บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรักษาทางทันตกรรมจัดฟันเป็นการแก้ไขความผิดปกติของการเรียงตัวของฟัน การสบฟัน การเจริญเติบโตของใบหน้าและกระดูกขากรรไกร ความสัมพันธ์ของกระดูกขากรรไกรบนและล่าง ความสัมพันธ์ของส่วนกระดูกโครงสร้าง (skeletal base) รวมทั้งการทำงานของระบบกล้ามเนื้อ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือให้เกิดความสวยงาม (esthetic) การทำงานที่มีประสิทธิภาพ (function) และมีความคงตัวของผลการรักษา (stability) ผู้ป่วยที่มารับการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันส่วนใหญ่มักมีปัญหาเกี่ยวกับความสวยงามอันเนื่องมาจากการเรียงตัวของฟันหน้า เช่นฟันยื่น (protrusion) หรือฟันซ้อนเก (crowding) ซึ่งหลักของการแก้ไขคือหาเนื้อที่ในขากรรไกรเพื่อใช้ในการแก้ไขให้ฟันมีการเรียงตัวและมีตำแหน่งที่ปกติ วิธีการหาเนื้อที่อาจเป็นการขยายขนาดของขากรรไกร (arch expansion) การถอยฟันกราม (molar distalization) การปรับแนวแกนของฟันหน้าให้ผายออก (incisor proclination) รวมทั้งการถอนฟัน (extraction)ซึ่งแต่ละวิธีก็จะมีความเหมาะสมที่จะใช้แก้ไขความผิดปกติของการสบฟัน (malocclusion) และลักษณะโครงสร้างของใบหน้าและกระโหลกศีรษะต่างๆ กันไป ในกรณีที่ต้องการเนื้อที่ในขากรรไกรมาก วิธีหนึ่งที่นำมาพิจารณาใช้คือการถอนฟัน โดยมักจะเลือกถอนฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 (first premolar) เนื่องจากเนื้อที่ที่ได้สามารถนำมาใช้แก้ไขลักษณะฟันยื่นและฟันซ้อนเกได้ทันที

วิธีการรักษาทางทันตกรรมจัดฟันวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือเทคนิคของเอดจ์ไวส์ (Edgewise technique) ซึ่งมีขั้นตอนการรักษา แบ่งเป็น 4 ช่วง คือ

1. ช่วงปรับระดับฟัน (leveling phase) เป็นขั้นตอนปรับระดับของฟันให้อยู่ในระดับเดียวกัน รวมทั้งแก้ไขการหมุนตัวและการซ้อนเกของฟัน

2. ช่วงเคลื่อนฟันเขี้ยวถอยหลัง (movement phase) เป็นขั้นตอนเคลื่อนฟันเขี้ยวไปทางด้านไกลกลาง (distal) เพื่อแทนที่ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ที่ถูกถอนไป

3 ช่วงเคลื่อนฟันหน้าถอยหลัง (contraction phase) เป็นขั้นตอนเคลื่อนฟันตัดทั้ง 4 ซี่ (central and lateral incisors) ไปทางด้านไกลกลางเพื่อปิดช่องว่างที่เหลือ

4. ช่วงการจัดเรียงตัวของฟัน (adjustment phase) เป็นขั้นตอนปรับเปลี่ยนแนวแกนฟัน รวมทั้งปิดช่องว่างที่ยังเหลืออยู่ ให้มีการสบฟันที่ใกล้เคียงกับสภาพปกติมากที่สุด

ขั้นตอนในการเคลื่อนฟันเขี้ยวมาแทนที่ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ที่ถูกถอนไปนั้น สามารถทำได้หลายวิธีด้วยเครื่องมือต่างชนิดกัน เช่น สปริงปิดช่องว่าง (closing coil spring) ลวดเซกชันแนล (sectional archwire) แถบอิลาสติก (elastic band) ด้ายอิลาสติก (elastic thread) และพลาสติกโมดูล (plastic modules) ซึ่งเป็นที่นิยม เนื่องจากใช้ได้ง่าย สะดวก ราคาถูก และเสียเวลาในคลินิกน้อย (Sonis ,Van der plas และ Gianelly, 1986) ในขณะเดียวกันก็ทนทานต่อการขัดถูได้ดี (Wong, 1976) ใช้เคลื่อนฟันได้หลายทิศทาง (Wong, 1976 ; Brantley และ คณะ, 1979; Young และ Sandrik, 1979) เช่น การปิดช่องว่างทั่วๆไป (generalized spacing) หรือการแก้ไขการหมุนของฟัน (rotational correction) และที่สำคัญคือ ทันตแพทย์จัดฟันจะเป็นผู้ถอดใส่พลาสติกโมดูลจากแบรกเกตบนตัวฟันจึงมั่นใจได้ว่ามีแรงกระทำต่อฟันอย่างต่อเนื่อง และไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ป่วย (Andreasen และ Bishara, 1970) แต่ถึงอย่างไรก็ดีพลาสติกโมดูลก็ยังมีข้อบกพร่องอยู่ เช่น มีการเปลี่ยนรูป อย่างถาวร (permanent deformation) ได้ง่าย ติดสี (staining) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของแรง คือมีความผันแปรของขนาดของแรงสูง และจะมีการลดลงของขนาดของแรงที่กระทำต่อฟันอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วง 24 ชั่วโมงแรก (Andreasen และ Bishara, 1970 ; Bishara และ Andreasen, 1970 ; Hershey และ Reynolds, 1975 ; Wong, 1976) ซึ่งนับเป็นลักษณะเฉพาะของวัสดุชนิดนี้

