

# แรงกดในฟันตัดล่างจากลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาดต่างกัน: การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

พรพัฒน์ ชีรโสภณ<sup>1</sup> ไชยรัตน์ เจริญรัตนโรจน์<sup>2</sup>

## บทคัดย่อ

โค้งของสปริงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงกดในฟันตัดล่างจากการปรับระดับและเรียงฟันด้วยลวดนิกเกิลไทเทเนียม การศึกษานี้ศึกษาแรงกดของลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาดต่างๆกันในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องมือแบบจำลองฟันล่างเพื่อทดสอบแรงกดจากลวด 4 ขนาด ได้แก่ 0.014 นิ้ว 0.016 นิ้ว 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และ 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว โดยการยกลวดขึ้นที่ระยะ 1 2 3 และ 4 มิลลิเมตร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างลวดกลม 2 ชนิดที่มีขนาดต่างกัน ลวดขนาด 0.016 นิ้วให้แรงกดที่มากกว่าลวดขนาด 0.014 นิ้วในทุกระยะทดสอบ ในลวดขนาด 0.016 นิ้วเท่ากัน แต่มีหน้าตัดของลวดต่างกัน พบลวดหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสให้แรงกดที่มากกว่าลวดหน้าตัดกลมในทุกระยะทดสอบ และเมื่อเปรียบเทียบลวดเหลี่ยมที่มีหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้า พบลวดขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ให้แรงกดมากกว่าลวดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว เพียงเล็กน้อยจึงอาจไม่พบความแตกต่างทางคลินิก เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแรงกดที่เหมาะสมสำหรับฟันตัดล่าง 4 ซี่ คือ 40 ถึง 60 กรัม พบว่าลวดแต่ละขนาดให้แรงกดที่เหมาะสมในระยะต่างกัน โดยลวดขนาด 0.014 นิ้ว ที่ระยะ 4 มิลลิเมตร ลวดขนาด 0.016 นิ้ว ที่ระยะ 3 มิลลิเมตร ส่วนลวดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และลวดขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ที่ระยะ 2 มิลลิเมตรเท่ากัน

**คำสำคัญ** โค้งของสปริง ฟันตัดล่าง แรงกด ลวดนิกเกิลไทเทเนียม

<sup>1</sup>อาจารย์ สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

<sup>2</sup>รองศาสตราจารย์ ภาควิชาทันตกรรมบดบังกัน คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

## บทนำ

การสบลึก (deep bite) ในฟันหน้าเป็นการสบฟันผิดปกติรูปแบบหนึ่งซึ่งควรได้รับการแก้ไข การสบลึกไม่เพียงส่งผลต่อการสึกของปลายฟันหน้าล่าง ซึ่งเป็นบริเวณที่เกิดความผิดปกติเท่านั้น แต่ยังส่งผลโดยรวมต่อระบบบดเคี้ยว (masticatory system) ซึ่งได้แก่ กระดูกข้อต่อขากรรไกร และกล้ามเนื้อบดเคี้ยว<sup>1</sup>

โดยผู้ป่วยที่มีฟันหน้าสบลึกพบมีอาการและอาการแสดงของอาการเจ็บปวด ความผิดปกติของการทำหน้าที่ หรือมีการรบกวนการทำงานของระบบบดเคี้ยวได้สูงกว่าผู้ป่วยที่มีการสบฟันปกติ อาทิเช่น การขบแน่นฟันในตอนกลางวัน (diurnal clenching) การนอนกัดฟัน (sleep bruxism) แผ่นรองข้อต่อขากรรไกรเคลื่อน (disc displacement) มีเสียงในหู และอาจรวม

ไปถึงการมีอาการปวดบริเวณใบหน้า ขมับ หรือศีรษะ โดยอาการเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการมีความผิดปกติ บริเวณขมับ-ขากรรไกร (temporomandibular disorders) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ผู้ป่วยมาพบทันตแพทย์

โค้งของสปี (curve of Spee) เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่พบได้ในส่วนโค้งแนวฟันของขากรรไกรล่างซึ่งมีค่าปกติไม่เกิน 2 มิลลิเมตร<sup>3</sup> ในผู้ป่วยที่มีฟันสบลึกมักพบร่วมกับการมีโค้งของสปีที่มาก<sup>4</sup> ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกข้อต่อขากรรไกร ดังนั้นการมีโค้งของสปีที่เรียบจึงเป็นข้อพิจารณาหนึ่งของการมีการสบฟันที่ปกติ (six keys to normal occlusion) ซึ่งถูกนำเสนอโดย Lawrence F. Andrew<sup>5</sup>

ในผู้ป่วยที่มีโค้งของสปีที่มาก เมื่อใส่ลวดไปที่ช่องของแบร็กเกต (bracket slot) ในฟันหลังแล้ว จะพบว่าลวดทางด้านหน้าจะอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าแบร็กเกตของฟันตัดล่างลงมาทางปลายรากฟัน ดังนั้นเมื่อออกแรงโน้มลวดขึ้นไปวางในช่องของแบร็กเกตในฟันหน้า ลวดจะเกิดการโค้งงอตามลักษณะโค้งของสปี ทำให้เกิดแรงจากการติดตัวกลับของลวดในทิศลงสู่ปลายรากฟันเกิดแรงกด (intrusion force) ที่ฟันตัดล่าง ดังนั้นปริมาณโค้งของสปี และลวดที่ใช้จึงเป็นตัวแปรสำคัญที่มีผลต่อปริมาณของแรงกดลงทางปลายรากฟันดังกล่าว อีกทั้งแรงที่เกิดขึ้นจะส่งผลกระทบต่อลักษณะการเคลื่อนที่ของฟันตัดล่างอีกด้วย ในขั้นตอนการปรับระดับและเรียงฟัน (leveling and

