



ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากร

เป็นพลาสติกโมดูล ซึ่งผลิตจาก 2 บริษัท ทั้งหมด 9 สี และมีชื่อทางการค้าดังนี้

1.1 เจเนอร์เรชั่น ทุ จากบริษัทออร์มโก คอร์โปเรชั่น สีชมพู สีม่วง สีเขียว สีใส และสีเทา

1.2 อะลาสติก ซีเค จากบริษัทยูนิเท็ก คอร์โปเรชั่น สีคว้น สีฟัน สีใส และสีเทา
ดังแสดงในรูปที่ 7

2. กลุ่มตัวอย่าง

เป็นพลาสติกโมดูลจำนวน 9 ม้วน จากทั้ง 2 บริษัท สีละ 1 ม้วน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จากนั้นนำมาสุ่มออกมาด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (systematic random sampling) โดยตัวอย่างแต่ละชิ้นจะตัดเป็นชิ้น ๆ ละ 3 ห่วง ให้เหลือปลายเกินออกมาทั้งสองด้านไว้ด้านละครึ่งห่วง เพื่อไม่ให้เกิดการผิดรูปร่างของห่วงที่ส่วนปลายทั้งสองจากการตัด (รูปที่ 8)

2.1 เจเนอร์เรชั่น ทุ ทั้ง 5 สี สีละ 30 ชิ้น

2.2 อะลาสติก ซีเค ทั้ง 4 สี สีละ 30 ชิ้น

รวมเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 270 ชิ้น

การยืดพลาสติกโมดูลเพื่อตรงกับเครื่องมือยืดพลาสติกโมดูลจะกระทำอย่างช้าๆ เพื่อไม่ให้โมดูลส์ความยืดหยุ่น (modulus of elasticity) เปลี่ยนแปลง (Kovatch และคณะ, 1976) โดยพยายามรักษาระยะที่ใช้ยืดนี้ไว้ไม่ให้เกินที่กำหนด คือ 18 มิลลิเมตร และไม่ให้

เกิดลักษณะการยืดก่อนใช้ (prestretch) ตลอดการทดลอง เนื่องจากจะทำให้คุณสมบัติของพลาสติกโมดูลเปลี่ยนแปลงไป (Brantley และคณะ, 1979 ; Young และ Sandrik, 1979)

3. เครื่องมือที่ใช้

3.1 เครื่องมือยึดพลาสติกโมดูล (รูปที่ 9) ซึ่งสามารถลดระยะทางที่ใช้ยึดได้ เพื่อเลียนแบบการเคลื่อนฟัน ส่วนฐานทำด้วยพลาสติกแข็งสีขาว มีขนาดความกว้าง 4 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และหนา 9 มิลลิเมตร ส่วนบนเป็นพลาสติกแข็งสีดำขนาดกว้างและยาวเท่ากับ ส่วนฐาน แต่หนา 2 มิลลิเมตร ทั้งหมดนี้แบ่งครึ่งตามความยาวเป็น 2 ส่วนและมีสกรูขนาดกลางของบริษัทเด็นทารุม (Dentarum[®]) ซึ่งใช้สำหรับขยายขากรรไกรล่าง และเคลื่อนฟันไปทางด้านไกลกลาง (medium skeleton-type screw for mandible-lateral expansion and distal movement, ordered number 600-0166) จำนวน 2 ตัว ฝังอยู่ที่ส่วนปลายทั้ง 2 ข้างของพลาสติก 2 ชิ้นนี้ เพื่อใช้ลดระยะทางที่ใช้ยึดพลาสติกโมดูล โดยสกรูชนิดนี้จะขยายได้ระยะทาง 0.8 มิลลิเมตร เมื่อหมุนสกรู 1 รอบ หรือ 360 องศา

ส่วนบนของชิ้นแรก ติดแบรคเกตของฟันกรามน้อยบนซี่ที่ 2 (maxillary second premolar) เรียงตัวเป็นเส้นตรงจำนวน 10 อัน เป็นแบรคเกตชนิดมาตรฐานของบริษัทออร์เมท คอร์โปเรชัน (Ormesh[®]: standard twin mini bracket, slot 0.018 inch, torque 0 degree, angulation 0 degree, ordered number : 350-0506) ส่วนบนของชิ้นที่สองจะแบ่งส่วนพลาสติกสีดำเป็นรูปสามเหลี่ยมฐานกว้าง 1 เซนติเมตร อยู่ทางด้านที่ผ่า และสูง 2.6 เซนติเมตร จำนวน 10 ชิ้นวางเรียงตัวกัน และติดแบรคเกตของฟันเขี้ยวด้านขวาบน (maxillary right canine) เรียงตัวเป็นเส้นตรงและอยู่ในแนวเดียวกับแบรคเกตของฟันกรามน้อยบนซี่ที่ 2 ที่ติดอยู่อีกชิ้นหนึ่งเป็นคู่ๆ แบรคเกตที่ใช้เป็นชนิดมาตรฐานของบริษัทออร์เมท คอร์โปเรชัน (Ormesh[®]: standard twin mini diamond TM bracket, slot 0.018 inch, torque 0 degree, angulation +10 degree, ordered number : 350-0330) และการติดแบรคเกตนี้จะทำในขณะที่ขยายสกรูออก 17 ครั้ง เพื่อให้เพียงพอต่อการหมุนสกรูกลับทางในการลดระยะที่ใช้ยึดพลาสติกโมดูลและเพื่อให้ติดแบรคเกตในตำแหน่งที่พอเหมาะกับขนาดความกว้างของเครื่องมือ และที่แบรคเกตของฟันเขี้ยวด้านขวาบนจะผูกด้วยลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.01 มิลลิเมตร

ที่ทำเป็นห่วง เพื่อใช้สำหรับเกี่ยวกับเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ

แผ่นพลาสติกสีดำรูปสามเหลี่ยมซึ่งติดแบรเกตของฟันเขี้ยวด้านขวาบนนี้จะเป็นอิสระไม่ติดอยู่กับส่วนฐานสีขาว แต่จะถูกยึดติดกันด้วยหมุดซึ่งทำจากลวดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร โดยเสียบตรงกับส่วนฐานซึ่งจะเจาะรูให้ตรงกันและมีขนาดพอดีกับหมุด

การลดระยะทางตามระยะเวลาที่กำหนด โดยหมุนสกรูกลับทาง 1 ครั้งหรือ 90 องศา จะได้ระยะทาง 0.2 มิลลิเมตร ดังนั้นในการลดระยะทางในการวิจัยนี้จะหมุนสกรูกลับสำหรับการลดระยะครั้งแรก 1 ครั้งหรือ 90 องศา จะได้ระยะทาง 0.2 มิลลิเมตร ในการลดระยะครั้งที่ 2 และ 3 จะหมุนสกรูกลับครั้งละ 2 ครั้งหรือ 180 องศา จะได้ระยะทางครั้งละ 0.4 มิลลิเมตร ตามต้องการ ในตอนเริ่มต้นกำหนดระยะตั้งแต่ปีกด้านใกล้กลางของแบรเกตของฟันเขี้ยวบนด้านขวา ไปถึงปีกด้านใกล้กลางของแบรเกตของฟันกรามน้อยบนซี่ที่ 2 ของแต่ละคู่ นั้นห่างจากกันเป็นระยะทาง 18 มิลลิเมตร โดยใช้เวอร์เนียร์ แคลลิเปอร์ส ซึ่งอ่านได้ละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร สำหรับตรวจสอบระยะทางทั้งเมื่อเริ่มต้น และเมื่อทำการลดระยะ เครื่องมือนี้ยึดพลาสติกโมดูลได้ครั้งละ 10 ชิ้น จึงต้องใช้เครื่องมือนี้กับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 3 ชิ้น

3.2 เครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ (Correx gauge[®]) (รูปที่ 10) เป็นเครื่องวัดแรงดึงในทางทันตกรรมจัดฟัน หน่วยเป็นกรัมในการวิจัยนี้ใช้คอร์เร็กซ์ เกจ ขนาดเล็ก ใช้วัดแรงตั้งแต่ 25 ถึง 250 กรัม อ่านได้ละเอียดถึง 5 กรัม

ก่อนและหลังทำการวัดต้องทำการปรับสเกลด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน ซึ่งทดสอบน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้าแล้ว เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อนของเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ

3.3 เครื่องยึดขณะทำการวัดแรง (รูปที่ 11) ทำหน้าที่ยึดเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ และเครื่องมือยึดพลาสติกโมดูลให้อยู่นิ่งกับที่เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการวัดโดยถือเครื่องมือทั้ง 2 ชิ้นขณะทำการวัดแรงด้วยมือเปล่า เนื่องจากเป็นการยากที่จะทำให้มืออยู่นิ่งกับที่ได้ ทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อนไป เครื่องมือชิ้นนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

3.3.1 ส่วนที่ใช้ยึดเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ ถูกออกแบบให้สามารถถอดเปลี่ยนและยึดเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจได้ ส่วนที่ใช้ยึดนี้จะติดอยู่กับแกนเลื่อนซึ่งมีลักษณะเป็นเกลียว สามารถเลื่อนได้ในแนวระนาบโดยการหมุนเกลียวที่ด้ามที่อยู่ด้านข้าง

3.3.2 ส่วนที่ใช้ยึดเครื่องมือยึดพลาสติกโมดูล ซึ่งจะยึดให้อยู่ในแนวตั้ง ทำให้แนวแกนของเครื่องมือยึดพลาสติกโมดูลตั้งฉากกับแนวแกนของก้านของเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ และสามารถถอดเปลี่ยนเครื่องมือยึดพลาสติกโมดูลได้ ส่วนที่ 2 นี้สามารถเลื่อนขึ้นลงในแนวตั้ง เพื่อให้สามารถวัดขนาดของแรงจากพลาสติกโมดูลทั้ง 10 ชั้นบนเครื่องมือยึดได้ และจะสามารถปรับให้ชั้นพลาสติกโมดูลซึ่งถูกยึดในแนวระนาบมาอยู่ในระนาบเดียวกับเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ ซึ่งจะลดความคลาดเคลื่อนจากการวัดโดยใช้มือถือเครื่องมือทั้ง 2 ชั้นขณะทำการวัดแรง เนื่องจากเป็นการยากที่จะควบคุมให้ชั้นพลาสติกโมดูลที่กำลังทำการวัดและเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ อยู่ในระนาบเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ขนาดของแรงที่วัดได้คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

การวัดแรง (รูปที่ 12) กระทำโดยปรับส่วนที่ใช้ยึดเครื่องมือยึดพลาสติกโมดูล และส่วนที่ใช้ยึดเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ ให้ชั้นพลาสติกโมดูลที่จะทำการวัดมาอยู่ในระนาบเดียวกับเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ โดยให้ส่วนก้านสามารถเกี่ยวกับลวดที่ทำเป็นห่วงที่ส่วนปลายของชั้นพลาสติกรูปสามเหลี่ยมที่แบรกกัดยึดอยู่ได้พอดี จากนั้นจึงปลดหมุดที่ยึดแผ่นพลาสติกรูปสามเหลี่ยมออก แรงดึงจากพลาสติกโมดูลจะทำให้ก้านของเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ ขยับไปทางซ้าย ค่าแรงที่อ่านได้จากเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ คือขนาดของแรงดึงจากพลาสติกโมดูลที่ทำการวัดนั้น เมื่ออ่านและบันทึกค่าแรงเรียบร้อยแล้วจึงยึดแผ่นพลาสติกรูปสามเหลี่ยมด้วยหมุดยึดให้แน่นดังเดิม แล้วปรับส่วนที่ใช้ยึดเครื่องมือยึดพลาสติกโมดูลให้ชั้นพลาสติกโมดูลที่จะทำการวัดขึ้นต่อไปมาอยู่ในระนาบเดียวกับเครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ และทำการวัดแรงตามขั้นตอนเดิม

3.4 กล้องพลาสติกที่มีสภาพความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 13) โดยใช้กล้องพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิท บุด้วยสำลีชุ่มน้ำกลั่น และเตรียมไว้ก่อนเริ่มทำการทดลองเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.5 ตู้อบความร้อน (รูปที่ 14) ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดความร้อนและสามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์

4. การรวบรวมข้อมูล

นำพลาสติกโมดูลทุกสีของทั้งสองบริษัท จำนวนสีละ 30 ชิ้นมาบีตระหว่าง แบริกเกต 2 แถว ซึ่งมีระยะตั้งแต่ปีกด้านใกล้กลางของแบริกเกตของฟันเขี้ยวบนด้านขวาไปถึง ปีกด้านใกล้กลางของแบริกเกตของฟันกรามน้อยบนซี่ที่ 2 ของแต่ละคู่ห่างจากกันเป็นระยะทาง 18 มิลลิเมตร และการหมุนสกรูกลับครั้งแรก 0.2 มิลลิเมตร ครั้งที่ 2 และ 3 ครั้งละ 0.4 มิลลิเมตร รวมระยะที่ลดลง 3 ครั้ง เป็น 1.0 มิลลิเมตร และจะทำการลดระยะเมื่อวัดแรงในช่วง นั้นเรียบร้อยแล้ว ดังนี้

4.1 ครั้งที่ 1 เมื่อบีตพลาสติกโมดูลครบ 1 วัน ทำให้ระยะทางลดลงเหลือ 17.8 มิลลิเมตร

4.2 ครั้งที่ 2 เมื่อบีตพลาสติกโมดูลครบ 7 วัน ทำให้ระยะทางลดลงเหลือ 17.4 มิลลิเมตร

4.3 ครั้งที่ 3 เมื่อบีตพลาสติกโมดูลครบ 14 วัน ทำให้ระยะทางลดลงเหลือ 17.0 มิลลิเมตร

ตลอดการทดลองพลาสติกโมดูลทั้งหมด จะถูกเก็บไว้ในกล่องพลาสติกที่มีสภาพ ความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์ ในเครื่องอบความร้อนที่ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส และจะนำออกมาเฉพาะเวลาที่ทำการวัดแรงเท่านั้น

การวัดแรงจะใช้เครื่องวัดแรงคอร์เร็กซ์ เกจ ซึ่งมีหน่วยเป็นกรัม และจะทำการวัด แรงทั้งหมด 7 ครั้ง คือ เมื่อเวลาผ่านไป 0, 1, 4, 24 ชั่วโมง, 7, 14 และ 21 วัน

5. ตัวแปรของการวิจัย (variables)

5.1 ตัวแปรอิสระ (independent variables) สำหรับการวิจัยนี้คือ พลาสติกโมดูล ชนิดสี ได้แก่

5.1.1 เจเนอร์เรชัน ทู สีชมพู

5.1.2 เจเนอร์เรชัน ทู สีม่วง

5.1.3 เจเนอร์เรชัน ทู สีเขียว

- 5.1.4 เจเนอร์เรชัน ทู สีใส
- 5.1.5 เจเนอร์เรชัน ทู สีเทา
- 5.1.6 อะลาสติก ซีเค สีควัน
- 5.1.7 อะลาสติก ซีเค สีฟัน
- 5.1.8 อะลาสติก ซีเค สีใส
- 5.1.9 อะลาสติก ซีเค สีเทา

5.2 ตัวแปรตาม (dependent variables) คือ

- 5.2.1 ขนาดของแรงที่ได้
- 5.2.2 ขนาดของแรงที่ลดลงตามระยะเวลา ซึ่งแสดงผลเป็น 2 วิธีดังนี้
 - 5.2.2.1 ค่าของแรงที่ลดลงตามระยะเวลา มีหน่วยเป็นกรัม
 - 5.2.2.2 ค่าของแรงที่ลดลงตามระยะเวลา คิดเป็นร้อยละของแรงเริ่มต้น

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 หาค่าเฉลี่ย (mean : \bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ของแรงดึงของพลาสติกโมดูลทั้ง 9 กลุ่ม ที่วัดได้ในแต่ละช่วงเวลา มีหน่วยเป็นกรัม และที่คิดเป็นร้อยละของแรงเริ่มต้น

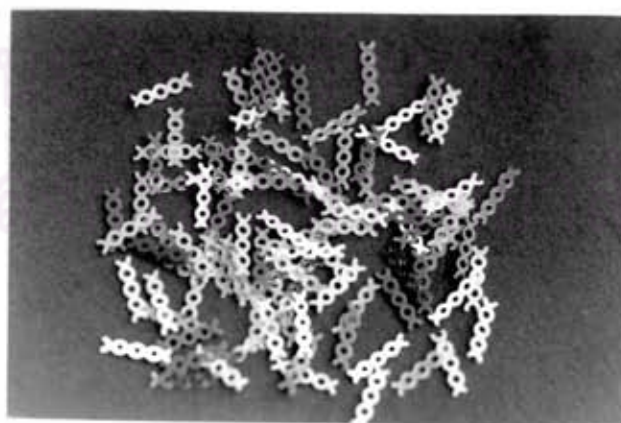
6.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแรงดึงของพลาสติกโมดูลทั้ง 9 สี ที่เวลาต่างๆ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และถ้าผลของการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน จะทำการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison test) ด้วยวิธีของ Tukey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.3 ทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ยของแรงดึงที่ลดลงของพลาสติกโมดูลทั้ง 9 สี ในช่วงเวลาเดียวกัน และค่าเฉลี่ยของแรงดึงที่ลดลงของพลาสติกโมดูล ในแต่ละช่วงเวลาของสีเดียวกัน โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way ANOVA) ที่

ระดับนัยสำคัญ .05 และถ้าผลของการวิเคราะห์มีความแตกต่างกัน จะทำการเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison test) ด้วยวิธีของ Tukey HSD ที่ระดับนัยสำคัญ .05



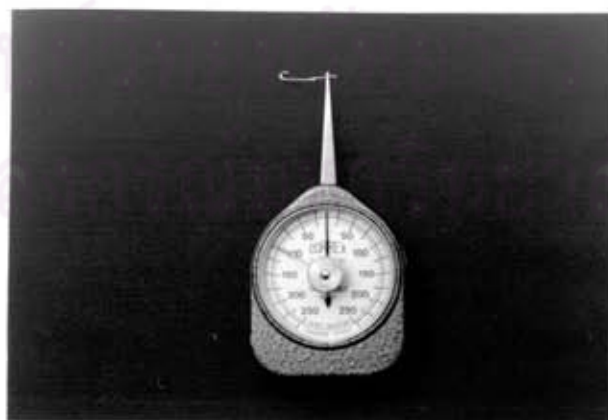
รูปที่ 7 : พลาสติกโมดูลทั้ง 9 สีที่ทำการศึกษา



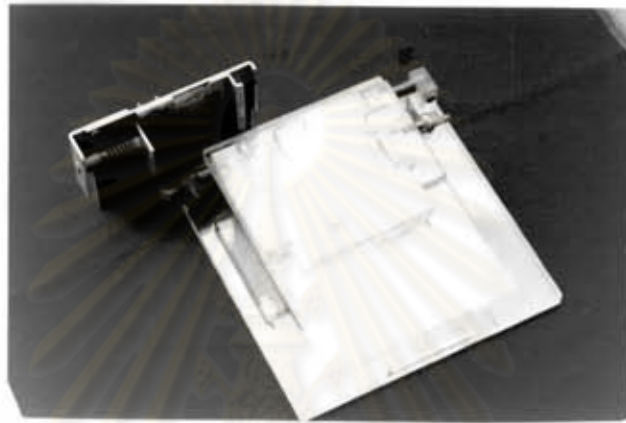
รูปที่ 8 : แสดงลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดเป็นชิ้น ชิ้นละ 3 ห่วง และมีส่วนเกินที่ปลายทั้ง 2 ข้าง



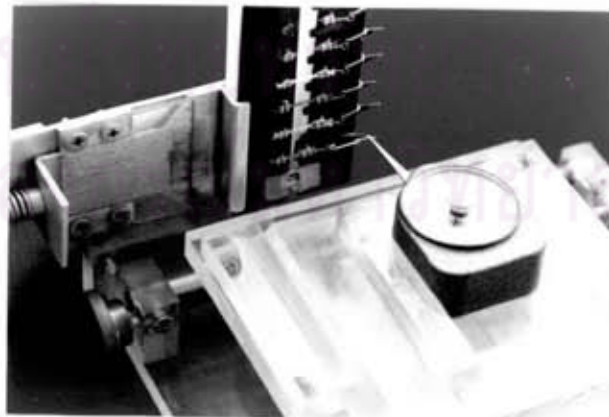
รูปที่ 9 : เครื่องมือยึดพลาสติกโมดูล



รูปที่ 10 : เครื่องวัดแรงคอรีโอลิส เกจ



รูปที่ 11 : เครื่องมือวัดขณะทำการวัดแรง



รูปที่ 12 : แสดงการวัดแรง



รูปที่ 13 : กล้องพลาสติกปิดสนิทที่มีสภาพความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 14 : ตู้อบความร้อน