

Innovative Production of Arm Splinting Mannequin Using 3D Printing Technology and Realistic Silicone-Latex Hybrid Materials

Kawitsara Eambunnapong, M.S.¹, Suriya Lamsopa, B.A.^{2,*}

¹Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700, Thailand, ²Medical Education Technology Center, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok 10700, Thailand.

Siriraj Medical Bulletin 2026;19(2):103-111.

ABSTRACT

This academic article presents new knowledge derived from the development of a high-fidelity medical mannequin designed for practicing Hanging arm cast splinting skills, addressing the challenges of scarcity and the high cost of imported educational media. The primary contribution of this research is the establishment of a 12-step systematic production process that integrates 3D printing technology with the application of a silicone-latex hybrid material to replicate human skin texture and anatomical details with maximum realism. The study demonstrates that the developed innovation achieves high fidelity in terms of proportions, shape, and intricate details, such as palm lines, which are critical factors for accurate clinical positioning. Practical implementation within orthopaedic surgery courses has proven effective in enhancing the proficiency and confidence of medical students. Furthermore, the research identifies methods for material durability enhancement, extending the mannequin's operational lifespan to 1–2 years. This knowledge serves as a cost-effective domestic prototype for medical simulator production, supporting educational sustainability and reducing the risks associated with practicing directly on real patients.

Keywords: Medical mannequins; clinical skill training; simulation model production

*Correspondence to: Suriya Lamsopa

Email: suriya.las@mahidol.ac.th

Received: 13 February 2025

Revised: 23 February 2026

Accepted: 30 March 2026

<https://dx.doi.org/10.33192/smb.v19i2.273631>

นวัตกรรมการผลิตหุ่นจำลองการพันเฝือกแขนด้วยเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติและวัสดุผสมซิลิโคนเสมือนจริง

กวิศรา เอี่ยมบรรณพงษ์¹, สุริยา หล้าโสภา^{2,*}

¹ภาควิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10700 ประเทศไทย, ²สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร 10700 ประเทศไทย.

บทคัดย่อ

องค์ความรู้ใหม่จากการพัฒนานวัตกรรมการศึกษาทางการแพทย์ผ่าน "หุ่นจำลองเสมือนจริงระดับสูง (high-fidelity mannequin)" เพื่อการฝึกทักษะหัตถการพันเฝือกแขนเทคนิค Hanging arm cast โดยมีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลนและราคาที่สูงของสื่อการสอนนำเข้าจากต่างประเทศ องค์ความรู้หลักที่ค้นพบในงานวิจัยนี้คือการสร้างกระบวนการผลิตเชิงระบบ 12 ขั้นตอน ที่มีการบูรณาการเทคโนโลยีการพิมพ์ 3 มิติ (3D printing) เข้ากับการประยุกต์ใช้วัสดุผสมไฮบริด (silicone-latex hybrid) เพื่อจำลองผิวสัมผัสและรายละเอียดทางกายภาพให้มีความใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด ผลการศึกษาพิสูจน์ให้เห็นว่า นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมีความแม่นยำสูงทั้งในด้านสัดส่วน รูปร่าง และรายละเอียดเชิงลึก เช่น เส้นลายมือ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความถูกต้องในการจัดทำทางทางคลินิก เมื่อนำไปใช้งานจริงในรายวิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์ พบว่าสามารถยกระดับทักษะความชำนาญและความมั่นใจให้แก่นักศึกษาแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยังได้ค้นพบแนวทางการเพิ่มความทนทานของวัสดุ ซึ่งช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้นถึง 1-2 ปี องค์ความรู้นี้จึงถือเป็นโมเดลต้นแบบที่มีความคุ้มค่าสูงในการผลิตสื่อจำลองทางการแพทย์ภายในประเทศ เพื่อสนับสนุนความยั่งยืนทางการศึกษาและลดความเสี่ยงจากการฝึกปฏิบัติกับผู้ป่วยจริง

คำสำคัญ: หุ่นจำลองฝึกทักษะ; การฝึกทักษะทางคลินิก; การผลิตหุ่นจำลอง

บทนำ

การศึกษาในปัจจุบันให้ความสำคัญกับสื่อการเรียนการสอนมากขึ้น¹ จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กำหนดให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้^{1,2,3} สื่อการสอนเป็นสื่อกลางในการนำความรู้ความเข้าใจไปสู่ผู้เรียน เป็นช่องทางการถ่ายทอดความรู้ ความต้องการและประสบการณ์จากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน^{1,4} โดยเฉพาะในสายวิทยาศาสตร์สุขภาพต้องมีทักษะทางด้านวิชาชีพ ผู้เรียนต้องมีการทำหัตถการต่อร่างกายมนุษย์ มีความจำเป็นที่จะต้องมียอดความรู้ที่ถูกต้องเข้าใจ โครงสร้างอวัยวะและลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ในร่างกายได้^{2,5} รวมทั้งการฝึกทักษะเพื่อเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจ และสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียนก่อนที่จะไปปฏิบัติจริงกับผู้ป่วย สามารถช่วยลดปัญหาหรืออันตรายจากการปฏิบัติโดยตรงกับผู้ป่วยจริงได้^{5,6} หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิตศิริราชพยาบาล กำหนดวัตถุประสงค์

ในการสร้างบัณฑิตแพทย์ที่มีความรู้ความสามารถ ทักษะ และเจตคติตามเกณฑ์มาตรฐานผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมของแพทยสภา พ.ศ. 2555 การจัดการเรียนการสอนรายวิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์สำหรับนักศึกษาแพทย์ กำหนดจัดการเรียนรู้และฝึกทักษะหัตถการเรื่องการใส่เฝือกแขน เพื่อให้นักศึกษาแพทย์สามารถทำหัตถการพื้นฐานการเข้าเฝือกแขนทางออร์โธปิดิกส์ได้ ดังนั้นในการฝึกทักษะจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เสริมทักษะช่วยในการเรียนและฝึกทักษะความชำนาญที่เกิดขึ้น⁷ การใช้หุ่นจำลองเป็นทางเลือกหนึ่งในการฝึกทักษะทางด้านวิชาชีพ โดยหุ่นจำลองจะช่วยให้ผู้เรียนที่ได้เห็นสามารถเข้าใจถึงสภาพที่แท้จริงได้ ใช้ในการฝึกปฏิบัติในการให้การดูแลผู้ป่วยก่อนที่จะให้การดูแลผู้ป่วย ลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับผู้ป่วยโดยตรง^{3,6,8,9} แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของราคา หากซื้อมาจากต่างประเทศราคาจะสูงมาก^{1,4,7,9} การผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันเฝือกจึงนับได้ว่ามีประโยชน์เป็นอย่างมาก เพราะนักศึกษาแพทย์สามารถทดลองและฝึกซ้ำได้บ่อยครั้งจนเกิดความชำนาญก่อนที่จะปฏิบัติกับผู้ป่วยหรือคนจริง

ความหมายของหุ่นจำลองทางการแพทย์

หุ่นจำลองทางการแพทย์ หมายถึง การจำลองแบบจากของจริงที่มีขนาดใหญ่หรือเล็กกว่าของจริงในลักษณะที่เป็นสามมิติให้เหมือนหรือคล้ายคลึงกับของจริง^{1,4,8,10,11} เป็นสื่อที่มีบทบาทสำคัญด้านการแพทย์ นิยมใช้ในการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ^{5,7} สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย² สามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในการฝึกทักษะที่ยาก ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพได้ชัดเจนและเข้าใจสิ่งที่ซับซ้อนได้ง่ายกว่าของจริง^{2,3,7} เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยสนับสนุนด้านการเรียนการสอน การรักษาพยาบาล และการบริการ⁶ ลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับผู้ป่วยโดยตรง สามารถทดลองและทำซ้ำได้บ่อยครั้งจนเกิดความชำนาญก่อนที่จะปฏิบัติกับผู้ป่วยหรือคนจริง^{6,11} เป็นสื่อเสริมทักษะในการเรียนการสอนของนักศึกษาแพทย์ พยาบาล วิทยาศาสตร์การแพทย์ และทางด้านสาธารณสุขที่เกี่ยวข้อง ช่วยให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นจนเกิดเป็นทักษะในการนำความรู้ไปใช้ปฏิบัติได้จริง¹²

ประเภทของหุ่นจำลองทางการแพทย์

หุ่นจำลองทางการแพทย์โดยทั่วไปแบ่งประเภทได้ดังนี้

1) Solid models เป็นหุ่นจำลองที่ต้องการแสดงรูปร่างหรือรูป

ทรงภายนอกเท่านั้น 2) Exact models เป็นหุ่นจำลองที่มีขนาดรูปร่างรายละเอียดทุกอย่างเท่าของจริง 3) Reduce models เป็นหุ่นจำลองที่มีประโยชน์ในการที่จะเข้าใจรายละเอียด 4) Cut away models เป็นหุ่นจำลองที่แสดงให้เห็นลักษณะภายใน 5) Working models เป็นหุ่นจำลองที่ใช้ในการสาธิตการทำงาน 6) Mockup models เป็นหุ่นจำลองที่แสดงความเห็นจริงหรือประกอบส่วนต่าง ๆ สำหรับใช้ในการจัดแสดง 7) Build up models เป็นหุ่นจำลองที่สามารถถอดออกเป็นส่วน ๆ เพื่อช่วยให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ^{1,11}

ประโยชน์ของหุ่นจำลองทางการแพทย์

จาก ตารางที่ 1 สังเคราะห์ผลการใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์ สรุปได้ว่า หุ่นจำลองทางการแพทย์มีประโยชน์ ดังนี้ 1) ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น 2) สามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) สามารถช่วยให้ผู้เรียนฝึกทบทวนซ้ำได้ตามที่ต้องการ 4) ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนดีขึ้น 5) สามารถนำไปปฏิบัติด้วยตนเองได้ 6) มีประโยชน์ในการฝึกก่อนขึ้นฝึกปฏิบัติกับผู้ป่วยจริง และ 7) สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและทำให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการรักษาได้^{1, 3-6, 9-13}

ตารางที่ 1 สังเคราะห์ผลการใช้หุ่นจำลองทางการแพทย์

ปี	รายการ	กลุ่มตัวอย่าง	รูปแบบการวิจัย	ผลการใช้
Laroatphotawatana (2023)	หุ่นจำลองคลำการหดตัวของมดลูก	หญิงตั้งครรภ์วัยรุ่น	การวิจัยกึ่งทดลอง	ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการปฏิบัติงานมากขึ้น
Laroatphotawatana (2023)	หุ่นจำลองแบบสามมิติเรื่องความตึงในสายสลิ้ง	นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	การวิจัยกึ่งทดลอง	ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนของนักศึกษาได้
Nantsupawat (2022)	หุ่นจำลองแขนให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ	นักศึกษาพยาบาล	การศึกษาเชิงวิจัยและพัฒนา	ช่วยให้นักศึกษาพยาบาลมีทักษะ และเกิดความมั่นใจมากขึ้น
Eambunnapong (2022)	หุ่นจำลองฝึกทักษะการใส่เฟือกแขน	แพทย์	การศึกษาเชิงพัฒนา	สามารถช่วยให้ผู้เรียนฝึกทบทวนซ้ำได้ตามที่ต้องการ
Hemtong (2022)	หุ่นจำลองอาจารย์ใหญ่เสมือนจริงในการเรียนวิชากายวิภาคศาสตร์ระบบกล้ามเนื้อ	นักศึกษาพยาบาล	การวิจัยกึ่งทดลอง	ทำให้ผู้เรียนมีผลการเรียนดีขึ้น เข้าใจมากขึ้น และมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
Sukprasert (2022)	หุ่นจำลองสำหรับฝึกทักษะการเก็บสิ่งส่งตรวจเยื่อปูด้านหลังโพรงจมูก	นักวิชาการสาธารณสุข พยาบาล และเจ้าหน้าที่สาธารณสุข	การศึกษาเชิงพัฒนา	ช่วยให้เจ้าหน้าที่มีความมั่นใจในการทำงานมากยิ่งขึ้น

ปี	รายการ	กลุ่มตัวอย่าง	รูปแบบการวิจัย	ผลการใช้
Sudee (2021)	หุ่นจำลองสาธิตการล้างไตผ่านช่องท้อง	ผู้ป่วยโรคไต,ญาติหรือผู้ดูแลผู้ป่วย และพยาบาล	การศึกษาเชิงพัฒนา	สามารถช่วยให้เข้าใจและทำการล้างไตผ่านช่องท้องได้อย่างถูกวิธีและนำไปปฏิบัติด้วยตนเองได้
Wattanakit (2019)	หุ่นจำลองสำหรับการทำหัตถการ เพื่อการเรียนการสอน: หุ่นจำลองสำหรับฝึกผ่าตัดคลอดบุตร	นักศึกษาแพทย์ด้านสูตินรีเวช	การศึกษาเชิงพัฒนา	สามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
Nunchai (2018)	หุ่นจำลองสำหรับฝึกทักษะการประเมินท่าทารกในครรภ์	นักศึกษาพยาบาล	การวิจัยและพัฒนา	มีประโยชน์ในการฝึกก่อนขึ้นฝึกปฏิบัติกับผู้ป่วยจริง และเหมาะสมสำหรับการทบทวนด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมให้เกิดทักษะมากขึ้น
Yabsantia (2016)	หุ่นจำลองอุ้งเชิงกรานของการฉายรังสีระยะใกล้สำหรับมะเร็งปากมดลูกจากยางพารา	นักศึกษาพยาบาล	การวิจัยและพัฒนา	สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและทำให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการรักษาได้

ตารางที่ 2 สังเคราะห์กระบวนการในการผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์

ขั้นตอนในการผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์	Nantsupawat, A. et al., (2022)	Sudee, P. et al., (2021)	Wattanakit, B., & Krungkraipetch, K. (2019)	Sukprasert, J. et al., (2022)	Laroatphotawatana, P. & Thosit, J. (2023)	Yimyam, S. (2016)	Nunchai, J. & Saengnual, S. (2018)	Chaiyawut, P. & Kumkwan, Y. (2017)	Yabsantia, S., et al., (2016)	Udee, N., Mahasaranon, S. & Yabsantia, S. (2014)
วิเคราะห์สภาพปัญหาและสำรวจความต้องการของผู้ใช้	/	/	/	/	/		/		/	
ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างหุ่นจำลอง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
เข้าสู่เหตุการณ์ลักษณะจากต้นแบบ			/						/	
สกัดข้อมูลปัญหาและอุปสรรค	/	/							/	/

ขั้นตอนในการผลิตหุ่นจำลอง ทางการแพทย์	Nantsupawat, A. et al., (2022)	Sudee, P. et al., (2021)	Wattanakit, B., & Krungkraipetch, K. (2019)	Sukprasert, J. et al., (2022)	Laroatphotawatana, P. & Thosit, J. (2023)	Yimyam, S. (2016)	Nunchai, J. & Saengnual, S. (2018)	Chaiyawut, P. & Kumkwan, Y. (2017)	Yabsantia, S., et al., (2016)	Udee, N., Mahasaranon, S. & Yabsantia, S. (2014)
สร้างต้นแบบหุ่นจำลอง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
การตรวจสอบ/การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้าน หุ่นจำลอง		/	/	/	/		/		/	/
นำต้นแบบหุ่นจำลองไปทดลองใช้	/	/	/	/			/		/	/
สอบถาม และรวบรวมข้อเสนอแนะ	/									
ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ และได้ต้นแบบหุ่น จำลอง	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
นำต้นแบบหุ่นจำลองไปใช้	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
การประเมินผลการทดลองใช้	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

คุณลักษณะของหุ่นจำลองทางการแพทย์ที่ดี

คุณลักษณะของหุ่นจำลองทางการแพทย์ที่ดี ประกอบด้วย

- 1) โครงสร้างเสมือนจริง
- 2) ส่งเสริมและเหมาะสมต่อการเรียนรู้
- 3) สามารถใช้อธิบายสิ่งที่ต้องการสอนได้
- 4) ขนาดเหมาะสมและง่ายต่อการนำไปใช้
- 5) ความคงทนต่อการใช้งาน
- 6) ดูแลรักษาง่าย
- 7) มีความปัจจุบันทันสมัย
- 8) ดำเนินการถูกต้องตามหลักวิชาการ
- 9) ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้องในการคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหา
- 10) สามารถอธิบายโครงสร้างภายนอกหรือแสดงให้เห็นลักษณะภายในได้
- 11) ใช้สีเพื่อให้เห็นส่วนสำคัญเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความสนุก และ
- 12) ความคุ้มค่าในด้านราคาเมื่อเปรียบเทียบกับประโยชน์^{1,10,12,13}

กระบวนการผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์

จาก ตารางที่ 2 สรุปได้ว่ากระบวนการในการผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์ มีดังนี้

- 1) วิเคราะห์สภาพปัญหาและสำรวจความต้องการของผู้ใช้^{1,3,6,10-13}
- 2) ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3) กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างหุ่นจำลอง^{1,3-6,9-13}
- 4) เข้าสังเกตการณ์ลักษณะจากต้นแบบ^{1,11}
- 5) สกัดข้อมูลปัญหาและอุปสรรค^{3,4,6,11}
- 6) สร้างต้นแบบหุ่นจำลอง^{1,3,4,5,6,9,10,11,12,13}
- 7) การตรวจสอบ/การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านหุ่นจำลอง^{1,4,6,9,10-13}
- 8) นำต้นแบบหุ่นจำลองไปทดลองใช้^{1,3-4,6,9,10-12}
- 9) สอบถาม และรวบรวมข้อเสนอแนะ³
- 10) ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ และได้ต้นแบบหุ่นจำลอง
- 11) นำต้นแบบหุ่นจำลองไปใช้
- 12) การประเมินผลการทดลองใช้^{1,3-6,9-13}

การผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผล

1. วิเคราะห์สภาพปัญหาและสำรวจความต้องการของผู้ใช้

ทีมผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาปัญหาของสื่อการเรียนการสอนเดิม โดยใช้ การเข้าร่วมสังเกตการณ์ (participant observation) ในระหว่างการเรียนการสอนและการฝึกปฏิบัติหัตถการจริงของกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาแพทย์ชั้นคลินิกและอาจารย์แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์ ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาด้านหุ่นจำลอง และนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมูลเหตุจูงใจ (motive) ในการสร้างนวัตกรรม ดังนี้ 1) ปัญหาด้านความขาดแคลน (scarcity): พบว่าหุ่นจำลองนำเข้ามีราคาสูง ทำให้มีจำนวนจำกัดและไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียนในการฝึกซ้อมนอกเวลา 2) ปัญหาด้านความสมจริง (fidelity): การสังเกตการณ์พบว่า หุ่นจำลองเดิมขาดรายละเอียดทางกายวิภาคที่สำคัญ เช่น เส้นลายมือและลักษณะกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นจุดสังเกตสำคัญ (landmark) ในการจัดทำพันแผลแบบ Hanging arm cast ทำให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในสถานการณ์จริง ข้อมูลดังกล่าวจึงถูกนำมาสังเคราะห์ร่วมกับคำแนะนำของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของหุ่นจำลองต้นแบบที่ต้องการพัฒนา โดยเน้นการแก้ปัญหาความคุ้มค่าและการเพิ่มรายละเอียดเสมือนจริงให้ถูกต้องตามหลักสรีรวิทยา

2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ลักษณะของรูปแบบที่มีการใช้งานในปัจจุบันกับรูปแบบของหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผลที่กำลังจะพัฒนา รวมถึงการศึกษาคุณลักษณะของวัสดุชนิดต่าง ๆ จากการสังเคราะห์เอกสารพบว่า มีการนำยางซิลิโคนมาผสมกับยางพาราทำให้เกิดผิวสัมผัสที่เหมาะสมต่อการนำมาทำหุ่นจำลองที่มีลักษณะคล้ายคนจริง

3. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างหุ่นจำลอง

นำข้อมูลจากขั้นตอนหนึ่งและขั้นตอนที่สองหาแบบร่างของหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผลโดยทำการกำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้าง ซึ่งผลการสรุปคือ ต้องการอยู่ในท่าที่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการพันแผลกำหนด สามารถวางบนโต๊ะและมีการยึดหุ่นจำลองให้อยู่กับที่ได้ มีการกำหนดให้หุ่นจำลองมีลักษณะเหมือนแขนของมนุษย์โดยเฉพาะที่ฝ่ามือต้องมีเส้นลายมือปรากฏให้เห็น ข้อมือสามารถงอได้ และนิ้วมือก็สามารถงอนิ้วได้ทุกนิ้ว

4. เข้าสังเกตการณ์ลักษณะจากต้นแบบ

จากการสังเกตเทคนิคการพันแผลแบบ Hanging arm cast มีการจัดทำให้ผู้ปวยนอนหงาย อยู่ในท่า Shoulder abduc-

tion และ Elbow flexion ประมาณ 90 องศา มีการจัดข้อมืออยู่ในท่า Neutral position และกาง First web position ออกให้กว้างพอที่จะสามารถใส่แผลได้ ทีมผู้ผลิตหุ่นจำลองจึงทำการออกแบบส่วนแขน และเพิ่มการออกแบบส่วนฐานเพื่อให้สามารถจัดทำได้ใกล้เคียง

5. สกัดข้อมูลปัญหาและอุปสรรค

นำต้นแบบภาพร่างสำหรับการผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผลปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญด้านการพันแผลอีกครั้ง นำคำแนะนำมาปรับแก้ไขภาพร่าง จนกว่าจะได้ภาพร่างที่สมบูรณ์ รวมถึงการวิเคราะห์วัสดุชนิดต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้

6. สร้างต้นแบบ

ขั้นตอนในการสร้างต้นแบบ ดังนี้

1) การทดลองวัสดุ นำข้อมูลของวัสดุประสงค์ในการผลิตมาเป็นตัวกำหนดลักษณะของวัสดุที่ใช้ในการสร้างหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผล โดยทดลองผสมวัสดุชนิดต่าง ๆ เพื่อนำมาผลิตโครงสร้างภายนอกและโครงสร้างภายใน

2) การสร้างต้นแบบสำหรับทำแม่พิมพ์ สร้างต้นแบบด้วย 3D printer เพื่อทำให้เกิดเป็นรูปร่างที่สามารถจับต้องได้ตามที่กำหนดท่าทางไว้ จากนั้นนำมาปั้นโครงสร้างของกล้ามเนื้อโดยใช้ดินน้ำมัน ตกแต่งให้ได้สัดส่วนเท่ากับขนาดของจริง สำหรับรายละเอียดของฝ่ามือด้านหน้า มีการออกแบบและเพิ่มเส้นลายมือให้มีลักษณะเหมือนของจริงให้มากที่สุด เนื่องจากเป็นจุดที่สำคัญในขั้นตอนของการพันแผล

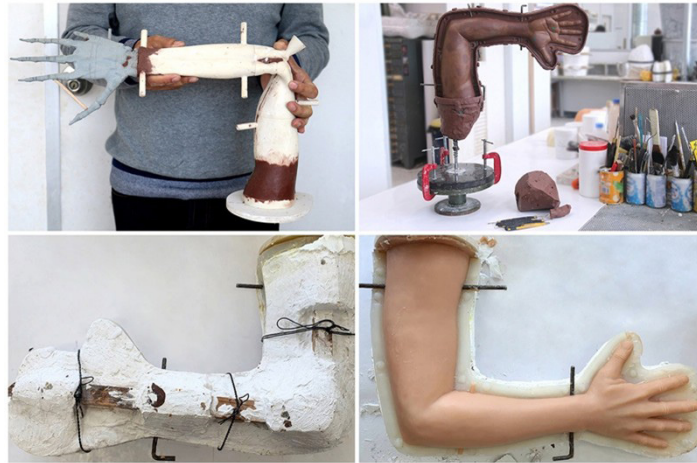
3) การทำแม่พิมพ์ หลังจากการสร้างต้นแบบหุ่นจำลองเสร็จ จะเริ่มการทำแม่พิมพ์ในส่วนแขน จะถอดพิมพ์ด้วยการใช้ยาง Silicone เพื่อให้ได้ต้นแบบของหุ่นจำลองที่มีความละเอียดและเหมือนจริงให้มากที่สุด จากนั้นทำแม่พิมพ์นอกเพื่อประกอบแม่พิมพ์ยาง Silicone ด้วยปูนปาสเตอร์

4) การหล่อแบบ เมื่อทำแม่พิมพ์เสร็จ ขั้นตอนต่อไปคือการหล่อแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผล วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการหล่อแบบ ประกอบด้วย 1) Pasteur 2) Ceramic Fiber 3) Fiber Cement Wood 4) Steel Bar 5) wire 6) Nut and Bolt 7) Plasticine 8) Vaseline

5) การประกอบหุ่นจำลอง หุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผลจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนตัวแบบ และส่วนฐาน สำหรับตัวฐานของหุ่นจำลอง ต้องมีความแข็งแรงมาก วัสดุหลักคือ ไม้อัด

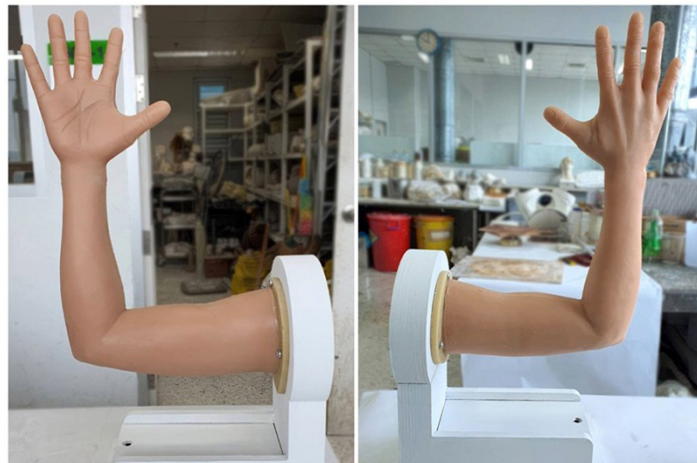
7. การตรวจสอบ/การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านหุ่นจำลอง

การตรวจสอบคุณภาพของหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผลในเบื้องต้นจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านการพันแผลแขน โดยการนำหุ่นจำลองมาทดลองใช้งานจริง ในขั้นตอนนี้



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างต้นแบบ

ที่มา: ดร. กวิศรา เอี่ยมบรรณพงษ์ หน่วยเทคโนโลยีการศึกษา ออร์โธปิดิกส์ศิริราช



ภาพที่ 2 ต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผล

ที่มา: ดร. กวิศรา เอี่ยมบรรณพงษ์ หน่วยเทคโนโลยีการศึกษา ออร์โธปิดิกส์ศิริราช

หากมีการปรับแก้ไขหรือมีจุดที่ผู้เชี่ยวชาญต้องการให้ปรับปรุงทางทีมผู้ผลิตก็จะดำเนินการปรับแก้ไขจนกว่าจะได้ต้นแบบที่ต้องการ

8. นำต้นแบบหุ่นจำลองไปทดลองใช้

นำต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผลไปทดลองใช้กับกลุ่มนักศึกษาแพทย์ โดยกำหนดระยะเวลาในการใช้งานและทำการบันทึกการใช้งานในแต่ละครั้ง

9. สอบถาม และรวบรวมข้อเสนอแนะ

เก็บรวบรวมข้อมูลผลการใช้งาน โดยการสังเกตการณ์และสอบถามจากผู้ใช้งานด้านการใช้งาน สามารถนำมาใช้ฝึกทักษะการพันแผลได้ตรงตามที่ต้องการ และด้านความงาม ความสมจริงของรูปร่าง พื้นผิว

10. ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ และได้ต้นแบบหุ่นจำลอง

ในการผลิตต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันแผล มีการผลิตทั้งหมด 6 ชิ้นงาน ซึ่งในแต่ละชิ้นงานจะมีการเก็บข้อมูลจำนวนการใช้งานเพื่อทดสอบเรื่องความคงทนของวัสดุ ในระหว่างการใช้งานปัญหาที่พบบ่อยที่สุดคือ บริเวณข้อมือของหุ่นจำลองจะชำรุดบ่อย เพราะเป็นส่วนที่นักศึกษาแพทย์จะต้องทำการงอ และในส่วนของนิ้วมือที่มีการงอบ่อยจะมีเส้นลวดโผล่ออกมา ทางทีมผู้ผลิตจะทำการบันทึกผลการใช้งานแต่ละครั้ง เพื่อหาแนวทางการแก้ไขจนกระทั่งได้ต้นแบบที่สมบูรณ์

11. นำต้นแบบหุ่นจำลองไปใช้

นำต้นแบบที่สมบูรณ์ไปใช้งานจริง ในการเรียนการสอนรายวิชาศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์สำหรับนักศึกษาแพทย์ เพื่อฝึก



ภาพที่ 3 การตรวจสอบและการประเินจากผู้ป่วยทางด้านหุ่นจำลองโดยแพทย์และผู้เกี่ยวข้อง
ที่มา: ดร. กวิศรา เอี่ยมบรรณพงษ์ หน่วยเทคโนโลยีการศึกษา ออร์โธปิดิกส์ศิริราช

ทักษะหัตถการเรื่องการใส่เฝือกแขน และสามารถฝึกทำหัตถการพื้นฐานการเข้าเฝือกแขนทางออร์โธปิดิกส์ได้ตามที่ต้องการ

12. การประเมินผลการทดลองใช้

แม้ว่าจะได้ต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อฝึกทักษะการพันเฝือกที่คุณภาพตามที่แพทย์ต้องการ แต่เนื่องจากวัสดุที่ใช้ในการผลิตยังมีโอกาสที่จะชำรุดได้ตลอดเวลา จึงต้องทำการบันทึกผลการใช้งานโดยตลอดเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข จากการบันทึกผลการใช้งานพบว่า หุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้นมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้นเป็น 1-2 ปี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับหุ่นจำลองต้นแบบในระยะแรกที่มีเกิดการชำรุดบริเวณข้อมือและนิ้วมือหลังจากใช้งานเพียง 3-6 เดือน พบว่าการปรับปรุงวัสดุและโครงสร้างช่วยให้มีความทนทานมากขึ้นและมีความคุ้มค่าในด้านราคาเมื่อเปรียบเทียบกับประโยชน์ที่ได้รับ เดิมหุ่นตัวแรกพังใน 3 เดือน และตัวใหม่ใช้ได้ 1.5 ปี แสดงว่าอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น 1 ปี 3 เดือน

สรุป

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต พบว่าหุ่นจำลองทางการแพทย์เป็นนวัตกรรมที่มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมทักษะทางคลินิกอย่างครอบคลุมในหลากหลายสาขา ทั้งในด้านการสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียน การยกระดับประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน และการช่วยให้นักศึกษาสามารถฝึกปฏิบัติทบทวนซ้ำได้ตามความต้องการก่อนเข้าสู่การดูแลผู้ป่วยจริง สำหรับการพัฒนาหุ่นจำลองเพื่อฝึกทักษะการพันเฝือกแขนแบบ Hanging arm cast ในครั้งนี้ ผลการประเมินเชิงประจักษ์พบว่านวัตกรรมดังกล่าวมีคุณลักษณะที่โดดเด่นทั้งในด้านความสมจริงของรูปร่าง สัดส่วน และพื้นผิวสัมผัสที่ใกล้เคียงกับ

มนุษย์ ตลอดจนการเก็บรายละเอียดสำคัญ เช่น เส้นลายมือ ซึ่งเป็นปัจจัยสนับสนุนความแม่นยำในการจัดทำทางเพื่อทำหัตถการทางออร์โธปิดิกส์ได้อย่างถูกต้อง เมื่อนำไปใช้งานจริงในรายวิชา ศัลยศาสตร์ออร์โธปิดิกส์สำหรับนักศึกษาแพทย์ พบว่านวัตกรรมนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสนับสนุนการเรียนการสอน โดยช่วยให้นักศึกษาเกิดความพึงพอใจและมีทักษะความชำนาญเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน นอกจากนี้ ข้อมูลจากการทดสอบความคงทนยังระบุว่าการพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุช่วยให้หุ่นจำลองมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นเป็น 1-2 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความคุ้มค่าในเชิงงบประมาณอย่างเป็นรูปธรรมเมื่อเปรียบเทียบกับราคาของหุ่นจำลองที่นำเข้าจากต่างประเทศ สรุปได้ว่า หุ่นจำลองการพันเฝือกแขนที่พัฒนาขึ้นผ่านกระบวนการเชิงระบบนี้ ไม่เพียงแต่ช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติกับผู้ป่วยโดยตรง แต่ยังเป็นโมเดลต้นแบบที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสื่อจำลองทางการแพทย์ที่มีมาตรฐานภายในประเทศเพื่อความยั่งยืนทางการศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Wattanakit B, Krungkraipetch K. The development of a simulation for teaching medical procedure: a model for practicing cesarean section. Buuachth [Internet]. 2016 [cited 2024 Sep 28]; Available from: <https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/3894>
2. Hemtong W, Thongphet S, Tunit P, Sirited P. Effect of Using Synthetic Human Cadaver in Anatomy of Muscular System on Learning Achievements and Satisfaction of Nursing Students. Academic Journal of Phetchaburi Rajabhat University. 2022;12(1):31-38.
3. Nantsupawat A, Viseskul N, Sawasdisingha P, Auephan-wiriyaku S, Yimyam S. The Development of an Intravenous Injection Arm Model. Nursing Journal. 2022;49(3):311-323.

4. Udee N, Mahasaranon S, Yabsantia S. Developing a radiotherapy simulator for practicing treatment skills for cancer patients. Research Reports. Thailand Science Research and Innovation. 2014.
5. Yimyam S. Developing simulation model for training clinical skill of health science students. Nursing Journal. 2016;43(2):142-51.
6. Sudee P, Komany K, U-Pachitakul S, Musikpodohe D, Penreabroy O. Medical Model Making for Peritoneal Dialysis. Srinagarind Med J 2021;36(2):217-221.
7. Eambunnapong K, Pechkao A, Lamsopa S. Opinions of Medical Professors and Home Doctors on Mannequins to Practice the Skills of Wearing Arm Splints Based on the Theory of Innovation Diffusion. Mahidol R2R e-Journal. 2022;9(2):22-31.
8. Boonprasert U. Model, Dummy or Mannequin. Journal of Education Studies. 1973;3(3):25- 34.
9. Chaiyawut P, Kumkwan Y. Suction Models for Suction Skill Practice: Innovations in Nursing Instructional Medias. Nursing Journal of The Ministry of Public Health. 2017;27(2):47-59.
10. Nunchai J, Saengnual S. Developing simulation model for fetal position assessment training skill. Nursing Journal. 2018;45(4):37-46.
11. Yabsantia S, Chusin T, Mahasaranon S, Boonkhwang B. Development of Brachytherapy Pelvic Phantom for Cervical Cancer. Research Reports. Thailand Science Research and Innovation. 2016.
12. Sukprasert J, Trichaisri N, Bamrungpong N. A Model Innovation for Practicing Specimen Collection of Nasopharyngeal Swabs. Princess of Naradhiwas University Journal. 2022;14(2):38-55.
13. Yimyam S. Developing simulation model for training clinical skill of health science students. Nursing Journal. 2016;43(2):142-51.