หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของขนาดลวดซึ่งนิยมใช้ในการเคลื่อนฟันเขี้ยว 4 ขนาดคือ ลวดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ลวดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.018 นิ้ว ลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.016 นิ้วและลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.022 นิ้ว ที่มีต่อค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตในลวด พร้อมทั้งเปรียบเทียบอิทธิพลของวัสดุที่ใช้ทำลวด 2 ชนิดคือ เหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกและโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิลชนิดนิ่ม ที่มีต่อค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตในลวดด้วย การทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างระหว่างขนาดของลวดซึ่งนิยมใช้ในการเคลื่อนฟันเขี้ยว 4 ขนาดดังกล่าว ใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวที่ระดับนัยสำคัญ .05 ส่วนการทดสอบสมมุติฐานความแตกต่างระหว่างวัสดุที่ใช้ทำลวด 2ชนิดนั้น ใช้สถิติวิเคราะห์แบบที ที่ระดับนัยสำคัญ .05

สรุปผลของการวิจัย

1. ขนาดของลวดซึ่งนิยมใช้ในการเคลื่อนฟันเขี้ยว 4 ขนาดคือ ลวดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว 0.018 นิ้ว ลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.016 นิ้ว และ0.016x0.022 นิ้ว ไม่ได้ทำให้ค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตในลวดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. วัสดุที่ใช้ทำลวด 2 ชนิดคือ เหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกและโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิลชนิดนิ่ม ไม่ได้ทำให้ค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตในลวดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมุติฐานการวิจัยข้อแรกซึ่งกล่าวว่า มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแรงเสียดทาน

สถิตในลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติก 4 ขนาดซึ่งนิยมใช้ในการเคลื่อนฟันเขี้ยวคือ ลวดกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว 0.018 นิ้ว ลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.016นิ้ว และ 0.016x0.022 นิ้ว ในการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตในลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกทั้ง 4 ขนาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาใหม่ล่าสุดของ Tidy (19) Drescher, Bourauel และ Schumacher (21) แต่ได้ผลตรงกันข้ามกับการศึกษาของ Frank และ Nikolai (2) Echols (3) Riley, Garrett และ Moon (4) Tidy (5) Kapilla, Angolkar, Duncanson Jr. และ Nanda (20) Baker,Neilberg, Weimer and Hanna (25) ความแตกต่างระหว่างผลการศึกษาดังกล่าว น่าจะมาจากสาเหตุ 2 ประการ ได้แก่

1. การศึกษานี้ลวดและร่องแบรกเก็ตอยู่ในแนวเดียวกันอย่างแท้จริง ไม่มีการทำมุมออร์เดอร์ที่สองระหว่างลวดกับร่องแบรกเก็ต ซึ่งในกรณีนี้แรงจากยางมัดแบรกเก็ตจะมีอิทธิพลต่อความเสียดทานมากที่สุด (2) ความแข็งตึงของลวดไม่มีผลต่อความเสียดทานเลย (19) และในการศึกษานี้ทำการวัดแรงเสียดทานสถิตขณะที่ลวดเริ่มไถลผ่านแบรกเก็ตเท่านั้น แรงเสียดทานสถิตดังกล่าวเกิดจากแรงปฏิกิริยาตั้งฉากที่เกิดจากยางมัดแบรกเก็ตกดลวดเข้ากับฐานร่องแบรกเก็ตในแนวเดียวเท่านั้น ไม่มีแรงปฏิกิริยาตั้งฉากในแนวอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง แรงเสียดทานสถิตในลวดทั้ง 4 ขนาดจึงใกล้เคียงกันจนไม่สามารถหาความแตกต่างทางสถิติได้

2. ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกที่ใช้ในการศึกษานี้ มี 3 ขนาด ที่มีความกว้างในแนวด้านบดเคี้ยว-ด้านใกล้เหงือก (Occluso-gingival) เท่ากัน คือ ลวดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.016 นิ้วและลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.022 นิ้ว ลวดที่มีขนาดความกว้างในแนวด้านบดเคี้ยว-ด้านใกล้เหงือกเท่ากัน จะเกิดแรงเสียดทานเท่า ๆ กันเนื่องจากแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างในแนวด้านบดเคี้ยว-ด้านใกล้เหงือกของลวด (21) ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามกฎของความเสียดทาน ($F=\mu N$) เพราะแรงปฏิกิริยาตั้งฉากเป็นแรงในแนวด้านบดเคี้ยว-ด้านใกล้เหงือกเท่านั้น (ดูรายละเอียดในรูปที่ 9) ดังนั้นลวดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว ลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.016 นิ้วและลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.022 นิ้ว จึงเกิดแรงเสียดทานใกล้เคียงกัน สำหรับลวดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.018 นิ้ว ซึ่งมีความกว้างในแนวด้านบดเคี้ยว-ด้านใกล้เหงือกมากกว่าลวดอีก 3 ขนาด แต่ให้แรงเสียดทานเท่า ๆ กัน อาจเป็นเพราะว่าช่องว่าง (Clearance)

ระหว่างร่องแบรกเก็ตกับลวดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.018 นิ้วมีน้อยกว่าลวดอีก 3 ขนาด โอกาสเกิดการทำมุมระหว่างร่องแบรกเก็ตกับลวดจึงมีน้อยกว่า (25) แรงเสียดทานจึงใกล้เคียงกับลวดอีก 3 ขนาด นอกจากนี้ช่องว่างระหว่างร่องแบรกเก็ตกับลวดก็ไม่ใช่สิ่งสำคัญในการควบคุมแรงเสียดทานด้วย (19)

เมื่อนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ในทางคลินิก ก็ควรจะใช้ลวดเหลี่ยมในการเคลื่อนฟันเข้ียว เนื่องจากให้แรงเสียดทานเท่า ๆ กับลวดกลมแต่สามารถควบคุมตำแหน่งของรากฟันได้ดีกว่า (19,21) ลวดกลมให้แรงเสียดทานน้อยกว่าลวดเหลี่ยมในกรณีที่แบรกเก็ตเอียงอยู่นอกการแนวการเรียงตัวของฟันเท่านั้น (19) ในทางปฏิบัติจึงไม่จำเป็นต้องใช้ลวดกลมเพื่อลดความเสียดทาน แต่ควรใช้ลวดเหลี่ยมแล้วปล่อยให้ฟันมีการปรับตัวก่อนที่จะเริ่มดึงฟันให้เคลื่อนที่

จากสมมุติฐานการวิจัยข้อที่สองที่กล่าวว่า มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตในลวดที่ใช้ในทางทันตกรรมจัดฟัน 2 ชนิดซึ่งทำจากวัสดุต่างกัน คือลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกและลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิลชนิดนิ่มนั้น ในการศึกษานี้พบว่าค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตในลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิลชนิดนิ่มสูงกว่าค่าเฉลี่ยแรงเสียดทานสถิตในลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกเล็กน้อยแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kapilla, Angolkar, Duncanson Jr. และ Nanda (20) Drescher, Bourauel และ Schumacher (21) ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากลักษณะพื้นผิวลวดทั้งสองชนิดโดยตรง ความเสียดทานเป็นผลมาจากความขรุขระของพื้นผิวเป็นส่วนใหญ่ (27) ลวดที่ให้แรงเสียดทานมากแสดงว่ามีพื้นผิวที่ขรุขระมาก (2,6,7,20,21) เมื่อศึกษาลักษณะพื้นผิวของลวดทั้งสองชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จะพบว่าลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกและลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิล มีลักษณะผิวคล้าย ๆ กันจนแยกไม่ออก (21) แต่ถ้าใช้เลเซอร์ สเปกโทรสโกปีแล้ว จะพบว่าลวดเหล็กล้าไร้สนิมออสเตนนิติกมีผิวราบเรียบกว่าลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิลเล็กน้อย (7) แรงเสียดทานสถิตในลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกจึงน้อยกว่าลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิล แต่ก็ไม่สามารถหาความแตกต่างทางสถิติได้

นอกจากจะมีสาเหตุจากลักษณะผิวโดยตรงแล้ว อาจมีสาเหตุจากคุณสมบัติในการยืดหยุ่น (Elastic property) ของลวดด้วย ลวดที่มีขนาดเท่ากันและมีลักษณะพื้นผิวเหมือน ๆ กันแต่คุณสมบัติในการยืดหยุ่นต่างกัน จะให้แรงเสียดทานใกล้เคียงกัน (21)

การเคลื่อนฟันเขี้ยวในทางคลินิก ถ้าพิจารณานำผลจากการวิจัยนี้ไปประกอบก็สามารถเลือกใช้ได้ทั้งลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกและลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิลชนิดนิ่ม ขึ้นอยู่กับความต้องการของทันตแพทย์จัดฟัน ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกมีราคาไม่แพง สามารถดัดเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ง่าย ต้านทานการกัดกร่อนได้ดี สามารถบัดกรี (Solder) แต่บริเวณที่บัดกรีอาจมีการกัดกร่อนในช่องปาก (41,42) สำหรับลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิลมีคุณสมบัติเชิงกลบางประการที่เหนือกว่าลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกคือ สามารถดัดเป็นรูปร่างต่าง ๆ ได้ง่ายมาก ต้านทานการกัดกร่อนได้ดี สามารถบัดกรีและเชื่อมได้โดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูง ทนต่อความล้า(Fatique) และการบิดเบี้ยวได้มากกว่า ให้แรงได้นานกว่าเนื่องจากเรซิเลียนซ์ (Resilience) สูง สามารถทำกรรมวิธีผ่านความร้อนซึ่งจะทำให้การสปริงเพิ่มขึ้น แต่ราคาค่อนข้างแพง (41,42,43)

ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มในการวิจัยทั้งสองสมมุติฐานนี้ มีค่าค่อนข้างสูง ความแปรปรวนดังกล่าวน่าจะเป็นผลรวมของความแปรปรวนจากความแตกต่างของลวดซึ่งผลิตจากโรงงานและความแปรปรวนจากการทดลอง โดยไม่สามารถแยกแยะได้ว่า ความแปรปรวนเกิดขึ้นในส่วนใดมากน้อยต่างกันเท่าใด อย่างไรก็ตามเมื่อนำความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมาทดสอบทางสถิติแล้ว ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่า ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกขนาดต่าง ๆ ที่นิยมใช้ในการเคลื่อนฟันเขี้ยวทั้ง 4 ขนาดคือลวดกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว0.018 นิ้ว ลวดเหลี่ยมขนาด 0.016x0.016 นิ้วและ 0.016x0.022 นิ้ว ให้แรงเสียดทานสถิตไม่แตกต่างกัน จึงควรจะใช้ลวดเหลี่ยมแทนลวดกลมเพราะสามารถควบคุมตำแหน่งรากฟันได้ดีกว่า การใช้ลวดเหลี่ยมในการเคลื่อนฟันเขี้ยวนั้น จำเป็นต้องให้ฟันมีการปรับตัวเป็นเวลาค่อนข้างนานก่อนเริ่มดึงฟันเขี้ยว การดึงฟันเขี้ยวด้วยลวดกลมอาจควบคุมตำแหน่งรากฟันได้ไม่ดีเท่าลวดเหลี่ยมและจำเป็นต้องเสียเวลาในการปรับตำแหน่งของรากฟันอีกครั้งหนึ่ง แต่เมื่อรวมเวลาที่สูญเสียไปทั้งหมดแล้ว การใช้ลวดกลมอาจใช้เวลาน้อยกว่าลวดเหลี่ยมก็เป็นได้

2. การวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบแรงเสียดทานสถิตในลวดที่นิยมใช้ดึงฟันเขี้ยวเพียง