ขนาดของแรงที่เหมาะสมในการเคลื่อนฟัน (optimal force) ยังคงไม่สามารถกำหนดได้ชัดเจน แต่โดยทั่วไปก็จะถือว่าแรงขนาดน้อยที่ค่อยๆลดลงในระยะเวลาสั้นๆ (light interrupted force) คือประมาณ 4 ถึง 5 สัปดาห์ (Reitan, 1969) จะให้ผลที่ดีที่สุดในการเคลื่อนฟัน Storey และ Smith (1952) กล่าวว่าแรงขนาด 175 ถึง 300 กรัมเหมาะสมที่จะใช้เคลื่อนฟันเขี้ยวโดยจะไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal ligament) ต่อมา

Reitan (1957) เสนอว่าการเคลื่อนฟันเขี้ยวบนแบบบอดิลี (bodily movement) ควรใช้แรงที่มีขนาด 150 ถึง 250 กรัม ในขณะที่ฟันเขี้ยวล่างมีขนาด 100 ถึง 200 กรัม ในปี 1969 Hixon และคณะ กล่าวว่าขนาดของแรงที่ใช้ในการเคลื่อนฟันขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่ผิวรากฟันที่ต้องการเคลื่อน ซึ่งทำให้ขนาดของแรงที่เหมาะสมในการเคลื่อนฟันเขี้ยวมีค่าเป็น 350 กรัม Boester และ Johnston (1974) กล่าวว่า ขนาดของแรงที่เหมาะสมในการเคลื่อนฟันเขี้ยวอยู่ในช่วง 100 ถึง 300 กรัม แต่ถ้าขนาดของแรงลดลงต่ำกว่า 55 กรัม แล้วก็จะไม่สามารถเคลื่อนฟันเขี้ยวได้ และในปี 1985 Quinn และ Yoshikawa ก็ได้ชี้ให้เห็นถึงข้อบกพร่องของการศึกษาเกี่ยวกับขนาดของแรงที่เหมาะสมในการเคลื่อนฟันที่ผ่านมา พร้อมทั้งเสนอว่าขนาดของแรงที่เหมาะสมในการเคลื่อนฟันเขี้ยวไปทางด้านไกลกลางอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 100 ถึง 200 กรัม ซึ่งจะทำให้ความเค้นแบบกด (compressive stress) เฉลี่ยที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นผิวรากฟันด้านไกลกลาง (distal half of the root surface) มีค่าประมาณ 70 ถึง 140 กรัมต่อตารางเซนติเมตร

พลาสติกโมดูลไม่สามารถจะให้แรงในการเคลื่อนฟันที่คงที่เป็นระยะเวลานานๆได้ Andreasen และ Bishara (1970) พบว่า อะลาสติกส์ (Alastiks®) ของบริษัทยูนิเท็กคอร์โปเรชั่น (Unitek Corporation) จะสูญเสียแรงถึง 74 เปอร์เซนต์ของแรงเริ่มต้น เมื่อเวลาผ่านไปเพียง 24 ชั่วโมง และแนะนำว่าควรจะยืดพลาสติกโมดูลเป็น 4 เท่าของความยาวเริ่มต้นเพื่อชดเชยกับแรงที่ลดลงอย่างรวดเร็ว ต่อมา Hershey และ Reynolds (1975) ได้ทำการศึกษาการลดลงของขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลบริษัทต่างๆโดยออกแบบการทดลองเลียนแบบการเคลื่อนของฟัน คือ มีการลดลงของระยะที่ใช้ยืดพลาสติกโมดูลด้วย ซึ่งพบว่าทำให้อัตราการลดลงของแรงเพิ่มมากขึ้น จากผลการทดลองเมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง จะเหลือแรงจากพลาสติกโมดูลเพียง 50 เปอร์เซนต์ และ 40 เปอร์เซนต์ เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ และเมื่อมีการเคลื่อนของฟัน ในอัตราเร็ว 0.25 และ 0.5 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ร่วมด้วย จะทำให้แรงลดลงเหลือเพียง 33 เปอร์เซนต์ และ 25 เปอร์เซนต์ ตามลำดับเมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์

Ash และ Nikolai (1978) ได้ทำการศึกษาขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลที่ลดลงในสภาวะแวดล้อม 3 แบบเปรียบเทียบกัน โดย 2 แบบแรกเป็นการศึกษาแบบนอกกาย (in vitro) คือในอากาศ และในน้ำ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และแบบที่ 3 เป็นการศึกษาแบบในกาย (in vivo) ผลการศึกษาพบว่าพลาสติกโมดูลกลุ่มที่ทำการศึกษาแบบในกาย เมื่อ

เปรียบเทียบกับกลุ่มที่อยู่ในอากาศที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จะมีการลดลงของขนาดของแรงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเวลาผ่านไป 30 นาที และเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่อยู่ในน้ำที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบว่ากลุ่มที่ทำการศึกษาแบบในกายจะมีการลดลงของขนาดของแรงมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์

De Genova และคณะ (1985) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบการลดลงของแรงจากพลาสติกโมดูล ในสภาพแวดล้อม 2 แบบ คือ ในน้ำลายเทียม ที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 37 องศาเซลเซียส และในน้ำลายเทียมที่ควบคุมอุณหภูมิให้มีการแปรเปลี่ยนอยู่ในช่วง 15 ถึง 45 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดลองพบว่าพลาสติกโมดูลในกลุ่มหลังมีการลดลงของขนาดของแรงน้อยกว่ากลุ่มแรก และในส่วนที่สองของการทดลองเป็นการเปรียบเทียบการลดลงของขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลที่ถูกยึดเป็นระยะทางคงที่ กับพลาสติกโมดูลที่มีการเคลื่อนของฟันในอัตราเร็ว 0.25 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ร่วมด้วย และทั้งสองกลุ่มอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้แปรเปลี่ยนอยู่ในช่วง 15 ถึง 45 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการทดลองพบว่าพลาสติกโมดูลกลุ่มที่มีการเคลื่อนฟันร่วมด้วยนั้น จะมีแรงเหลืออยู่น้อยกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง 9 ถึง 13 เปอร์เซนต์

Killiany และ Duplessis (1985) ได้รายงานผลการศึกษาขนาดของแรงที่ได้และการลดลงของขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลของ 2 บริษัท คือ เอเนอร์ยี่ เชน (Energy Chain®) ของบริษัทร็อกกี เมาเทน ออร์โธดอนติกส์ (Rocky Mountain Orthodontics ; RMO) และพลาสติกโมดูลของบริษัทอเมริกัน ออโธดอนติกส์ (American Orthodontics) ชนิดห่วงชิด ผลการศึกษาพบว่าเมื่อยืดพลาสติกโมดูลให้ยาวออก 100 เปอร์เซนต์ จะได้แรงไม่เท่ากัน คือ 330 และ 375 กรัมตามลำดับ และเมื่อจัดให้อยู่ในสภาพแวดล้อมในช่องปากจะให้แรงเหลืออยู่ 66 และ 33 เปอร์เซนต์ของแรง เริ่มต้น เมื่อเวลาผ่านไป 4 สัปดาห์ การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างของขนาดของแรง และการลดลงของขนาดของแรงในพลาสติกโมดูลของแต่ละบริษัท ซึ่งในการศึกษาที่ผ่านมาก็แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างนี้เช่นเดียวกัน (Andreasen และ Bishara,1970 ; Bishara และ Andreasen, 1970 ; Hershey และ Reynolds, 1975 ; Ash และ Nikolai, 1978)

ในปัจจุบันได้มีการผลิตพลาสติกโมดูลชนิดสีออกมามากมายหลายสีนอกเหนือจากสีเทาและสีใสที่มีอยู่เดิม และได้รับความนิยมใช้กันมากขึ้น อาจเนื่องมาจากผู้ป่วยทางทันตกรรม

จัดฟันส่วนใหญ่ยังอยู่ในวัยเด็กถึงวัยรุ่น จึงชอบที่จะเลือกใช้เครื่องมือที่มีสีสรรสวยงาม ทำให้ทันตแพทย์จัดฟันนิยมนำพลาสติกโมดูลชนิดสีมาใช้ เพราะหวังผลในการได้รับความร่วมมือจากผู้ป่วย ซึ่ง Baty, Voiz และ von Fraunhofer (1994) ก็ได้ทำการศึกษาพลาสติกโมดูลชนิดสี โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือเพื่อทดสอบความสามารถในการให้แรงเปรียบเทียบกันในแต่ละสีของพลาสติกโมดูลชนิดสี และเพื่อศึกษาความคงตัวของขนาดของพลาสติกโมดูลชนิดสีเมื่อเวลาผ่านไป โดยทำการศึกษาใน 3 บริษัท บริษัทละ 5 สี และทำการวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับสีเทา ในส่วนที่ศึกษาความสามารถในการให้แรง ใช้วิธีกำหนดค่าของแรงที่จะทดสอบไว้ที่ 150 และ 300 กรัม และวัดระยะยืดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละชิ้นซึ่งตัดเป็นจำนวน 4 ห่วงเท่ากันนั้นไว้เมื่อตอนเริ่มต้น จากนั้นจึงนำไปเก็บไว้ในสภาพแวดล้อม 3 แบบ คือในอากาศ แช่ในน้ำกลั่น และแช่ในน้ำลายเทียม (Oralube®) ทั้ง 3 แบบอยู่ในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แล้วนำมาทดสอบความสามารถในการให้แรงที่เปลี่ยนไป โดยเปรียบเทียบจากระยะยืดที่จะให้แรงได้ 150 และ 300 กรัมเท่าเดิม การวัดแรงจะกระทำที่เวลาต่างๆ คือ ที่เวลาเป็น 0, 1, 4, 24 ชั่วโมง, 7, 14 และ 21 วัน รวม 7 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างของการลดลงของขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลชนิดสีของบริษัทหนึ่ง

การทดลองนี้ไม่ได้ออกแบบให้มีการยืดพลาสติกโมดูลชนิดสีเช่นเดียวกับการใช้งานจริงในช่องปาก รวมไปถึงไม่มีการลดระยะที่ใช้ยืดเพื่อเลียนแบบการเคลื่อนฟัน และการวัดขนาดของแรงในการทดลองนี้ กระทำโดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง (universal testing machine) ซึ่งลักษณะการทำงานจะต้องมีการดึงยืดตัวอย่างที่ทดสอบด้วยความเร็วคงที่ค่าหนึ่ง แล้วปล่อยให้กลับสู่รูปร่างเดิม อันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของพลาสติกโมดูล ทำให้ค่าของแรงที่วัดได้มีค่าผิดไป ซึ่งการวัดกระทำถึง 7 ครั้ง ก็จะยิ่งทำให้ค่าของแรงที่วัดได้คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น รวมทั้งกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก คือมีเพียงสีละ 5 ชิ้น ทำให้ผลการศึกษาที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูง และมีความน่าเชื่อถือไม่เพียงพอที่จะใช้อ้างอิงไปยังประชากรที่ทำการศึกษาได้

การออกแบบการทดลองนี้ทำให้เห็นถึงความแตกต่างของผลจากสภาพแวดล้อมทั้ง 3 แบบที่มีต่อการให้แรง และความคงตัวของขนาดของพลาสติกโมดูลชนิดสี ซึ่งสภาพแวดล้อมทั้ง 3 แบบนั้น ล้วนแต่ไม่ใช่สภาพแวดล้อมที่แท้จริงในช่องปาก จากการศึกษาของ Saiko และ

