

บทที่ 5

วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณสมบัติความแข็งแรงดัดขวางของพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมและเส้นใยแก้วทางทันตกรรม พบว่า พอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ถูกเสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ได้รับการเตรียมผิวด้วยสารคู่ควบไซเลน ให้ค่าความแข็งแรงดัดขวางที่สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ พอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางทันตกรรมและพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ไม่ได้เส้นใยแก้ว (กลุ่มควบคุม) ซึ่งความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมผิวด้วยสารคู่ควบไซเลนให้ค่าความแข็งแรงดัดขวางต่ำที่สุด และแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาที่ผ่านมา ระบุว่า การเสริมเส้นใยแก้วให้แก่ฐานฟันเทียมเรซินอะคริลิกช่วยให้ฐานฟันเทียมมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นทั้งในแง่ความทนต่อแรงดัดโค้งและแรงกระแทก⁴ จากการศึกษพบว่าสามารถสร้างการยึดติดทางเคมีระหว่างเส้นใยแก้วซึ่งเป็นสารอินทรีย์และพอลิเมทิลเมทาคริเลตซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ โดยการปรับสภาพผิวของเส้นใยแก้วด้วยสารคู่ควบไซเลน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวนอกจากจะช่วยสร้างพันธะเคมีระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์แล้วยังช่วยเพิ่มค่าพลังงานพื้นผิว (surface energy) ทำให้วัสดุเรซินอะคริลิกสามารถไหลแผ่และแทรกตัวเข้าไปห่อหุ้มเส้นใยแก้วที่ผ่านการปรับสภาพได้อย่างทั่วถึง ส่งผลให้การยึดติดเชิงกลระหว่างเส้นใยแก้วและเมทริกซ์ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตดีขึ้น ฐานฟันเทียมจึงมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น^{7, 15-17} แต่เมื่อพิจารณาผลการศึกษารั้งนี้กลับพบว่า การเสริมความแข็งแรงแก่พอลิเมทิลเมทาคริเลตด้วยเส้นใยแก้วทั้งชนิดสำเร็จรูปทางทันตกรรม หรือเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ผ่านการปรับสภาพด้วยสารคู่ควบไซเลน ให้ค่าความแข็งแรงดัดขวางไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เสริมความแข็งแรง เป็นไปได้ว่าแรงยึดติดระหว่างเส้นใยแก้วและเรซินเมทริกซ์ของพอลิเมทิลเมทาคริเลตไม่แข็งแรงเพียงพอ ดังจะเห็นได้จากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนก่อนการทดสอบของตัวอย่างที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ปรับสภาพด้วยสารคู่ควบไซเลน ซึ่งยังคงมีช่องว่างหรือความไม่สมบูรณ์บริเวณรอยต่อระหว่างเส้นใยแก้วและเมทริกซ์ของพอลิเมอร์ และแม้แต่กลุ่มที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วสำเร็จรูปทางทันตกรรมที่มีเรซินอะคริลิกห่อหุ้มเส้นใยแก้วทั้งหมด จนไม่พบช่องว่างหรือความไม่สมบูรณ์บริเวณรอยต่อภายในชั้นของเส้นใยแก้ว แต่เมื่อพิจารณาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดภายหลังการทดสอบคุณสมบัติความแข็งแรงดัดขวางกลับพบรอยแยกบริเวณรอยต่อระหว่างชั้นของเส้นใยแก้วกับเมทริกซ์ของพอลิเมอร์ ซึ่งบ่งชี้ว่า บริเวณ

ดังกล่าวเป็นตำแหน่งที่มีความอ่อนแอและง่ายต่อการเกิดการแตกหัก จนทำให้ค่าความแข็งแรงยืดของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้ว

