่ปรากฏ และไม่ปรากฏนาม ซึ่งมีส่วนให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	9
ขอบเขตของการวิจัย .....	9
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	9
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	12
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย .....	13
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	14
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย .....	14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของฟันและขากรรไกรของหนูวิสตาร์.....	15
พัฒนาการสร้างรากฟัน .....	17
การเคลื่อนที่ของฟันกรามตามธรรมชาติ .....	20
การตอบสนองของฟันและอวัยวะปริทันต์เมื่อได้รับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน.....	22
ผลของอายุต่อการเคลื่อนฟัน .....	23
กลไกการปรับเปลี่ยนรูปร่างกระดูก.....	25
การละลายและการซ่อมแซมรากฟันในระหว่างการเคลื่อนฟัน .....	27



บทที่ 3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	28
	ประชากรเป้าหมายและประชากรตัวอย่าง .....	28
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	28
	การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	30
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	35
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	36
	ผลการเปรียบเทียบสัดส่วนที่ลดลง .....	36
	ผลการวัดความยาวฟันจากภาพรังสีด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ .....	38
	ผลการสังเกตการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ในภาพรังสี.....	42
	ผลการสังเกตลักษณะทางจุลกายวิภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง .....	45
บทที่ 5	อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ .....	57
	อภิปรายผลการวิจัย .....	57
	สรุปผลการวิจัย.....	65
	ข้อเสนอแนะ .....	70
	รายการอ้างอิง.....	72
	ภาคผนวก.....	79
	ภาคผนวก ก เอกสารรับรองการผ่านจริยธรรมการวิจัยในสัตว์ทดลอง .....	80
	ภาคผนวก ข ตารางข้อมูลการวัดความยาวฟันด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ .....	82
	ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS .....	84
	ภาคผนวก ง เปอร์เซ็นต์การลดลงของความยาวฟัน .....	100
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	101



## สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 1	ฮอริโมนที่มีผลต่อกระดูก.....	2
ตารางที่ 2	ตารางกลุ่มทดลองและระยะเวลาการทดลอง.....	30
ตารางที่ 3	น้ำหนักของหนูกลุ่มที่การสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์.....	36
ตารางที่ 4	น้ำหนักของหนูกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์.....	36
ตารางที่ 5	สรุปผลลักษณะการตอบสนองเปรียบเทียบทางด้านควบคุมและด้านทดลอง ในกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อระยะเวลาการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์.....	66
ตารางที่ 6	สรุปผลลักษณะการตอบสนองเปรียบเทียบทางด้านควบคุมและด้านทดลอง ในกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อระยะเวลาการสร้างรากฟันสมบูรณ์.....	68



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพที่ 1	ภาพแสดงการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกทรงกลมในภาพสแกนฟิล์มภาพรังสี.....10
ภาพที่ 2	ภาพจำลองการวัดความยาวฟัน แสดงเส้นอ้างอิง ยอดปุ่มฟัน และจุดปลายรากฟัน โดยวัดระยะทางจากยอดปุ่มฟันด้านใกล้แก้มไกลกลาง (distobuccal cusp) ของฟันกรามบนซี่แรก จนถึงส่วนปลายสุดของรากฟันด้านใกล้แก้มไกลกลางในภาพรังสี (radiographic distobuccal root apex).....11
ภาพที่ 3	ภาพการวัดความยาวฟัน แสดงเส้นอ้างอิง ยอดปุ่มฟัน และจุดปลายรากฟัน ด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ (Image Pro Plus).....12
ภาพที่ 4	ลักษณะฟันกรามหนูที่ยังไม่เจริญเต็มที่ (immature molar) .....13
ภาพที่ 5	ลักษณะฟันกรามหนูที่เจริญเต็มที่ (mature molar) .....13
ภาพที่ 6	ลักษณะโครงสร้างฟันกรามบนด้านซ้ายในหนู .....15
ภาพที่ 7	ภาคตัดขวางของรากฟันกรามบน .....16
ภาพที่ 8	ลักษณะโครงสร้างฟันกรามล่างด้านซ้ายในหนู .....16
ภาพที่ 9	ภาคตัดขวางของรากฟันกรามล่าง .....17
ภาพที่ 10	แผนภาพพัฒนาการสร้างรากฟัน .....18
ภาพที่ 11	แผนภาพพัฒนาการของฟันหลายราก.....19
ภาพที่ 12	กราฟแสดงการเคลื่อนฟันในหนูกลุ่มอายุน้อย เปรียบเทียบกับหนูกลุ่มสูงอายุ....23
ภาพที่ 13	กราฟแสดงความหนาแน่นของกระดูกในหนูกลุ่มอายุน้อย เปรียบเทียบกับหนูกลุ่มสูงอายุ.....24
ภาพที่ 14	ภาพรังสีกะโหลกศีรษะทางด้านข้างในฟิล์มชนิดออกคลูซอล .....32
ภาพที่ 15	การวัดความยาวฟันด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ .....32
ภาพที่ 16	กราฟแสดงน้ำหนักในหนูทั้ง 2 กลุ่มอายุในระหว่างการศึกษา .....37
ภาพที่ 17	การวัดความยาวฟันด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ ในหนูกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์.....38
ภาพที่ 18	การวัดความยาวฟันด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ ในหนูกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันสมบูรณ์.....38

