

การเปรียบเทียบความทนแรงอัดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย และอะมัลกัม

ยศวดี ชาวตันพิพัทธ์ น.บ., นงวิภา พุฒิปาษ น.บ.,วท.ม.

สถาบันทันตกรรม กรมการแพทย์ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

Abstract: Comparison of Compressive Strength of Zirconia Reinforced Glass Ionomer Cement and Amalgam

Yodsawadee Chawantanphiphat, DDS., Nongwipa Putthipat, DDS., MSD

Institute of Dentistry, Department of Medical Services, Talad Khwan, Mueang, Nonthaburi, 11000

(E-mail: nongwipap@hotmail.com)

(Received: October 22, 2020; Revised: March 24, 2021; Accepted: March 26, 2021)

Background: Currently, the trend of amalgam usage is decreasing, due to the development of adhesive systems and toxicity from mercury, and also the development of tooth-colored restorations materials. Glass ionomer cement is one of the ideal tooth-colored restorative material and has fluoride release to prevent dental caries but the disadvantage is the low compressive strength. Therefore, it has been developed by adding zirconia in glass ionomer cement to increase a high compressive strength. **Objective:** The aims of this research were to evaluate and compare the compressive strength of restorative material zirconia reinforced glass ionomer cement: Zirconomer Improved, amalgam: Tytin FC[®], and conventional glass ionomer cement: GC Gold Label 9 Extra. **Method:** The 30 cylindrical specimens were fabricated by 4 mm in diameter and 6 mm in height then grouped into six study groups (n=5): group I (Zirconomer Improved at 1 hour), group II (Zirconomer Improved at 24 hours), group III (Tytin FC[®] at 1 hour), group IV (Tytin FC[®] at 24 hours), group V (GC Gold Label 9 Extra at 1 hour), group VI (GC Gold Label 9 Extra at 24 hours) for testing the compressive strength. The specimens were tested in a universal testing machine (Instron 5566) at a crosshead speed of 0.5 mm/min for compressive strength until failure occurred. Data analysis and statistical differences were ascertained using one - way ANOVA with Tukey post-hoc test (p<0.05). **Result:** In 1 hour period, the compressive strength was not different between zirconia reinforced glass ionomer cement and amalgam and was higher than that of conventional glass ionomer cement with statistical significance at the level of 0.05. In the 24 hour period, the compressive strength tests showed a significant difference in 3 groups, the highest compressive strength was exhibited by amalgam followed by zirconia reinforced glass ionomer cement and conventional glass ionomer cement respectively. **Conclusion:** The addition of zirconia increases the strength of glass ionomer cement significantly compared to the conventional glass ionomer cement and equivalent to amalgam at 1 hour but weaker than amalgam at 24 hours.

Keywords: Compressive strength, Zirconia reinforced glass ionomer cement, Amalgam, Conventional glass ionomer cement

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: ปัจจุบันแนวโน้มการอุดฟันโดยใช้อะมัลกัมลดลง เนื่องจากมีการพัฒนาของระบบสารยึดติด และความเป็นพิษจากสารปรอท นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาวัสดุอุดในกลุ่มสีคล้ายฟัน ซึ่งในกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีคุณสมบัติที่เป็นวัสดุอุดที่ดี คือมีการปลดปล่อยฟลูออไรด์ป้องกันฟันผุได้ แต่มีข้อด้อย คือ ค่าความ

ทนแรงอัดต่ำ จึงมีการพัฒนาโดยการเติมสารเซอร์โคเนียเป็นวัสดุสีคล้ายฟันและมีค่าความทนแรงอัดสูง **วัตถุประสงค์:** เพื่อเปรียบเทียบความทนแรงอัดระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย อะมัลกัม และ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม **วิธีการ:** ทำขึ้นทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรหนา 6 มิลลิเมตร ทั้งหมด 30 ชิ้น วัสดุละ 10 ชิ้น แต่ละวัสดุจะมี