แม้ผลการศึกษานี้พบว่า ค่าความแข็งแรงดัดขวางระหว่างกลุ่มที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ปรับสภาพด้วยสารคู่ควบไซเลนมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วสำเร็จรูปทางทันตกรรม แต่เมื่อพิจารณาลักษณะภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด จะเห็นได้ว่า ชิ้นตัวอย่างกลุ่มที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ปรับสภาพด้วยสารคู่ควบไซเลน ยังคงมีการเชื่อมยึดระหว่างชั้นเส้นใยแก้วกับเรซิน เมทริกซ์ที่ด้อยกว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วสำเร็จรูปทางทันตกรรม และเมื่อพิจารณาภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดหลังการทดสอบคุณสมบัติความแข็งแรงดัดขวาง จะเห็นว่าชิ้นตัวอย่างที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ปรับสภาพด้วยสารคู่ควบไซเลนมีการแตกหักของพอลิเมอร์ที่หุ้มล้อมรอบเส้นใยแก้ว ลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นแนวโน้มการแตกหักที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเส้นใยแก้วเมื่อชิ้นงานได้รับแรงกระทำทั้งในลักษณะของแรงกระแทกหรือแรงกระทำซ้ำๆ ที่ก่อให้เกิดความล้า (fatigue) ในเนื้อวัสดุ ด้วยเหตุนี้หากต้องการประยุกต์ใช้เส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมเพื่อเสริมความแข็งแรงแก่ฐานฟันเทียม ควรพัฒนารูปแบบการปรับสภาพผิวเพื่อให้เกิดการยึดติดที่มีความแข็งแรงและคงทนเพื่อลดการแตกหักบริเวณรอยต่อระหว่างเรซินเมทริกซ์กับเส้นใยแก้วเมื่อวัสดุได้รับแรงกระทำ และควรพัฒนารูปแบบการทดสอบในห้องปฏิบัติการให้สามารถจำลองการเกิดความล้าในเนื้อวัสดุเนื่องจากการได้รับแรงกระทำซ้ำๆ ในปริมาณน้อยๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อวัสดุได้รับแรงจากการบดเคี้ยวซึ่งมีลักษณะซ้ำๆ ในปริมาณน้อยๆ

เดิมคณะผู้วิจัยต้องการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกลับไปมาซ้ำๆ กัน ซึ่งก่อให้เกิดการหดและขยายตัวของเส้นใยแก้วและพอลิเมทิลเมทาคริเลตในปริมาณที่แตกต่างกันอันก่อให้เกิดแรงเค้นในลักษณะซ้ำๆ กระทำต่อวัสดุจนทำให้เกิดความล้าสะสมในเนื้อวัสดุ แต่ด้วยข้อจำกัดของเครื่องทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนเย็นแบบเป็นจังหวะ ซึ่งไม่สามารถทำกระบวนการดังกล่าวได้จนครบจำนวนรอบตามที่วางแผนไว้ คือเดิมวางแผนนำชิ้นตัวอย่างไปเข้าเครื่องควบคุมการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร้อนเย็นแบบเป็นจังหวะ จำนวน 30,000 รอบ เพื่อจำลองลักษณะความเค้นสะสมที่เกิดขึ้นภายในเนื้อวัสดุหลังการใช้งานในช่องปากเป็นเวลา 3 ปี แต่เมื่อลงมือปฏิบัติจริง พบว่า เครื่องสามารถทำการทดสอบได้เพียง 2,000 รอบเท่านั้น ผู้วิจัยจึงไม่พิจารณาปัจจัยดังกล่าวในการศึกษานี้

สรุปผลการทดลอง

ภายใต้ข้อจำกัดของการศึกษานี้ สรุปได้ว่า

1. ค่าความแข็งแรงดัดขวางของวัสดุพอลิเมทิลเมทาคริเลตชนิดก่อตัวด้วยความร้อนที่เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้วทางอุตสาหกรรมที่ปรับสภาพด้วยสารกึ่งควบไซเลน หรือเส้นใยแก้วสำเร็จรูปทางทันตกรรม มีค่าไม่แตกต่างจากพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ไม่ได้เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยแก้ว (กลุ่มควบคุม)
2. แม้ว่าการศึกษานี้ได้จำลองผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในช่องปากที่มีต่อคุณสมบัติความแข็งแรงดัดขวางแล้ว แต่ยังคงมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับผลการทดลอง จึงควรศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เพิ่มเติมก่อนนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในผู้ป่วย