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพที่ 19	กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวฟันกรามบนซี่แรกระหว่างด้านควบคุมและด้านทดลองในกลุ่มหนูที่ได้รับแรงเมื่อการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ .....40
ภาพที่ 20	กราฟแสดงการเปรียบเทียบความยาวฟันกรามบนซี่แรกระหว่างด้านควบคุมและด้านทดลองในกลุ่มหนูที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ .....40
ภาพที่ 21	ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านควบคุมของกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์.....42
ภาพที่ 22	ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านทดลองของกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันไม่สมบูรณ์.....43
ภาพที่ 23	ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านควบคุมของกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ .....43
ภาพที่ 24	ภาพรังสีกะโหลกศีรษะด้านทดลองของกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์.....44
ภาพที่ 25(a)	ลักษณะทางจุลกายวิภาคในด้านควบคุมของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ เมื่อย้อมด้วย H&E .....47
ภาพที่ 25(b)	ลักษณะทางจุลกายวิภาคในด้านควบคุมของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ เมื่อย้อมด้วย TRAP .....47
ภาพที่ 26	ลักษณะทางจุลกายวิภาคทางด้านปลายรากฟันในด้านควบคุมของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ .....48
ภาพที่ 27	ลักษณะทางจุลกายวิภาคอวัยวะปริทันต์ด้านที่มีการละลายของฟันกรามในด้านควบคุมของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ .....48
ภาพที่ 28(a)	ลักษณะทางจุลกายวิภาคในด้านทดลองของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ เมื่อย้อมด้วย H&E .....50
ภาพที่ 28(b)	ลักษณะทางจุลกายวิภาคในด้านทดลองของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ เมื่อย้อมด้วย TRAP .....50
ภาพที่ 29	ลักษณะทางจุลกายวิภาคทางด้านปลายรากฟันในด้านทดลองของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันไม่สมบูรณ์ .....51
ภาพที่ 30	ลักษณะทางจุลกายวิภาคบริเวณง่ามรากฟันในด้านทดลองของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันยังไม่สมบูรณ์ .....51
ภาพที่ 31	ลักษณะทางจุลกายวิภาคในด้านควบคุมของกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ เมื่อย้อมด้วย H&E.....53
ภาพที่ 32(a)	ลักษณะทางจุลกายวิภาคทางด้านปลายรากฟันในด้านควบคุมกลุ่มอายุ 17 สัปดาห์.....53

ภาพประกอบ	หน้า
ภาพที่ 32(b) ลักษณะทางจุลกายวิภาคทางด้านปลายรากฟันในด้านควบคุมกลุ่มอายุ 15 สัปดาห์.....	53
ภาพที่ 33 ลักษณะทางจุลกายวิภาคในด้านทดลองของกลุ่มที่มีการสร้างรากฟัน สมบูรณ์ เมื่อย้อมด้วย H&E.....	55
ภาพที่ 34 ลักษณะจุลกายวิภาคบริเวณง่ามรากฟันในด้านทดลองของกลุ่มที่มีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ เมื่อย้อมด้วย TRAP .....	56
ภาพที่ 35 ลักษณะจุลกายวิภาคทางด้านปลายรากฟันในด้านทดลองของกลุ่มที่ได้รับแรงเมื่อมีการสร้างรากฟันสมบูรณ์ เมื่อย้อมด้วย H&E.....	56
ภาพที่ 36 แผนภาพแสดงผลของการแยกฟันแสดงการกระจายแรงที่กระทำต่อฟันกรามบนหนูกายหลังจากการใส่ยางแยกฟันระหว่างฟันกรามบนซี่แรกและซี่ที่สอง.....	61



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย