

การไหลเวียนกระแสโลหิตในเหงือกที่อยู่รอบฟันเขี้ยวบนแท้ของ มนุษย์ในระหว่างที่ถูกแรงดึงทางทันตกรรมจัดฟัน

พลพิทยา วรชาติ* กมลภัทร จรรยาประเสริฐ**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาที่เกิดขึ้นต่อการไหลเวียนโลหิตบริเวณเหงือก (Gingival blood flow, GBF) ของฟันเขี้ยวบนมนุษย์ เมื่อรับแรงทางทันตกรรมจัดฟัน

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ : โดยทำการศึกษาในฟันเขี้ยวบนจำนวน 31 ซี่จากผู้ป่วย 17 ราย ชาย 3 คนและหญิง 14 คน ช่วงอายุ 17 - 20 ปี ซึ่งมารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ และต้องมีการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งร่วมในการจัดฟันด้วย การวัดจะทำที่บริเวณเหงือกยึดด้านไกลกลางซึ่งเป็นด้านที่รับแรงกด (P) และด้านใกล้กลางซึ่งเป็นด้านที่รับแรงดึง (T) ของฟันเขี้ยวที่จะวัดโดยเครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ (Laser Doppler Flowmetry) ในขณะที่ทำการวัดจะปกคลุมบริเวณโดยรอบหัววัดด้วยแผ่นยางสีด้าเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวน การบันทึกค่ากระแสโลหิตจะทำตั้งแต่ก่อนรับแรงจากยางดึงฟัน และทันทีที่ใส่ยางดึงฟันโดยมีแรงเท่ากับ 300 กรัม ดึงจากฟันกรามมายังฟันเขี้ยวด้านเดียวกัน จากนั้นทำการบันทึกผลต่อเนื่องในวันที่ 1 วันที่ 3 วันที่ 7 วันที่ 14 วันที่ 21 และวันที่ 28 โดยใช้ยางเส้นเดิมตั้งแต่วันแรกจนเสร็จการทดลอง

ผลการศึกษา : ค่า GBF ด้านแรงกด ($P_0 = 226.380 \pm 116.546$, $P_1 = 254.612 \pm 90.695$, $P_3 = 190.306 \pm 58.408$, $P_7 = 214.851 \pm 87.377$, $P_{14} = 189.9645 \pm 63.379$, $P_{21} = 179.687 \pm 75.886$, $P_{28} = 190.512 \pm 60.229$ P.U.) และด้านแรงดึง ($T_0 = 170.661 \pm 69.999$, $T_1 = 226.422 \pm 84.279$, $T_3 = 171.8935 \pm 59.215$, $T_7 = 193.338 \pm 66.164$, $T_{14} = 184.248 \pm 61.429$, $T_{21} = 175.606 \pm 55.067$, $T_{28} = 175.525 \pm 53.717$ P.U.) ซึ่งพบว่ามีความเพิ่มขึ้นในวันแรก และลดลงใกล้เคียงค่าอ้างอิงในวันถัดไปอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$, One way RM ANOVA and Dunnett's method) แรงของยางที่ใช้ในการดึงฟันจะลดลงจากวันแรกไปจนถึงวันสุดท้าย (เริ่มต้น = 300 กรัม วันที่ 1 = 190.8065 ± 40.1475 กรัม วันที่ 3 = 163.709 ± 33.440 กรัม วันที่ 7 = 145.9677 ± 32.3372 กรัม วันที่ 14 = 130.7742 ± 27.1461 กรัม วันที่ 21 = 121.7742 ± 26.4117 กรัม และวันที่ 28 = 105.8065 ± 28.4925 กรัม $P < 0.05$)

สรุป : GBF มีความเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันแรกๆแต่สามารถกลับมาใกล้เคียงปกติภายใน 28 วัน และ GBF ทางด้านแรงกดจะมีค่ามากกว่าทางด้านแรงดึงตลอดระยะเวลาทดลอง แสดงให้เห็นว่าการอักเสบที่บริเวณเหงือกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในวันแรกๆ ของการดึงฟันและการอักเสบทางด้านแรงกดจะมากกว่าด้านแรงดึง

คำสำคัญ: ฟันเขี้ยว การไหลเวียนโลหิตบริเวณเหงือก ด้านที่รับแรงกด ด้านที่รับแรงดึง เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ แผ่นยางกันน้ำลายสีด้า

*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นาวาโท สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110

Gingival Blood-flow of Human Permanent Maxillary Canines during the Orthodontic Retraction Period