2 กลุ่มทดสอบ คือ กลุ่มเวลา 1 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง รวมกลุ่มทดสอบทั้งหมด 6 กลุ่ม จากนั้น นำมาวัดความทนแรงอัดด้วยเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ชนิด Statics (Universal Testing Machine: Static, Instron 5566) โดยใช้ความเร็วหัวทดสอบที่ 0.5 มิลลิเมตร ต่อนาที ทดสอบจนเกิดการแตกหักของวัสดุแล้วบันทึกผล จากนั้น นำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความทนแรงอัดในแต่ละกลุ่มโดยใช้สถิติ one-way ANOVA **ผล:** เมื่อเปรียบเทียบ ค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยของอะมัลกัม กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย และ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม ทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ ที่ 1 และ 24 ชั่วโมง โดยที่ 1 ชั่วโมง พบว่า ความทนแรงอัดเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ระหว่าง กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนียกับอะมัลกัม และมีค่ามากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนที่ 24 ชั่วโมง พบว่าค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 3 กลุ่ม โดยที่ อะมัลกัมมีค่ามากที่สุด และ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมลดลงมาตามลำดับ **สรุป:** การเติมสารเซอร์โคเนียเพิ่มความแข็งแรงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมและแข็งแรงเทียบเท่ากับอะมัลกัมที่ 1 ชั่วโมง แต่แข็งแรงน้อยกว่าอะมัลกัมที่ 24 ชั่วโมง

คำสำคัญ: ความทนแรงอัด กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย อะมัลกัม กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม

บทนำ

ในปัจจุบันโรคฟันผุยังถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญต่อสุขภาพโดยรวมในประเทศไทย จากรายงานผลการสำรวจสภาวะสุขภาพช่องปากระดับประเทศ ครั้งที่ 8 ปี พ.ศ. 2560 จัดทำขึ้นโดยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุขพบว่า สภาวะสุขภาพช่องปากของคนไทย พบว่าฟันผุที่ยังไม่ได้รับการแตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ และพบว่าในกลุ่มอายุ 5 ปี มีฟันผุไม่ได้รับการรักษาสูงสุด แสดงให้เห็นว่าโรคฟันผุยังคงเป็นปัญหาของคนไทย¹ ซึ่งการอุดฟันมีความสำคัญที่จะทำให้ฟันสามารถใช้งานได้ปกติ

วัสดุอุดฟันในอุดมคติ (ideal restorative material) ควร มีคุณสมบัติ ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (Biocompatible), สร้างพันธะที่ถาวรกับโครงสร้างของฟัน (bond permanently to tooth structure), มีคุณสมบัติคล้ายเคลือบฟันและเนื้อฟัน (exhibit properties similar to those of tooth enamel and dentin) มีความสามารถในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อ หรือ สร้างเนื้อเยื่อขึ้นมาใหม่ (capable of initiating tissue repair or the regeneration of missing or damaged tissue)²

วัสดุอุดฟันโดยตรง (direct restorative materials) ที่ยังมีใช้อยู่ได้แก่ อะมัลกัม (amalgam) และ วัสดุอุดสีคล้ายฟัน (tooth colored restorative materials) ซึ่งแบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ เรซินคอมโพสิต (resin composite) และ กลาสไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์ (glass ionomer cement) ในปัจจุบันการอุดฟันมีแนวโน้มที่จะใช้

วัสดุอุดสีคล้ายฟัน มากขึ้น เนื่องด้วยมีการเปลี่ยนแปลงหลักการเดิมจากการขยายเพื่อการป้องกันฟันผุ (extension for prevention) ไปสู่การรักษาแบบรุกรานน้อย (minimally invasive) เนื่องจากมีการพัฒนาวัสดุอุดสีคล้ายฟันร่วมกับ สารยึดติดทางทันตกรรม (adhesive agents) รวมทั้งมีการ พัฒนาการความรู้ที่เกี่ยวกับกระบวนการสูญเสียแร่ธาตุ (demineralization) และกระบวนการคืนกลับแร่ธาตุสู่ผิวฟัน (remineralization) มากขึ้น³ ปัจจัยที่ผลต่อการเลือกวัสดุในการบูรณะฟันหลัง ได้แก่ ขนาดของโพรงฟัน (cavity size) และ ความเสี่ยงของการเกิดโรคฟันผุ (caries risk) อะมัลกัมจะเลือกใช้กรณีที่มีลักษณะโพรงฟันที่ใหญ่และมีความเสี่ยงต่อโรคฟันผุสูง ส่วนวัสดุอุดสีคล้ายฟันจะถูกเลือกใช้ฟันโพรงฟันที่เล็กกว่า⁴

อะมัลกัม เป็นที่ยอมรับในการบูรณะฟันหลัง เนื่องจากเป็นวัสดุที่ผสมง่าย ไม่แพงเมื่อเทียบกับวัสดุบูรณะชนิดอื่น มีความทนทาน ใช้งานง่าย มีความทนแรงอัดสูง (high compressive strength) ทนต่อการสึกกร่อน (resistance to wear) การเปลี่ยนแปลงมิติ (dimension change) น้อย แต่ข้อเสีย คือ ไม่สวยงามเพราะเป็นสีโลหะ ในการเตรียมโพรงฟันมีการสูญเสียโครงสร้างฟันมาก และไม่ยึดติดกับเนื้อฟัน นอกจากนี้การเป็นพิษ (toxicity) จากปรอทของอะมัลกัมเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง⁵ ประกอบกับปัจจุบันความสวยงามมีความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุอุดฟัน ทำให้แนวโน้มที่จะใช้อะมัลกัมลดลง

เรซิน คอมโพสิต โดยคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณของวัสดุอุดแทรก (filler) ข้อดีของเรซินคอมโพสิต คือ สวยงาม สูญเสียโครงสร้างฟันน้อยในการเตรียมโพรงฟัน ยึดติดกับฟัน (adhesive) ข้อเสีย ได้แก่ เทคนิคมีความไวสูง (technique sensitive) เกิดภาวะเสียวฟันหลังอุดฟัน (post-operative sensitivity) การรั่วซึมระดับจุลภาค (microleakage) เกิดการหดตัวขณะแข็งตัว (polymerization shrinkage)⁶

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มีข้อดี คือ การยึดติดกับผิวฟันด้วยพันธะเคมี ปลดปล่อยฟลูออไรด์ทำให้ สามารถต้านทานการเกิดฟันผุได้⁷ แต่ข้อเสีย ได้แก่ วัสดุมีความเปราะ สึกกร่อนง่าย ไวต่อความชื้นขณะแข็งตัวระยะแรก และสวยงามน้อยกว่ากลุ่มเรซินคอมโพสิต⁸ ซึ่งกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์มีคุณสมบัติที่ตรงกับวัสดุอุดฟันในอุดมคติหลายข้อ แต่ข้อด้อย คือ มีความแข็งแรงน้อย ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาและปรับปรุงวัสดุ โดยสามารถแบ่งกลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ได้ 3 กลุ่ม⁹ คือ ชนิดดั้งเดิม, ชนิดดัดแปรด้วยเรซิน และชนิดดัดแปรด้วยโลหะ โดยการดัดแปรด้วยโลหะ วัสดุมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น แต่ทำให้วัสดุมีสีดำขาดความสวยงาม¹⁰

เซอร์โคเนีย (zirconia) เป็นออกไซด์ของโลหะ ข้อดีของเซอร์โคเนีย มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี และมีความสวยงาม¹¹ ในการเติมเซอร์โคเนีย เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ ให้มีคุณสมบัติความแข็งแรงและความคงทนใกล้เคียงอะมัลกัม แต่ข้อดีที่กว่า คือ มีความสวยงาม สามารถปลดปล่อยฟลูออไรด์ได้ และไม่มีความเป็นพิษจากปรอท¹² จึงมีผลิตภัณฑ์เกิด

ใหม่ ที่ใช้สารเติมเซอร์โคเนีย (zirconia filler) คือ Zirconomer และ Zirconomer improved โดย Zirconomer improved ใช้สารเติมขนาดเล็กระดับนาโน (nano filler) ทำให้มีความใสขึ้น และสีใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติมากกว่า Zirconomer

ในการทดสอบความทนแรงอัด (compressive strength) ของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ มี ISO 9917-1¹³ เป็นมาตรฐาน โดยใช้ชิ้นทดสอบขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ± 0.1 มิลลิเมตร หนา 6 ± 0.1 มิลลิเมตร ผสมวัสดุใสในแบบพิมพ์ จากนั้นใช้กระจกสไลด์กดอัดเพื่อไล่ฟองอากาศทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นแช่น้ำที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 23 ± 0.5 ชั่วโมง จากนั้นไปทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (universal testing machine) ความเร็วของหัวทดสอบ 0.75 ± 0.3 มิลลิเมตรต่อนาที (mm/min) บันทึกค่าที่ได้เมื่อขึ้นทดสอบแตกหัก โดยค่าความทนแรงอัดมาตรฐานที่ได้ยอมรับได้ในวัสดุบูรณะต้องไม่น้อยกว่า 100 เมกะปาสคาล (MPa) การแปลผล ผ่านมาตรฐาน คือมีจำนวนชิ้นทดสอบอย่างน้อย 4 ชิ้น จากทั้งหมด 5 ชิ้น มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานไม่ผ่านมาตรฐาน คือมีจำนวนชิ้นทดสอบน้อยกว่า 3 ชิ้น จากทั้งหมด 5 ชิ้น มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน แต่ถ้าน้ำหนักที่มีขึ้นทดสอบ สูงกว่าค่ามาตรฐาน จำนวนเท่ากับ 3 ชิ้น จากทั้งหมด 5 ชิ้น ให้ทดสอบต่อโดยจะผ่านมาตรฐานจะต้องมีขึ้นทดสอบอย่างน้อย 8 ชิ้น จากทั้งหมด 10 ชิ้น มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน

จากการศึกษาของ Pereira¹⁴ กับการศึกษาของ Bresciani¹⁵ เปรียบเทียบความทนแรงอัดของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ในช่วงระยะเวลาที่ต่างกัน พบว่า เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาที่ 1 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง และ 7 วัน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 1 ชั่วโมง กับ 24 ชั่วโมง แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 24 ชั่วโมง กับ 7 วัน จากการศึกษาของ Dheeraj¹⁶ กับการศึกษาของ Chalissery¹⁷ เปรียบเทียบความทนแรงอัดระหว่าง Zirconomer กับ อะมัลกัม พบว่า วัสดุทั้ง 2 ชนิด มีค่าความทนแรงอัดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ยังไม่มีการศึกษาที่เปรียบเทียบความทนแรงอัดระหว่าง Zirconomer improved กับ อะมัลกัม ดังนั้นการทดสอบความทนแรงอัดเป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อประกอบการพิจารณาการเลือกใช้ Zirconomer improved เป็นทางเลือกหนึ่งในการบูรณะฟันหลัง สามารถใช้ทดแทนอะมัลกัมในบริเวณที่ต้องการความสวยงาม และ ช่วยต้านทานการเกิดฟันผุได้

วัตถุประสงค์และวิธีการ

วัสดุอุดฟัน

กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย (Zirconomer improved), กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (GC Gold Label 9 Extra) และ อะมัลกัม (Tytin FC®) (ตารางที่ 1)

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องทดสอบเอนกประสงค์ชนิด Statics (Universal Testing Machine: Static, Instron 5566)

แบบสำหรับทำชิ้นทดสอบ ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร หนา 6 มิลลิเมตร, เครื่องมือกดอัด

ปืนฉีดกลาสไอโอโนเมอร์, เครื่องผสมอะมัลกัม (Monitex a.max AM-I), amalgam carrier, amalgam plugger, เวอร์เนียร์ คาลิเปอร์ชนิดดิจิตอล (TOWA), อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath, memmert)

การเตรียมชิ้นทดสอบ

สำหรับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย (Zirconomer improved) และ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (GC Gold Label 9 Extra) กลุ่มละ 10 ชิ้น โดยทำตามมาตรฐานของ ISO 9917-1¹³

1 ผสมวัสดุโดยใช้อัตราส่วนและเวลาตามที่บริษัทแนะนำ โดยผสมแบบใช้มือ

2 ป้ายวัสดุลงในแบบ โดยให้เกินเล็กน้อย แล้วใช้กระจกสไลด์กดอัดเพื่อไล่ฟองอากาศ แล้วใช้เครื่องมือกดอัดเพื่อให้วัสดุแน่น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

3 ชัดขึ้นทดสอบด้วยกระดาษทรายเบอร์ 400 โดยการขัดเปียก ตรวจสอบขอบและฟองอากาศ ถอดออกจากแบบ วัดขนาด โดยที่กลุ่ม 1 ชั่วโมง เมื่อถอดออกจากแบบนำไปทดสอบทันที แต่กลุ่ม 24 ชั่วโมง เมื่อถอดออกจากแบบ นำมาแช่น้ำที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 23 ± 0.5 ชั่วโมง สำหรับอะมัลกัม (Tytin FC®) จำนวน 10 ชิ้น

1 ปั่นอะมัลกัมด้วยความเร็ว 4,800 รอบต่อนาที (RPM) เป็นเวลา 7 วินาที

2 ใช้ amalgam carrier นำอะมัลกัมไปใส่ลงในแบบ จากนั้นใช้ amalgam plugger กดให้เต็มแบบ แล้วใช้กระจกสไลด์กดอัดเพื่อไล่ฟองอากาศ แล้วใช้เครื่องมือกดอัดเพื่อให้วัสดุแน่น ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง

3 ตรวจสอบขอบและฟองอากาศ ถอดออกจากแบบวัดขนาด

โดยที่กลุ่ม 1 ชั่วโมง เมื่อถอดออกจากแบบนำไปทดสอบทันที แต่กลุ่ม 24 ชั่วโมง เมื่อถอดออกจากแบบ นำมาแช่น้ำที่ 37 ± 1 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 23 ± 0.5 ชั่วโมง

วิธีทดสอบ

นำชิ้นทดสอบมาทดสอบในเครื่องทดสอบเอนกประสงค์ (universal testing machine: Static, Instron 5566) โดยความเร็วของหัวทดสอบ 0.5 ± 0.1 มิลลิเมตรต่อนาที โหลดเซลล์ที่ 10 กิโลนิวตัน (kN) เมื่อขึ้นทดสอบแตกหัก ให้บันทึกค่าแรงที่บันทึกในหน่วยนิวตันและค่าความทนแรงอัดในหน่วยเมกะปาสคาล นำข้อมูลมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความทนแรงอัดในแต่ละกลุ่มโดยใช้สถิติ one-way ANOVA หรือ Kruskal Wallis กรณีข้อมูลแจกแจงไม่ปกติ (non-normal distribution)

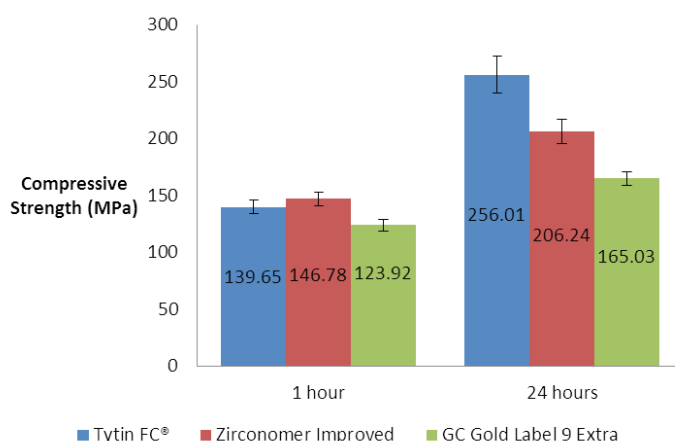
ตารางที่ 1 รายละเอียดของวัสดุอุดฟันที่ใช้ทดสอบ

วัสดุ	Lot No.
กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย (Zirconomer improved)	Powder: 011804 – 5 Liquid: 101703 – 6
อะมัลกัม (Tytin FC®)	17-4062
กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม (GC Gold Label 9 Extra)	Powder: 1805221 Liquid: 1805021

ผล

ที่ 1 ชั่วโมงพบว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย มีค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยสูงสุด มีค่า 146.78 เมกะปาสคาล รองลงมาคือ อะมัลกัมมีค่า 139.65 เมกะปาสคาล และน้อยที่สุดคือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม มีค่า 123.92 เมกะปาสคาล (รูปที่ 1)

ที่ 24 ชั่วโมงพบว่า อะมัลกัม มีค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยสูงสุด มีค่า 256.01 เมกะปาสคาล รองลงมา คือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย 206.24 เมกะปาสคาล และน้อยที่สุดคือ กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม 165.03 เมกะปาสคาล โดยทุกกลุ่มผ่านเกณฑ์ของ ISO 9917-1¹³ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยในแต่ละวัสดุ ที่ 1 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง

จากการทดสอบทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าที่ 1 ชั่วโมง ความทนแรงอัดเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ระหว่างกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนียกับอะมัลกัม และมีความมากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนที่ 24 ชั่วโมง พบว่าค่าความทนแรงอัด

เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 3 กลุ่ม โดยที่ อะมัลกัมมีค่ามากที่สุดและกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมลดลงมาตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าความทนแรงอัดเฉลี่ย (n=5) และการเปรียบเทียบปริมาณความทนแรงอัดในแต่ละกลุ่ม (p - value = 0.05)

วัสดุ	ความทนแรงอัดเฉลี่ยที่ 1 ชั่วโมง (SD) ในหน่วยเมกะปาสคาล	ความทนแรงอัดเฉลี่ยที่ 24 ชั่วโมง (SD) ในหน่วยเมกะปาสคาล
Tytin FC®	139.65 (5.93) ^a	256.01 (16.16) ^c
Zirconomer improved	146.78 (6.33) ^a	206.24 (10.59) ^d
GC Gold Label 9 Extra	123.92 (5.25) ^b	165.03 (5.90) ^e

ตัวอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิจารณ์

จากการศึกษาความทนแรงอัดที่ 1 ชั่วโมง พบว่าค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยของ Zirconomer improved มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็น Tytin FC[®] และน้อยที่สุดคือ GC gold label 9 Extra เมื่อทดสอบทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าความทนแรงอัดเฉลี่ย พบว่า Zirconomer improved กับ Tytin FC[®] ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ GC gold label 9 Extra พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value = 0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dheeraj¹⁶ ที่ศึกษาความทนแรงอัดระหว่างอะมัลกัม Zirconomer และกลาสไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมที่ เวลา 1 ชั่วโมงพบว่าความทนแรงอัดของ อะมัลกัมไม่แตกต่างกับ Zirconomer และมากกว่ากลาสไอโอโนเมอร์ ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิม

ที่ 1 ชั่วโมง ตามมาตรฐานของ ISO 9917-1¹³ ไม่ได้กำหนดค่าความทนแรงอัดไว้ แต่มาตรฐานของ ISO 24234¹⁸ มีกำหนดค่าความทนแรงอัดว่าต้องไม่น้อยกว่า 80 เมกะปาสคาลที่ 1 ชั่วโมง ในการทดสอบความทนแรงอัดของ Zirconomer improved, GC gold label 9 Extra และ Tytin FC[®] พบว่า ทุกชิ้นทดสอบได้ผ่านมาตรฐาน ISO 24234¹⁸ ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้ทดสอบของอะมัลกัม

ค่าความทนแรงอัดเฉลี่ย ของ GC gold label 9 Extra จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีค่า 123.92 เมกะปาสคาล และการศึกษา Pereira¹⁴ พบว่า ค่าความทนแรงอัดที่ 1 ชั่วโมงของ Fuji IX[®] 132.36 เมกะปาสคาล ซึ่งค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน แต่ขนาดชิ้นทดสอบที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่า ชิ้นทดสอบในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ซึ่งตรงกับการศึกษาของ Iguodala-Cole¹⁹ ได้ศึกษาความทนแรงอัด ในกลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซิน (Vitrabond™) ใช้ขนาดชิ้นทดสอบ 3 ขนาด โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรหนา 12 มิลลิเมตร, เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตรหนา 6 มิลลิเมตร และ เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตรหนา 6 มิลลิเมตร พบว่า ทั้ง 3 ขนาด มีความทนแรงอัด ที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่การศึกษาของ Bresciani¹⁵ พบว่า ค่าความทนแรงอัดที่ 1 ชั่วโมงของ Fuji IX[®] 99.51 เมกะปาสคาล ซึ่งค่าที่ได้น้อยกว่าการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ แต่ขนาดชิ้นทดสอบที่ใช้ มีขนาดใหญ่กว่า ชิ้นทดสอบในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษา Mallmann²⁰ ซึ่งเปรียบเทียบขนาดชิ้นทดสอบในกลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ชนิดดั้งเดิม (Vitre Fil) และกลุ่มกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดัดแปรด้วยเรซิน (Vitre Fil LC) พบว่า ความทนแรงอัดแปรผันตรงกับขนาดของวัสดุ อาจเป็นเพราะการใช้ชิ้นทดสอบขนาดใหญ่ ทำให้มีโอกาสที่มีรูพรุนมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nomoto²¹ พบว่า การมีรูพรุนที่เกิดจากการผสมวัสดุ ส่งผลต่อความทนแรงอัดมีค่าลดลง

จากการศึกษาความทนแรงอัดที่ 24 ชั่วโมง พบว่าค่าความทนแรงอัดเฉลี่ย ของ Tytin FC[®] มีค่ามากที่สุด รองลงมาเป็น Zirconomer improved และน้อยที่สุดคือ GC gold label 9 Extra เมื่อทดสอบทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย พบว่าทั้งวัสดุทั้ง 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยังไม่มีการศึกษาที่เปรียบเทียบ

เทียบความทนแรงอัดระหว่าง Zirconomer improved กับอะมัลกัม และ GC gold label 9 Extra แต่มีการศึกษาเปรียบเทียบความทนแรงอัดระหว่าง Zirconomer กับอะมัลกัม จากการศึกษาของ Chalissey¹⁷ พบว่า ความทนแรงอัดระหว่าง Zirconomer กับ DPI alloy and mercury มีความทนแรงอัดไม่ความแตกต่าง และมีการศึกษาเปรียบเทียบความทนแรงอัดระหว่าง Zirconomer กับ GC gold label 9 Extra จากการศึกษาของ Chalissey¹⁷ กับการศึกษาของ Bhatia²² พบว่า ความทนแรงอัดของ Zirconomer มากกว่า Fuji IX[®] มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีการศึกษาของ Shetty²³ ซึ่งเปรียบเทียบความทนแรงอัดระหว่าง Zirconomer และ Zirconomer improved พบว่า ที่ 24 ชั่วโมง วัสดุทั้ง 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย Zirconomer มีความทนแรงอัดมากกว่า Zirconomer improved

ที่ 24 ชั่วโมง ตามมาตรฐานของ ISO 9917-1¹³ มีกำหนดค่าความทนแรงอัดว่าต้องไม่น้อยกว่า 100 เมกะปาสคาล ในการทดสอบความทนแรงอัดของ Zirconomer improved , GC gold label 9 Extra และ Tytin FC[®] พบว่าทุกชิ้นทดสอบได้ผ่านมาตรฐาน ISO 9917-1¹³

ค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยของ Zirconomer improved จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีค่า 206.24 เมกะปาสคาล เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Shetty²³ พบว่าค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยของ Zirconomer improved ที่ 24 ชั่วโมง เป็น 302.23 เมกะปาสคาล มีค่ามากกว่าการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เนื่องจากใช้ขนาดชิ้นทดสอบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าแต่หนาเท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nomoto²¹ การมีรูพรุนที่เกิดจากการผสมวัสดุ ส่งผลต่อความทนแรงอัดมีค่าลดลง แต่การศึกษาของ Bhatia²² ที่ใช้ขนาดชิ้นทดสอบเท่ากัน แต่วัสดุทดสอบเป็น Zirconomer พบว่าค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยเป็น 160.91 เมกะปาสคาล ที่ 24 ชั่วโมงซึ่งน้อยกว่าการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

ค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยของ GC gold label 9 Extra จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีค่า 165.03 เมกะปาสคาล ซึ่งได้ค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ Bresciani¹⁵ และการศึกษาของ Pereira¹⁴ ซึ่งได้ค่าความทนแรงอัดที่ 24 ชั่วโมงของ Fuji IX[®] เป็น 147.93 และ 152.41 เมกะปาสคาล ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เนื่องจากใช้ชิ้นทดสอบขนาดใหญ่กว่าชิ้นทดสอบในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ แต่การศึกษาของ Bonifacio²⁴ ที่มีขนาดชิ้นทดสอบเท่ากับการศึกษานี้ พบว่าค่าความทนแรงอัดที่ 24 ชั่วโมงของ Fuji IX[®] เป็น 166.7 เมกะปาสคาล ซึ่งได้ค่าใกล้เคียงกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

สรุป

เมื่อเปรียบเทียบ ค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยของ Zirconomer improved, GC gold label 9 Extra และ Tytin FC[®] ทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ ที่ 1 และ 24 ชั่วโมง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นที่ช่วงเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าไม่แตกต่างกัน ระหว่างของ Zirconomer improved กับ Tytin FC[®]

และ GC gold label 9 Extra มีค่าความทนแรงอัดเฉลี่ยน้อยที่สุด การเติมเซอร์โคเนียเพิ่มความแข็งแรงของกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ชนิดดั้งเดิมและแข็งแรงเทียบเท่ากับอะมัลกัมที่ 1 ชั่วโมง แต่แข็งแรงน้อยกว่าอะมัลกัมที่ 24 ชั่วโมง ดังนั้นการพิจารณานำ Zircomer Improved มาใช้ในบูรณะฟันที่ต้องการความสวยงามในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคฟันผุสูง ควรใช้อย่างระมัดระวังหากต้องรับแรงบดเคี้ยวมาก ทั้งนี้ควรมีการศึกษาคุณสมบัติอื่นๆของวัสดุ เช่น ความแข็งแรง การปลดปล่อยฟลูออไรด์ รวมถึงการศึกษาในคลินิก เพื่อเป็นข้อมูล

ประกอบการพิจารณาการใช้กลาสไอโอโนเมอร์ซีเมนต์ที่เสริมแรงด้วยเซอร์โคเนีย เป็นทางเลือกหนึ่งในการบูรณะฟัน เพื่อให้ประโยชน์แก่ผู้ป่วยมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันทันตกรรมและ ดร.พรเกียรติ ชื่นจิตอภิรมย์ รวมถึงบุคลากรจากสำนักงานการวิจัย คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลทุกท่านที่ช่วยสนับสนุนให้การดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

References

1. The 8th National Oral Health Survey, Thailand, 2017. Bureau of Dental Public Health, Department of Health, Ministry of Public Health; 2018.
2. Anusavice KJ. 1 – Overview of preventive and restorative materials. In: Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR, editors. Phillips' Science of Dental Materials. 12th ed. St. Louis, Mo: Elsevier Health Sciences; 2013. p. 3-16.
3. Murdoch-Kinch CA, McLean ME. Minimally invasive dentistry. J Am Dental Assoc 2003;134:87-95.
4. Khalaf ME, Alomari QD, Omar R. Factors relating to usage patterns of amalgam and resin composite for posterior restorations – a prospective analysis. J Dent 2014;42:785-92.
5. Dunne SM, Grainsford ID, Wilson NH. Current materials and techniques for direct restorations in posterior teeth. Part 1: Silver amalgam. Int Dent J. 1997;47:123–36.
6. Nicholson J, Czarnicka B. 2 - Classification of restorative materials and clinical indications. In: Nicholson J, Czarnicka B, editors. Materials for the Direct Restoration of Teeth: Woodhead Publishing; 2016. p. 21-36.
7. Berg JH. Glass ionomer cements. Pediatric dentistry 2002;24: 430-8.
8. Moshaverinia A, Ansari S, Movasaghi Z, Billington RW, Darr JA, Rehman IU. Modification of conventional glass-ionomer cements with N-vinylpyrrolidone containing polyacids, nano-hydroxy and fluoroapatite to improve mechanical properties. Dent Mater 2008;24:1381–90.
9. Upadhyaya PN, Kishore G. Glass ionomer cement - The different generations. Trends in Biomaterials and Artificial Organs 2005;18:158-65.
10. Walls AWG. Glass polyalkenoate (glass-ionomer) cements: a review. J Dent 1986;14:231-46.
11. Denry I, Kelly JR. State of the art of zirconia for dental applications. Dent Mater 2008;24:299-307.
12. Abdulsamee N, Elkhadem AH. Zircomer and Zircomer Improved (White Amalgams): Restorative Materials for the Future. [Review]. EC Dental Science 2017;15:134–50.
13. International organization for standardization. ISO 9917-1:2003 Dentistry -- Water based cements -- Part 1: Powder/liquid acid-base cements; 2003.
14. Pereira LC, Nunes MC, Dibb RG, Powers JM, Roulet JF, Navarro MF. Mechanical properties and bond strength of glass-ionomer cements. J Adhes Dent 2002;4:73-80.
15. Bresciani E, Barata Tde J, Fagundes TC, Adachi A, Terrin MM, Navarro MF. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. J Appl Oral Sci 2004;12:344-8.
16. Dheeraj M, Johar S, Jandial T, Sahi H, Verma S. Comparative Evaluation of Compressive Strength and Diametral Tensile Strength of Zircomer with GIC and Amalgam. J Adv Med Dent Scie Res 2019;7:52-6.
17. Chalissery VP, Marwah N, Almuhaiza M, AlZilai AM, Chalissery EP, Bhandi SH, et al. Study of the Mechanical Properties of the Novel Zirconia-reinforced Glass Ionomer Cement. J Contemp Dent Pract 2016;17:394-8.
18. International organization for standardization. ISO 24234: 2004. Dentistry - Mercury and alloys for dental amalgam; 2004.
19. Iguodala-Cole BO, Aboush Y, Vowles RW, Elderton RJ. Challenging the ISO and BSI specifications for glass-ionomer cements: Effect of specimen size upon compressive and tensile strength measurements. Clinical Materials 1991;7:333-4.
20. Mallmann A, Ataide JC, Amoedo R, Rocha PV, Jacques LB. Compressive strength of glass ionomer cements using different specimen dimensions. Braz Oral Res 2007;21:204-8.
21. Nomoto R, McCabe JF. Effect of mixing methods on the compressive strength of glass ionomer cements. J Dent 2001;29:205-10.
22. Bhatia HP, Singh S, Sood S, Sharma N. A Comparative Evaluation of Sorption, Solubility, and Compressive Strength of Three Different Glass Ionomer Cements in Artificial Saliva: An in vitro Study. Int J Clin Pediatr Dent 2017;10:49-54.
23. Shetty C, Sadananda V, Hegde M, Lagisetty A, Shetty A, Mathew T, et al. Comparative Evaluation of Compressive Strength of Ketac Molar, Zircomer, and Zircomer Improved. Scholars Journal of Dental Sciences 2017;4:259-61.
24. Bonifacio CC, Kleverlaan CJ, Raggio DP, Werner A, de Carvalho RC, van Amerongen WE. Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. Aust Dent J 2009;54:233-7.