คณะในปี 1990 กล่าวว่า สภาพแวดล้อมในช่องปากจะเป็น สภาพความชื้น 100 เปอร์เซนต์ (100% humidity) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในปัจจุบันทันตแพทย์จัดฟันนิยมใช้พลาสติกโมดูลชนิดสีกันมากขึ้น โดยเฉพาะในการเคลื่อนฟันเขี้ยวไปทางด้านไกลกลางในกรณีที่มีการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ร่วมด้วย แต่ทั้งนี้ก็ยังมีข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของแรงและการลดลงของขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลชนิดสีของบริษัทต่างๆค่อนข้างน้อย รวมทั้งความแตกต่างของขนาดของแรงที่ลดลงในแต่ละสี ซึ่งจะมีผลต่อการเคลื่อนฟันซี่ที่ต้องการและการควบคุมฟันซี่ที่เป็นหลักยึด (anchorage) รวมไปถึงความสบายและความร่วมมือของผู้ป่วยด้วย งานวิจัยนี้จะศึกษาถึงขนาดของแรง และการลดลงของขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลชนิดสีแต่ละสีของ 2 บริษัท คือ เจเนอร์เรชัน ทู (Generation II®) ของบริษัทออร์มโก คอร์โปเรชัน (Ormco Corporation) สีชมพู สีม่วง สีเขียว สีใส และสีเทา และ อะลาสติก ซีเค (Alastik CK®) ของบริษัทยูนิเท็ก คอร์โปเรชัน (Unitek Corporation) สีควัน สีฟัน สีใส และสีเทา เนื่องจากผลิตภัณฑ์ของทั้ง 2 บริษัทเป็นพลาสติกโมดูลที่มีใช้กันมานานและแพร่หลาย รวมทั้งถูกอ้างถึงเสมอในงานวิจัยที่ผ่านมา การศึกษาทำในสภาพแวดล้อมที่เลียนแบบสภาพแวดล้อมในช่องปาก คือสภาพความชื้น 100 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และเลียนแบบลักษณะการเคลื่อนของฟันเขี้ยวจริง เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของการทดลองของ Baty, Voiz และ von Fraunhofer คือใช้เครื่องมือยึดพลาสติกโมดูล ในระยะที่เป็นระยะเฉลี่ยของการใช้งานจริงในช่องปาก และลดระยะที่ใช้ยึดเพื่อเลียนแบบลักษณะการเคลื่อนของฟันเขี้ยว โดยมีแบรกเกต (bracket) ที่ใช้ในสภาพการใช้งานจริงในช่องปากเป็นตัวยึดพลาสติกโมดูลชนิดสีด้วย เครื่องมือยึดพลาสติกโมดูลนี้ถูกออกแบบให้สามารถทำการวัดแรงได้โดยไม่ต้องถอดพลาสติกโมดูลออกจากเครื่องมือ ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดการยืดหดซ้ำๆกันจากการวัดขนาดของแรงหลายครั้ง อันจะทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไป เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้งานจริงในคลินิก และได้เพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นสีละ 30 ชิ้น เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลและมีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่จะนำไปอ้างอิงกับประชากรที่ศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลชนิดสี
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบขนาดของแรงที่ลดลงของพลาสติกโมดูลชนิดสี

สมมติฐานของการวิจัย

1. ขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลชนิดสี แต่ละสีของทั้ง 2 บริษัท ไม่แตกต่างกัน
2. ขนาดของแรงที่ลดลงของพลาสติกโมดูลชนิดสี แต่ละสีของทั้ง 2 บริษัท ไม่แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยจะศึกษาขนาดของแรง และขนาดของแรงที่ลดลงในพลาสติกโมดูลชนิดสี แบบห่วงชิด ของ 2 บริษัท บริษัทละ 5 สี คือ

1.1 เจเนอร์เรชัน ทู จากบริษัทออร์มโก คอร์โปเรชัน สีเทา สีชมพู สีม่วง สีเขียว และสีใส

1.2 อะลาสติก ซีเค จากบริษัทยูนิเท็ก คอร์โปเรชัน สีเทา สีควัน สีฟัน และสีใส

2. การวิจัยนี้ ไม่ครอบคลุมถึงพลาสติกโมดูลแบบอื่น ๆ ของบริษัทเหล่านี้ รวมทั้งพลาสติกโมดูลของบริษัทอื่นๆ

3. การวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาแบบนอกกาย ที่เลียนแบบการเคลื่อนฟันเขี้ยวบนด้านขวาในช่องปาก โดยยึดพลาสติกโมดูลที่ตัดเป็นชิ้นๆละ 3 ห่วงเป็นระยะทาง 18 มิลลิเมตร บนเครื่องมือซึ่งสามารถลดระยะทางลงได้ และเก็บในภาชนะปิดซึ่งมีสภาพความชื้น 100 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 37 $\pm$1 องศาเซลเซียส

4. การวัดแรงจะกระทำเป็นช่วง ๆ จำนวน 7 ครั้ง เป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ คือเมื่อเวลาผ่านไป 0, 1, 4, 24 ชั่วโมง, 7, 14 และ 21 วัน โดยจะวัดแรงจากพลาสติกโมดูลที่ยังอยู่บนเครื่องมือที่ใช้ยึด ซึ่งออกแบบให้สามารถวัดแรงได้โดยไม่ต้องถอดพลาสติกโมดูลออก