Pholpittaya Vorachart* Kamolapatr Janyaprasert**

Abstract

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 distal site and mesial site of the 31 retracted canines in 17 orthodontic patients (3 males and 14 females), 17 - 20 years of age who were patients in orthodontic department of Srinakharinwirot University. These cases had an indication to extraction of upper first premolars. The blood flow rates were determined in the attached gingiva on both sites, distal site was pressure site (P) and mesial site was tension site (T). Except the measuring point, all area must be covered with black rubber dam sheet during the measurement in order to protect annoying signal. 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. A peak of GBF was observed on day 1 and returned nearly to the baseline by day 28. ($P_0 = 226.380 \pm 116.546$, $P_1 = 254.612 \pm 90.695$, $P_3 = 190.306 \pm 58.408$, $P_7 = 214.851 \pm 87.377$, $P_{14} = 189.9645 \pm 63.379$, $P_{21} = 179.687 \pm 75.886$, $P_{28} = 190.512 \pm 60.229$ P.U and $T_0 = 170.661 \pm 69.999$, $T_1 = 226.422 \pm 84.279$, $T_3 = 171.8935 \pm 59.215$, $T_7 = 193.338 \pm 66.164$, $T_{14} = 184.248 \pm 61.429$, $T_{21} = 175.606 \pm 55.067$, $T_{28} = 175.525 \pm 53.717$ P.U., $P < 0.05$, One way RM ANOVA and Dunnett's method). During one month, the elastomeric force reduced by 2/3 of the beginning (baseline = 300 gm, day 1 = 190.806 \pm 40.147 gm, day 3 = 163.709 \pm 33.440 gm, day 7 = 145.967 \pm 32.337 gm, day 14 = 130.774 \pm 27.146 gm, day 21 = 121.774 \pm 26.411 gm and day 28 = 105.806 \pm 28.492 gm, $P < 0.05$).

Conclusions: The results of this study presented that the GBF on both sides increased in early days and they returned close to the baseline in the day 28. During one month of the orthodontic treatment, the GBF on pressure side was higher than on the tension side that showed the degree of gingival inflammation on the pressure side was more than on the tension side.

Key words: Canine, Gingival blood flow (GBF), Pressure site, Tension site, Laser Doppler Flowmetry, Black rubber dam.

*Assistant Professor CDR, Orthodontic Section, Department of Pediatric and Preventive Dentistry Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110

**Assistant Professor, Orthodontic Section, Department of Pediatric and Preventive Dentistry Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110

บทนำ

ระบบหมุนเวียนโลหิตจะนำสารอาหาร ออกซิเจน ไปเลี้ยงเซลล์ที่อยู่ในส่วนต่างๆ ของร่างกาย และ นำของเสียออกจากเซลล์ เพื่อไปสู่ระบบขับถ่ายหรือ ระบายออกไป การไหลเวียนของเลือดที่บริเวณเหงือก จะมีเส้นเลือด (vessels) จากเหงือกไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ ปริทันต์ที่อยู่บริเวณผนังกันระหว่างฟัน (interdental septum) [1] อวัยวะปริทันต์ที่อยู่รอบๆ ฟันประกอบด้วย เหงือก เอ็นยึดปริทันต์ เคลือบรากฟัน และกระดูกเบ้าฟัน อวัยวะปริทันต์จะทำหน้าที่รองรับแรงจากการบดเคี้ยว และช่วยป้องกันอันตรายอื่นๆ เช่นการติดเชื้อ และจาก สารเคมี [2, 3] เป็นต้น เส้นเลือดเป็นตัวควบคุมที่สำคัญ ของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในเนื้อเยื่อในขณะที่ฟัน เคลื่อนที่จากแรงจัดฟัน [4, 5] แรงที่เกิดจากการจัดฟัน จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของฟันในกระดูกเบ้าฟันซึ่ง จะมีผลทำให้เกิดแรงกด (pressure, P) และแรงดึง (tension, T) ของเนื้อเยื่อปริทันต์ที่อยู่รอบๆ ฟันนั้น [6, 7] โดยแรงกด จะเกิดยังด้านที่ฟันมีการเคลื่อนที่ไป (pressure area) และแรงดึงจะเกิดยังด้านตรงข้ามกับ ทิศทางการเคลื่อนที่ของฟัน (tension area) ดังนั้น การไหลเวียนโลหิตในเนื้อเยื่อรอบฟันที่ได้รับแรงหรือ มีการเคลื่อน จะเกิดมีการตีบของหลอดเลือดหรือเกิด การกดของเส้นเลือดบริเวณด้านที่มีการกดและมีการ ขยายหลอดเลือดหรือมีการไหลเวียนของโลหิตเพิ่มขึ้น บริเวณด้านที่มีการดึง [4, 8] การเปลี่ยนแปลงการ ไหลเวียนของโลหิตทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการ ซึมผ่านของผนังเส้นเลือด [9] ผลทำให้เกิดขบวนการ สร้างใหม่ของกระดูกและเนื้อเยื่อยึดต่อ มีการศึกษา การไหลเวียนโลหิตในเอ็นยึดปริทันต์ของแมวโดยการ ใช้เครื่องวัดปริมาณโลหิต (electrical impedance plethymography) พบว่าการไหลเวียนโลหิตลดลง เนื่องจากฟันมีการเคลื่อนที่และมีความสัมพันธ์กับ ความกว้างของช่องปริทันต์ [10] การไหลเวียนของ โลหิตที่ลดลงเกี่ยวเนื่องกับระดับของแรงที่ใช้ถึงแม้ การตอบสนองต่อขนาดของแรงในแต่ละบุคคลจะ แตกต่างกัน [11] ได้มีข้อเสนอแนะว่าความเค้นแรงดึงหรือ

ความเค้นแรงยึดที่มีต่อเส้นใยเนื้อเยื่อยึดต่อจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนโลหิตใน เหงือก (gingival blood flow, GBF) มากกว่าระดับ แรงที่ใช้ [11] และสามารถพิจารณาปัจจัยที่มีอิทธิพล ต่อปฏิกิริยาของเส้นเลือดได้ ระดับความเค้นแรงดึง หรือความเค้นแรงยึดในเหงือกอาจจะแปรผันตามทิศ ของแรงและการเคลื่อนของฟัน

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาผลของการไหลเวียน กระแสโลหิตในเหงือกที่อยู่รอบฟันซึ่งขยับมาเรื่อยๆเมื่อรับ แรงดึงแบบต่อเนื่อง (continuous retraction force) ในผู้ป่วยที่จัดฟันด้วยเครื่องมือจัดฟันชนิดติดแน่นโดยมี การถอนฟันร่วมด้วยและทำการวัดการไหลเวียนกระแส โลหิตด้วยเครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วย เลเซอร์

โครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในการทำวิจัยคณะทันต แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เลขที่ 1/49

วัตถุประสงค์และวิธีการ

ทำการศึกษาจากผู้ป่วยที่รับการรักษาทาง ทันตกรรมจัดฟันที่คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 17 รายเป็นเพศชาย 3 ราย และเพศหญิง 14 รายโดยมีอายุระหว่าง 17-20 ปี ผู้ป่วยที่ทำการศึกษามีความผิดปกติของการสบฟันแบบ แองเกิลประเภทที่หนึ่ง โดยจะมีการซ้อนเกของฟันร่วม ด้วยหรือมีฟันหน้าที่ยื่นมากกว่าปกติ ซึ่งผู้ป่วยกลุ่มนี้ มีความจำเป็นในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันอยู่แล้ว ผู้ป่วยมีสุขภาพช่องปาก สภาพฟันโดยทั่วไปแข็งแรง ไม่พบฟันผุหรือมีการบูรณะ ไม่มีฟันสึกหรือมีการเปลี่ยนสี ของฟัน และเหงือกมีสภาพแข็งแรง มีความลึกของ ร่องปริทันต์ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร และไม่พบการโยก ของฟัน สำหรับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันมีการ วางแผนการรักษาโดยการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งบน และล่างร่วมด้วยและทำการเคลื่อนฟันเขี้ยวแท้ทั้งบน และล่างมาชิดฟันหลังเพื่อแก้ไขความผิดปกติ ก่อนทำการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันได้อธิบายวิธีการ

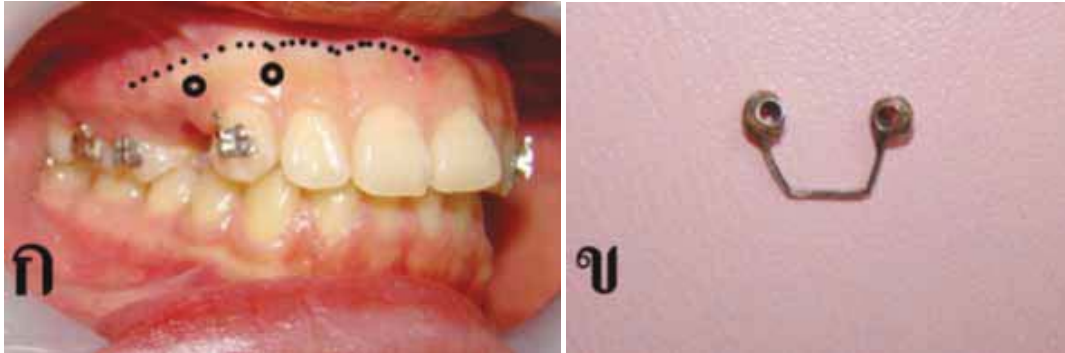
รักษาและจุดประสงค์ของการศึกษาวิจัย ขั้นตอนและ ขบวนการวิจัยให้ผู้ป่วยทราบโดยละเอียด ผู้ป่วยยินยอม รับการรักษาและเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยนี้

การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเริ่มต้นภายหลัง จากผู้ป่วยถอนฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่งแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ โดยยึดติดท่อจัดฟันด้านแก้ม (buccal tube) ที่ฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่งและยึดติดแบร็กเกตที่ฟันเขี้ยวแท้ และฟันกรามน้อยซี่ที่สองในขากรรไกรบนทั้งสองข้าง (รูปที่ 1) การศึกษาจะทำการบันทึกผลอัตราการเคลื่อนที่ ของโลหิตที่บริเวณเหงือกโดยจะทำการวัดที่ตำแหน่ง บริเวณเหงือกยึด (attached gingiva) ซึ่งอยู่ได้รอยต่อ เยื่อเมือก-เหงือก (mucogingival junction) ที่ด้านใกล้ กลางและด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวแท้ทั้งสองข้าง (รูปที่ 2 ก) เหงือกด้านใกล้กลางของฟันเขี้ยวแท้จะเกิด แรงดึงเรียกบริเวณนี้ว่า “บริเวณแรงดึง (tension site = T)” ส่วนด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวแท้จะเกิดแรงกด เรียกว่า “บริเวณแรงกด (pressure site = P)” การวัดโดยการ ใช้เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ ชนิด MBF3D/42 (Moor type MBF3D/42 blood flow monitor, Moor Instruments Ltd, Axminster, Devon, England) และไฟร่งนำแสง (optical probe) (รูปที่ 3)

ทำการวัดที่ตำแหน่งบริเวณแรงดึงและบริเวณแรงกด ของฟันเขี้ยวแท้บนที่ทำการศึกษา ไฟร่งนำแสงจะยึด กับท่อที่อยู่ตรงส่วนปลายของอุปกรณ์กำหนดตำแหน่ง เฉพาะซี่ (Individual Removable Guiding Appliance, IRGA) ซึ่งทำจากลวดจัดฟันชนิดเหล็กไร้สนิม ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว (0.016” x 0.022” orthodontic stainless steel wire) โดยตัดแต่งให้โค้งงอ ตรงปลาย สุดทั้งสองข้างของลวดจะเชื่อมต่อกับท่อโลหะไร้สนิม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเท่ากับ 1.75 มิลลิเมตร (metal tubes, int. diameter 1.75 mm) (รูปที่ 2 ข) การกำหนดตำแหน่งท่อจะให้ที่อยู่ตรงบริเวณที่ทำการวัด คือที่บริเวณเหงือกยึด ซึ่งอยู่ได้รอยต่อเยื่อเมือก-เหงือก ทั้งทางด้านบริเวณแรงดึงและบริเวณแรงกดของฟัน เขี้ยวแท้บนที่ทำการวัด ซึ่งในฟันเขี้ยวแท้จะต้องทำ IRGA เฉพาะแต่ละซี่และแต่ละบุคคลเพื่อให้ได้ตำแหน่ง ที่วัดเป็นตำแหน่งเดิมเมื่อเทียบกับแบร็กเกตของฟันซี่ นั้นๆ และเมื่อทำการวัดจะยึด IRGA กับแบร็กเกตด้วย ลวดมัดฟัน (ligature wire) เพื่อให้มันคง ก่อนทำการ วัดจะปกปิดเหงือกส่วนที่อยู่รอบๆ โพรงด้วยแผ่นยาง กันน้ำลายชนิดสีดำโดยการเจาะรูขนาดเท่ากับโพรง เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากบริเวณรอบๆ โพรง (รูปที่ 4)



รูปที่ 1 ก) แสดงภาพฟันผู้ป่วยภายหลังถอนฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 เพื่อการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน
ข) แสดงการติดท่อจัดฟันด้านแก้ม (buccal tube) ที่ฟันกรามซี่ที่ 1 และ แบร็กเกต (bracket) ฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 และฟันเขี้ยว



รูปที่ 2 ก) จุดประสงค์ตำแหน่งรอยต่อของเหงือกยึด (*attached gingival*) กับเยื่อเมือก-เหงือก (*mucogingival junction*) บริเวณวงกลมสีดำคือตำแหน่งที่ทำการวัดการไหลเวียนของกระแสโลหิตของเหงือกยึดด้านใกล้กลางและด้านไกลกลางของฟันเขี้ยวแท้บนทั้งสองข้าง
ข) แสดงอุปกรณ์กำหนดตำแหน่งเฉพาะซี่ (*Individual Removable Guiding Appliance, IRGA*)



รูปที่ 3 เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยเลเซอร์ (*Moor type MBF3D/42 blood flow monitor, Moor Instruments Ltd, Axminster, Devon, England*)



รูปที่ 4 ก) นำ IRGA มายึดติดกับแบร็กเกตของฟันเขี้ยวด้วยลวดมัดฟัน ข) แสดงการคล้องยางจากแบร็กเกตของฟันกรามแท้นซี่ที่ 1 และทำการวัดโดยเครื่องวัดแรง ค) แสดงการคล้องยางที่มีแรงประมาณ 300 กรัม จากแบร็กเกตของฟันกรามแท้นซี่ที่ 1 มายังแบร็กเกตของฟันเขี้ยว ง) แสดงการวัดกระแสโลหิตของฟันเขี้ยวโดยมีแผ่นยางกั้นน้ำลายชนิดลึดำปกคลุมบริเวณรอบๆ โพรบ

และเมื่อทำการวัดเสร็จจะถอด IRGA ออกเก็บเพื่อไม่ให้ผู้ป่วยรำคาญหรือรู้สึกไม่สบาย และจะทำการติดตั้งใหม่ในครั้งถัดไป

การเก็บผลการศึกษาทุกครั้งจะทำการวัดค่า GBF ที่บริเวณแรงดึง และ บริเวณแรงกด โดยครั้งแรกทำการวัดก่อนใส่แรงที่ฟันเขี้ยวแท้นเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง (baseline value) หลังจากนั้นใช้ยางดึงฟันของบริษัททอมโก้ (Ormco® power chain) คล้องจากตะขอของท่อโลหะไร้สนิมที่ฟันกรามแท้นซี่ที่ 1 ไปยังตะขอของแบร็กเกตฟันเขี้ยวแท้นด้านเดียวกันโดยทำการวัดขนาดของแรงจากยางดึงประมาณ 300 กรัม จากนั้นทำการวัดค่า GBF ทันทีที่ใส่ยาง ยางเส้นนี้จะ

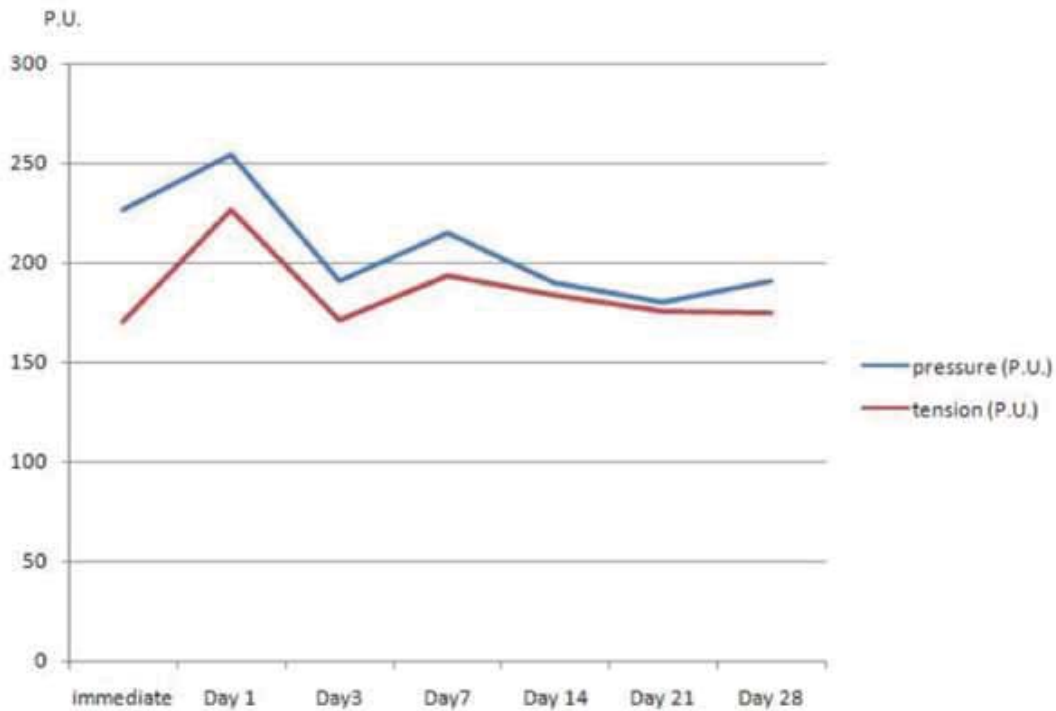
ใส่ตลอดการทดลองเป็นเวลาประมาณ 1 เดือนเพื่อใช้ในการดึงฟันกรามแท้นซี่ที่ 1 และฟันเขี้ยวด้านนี้และสำหรับผู้ป่วยรายเดียวกันนี้ การวัดค่าของแรงจากยางดึงฟันที่ใส่ไปกับค่า GBF ของฟันเขี้ยวแท้นจะทำการวัดในวันที่ 0, 1, 3, 7, 14, 21, และ 28 เพื่อเปรียบเทียบผลการไหลเวียนโลหิตในแต่ละช่วงเวลา

ภายหลังจากวัดเสร็จในแต่ละครั้งจะถอดเอา IRGA ออกจากฟันเขี้ยวที่วัดและเก็บไว้เพื่อใช้วัดฟันซี่เดิมของผู้ป่วยคนเดิมในครั้งต่อไปจนจบการทดลอง ส่วนยางที่ใช้ดึงฟันนั้นจะใส่กลับเข้าไปที่เดิมคือที่ตะขอฟันกรามแท้นซี่ที่ 1 มายังฟันเขี้ยว เพื่อให้แรงจากยางดึงเหมือนสภาพการจัดฟันในผู้ป่วยปกติ

ผลการทดลอง

จากการศึกษาระยะเวลาประมาณ 28 วัน ค่า GBF ที่วัดได้ ค่าเริ่มต้นของ GBF (the baseline) พันเขียวบนที่บริเวณแรงกด (P_0) = 186.945 ± 53.586 P.U. และที่บริเวณแรงดึง (T_0) = 175.774 ± 60.598 P.U. หลังจากใส่แรงขนาดประมาณ 300 กรัมจาก ฟันกรามแท่นไปยังฟันเขียวแท่นข้างเดียวกันและ ทำการวัดค่าของ GBF ที่ตำแหน่งของเหงือกที่เดียวกัน โดยด้าน $P_0 = 226.380 \pm 116.546$ P.U. และ $T_0 = 170.661 \pm 69.999$ P.U. วันที่ 1 ค่า GBF ที่ $P_1 =$

254.612 ± 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 $T_{21} = 175.606 \pm 55.067$ 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 แสดงค่าเริ่มต้นของ GBF บริเวณฟันเขียวโดยแกนนอนแสดงวันที่ทำการวัดและแกนตั้งแสดงค่า GBF ที่วัดโดยมีหน่วยเป็น P.U. กราฟเส้นสีฟ้าคือด้านรับแรงกด และ กราฟเส้นสีแดงคือด้านรับแรงดึง ที่เกิดจากยางดึงฟันในช่วงเวลาต่างๆกัน