aligning phase) ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันซึ่งปัจจุบันนิยมใช้ลวดนิกเกิลไทเทเนียมซึ่งมีความยืดหยุ่นสูง ให้แรงที่น้อย และต่อเนื่อง<sup>6</sup> เนื่องด้วยความต่างระดับกันของฟันแต่ละซี่ก่อนเริ่มการรักษา โดยการเพิ่มขนาดของลวดถูกพิจารณาจากปริมาณการซ้อนเกเป็นปัจจัยหลัก<sup>7</sup> แต่อย่างไรก็ตามปริมาณโค้งของสปีก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อแรงที่จะกระทำต่อฟัน และแม้ว่าข้อดีของลวดนิกเกิลไทเทเนียมหลายประการซึ่งเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในขั้นตอนการปรับระดับและเรียงฟัน แต่ลวดดังกล่าวมีคุณสมบัติที่ไม่สามารถตัดได้ ทำให้การควบคุมปริมาณแรงตามที่ต้องการอาจกระทำได้ยาก และหากโค้งของสปีมีปริมาณมากย่อมส่งผลกระทบต่อแรงกดลงทางปลายรากฟันในฟันหน้าล่างซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดการละลายของสันกระดูกเข้าฟัน (bone dehiscence)<sup>8-10</sup> และรากฟันละลาย<sup>11</sup> รวมถึงส่งผลกระทบต่อลักษณะการเคลื่อนที่ของฟันตัดล่างด้วย<sup>12</sup> ดังนั้นทันตแพทย์จัดฟันจึงควรให้ความสนใจศึกษาผลจากลวดที่ใช้ เพื่อเลือกใช้ลวดอย่างเหมาะสมในแต่ละขั้นตอน และเหมาะสมต่อผู้ป่วยแต่ละราย

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดแรงกดลงทางปลายรากฟันในฟันตัดล่างที่เกิดจากลวดนิกเกิลไทเทเนียม (nickel titanium) ขนาดต่างๆกัน โดยทดสอบแรงติดกลับของลวดทดสอบโดยใช้เครื่องมือแบบจำลองฟันล่างเพื่อ 1) เปรียบเทียบระหว่างลวดกลมที่มีขนาดแตกต่างกัน คือ 0.014 นิ้ว และ 0.016 นิ้ว 2) เปรียบเทียบระหว่างลวดขนาด 0.016 นิ้วที่มีหน้า

ตัดลวดแตกต่างกัน คือ 0.016 นิ้ว และ 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว 3) เปรียบเทียบลวดเหลี่ยมสองชนิดที่มีความสูงเท่ากัน แต่มีความลึกแตกต่างกัน คือ 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และ 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว 4) หา ระยะที่ลวดแต่ละขนาดให้แรงกดในช่องของแรงกดที่เหมาะสมสำหรับฟันตัดล่าง

**อุปกรณ์และวิธีการ**

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อวัดแรงกดลงทางปลายรากฟันของฟันหน้าตัดล่างที่เกิดจากลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาดต่างๆกัน โดยปรับตั้งเครื่องมือแบบจำลองฟันล่างโดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองฟันของผู้ป่วยจำนวน 30 ราย การศึกษานี้ได้รับการพิจารณาเข้าข่ายยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (เลขที่ EC6101-06-P-LR)

**การวัดแบบจำลองฟันล่างของผู้ป่วยเพื่อกำหนดระยะบนเครื่องมือแบบจำลองฟันล่าง**

การศึกษานี้ใช้แบบจำลองฟันล่างของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน ณ คลินิกทันตกรรมจัดฟัน โรงพยาบาลทันตกรรม คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 30 ราย ซึ่งได้จากการเก็บข้อมูลในช่วงก่อนเริ่มการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน โดยมีเกณฑ์คัดเข้า ดังนี้ (1) ผู้ป่วยอายุ 18-30 ปี (2) ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรประเภทที่ 1 (3) ฟันขึ้นเต็มครบทุกซี่ในส่วนโค้งขากรรไกรล่าง ยกเว้นฟันกรามล่างซี่ที่สาม

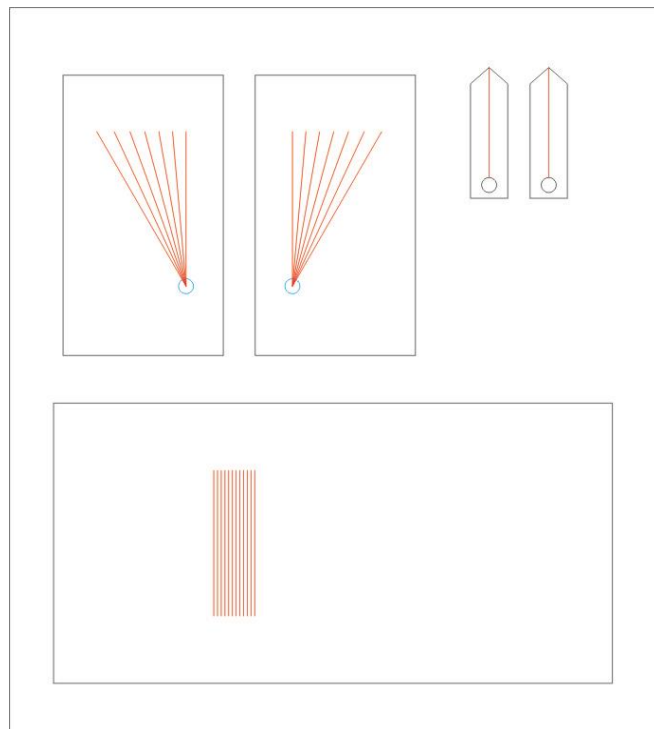
(4) ปริมาณการซ้อนเกในฟันหน้าล่างจากดัชนีการซ้อนเก (irregularity index)<sup>13</sup> น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร (5) ปริมาณการซ้อนเกในฟันหลังล่างน้อยกว่า 2 มิลลิเมตร (6) ได้รับการวางแผนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันโดยไม่ถอนฟัน