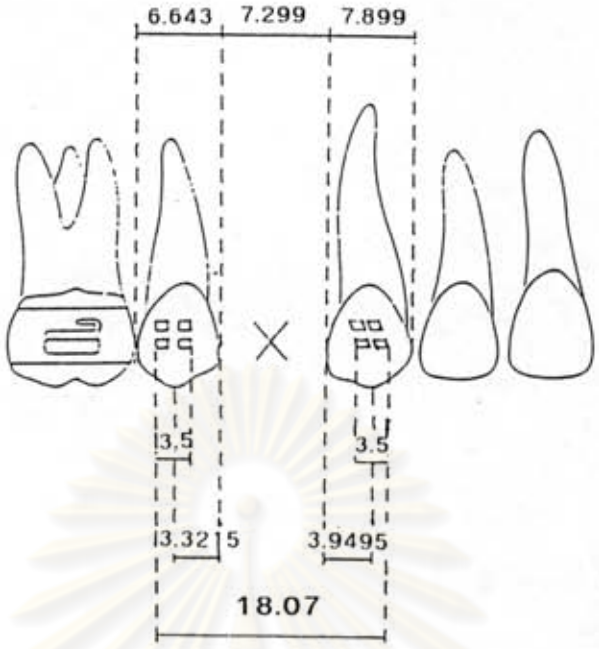
5. การวิจัยนี้ใช้วัสดุที่ถูกเก็บรักษาไว้ในซองพลาสติกอย่างมิดชิด ซึ่งจะเปิดซองนำออกมาใช้เฉพาะเมื่อจะทำการทดลองเท่านั้นและเป็นวัสดุใหม่ที่สุดเท่าที่ผู้จำหน่ายในประเทศไทยจะจัดหาได้ เพื่อหลีกเลี่ยงผลที่เกิดจากการเสื่อมจากการทำปฏิกิริยากับก๊าซต่าง ๆ ในอากาศ เช่น โอโซน และการเสื่อมตามอายุ

ข้อตกลงเบื้องต้น

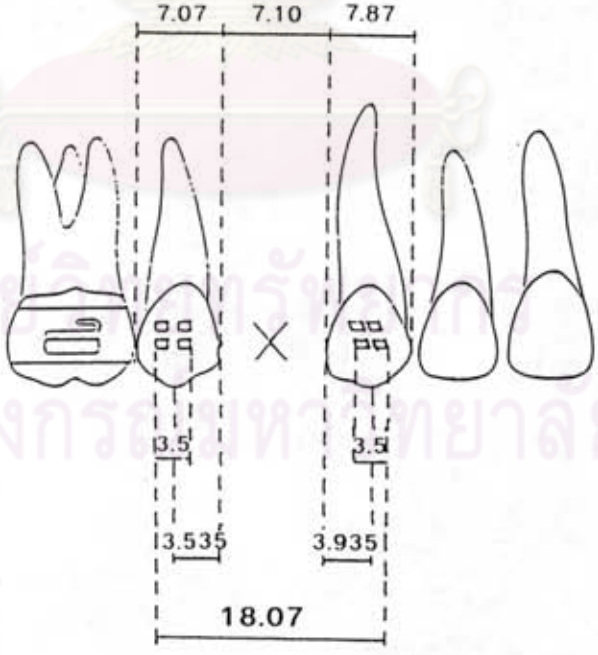
1. พลาสติกโมดูลที่นำมาทดลองจะตัดเป็นชิ้น ชิ้นละ 3 ห่วง เนื่องจากเป็นจำนวนห่วงที่ใช้กันมากในทางคลินิก (Rock,Wilson และ Fisher, 1985, 1986)

2. เพื่อเป็นการเลียนแบบการเคลื่อนฟันเขี้ยวบนด้านขวา ไปทางด้านไกลกลางเพื่อแทนที่ช่องว่างที่เกิดขึ้นจากการถอนฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 ให้เหมือนสภาพในช่องปากจึงเลือกระยะทางที่ใช้ยึดพลาสติกโมดูลเป็น 18 มิลลิเมตร เนื่องมาจากงานวิจัยของ วิรัช พัฒนาภรณ์ (2526) พบว่าขนาดความกว้างเฉลี่ยของฟันของคนไทยในแนวระนาบของฟันเขี้ยวบนด้านขวา และฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 และ 2 บนด้านขวา มีค่าเป็น 7.899 ,7.299 และ 6.643 มิลลิเมตรตามลำดับ ประกอบกับขนาดความกว้างของแบรกเกตที่ใช้มีขนาด 3.5 มิลลิเมตร ทำให้ระยะจากปีกด้านใกล้กลาง (mesial wing) ของแบรกเกตของฟันเขี้ยวบนด้านขวา ไปยังปีกด้านไกลกลาง (distal wing) ของแบรกเกตของฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 บนด้านขวาเป็นระยะ 18.07 มิลลิเมตร หรือประมาณ 18 มิลลิเมตร (รูปที่ 1)