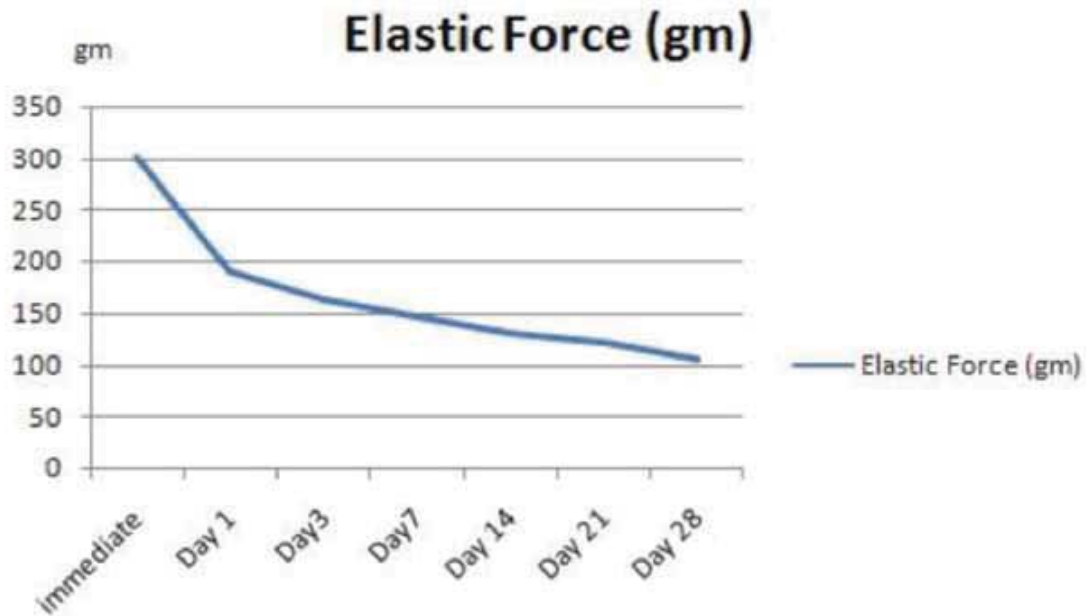
จากค่าเฉลี่ยและกราฟที่ 1 จะพบว่าค่า GBF ของเหงือกบริเวณแรงดึง (T) และบริเวณแรงกด (P) ก่อนรับแรงจากยางดิ่งฟันจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำยางดิ่งฟันขนาดของแรงดึงประมาณ 300 กรัมมาดิ่งฟันซี่ยาวจะพบว่า GBF ด้านรับแรงกด (P0) จะเพิ่มขึ้นทันที ในขณะที่ด้านแรงดึง (T0) ค่า GBF ดูเหมือนจะลดลงเล็กน้อย แต่ค่าทั้งสองด้านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับค่าเริ่มต้น

เมื่อทำการวัด 1 วันถัดมา จะพบว่า GBF ทั้งค่า P_1 และ T_1 มีค่าเพิ่มขึ้น จาก P_0 และ T_0 ทั้งสองค่า โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$, 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 ใน

วันที่ 21 พบว่าค่า GBF ของทั้ง P_{21} ลดลงน้อยกว่าค่า P_0 เล็กน้อยและ 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 T_0 อย่างไรก็ตามค่า GBF ที่บริเวณแรงกดและบริเวณแรงดึงที่วัดได้ตั้งแต่วันที่ 3 จนถึงวันที่ 28 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$, One way RM ANOVA and Dunnett's method)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนโลหิตของเหงือกบริเวณฟันซี่ยาวที่รับแรงดึงของยางดิ่งพบว่า แรงดึงของยางดิ่งนั้นลดลง ดังแสดงในกราฟที่ 2 แสดงให้เห็นว่าแรงของยางดิ่งลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนไปหลังจากที่ใส่ยางดิ่งขนาดประมาณ 300 กรัม และทำการวัดในวันที่ 1 = 190.806 ± 40.147 กรัม วันที่ 3 = 163.709 ± 33.44 กรัม วันที่ 7 = 145.967 ± 32.337 กรัม วันที่ 14 = 130.774 ± 27.146 กรัม วันที่ 21 = 121.774 ± 26.411 กรัมและวันที่ 28 = 105.806 ± 28.492 กรัม



กราฟที่ 2 แสดงประสิทธิภาพของแรงที่เกิดจากยางจัดฟันเมื่ออยู่ในช่องปากโดยแกนนอนแสดงวันที่ทำการวัด และแกนตั้งแสดงประสิทธิภาพของยางที่ใช้ดึงโดยมีหน่วยเป็นกรัม

บทวิจารณ์และสรุป

จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อฟันได้รับแรงดึงจากยางจัดฟันจะทำให้เกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อยึดต่อ (connective tissue) ของเหงือก มีการฉีกขาดของเส้นใยคอลลาเจน (collagen fibers) [12] เกิดขบวนการของการบาดเจ็บทางร่างกาย (physical trauma) ซึ่งปฏิกิริยาหรือกลไกตอบสนองของร่างกายต่อการเกิดการบาดเจ็บของร่างกายคือการอักเสบ (inflammation) ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของระบบหมุนเวียนโลหิต (vascular reaction) โดยขบวนการนี้จะค่อยเกิดขึ้นเป็นลำดับขั้นไป [9, 13]

จากการศึกษา เมื่อเริ่มทำการคล้องยางดึงฟันจากฟันกรามแท้บนซี่ที่ 1 มายังฟันเขี้ยวพบว่ากระแสโลหิตของเหงือกที่ฟันเขี้ยวที่ด้านแรงดันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่กระแสโลหิตของเหงือกด้านแรงดึงยังไม่มีเปลี่ยนแปลงหรืออาจจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยเมื่อเทียบกับค่าตั้งต้น และเมื่อทำการวัด 24 ชั่วโมงต่อมา พบว่าค่าทั้งสองเพิ่มสูงขึ้นและค่าที่วัดได้ทางด้านแรงดันมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากด้านแรงดึงเล็กน้อยถึงแม้ว่าค่าที่วัดได้เมื่อเริ่มต้นคล้องยางดึงฟันจะไม่แตกต่างจากค่าเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญก็ตาม แต่ค่าที่วัดได้ใน 24 ชั่วโมงต่อมาแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับค่าเริ่มต้น ปรัชการณณ์นี้สามารถอธิบายได้จากทฤษฎีของการอักเสบคือ ภายใต้งานเหงือกปกติจะมีเส้นเลือดแดงเล็ก (arteriole) และบ่วงหลอดเลือดฝอย (capillary loops) ในสภาวะปกติเม็ดเลือดแดงจะไหลอยู่ในแนวแกน (axial flow) ของท่อหลอดเลือด (lumen) และส่วนที่ด้านข้างของหลอดเลือดจะเป็นพลาสมา (plasmatic zone) แต่เมื่อเกิดการอักเสบจะเกิดปฏิกิริยาตอบสนองของร่างกาย เกิดการเปลี่ยนแปลงการไหลเวียนโลหิตระดับจุลภาค (microcirculation) พบว่าในระยะแรกเส้นเลือดแดงเล็กจะมีการหดตัวก่อนเป็นระยะเวลาสั้นๆ แล้วจึงขยายตัว และมีการเพิ่มของบ่วงหลอดเลือดฝอย รวมทั้งมีการขยายตัวของหลอดเลือด (vasodilation)

ทำให้มีการเพิ่มการไหลเวียนโลหิตมายังบริเวณที่อักเสบ เกิดภาวะเลือดคั่ง (active hyperemia)[9, 13, 14] จากการศึกษาของ Yamaguchi (1991) ได้อธิบายว่าความเค้นแรงดึงหรือความเค้นแรงยึดที่มีต่อเส้นใยเนื้อเยื่อยึดต่อจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนโลหิตในเหงือกมากกว่าระดับแรงที่ใช้ [11] การที่กระแสโลหิตของเหงือกด้านแรงดันมีค่ามากกว่าด้านแรงดึงอาจเป็นเพราะทางด้านแรงดันนี้ฟันมีการเคลื่อนที่ไปชิดกับกระดูกขาฟันทำให้ช่องว่างปริทันต์แคบลงและเกิดแรงอัดเค้นภายในมากกว่าช่องว่างปริทันต์ทางด้านแรงดึง ดังนั้นการอักเสบ ซึ่งน่าจะหมายถึงการเพิ่มขึ้นของกระแสโลหิตทางด้านแรงดันน่าจะเกิดขึ้นก่อน จากการศึกษาของ Keeling และคณะ (1993) พบว่าเมื่อฟันเคลื่อนที่จากแรงจัดฟันจะเกิดการละลายของกระดูกก่อนภายใน 3-5 วันแรกและหลังจากนั้นการสร้างของกระดูกจะเกิดตามมากภายใน 7-14 วัน [15]

กระแสโลหิตของเหงือกที่ทำการศึกษาวัดได้สูงสุดใน 24 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นค่าที่วัดได้ของเหงือกทั้งด้านแรงดันและด้านแรงดึงจะกลับลงมาใกล้เคียงกับค่าเริ่มต้น จากทฤษฎีการอักเสบอธิบายได้ว่าที่ผนังของเส้นเลือดแดงเล็กมีกล้ามเนื้อซึ่งสามารถหดตัวหรือขยายตัวเพื่อเพิ่มขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดได้ ในเส้นเลือดแดงปกติ เซลล์ของกล้ามเนื้อผนังหลอดเลือดแดง (endothelial cells) จะอยู่ชิดกัน เมื่อเกิดการขยายตัวของหลอดเลือดจะเกิดการหดตัวของเซลล์ของกล้ามเนื้อผนังหลอดเลือดแดง ทำให้เซลล์กล้ามเนื้อที่เคຍอยู่ชิดกันแยกออกจากกันทำให้มีช่องว่างเล็กๆ มีผลทำให้ช่องเหลวและพลาสมาโปรตีนหลุดออกจากเส้นเลือดแดงเล็กได้ เรียกขั้นตอนนี้ว่า vascular permeability ทำให้ความเข้มข้นภายในเส้นเลือดแดงเล็กมีมากขึ้น เกิดความหนืดของเลือด ทำให้การไหลของกระแสโลหิตลดลงทั้งภายในเส้นเลือดแดงเล็กและบ่วงหลอดเลือดฝอย

นอกจากนี้ อาจเป็นไปได้ที่การไหลเวียนโลหิตลดลงเนื่องจากฟันมีการเคลื่อนที่และมีความสัมพันธ์กับความกว้างของช่องปริทันต์ [10] การไหลเวียนของโลหิตที่ลดลงเกี่ยวเนื่องกับระดับของแรงที่ใช้ถึงแม้การตอบสนองต่อขนาดของแรงในแต่ละบุคคลจะแตกต่างกัน [11] และสามารถพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาของเส้นเลือดได้ ระดับความเค้นแรงดึงหรือความเค้นแรงยึดในเหงือกอาจจะแปรผันตามทิศของแรงและการเคลื่อนของฟัน ในการศึกษานี้ได้ทำการวัดค่าของแรงจากยางดึงฟันที่ใช้ในการทดลอง โดยยางที่ใช้เป็นยางชนิดไม่ใช้ลาเท็กซ์ (non-latex) ของบริษัทเดียวกัน และเริ่มต้นดึงด้วยแรงขนาดที่เท่ากัน คือ 300 กรัม การศึกษาตั้งแต่เริ่มต้นจะใช้ยางเส้นเดิมทำการดึงฟันโดยไม่เปลี่ยนแปลงเลย 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 Russell และคณะ (2001) ได้ศึกษาแรงของยางชนิดลาเท็กซ์และไม่ใช้ลาเท็กซ์พบว่า 24 ชั่วโมงผ่านไปแรงของยางที่ทดลองลดลง โดยชนิดลาเท็กซ์ลดลง 75% และไม่ใช้ลาเท็กซ์ลดลง 60% [16] นอกจากนี้ Tong Wang และคณะ (2007) ได้ศึกษาการจัดฟันที่ทำจากลาเท็กซ์โดยใช้ในสภาพธรรมชาติในน้ำลายเทียมและในห้องพบว่าหลังจาก 48 ชั่วโมงค่าแรงของยางเหลือ 61%, 71% และ 86% ตามลำดับ [17] แสดงให้เห็นว่าการใช้ยางในการดึงฟันนั้นประสิทธิภาพของยางจะลดลงตามเวลา ดังนั้นผลของแรงที่กระทำต่อฟันก็จะน้อยลงตามเวลาที่ผ่านไป ซึ่งการถูกทำลายของเนื้อเยื่อหรือการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อก็จะลดน้อยลงซึ่งทำให้ร่างกายมีโอกาสร่อมแซมส่วนที่สึกหรอได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2549 ตามสัญญาเลขที่ 171/2549

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นพคุณ วงษ์สุวรรณ และภาควิชาชีววิทยาช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และ ให้ความอนุเคราะห์เครื่องวิเคราะห์การไหลเวียนของโลหิตด้วยแสงเลเซอร์ ในการทำวิจัย ตลอดจนนางสาว พัชรณัฐ ศรีพอ พนักงานวิทยาศาสตร์ ภาควิชาโอบุสวิทยา คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ช่วยงานวิจัยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาจนเสร็จด้วยความวิริยะอดทน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ศิริวรรณ ส่งวัฒนา ภาควิชาศัลยศาสตร์และเวชศาสตร์ช่องปาก คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้คำแนะนำและช่วยวิเคราะห์ค่าสถิติ และที่ขาดไม่ได้คือ ผู้ป่วยของภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกันที่ยินดีเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

1. Weekes WT, Sims MR. The vasculature of the rat molar periodontal ligament. J Periodont Res 1986; 21: 186-194.
2. Cho MI, Garant PR. Development and general structure of the periodontium. Periodontol 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, Williams S., Activation of the vascular system: a main mediator of periodontal fiber remodeling in orthodontic tooth movement. Am J Orthod 1986; 89: 453-68.
5. Gaegler P, Merte K. Effects of force application of periodontal blood circulation. A vital microscopic study in rats. J Periodont Res 1983; 18: 86-92.

6. Reitan K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. *Am J Orthod* 1959; 29: 105-13.

7. Azuma M. Study on histologic changes of periodontal membrane incident to experiment tooth movement. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 1970; 17: 149-178.

8. Kuftinee MM. Vascular changes due to the application of force to the molar teeth in hamsters. *J Dent Res* 1968; 47: 916-8.

9. Trowbridge HO, Emling RC. Inflammation: a review of the process. 5th ed., Illinois: Quintessence Publishing Co, Inc.; 1997. p. 3-16.

10. Kono K. A study of blood circulation in the periodontal membrane by electric impedance plethysmography. *J Stomatol Soc* 1969; 36: 20-42.

11. Yamaguchi K, Nanda R S, Effect of orthodontic forces on blood flow in human gingiva. *Angle Orthod* 1991; 61: 192-204.

12. Danciu TE, Gagari E, Adam RM, Damoulis PD, Freeman MR. Mechanical strain delivers anti-apoptotic and proliferative signals to gingival fibroblast. *J Dent Res* 2004; 83: 596-601.

13. Vinay K, Ramei S, Cotran MD, Stanley L, Robbins MD. *Basic Pathology*. 5th ed. Philadelphia: W.B.Saunders Company; 1992.

14. Kindlova M. The blood supply of the marginal periodontium in *Macacus Rhesus*. *Arch Oral Biol* 1965; 10: 869-874.

15. Keeling SD, King GJ, 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): 320-326.

16. Russell KA, Milne AD, Khanna RA, Lee JM. In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex orthodontic elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001; 120(1): 36-44.

17. Tong Wang GZ, Xianfeng T, Yaojun D. Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo. *Angle Orthod* 2007; 77(4): 688-693.

ติดต่อบทความ:

นาวาโท พลพิทยา วรชาติ

ภาควิชาทันตกรรมสำหรับเด็กและทันตกรรมป้องกัน
คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10110
โทรศัพท์ 02-649-5000 ต่อ 15086

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ pholpitt@g.swu.ac.th

Corresponding author:

Assist.Prof. CDR Pholpittaya Vorachart RTN,
Department of Pediatric and Preventive Dentistry
Faculty of Dentistry, Srinakharinwirot University
Tel: 02-649-5000 ext. 15086

E-mail: pholvorch@yahoo.com