ระนาบ (Plane) เดียว ซึ่งสามารถอธิบายโดยกฎของความเสียดทานอย่างง่าย ๆ แต่การดึงฟันเขี้ยวในทางคลินิกจริง ๆ มีทั้งแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ต่อเนื่องกันไปตลอดเวลา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่มาเกี่ยวข้องอีกมากมาย เช่น การทำมุมระหว่างลวดกับร่องแบรกเก็ตซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำในขณะดึงฟันเขี้ยว ขนาด รูปร่างและวัสดุที่ใช้ทำแบรกเก็ต ความเสียดทานของน้ำลาย เรซิเลียนซ์ของลวด แรงจากการบดเคี้ยวเป็นต้น ปัจจัยต่าง ๆ ที่มาเกี่ยวข้องด้วยนี้ค่อนข้างเข้าใจยากและในบางครั้งก็ไม่สามารถหาคำอธิบายได้ จึงควรศึกษาปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ต่อไป

3. ขณะที่ทำการรักษาผู้ป่วยทางทันตกรรมจัดฟัน ความเสียดทานที่เกิดขึ้นในระยะที่ดึงฟันเขี้ยว จะมีผลต่อการควบคุมหลักยึดเป็นอย่างมาก ความเสียดทานที่เกิดขึ้นในระยะที่ดึงฟันหน้าก็มีผลต่อการควบคุมหลักยึดเช่นเดียวกัน ความเสียดทานดังกล่าว จะเกิดขึ้นระหว่างลวดโค้งทางทันตกรรมจัดฟันกับแบรกเก็ตและบัคคัล ทิวบ์หลายชนิดซึ่งยังไม่เคยมีผู้ทำการศึกษามาก่อนเลย จึงน่าจะมีการค้นคว้าวิจัยเพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบความเสียดทานระหว่างลวด แบรกเก็ต และบัคคัลทิวบ์ชนิดต่าง ๆ ระหว่างการดึงฟันหน้าด้วย

4. ลวดในทางทันตกรรมจัดฟันถูกผลิตขึ้นด้วยการดึงขึ้นรูป (Drawing) ผ่านช่องขนาดเล็กในดาย (Die) ผนังของดายจะบังคับให้ลวดมีขนาดตามต้องการ (18) ผิวนอกของลวดจึงขรุขระ (6) จึงควรสนับสนุนให้มีการค้นคว้าวิจัยหาสารเคลือบผิวที่เหมาะสมเพื่อเคลือบผิวลวดให้เรียบขึ้นซึ่งอาจช่วยลดความเสียดทานลงได้ การปฏิบัติงานในคลินิกก็จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ปัจจุบันมีการผลิตลวดชนิดใหม่ ๆ ซึ่งผ่านการเคลือบสารเทฟลอนแต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย ลวดซึ่งผ่านการเคลือบสารเทฟลอนดังกล่าว ควรจะนำมาวิจัยเปรียบเทียบความเสียดทานกับลวดทางทันตกรรมจัดฟันชนิดอื่น ๆ ด้วย

5. ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกและลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิเกิล ก่อนการใช้งานจำเป็นต้องทำกรรมวิธีผ่านความร้อน (Heat treatment) เพื่อขจัดความเค้น (Stress) ที่เหลือค้างในลวด แต่ยังไม่เป็นที่ทราบกันว่ากรรมวิธีผ่านความร้อนนั้น ก่อให้เกิดความเสียดทานมากขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ และในการปฏิบัติงานในคลินิกจริง ๆ บางครั้งต้องนำลวดที่ผ่านการใช้งานในปากผู้ป่วยมาปรับรูปร่างเพิ่มเติม จากนั้นจึงทำกรรมวิธีผ่านความร้อนอีกครั้งหนึ่ง การทำกรรมวิธีผ่านความร้อนในลวดครั้งเดียว สองครั้งหรือหลายครั้ง อาจมีผลต่อความเสียดทานในลวด จึงควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในเรื่องนี้ด้วย