และจากงานวิจัยของ Srisopark (1972) พบว่าขนาดความกว้างเฉลี่ยของฟันเขี้ยวบน ฟันกรามน้อยซี่ที่ 1 และ 2 บน เท่ากับ 7.87 ,7.10 และ 7.07 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับแบรกเกตที่มีขนาด 3.5 มิลลิเมตร ก็จะได้ระยะจากปีกด้านใกล้กลางของแบรกเกตของฟันเขี้ยวบน ไปยังปีกด้านไกลกลางของฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 บนเป็น 18.07 มิลลิเมตร หรือประมาณ 18 มิลลิเมตร เช่นเดียวกัน (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 : แสดงระยะที่ใช้ยึดพลาสติกโมดูล (มิลลิเมตร) ที่พิจารณาจากขนาดฟัน
จากการศึกษาของ วิรัช พัฒนาภรณ์ (2526)



รูปที่ 2 : แสดงระยะที่ใช้ยึดพลาสติกโมดูล (มิลลิเมตร) ที่พิจารณาจากขนาดฟัน
จากการศึกษาของ Srisopark (1972)

3. การทดลองนี้ถูกออกแบบให้เลียนแบบลักษณะการเคลื่อนของฟันเขี้ยว คือมีการลดระยะทางที่ใช้ยืดพลาสติกโมดูลลง โดยในครั้งแรกจะลดลงเป็นระยะทาง 0.2 มิลลิเมตร เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นความกว้างเฉลี่ยของช่องเอ็นยึดปริทันต์ (periodontal space) (Coolidge, 1937) ที่รากของฟันเขี้ยวเคลื่อนตัวเข้าไปเมื่อได้รับแรงกระทำ การลดระยะครั้งที่ 2 และ 3 จะลดลงเป็นระยะทางครั้งละ 0.4 มิลลิเมตร ซึ่งจะกระทำเมื่อเวลาผ่านไป 7 และ 14 วัน ทำให้ระยะทางที่ใช้ยืดพลาสติกโมดูล ลดลงเหลือ 17.8, 17.4 และ 17.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้จะทำการลดระยะหลังจากทำการวัดแรงในช่วงนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

4. เครื่องมือที่ใช้ยืดพลาสติกโมดูล ถูกออกแบบให้เลียนแบบสภาพการใช้งานของพลาสติกโมดูลในช่องปากจริง คือใช้แบรกเกตของฟันเขี้ยวบนด้านขวาและฟันกรามน้อยบนด้านขวาเป็นตัวยึดพลาสติกโมดูล และได้ทำการตรวจสอบระยะตั้งแต่ปีกด้านใกล้กลางของแบรกเกตฟันเขี้ยวบนด้านขวาถึงปีกด้านไกลกลางของแบรกเกตฟันกรามน้อยซี่ที่ 2 บนด้านขวาให้เท่ากับ 18 มิลลิเมตรทุกคู่ และการลดระยะสามารถกระทำได้โดยการถอยสกรูที่ใช้สำหรับขยายขากรรไกร ซึ่งได้ขยายไว้ก่อนแล้วนั้น โดยหมุนสกรูกลับครั้งแรก 1 รอบ ทำให้ระยะทางลดลง 0.2 มิลลิเมตร ครั้งที่ 2 และ 3 ครั้งละ 2 รอบ ทำให้ระยะทางลดลงครั้งละ 0.2 มิลลิเมตร การตรวจสอบระยะต่าง ๆ ของเครื่องมือกระทำโดยใช้เวอร์เนียร์ แคลลิเปอร์ส (verneer calipers) ซึ่งวัดได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร

5. เครื่องมือที่ใช้ยืดพลาสติกโมดูลนี้ไม่ได้ออกแบบให้มีลวดจัดฟัน (orthodontic wire) อยู่ในสลอต (slot) ของแบรกเกตแต่ละคู่เช่นสภาพจริงในช่องปาก ซึ่งอาจจะมีผลเกี่ยวข้องกับการทดลองนี้ในส่วนของแรงที่ใช้เคลื่อนฟันส่วนหนึ่งที่จะต้องสูญเสียไปกับแรงเสียดทาน (frictional force) ระหว่างลวดและแบรกเกตเมื่อมีการเคลื่อนฟันเขี้ยวด้วยการเลื่อนไปตามลวด (sliding movement) แต่ทั้งนี้เนื่องจากแรงเสียดทานนี้จะถูกหักล้างโดยแรงจากกล้ามเนื้อรอบช่องปาก (muscular pressure)และแรงจากการบดเคี้ยว (masticatory force) (Kuster, Ingervall และ Burgin, 1986) นอกจากนี้ Huffmann และ Way (1983) พบว่าไม่มีความแตกต่างของประสิทธิภาพในการเคลื่อนฟันไปตามลวดที่มีขนาดแตกต่างกันด้วยแรงขนาดเท่ากัน

6. การวัดแรงทำโดยใช้เครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ (Correx gauge®) ซึ่งมีหน่วยเป็นกรัม (gram) และทำการตรวจสอบความถูกต้องด้วยวิธีเทียบกับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่ผ่านการตรวจสอบน้ำหนักจากเครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้าแล้ว

ประโยชน์ของการวิจัย

1. เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้วัสดุที่ให้แรงที่เหมาะสมกับการเคลื่อนฟัน อันจะทำให้ผู้ป่วยรู้สึกสบายและให้ความร่วมมือในการรักษา ทำให้ระยะเวลาการรักษาสั้นลง รวมทั้งมีผลต่อการควบคุมฟันที่ใช้เป็นหลักยึดด้วย

2. เพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิจัยต่อไป

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ประกอบในการวิจัยมีไม่เพียงพอ โดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวกับส่วนประกอบของพลาสติกโมดูลแต่ละชนิดซึ่งบริษัทผู้ผลิตไม่เปิดเผย ทำให้ไม่สามารถแปลผลการวิจัยในเชิงของคุณสมบัติของวัสดุได้

2. การวิจัยนี้เป็นการทดลองแบบนอกกายซึ่งได้พยายามเลียนแบบสภาพในช่องปากแต่ก็ยังคงมีความแตกต่างอยู่บ้าง เช่น ช่วงอุณหภูมิในช่องปากที่แปรเปลี่ยนตามอาหารที่รับประทาน แรงบดเคี้ยว สภาพความเป็นกรด ด่าง สารเคมีที่ใช้เกี่ยวกับการรักษาอนามัยช่องปาก อาทิเช่น ยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก เป็นต้น ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเป็นผลที่ได้จากการกำหนดสภาพแวดล้อมบางประการเท่านั้น และเป็นเพียงแนวทางที่จะศึกษาคุณสมบัติของพลาสติกโมดูลแต่ไม่สามารถนำมาอ้างถึงสภาพการใช้งานจริงได้อย่างสมบูรณ์

คำจำกัดความ

1. พลาสติกโมดูล อาจเรียกว่า อิลาสโตเมอริกโมดูล (elastomeric module) หรือ อิลาสโตเมอริกเชน (elastomeric chain) หมายถึง เครื่องมือทางทันตกรรมจัดฟันที่เป็นส่วน

กำเนิดแรงในการเคลื่อนฟัน มีลักษณะเป็นห่วงวงกลมเรียงชิด เว้นระยะสั้นหรือห่างแล้วแต่บริษัทผู้ผลิต มีคุณสมบัติยืดหยุ่น หลังจากถูกยืดออกจะกลับสู่รูปร่างเดิมอย่างรวดเร็ว เนื่องจากผลิตจากโพลิเมอร์สังเคราะห์ (synthetic polymer) ที่เรียกว่าเทอร์โมพลาสติกโพลิยูรีเทนอิลาสโตเมอร์ (thermoplastic polyurethane elastomer) ซึ่งจะมีส่วนประกอบเป็นโพลิเอสเทอร์ (polyester) หรือ โพลิอีเทอร์ (polyether) แล้วแต่บริษัทผู้ผลิต

2. แรงที่ลดลง (force degradation, force decay) หมายถึงรูปแบบ และค่าของแรงดึงที่ได้จากการยืดพลาสติกโมดูล ซึ่งลดลงตามระยะเวลาที่ผ่านไปเมื่อดึงไว้เป็นระยะทางหนึ่ง ทั้งนี้เป็นผลจากการสูญเสียพันธะทุติยภูมิ (secondary bond) หรือที่เรียกว่า รีแล็กเซชัน (relaxation) ร่วมกับการเสื่อมสภาพจากปฏิกิริยาเคมีซึ่งเกิดจากการที่วัสดุสัมผัสกับของเหลวในช่องปาก (polymeric degradation)

3. แรงที่เหมาะสมในการเคลื่อนฟัน (optimal force) หมายถึง แรงที่มีขนาดพอเหมาะที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนของฟันอย่างมีประสิทธิภาพ และเคลื่อนด้วยอัตราเร็วสูงสุด ในขณะที่ก่อให้เกิดความไม่สบายต่อผู้ป่วย และอันตรายต่ออวัยวะปริทันต์น้อยที่สุด (Gianelly และ Goldman, 1971) หรือ แรงที่มีขนาดน้อยที่สุดที่จะทำให้เกิดการตอบสนองของอวัยวะปริทันต์มากที่สุดหรือใกล้เคียง (Proffit และคณะ, 1993) ทั้งนี้ขนาดของแรงที่เหมาะสมในการเคลื่อนฟันจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาด จำนวน และความยาวของรากฟันที่จะเคลื่อน ชนิดของการเคลื่อนฟัน รวมทั้งอายุและลักษณะของกระดูกและอวัยวะรองรับฟัน (periodontium) ของผู้ป่วย เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย