

MASTERY LEARNING AND DELIBERATE PRACTICE IN PRECLINIC ENDODONTIC TRAINING USING IN-HOUSE 3D-PRINTED TOOTH MODELS: AN APPLICATION OF EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH

Nichata TAWASINCHANADECH¹, Supanee BURANADHAM², Satid THAMMASITBOON³ and Kewalin THAMMASITBOON⁴

1 Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Thailand

2 Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Thailand

3 Pediatric Critical Care Division, Center for Research, Innovation and Scholarship in Health Professions Education Texas's Children Hospital, Baylor College of Medicine, Texas, USA

4 Faculty of Dentistry, Prince of Songkla University, Thailand

ARTICLE HISTORY

Received: 2 June 2023

Revised: 21 June 2023

Published: 3 July 2023

ABSTRACT

The objective of this study was to develop and evaluate in-house 3D-printed tooth models, specifically for the process of access opening in upper anterior teeth, using the principles of mastery learning and deliberate practice. After identifying the problems in authentic classroom by surveying, we iteratively designed and developed the in-house 3D-printed tooth models that could be produced sufficiently for our students to practice and had three levels of increasing difficulty. The prototype of the 3D-printed tooth models was evaluated by surveying the stakeholders and dentists experienced in Endodontic treatment to be suitable for preclinic Endodontic training.

Keywords: 3D-printed tooth model, endodontic training, educational theory

CITATION INFORMATION: Tawasinchanadech, N., Buranadham, S., Thammasitboon, S., & Thammasitboon, K. (2023). Mastery Learning and Deliberate Practice in Preclinic Endodontic Training Using In-house 3D-printed Tooth Models: An Application of Educational Design Research. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 1(7), 54

การพัฒนาประสิทธิภาพการฝึกรักษาลองรากฟันในนักศึกษาทันตแพทย์ ตามแนวคิด mastery learning และ deliberate practice โดยใช้วัตรกรรมฟัน โมเดล 3 มิติ: การศึกษาโดยวิธีวิจัยออกแบบ

ณิษดา ทวาสินชนเดช¹, สุพาณี บุรณธรรม², สาธิต ธรรมสิทธิบุรณ์³ และ เกวลิน ธรรมสิทธิบุรณ์⁴

1 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3 Pediatric Critical Care Division, Center for Research, Innovation and Scholarship in Health Professions Education Texas's Children Hospital, Baylor College of Medicine, Texas, US

4 คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอนการฝึกรักษาลองรากฟันในห้องปฏิบัติการของนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปริคลินิก โดยการพัฒนานวัตกรรมฟันโมเดล 3 มิติที่สามารถผลิตภายในองค์กร สำหรับการฝึกขั้นตอนเปิดทางสู่คลองรากฟันที่หน้าบน ตามแนวคิด mastery learning และ deliberate practice หลังจากศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนที่ผ่านมาซึ่งการออกแบบและพัฒนาฟันโมเดล 3 มิติที่หน้าบนที่สามารถผลิตได้เพียงพอต่อการฝึกของนักศึกษา และมี 3 ระดับความยาก ได้ทำการออกแบบและพัฒนาซ้ำๆจนกระทั่งได้ฟันโมเดล 3 มิติต้นแบบ หลังจากประเมินฟันโมเดลต้นแบบโดยอาจารย์ผู้สอนรายวิชาฝึกรักษาลองรากฟันและทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์ในงานรักษาลองรากฟัน พบว่าฟันโมเดล 3 มิติต้นแบบมีความเหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนการฝึกรักษาลองรากฟันในชั้นปริคลินิก

คำสำคัญ: ฟันโมเดล 3 มิติ, การฝึกรักษาลองรากฟัน, ทฤษฎีทางการศึกษา

ข้อมูลการอ้างอิง: ณิษดา ทวาสินชนเดช, สุพาณี บุรณธรรม, สาธิต ธรรมสิทธิบุรณ์ และ เกวลิน ธรรมสิทธิบุรณ์ (2566). การพัฒนาประสิทธิภาพการฝึกรักษาลองรากฟันในนักศึกษาทันตแพทย์ ตามแนวคิด mastery learning และ deliberate practice โดยใช้วัตรกรรมฟันโมเดล 3 มิติ: การศึกษาโดยวิธีวิจัยออกแบบ. *Procedia of Multidisciplinary Research*, 1(7), 54

บทนำ

การฝึกการรักษาคลองรากฟันของนักศึกษาทันตแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้ฟันถอนธรรมชาติในการฝึกงานรักษาคีลองรากฟันมาเป็นเวลานาน ซึ่งมีข้อดีในด้านความเสมือนจริงในด้านความแข็งแรง รูปร่าง สี ผิวสัมผัส ความที่บร้งสี อย่างไรก็ตามฟันธรรมชาติยังคงมีข้อจำกัดที่ก่อให้เกิดปัญหาในการเรียนการสอน เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพที่หลากหลาย ทำให้ความยากง่ายในการฝึกแตกต่างกันในแต่ละซี่ นักศึกษาบางคนอาจต้องฝึกซี่แรกในฟันที่มีความยากเกินไป ซึ่งเป็นระดับความยากที่ไม่เหมาะสมสำหรับนักศึกษาที่ไม่มีประสบการณ์ ทำให้ใช้เวลาในการทำงานนาน มีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดมากกว่า (Tchorz et al., 2015) ส่งผลต่อคะแนน ความเครียด เกิดความรู้สึท้อแท้ และอาจทำให้มีความรู้สึทที่ไม่ต้องงานรักษาคีลองรากฟัน

นอกจากนี้ยังประสบปัญหาในการจัดหาฟันธรรมชาติที่เหมาะสมให้เพียงพอ ด้วยจำนวนซี่ฟันที่มีจำกัดอาจทำให้นักศึกษาเกิดความกังวลหรือกดดันต่อการเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการฝึกแล้วไม่มีฟันเพียงพอให้เปลี่ยน อีกทั้งหากกระบวนการเก็บฟันจากคนไข้หากเป็นไปอย่างไม่เหมาะสม สามารถนำมาซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อโรคได้ (Dominici et al., 2001) และในฟันถอนที่มีวัสดุอุดอมัลกัม (amalgam) และต้องถูกรื้อออก ก็อาจก่อให้เกิดโอโปรทได้

การใช้ฟันโมเดลสำเร็จรูปเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในงานฝึกรักษาคีลองรากฟัน เนื่องจากความง่ายในการจัดหา ฟันทุกซี่มีลักษณะที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และมีความง่ายและสะดวกในการเตรียมฟัน ปัจจุบันทางคณะทันตแพทยศาสตร์ ม.อ. ได้มีการนำฟันโมเดลสำเร็จรูปมาใช้ร่วมในการเรียนการสอนงานรักษาคีลองรากฟันมาหลายปี แต่อย่างไรก็ตาม ฟันโมเดลสำเร็จรูปยังมีข้อจำกัดเนื่องจากไม่สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของฟันโมเดลให้ตรงกับบทเรียน ที่อยากให้นักศึกษาฝึกได้ และเนื่องด้วยฟันโมเดลมีราคาสูงและการจัดซื้อจะมีระยะเวลารอคอยนานเนื่องจากต้องนำเข้าจากบริษัทต่างประเทศทำให้ยังไม่สามารถจัดหาได้เพียงพอต่อการฝึกให้เกิดทักษะของนักศึกษา

เนื่องด้วยการพัฒนาของเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ ปัจจุบันจึงมีความเป็นไปได้ที่จะพิมพ์ฟันโมเดล 3 มิติเองภายในองค์กรทำให้และมีคุณสมบัติที่ดัดเทียมกับฟันโมเดลสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาด (Reymus et al., 2019; Reymus et al., 2020) นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพได้ตามความต้องการ และสามารถผลิตได้จำนวนที่เพียงพอในราคาที่เหมาะสม

แนวคิด mastery learning และ deliberate practice เป็นทฤษฎีทางการศึกษาที่สามารถพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Cook et al., 2011; Macnamara et al., 2014; McGaghie et al., 2011) มีการใช้แนวคิดดังกล่าวในการพัฒนาทักษะบุคคลในศาสตร์ต่างๆ รวมถึงการเรียนรู้ในวงการแพทย์ (McGaghie et al., 2015) โดยมีหลักการคือ แบ่งการเรียนรู้เป็นบทเรียนย่อย แต่ละบทเรียนประกอบด้วยทักษะจุลภาค (microskills) จากทักษะง่ายที่เป็นพื้นฐาน แล้วค่อยๆ เพิ่มระดับความยากของทักษะไปตามบทเรียน (Cook et al., 2013) ผู้เรียนจะต้องสัมผัสกับทักษะในบทเรียนง่ายก่อน ถึงจะสามารถข้ามไปยังบทเรียนถัดไปที่ยากขึ้น (McGaghie, 2015) ผู้เรียนต้องมีโอกาสในการฝึกแบบซ้ำๆ โดยระหว่างฝึกฝนได้รับคำแนะนำ (feedback) จากผู้สอนอย่างทันทั่วทั้งที่ และได้รับการปรับปรุงแก้ไขอย่างเหมาะสม (Ericsson & Lehmann, 1996)

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมฟันโมเดล 3 มิติ ที่ผลิตขึ้นภายในคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามแนวคิด mastery learning และ deliberate practice โดยศึกษาในขั้นตอนเปิดทางสู่ คลองรากฟันซี่ฟันหน้าบน

การทบทวนวรรณกรรม

งานรักษาคีลองรากฟันเป็นงานพื้นฐานที่จัดอยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอนของคณะทันตแพทยศาสตร์ทุกสถาบัน ("Undergraduate curriculum guidelines for endodontology," 2001) การฝึกรักษาคีลองรากฟันในห้องปฏิบัติการเป็นถือเป็นองค์ประกอบหลักในหลักสูตรของรายวิชาวิทยาเอ็นโดดอนต์ (De Moor et al., 2013) เพื่อช่วยให้นักศึกษาทันตแพทย์ฝึกทักษะในการทำงาน ทำให้สามารถให้การรักษาในคนไข้จริงได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดย

อุปกรณ์ในการฝึกรักษาลองรากฟันในปัจจุบันมักใช้เป็นฟันธรรมชาติของมนุษย์ร่วมกับ plastic block (Sonntag et al., 2008) และปัจจุบันเริ่มมีการศึกษาการใช้ฟันโมเดลสำเร็จรูปทดแทนฟันธรรมชาติ

ปัจจุบันมีความเป็นไปได้ในการนำฟัน 3 มิติที่ได้จากการสแกนฟันธรรมชาติเพื่อใช้ในการฝึกรักษาลองรากฟัน เนื่องจากฟันที่พิมพ์ได้มีความแม่นยำ (trueness) กับฟันถอนธรรมชาติที่เป็นต้นแบบ และมีความเที่ยงตรง (precision) ระหว่างฟันแต่ละซี่ที่พิมพ์ วัสดุที่ใช้พิมพ์ในปัจจุบันมีความเหมาะสมในการฝึก (Reymus et al., 2019)

เมื่อพิจารณาผลการฝึกรักษาลองรากฟันในชั้นพรีคลินิกพบว่า เมื่อประเมินด้วยภาพรังสีการฝึกในฟันโมเดลให้ผลการฝึกที่ดีกว่าการฝึกในฟันถอนธรรมชาติ นักศึกษาที่ฝึกในฟันถอนธรรมชาติจำเป็นต้องใช้จำนวนซี่ฟันในการฝึกมากกว่า เนื่องจากเกิดข้อผิดพลาดมากกว่า อาจเพราะฟันถอนธรรมชาติมีลักษณะที่ซับซ้อนเกินไปสำหรับผู้เริ่มต้น นักศึกษาที่ฝึกในฟันโมเดลสามารถทำแบบฝึกได้ครบตามจำนวนแบบฝึกที่กำหนดมากกว่า อาจเพราะฟันโมเดลมีความง่ายในการฝึกมากกว่า (Tchorz et al., 2015)

จากทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบของ Decurcio และคณะ (Decurcio et al., 2019) พบว่าผลการฝึกรักษาลองรากฟันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อให้การฝึกรักษาในฟันโมเดลและฟันถอนธรรมชาติ แต่พบว่าสมรรถนะ (performance) มีแนวโน้มที่ดีกว่าในกลุ่มที่ฝึกรักษาในฟันโมเดล นักศึกษาที่ผ่านการฝึกรักษาลองรากฟันในฟันโมเดลเพียงอย่างเดียวได้รับการเรียนรู้ที่เหมาะสมกว่าสำหรับการรักษาลองรากฟันในชั้นคลินิกต่อไป

เมื่อเปรียบเทียบผลการรักษาลองรากฟันในผู้ป่วยจริงครั้งแรกในการเรียนชั้นคลินิก (Tchorz et al., 2015) ระหว่างนักศึกษาทันตแพทย์ที่ผ่านฝึกในฟันโมเดลกับผ่านการฝึกในฟันถอนธรรมชาติ เมื่อประเมินจากภาพรังสีหลังให้การรักษาลองรากฟัน นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีคุณภาพการรักษาลองรากฟันไม่แตกต่างกัน

นักศึกษาชื่นชอบฟันโมเดลเนื่องจากมีความง่ายในการหาฟันมาฝึก และชื่นชอบความเท่าเทียมจากการที่ฟันแต่ละซี่ที่ใช้ในการฝึกมีมาตรฐานเดียวกัน (Reymus et al., 2019) ซึ่งการมีรูปร่างของฟันที่มีมาตรฐานเดียวกันทำให้นักศึกษาทันตแพทย์สามารถใช้เวลาและให้ความสนใจกับการเรียนรู้ในกระบวนการรักษาลองรากฟันได้อย่างเต็มที่ ไม่ต้องกังวลหรือใช้เวลาไปกับการฝึกในฟันธรรมชาติที่มักมีลักษณะที่ซับซ้อนและแปรปรวน (Decurcio et al., 2019)

