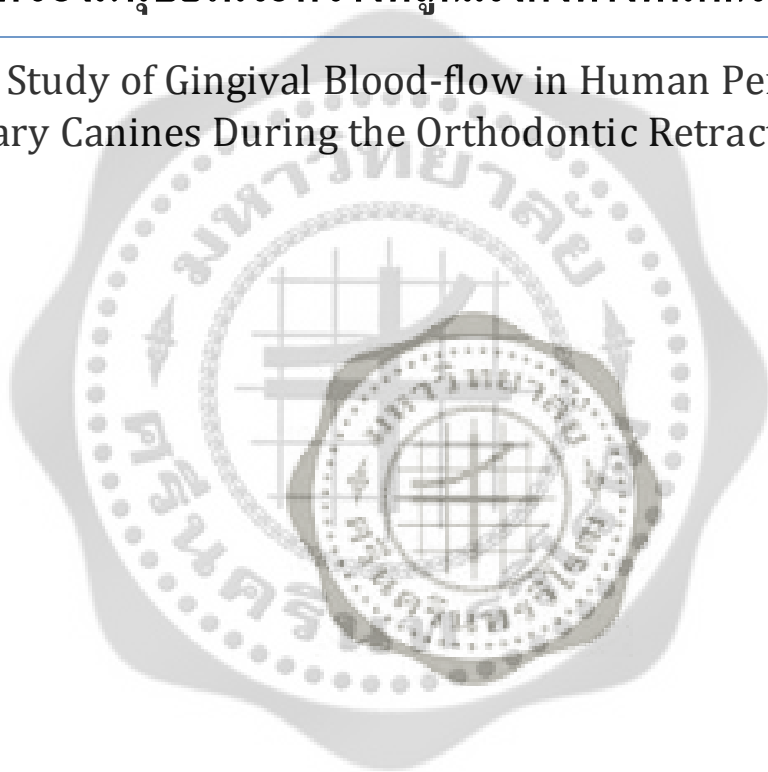


คณะทันตแพทยศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

“การศึกษาค่าการไหลเวียนกระแสโลหิตในเหงือกที่อยู่รอบฟันเขี้ยว  
บนแท้ของมนุษย์ในระหว่างที่ถูกแรงดึงทางทันตกรรมจัดฟัน”

“A Study of Gingival Blood-flow in Human Permanent  
Maxillary Canines During the Orthodontic Retraction Period”



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาโท พลพิทยา วรรชาติ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กมลภัทร จรรยาประเสริฐ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย (เงินรายได้คณะทันตแพทยศาสตร์)

ประจำปี 2549

สัญญาเลขที่ 171/2549

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณ เงินรายได้เงินรายได้ คณะทันตแพทย- ศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2549 ตามสัญญาเลขที่ 171/2549

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นพคุณ วงษ์สวรรค์และภาควิชาสรีรวิทยา และชีว-เคมี คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา แลไปให้ความอนุเคราะห์เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยแสงเลเซอร์ (Laser Doppler Flowmeter Model Perifles 4001 Master) ในการทำวิจัย ตลอดจนนางสาว พัชร์ณัฐ ศรีพอ พนักงานวิทยาศาสตร์ ภาควิชาโสตจักษุวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ช่วยงานวิจัยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาจนเสร็จด้วยความวิริยะอุตสาหะ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ศิริวรรณ ส่งวัฒนา ภาควิชา ศัลยศาสตร์และ เวชศาสตร์ช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้คำแนะนำและช่วยวิเคราะห์ ห้คำสถิติ และ ที่ขาดไม่ได้คือผู้ป่วยของภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกันที่ยินดีเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้จนสำเร็จ รุด่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

หากงานวิจัยนี้มีข้อบกพร่องหรือขาดความสมบูรณ์ของเนื้อหา คณะผู้วิจัยต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย และคณะผู้วิจัยหวังว่าผลจากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ ต่อการสร้างองค์ความรู้ในสาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน สาขาชีววิทยาช่องปาก และสาขาอื่นๆที่อาจจะมีผลเกี่ยวข้องกับ ขบวนการวิจัยนี้ ต่อไป

ผศ. น.ท. พลพิทยา วรชาติ ร .น.

ผศ. ดร. กมลภัทร จรรยาประเสริฐ

กันยายน 2555

## บทคัดย่อ

การจัดฟันทำให้ฟันมีการเคลื่อนที่ไป ซึ่งผลของการเคลื่อนที่ย่อมเกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อที่อยู่รอบๆฟันเช่น ประสาทฟัน เนื้อเยื่อปริทันต์ กระดูก และเหงือก ขบวนการ ที่กล่าวมาต้องอาศัยการไหลเวียนโลหิตเข้ามา เกี่ยวข้องกับ ขบวนการทำลายและเสริมสร้างของเนื้อเยื่อ ดังนั้นการศึกษานี้สนใจผลที่เกิดขึ้นต่อการไหลเวียน โลหิตบริเวณเหงือกของฟันเขี้ยวบนมนุษย์ เมื่อรับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน โดยการใช้เครื่อง วิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วย เลเซอร์ (Laser Doppler Flowmetry)

**วัตถุประสงค์** โดยทำการศึกษาในฟันเขี้ยว บนจำนวน 31 ซึ่งจากผู้ป่วย 17 ราย ชาย 3 คนและหญิง 14 คน ซึ่งมารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และ ต้องมีการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งร่วม ในการจัดฟันด้วย การวัดจะทำการวัดที่บริเวณเหงือกยึด (attached gingiva) ซึ่งอยู่ใต้รอยต่อเยื่อเมือก -เหงือก (mucogingival junction) 1 มม. ที่ด้านไกลกลางซึ่งเป็นด้านที่รับแรง กด (pressure side = P) และด้านใกล้กลางซึ่งเป็นด้านที่รับแรงดึง (tension side = T) ของฟันเขี้ยวที่จะ วัด โดยมีขนาดกำหนดระยะเฉพาะบุคคลช่วยยึดหัววัดกับ แบร็กเกตบนฟันเขี้ยวเพื่อให้ได้ตำแหน่งในการวัด ที่เหมาะสม ในขณะที่ทำการวัดจะ ปกคลุมบริเวณโดยรอบหัววัดด้วยแผ่นยางสีดำเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน การบันทึกค่ากระแสโลหิต จะทำตั้งแต่ก่อนรับแรงจากยางดึงฟัน (baseline) และทันทีที่ใส่ยางดึงฟัน (immediately) ซึ่งมีแรงดึงของยางเท่ากับ 300 กรัมโดยดึงจากฟันกรามมายังฟันเขี้ยวด้านเดียวกัน จากนั้นทำการบันทึกผลต่อเนื่องในวันที่ 1 วันที่ 3 วันที่ 7 วันที่ 14 วันที่ 21 และวันที่ 28

**ผลการทดลอง** ค่าที่วัดได้จากด้านแรงกด ก่อนใส่ยาง ( $P_0$ ) =  $186.945 \pm 53.586$  P.U. และที่บริเวณด้านแรงดึง ( $T_0$ ) =  $175.774 \pm 60.598$  P.U. เมื่อเริ่มใส่ยาง ดึงและทำการวัดทันที  $P_0 = 226.380 \pm 116.546$  P.U. และ  $T_0 = 170.661 \pm 69.999$  P.U. ต่อมาทำการวัดอย่างต่อเนื่องในวันที่ 1  $P_1 = 254.612 \pm 90.695$  P.U. และ  $T_1 = 226.422 \pm 84.279$  P.U. วันที่ 3  $P_3 = 190.306 \pm 58.408$  P.U. และ  $T_3 = 171.8935 \pm 59.215$  P.U. วันที่ 7  $P_7 = 214.851 \pm 87.377$  P.U. และ  $T_7 = 193.338 \pm 66.164$  P.U. วันที่ 14  $P_{14} = 189.9645 \pm 63.379$  P.U. และ  $T_{14} = 184.248 \pm 61.429$  P.U. วันที่ 21  $P_{21} = 179.687 \pm 75.886$  P.U. และ  $T_{21} =$

175.6065±55.06726 P.U. และวันที่ 28  $P_{28} = 190.512 \pm 60.229$  P.U. และ  $T_{28} = 175.525 \pm 53.717$  P.U. ( $P < 0.05$ , One way RM ANOVA and Dunnett's method) yangที่ใช้ในการดิ่งพินจะใช้เส้นเคมตั้งแต่วันที่แรกจนเสร็จการทดลองคือวันที่ 28 แรงที่วัดได้จากยางดิ่งพินจะลดลงจากวันที่ 0  $F = 300$  กรัม วันที่ 1 = 190.806±40.147 กรัม วันที่ 3 = 163.709±33.440 กรัม วันที่ 7 = 145.967±32.337 กรัม วันที่ 14 = 130.774±27.146 กรัม วันที่ 21 = 121.774±26.411 กรัม และวันที่ 28 = 105.806± 28.492 กรัม ( $P < 0.05$ , One way RM ANOVA and Tukey's test)

**สรุปผลการทดลอง** แสดงให้เห็นว่า ค่าของ GBF ทั้งด้านแรงกดและด้านแรงดึงจะมีค่าเพิ่มขึ้นในวันแรกและลดลงใกล้เคียงค่าอ้างอิงในวันถัดไป อย่างมีนัยสำคัญ ค่าการไหลเวียนโลหิตทางด้านแรงกดจะมีค่ามากกว่า ทางด้านแรงดึงตลอดระยะเวลาทดลอง แสดงให้เห็นว่าการอักเสบที่บริเวณเหงือกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในวันแรกๆ ของการดิ่งพิน โดยเฉพาะด้านแรงกดและกลับมาใกล้เคียงปกติภายใน 1 เดือน ในขณะที่แรงที่เกิดจากการใช้ยางดิ่งพินจะลดลงประมาณ 2 ใน 3 จากค่าเริ่มต้น

## **Abstract**

In orthodontic tooth movement, vascular reaction is one of the important processes of pulp and surrounding tissue reaction. Blood flow change is one of the vascular reaction that is relationship to the remodeling and rearrangement of the tissues. The purpose of this study was to determine the changes of the gingival blood flow (GBF) of the human upper canines that respond to the orthodontic force.

**Materials and Methods:** The measurements were made at mesial site and distal site of the 31 retracted canines in 17 orthodontic patients (3 males and 14 females), 21(17) - 26 years of age who were patients in orthodontic department of Srinakharinwirot University. The blood flow rates were determined in the attached gingiva on both sites, mesial site was tension site and distal site was pressure site. The Laser Doppler Flowmetry recordings were performed before applying 300 gm elastomeric force and immediately after applying force. It was continuously observed on day 1, 3, 7, 14, 21 and 28.

**Results:** There were significant increasing of GBF after force applied on both sites ( $P < 0.05$ ). A peak of GBF was observed on day 1 and returned nearly to the baseline by day 21. During one month, the elastomeric force reduced by 2/3 of the beginning. **Conclusions:** The results of this study presented that the increasing of GBF in early days showed the degree of gingival inflammation. During one month of the orthodontic treatment, there was more inflammation on the pressure site than on the tension site. However, the healing could return by day 21.

## สารบัญ

	หน้า	
กิตติกรรมประกาศ	ก	
บทคัดย่อ ไทย	ข	
บทคัดย่อ อังกฤษ	ง	
สารบัญ	จ	
สารบัญตาราง	ฉ	
สารบัญภาพ	ช	
บทที่ 1      บทนำ	1	
บทที่ 2      เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3	
บทที่ 3      วิธีดำเนินการวิจัย	5	
บทที่ 4      ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	9	
บทที่ 5      สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	12	
บรรณานุกรม	15	
ภาคผนวก      เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์	18	
ภาคผนวกย่อย      ตารางและกราฟ	20	
	ภาพประกอบ	26
ประวัติของผู้วิจัย	30	

## สารบัญตารางและกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของกระแสโลหิตของเหงือกบริเวณฟันเขี้ยว	9
กราฟที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของแรงที่เกิดจากยामจัดฟัน	10



## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ก) แสดงภาพฟันผู้ป่วยภายหลังถอนฟันกรามน้อยซี่ที่ 1	
ข) แสดงการติดเครื่องมือจัดฟัน (แบร็กเกต)	6
รูปที่ 2 ก) จุดประสงค์ตำแหน่งรอยต่อของเหงือกยึด (attached gingival) กับเยื่อเมือก - เหงือก (mucogingival junction)	
ข) แสดงอุปกรณ์กำหนดตำแหน่งเฉพาะซี่ (Individual Removable Guiding Appliance, IRGA)	6
รูปที่ 3 เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ (Moor type MBF3D/42 blood flow monitor)	7
รูปที่ 4 ก) แสดงการนำ IRGA มายึดติดกับ แบร็กเกต ของฟันเขี้ยว	
ข) แสดงการคล้องยางจาก แบร็กเกต ของฟันกรามแท็บบนซี่ที่ 1 และทำการวัด โดยเครื่องวัดแรง	
ค) แสดงการคล้องยางที่มีแรงประมาณ 300 กรัม จาก แบร็กเกต ของฟันกรามแท็บบน ซี่ที่ 1 มายังแบร็กเกต ของฟันเขี้ยว	
ง) แสดงการวัดกระแสโลหิตของฟันเขี้ยว โดยมีแผ่นยางกั้นน้ำลายชนิดสีดำ ปกคลุมบริเวณรอบๆ โพรบ	7



## บทที่ 1

### บทนำ

ระบบหมุนเวียนโลหิตจะนำสารอาหาร ออกซิเจน ไปเลี้ยงเซลล์ที่อยู่ในส่วนต่างๆ ของร่างกาย และนำของเสียออกจากเซลล์ เพื่อไปสู่ระบบขับถ่ายหรือระบายออกไป การไหลเวียนของเลือดที่บริเวณเหงือกจะมีเส้นเลือด (vessels) จากเหงือกไปเลี้ยงเนื้อเยื่อปริทันต์ (the apical third of the periodontal ligament) ที่อยู่บริเวณผนังกั้นระหว่างฟัน (interdental septum) (1) อวัยวะปริทันต์ที่อยู่รอบๆ ฟันประกอบด้วยเหงือกเนื้อเยื่อปริทันต์เคลือบรากฟัน และกระดูกเบ้าฟัน อวัยวะปริทันต์จะทำหน้าที่รองรับแรงจากการบดเคี้ยวและช่วยป้องกันอันตรายอื่นๆ เช่นการติดเชื้อ และจากสารเคมี (2, 3) เป็นต้น เส้นเลือดเป็นตัวควบคุมที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเนื้อเยื่อในขณะที่ฟันเคลื่อนที่จากแรงจัดฟัน (4, 5) แรงที่เกิดจากการจัดฟันจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันในเบ้าฟันซึ่งจะมีผลทำให้เกิดแรงกด (pressure) และแรงดึง (tension) ของเนื้อเยื่อปริทันต์ที่อยู่รอบๆ ฟันนั้น (6, 7) โดยแรงกด (pressure) จะเกิดยังด้านที่ฟันมีการเคลื่อนที่ไป (pressure area) และแรงดึง (tension) จะเกิดยังด้านตรงข้ามกับทิศทางของการเคลื่อนที่ของฟัน (tension area) ดังนั้นการไหลเวียนโลหิตในเนื้อเยื่อรอบฟันที่ได้รับแรงหรือมีการเคลื่อน จะเกิดมีการตีบของหลอดเลือดหรือเกิดการกดของเส้นเลือดบริเวณด้านที่มีการกด (pressure area) และมีการขยายหลอดเลือดหรือมีการไหลเวียนของโลหิตเพิ่มขึ้นบริเวณด้านที่มีการดึง (tension area) (4, 8) การเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนของโลหิตทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการซึมผ่านของผนังเส้นเลือด (9) ผลทำให้เกิดขบวนการสร้างใหม่ของเบ้ากระดูกและเนื้อเยื่อยึดต่อ มีการศึกษาการไหลเวียนโลหิตในเอ็นยึดปริทันต์ของแมวโดยการใช้เครื่องวัดปริมาณโลหิต (electrical impedance plethymography) พบว่าการไหลเวียนโลหิตลดลงเนื่องจากฟันมีการเคลื่อนที่และมีความสัมพันธ์กับความกว้างของช่องปริทันต์ (10) การไหลเวียนของโลหิตที่ลดลงเกี่ยวข้องกับ ระดับของแรงที่ใช้ถึงแม้การตอบสนองต่อขนาดของแรงในแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน (11) ได้มีข้อเสนอแนะว่าความเค้นแรงดึงหรือความเค้นแรงยึดที่มีต่อเส้นใยเนื้อเยื่อยึดต่อจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนโลหิตในเหงือก (gingival blood flow, GBF) มากกว่าระดับแรงที่ใช้ (11) และสามารถพิจารณาปัจจัยสำหรับปฏิกิริยาของเส้นเลือดได้ ระดับความเค้นแรงดึงหรือ ความเค้นแรงยึดในเหงือกอาจจะแปรผันตามทิศของแรงและการเคลื่อนที่ของฟัน

หลักของเครื่อง วิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วย เลเซอร์ (laser Doppler flowmetry, LDF) แสงฮีเลียมนีออนเลเซอร์เป็นแสงที่คงที่ สม่่าเสมอที่มีความยาวคลื่นที่ 632 นาโนเมตร ทฤษฎีการใช้เครื่องพัฒนาจากการวัดความสัมพันธ์ของแสงเลเซอร์ที่กระจายจากการไหลเวียนโลหิตในเส้นเลือดขนาดเล็ก โดยสันนิษฐานว่าส่วนเมทริกซ์ของเนื้อเยื่อรอบๆ เม็ดเลือด ไม่มีการเคลื่อนที่ จะมีการสะท้อนกระจายของแสง ต่อเนื่องและเม็ดเลือดแดงที่เคลื่อนที่จะสะท้อนแสงออกมา โดยโปรตอนของแสงสะท้อนที่เกิดจากเซลล์เม็ดเลือดที่เคลื่อนที่จะสะท้อนกลับเกิดเป็นความถี่ จากทฤษฎีนี้ถือได้ว่า เมื่อเวลาผ่านไปโปรตอนที่สะท้อนกลับ จะเป็นสัดส่วน กับขนาดเซลล์ และทางกลับกันก็หมายถึง ความถี่ที่วัดได้คือ ความเร็วของเซลล์ที่เคลื่อนที่ การวิเคราะห์ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของโปรตอนกับเซลล์ที่เคลื่อนที่แสดงถึงผลของการ เปลี่ยนแปลงในเชิงปริมาณของเลือด การทำนายแปลผลตามการวัดของอนุภาคที่เคลื่อนที่ในเนื้อเยื่อตัวอย่าง (12, 13)

เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ ถูกประดิษฐ์ ขึ้นมาและมีการนำไปใช้ อย่างแพร่หลายในทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าการไหลเวียน กระแสโลหิตในส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น การเปลี่ยนแปลงการหมุนเวียนโลหิตที่ผิวหนัง ใน ทางทันตกรรมได้มีผู้นำมาศึกษาการไหลเวียนกระแสโลหิตในเหงือก (14) หรือการไหลเวียนกระแสโลหิตภายในโพรงประสาทฟันของฟันที่ได้รับความกระทบกระเทือนจากอุบัติเหตุ (15) หรือการวัดระดับการหมุนเวียนโลหิตของแผลถอนฟัน หรือภายหลังการรับการผ่าตัดขากรรไกร (16) เป็นต้น

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลของการไหลเวียนกระแสโลหิต ในเหงือกที่อยู่รอบฟันเขี้ยว มนุษย์เมื่อรับแรงดึงแบบต่อเนื่อง (continuous retraction force) ในผู้ป่วยที่จัดฟัน ด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่น โดยมีการถอนฟันร่วม และทำการวัดการไหลเวียนกระแสโลหิตด้วย เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีการศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนกระแสโลหิตภายในโพรงประสาทฟัน (pulpal blood flow, PBF) ว่าเป็นสัญญาณตัวหนึ่ง que แสดงถึงปฏิกิริยาการตอบสนองของเนื้อเยื่อประสาทฟันที่มีต่อสิ่งเร้าต่างๆ ที่มากระตุ้น Gazellius (17) นำเอาเทคนิคการวัดด้วยเครื่อง LDF มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนโลหิตในฟันตัดซี่กลางของมนุษย์ในสภาวะต่างๆ โดยไม่ต้องกรอหรือเจาะเข้าไปในฟัน และได้ทดลองวัดการเปลี่ยนแปลงของ PBF ในสัตว์ทดลองเมื่อฟันได้รับความร้อน พบว่าค่า PBF จะเพิ่มขึ้นในขณะที่ความดันเลือดในระบบร่างกายไม่เปลี่ยนแปลง

วิธีการวัดโดยใช้ LDF นี้มีการพัฒนาโดย Soo-ampon S., Vongsavan N และ Matthews R (18, 19) พบว่าควรใช้แผ่นยางทึบสีดำ (opaque black rubber dam) ปิดคลุมเหงือกและฟันทั้งหมด ยกเว้นส่วนของฟันที่ต้องการวัดเท่านั้น เพื่อลดสัดส่วนสัญญาณการไหลของเลือดที่ไม่ได้มาจากเนื้อเยื่อในโพรงฟัน ซึ่งจะทำได้สัญญาณที่แสดงการไหลของเลือดผ่านเนื้อเยื่อในโพรงฟันที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

Reitan และ Rygh (20, 21) ทำการศึกษาเกี่ยวกับ tissue behavior และปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อแรงดึงฟัน Anstendig H ทำการศึกษาในระดับจุลกายวิภาคศาสตร์เกี่ยวกับปฏิกิริยาการตอบสนองของโพรงประสาทฟันที่มีต่อแรงดึงฟัน โดยทำการศึกษาในฟันสุนัข พบว่าการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ในชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟัน (odontoblastic layer)

Stenvik A (22) ได้ทำการทดลองศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับเซลล์ภายในประสาทฟัน (pulp) และเนื้อฟัน (dentine) จากการสังเกตพบว่า เมื่อให้แรงกดฟัน (intrusive force) จะทำให้เกิดภาวะเลือดคั่งในประสาทฟัน (pulpal hyperemia) เกิดเป็นช่องว่าง (vacuole formation) ในชั้นเซลล์สร้างเนื้อฟัน

McDonald F, Pitt Ford TR (23) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความดันกระแสโลหิตภายในโพรงประสาทฟันเขี้ยวบนขณะที่มีการดึงด้วยเครื่องมือ ทันตกรรมจัดฟันชนิดถอดได้ และกลุ่มวิจัยของ Brawick PJ และ Ramsay DS (24) กับกลุ่มวิจัยของ Sano Y, Ikawa M (25) ได้ทำการศึกษาหาค่าการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนโลหิตในโพรงประสาทฟัน เมื่อรับแรงกด (intrusive force) ที่ฟันหน้า ซึ่งผลการศึกษาที่ได้ยังไม่สอดคล้องกันทั้งหมดและยังไม่สามารถหาข้อสรุปที่ให้คำอธิบายได้แน่ชัดว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตจะเป็นไปในลักษณะที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง

Vorachart P., Janyaprasert K.(26) ทำการศึกษาการไหลเวียนของกระแสโลหิตในโพรงประสาทฟันเขี้ยวเมื่อรับแรงดึงฟัน พบว่าเกิดสภาวะเลือดคั่งซึ่งแสดงโดย การไหลเวียนของกระแสโลหิตจะเพิ่มขึ้นจากก่อนรับแรงดึง และจะค่อยๆ ลดลงภายใน 4 สัปดาห์ แต่อย่างไรก็ตาม กระแสโลหิตที่ลดลงในสัปดาห์ที่สี่ก็ยังคงสูงกว่าก่อนที่ฟันจะได้รับแรงดึง

ในขบวนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันการดึงฟันเขี้ยวเข้าไปแทนที่ฟันกรามน้อยซี่หนึ่งที่ถอนออกไปนั้นเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ปฏิบัติอยู่เสมอ (27) และจากการศึกษาถึงคุณสมบัติของยางดึงฟัน (elastomeric chain) ซึ่งสามารถให้แรงดึงฟันแบบต่อเนื่องและมีรูปแบบการลดลงของแรงดึงเกือบ 60% ภายใน 24 ชั่วโมง (28-31) ในแง่ของความสะดวก ในการใช้และราคาที่ไม่แพงจึงทำให้ทันตแพทย์จัดฟันในปัจจุบันนิยม ดึงฟันเขี้ยวด้วยวัสดุพวกนี้ ซึ่งการดึงฟันเขี้ยวนี้เป็นการให้สิ่งกระตุ้น โดยเกิดแรงกดและแรงดึง ต่อเนื้อเนื้อปริทันต์ ที่อยู่โดยรอบฟัน เขี้ยวที่ถูก ดึงและเป็นแรงชนิดต่อเนื่อง

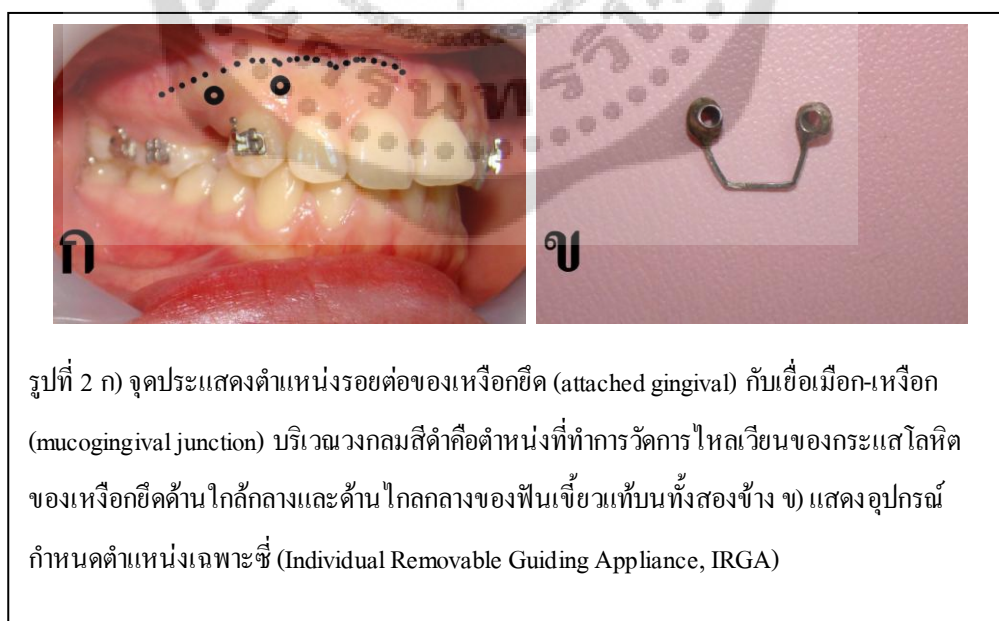
### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษาจากผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันที่ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 17 รายเป็นเพศชาย 3 รายและเพศหญิง 14 รายโดยมีอายุระหว่าง 18-20 ปี ผู้ป่วยที่ทำการศึกษา มีความผิดปกติของการสบฟันแบบคลาสที่หนึ่ง โดยจะมีการซ้อนเกของฟันร่วมด้วยหรือมีฟันหน้าที่ยื่นมากกว่าปกติ ซึ่งผู้ป่วยกลุ่มนี้มีความจำเป็นในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันอยู่แล้ว ผู้ป่วยมีสุขภาพช่องปากและเหงือกที่แข็งแรงดี สภาพฟัน โดยทั่วไปแข็งแรง ไม่พบฟันผุหรือมีการบูรณะ ไม่มีฟันสึกหรือมีการเปลี่ยนสีของฟัน และเหงือกมีสภาพแข็งแรง มีความลึกของร่องปริทันต์ไม่เกิด 2 มิลลิเมตร และไม่พบการโยกของฟัน สำหรับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมีการวางแผนการรักษาโดยการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งบนและล่างร่วมด้วย และทำการเคลื่อนฟันเขี้ยวแท้ทั้งบนและล่างมาชิดฟันหลังเพื่อแก้ไขความผิดปกติ ก่อนทำการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ได้อธิบายวิธีการรักษาและจุดประสงค์ของการศึกษาวิจัย ขั้นตอนและขบวนการวิจัยให้ผู้ป่วยทราบโดยละเอียด ผู้ป่วยยินยอมรับการรักษาและเข้า ร่วมในการศึกษาวิจัยนี้

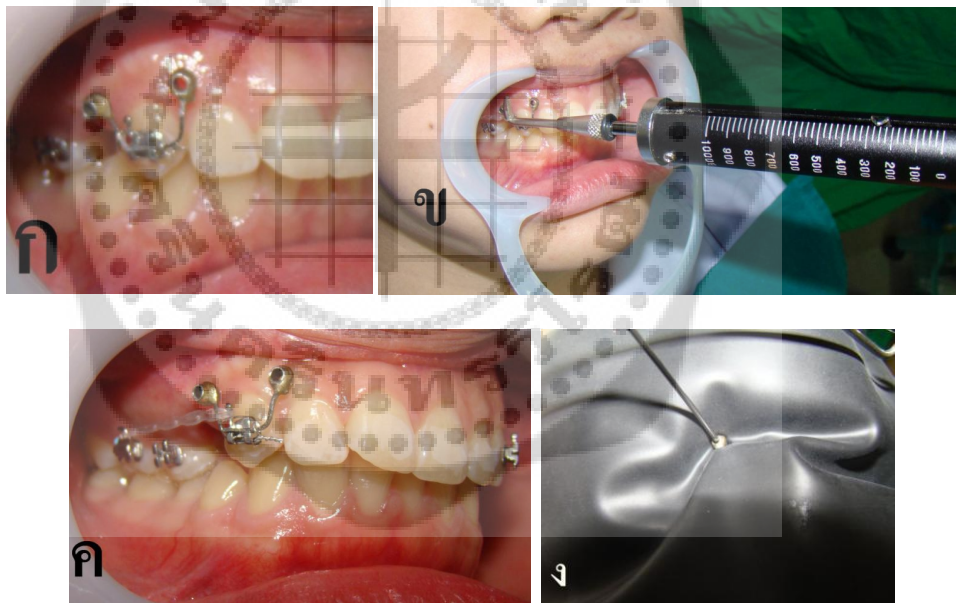
ภายหลังจากผู้ป่วยถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งแล้ว การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเริ่มต้น โดยใส่แถบรัดจัดฟันที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง และยึดติดแบร็กเกตที่ฟัน เขี้ยวแท้และฟันกรามน้อยซี่ที่สองในขากรรไกรบนทั้งสองข้าง (รูปที่ 1) การศึกษาจะทำการบันทึกผลอัตราการเคลื่อนที่ของโลหิตที่บริเวณเหงือก โดยจะทำการวัดที่ ตำแหน่งบริเวณเหงือกยึด (attached gingival) ซึ่งอยู่ใต้อยู่ต่อเยื่อเมือก-เหงือก (mucogingival junction) ที่ด้านใกล้กลางและด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวแท้บนทั้งสองข้าง (รูปที่ 2) เหงือกด้าน ใกล้กลางของฟันเขี้ยวแท้จะเกิดแรงดึง เรียกว่า “บริเวณแรงดึง (tension site = T)” ส่วนด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวแท้จะเกิดแรงกด เรียกว่า “บริเวณแรงกด (pressure site = P)” การวัดโดยการใส่ เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วย เลเซอร์ ชนิด MBF3D/42 (Moor type MBF3D/42 blood flow monitor) และ โพรบนำแสง (optical probe) (รูปที่ 3) ทำการวัดที่ตำแหน่งบริเวณแรงดึงและบริเวณแรงกดของฟันเขี้ยวแท้บนที่ทำการศึกษา โพรบนำแสงจะยึดกับท่อที่อยู่ตรงส่วนปลายของ อุปกรณ์ กำหนดตำแหน่งเฉพาะซี่ (Individual Removable Guiding Appliance, IRGA) ซึ่งทำจากลวดจัดฟันชนิดเหล็กไร้สนิม ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว (0.016” x 0.022” orthodontic stainless steel wire) โดยติดตั้งให้โค้งงอ ตรงปลายสุดทั้งสองข้างของลวดจะเชื่อมต่อกับท่อโลหะ ไร้สนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่ากับ 1.75 มิลลิเมตร (metal

tubes, int. diameter 1.75 mm) (รูปที่ 2 ข) การกำหนดตำแหน่งที่จะให้อยู่ตรงบริเวณ ที่ทำการวัดคือ ที่บริเวณเหงือกยึด (attached gingival) ซึ่งอยู่ใต้รอยต่อเยื่อเมือก-เหงือก (mucogingival junction) ทั้ง ทางด้านบริเวณแรงดึงและบริเวณแรงกดของฟันเขี้ยวแท็บที่ทำกรวด ซึ่งในฟันเขี้ยวแต่ละซี่ จะต้องทำ IRGA เฉพาะแต่ละซี่และแต่ละบุคคล เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่วัดเป็นตำแหน่งเดิมเมื่อเทียบกับแบร็กเกต ของฟันซี่อื่นๆ และเมื่อทำการวัดจะยึด IRGA กับแบร็กเกต ด้วยลวดมัดฟัน (ligature wire) เพื่อให้มันคง ก่อนทำการวัดจะปกปิดเหงือกส่วนที่อยู่รอบๆ โพรบด้วยแผ่นยางกันน้ำลาย ชนิดลึดำโดยการเจาะรูขนาดเท่ากับโพรบเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากบริเวณรอบๆ โพรบ (รูปที่ 4)





รูปที่ 3 เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ (Moor type MBF3D/42 blood flow monitor)



รูปที่ 4 ก) นำ IRGA มายึดติดกับแบร็กเกตของฟันเขี้ยวด้วยลวดมัดฟัน ข) แสดงการคล้อง ขางจากแบร็กเกตของฟันกรามแท้นซี่ที่ 1 และทำการวัดโดยเครื่องวัดแรง ค) แสดงการคล้องขางที่มีแรงประมาณ 300 กรัม จากแบร็กเกตของฟันกรามแท้นซี่ที่ 1 มายังแบร็กเกตของฟันเขี้ยว ง) แสดงการวัดกระแสโลหิตของฟันเขี้ยวโดยมีแผ่นขางกันน้ำลายชนิดสีดำปกคลุมบริเวณรอบๆ โพรบ

และเมื่อทำการวัดเสร็จจะถอด IRGA ออกเก็บเพื่อไม่ให้ผู้ป่วยรำคาญหรือรู้สึกไม่สบาย และจะทำการติดตั้งใหม่ในครั้งถัดไป

การเก็บผลการศึกษาทุกครั้งจะทำการวัดค่า GBF ที่บริเวณแรงดึง และ บริเวณแรงกด โดยครั้งแรกทำการวัดก่อนใส่แรงที่ฟันเขี้ยวแท็บนเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง (baseline value) หลังจากนั้นใช้ยางดึงฟันของบริษัทออร์มโก้ (Ormco® power chain) คล้องจากตะขอของท่อโลหะไร้สนิมที่ฟันกรามแท็บน ซี่ที่ 1 ไปยังตะขอของ แบร์ริกเกตฟันเขี้ยวแท็บนด้านเดียวกัน โดยทำการวัดขนาดของแรงจากยางดึงประมาณ 300 กรัม จากนั้นทำการวัดค่า GBF ทันทีที่ใส่ยาง ยางเส้นนี้จะใส่ตลอดการทดลองเป็นเวลาประมาณ 1 เดือนเพื่อใช้ในการดึงฟันกรามแท็บนซี่ที่ 1 และฟันเขี้ยวด้านนี้และสำหรับผู้ป่วยรายเดียวกันนี้ การวัดค่าของแรงจากยางดึงฟันที่ใส่ไปกับค่า GBF ของฟันเขี้ยวแท็บน จะทำในวันที่ 0, 1, 3, 7, 14, 21, และ 28 เพื่อเปรียบเทียบผลการไหลเวียนโลหิตในแต่ละช่วงเวลา

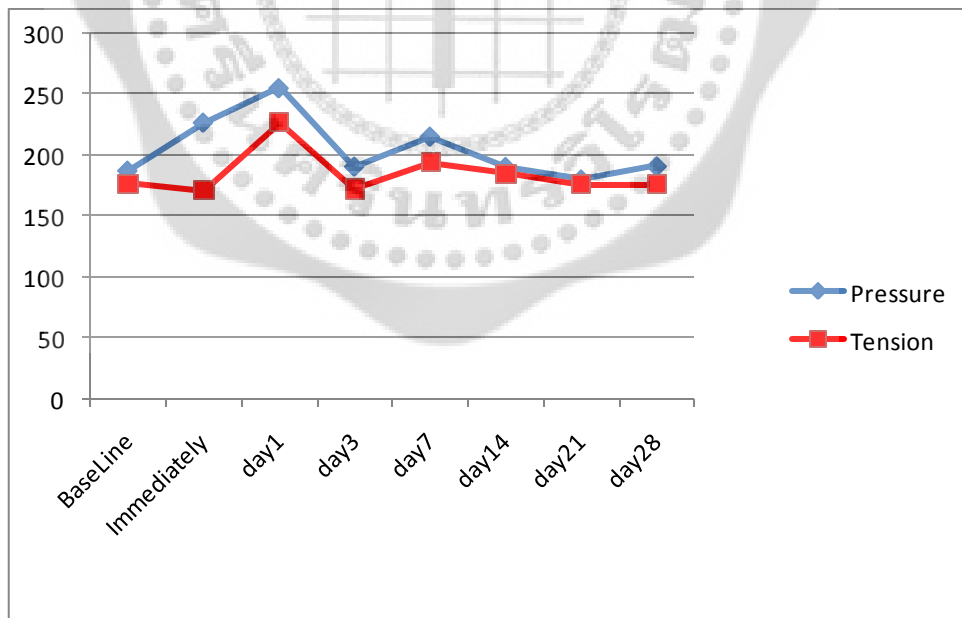
ภายหลังจากวัดเสร็จในแต่ละครั้งจะถอดเอา IRGA ออกจากฟันเขี้ยวที่วัดและเก็บไว้เพื่อใช้วัดฟันซี่เดิมของผู้ป่วยคนเดิมในครั้งต่อไปจนจบการทดลอง ส่วนยางที่ใช้ดึงฟันนั้นจะใส่กลับเข้าไปที่เดิมคือที่ตะขอฟันกราม แท็บนซี่ที่ 1 มายังฟันเขี้ยว เพื่อให้แรงจากยางดึงเหมือนสภาพการจัดฟันในผู้ป่วยปกติ



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการทดลองระยะเวลาประมาณ 28 วัน ทำการวัดค่าอ้างอิงของ GBF (the baseline) ฟันเขี้ยวบนที่บริเวณแรงกด ( $P_0$ ) =  $186.945 \pm 53.586$  P.U. และที่บริเวณแรงดึง ( $T_0$ ) =  $175.774 \pm 60.598$  P.U. หลังจากใส่แรงขนาดประมาณ 300 กรัมจากฟันกรามแท่นบนไปยังฟันเขี้ยวแท่นข้างเดียวกันและทำการวัดค่าของ GBF ที่ตำแหน่งของเหงือกที่เดียวกัน โดยค่า  $P_0 = 226.380 \pm 116.546$  P.U. และ  $T_0 = 170.661 \pm 69.999$  P.U. วันที่ 1 ค่า GBF ที่  $P_1 = 254.612 \pm 90.695$  P.U. และค่า  $T_1 = 226.422 \pm 84.279$  P.U. วันที่ 3 ค่า GBF ที่  $P_3 = 190.306 \pm 58.408$  P.U. และค่า  $T_3 = 171.8935 \pm 59.215$  P.U. วันที่ 7 ค่า GBF ที่  $P_7 = 214.851 \pm 87.377$  P.U. และค่า  $T_7 = 193.338 \pm 66.164$  P.U. วันที่ 14 ค่า GBF ที่  $P_{14} = 189.9645 \pm 63.379$  P.U. และค่า  $T_{14} = 184.248 \pm 61.429$  P.U. วันที่ 21 ค่า GBF ที่  $P_{21} = 179.687 \pm 75.886$  P.U. และค่า  $T_{21} = 175.6065 \pm 55.06726$  P.U. และวันที่ 28 ค่า GBF ที่  $P_{28} = 190.512 \pm 60.229$  P.U. และค่า  $T_{28} = 175.525 \pm 53.717$  P.U.

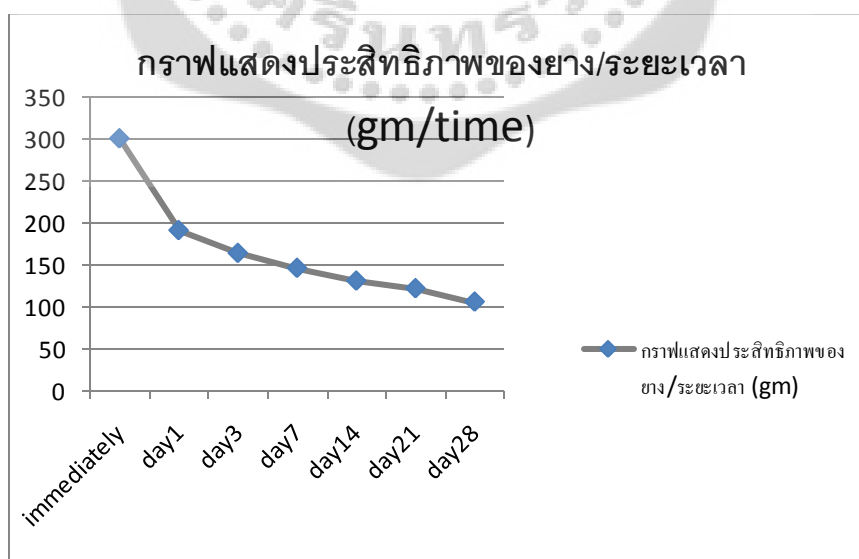


กราฟที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยการไหลเวียนของกระแสโลหิตของเหงือกบริเวณฟันเขี้ยวด้านรับแรงกด (เส้นสีฟ้า) และด้านรับแรงดึง (เส้นสีแดง) ที่เกิดจากยางดึงฟันในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน

จากค่าเฉลี่ยและกราฟที่ 1 จะพบว่าค่า GBF ของเหงือกบริเวณแรงดึง (T) และบริเวณแรงกด (P) ก่อนรับแรงจากยางดิ่งฟันจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำยางดิ่งฟัน ขนาดของแรงดึงประมาณ 300 กรัมมาดิ่งฟันเขียวจะพบว่า GBF ด้านรับแรงกด ( $P_0$ ) จะเพิ่มขึ้นทันที ในขณะที่ด้านแรงดึง ( $T_0$ ) ค่า GBF ดูเหมือนจะลดลงเล็กน้อยแต่ค่าทั้งสองด้านไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญกับค่าเริ่มต้น (baseline)

เมื่อทำการวัด 1 วันถัดมา จะพบว่า GBF ทั้งค่า  $P_1$  และ  $T_1$  มีค่าเพิ่มขึ้น จาก  $P_0$  และ  $T_0$  ทั้งสองค่าโดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ , One way RM ANOVA and Dunnett's method)

แต่เมื่อทำการวัดในวันที่ 3 กลับพบว่าค่า GBF ของทั้งสองบริเวณมีค่าลดลงโดยค่า  $T_3$  มีค่าสูงกว่า  $T_0$  เล็กน้อย และค่า  $T_3$  มีค่าต่ำกว่า  $T_0$  เล็กน้อย ในวันที่ 7 พบว่าค่าทั้งสองของ GBF กลับเพิ่มขึ้นมากกว่าค่า  $P_0$  และ  $T_0$  เล็กน้อย แต่ค่า  $P_7$  มีค่าน้อยกว่า  $P_0$  ค่า  $T_7$  มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า  $P_0$  เล็กน้อยแต่ไม่มากเท่า  $T_1$  ในวันที่ 14 พบว่าค่า GBF ทั้ง  $P_{14}$  และ  $T_{14}$  กลับลดลงมาอีกครั้งแต่ยังคงมีค่าสูงกว่า  $P_0$  และ  $T_0$  เล็กน้อย ในวันที่ 21 พบว่าค่า GBF ของทั้ง  $P_{21}$  ลดลงน้อยกว่าค่า  $P_0$  เล็กน้อย และ  $T_{21}$  มีค่าเท่ากับ  $T_0$  และเมื่อทำการวัดในวันที่ 28 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายของการทดลอง พบว่าค่า  $P_{28}$  สูงขึ้นเล็กน้อยจาก  $P_0$  เท่ากับวันที่ 3  $P_3$  ในขณะที่ GBF ของ  $T_{28}$  มีค่าเท่ากับ  $T_{21}$  ซึ่งเท่ากับค่า baseline ( $T_0$ ) อย่างไรก็ตามค่า GBF ที่บริเวณแรงกดและบริเวณแรงดึงที่วัดได้ตั้งแต่วันที่ 3 จนถึงวันที่ 28 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.005$ , One way RM ANOVA and Dunnett's method)



กราฟที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของแรงที่เกิดจากขามจัดฟัน เมื่ออยู่ในช่องปากแรงจะลดลงตามเวลา

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนโลหิตของเหงือกบริเวณฟันเขี้ยวที่รับแรงดึงของยางดึงพบว่า แรงดึงของยางดึงนั้นลดลง ดังแสดงในกราฟที่ 2 แสดงให้เห็นว่าแรงของยางดึงลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนไปหลังจากที่ใส่ยางดึงขนาดประมาณ 300 กรัม และทำการวัดในวันที่ 1 =  $190.8065 \pm 40.1475$  กรัม วันที่ 3 =  $163.709 \pm 33.440$  กรัม วันที่ 7 =  $145.9677 \pm 32.3372$  กรัม วันที่ 14 =  $130.7742 \pm 27.1461$  กรัม วันที่ 21 =  $121.7742 \pm 26.4117$  กรัม และวันที่ 28 =  $105.8065 \pm 28.4925$  กรัม



## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อฟันได้รับแรงดึงจากยางจัดฟันจะทำให้ เกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อยึดต่อ (connective tissue) ของเหงือก มีการฉีกขาดของเส้นใยคอลลาเจน (collagen fibers) (32) เกิดขบวนการของการบาดเจ็บทางร่างกาย (physical trauma) ซึ่งปฏิกิริยาหรือกลไกตอบสนองของร่างกายต่อการเกิดการบาดเจ็บของร่างกายคือการอักเสบ ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของระบบหมุนเวียนโลหิต (vascular reaction) ที่มีต่อการบาดเจ็บทางร่างกาย โดยขบวนการนี้จะค่อยเกิดขึ้นเป็นลำดับขึ้นไป (33, 34)

จากการศึกษา เมื่อเริ่มทำการคล้องยางดึงฟัน จากฟันกรามแท่นบนซี่ที่ 1 มายังฟันเขี้ยวพบว่า กระแสโลหิตของเหงือก ที่ฟันเขี้ยวที่ด้านแรงดันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กระแสโลหิตของเหงือกด้านแรงดึงยังไม่มีเปลี่ยนแปลงหรืออาจจะมีเปลี่ยนแปลงน้อย เมื่อเทียบกับค่าตั้งต้น และเมื่อทำการวัด 24 ชั่วโมงต่อมา พบว่าค่าทั้งสองเพิ่มสูงขึ้นและค่าที่วัดได้ทางด้านแรงดันมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากด้านแรงดึง เล็กน้อย ถึงแม้ว่าค่าที่วัดได้เมื่อเริ่มต้นคล้องยางดึงฟันจะไม่แตกต่างจากค่าตั้งต้นอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม แต่ค่าที่วัดได้ใน 24 ชั่วโมงต่อมาแสดงความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญกับค่าเริ่มต้น ปรากฏการณ์นี้สามารถ อธิบายได้จากทฤษฎีของการอักเสบคือ ภายใต้งานเหงือกปกติจะมีเส้นเลือดแดงเล็ก (arteriole) และบ่วงหลอดเลือดฝอย (capillary loops) ในสภาวะปกติเม็ดเลือดแดงจะไหลอยู่ในแนวแกน (axial flow) ของท่อหลอดเลือด (lumen) และส่วนที่ด้านข้างของหลอดเลือดจะเป็นพลาสมา (plasmatic zone) แต่เมื่อเกิดการอักเสบจะเกิด ปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนโลหิตระดับจุลภาค (microcirculation) พบว่าในระยะแรกเส้นเลือดแดงเล็กจะมีการหดตัวก่อนเป็นระยะเวลาสั้นๆ แล้วจึง ขยายตัวและมีการเพิ่มของบ่วงหลอดเลือดฝอยและการไหลเวียนของกระแสโลหิตเพิ่มขึ้น (vasodilation) มีการเพิ่มการไหลเวียนโลหิตมายังบริเวณที่อักเสบ เกิดภาวะเลือดคั่ง (active hyperemia) (33-35) จากการศึกษานี้ของ Yamaguchi 1991 ได้อธิบายว่าความเค้นแรงดึงหรือความเค้นแรงยึดที่มีต่อเส้นใยเนื้อเยื่อยึดต่อ

จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนโลหิตในเหงือกมากกว่าระดับแรงที่ใช้ (11) การที่กระแสโลหิตของเหงือกด้านแรงดันมีค่ามากกว่าด้านแรงดึงอาจเป็นเพราะทางด้านแรงดันนี้ ฟันมีการเคลื่อนที่ไปชิดกับกระดูกเบ้า ฟันทำให้ช่องว่างปริทันต์แคบลงและเกิดแรงอัดแน่นภายใน มากกว่าช่องว่างปริทันต์ทางด้านแรงดึง ดังนั้นการอักเสบ (inflammation) ซึ่งน่าจะหมายถึงการเพิ่มขึ้นของกระแสโลหิตทางด้านแรงดันน่าจะเกิดขึ้นก่อน จากการศึกษาของ Keeling และคณะ พบว่าเมื่อฟันเคลื่อนที่จากแรงจัดฟันจะเกิดการละลายของกระดูกก่อนภายใน 3-5 วันแรกและ หลังจากนั้นการสร้างของกระดูกจะเกิดตามมาภายใน 7-14 วัน (36)

กระแสโลหิตของเหงือกที่ทำการ ศึกษา วัดได้สูงสุดใน 24 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้น ค่าที่วัดได้ของเหงือกทั้งด้านแรงดันและด้านแรงดึง จะกลับลงมาใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น จากทฤษฎีการ อักเสบอธิบายได้ว่า ที่ผนังของเส้นเลือดแดงเล็ก มีกล้ามเนื้อซึ่งสามารถหดตัวหรือขยายตัวเพื่อเพิ่ม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดได้ ในเส้นเลือดแดงปกติ เซลล์ของกล้ามเนื้อผนังหลอดเลือด (endothelial cells) จะอยู่ชิดกัน เมื่อเกิดการขยายตัวของหลอดเลือดจะเกิดการหดตัวของเซลล์ ของกล้ามเนื้อผนังหลอดเลือด (endothelial cells) ทำให้เซลล์กล้ามเนื้อที่เคยอยู่ชิดกันแยกออกจากกันทำให้มีช่องว่างเล็กๆ มีผลทำให้ของเหลวและพลาสมาโปรตีนหลุดออกจากเส้นเลือดแดง เล็กได้ เรียกขั้นตอนนี้ว่า vascular permeability ทำให้ความชื้น ภายในเส้นเลือดแดงเล็กมีมากขึ้น เกิดความหนืดของเลือด ทำให้การไหลของกระแสโลหิตลดลงทั้งภายในเส้นเลือดแดงเล็กและบ่วง หลอดเลือดฝอย

นอกจากนี้ อาจเป็นไปได้ที่ การไหลเวียนโลหิตลดลงเนื่องจากฟันมีการเคลื่อนที่และมีความสัมพันธ์กับความกว้างของช่องปริทันต์ (10) การไหลเวียนของโลหิตที่ลดลงเกี่ยวเนื่องกับ ระดับของแรงที่ใช้ถึงแม้การตอบสนองต่อขนาดของแรงในแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน (11) และ สามารถพิจารณาปัจจัยสำหรับปฏิกิริยาของเส้นเลือดได้ ระดับความเค้นแรงดึงหรือ อความเค้นแรงยึด ในเหงือกอาจจะแปรผันตามทิศของแรงและการเคลื่อนที่ของฟัน ในการศึกษานี้ได้ทำการวัดค่าของ แรงจากยางดึงฟันที่ใช้ในการทดลอง โดยยางที่ใช้เป็นยางชนิดไม่ใช้ลาเท็กซ์ (non-latex) ของบริษัท เดียวกัน และเริ่มต้นดึงด้วยแรง ขนาดที่เท่ากัน คือ 300 กรัม การศึกษาตั้งแต่เริ่ม มต้นจะใช้ยางเส้นเดิม ทำการดึงฟันโดยไม่เปลี่ยนยางเลย จากการศึกษาพบว่า 24 ชั่วโมงแรกค่าแรงของยางลดลง 36.4% วันที่ 3 ค่าของแรงยางลดลง 45.4% จากวันแรกและลดลงในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 เท่ากับ 51.34%, 56.41%, 59.4% และ 64.7% ตามลำดับ Russell และคณะ (2001) ได้ศึกษาแรงของยางชนิดลัทีกซ์ และไม่ใช่ลาเท็กซ์พบว่า 24 ชั่วโมงผ่านไปแรงของยางที่ทดลองลดลง โดยชนิดลาเท็กซ์ลดลง 75%

และไม่ใช่ลาเท็กซ์ลดลง 60% (37) นอกจากนี้ Tong Wang และคณะ (2007) ได้ศึกษาการจัดฟันที่  
ทำจากลาเท็กซ์โดยใช้ในสภาพธรรมชาติ ในน้ำลายเทียมและในห้องพบว่าหลังจาก 48 ชั่วโมง  
ค่าแรงของยางเหลือ 61%, 71% และ 86% ตามลำดับ (38) แสดงให้เห็นว่าการใช้ยางในการดึงฟัน  
นั้นความแรงของยางจะลดลงตามเวลา ดังนั้นผลของแรงที่กระทำต่อฟันก็จะน้อยลงตามเวลาที่ผ่าน  
ไปด้วย ซึ่งการ ถูกทำลายของเนื้อเยื่อหรือการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อก็จะลดน้อยลงซึ่งทำให้ร่างกายมี  
โอกาสซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอได้



## บรรณานุกรม

1. Weekes WT, Sims MR. The vasculature of the rat molar periodontal ligament. *J Periodontal Res.* 1986 May;21(3):186-94.
2. Cho MI, Garant PR. Development and general structure of the periodontium. *Periodontology 2000.* 2000;24:9-27.
3. van Steenberghe D. The structure and function of periodontal innervation. A review of the literature. *J Periodontal Res.* 1979;14(3):185-203.
4. Rygh P, Bowling K, Hovlandsdal I, et al. Activation of the vascular system: a main mediator of periodontal fiber remodeling in orthodontic tooth movement. *AmJOrthod.* 1986;89(6):453-68
5. Gaengler P, Merte K. Effects of force application of periodontal blood circulation. A vital microscopic study in rats. *J, Periodontal Res.* 1983;18(1):86-92.
6. Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod.* 1957;43(1):32-45.
7. Azuma M. Study on histologic changes of periodontal membrane incident to experiment tooth movement. *Bull Tokyo Med Dent Univ.* 1970;17(2):149-78.
8. Kuftinec M. Vascular changes due to the application of force to the molar teeth in hamsters. *J Dent Res.* 1968;47:916-20.
9. Trowbridge HO, Emling RC. Vascular Response to Injury. In: Trowbridge HOE, R C, editor. *Inflammation: a review of the process.* 5 ed. Illinois: Quintessence Publishing Co, Inc; 1997. p. 3-16.
10. Kondo K. A study of blood circulation in the periodontal membrane by electric impedance plethysmography. *J Stomatol Soc.* 1969;36(1):20-42
11. Yamaguchi K, Nanda RS, Kawata T. Effect of orthodontic forces on blood flow in human gingiva. *Angle Orthod.* 1991;61(3):193-203.
12. Stern M, Jape D, Bowen L, et al. Continuous measurement of tissue flow by Laser-Doppler Spectroscopy. *AM J Physiol.* 1977;232(4):H441-8.
13. Bonner RF, Nossal R. Model for Laser doppler measurement of blood flow in tissue. *Applied Optics.* 1981;20(12):2097-107.

14. Baah DA, Oberg PA, Holloway GA. Gingival blood flow measured with a laser doppler flowmeter. *J Periodontal Res.* 1986;21(1):73-85
15. Gazelius B, Olgart L, Edwall B. Restored vitality in luxated teeth assessed by laser Doppler flowmeter. *Endod Dent Traumatol.* 1988;4(6):265-8.
16. Ramsay DS, Artun J, Bloomquist D. Orthognathic surgery and pulpal blood flow: A pilot study using laser doppler flowmetry. *J Oral Maxillofac Surg.* 1991;49(6):564-70.
17. Gazellius B, Olgart L, Edwall L. Non-invasion recording of blood flow in human dental pulp. *Endod Dent Traumatol.* 1986;2(5):219-21.
18. Soo-ampon S, Vongsavan N, Chuckpawong S, et al. The sources of laser Doppler Flowmetry signals recorded from human teeth. *Arch Oral Biol.* 2003;48(5):353-60.
19. Soo-ampon S, Vongsavan N, Soo-ampon M, et al. The source of laser Doppler Blood-flow signals from human teeth. *J Dent Res (special Issue).* 1996:75-27.
20. Reitan K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Ortho.* 1960;46(12):881-900.
21. Reitan K. RP. Biomechanic principles and reactions. . Graber TM. VR, editor. St. Louis: Mosby- Year Book; 1994.
22. Stenvik A, Mjor IA. Pulp and dentine reactions to esperimental tooth intrusion. A histological study of initial changes. *Am J Orthod.* 1970;57(4):370-85.
23. McDonald F. PFTR. Blood flow changes in permanent maxillary canines during retraction. *European J Orthod.* 1994;16:1-9.
24. Barwick PJ, Ramsay DS. Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(3):273-9.
25. Sano Y, Ikawa M, Sugawara J, et al. The effect of continuous intrusive force on human pulpal blood flow. *Eur J Orthod.* 2002;24(2):159-66.
26. Vorcahart P, Janyaprasert K. Pulpal blood-flow changes in human permanent maxillary canine during the orthodontic retraction period. *วิทยาศาสตร์ทันตแพทยศาสตรมหาวิทาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.* 2005;1:51-8.
27. Boester CH, Johnstone LE. A clinical investigation of the concept of differential and optimal force in canine retraction. *Angle Orthod.* 1974;44(2):113-9.



28. Rock WP, Wilson HJ, Fisher SE. A laboratory investigation of orthodontic elastomeric chains. *Br J Orthod.* 1985;12(4):202-7.
29. Rock WP, Wilson HJ, Fisher SE. Force reduction of orthodontic elastomeric chains after one in the mouth. *Br J Orthod.* 1986;13(3):147-50.
30. Genova D C. M-LP, Wienberg R., Force degradation of orthodontic elastomerir-A product comparison study.. *Am J Orthod.* 1985;87:377-84.
31. Kapila S, Kusy RP. Commentary characteristics of elestomeric chains. . *Angle ortho.* 1994;6:455-67.
32. Danciu T, Gagari E, Adam RM, et al. Mechanical strain delivers anti-apoptopic and proliferative signals to gingival fibroblast. *J Dent Res.* 2004;83(8):596-601.
33. Vinay K RSC, Stanley L R. *Basic Pathology.* 5th ed. Philadelphia: W.B.Saunders Company; 1992.
34. Trowbridge H O ERC. Vascular Response to Injury. In: Trowbridge HOE, R C, editor. *Inflammation: a review of the process.* 5 ed. Illonois: Quintessence Publishing Co, Inc; 1997. p. 3-16.
35. Kindlova M. The blood supply of the marginal periodontium in *Macacus rhesus*. *Arch Oral Biol.* 1965;10(6):869-74.
36. Keeling SD KG, McCoy EA, Valdez M, Serum and alveolar bone phosphatase changes reflect bone turnover during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthod.* 1993;103(4):320-6.
37. Russell KA, Milne AD, Khanna RA, et al. In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex orthodontic elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(1):36-44.
38. Tong Wang GZ, Xianfeng Tan, and Yaojun Dong. . Evaluation of Force Degradation Characteristics of Orthodontic Latex Elastics in Vitro and In Vivo. . *The Angle Orthodontist:* . 2007;77(4):688-93.
39. Holloway GA, Jr., Watkins DW. Laser Doppler measurement of cutaneous blood flow. *J Invest Dermatol.* 1977;69(3):306-2.

## ภาคผนวก

### เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์

เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ (laser Doppler flowmetry, LDF) ได้ถูกประดิษฐ์และพัฒนาขึ้นมาโดย Holloway (39) ในปีค.ศ. 1983 โดยการดัดแปลงใช้ลักษณะพิเศษของแสงเลเซอร์ที่สามารถแสดงผลของ Doppler effect โดยการคำนวณของเครื่องให้เป็นสัญญาณที่บอกถึงปริมาณการไหลของเลือดซึ่งวัดได้เป็นค่าความสัมพันธ์กับการไหลของเลือด ในระยะแรกได้นำมาศึกษาใช้วัดค่าแรงดันของกระแสโลหิตที่ผิวม่านตา (retina renal cortex) และที่ผิวหนัง ข้อดีของวิธีนี้คือไม่ต้องทำการกรอ เจาะ หรือตัดเนื้อเยื่อใดๆ (non-invasiveness)

หลักของเครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ แสงฮีเลียมอีนอนเลเซอร์เป็นแสงที่คงที่ สม่ำเสมอที่มีความยาวคลื่น 632 นาโนเมตร ทฤษฎีการใช้เครื่องพัฒนาจากการวัดความสัมพันธ์ของแสงเลเซอร์ที่กระจายจากการไหลเวียนโลหิตในเส้นเลือดขนาดเล็ก โดยสันนิษฐานว่าส่วนเมทริกซ์ของเนื้อเยื่อรอบๆ เม็ดเลือดจะมีการกระจายของแสงมากและเม็ดเลือดแดงที่เคลื่อนที่จะสะท้อนแสงออกมา และเพราะว่าเนื้อเยื่อที่อยู่รอบๆ ไม่มีการเคลื่อนที่ ดังนั้นโปรตอนของแสงสะท้อนที่เกิดจากเซลล์เม็ดเลือดที่เคลื่อนที่สะท้อนกลับเกิดเป็นความถี่จากทฤษฎีนี้คือได้ว่าเมื่อเวลาผ่านไปโปรตอนที่สะท้อนกลับจะเป็นสัดส่วนกับขนาดเซลล์และทางกลับกันก็หมายถึงความเร็วของเซลล์ที่เคลื่อนที่ การวิเคราะห์ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นของโปรตอนกับเซลล์ที่เคลื่อนที่แสดงถึงผลของการเปลี่ยนแปลงในเชิงปริมาณของเลือด การทำนายแปลผลตามการวัดของอนุภาคที่เคลื่อนที่ ในเนื้อเยื่อตัวอย่าง (12, 13)



รูปเครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ (Moor type MBF3D/42 blood flow monitor)



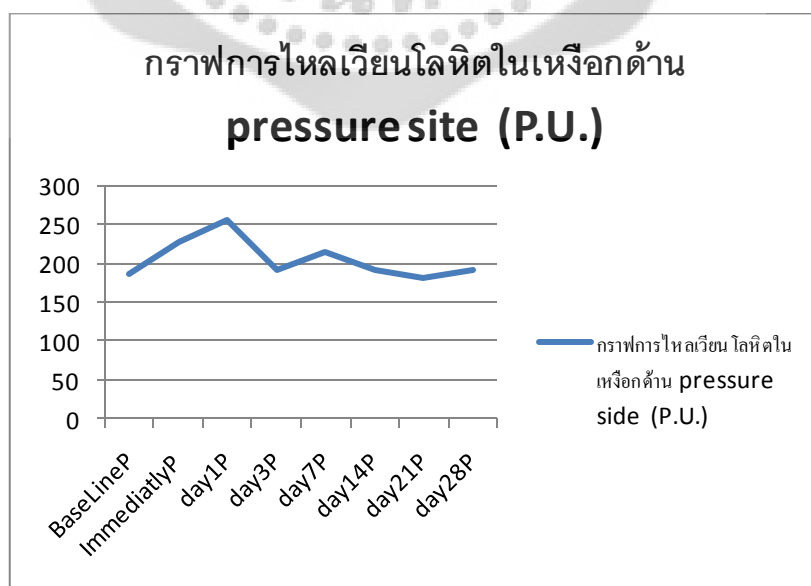
## ภาคผนวกย่อย

### ตารางและกราฟ

ค่าการไหลเวียนโลหิต ของเหงือกที่บริเวณแรงกด (pressure site) ในผู้ป่วย 31 คน โดยทำการวัดก่อนได้รับแรงจากการจัดฟัน (ยางดึงฟัน) และทันทีที่ได้รับแรงจากการจัดฟัน และทำการวัดต่อเนื่องอีก 6 ครั้งคือ วันที่ 1 วันที่ 3 วันที่ 7 วันที่ 14 วันที่ 21 และวันที่ 28 และกราฟ (รูปล่าง)

Pulpal blood flow of pressure site

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
BaseLineP	31	88.50	265.50	186.9452	53.58686
ImmediatlyP	31	52.60	549.50	226.3806	116.54699
day1P	31	75.30	451.20	254.6129	90.69514
day3P	31	64.10	315.70	190.3065	58.40802
day7P	31	106.60	481.70	214.8516	87.37747
day14P	31	89.40	321.20	189.9645	63.37969
day21P	31	58.00	410.20	179.6871	75.88699
day28P	31	68.40	298.10	190.5129	60.22939
Valid N (listwise)	31				



ค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ การไหลเวียนโลหิต ของเหงือกที่บริเวณแรงกด (pressure site) ในผู้ป่วย 31 คน โดยทำการวัด ก่อนได้รับแรงจากการจัดฟัน (ยางดิ่งฟัน) และทันทีที่ได้รับแรงจากการจัดฟัน และทำการวัดต่อเนื่องอีก 6 ครั้งคือ วันที่ 1 วันที่ 3 วันที่ 7 วันที่ 14 วันที่ 21 และวันที่ 28

#### Oneway-ANOVA of pressure site

value

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	143483.889	7	20497.698	3.338	.002
Within Groups	1473902.357	240	6141.260		
Total	1617386.245	247			

#### Multiple Comparisons

value

Dunnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I) no	(J) no	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Immediately	BaseLine	39.43548	19.90503	.224	-12.9570	91.8280
day 1	BaseLine	67.66774*	19.90503	.005	15.2752	120.0603
day 3	BaseLine	3.36129	19.90503	1.000	-49.0312	55.7538
day 7	BaseLine	27.90645	19.90503	.578	-24.4861	80.2990
day 14	BaseLine	3.01935	19.90503	1.000	-49.3732	55.4119
day 21	BaseLine	-7.25806	19.90503	.999	-59.6506	45.1345
day 28	BaseLine	3.56774	19.90503	1.000	-48.8248	55.9603

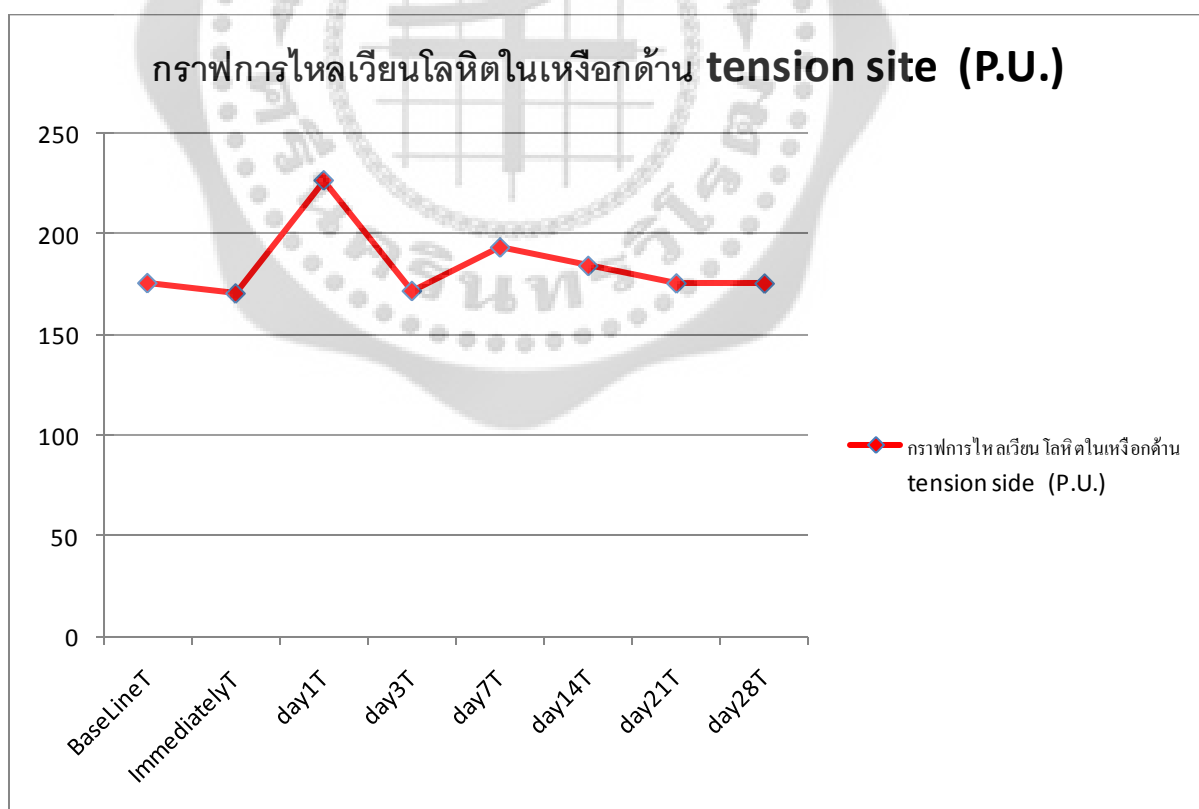
a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

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

แสดงค่าการไหลเวียนโลหิต ของเหงือกที่บริเวณแรงดึง (tension side) ในผู้ป่วย 31 คน โดยทำการ วัด ก่อนได้รับแรงจากการจัดฟัน (ยางดึงฟัน) และทันทีที่ได้รับแรงจากการจัดฟัน และทำการวัด ต่อเนื่องอีก 6 ครั้งคือ วันที่ 1 วันที่ 3 วันที่ 7 วันที่ 14 วันที่ 21 และวันที่ 28 และกราฟ (รูปล่าง)

Gingival blood flow at tension site

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
BaseLineT	31	82.60	343.20	175.7742	60.59808
ImmediatelyT	31	58.70	322.10	170.6613	69.99933
day1T	31	88.50	413.30	226.4226	84.27975
day3T	31	31.70	321.80	171.8935	59.21589
day7T	31	94.40	335.80	193.3387	66.16438
day14T	31	99.70	319.50	184.2484	61.42931
day21T	31	80.70	298.00	175.6065	55.06726
day28T	31	96.10	284.90	175.5258	53.71745
Valid N (listwise)	31				



แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของกรไหลเวียนโลหิตของเหงือกที่บริเวณแรงดึง (tension site) ในผู้ป่วย 31 คน โดยทำการวัดก่อนได้รับแรงจากการจัดฟัน (ยางค้ำฟัน) และทันทีที่ได้รับแรงจากการจัดฟัน และทำการวัดต่อเนื่องอีก 6 ครั้งคือ วันที่ 1 วันที่ 3 วันที่ 7 วันที่ 14 วันที่ 21 และวันที่ 28

#### Oneway-ANOVA of tension side

value

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	75053.881	7	10721.983	2.580	.014
Within Groups	997526.575	240	4156.361		
Total	1072580.455	247			

#### Multiple Comparisons

value

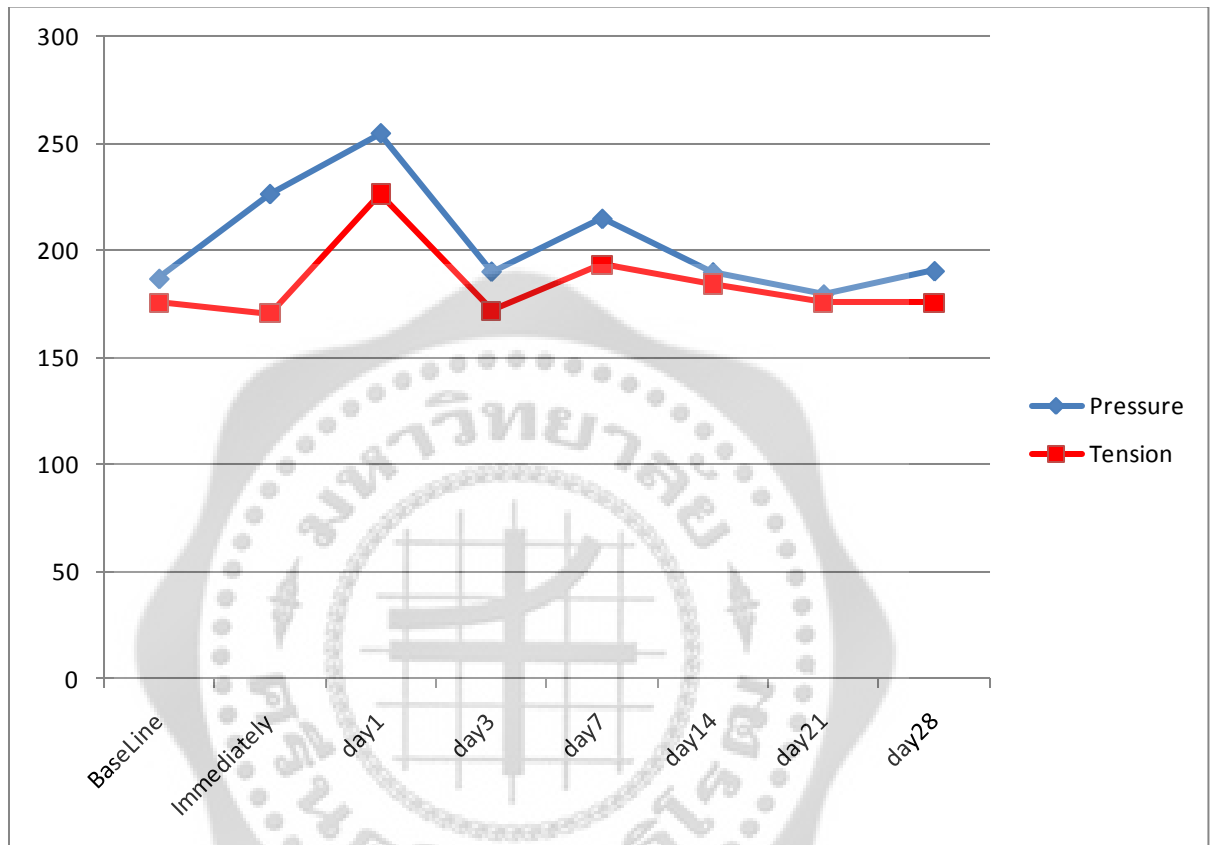
Dunnnett t (2-sided)<sup>a</sup>

(I) no	(J) no	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
2.00	1.00	-5.11290	16.37536	1.000	-48.2149	37.9891
3.00	1.00	50.64839*	16.37536	.013	7.5464	93.7504
4.00	1.00	-3.88065	16.37536	1.000	-46.9826	39.2213
5.00	1.00	17.56452	16.37536	.814	-25.5375	60.6665
6.00	1.00	8.47419	16.37536	.995	-34.6278	51.5762
7.00	1.00	-.16774	16.37536	1.000	-43.2697	42.9342
8.00	1.00	-.24839	16.37536	1.000	-43.3504	42.8536

a. Dunnnett t-tests treat one group as a control, and compare all other groups against it.

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

กราฟเปรียบเทียบ การไหลเวียน โลหิต ของเหงือกที่บริเวณแรงกด (pressure site) และ ที่บริเวณแรงดึง (tension site) (P.U.)

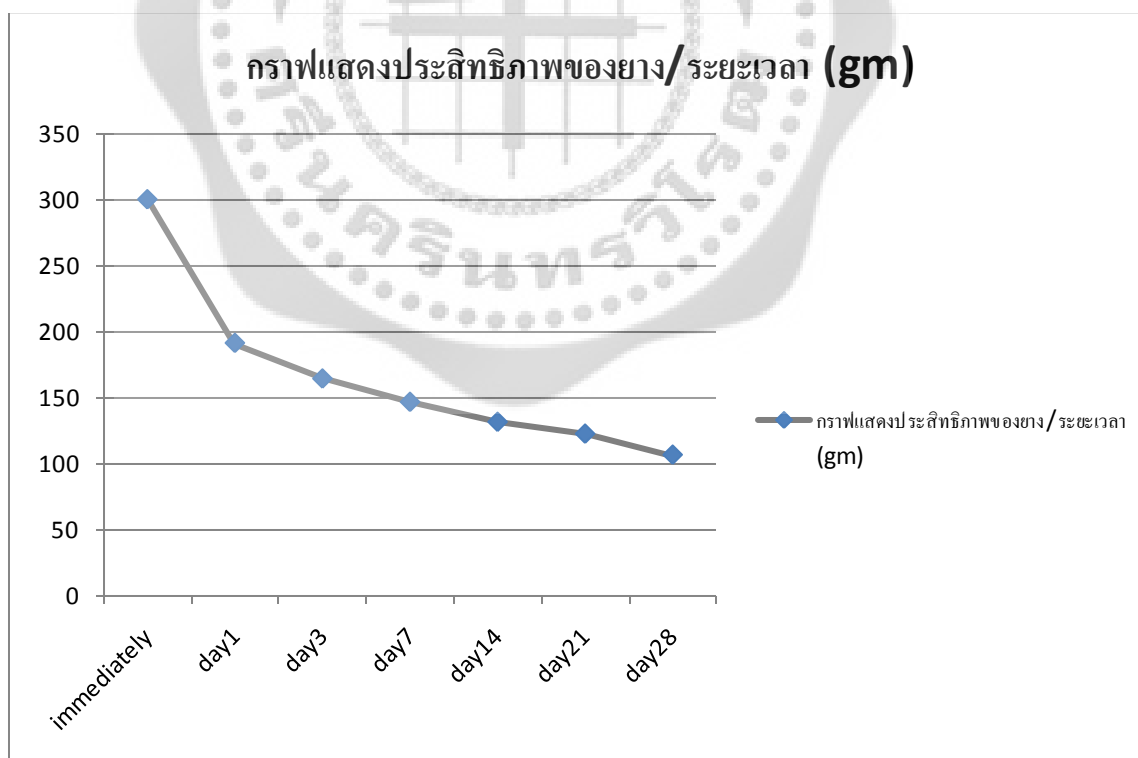




แสดงค่าประสิทธิภาพของแรงของยางจัดฟันที่อยู่ในช่องปาก ตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนวันสุดท้ายของการทดลอง จากการศึกษาพบว่า 24 ชั่วโมงแรกค่าแรงของยางลดลง 36.4% วันที่ 3 ค่าของแรงยางลดลง 45.4% จากวันแรก และลดลงในวันที่ 7, 14, 21 และ 28 เท่ากับ 51.34%, 56.41%, 59.4% และ 64.7% ตามลำดับ

Elastomeric force

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
immediately	31	300.00	300.00	300.0000	.00000
day1	31	125.00	275.00	190.8065	40.14758
day3	31	100.00	225.00	163.7097	33.44069
day7	31	100.00	200.00	145.9677	32.33727
day14	31	75.00	200.00	130.7742	27.14616
day21	31	75.00	175.00	121.7742	26.41175
day28	31	25.00	150.00	105.8065	28.49259
no	31	1.00	31.00	16.0000	9.09212
Valid N (listwise)	31				



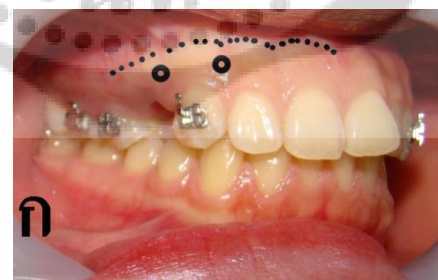
## ภาพประกอบ



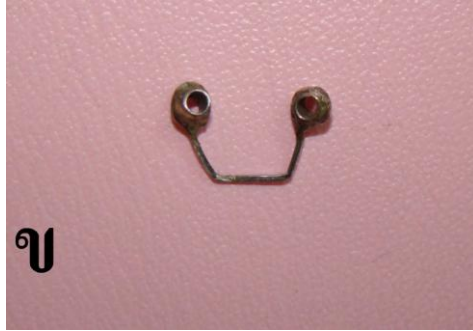
ภาพฟันก่อนติดเครื่องมือจัดฟัน ในผู้ป่วยที่ต้องจัดฟันโดยมีการถอนฟันกรามน้อยบนร่วม



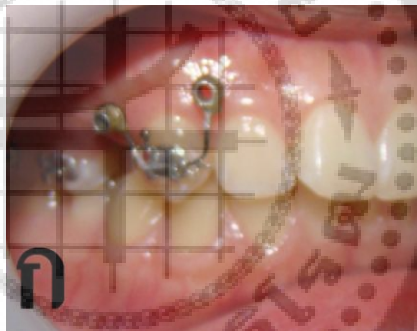
ภาพฟันที่ติดเครื่องมือจัดฟันที่ฟันเขี้ยวบน ฟันกรามน้อยบนซี่ที่ 2 และฟันกรามแท้บนซี่ที่ 1



ภาพแสดงตำแหน่งบริเวณเหงือกยึด (attached gingival) ซึ่งอยู่ได้รอยต่อเยื่อเมือก -เหงือก (mucogingival junction) (จุดประ) และตำแหน่งที่ทำการวัดการไหลเวียนของโลหิตบริเวณด้านแรงกดจะอยู่ด้านหลังและบริเวณด้านแรงดึงจะอยู่ด้านหน้าฟันเขี้ยวบน (วงกลมดำ)



ภาพแสดงอุปกรณ์กำหนดตำแหน่งเฉพาะซี่ (Individual Removable Guiding Appliance, IRGA) ซึ่งทำจากลวดจัดฟันชนิดเหล็กไร้สนิม ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว (0.016" x 0.022" orthodontic stainless steel wire) โดยตัดแต่งให้โค้งงอ ตรงปลายสุดทั้งสองข้างของลวดจะเชื่อมต่อกับท่อโลหะไร้สนิมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่ากับ 1.75 มิลลิเมตร (metal tubes, int. diameter 1.75 mm)



ภาพแสดงการติดอุปกรณ์ กำหนดตำแหน่งเฉพาะซี่ โดยใส่ในร่องของ แบร็กเกตของฟันเขี้ยวบนที่จะวัด และทำการมัดด้วยลวดยึด เพื่อให้อุปกรณ์ยึดแน่นกับ แบร็กเกต



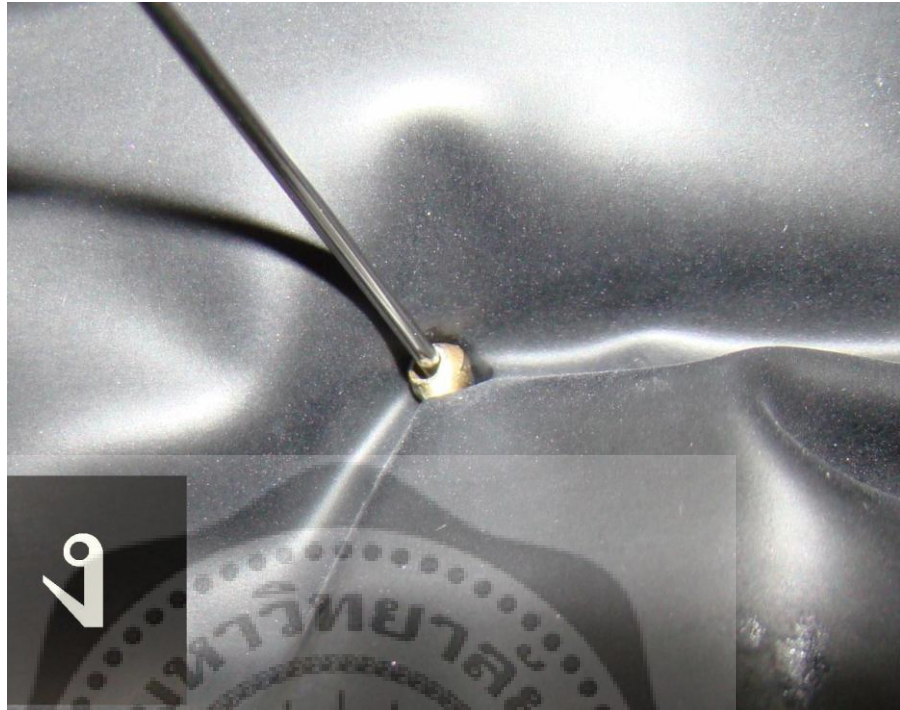
ภาพแสดงการดึงยางจากฟิสิกส์ที่ 1 มายังฟันเขี้ยวบนด้านเดียว โดยใช้เครื่องมือวัดขนาดของแรงจากยาง ให้ได้ขนาดประมาณ 300 กรัม



ภาพแสดงการดัดขางสสสสสสสสสส



ภาพแสดงแผ่นขางกันน้ำลายสีดำเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากบริเวณอื่นที่จะมารบกวนการวัด และทำการเจาะรูเพื่อให้ตรงกับท่อของอุปกรณ์ช่วยยึด



ภาพแสดงการวัดการไหลเวียนกระแสโลหิตของเหงือกโดยมีแผ่นยางปกคลุมบริเวณที่ไม่ได้ทำการวัดและ  
โพลบใส่ในท่อของอุปกรณ์ช่วยยึด

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาโทพลพิทยา วิชาติ Asst.Prof. CDR. Pholpittaya Vocachart
คุณวุฒิ	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (สาขาทันตแพทย์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกาศนียบัตรผู้เชี่ยวชาญสาขาทันตกรรมจัดฟัน ประเทศสาธารณรัฐ เยอรมัน (Fach Zahnarzt für Kieferorthopädie, Ludwig Maximilians Universität, Munich, Germany) อนุมัติบัตรทันตแพทยสภา สาขาทันตกรรมจัดฟัน
ตำแหน่งวิชาการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ความชำนาญงาน	ด้านทันตกรรมจัดฟัน
ประสบการณ์งานวิจัย	1. การศึกษาค่ามุมการเคลื่อนที่ของขากรรไกรในกลุ่มประชากรวัยรุ่นไทย 2. การศึกษาเปรียบเทียบค่ามุมการเคลื่อนที่ของขากรรไกรที่ได้จากเครื่อง คอนไดโลคอมพ์กับค่าที่ได้จากการปรับตั้งในกลอุกรณ์ขากรรไกร จำลองโดยวิธีการกัดซี่ฟัน 3. การศึกษาความชุกของโรคทางระบบข้อต่อขากรรไกรในกลุ่มนิสิต ทันตแพทย์โดยการเปรียบเทียบก่อนและหลังได้รับความเครียดจากการ เรียนและการสอน 4. Pulpal Blood Flow Changes in Human Permanent Maxillary Canines During the Orthodontic Retraction Period.

ชื่อ-นามสกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ. ดร. กมลภัทร จรรยาประเสริฐ  
Asst.Prof. Dr. Kamolapatr Janyaprasert

คุณวุฒิ ทันตแพทยศาสตร์บัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิทยาศาสตร์การแพทย์คลินิกสาขาทันตกรรมจัด  
ฟัน

ตำแหน่งวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ความชำนาญงาน ด้านทันตกรรมจัดฟัน

ประสบการณ์งานวิจัย Effect of Pulped-electromagnetic Field on Rapid Expansion of  
Midpalatal Suture  
Comparison of Shear Bond Strength Between a New Self-etching  
Primer and Conventional Etching Primer Technique.