แบบจำลองฟันล่างจากผู้ป่วย 30 ราย ถูกกำหนดด้วยหมายเลข 1 ถึง 30 โดยบุคลากรที่ไม่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเพื่อปกปิดให้การระบุตัวตนของผู้ป่วยไม่สามารถกระทำได้ ผู้วิจัยวัดแบบจำลองฟันล่างโดยใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิตอลเพื่อวัดความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวแท้ด้านซ้ายและขวา ความกว้างระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ด้านซ้ายและขวา และระยะตั้งฉากจากเส้นสมมติที่ลากผ่านฟันเขี้ยวทั้งสองข้างไปยังด้านริมฝีปากของฟันตัดล่างซี่กลาง โดยจุดอ้างอิงบนตัวฟันที่ใช้ในการวัดจะใช้ตำแหน่งกึ่งกลางตัวฟัน (facial axis point) เป็นตำแหน่งอ้างอิง โดยถือเป็นตำแหน่งอุดมคติในการวางแบร็กเกต<sup>14</sup> ในการวัดแต่ละครั้งเวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิตอลที่ใช้จะถูกปรับค่าให้อยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นก่อนเสมอ ข้อมูลที่ได้จากการวัดแบบจำลองฟันล่างนี้ถูกนำไปวิเคราะห์และตั้งค่า (1) ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวแท้ (2) มุมการเอียงของฟันหลังในเครื่องมือแบบจำลองฟันล่าง และ (3) ระยะจากเส้นสมมติที่ลากผ่านฟันเขี้ยวแท้ทั้งสองข้างไปยังด้านริมฝีปากของฟันตัดล่างซี่กลาง

**การออกแบบเครื่องมือแบบจำลองฟันล่างสำหรับการวัดแรงกดในห้องปฏิบัติการ**

เครื่องมือแบบจำลองฟันล่างถูกประดิษฐ์ขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (รูปที่ 1) โดยการออกแบบให้ส่วนฐานของเครื่องมือสามารถเคลื่อนที่เข้าและออกจากกันได้ เพื่อปรับความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวแท้ที่ได้จากค่าเฉลี่ยความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวแท้ทั้งสองข้างจากการวัดแบบจำลองฟันล่างของผู้ป่วย แห่งอะคริลิกบนเครื่องมือวัดแรงจำนวน 2 ชั้น ใช้แทนฟันหลังตั้งแต่ฟันเขี้ยวแท้ถึงฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ทาง

ด้านซ้ายและขวา ซึ่งสามารถหมุนเพื่อปรับองศาการเอียงตามมุมเอียงของฟันหลังล่าง โดยมีจุดหมุนจะอยู่ในตำแหน่งของฟันเขี้ยว ค่ามุมการเอียงของฟันหลังคำนวณโดยใช้หลักตรีโกณมิติจากผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความกว้างของฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 กับค่าเฉลี่ยความกว้างของฟันเขี้ยวแท้ และค่าเฉลี่ยผลรวมขนาดฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 และ 2 ฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง<sup>15</sup>



รูปที่ 1 การออกแบบเครื่องมือแบบจำลองฟันล่างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Figure 1. Computer-aided design of lower teeth model

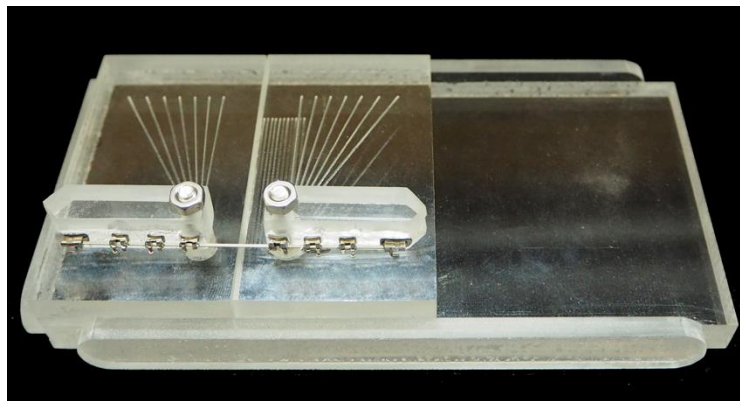
**การติดตั้งเครื่องมือทันตกรรมจัดฟันแบบติดแน่นในเครื่องมือแบบจำลองฟันล่าง**

ขั้นตอนการติดแบร็กเกตแบบเอจไวส์มาตรฐาน (conventional Edgewise bracket; American Orthodontics, Sheboygan, WI, USA) ในฟันเขี้ยว ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 และ 2 และท่อด้านแก้ม (buccal tube;

American Orthodontics, Sheboygan, WI, USA) ในฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 ทำโดยปรับหมุนแท่งอะคริลิกสำหรับฟันหลังของเครื่องมือแบบจำลองฟันล่างให้มาอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน เครื่องมือทันตกรรมจัดฟันแบบติดแน่นที่ใช้มีขนาดหน้าตัดช่อง 0.018 x 0.025 ตารางนิ้ว ใช้ลวดโลหะไร้สนิมขนาด 0.018 x 0.025

ตารางนิ้ว ซึ่งมีขนาดเท่ากับช่องของเครื่องมือทันตกรรมจัดฟันแบบติดแน่น ผูกลวดเหล็กกล้าไร้สนิมเข้ากับช่องของแบร็กเกตให้แน่นด้วยลวดลิเกเจอร์ (ligature wire) เพื่อให้หน้าตัดช่องของแบร็กเกตอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน จากนั้นปรับตำแหน่งของเครื่องมือจัดฟันแบบติดแน่นให้มีระยะห่างตามขนาดของฟันแต่ละซี่<sup>15</sup> บนแท่งอะคริลิกสำหรับฟันหลังของเครื่องมือแบบจำลองฟันล่าง โดยเริ่มจากฟันเขี้ยวในตำแหน่งที่ด้านใกล้กลางของแบร็กเกตห่างจากขอบด้านใกล้กลางของแท่งอะคริลิกสำหรับฟันหลัง 1 มิลลิเมตรเพื่อไม่ให้ลวดทดสอบสัมผัสกับแท่งอะคริลิก

ขณะทำการทดสอบ และกึ่งกลางของแบร็กเกตฟันเขี้ยวอยู่ที่กึ่งกลางของสกรูยึดแท่งอะคริลิกซึ่งทำหน้าที่เป็นจุดหมุน ยึดเครื่องมือทันตกรรมจัดฟันแบบติดแน่นเข้ากับแขนอะคริลิกสำหรับฟันหลังโดยใช้กาวไซยาโนอะคริเลต (cyanoacrylate) เมื่อแบร็กเกตและท่อด้านแก้มติดแน่นกับเครื่องมือแบบจำลองฟันล่างแล้ว (รูปที่ 2) จึงนำลวดเหล็กกล้าไร้สนิมและลวดลิเกเจอร์ออก แล้วปรับฐานของเครื่องมือตามระยะเฉลี่ยระหว่างฟันเขี้ยวด้านซ้ายและขวา รวมทั้งการเอียงของแท่งอะคริลิกสำหรับฟันหลังตามข้อมูลที่ได้จากการวัดแบบจำลองฟันล่างของผู้ป่วย



รูปที่ 2 การติดเครื่องมือทันตกรรมจัดฟันแบบติดแน่นบนเครื่องมือแบบจำลองฟันล่าง  
Figure 2. Attachment of fixed orthodontic appliances on lower teeth model

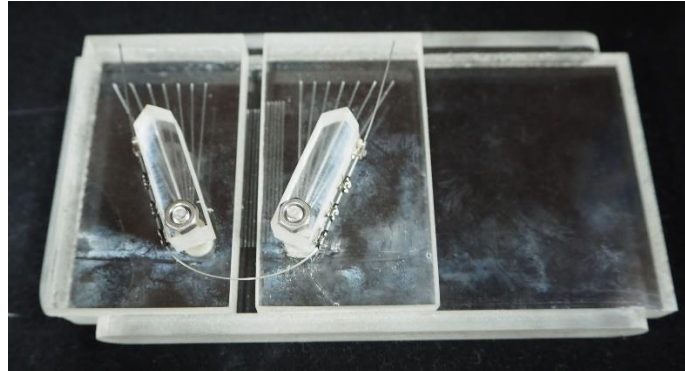
### การวัดแรงกดในห้องปฏิบัติการ

การวัดแรงกดทำในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้เครื่องทดสอบอินสตรอนยูนิเวอร์แซล (Instron universal testing machine รุ่น LR XPlus, AMETEK Lloyd Instrument Ltd., Hampshire, UK) ใช้ค้อนน้ำหนักขนาด 10 นิวตัน และมีความเร็วในการทดสอบที่ 0.5 มิลลิเมตรต่อนาที โดยใช้ลวดทดสอบ

นิกเกิลไทเทเนียม (Highland Metals Inc., Ormco, Incognito, USA) ขนาดต่างๆ ได้แก่ (1) ลวดกลมขนาด 0.014 นิ้ว (2) ลวดกลมขนาด 0.016 นิ้ว (3) ลวดเหลี่ยมขนาดหน้าตัด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว (4) ลวดเหลี่ยมขนาดหน้าตัด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว วัดแรงกดจากการจำลองระยะของโค้งของสปริง 4 ระยะ โดยการดึงลวดขึ้นเป็นระยะ 1 2 3 และ 4 มิลลิเมตร ในการทดสอบแต่ละ

กลุ่มจะใช้ลวดจำนวน 3 เส้น ทำการทดสอบ 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนลวดเส้นใหม่ทุกครั้งที่เราเริ่มทดสอบ ปรับตำแหน่งลวดทดสอบในเครื่องมือแบบจำลองฟันล่างโดยให้ระยะของลวดทางด้านหน้าห่างจากกึ่งกลางเบร็กเกตฟันเขี้ยวบนแท่งอะคริลิกสำหรับฟันหลังเท่ากับระยะเฉลี่ยจาก

เส้นสมมติที่ลากระหว่างฟันเขี้ยวแท้ทั้งสองข้างถึงด้านริมฝีปากของฟันตัดซึ่งได้จากการวัดแบบจำลองฟันล่างในผู้ป่วย ยึดลวดทดสอบเข้ากับเบร็กเกตโดยใช้ยางรัดฟัน (elastomeric ring) โดยเปลี่ยนยางใหม่ทุกครั้งพร้อมกับการเปลี่ยนลวดทดสอบ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 เครื่องมือแบบจำลองฟันล่างหลังใส่ลวดทดสอบ  
Figure 3. Lower teeth model with tested archwire

วัดแรงกดลงทางปลายรากฟันของฟันตัดล่างที่เกิดจากลวดนิกเกิลไทเทเนียมโดยการเคลื่อนตะขอโลหะทดสอบ (hook metal head) ของเครื่องทดสอบอินสตรอนยูนิเวอร์แซลเป็นระยะ 1 2 3 และ 4

มิลลิเมตร ในทิศทางยกขึ้นไปทางปลายตัดของฟัน (รูปที่ 4) อ่านค่าแรงกดเมื่อลวดติดตัวกลับที่ 0.20 มิลลิเมตรซึ่งเท่ากับขนาดช่องว่างเอ็นยึดปริทันต์<sup>16</sup> โดยใช้โปรแกรม NEXYGEN version 4.5 (AMETEK Lloyd Instrument Ltd., Hampshire, UK)



รูปที่ 4 วัดแรงกดจากลวดนิกเกิลไทเทเนียมด้วยเครื่องทดสอบอินสตรอนยูนิเวอร์แซล  
Figure 4. Measurement of unloading force by Instron universal testing machine

### การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของแรงกดลดจากการคิดตัวกลับที่ระยะ 1 2 3 และ 4 มิลลิเมตร ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistic version 21 โดยวิเคราะห์ความแตกต่างของลดทดสอบ 3 คู่ ได้แก่ 1) ลดขนาด 0.014 นิ้ว และลดขนาด 0.016 นิ้ว 2) ลดขนาด 0.016 นิ้ว และลดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว 3) ลดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และลดขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ในแต่ละระยะทดสอบด้วยสถิติ Mann-Whitney U test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

### ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ด้วยสถิติ Mann-Whitney U test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยในตารางที่ 1 แสดงข้อมูลที่ได้จากการวัดแบบจำลองฟันล่างในผู้ป่วย โดยข้อมูลนี้จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อ

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวัดแบบจำลองฟันล่างจำนวน 30 ชิ้น