อย่างไรก็ตาม การเลียนแบบความแข็งของฟันธรรมชาติเป็นสิ่งที่ยาก นักศึกษาทันตแพทย์สามารถรับรู้ได้ถึงความแตกต่างของความแข็งฟันโมเดลและฟันถอนธรรมชาติ อาจส่งผลต่อการรับรู้ด้วยการสัมผัส (tactility) (Al-Sudani & Basudan, 2017; dos et al., 2015; Yekta-Michael et al., 2020) ในขณะที่การใช้เรซินที่แข็งเกินไปทำให้เกิดการตันของคลองรากฟัน (canal block) (Yekta-Michael et al., 2020) นอกจากนี้ฟันโมเดลยังมีข้อจำกัดในการจำลองลักษณะทางกายภาพบางอย่างให้คล้ายคลึงกับฟันธรรมชาติ (Reymus et al., 2019) ดังนั้นแล้วการบูรณาการการใช้ฟันโมเดลควบคู่กับเทคนิคการสอนแบบอื่นจึงเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอน (Decurcio et al., 2019)

Deliberate practice and mastery learning

การเรียนรู้ตามแนวคิด mastery learning (John, 1963) พบว่า ภายใต้การเรียนการสอนที่มีคุณภาพ ผู้เรียนทุกคนสามารถสัมฤทธิ์ผลในระดับเดียวกันได้แต่ใช้ระยะเวลาที่แตกต่างกันขึ้นกับความถนัดของผู้เรียน (Benjamin, 1976) การเรียนรู้แบบ mastery learning มีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน แบ่งบทเรียนเป็นบทเรียนย่อยและกำหนดวัตถุประสงค์ของแต่ละบทเรียนย่อย มีการเรียนการสอนเป็นกลุ่มโดยมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำผู้เรียนที่มีปัญหาการเรียนรู้ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนแต่ละคนสามารถผ่านแต่ละบทเรียนไปสู่บทเรียนถัดไปได้โดยมีประสิทธิภาพ

แนวคิด Deliberate practice (Ericsson et al., 1993) ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในปัจจุบันว่าเป็นวิธีในการพัฒนาทักษะจนเกิดความเชี่ยวชาญได้ (Ericsson, 2008; Macnamara et al., 2014; Sawyer et al., 2015) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ (Ericsson, 2008)

- 1) ผู้เรียนที่มีแรงจูงใจ
- 2) เป้าหมายที่ชัดเจนในการพัฒนา
- 3) มีโอกาสเพียงพอในการได้ฝึกฝนผ่านการทำซ้ำ

4) ระหว่างฝึกฝน ได้รับคำแนะนำตามด้วยการปรับปรุงแก้ไข

Deliberate practice และ mastery learning มักถูกนำมาใช้ร่วมกัน โดยแบ่งการเรียนรู้เป็นบทเรียนย่อย เริ่มจากบทเรียนที่ประกอบด้วยทักษะจุดภาคที่ง่าย แล้วค่อยๆ เพิ่มระดับความยากของทักษะในแต่ละบทเรียน (Cook et al., 2013) ผ่านการฝึกฝนซ้ำๆ อย่างตั้งใจ โดยมีผู้สอนคอยให้คำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงแก้ไขอย่างทันทั่วทั้ง (Ericsson et al., 1993) ผู้เรียนจะต้องสัมผัสกับทักษะในแต่ละบทเรียนก่อน ถึงจะสามารถข้ามไปยังบทเรียนถัดไป ภายใต้ระยะเวลาที่แตกต่างกัน (McGaghie, 2015)

Design research

การวิจัยออกแบบ (design research) (ว่องวานิช, 2563) เป็นการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของมนุษย์ เพื่อพัฒนานวัตกรรมหรือตัวแทรกแซงใหม่ การวิจัยเริ่มต้นจากการศึกษาสภาพปัญหาในบริบทจริง แล้วนำองค์ความรู้หรือแนวคิดทฤษฎีมาใช้ในการออกแบบคุณลักษณะของนวัตกรรม (interventionist characteristic) เพื่อแก้ไขปัญหาในการเรียนรู้ มีการนำนวัตกรรมไปใช้จริงในสภาพบริบทจริง ประเมินปัญหาที่เกิดขึ้น และทำการปรับปรุงนวัตกรรมซ้ำๆ จนกระทั่งได้หลักการออกแบบ (design principle) ที่สามารถใช้ได้ในบริบทจริง

ข้อจำกัดของการการวิจัยแบบดั้งเดิมคือการกำหนดให้มีการควบคุมปัจจัยแทรกแซงทำให้ผลผลิตจากการวิจัยเหล่านี้มักไม่สามารถนำไปใช้ได้จริงในบริบทจริง เพราะในสถานการณ์จริงมีปัจจัยมากมายที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ที่ไม่สามารถควบคุมได้ การวิจัยออกแบบจึงมุ่งเน้นวิจัยในบริบทธรรมชาติ ไม่มีการควบคุมปัจจัย จึงเหมาะกับการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและมีข้อจำกัดในการควบคุมปัจจัยแทรกแซง เช่น ปัญหาการเรียนการสอนในห้องเรียน (ว่องวานิช, 2563)

การวิจัยออกแบบมุ่งเน้นให้ผู้เกี่ยวข้องมีการทำงานร่วมกัน ระหว่างนักวิจัยที่มีความรู้เชิงทฤษฎีเป็นผู้ออกแบบการศึกษาค้นคว้า นักปฏิบัติซึ่งเป็นผู้มองเห็นปัญหาและเข้าใจบริบทของปัญหา รวมทั้งเป็นผู้ที่นำนวัตกรรมไปปฏิบัติจริงในห้องเรียน นักออกแบบมีความสามารถในการออกแบบ เนื่องจากนักวิจัยไม่สามารถออกแบบได้หากไม่มีข้อมูลจากผู้ปฏิบัติ นักปฏิบัติเองก็ไม่สามารถพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนได้ (ว่องวานิช, 2563)

ขั้นตอนการวิจัยออกแบบเป็นวงจรการทำงานซ้ำ ("Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry," 2003; ว่องวานิช, 2563) การทำงานแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

- 1) ขั้นวิเคราะห์และสำรวจ (analysis and exploration) เป็นการวิเคราะห์ความต้องการและบริบทการใช้ตัวแทรกแซง โดยใช้การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องหรือการตรวจเยี่ยมพื้นที่
- 2) ขั้นการออกแบบและพัฒนาตัวแทรกแซง (design and construction) เป็นการสร้างต้นแบบตัวแทรกแซงแล้วนำไปสู่การปฏิบัติมีการตรวจสอบ ประเมิน และปรับปรุงโดยทำงานเป็นวงจรที่มีการกระทำซ้ำหลายรอบ
- 3) ขั้นการประเมินผลและสะท้อนความคิด (evaluation and reflection) เป็นการถอดบทเรียนผ่านการสะท้อนคิดเพื่อสร้างหลักการใหม่หรือทฤษฎีการออกแบบใหม่

การพิมพ์ 3 มิติ

การพัฒนาเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในปัจจุบันทำให้เราสามารถจำลองรูปร่างภายในของฟันและคลองรากฟันได้เสมือนจริงมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนรูปร่างของฟันในไฟล์ดิจิทัลก่อนพิมพ์เพื่อให้ฟันมีลักษณะเป็นไปตามที่ต้องการ เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ระบบเรซิน (Kafle et al., 2021) หรือ Stereolithography ขึ้นรูปด้วยน้ำเรซินไวแสงเป็นระบบที่มีความละเอียดมาก แต่ค่อนข้างมีความยุ่งยากในการทำงานเนื่องจากสารตั้งต้นเป็นของเหลว ชิ้นงานที่พิมพ์ได้ต้องนำมาล้างทำความสะอาด

จากการทดสอบคุณสมบัติของเรซินในการพิมพ์ฟันโมเดลสำหรับฝึกรักษาคลองรากฟัน พบว่า NextDent C&B MFH (Micro Filled Hybrid) และ NextDent Model เป็นเรซินที่มีความเหมาะสมในหลายด้าน มีขายในประเทศไทย และแม้ว่าจะมีความแข็งที่ต่างจากเนื้อฟันธรรมชาติ แต่เมื่อนำมาใช้พิมพ์ฟันโมเดลเพื่อฝึกรักษาคลองรากฟัน พบว่า ได้รับการประเมินว่ามีความสมจริงทั้งในด้านรูปร่าง และความรู้สึกขณะทำงาน (Reymus et al., 2020)

เรซินยี่ห้อ NextDent C&B MFH (Micro Filled Hybrid) เป็นเรซินทางทันตกรรมสำหรับพิมพ์ 3 มิติเพื่อใช้ในงานครอบและสะพานฟันชั่วคราว มีสีเหมือนฟันหลายเฉด

เรซินยี่ห้อ NextDent Model เป็นเรซินสำหรับพิมพ์โมเดลในงานฟันปลอมหรืองานจัดฟัน มีคุณสมบัติคล้ายกับ NextDent C&B ต่างตรงที่ไม่มีสีเหมือนฟัน มีเฉพาะสีฟ้า ขาว และเทา ไม่มีคุณสมบัติความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) และมีราคาถูกกว่า

โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนานวัตกรรมฟันโมเดล 3 มิติ ที่ผลิตขึ้นภายในคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามแนวคิด mastery learning และ deliberate practice เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนขั้นตอนเปิดทางสู่คลองรากฟันซี่ฟันหน้าบนของนักศึกษาชั้นปรีคลินิก

สมมติฐาน

สามารถผลิตนวัตกรรมฟันโมเดล 3 มิติขึ้นเองภายในคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สอดคล้องกับแนวคิด mastery learning และ deliberate practice และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนขั้นตอนเปิดทางสู่คลองรากฟันซี่ฟันหน้าบนของนักศึกษาชั้นปรีคลินิก

กรอบแนวคิดในวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาตามการวิจัยออกแบบทางการศึกษา (educational design research) ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์และสำรวจ (analysis and exploration)

ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลจากจากบริบทจริง เพื่อให้เข้าใจบริบท สภาพปัญหา หรือข้อจำกัดในการเรียนการสอนในองค์กร โดย

- สัมภาษณ์ผู้สอนรายวิชา 657-324 วิทยาเอ็นโดดอนต์ 1
- เก็บข้อมูลจากนักศึกษาทันตแพทย์ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2 ปีก่อนศึกษาก่อนหน้า (2563-2564) จากแบบประเมินรายวิชา 657-324 วิทยาเอ็นโดดอนต์ 1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นทั้งหมด พบว่าการเรียนการสอนที่ผ่านมามีปัญหาหลักคือ

- 1) การฝึกรักษาคคลองรากฟันในฟันถอนธรรมชาติที่มีความซับซ้อนและความยากง่ายแตกต่างกัน ไม่เหมาะสำหรับนักศึกษาที่เริ่มฝึกเป็นครั้งแรก ซึ่งจะทำให้นักศึกษาไม่ได้เรียนรู้ตามลำดับจากง่ายไปยากตามหลักการการเรียนรู้ที่ควรจะเป็น และใช้เวลาในการทำงานนาน มีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดมาก ส่งผลต่อความยุติธรรมในการให้คะแนนความเครียด เกิดความรู้สึกท้อแท้ในการฝึก และอาจทำให้มีความรู้สึกที่ไม่ดีต่องานรักษาคคลองรากฟัน
- 2) ประสบปัญหาในการจัดหาฟันธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการฝึกรักษาคคลองรากฟันให้เพียงพอ และด้วยจำนวนซี่ฟันที่มีจำกัดอาจทำให้นักศึกษาเกิดความกังวลการเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการฝึกแล้วไม่มีฟันเพียงพอให้เปลี่ยน อาจนำมาซึ่งความกดดันในการเรียน

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาตัวแทรกแซง (design and construction)

แนวคิด mastery learning และ deliberate practice ถูกนำมาใช้ร่วมกันในการพัฒนาและออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนและฟันโมเดล 3 มิติ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

Mastery learning โดยออกแบบให้ฟันโมเดล 3 มิติ มีความยาก 3 ระดับ เพื่อให้นักศึกษาทันตแพทย์ได้เริ่มฝึกจากระดับง่าย เพื่อให้มีพื้นฐานที่ดีในการเรียนรู้ในระดับที่ยากขึ้น ทำให้เรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

Deliberate practice โดยการจัดหาฟันโมเดล 3 มิติให้มีปริมาณเพียงพอและมีราคาไม่แพง เพื่อให้นักศึกษาทันตแพทย์สามารถใช้ในการฝึกรักษาลองรากฟันซ้ำๆ ได้เพียงพอต่อการสร้างทักษะ ภายใต้คำแนะนำของอาจารย์ผู้สอน การผลิตและพัฒนาฟันโมเดล 3 มิติขึ้นเองภายในองค์กรจะทำให้สามารถผลิตฟันได้จำนวนเพียงพอ ฟันแต่ละซี่มีมาตรฐานเดียวกัน สามารถปรับเปลี่ยนรูปร่างของฟันได้ทำให้สามารถออกแบบฟันโมเดลให้มีระดับความยากที่แตกต่างกันได้ นอกจากนี้ยังสามารถผลิตได้ด้วยงบประมาณที่ต่ำกว่าการจัดซื้อฟันโมเดลสำเร็จรูป โดยมีกระบวนการ ดังนี้

- 1) จัดหาไฟล์ 3 มิติจาก www.cgtrader.com กำหนดให้เป็นไฟล์ที่สามารถแก้ไขรูปร่างลักษณะของฟันได้
- 2) ปรับรูปแบบของไฟล์ที่จัดหาได้ให้มีลักษณะเหมาะสมโดยออกแบบร่วมกับอาจารย์ผู้สอน
- 3) จัดหาเรซิน โดยเป็นเรซินที่คาดว่าจะมีความเหมาะสมจากการทบทวนวรรณกรรม คำแนะนำจากผู้มีประสบการณ์ในการพิมพ์ฟัน 3 มิติ โดยต้องเป็นเรซินที่มีขายในประเทศไทย ราคาเหมาะสม และคาดว่าจะมีความแข็งแรงและความที่บร้งสีเหมาะสมกับการฝึกรักษาลองรากฟัน เรซินที่นำมาใช้ในการศึกษา มีดังนี้

- Creality UV dental mode resin
- Creality 3D resin water washable
- Anycubic Plant-based UV resin 3D printer
- Resione HT100
- NextDent C&B MFH (Micro Filled Hybrid)

- 4) พิมพ์ฟันโมเดล 3 มิติด้วยวัสดุเรซินที่จัดหาได้ในข้อที่ 3.

- พิมพ์โมเดลด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ชนิด LCD ยี่ห้อ CREALITY รุ่น HALOT-LITE
- ล้างด้วย ethyl alcohol 95% เพื่อกำจัดเรซินส่วนเกิน
- เป่าหรือวางขึ้นให้แห้ง แล้วนำไปอบ UV เพื่อให้เรซินแข็งตัวเต็มที่

- 5) พัฒนาฟันโมเดลร่วมกันระหว่างผู้วิจัย อาจารย์ผู้สอนรายวิชา และผู้เชี่ยวชาญในการพิมพ์ ผ่านการปรับลักษณะของฟันโมเดลและทดลองพิมพ์ด้วยเรซินชนิดต่างๆ จนกระทั่งได้ลักษณะฟันโมเดลและชนิดเรซินที่มีความเหมาะสมทั้งในด้านรูปร่างลักษณะ ความรู้สึกลักษณะทำงาน และความที่บร้งสี

- 6) ปรับลักษณะฟันโมเดล 3 มิติให้มีระดับความยากเป็น ง่าย ปานกลาง ยาก ตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้สอนรายวิชา โดยปรับลดขนาดของโพรงฟันให้แคบลงเมื่อเป็นโมเดลที่มีระดับความยากเพิ่มขึ้น พิมพ์ด้วยเรซินชนิดที่มีความเหมาะสมที่สุดที่ได้จากข้อ 5.

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลและสะท้อนความคิด (evaluation and reflection)

- 1) Evaluation: ขั้นตอนการประเมินผล

ประเมิน รูปร่าง ความรู้สึกลักษณะทำงาน ความที่บร้งสี ของฟันโมเดล 3 มิติที่พิมพ์ได้ จากแบบสอบถามที่ 1

- โดยอาจารย์ผู้สอนรายวิชาจำนวน 3 คน
- โดยนักศึกษาทันตแพทย์หลังปริญญาสาขาวิทยาเอ็นไอตอนด์ 2 คน

ประเมินความเหมาะสมของระดับความยากของฟันโมเดล 3 มิติ จากแบบสอบถามที่ 2

- โดยทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์ในงานรักษาลองรากฟัน 3 คน โดย

ก. แจกฟันโมเดล 3 มิติ ระดับความยากละ 1 ซี่ โดยไม่ระบุว่าเป็นความยากระดับใด

ข. ทำขั้นตอนการเปิดทางสู่คลองรากฟันทีละซี่ และทำเครื่องหมายขีดบนเส้นเพื่อระบุระดับความยากตามความคิดเห็นในแบบสอบถามที่ 2

ค. ผู้วิจัยประเมินความสอดคล้องของระดับความยากที่ถูกระบุ ประกอบกับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น กับระดับความยากจริงของฟันแต่ละซี่

แบบสอบถามที่ 2 ความคิดเห็นของทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์ในงานรักษาลงรากฟัน ต่อระดับความยากจากการทำขั้นตอนเปิดทางสู่คลองรากฟันโมเดล 3 มิติซี่ฟันหน้าบน

ซี่ที่	สำหรับนักศึกษาทันตแพทย์	สำหรับอาจารย์	สำหรับผู้วิจัย	
	ระดับความยากจากการทำขั้นตอนเปิดทางสู่คลองรากฟัน	ข้อผิดพลาด	ระดับความยาก	ความสอดคล้อง
1	ง่ายมาก ยากมาก			☐ สอดคล้อง ☐ ไม่สอดคล้อง
2	ง่ายมาก ยากมาก			
3	ง่ายมาก ยากมาก			

2) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflection)

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ประเมินได้จากแบบสอบถามที่ 1 และ 2 และอาจสอบถามผู้ประเมินเพิ่มเติมเพื่อให้ผลประเมินที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์และพัฒนาฟันโมเดล 3 มิติให้มีความเหมาะสมที่สุดต่อไป

ผลการวิจัย

จากการพัฒนานวัตกรรมฟันโมเดล 3 มิติในซี่ฟันหน้าบน นำมาซึ่งต้นแบบของนวัตกรรมฟันโมเดล 3 มิติ ที่มีลักษณะที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษาทันตแพทย์เพื่อใช้ในการฝึกปฏิบัติงานรักษาลงรากฟัน และได้เรซินที่มีความเหมาะสมที่สุดคือ NextDent C&B MFH (Micro Filled Hybrid) กระบวนการผลิตสามารถทำได้เองภายในองค์กร ด้วยต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม และสามารถผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการใช้งานของนักศึกษา



รูปที่ 1 แสดงฟันโมเดล 3 มิติที่พิมพ์ได้

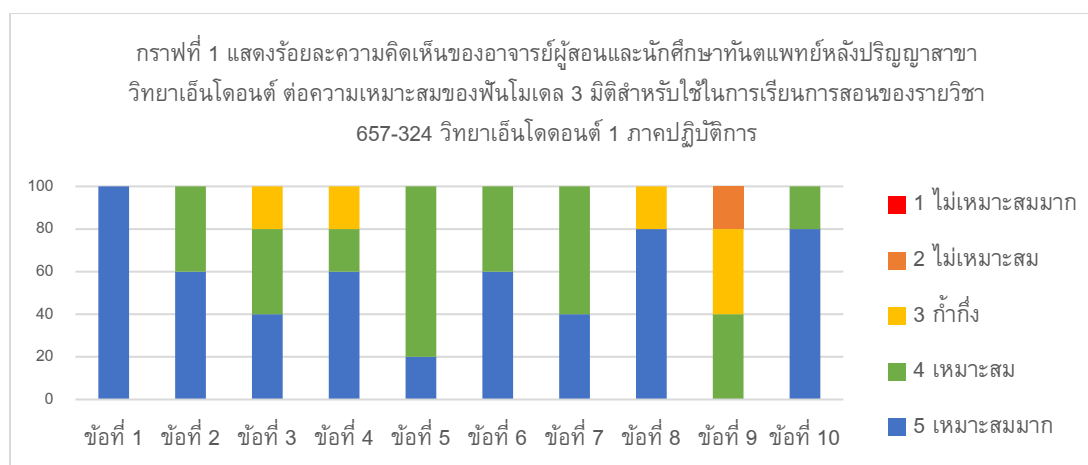


รูปที่ 2 แสดงภาพรังสีฟันโมเดล 3 มิติซี่ฟันหน้าบน ที่พิมพ์ด้วยเรซินชนิด NextDent C&B MFH (Micro Filled Hybrid)

ตารางที่ 1 แสดงผลจากแบบสอบถามที่ 1 ถึงความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาทันตแพทย์หลังปริญญา สาขาวิทยาเอ็นโดดอนต์ ต่อความเหมาะสมของฟันโมเดล 3 มิติสำหรับการเรียนการสอน

1) ลักษณะภายนอก (external anatomy) ของฟันโมเดล 3 มิติมีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
100%	0%	0%	0%	0%
Mean 5 (0)		Median 5 (0)		
2) ลักษณะของโพรงประสาทฟัน (pulp chamber) ของฟันโมเดล 3 มิติมีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
60%	40%	0%	0%	0%
Mean 4.6 (0.55)		Median 5 (1)		

3) ความสัมพันธ์ของลักษณะภายนอก (external anatomy) และลักษณะภายใน (internal anatomy) มีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
40%	40%	20%	0%	0%
Mean 4.2 (0.84)		Median 4 (1.5)		
4) ความทึบรังสีของฟันโมเดล (radiopacity) มีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
60%	20%	20%	0%	0%
Mean 4.4 (0.89)		Median 5 (1.3)		
5) ความรู้สึกโดยรวมขณะกรอเปิดทางสู่คลองรากฟัน (access opening) มีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
20%	80%	0%	0%	0%
Mean 4.2 (0.45)		Median 4 (0.5)		
6) ความรู้สึกขณะกรอเปิดทางสู่คลองรากฟัน (access opening) ด้วยหัวกรอจากเพชรทรงกลมกรอเร็ว (high speed round diamond bur) มีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
60%	40%	0%	0%	0%
Mean 4.6 (0.55)		Median 5 (1)		
7) ความรู้สึกขณะกรอเปิดทางสู่คลองรากฟัน (access opening) ด้วยหัวกรอคาร์ไบด์ทรงกลมกรอช้า (long shank slow speed round carbide bur) มีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
40%	60%	0%	0%	0%
Mean 4.4 (0.55)		Median 4 (1)		
8) ความรู้สึกขณะกรอแต่งทางสู่คลองรากฟัน (access opening) ด้วยหัวกรอจากเพชรรูปยาวเรียว ปลายมนเรียบ (safe tipped taper fissure diamond bur) มีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
80%	0%	20%	0%	0%
Mean 4.6 (0.89)		Median 5 (1)		
9) ความรู้สึกขณะกรอแต่งทางสู่คลองรากฟัน (access opening) ด้วยหัวกรอเกทส์ กลัดเดนดริล (Gates glidden drill) มีความเหมาะสมเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
0%	40%	40%	20%	0%
Mean 3.2 (0.84)		Median 3 (1.3)		
10) โดยรวมคุณคิดว่าฟันโมเดล 3 มิติ มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประกอบการฝึกรักษาคอนกรากฟันในห้องปฏิบัติการเพียงใด				
เหมาะสมมาก (5)	เหมาะสม (4)	กำกวม (3)	ไม่เหมาะสม (2)	ไม่เหมาะสมมาก (1)
80%	20%	0%	0%	0%
Mean 4.8 (0.45)		Median 5 (0.5)		



ตารางที่ 2 แสดงผลคิดเห็นของทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์ในงานรักษาลงรากฟันจำนวน 3 คน ต่อระดับความยากจาก
การทำขั้นตอนเปิดทางสู่คลองรากฟันโมเดล 3 มิติซี่ฟันหน้าบน และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน

ทันตแพทย์คนที่	ระดับความยากของฟัน โมเดล	ผลการประเมิน	
		ข้อผิดพลาดที่ เกิดขึ้น	ความสอดคล้องของระดับความยากที่ทันตแพทย์ ประเมินและระดับความยากจริงของฟันโมเดล
1, 2 และ 3	ระดับง่าย	-	สอดคล้อง
	ระดับปานกลาง	-	สอดคล้อง
	ระดับยาก	-	สอดคล้อง

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

การศึกษานี้ใช้วิธีวิจัยออกแบบในการการพัฒนาวัตกรรมการฟันโมเดล 3 มิติเพื่อใช้เป็นนวัตกรรมในการแก้ปัญหาในการเรียนการสอน จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทจริงของห้องเรียน พบว่าข้อจำกัดจากการใช้ฟันธรรมชาติที่มีลักษณะที่หลากหลายและมีจำนวนจำกัดเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของปัญหาเหล่านั้น หลังจากหาแนวทางแก้ไขปัญหาร่วมกันกับอาจารย์ผู้สอน พบว่า ทฤษฎีทางการศึกษา mastery learning และ deliberate practice สามารถนำมาแก้ไขปัญหานี้และพัฒนาการเรียนการสอนได้ ตามทฤษฎีดังกล่าวจำเป็นต้องมีเวลาและทรัพยากรในการฝึกที่เพียงพอสำหรับนักศึกษาแต่ละคนเพื่อมีโอกาสได้ฝึกฝนซ้ำๆ จนบรรลุทักษะ นอกจากนี้บทเรียนในการฝึกจะต้องเริ่มจากบทเรียนที่ง่ายเพื่อสร้างพื้นฐานในการเรียนรู้ เมื่อนักศึกษาได้รับการประเมินว่ามีทักษะพื้นฐานที่ดีแล้วจึงจะข้ามไปฝึกในบทเรียนที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อให้เกิดการเพิ่มพูนทักษะต่อไป

พบว่า ทฤษฎีดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนโดยใช้ฟันธรรมชาติได้ เนื่องจากไม่สามารถจัดหาฟันธรรมชาติที่เหมาะสมให้เพียงพอ อีกทั้งไม่สามารถปรับเปลี่ยนลักษณะของฟันให้เป็นบทเรียนจากง่ายไปยังบทเรียนที่ยากขึ้นได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวัตกรรมการฟันโมเดล 3 มิติสำหรับการใช้ฝึกรักษาลงรากฟันโดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ ผลิตฟันที่มีลักษณะที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ มีระดับของความยากเป็น 3 ระดับ (ง่าย ปานกลาง และยาก) และเป็นฟันโมเดลที่สามารถผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการในการฝึกฝนงานของนักศึกษา

การออกแบบฟันโมเดลให้มีลักษณะที่เหมาะสมต้องอาศัยการทำงานซ้ำๆ ร่วมกันระหว่างอาจารย์ผู้สอน ผู้วิจัย และนักออกแบบซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการผลิตฟันโมเดล 3 มิติ เพื่อประเมินจุดบกพร่อง แล้วนำกลับไปแก้ไข จนกระทั่งได้ฟันโมเดลที่มีลักษณะที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ที่สุด ในช่วงแรกพบว่าการพิมพ์ฟันโมเดลทั้งชิ้นนั้นมีปัญหาเรซิน ตกค้างภายในคลองรากฟัน เนื่องจากไม่สามารถล้างออกผ่านทางรูเปิดปลายรากฟันได้ จึงจำเป็นต้องแก้ไขให้พิมพ์แยกส่วนระหว่างตัวฟันและรากฟัน เพื่อให้สามารถกำจัดเรซินส่วนเกินป้องกันการอุดตัน แต่ตามมาด้วยการที่ต้องติดกาวเชื่อม

สองส่วนเข้าด้วยกันในภายหลัง การกำหนดขนาดคลองรากฟันในส่วนที่แคบให้มีลักษณะที่พิมพ์ออกมาได้พอดีกับขนาดที่ต้องการนั้นทำได้ยาก เนื่องด้วยหากระยะนั้นแคบเกินไปจะทำให้เกิดการอุดตันของคลองรากฟัน

เพื่อให้ได้เรซินที่สามารถนำมาใช้ผลิตฟันโมเดลได้ภายในองค์กร จึงเลือกจากเรซินที่น่าจะมีคุณสมบัติที่คล้ายคลึงฟันธรรมชาติและสามารถหาซื้อได้และมีราคาที่เหมาะสม โดยเลือกจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีเรซินหลายชนิดที่มีความใกล้เคียงกับฟันธรรมชาติ จึงนำเรซินแต่ละชนิดที่เลือกได้มาทดลองพิมพ์ฟันโมเดล 3 มิติเพื่อเลือกชนิดเรซินที่เหมาะสมที่สุดจากความรู้สึกขณะใช้งาน และความเหมาะสมของลักษณะของภาพรังสีของฟันโมเดล โดยเรซินที่พบว่ามีเหมาะสมที่สุดคือเรซินชนิด NextDent C&B MFH (Micro Filled Hybrid)

จากการประเมินความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการเรียนการสอนของฟันโมเดลต้นแบบที่พัฒนาได้ ผู้ประเมินทั้งหมดให้ความเห็นว่าลักษณะภายนอกของฟันโมเดลมีความเหมาะสมมาก อาจเนื่องจากรูปร่างที่ได้รับการปรับให้มีความเหมือนฟันธรรมชาติที่สุด และเรซินที่ใช้พิมพ์เป็นเรซินสำหรับพิมพ์ครอบฟันชั่วคราวทำให้มีสีที่คล้ายคลึงกับฟันธรรมชาติ ลักษณะของโพรงประสาทฟันและความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภายนอกและภายในของฟันมีความเหมาะสมความที่บ่งชี้มีความเหมาะสม แต่มีข้อเสนอแนะว่าขอบบนของโพรงประสาทฟันค่อนข้างแยกออกได้ยากเนื่องจากไปซ้อนทับกับตำแหน่ง fossa ของฟัน อาจทำให้นักศึกษาสับสนในการกำหนดขอบเขตของทางเปิดทางเข้าสู่คลองรากฟัน ปัญหานี้อาจแก้ไขได้จากการเพิ่มความแตกต่างของความทึบภาพรังสี หรือลดความลึกของ fossa เพื่อเพิ่มความหนาของเรซินบริเวณ fossa อาจจะทำให้เห็นขอบเขตของโพรงประสาทฟันได้ขึ้น

จากการประเมินความรู้สึกขณะกรอฟันโมเดล พบว่าโดยภาพรวมแล้วมีความเหมาะสม ความรู้สึกขณะกรอมีความใกล้เคียงฟันธรรมชาติ เมื่อประเมินความรู้สึกขณะกรอด้วยหัวกรอชนิดแต่ละชนิดที่แตกต่างกันพบว่ามีความเหมาะสมถึงเหมาะสมมาก ยกเว้นการกรอด้วยหัวกรอเกทส์ กลิตเดนดริล ที่ได้รับการประเมินว่าความเหมาะสมมีความก้ำกึ่งเนื่องจากกรอตัดเรซินได้ยากอาจเพราะเรซินมีความแข็งเกินไป ขณะเดียวกันมีผู้ประเมินให้ความเห็นว่าเมื่อกรอด้วยหัวกรอเร็วกากเพชรที่แข็งแรงกว่าค่อนข้างที่จะตัดเนื้อฟันเร็วอาจเพราะความแข็งของเรซินไม่เพียงพอ ปัญหาเหล่านี้อาจเป็นผลมาจากข้อจำกัดของฟันโมเดลที่มีลักษณะเป็นเนื้อเรซินเดียวกันทั้งซี่ฟัน แตกต่างจากฟันธรรมชาติที่มีชั้นนอกสุดของตัวฟันเป็นเคลือบฟันที่มีความแข็งจำเป็นต้องได้รับการกรอตัดด้วยหัวกรอที่มีความสามารถตัดได้ตัวอย่างหัวกรอเร็วกากเพชร ส่วนชั้นเนื้อฟันที่อยู่รองลงมามีความแข็งลดลงสามารถกรอตัดได้ดีด้วยหัวกรอช้า รวมถึงหัวกรอเกทส์ กลิตเดนดริล ดังนั้นแล้วในกรณีที่พิมพ์ฟันทั้งซี่ด้วยเรซินชนิดเดียวกัน พบว่าการเพิ่มหรือลดความแข็งของเรซินล้วนแล้วแต่ทำให้ลดความเหมาะสมของความรู้สึกจากการกรอ ในอนาคตหากสามารถพัฒนาให้สามารถพิมพ์ฟันโมเดลด้วยเรซินต่างชนิดที่มีความแข็งที่แตกต่างกันเพื่อแสดงความแตกต่างกันระหว่างชั้นเคลือบฟันและชั้นเนื้อฟัน อาจสามารถพัฒนาให้ฟันโมเดลมีความสมจริงในการกรอมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการประเมินโดยภาพรวมแล้วฟันโมเดลต้นแบบที่ได้มีความเหมาะสมสำหรับให้นักศึกษาใช้ในการฝึกศึกษาคลองรากฟัน และจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าแม้ว่าฟันโมเดลจะมีความแตกต่างจากฟันธรรมชาติแต่ก็สามารถใช้ในการฝึกทักษะให้แก่ผู้เรียนได้ไม่แตกต่างจากฟันธรรมชาติ (Tchorz et al., 2015), (Decurcio et al., 2019)

หลังจากได้ลักษณะพื้นฐานของฟันโมเดลที่เหมาะสม และได้ชนิดของเรซินที่เหมาะสมแล้ว ได้มีปรับลักษณะของฟันโมเดลให้มีระดับความยากในการฝึกเป็น 3 ระดับ พบว่าทันตแพทย์ที่มีประสบการณ์ในงานรักษาคลองรากฟันทั้งสามคนสามารถแยกความแตกต่างของระดับความยากของฟันโมเดลได้ถูกต้อง นอกจากนี้ก่อนการประเมินคาดว่าในซี่ที่ยากมีโอกาสดึงข้อผิดพลาดระหว่างการทำงานได้มากกว่าซี่ที่ง่าย แต่จากผลการประเมินพบว่าไม่มีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในระหว่างการกรอทั้ง 3 ซี่ของทันตแพทย์ทั้ง 3 คน

แม้ว่าฟันโมเดลอาจยังมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถผลิตให้มีลักษณะที่เหมือนฟันธรรมชาติได้ และอาจต้องจัดหาทรัพยากรในการผลิตเพิ่มเติม เช่น กำลังคน แต่อย่างไรก็ตามฟันโมเดลอาจสามารถนำมาช่วยพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้จากการที่สามารถผลิตได้จำนวนที่เพียงพอ ด้วยงบประมาณที่ถูกกว่าฟันโมเดลสำเร็จรูปประมาณ 25 เท่า และสามารถออกแบบให้มีระดับความยากที่แตกต่างกัน ทำให้เอื้อต่อการจัดรูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับแนวคิด

mastery learning และ deliberate practice ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ อีกทั้งยังทำให้เกิดความเท่าเทียมจากการที่นักศึกษาได้ฝึกในฟันที่มีลักษณะเป็นมาตรฐานเดียวกัน ลดปัญหาความยุ่งยากในการเตรียมฟันธรรมชาติ โดยเฉพาะในเรื่องของการปนเปื้อนเชื้อโรค

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

นำฟันโมเดล 3 มิติไปทดลองใช้จริงในการเรียนการสอน เพื่อประเมินผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอน
บทสรุป

การศึกษานี้สามารถพัฒนานวัตกรรมฟันโมเดล 3 มิติสำหรับใช้ในการฝึกรักษาลongรากฟันชั้นตอนเปิดทางเข้าสู่คลองรากฟันในซี่ฟันหน้าบน ตามแนวคิด mastery learning และ deliberate practice ผลการประเมินฟันโมเดลพบว่ามี
ความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนการฝึกรักษาลongรากฟัน

เอกสารอ้างอิง

- Al-Sudani, D. I., & Basudan, S. O. (2017). Students' perceptions of pre-clinical endodontic training with artificial teeth compared to extracted human teeth. *Eur J Dent Educ*, 21(4), e72-e75. <https://doi.org/10.1111/eje.12223>.
- Benjamin, B. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. McGraw-Hill.
- Cook, D. A., Brydges, R., Zendejas, B., Hamstra, S. J., & Hatala, R. (2013). Mastery learning for health professionals using technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Acad Med*, 88(8), 1178-1186. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e31829a365d>.
- Cook, D. A., Hatala, R., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., Erwin, P. J., & Hamstra, S. J. (2011). Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *Jama*, 306(9), 978-988. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.1234>.
- De Moor, R., Hülsmann, M., Kirkevang, L. L., Tanalp, J., & Whitworth, J. (2013). Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. *Int Endod J*, 46(12), 1105-1114. <https://doi.org/10.1111/iej.12186>.
- Decurcio, D. A., Lim, E., Chaves, G. S., Nagendrababu, V., Estrela, C., & Rossi-Fedele, G. (2019). Pre-clinical endodontic education outcomes between artificial versus extracted natural teeth: a systematic review. *Int Endod J*, 52(8), 1153-1161. <https://doi.org/10.1111/iej.13116>.
- Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. (2003). *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3102/0013189X032001005>.
- Dominici, J. T., Eleazer, P. D., Clark, S. J., Staat, R. H., & Scheetz, J. P. (2001). Disinfection/sterilization of extracted teeth for dental student use. *J Dent Educ*, 65(11), 1278-1280.
- dos, S. L. D., de, S. O. F., Scarparo, R. K., Vier-Pelisser, F. V., Morgental, R. D., Waltrick, S. B., & de Figueiredo, J. A. (2015). Preparation time and perceptions of Brazilian specialists and dental students regarding simulated root canals for endodontic teaching: a preliminary study. *J Dent Educ*, 79(1), 56-63.
- Ericsson, K. A. (2008). Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview. *Acad Emerg Med*, 15(11), 988-994. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2008.00227.x>.
- Ericsson, K. A., Krampe, R., & Tesch-Romer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *psychol. Rev*, 100, 363-406.

- Ericsson, K. A., & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annu Rev Psychol*, 47, 273-305. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.47.1.273>.
- John, C. (1963). A model of school learning. *Teachers college records*, 64, 723-733.
- Kafle, A., Luis, E., Silwal, R., Pan, H. M., Shrestha, P. L., & Bastola, A. K. (2021). 3D/4D Printing of Polymers: Fused Deposition Modelling (FDM), Selective Laser Sintering (SLS), and Stereolithography (SLA). *Polymers (Basel)*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/polym13183101>.
- Macnamara, B. N., Hambrick, D. Z., & Oswald, F. L. (2014). Deliberate practice and performance in music, games, sports, education, and professions: a meta-analysis. *Psychol Sci*, 25(8), 1608-1618. <https://doi.org/10.1177/0956797614535810>.
- McGaghie, W. C. (2015). When I say ... mastery learning. *Med Educ*, 49(6), 558-559. <https://doi.org/10.1111/medu.12679>.
- McGaghie, W. C., Barsuk, J. H., & Wayne, D. B. (2015). AM last page: mastery learning with deliberate practice in medical education. *Acad Med*, 90(11), 1575. <https://doi.org/10.1097/acm.0000000000000876>.
- McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Cohen, E. R., Barsuk, J. H., & Wayne, D. B. (2011). Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A meta-analytic comparative review of the evidence. *Acad Med*, 86(6), 706-711. <https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e318217e119>.
- McKenny, S., & Reeves, T. (2019). *Conducting Educational Design Research*. Routledge.
- Petrosoniak, A., Lu, M., Gray, S., Hicks, C., Sherbino, J., McGowan, M., & Monteiro, S. (2019). Perfecting practice: a protocol for assessing simulation-based mastery learning and deliberate practice versus self-guided practice for bougie-assisted cricothyroidotomy performance. *BMC Med Educ*, 19(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1537-7>.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2007). *An introduction to educational design research*. Retrieved July 13 from https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/14472302/Introduction_20to_20education_20design_20research.pdf.
- Reymus, M., Fotiadou, C., Kessler, A., Heck, K., Hickel, R., & Diegritz, C. (2019). 3D printed replicas for endodontic education. *Int Endod J*, 52(1), 123-130. <https://doi.org/10.1111/iej.12964>.
- Reymus, M., Stawarczyk, B., Winkler, A., Ludwig, J., Kess, S., Krastl, G., & Krug, R. (2020). A critical evaluation of the material properties and clinical suitability of in-house printed and commercial tooth replicas for endodontic training. *Int Endod J*, 53(10), 1446-1454. <https://doi.org/10.1111/iej.13361>.
- Sawyer, T., White, M., Zaveri, P., Chang, T., Ades, A., French, H., Anderson, J., Auerbach, M., Johnston, L., & Kessler, D. (2015). Learn, see, practice, prove, do, maintain: an evidence-based pedagogical framework for procedural skill training in medicine. *Acad Med*, 90(8), 1025-1033. <https://doi.org/10.1097/acm.0000000000000734>.
- Sonntag, D., Bärwald, R., Hülsmann, M., & Stachniss, V. (2008). Pre-clinical endodontics: a survey amongst German dental schools. *Int Endod J*, 41(10), 863-868. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01438.x>.
- Tchorz, J. P., Brandl, M., Ganter, P. A., Karygianni, L., Polydorou, O., Vach, K., Hellwig, E., & Altenburger, M. J. (2015). Pre-clinical endodontic training with artificial instead of extracted human teeth: does the type

of exercise have an influence on clinical endodontic outcomes? [<https://doi.org/10.1111/iej.12385>]. *International Endodontic Journal*, 48(9), 888-893. <https://doi.org/10.1111/iej.12385>.

Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. (2001). *Int Endod J*, 34(8), 574-580. <https://doi.org/10.1046/j.0143-2885.2001.00508.x>.

Yekta-Michael, S. S., Färber, C., & Heinzl, I. (2020). *Using A New Endodontic Tooth Model as an Alternative in Clinical Education Course During the Covid-19 Pandemic*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-134995/v1>.

ว่องวานิช, ส. ว. ม. (2563). การวิจัยการออกแบบทางการศึกษา *Design Research in Education*. สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2023 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).