Table 1 Measurement parameters obtained from 30 study models

ค่าพารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ย (มิลลิเมตร) $\pm$ S.D.
ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวแท้	31.28 $\pm$ 1.76
ความกว้างระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่ 1	50.17 $\pm$ 8.96
ระยะจากเส้นระหว่างฟันเขี้ยวแท้ถึงด้านริมฝีปากของฟันตัด	8.50 $\pm$ 2.04

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบแรงกดระหว่างลดนิกเกิดไทเทเนียมขนาด 0.014 นิ้ว และ 0.016 นิ้ว พบว่าลดขนาด 0.016 นิ้ว ให้แรงกดที่มากกว่าลดขนาด 0.014 นิ้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ใน

ปรับตั้งค่า (1) ความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวแท้ โดยมีค่าเท่ากับ 31.28  $\pm$  1.76 มิลลิเมตร (2) ระยะจากเส้นระหว่างฟันเขี้ยวแท้ถึงด้านริมฝีปากของฟันตัด โดยมีค่า 8.50  $\pm$  2.04 มิลลิเมตร และ (3) การเอียงของฟันหลังในเครื่องมือแบบจำลองฟันล่างซึ่งคำนวณโดยใช้ตรีโกณมิติ โดยมีค่า  $\sin \theta$  เท่ากับ ครึ่งหนึ่งของผลต่างระหว่างความกว้างระหว่างฟันกรามแท้ซี่ที่ 1 กับความกว้างระหว่างฟันเขี้ยวแท้ ซึ่งเท่ากับ 9.45 มิลลิเมตรหารด้วย ผลรวมของขนาดซี่ฟันในแนวใกล้กลาง-ไกลกลางจากการศึกษาของ Al-Khateeb และคณะ<sup>15</sup> ซึ่งเท่ากับ 24.67 มิลลิเมตร โดยคำนวณจากผลรวมของระยะครึ่งหนึ่งของขนาดฟันเขี้ยว ขนาดฟันกรามน้อยซี่ที่หนึ่ง ขนาดฟันกรามน้อยซี่ที่สอง และครึ่งหนึ่งของขนาดฟันกรามแท้ซี่ที่หนึ่ง ในแนวใกล้กลาง-ไกลกลาง จากการคำนวณทางตรีโกณมิติได้ค่ามุมเท่ากับ 22.52 องศา

ทุกๆระยะที่ทดสอบ โดยมีค่าสัดส่วนอยู่ในช่วง 1:2.64 ถึง 1:2.81 ในช่วงระยะ 1 ถึง 3 มิลลิเมตร ส่วนที่ระยะ 4 มิลลิเมตร แรงกดจากรีดขนาด 0.016 นิ้ว ให้สัดส่วนแรงกดน้อยกว่าที่ระยะอื่นๆ คือ 1:1.73

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบแรงกดระหว่างลวดขนาด 0.014 นิ้ว และ 0.016 นิ้วที่ระยะต่างๆ

Table 2 Comparison of deactivation forces between 0.014-inch and 0.016-inch at different deflections

ขนาดลวด	4 มิลลิเมตร		3 มิลลิเมตร		2 มิลลิเมตร		1 มิลลิเมตร	
	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน
0.014" NT	40.62 ± 0.72*	1:1.73	21.41± 2.04*	1:2.81	13.26± 1.02*	1:2.64	5.78± 0.59*	1:2.71
0.016" NT	70.36 ± 1.02*		60.16 ± 1.02*		35.01± 0.59*		15.67 ± 0.24*	

\* มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบแรงกดระหว่างลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.016 นิ้ว และ 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว พบว่าลวดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว ให้แรงกดที่มากกว่าลวดขนาด 0.016 นิ้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P<0.05) ในทุกๆระยะที่ทดสอบ โดยพบค่าสัดส่วนที่มีค่าสูงสุดจากการทดสอบอยู่ที่ 1:3.00 ที่ระยะ 4 มิลลิเมตร และค่อยๆลดลงเหลือ 1:2.05 1:1.62 และ 1:1.41 ที่ระยะทดสอบ 3 2 และ 1 มิลลิเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบแรงกดระหว่างลวดขนาด 0.016 นิ้ว และ 0.016 x 0.016 ตารางนิ้วที่ระยะต่างๆ

Table 3 Comparison of deactivation forces between 0.016-inch and 0.016 x 0.016-inch at different deflections

ขนาดลวด	4 มิลลิเมตร		3 มิลลิเมตร		2 มิลลิเมตร		1 มิลลิเมตร	
	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน
0.016" NT	70.36 ± 1.02*	1:3.00	60.16 ± 1.02*	1:2.05	35.01± 0.59*	1:1.62	15.67 ± 0.24*	1:1.41
0.016"x0.016" NT	210.74 ± 2.94*		123.39 ± 1.02*		56.76 ± 1.18*		22.09 ± 0.59*	

\* มีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ตารางที่ 4 เปรียบเทียบแรงกดระหว่างลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และ 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว พบว่าลวดขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ให้แรงกดที่มากกว่าลวดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้วอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ที่ระยะ 1 2 และ 4 มิลลิเมตร ส่วนที่ระยะ 3 มิลลิเมตร ไม่พบความแตกต่างของค่าสถิติ และพบค่าสัดส่วนอยู่ในช่วง 1:1.07 ถึง 1:1.40 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าจากการทดสอบระหว่างลวดชนิดอื่น

เมื่อพิจารณาระยะทดสอบในลวดแต่ละขนาดที่อยู่ในช่วงของแรงกดที่แนะนำสำหรับฟันตัดต่าง 4 ซี่ ซึ่งเท่ากับ 40 ถึง 60 กรัม พบว่า ลวดขนาด 0.014 นิ้ว ที่ระยะ 4 มิลลิเมตร ให้แรงกดที่  $40.62\pm 0.72$  กรัม ลวดขนาด 0.016 นิ้ว ที่ระยะ 3 มิลลิเมตร ให้แรงกดที่  $60.16\pm 1.02$  กรัม ลวดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว ที่ระยะ 2 มิลลิเมตร ให้แรงกดที่  $56.76\pm 1.18$  กรัม และลวดขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ที่ระยะ 2 มิลลิเมตร ให้แรงกดที่  $59.82\pm 2.57$  กรัม

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบแรงกดระหว่างลวดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และ 0.016 x 0.022 ตารางนิ้วที่ระยะต่างๆ  
Table 4 Comparison of deactivation forces between 0.016 x 0.016-inch and 0.016 x 0.022-inch at different deflections

ขนาดลวด	4 มิลลิเมตร		3 มิลลิเมตร		2 มิลลิเมตร		1 มิลลิเมตร	
	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน	แรงกด (กรัม) ± S.D.	สัดส่วน
0.016"x0.016" NT	210.74 ± 2.94*	1:1.07	123.39 ± 1.02*	1:1.24	56.76 ± 1.18	1:1.05	22.09 ± 0.59*	1:1.40
0.016"x0.022" NT	226.04 ± 1.56*		152.62 ± 2.57*		59.82 ± 2.57		30.93 ± 0.59*	

\* มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

**บทวิจารณ์**

แรงกดจากลวดนิกเกิลไทเทเนียมชนิดกลมที่ใช้ในการศึกษานี้ใช้ลวดขนาด 0.014 นิ้ว และ 0.016 นิ้ว ซึ่งลวดทดสอบทั้งสองให้แรงกดในปริมาณที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ในทุกๆระยะที่ทดสอบ โดยพบว่าขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลางของหน้าตัดลวดที่เพิ่มขึ้นเพียง 0.002 นิ้ว มีผลต่อแรงกดของลวดที่มีปริมาณมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในระยะทดสอบไม่เกิน 3 มิลลิเมตร พบลวดขนาด 0.016 นิ้ว ให้แรงกดที่มากกว่าลวดขนาด 0.014 นิ้ว ในช่วง 2.64 ถึง 2.81 เท่า แต่เมื่อเพิ่มระยะทดสอบเป็น 4 มิลลิเมตร ความต่างของลวดทั้งสองมีสัดส่วนที่ลดลงเหลือ 1.73 เท่า และ

พบว่าไม่ว่าในลวดขนาด 0.014 นิ้ว หรือ 0.016 นิ้ว เมื่อระยะทดสอบเพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร มีผลให้ปริมาณแรงเพิ่มขึ้นเกินกว่า 10 ถึง 15 กรัม ซึ่งเทียบเท่ากับแรงกดที่เหมาะสมต่อฟันหน้าล่าง 1 ซี่<sup>17,18</sup> ดังนั้นทั้งขนาดของลวดที่ใหญ่ขึ้นเพียงเล็กน้อย และระยะติดตัวของลวดที่เพิ่มขึ้นเพียง 1 มิลลิเมตร มีผลต่อปริมาณแรงที่กระทำต่อฟันตัดล่างอย่างมากซึ่งควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสมในทางคลินิก

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบลวดที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีรูปร่างหน้าตัดต่างกัน คือ ลวดกลมขนาด 0.016 นิ้ว และลวดเหลี่ยมขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว พบว่าลวดเหลี่ยมซึ่งมีความแข็งของลวดที่มีกว่าลวดกลม<sup>19</sup> ให้แรงกดที่มากกว่าด้วยเช่นกัน โดยที่ระยะ 1 ถึง 3 มิลลิเมตร ลวดเหลี่ยมให้แรงกดที่มากกว่าลวดกลม โดยค่อยๆเพิ่มขึ้นจาก 1:1.41 เป็น 1:2.05 แต่ในระยะติดตัวสูงสุดในการทดสอบที่ 4 มิลลิเมตร พบมีสัดส่วนของแรงกดที่มากขึ้นเป็น 1:3.00 ดังนั้นในลวดที่มีขนาดที่เท่ากัน แต่มีหน้าตัดของลวดที่แตกต่างกันก็สามารถให้แรงกดที่มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) จึงทำให้ลวดทั้งสองมีระยะติดตัวที่ให้แรงกดที่เหมาะสมแตกต่างกัน คือ ที่ระยะ 3 มิลลิเมตร สำหรับลวดกลมขนาด 0.016 นิ้ว และที่ระยะ 2 มิลลิเมตร สำหรับลวดเหลี่ยมขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบลวดเหลี่ยมที่มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ ลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ซึ่งมีหน้าตัด

เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า พบว่าแรงกดที่เกิดจากลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว มีค่ามากกว่าลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว โดยพบความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ที่ระยะ 1 3 และ 4 มิลลิเมตรเท่านั้น แต่เมื่อพิจารณาสัดส่วนความแตกต่างพบว่า แรงกดที่เกิดจากลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ให้ค่าสัดส่วนที่มากกว่าเพียง 1.05 ถึง 1.40 เท่า ซึ่งอาจไม่พบความแตกต่างทางคลินิก นอกจากนี้ลวดทั้งสองยังให้แรงกดที่เหมาะสมกับฟันตัดล่างที่ระยะ 2 มิลลิเมตรเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้วัดเฉพาะส่วนของแรงกดที่เกิดจากลวด แต่ลวดทั้งสองอาจพบความแตกต่างของปริมาณทอร์ก (torque) จากความต่างของระยะความลึกที่แตกต่างกัน<sup>20</sup>

ลวดขนาด 0.014 นิ้วซึ่งนิยมใช้เป็นลวดเริ่มต้นในขั้นตอนการปรับระดับและเรียงฟัน<sup>21</sup> ให้แรงกดที่ค่อยๆเพิ่มขึ้นจากระยะ 1 ถึง 3 มิลลิเมตร ประมาณ 8 กรัม ต่อ ระยะที่เพิ่มขึ้น 1 มิลลิเมตร แต่ที่ระยะ 4 มิลลิเมตร พบว่าแรงกดเพิ่มขึ้นจากระยะ 3 มิลลิเมตรถึง 19.21 กรัม ส่วนในลวดขนาด 0.016 นิ้ว แรงกดที่เพิ่มขึ้นจากระยะ 1 ถึง 3 มิลลิเมตร มีค่ามากกว่าที่พบในลวดขนาด 0.014 นิ้ว เกือบ 3 เท่า ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะความแข็งของลวดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงต่อระยะติดกลับ (load-deflection) ของลวดที่ใหญ่กว่ามีเพิ่มขึ้นด้วย

แรงกดจากลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.014 นิ้ว ที่ระยะไม่เกิน 4 มิลลิเมตร พบว่าลวดให้แรงกดไม่เกินจากค่าแรงกดที่แนะนำสำหรับฟันตัดล่าง 4 ซี่ ซึ่ง

เท่ากับ 40 ถึง 60 กรัม<sup>22,23</sup> สำหรับลวดนิกเกิลไทเทเนียมขนาด 0.016 นิ้ว ที่ระยะ 4 มิลลิเมตร ให้ค่าแรงกดจากลวดที่มากกว่าแรงกดที่เหมาะสมสำหรับฟันตัดล่าง โดยมีค่าอยู่ที่  $70.36 \pm 1.02$  กรัม แต่ที่ระยะไม่เกิน 3 มิลลิเมตร พบว่าลวดจะให้แรงกดไม่เกินจากค่าแรงกดที่แนะนำสำหรับฟันตัดล่าง สำหรับลวดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และ 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว พบแรงกดจากลวดในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยที่ระยะ 2 มิลลิเมตร ลวดขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และ 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ให้แรงกดที่  $56.76 \pm 1.18$  กรัม และ  $59.82 \pm 2.57$  กรัม ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงค่าแรงกดที่แนะนำสำหรับฟันตัดล่าง แต่ที่ระยะ 3 และ 4 มิลลิเมตร พบปริมาณแรงกดมากกว่าค่าแรงกดที่แนะนำสำหรับฟันตัดล่าง ดังนั้นในผู้ป่วยที่มีความโค้งของสปีที่ปกติ คือ 2 มิลลิเมตร ลวดนิกเกิลไทเทเนียมทุกขนาดสามารถให้แรงกดในปริมาณที่เหมาะสมได้ แต่ในผู้ป่วยที่มีความโค้งของสปีที่ลึกเกินกว่าค่าปกติ การเลือกใช้ลวดนิกเกิลไทเทเนียมที่มีขนาดตั้งแต่ 0.016 นิ้วขึ้นไป อาจจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยของปริมาณ โค้งของสปีในผู้ป่วยร่วมด้วย ซึ่งอาจใช้ลวดขนาดเล็กเพื่อลดปริมาณ โค้งของสปีให้มีปริมาณที่ลดลงก่อนการเพิ่มขนาดของลวด หรืออาจจำเป็นต้องพิจารณาเลือกใช้ลวดที่สามารถตัดได้<sup>24</sup> เพื่อลดปริมาณแรงที่เกิดขึ้นจากระยะของโค้งของสปีที่มาก

จากการศึกษานี้พบแรงที่เกิดขึ้นจากลวดแต่ละขนาดเป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาเลือกใช้ลวดในการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเพื่อให้ฟันเคลื่อนที่อย่าง

ปลอดภัย แต่อย่างไรก็ตามรูปร่างของหน้าตัดลวดก็เป็นอีกหนึ่งข้อพิจารณาซึ่งมีผลต่อรูปแบบการเคลื่อนที่ของฟัน<sup>12</sup> โดยในลวดกลมพบแรงกดของลวดจะทำให้ฟันตัดล่างเอียงไปทางด้านริมฝีปากเพิ่มขึ้นได้มากกว่าการใช้ลวดเหลี่ยมซึ่งมีทอร์คในหน้าตัดของลวด<sup>25</sup> ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรให้การพิจารณาเพื่อให้ฟันเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามที่วางแผนการรักษาไว้ด้วยเช่นกัน

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นเพียงการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่เลือกใช้อุปกรณ์ประดิษฐ์ในการจำลองตำแหน่งฟันของผู้ป่วยซึ่งอาจไม่สามารถนำผลการศึกษาที่ได้มาปรับใช้ในทางคลินิกได้อย่างสมบูรณ์ จึงเป็นเพียงข้อพิจารณาเบื้องต้นสำหรับทันตแพทย์จัดฟันในการเลือกใช้ลวดที่เหมาะสม อีกทั้งแรงที่ได้จากผลการทดสอบนี้ถูกสมมุติให้เป็นผลรวมของแรงกดในฟันตัดล่าง 4 ซี่ ซึ่งในทางคลินิกแล้ว ฟันทั้งสี่ซึ่งอาจได้รับแรงที่ไม่เท่ากัน หรือมีค่าคาดเคลื่อนจากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการนี้ ดังนั้นอาจจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในสิ่งมีชีวิต (in vivo study) ซึ่งจะมีสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพที่เสมือนในผู้ป่วยจริง เพื่อพิสูจน์ผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้อีกครั้งหนึ่ง

### บทสรุป

1. ลวดนิกเกิลไทเทเนียมแต่ละขนาดให้ค่าแรงกดที่แตกต่างกัน โดยลวดขนาด 0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ให้ค่าแรงกดที่มากที่สุดในทุกๆระยะทดสอบ ตามด้วยลวดขนาด 0.016

x 0.016 ตารางนิ้ว ลวดขนาด 0.016 นิ้ว และ  
ลวดขนาด 0.014 นิ้ว

- เมื่อพิจารณาแรงกดที่เหมาะสมสำหรับฟันตัด  
ล่างในลวดแต่ละขนาดมีระยะที่แตกต่างกัน  
โดยลวดขนาด 0.014 นิ้ว ที่ระยะ 4 มิลลิเมตร  
ลวดขนาด 0.016 นิ้ว ที่ระยะ 3 มิลลิเมตร ลวด  
ขนาด 0.016 x 0.016 ตารางนิ้ว และลวดขนาด  
0.016 x 0.022 ตารางนิ้ว ที่ระยะ 2 มิลลิเมตร  
เท่ากัน

#### เอกสารอ้างอิง

- Silness J, Johannessen G, Roynstrand T. Longitudinal relationship between incisal occlusion and incisal tooth wear. *Acta Odontol Scand.* 1993;51(1):15-21.
- Sonnesen L, Svensson P. Temporomandibular disorders and psychological status in adult patients with a deep bite. *Eur J Orthod.* 2008;30(6):621-9.
- Marshall SD, Caspersen M, Hardinger RR, Franciscus RG, Aquilino SA, Southard TE. Development of the curve of Spee. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(3):344-52.
- Burstone CR. Deep overbite correction by intrusion. *Am J Orthod.* 1977;72(1):1-22.
- Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.* 1972;62(3):296-309.
- Pandis N, Bourauel CP. Nickel-Titanium (NiTi) Arch Wires: The Clinical Significance of Super Elasticity. *Semin Orthod.* 2010;16(4):249-57.
- Martins RP. Early vertical correction of the deep curve of Spee. *Dental Press J Orthod.* 2017;22:118-25.
- Garlock DT, Buschang PH, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB. Evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible with pretreatment and posttreatment computed tomography in nonextraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(2):192-201.
- Engelking G, Zachrisson BU. Effects of incisor repositioning on monkey periodontium after expansion through the cortical plate. *Am J Orthod.* 1982;82(1):23-32.
- Steiner GG, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *J Periodontol.* 1981;52(6):314-20.
- Hemley S. The Incidence of Root Resorption of Vital Permanent Teeth. *Journal of dental research.* 1941;20(2):133-41.
- Theerasopon P, Kosuwan W, Charoemratrote C. Stress assessment of mandibular incisor intrusion during initial leveling in continuous arch system with different archwire shapes of superelastic nickel-titanium: A three-dimensional finite element study. *Int J Health Allied Sci.* 2019;8(2):92-7.
- Little RM. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod.* 1975;68(5):554-63.
- Andrews LF. The straight-wire appliance. *Br J Orthod.* 1979;6(3):125-43.
- Al-Khateeb SN, Abu Alhajja ES. Tooth size discrepancies and arch parameters among different malocclusions in a

- Jordanian sample. Angle Orthod. 2006;76(3):459-65.
16. Mandel U, Dalgaard P, Viidik A. A biomechanical study of the human periodontal ligament. J Biomech. 1986;19(8):637-45.
17. Al-Zubair N. Orthodontic intrusion: A contemporary review. Journal of Orthodontic Research. 2014;2(3):118-24.
18. Ramazanzadeh BA, Sahhafian AA, Mohtasham N, Hassanzadeh N, Jahanbin A, Shakeri MT. Histological changes in human dental pulp following application of intrusive and extrusive orthodontic forces. J Oral Sci. 2009;51(1):109-15.
19. Muraviev SE, Ospanova GB, Shlyakhova MY. Estimation of force produced by nickel-titanium superelastic archwires at large deflections. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;119(6):604-9.
20. Papageorgiou SN, Sifakakis I, Doulis I, Eliades T, Bourauel C. Torque efficiency of square and rectangular archwires into 0.018 and 0.022 in. conventional brackets. Prog Orthod. 2016;17(5).
21. Jian F, Lai W, Furness S, McIntyre GT, Millett DT, Hickman J, et al. Initial arch wires for tooth alignment during orthodontic treatment with fixed appliances. Cochrane Database Syst Rev. 2013(4):Cd007859.
22. Weiland FJ, Bantleon HP, Droschl H. Evaluation of continuous arch and segmented arch leveling techniques in adult patients--a clinical study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1996;110(6):647-52.
23. Aydogdu E, Ozsoy OP. Effects of mandibular incisor intrusion obtained using a conventional utility arch vs bone anchorage. Angle Orthod. 2011;81(5):767-75.
24. Nordstrom B, Shoji T, Anderson WC, Fields HW, Jr., Beck FM, Kim DG, et al. Comparison of changes in irregularity and transverse width with nickel-titanium and niobium-titanium-tantalum-zirconium archwires during initial orthodontic alignment in adolescents: A double-blind randomized clinical trial. Angle Orthod. 2018;88(3):348-54.
25. Meling TR, Odegaard J. On the variability of cross-sectional dimensions and torsional properties of rectangular nickel-titanium arch wires. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998;113(5):546-57.

#### **ผู้รับผิดชอบบทความ**

รศ.ดร.ทพ. ไชยรัตน์ เกลิมรัตน์ โรจน์

สาขาวิชาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมป้องกัน

คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

โทร 0-7442-9875

E-mail: metalbracket@hotmail.com

## Unloading intrusive force on mandibular incisors from different sizes of nickel-titanium archwires: A laboratory study

Pornpat Theerasopon<sup>1</sup> Chairat Charoemratrote<sup>2</sup>

### **Abstract**

*Curve of Spee is one of the factor affects an intrusive force of lower incisors from a deflection of nickel-titanium archwires during leveling and aligning phase. This study evaluated the unloading forces from 4 different sizes of nickel-titanium archwires; 0.014-inch, 0.016-inch, 0.016 x 0.016-inch and 0.016 x 0.022-inch at different deflection at 1, 2, 3 and 4 millimeters by using lower teeth model for laboratory test. The comparison between two round archwires found 0.016-inch archwires produced greater unloading forces than 0.014-inch archwire in every deflections. The comparison between same size archwires with different cross-sectioned shapes found square shaped archwires produced greater unloading forces than round archwires. And the comparison between square and rectangular archwires found 0.016 x 0.022-inch archwires produced unloading forces a little higher than 0.016 x 0.016-inch archwires but may have no clinical differences. When comparing forces in this study with the optimal force for lower incisor intrusion of 40-60 grams found each archwire produced unloading force in the range of the optimal force at different deflections. 0.014-inch at 4 millimeters, 0.016-inch at 3 millimeters, 0.016 x 0.016-inch and 0.016 x 0.022-inch at 2 millimeters.*

*Keywords Curve of Spee, lower incisors, intrusive force, nickel-titanium archwire*

<sup>1</sup>Lecturer, Department of Orthodontics, School of Dentistry, University of Phayao, Muang, Phayao

<sup>2</sup>Associate professor, Department of Preventive Dentistry, Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla