

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่งสำหรับนักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทย

กฤษฎา อาทิตยเรืองโรจน์¹, วินัย สยอวรรณ¹, นิรุติ ผึ้งผล^{1*}, กิตติ พิทักษ์นิตินันท์¹, อารยา ศรีไพโรจน์¹
และ พรชนิตว์ หมั่นหน้า¹

¹โครงการจัดตั้งคณะเภสัชศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก

*Phuengphol@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนก่อนเรียนเป็นตัวแปรควบคุมร่วม (Covariate) กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต จำนวน 46 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง และดำเนินการจัดกลุ่มโดยการจับคู่ (Matched pairs design) แล้วสุ่มเข้ากลุ่มแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 23 คน และกลุ่มควบคุม 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการวิจัยพบว่า เมื่อควบคุมอิทธิพลของคะแนนก่อนเรียนแล้ว กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 229.59, p < .01, \eta^2 = .84$) นอกจากนี้ นักศึกษากลุ่มทดลองมีความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์การเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ในระดับมากที่สุด เนื่องจากช่วยให้สามารถสังเกตลักษณะเด่นของสมุนไพรในพิกัดยาได้รอบทิศทางเสมือนจริง ซึ่งช่วยส่งเสริมความจำและความเข้าใจได้ดีกว่าการเรียนรู้รูปแบบเดิม

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้ 3 มิติ พิกัดยา 3 สิ่ง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Development of 3D Learning Media on “Pikad-Ya 3 Sing” for Thai Traditional Medicine Students

Kritsada artitruangroj¹, Winai Sayorwan¹, Nirut Phuengphol^{1*}, Kitti Pitaknitinan¹,
Araya Sripairoj¹ and Phonchanit Muenna¹

¹Project for the Establishment of the Faculty of Pharmacy, Praboromarajchanok Institute

*Phuengphol@gmail.com

Abstract

This research aimed to develop 3D learning media on “Pikad-Ya 3 Sing” and to compare the academic achievement between the experimental and control groups using pre-test scores as a covariate. The sample consisted of 46 Thai Traditional Medicine students, selected through purposive sampling. The participants were assigned into groups using a matched pairs design followed by random assignment, resulting in 23 students in the experimental group and 23 students in the control group. The research instruments included the 3D learning media on Pikad-Ya 3 Sing, an academic achievement test, and a satisfaction evaluation form. Data were analyzed using frequency distribution, percentage, mean, standard deviation, and Analysis of Covariance (ANCOVA).

The results revealed that after controlling for the influence of pre-test scores, the experimental group achieved significantly higher academic performance than the control group ($F = 229.59$, $p < .01$, $\eta^2 = .84$). Furthermore, students in the experimental group reported the highest level of satisfaction with the 3D learning media. This was attributed to the media's ability to provide a realistic, multi-dimensional view of the distinct characteristics of herbs within the formulas, which effectively enhanced retention and understanding compared to traditional learning methods.

Keywords: 3D learning media, Pikad-Ya 3 Sing, Academic achievement

1. บทนำ

การแพทย์แผนไทยถือเป็นภูมิปัญญาและมรดกทางวัฒนธรรมอันล้ำค่าของประเทศไทย ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการบำบัดรักษาและส่งเสริมสุขภาพของประชาชนมาอย่างยาวนาน โดยหนึ่งในวิชาหลักที่สำคัญของวิชาชีพแพทย์แผนไทยคือ “เภสัชกรรมไทย” ซึ่งว่าด้วยการรู้จักเภสัชวัตถุ ทั้งที่ได้จากพืช สัตว์ และธาตุ รวมถึงการรู้จักพิภักยาต่าง ๆ ซึ่งเป็นการนำเอาเครื่องยาสมุนไพรตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาผสมรวมกันตามน้ำหนักและสัดส่วนที่ระบุในตำรา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาและลดความเป็นพิษของสมุนไพรเดี่ยว [1] ในหลักสูตรการเรียนการสอนแพทย์แผนไทย พิกัดยาถือเป็นรากฐานสำคัญในการปรุงยาและเวชกรรมแผนไทย โดยเฉพาะ “พิกัดยา 3 สิ่ง” หรือ “ตรี” เป็นกลุ่มพิกัดที่มีจำนวนมากที่สุดถึง 30 พิกัด [2]

อย่างไรก็ตาม เนื้อหาในเรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมสูง เนื่องจากนักศึกษาต้องจดจำและแยกแยะทั้งชื่อพิกัด สรรพคุณ และลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของตัวยาสมุนไพรแต่ละชนิดที่มีความคล้ายคลึงกัน

จากการศึกษาสภาพปัญหาผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) นักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต ปีการศึกษา 2567 สะท้อนให้เห็นปัญหาสำคัญที่สุดในการเรียนหัวข้อนี้คือ ข้อจำกัดของการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมที่เน้นการท่องจำจากตำราหรือภาพวาด 2 มิติ ซึ่งนักศึกษาส่วนใหญ่ระบุว่า ไม่สามารถจินตนาการถึงรูปทรง มิติ ความลึก และเอกลักษณ์ทางพฤกษศาสตร์ที่แท้จริงของสมุนไพรจากภาพนิ่งได้ ส่งผลให้เกิดความสับสนในการจำแนกตัวยาที่มีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกัน ยิ่งไปกว่านั้น นักศึกษายังสะท้อนถึงข้อจำกัดด้านการเรียนรู้จากเภสัชวัตถุหรือตัวอย่างพืชสมุนไพรจริงในสถานศึกษา ว่ามีปริมาณไม่เพียงพอต่อการฝึกฝนภายนอกเวลาเรียน และตัวอย่างจริงมักเสื่อมสภาพ แห้งเหี่ยวหรือเปลี่ยนสีไปตามกาลเวลา ทำให้ภาพที่เห็นไม่ตรงกับลักษณะธรรมชาติ [3] ข้อจำกัดเหล่านี้อาจส่งผลให้นักศึกษาเกิดภาวะภาระทางปัญญาที่มากเกินไป (Cognitive overload) ในกระบวนการเรียนรู้ จนส่งผลให้หน่วยความจำทำงานประมวลผลข้อมูลใหม่ลงสู่หน่วยความจำระยะยาวได้อย่างยากลำบาก [4] นำไปสู่ความยากลำบากในการระลึกจำ ความเครียดในการเรียน และไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการสอบหรือการตัดสินใจปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการที่ว่าภาระทางปัญญาที่ล้นเกินจะขัดขวางความสามารถในการตัดสินใจและการทำภารกิจของมนุษย์ [4]

ในการแก้ปัญหาดังกล่าว สถาบันการศึกษาส่วนใหญ่อาจเลือกใช้หลากหลายแนวทาง เช่น การขยายเวลาในชั้นเรียนหรือเพิ่มชั่วโมงการท่องจำ ซึ่งแนวทางนี้มักประสบปัญหาเนื่องจากการเพิ่มภาระงานและสร้างความอ่อนล้าทางสติปัญญาให้แก่ผู้เรียนเพิ่มขึ้น หรือการพัฒนาคู่มือรูปภาพสีแบบ 2 มิติ ซึ่งแม้จะช่วยให้เห็นสีสันที่ชัดเจน แต่ยังคงติดขัดข้อจำกัดเดิมคือขาดมิติความลึกและการปฏิสัมพันธ์ ตลอดจนแนวทางการจัดหาโมเดลพืชจำลองหรือการพานักศึกษาไปศึกษาจริงยังเปลี่ยนสมุนไพรจริง ซึ่งมีข้อจำกัดอย่างมากในเรื่องงบประมาณสูง การบำรุงรักษา และข้อจำกัดด้านฤดูกาลของพืช คณะผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์และเล็งเห็นว่า แนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการแก้ไขปัญหานี้ คือการนำเทคโนโลยีสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ (3D Learning media) มาประยุกต์ใช้ เนื่องจากเป็นนวัตกรรมที่สามารถลดข้อจำกัดด้านกายภาพและเวลา สามารถจำลองลักษณะพืชสมุนไพรให้คงสภาพที่สมบูรณ์แบบได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ในการควบคุมมุมมองได้อย่างอิสระ [5]

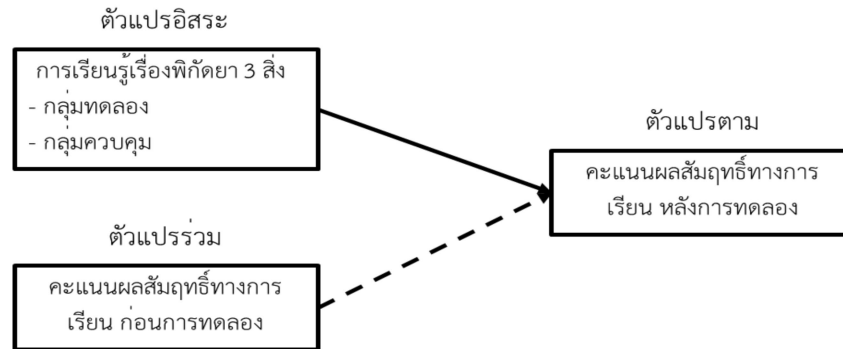
โดยกระบวนการทำงานของสื่อ 3 มิตินี้ สามารถอธิบายด้วยทฤษฎีระบบรหัสคู่ (Dual-coding theory) [6] ซึ่งอธิบายว่า มนุษย์มีช่องทางการรับรู้และประมวลผลข้อมูลในสมองแบ่งออกเป็น 2 ระบบที่แยกจากกันแต่ทำงานสัมพันธ์กัน ได้แก่ ระบบการรับรู้ทางภาษา (Verbal system) เช่น ตัวอักษร เสียง และข้อความ และ ระบบการรับรู้ทางภาพหรือไม่ใช่คำพูด (Non-verbal/visual system) เช่น รูปภาพ รูปทรง และวัตถุสามมิติ [7] เมื่อนักศึกษาเรียนรู้พิกัดยาผ่านสื่อ 3 มิติ สมองจะรับรู้ข้อมูลเชิงภาษา ควบคู่ไปกับการรับรู้ข้อมูลเชิงภาพ การรับรู้ขนานกันในสองช่องทางนี้จะช่วยให้เกิดการสร้างรหัสเชื่อมโยง (Referential connections) ระหว่างคำศัพท์และภาพในหน่วยความจำ ทำให้อัตราการคงอยู่ของความรู้ในหน่วยความจำระยะยาว (Long-term retention) มีประสิทธิภาพสูงกว่าการเรียนรู้ผ่านตัวอักษรหรือภาพ 2 มิติเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ การใช้สื่อจำลองสามมิติที่ผู้เรียนสามารถปรับมุมมองได้เองอย่างอิสระ ยังได้รับการพิสูจน์แล้วว่าช่วยลดภาระทางปัญญาที่ซ้อนอยู่ (Extraneous cognitive load) เนื่องจากผู้เรียนไม่ต้องใช้พลังงานสมองส่วนหนึ่งไปกับการหมุนวัตถุหรือจินตนาการรูปทรงเองในความคิด [8] ส่งผลให้กระบวนการสร้างความเข้าใจ (Generative processing) เกิดขึ้นได้อย่างเต็มที่ ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงพื้นที่ในสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพพัฒนาขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ [9]

จากความสำคัญและสภาพปัญหาที่พบจริงจากการสัมภาษณ์นักศึกษา รวมถึงข้อจำกัดของแนวทางแก้ปัญหาแบบเดิม คณะผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง สำหรับนักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต เพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้นักศึกษาสามารถจำแนกเอกลักษณ์และสรรพคุณของเภสัชวัตถุในพิกัดยาได้อย่างแม่นยำ ทั้งยังเป็นการแก้ไขข้อจำกัดด้านการขาดแคลนเภสัชวัตถุจริงใน

สถานศึกษา อันจะเป็นรากฐานสำคัญสู่การเป็นบุคลากรทางการแพทย์แผนไทยที่มีความเชี่ยวชาญและสามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ในการบำบัดรักษาผู้ป่วยได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยในอนาคต

2. วิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองชนิดสองกลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้การออกแบบการจับคู่ (Quasi-experimental pretest-posttest control group design with matched pairs) มีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2568 วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี คณะสาธารณสุขศาสตร์และสหเวชศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก จำนวน 46 คน ดำเนินการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) แล้วดำเนินการตามขั้นตอนการออกแบบการจับคู่ (Matched pairs design) เพื่อให้ทั้งสองกลุ่มมีความเท่าเทียมกันในด้านความรู้พื้นฐาน โดยให้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพิภคยา 3 สิ่ง ก่อนการทดลอง (Pre-test) แล้วนำคะแนนที่ได้มาเรียงลำดับจากสูงไปต่ำ ดำเนินการจับคู่กลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนเท่ากันหรือใกล้เคียงกันที่สุดเป็นคู่ ๆ จนครบ 23 คู่ หลังจากนั้นใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple randomization) โดยการจับสลากเพื่อคัดเลือกตัวแทนจากแต่ละคู่เข้ากลุ่มทดลอง จำนวน 23 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 23 คน ซึ่งเป็นจำนวนตัวอย่างต่อกลุ่มที่เพียงพอในการวิจัยเชิงทดลอง [10]

2.1.1 เกณฑ์ในการคัดกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria) มีดังนี้

- 2.1.1.1 เป็นผู้ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเภสัชกรรมไทย 1 ในปีการศึกษา 2568
- 2.1.1.2 ไม่มีประสบการณ์ในการเรียนเนื้อหาเกี่ยวกับพิภคยา
- 2.1.1.3 เข้าร่วมวิจัยด้วยความสมัครใจ และลงนามในเอกสารยินยอมตนให้ทำการวิจัย

2.1.2 เกณฑ์ในการคัดเลือกตัวอย่างออกจากการวิจัย (Exclusion criteria) มีดังนี้

- 2.1.2.1 ไม่ปฏิบัติตามวิธีการทดลองที่กำหนดไว้
- 2.1.2.2 ไม่ประสงค์ที่จะเข้าร่วมการทดลอง หรือมีเหตุใด ๆ ที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองต่อไปได้

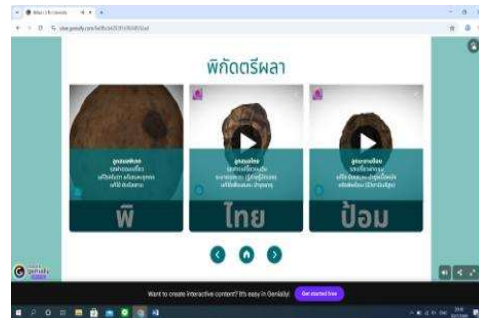
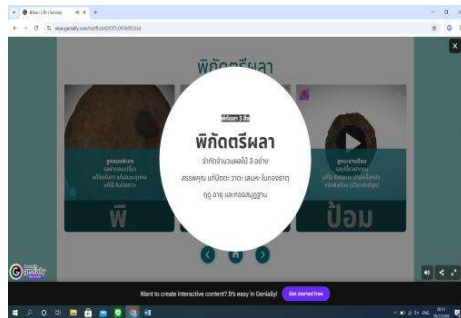
2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

2.2.1.1 สื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิภคยา 3 สิ่ง มีกระบวนการสร้างและแสดงผลโมเดลสมุนไพรมิติ ได้แก่ 1) การสแกนและขึ้นรูปโมเดล (3D scanning) ด้วยเทคโนโลยี 3D photogrammetry ผ่านแอปพลิเคชัน Polycam ในการถ่ายภาพส่วนประกอบตัวอย่างสมุนไพรมิติด้านรอบทิศทาง 360 องศา เพื่อประมวลผลสร้างเป็นโมเดล 3 มิติที่มีโครงสร้างพื้นผิว และสีสมจริง 2) การจัดเก็บและปรับแต่งการแสดงผล (3D hosting & optimization) นำไฟล์โมเดล 3 มิติเข้าสู่

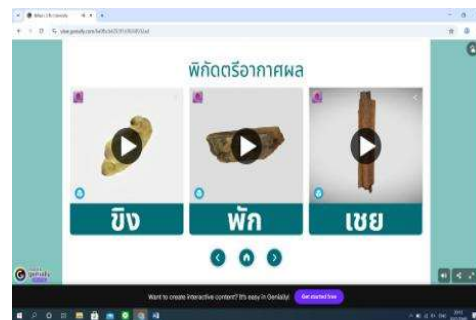
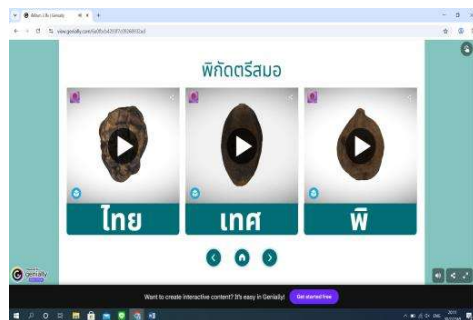
แพลตฟอร์ม Sketchfab เพื่อตั้งค่าแสง มุมมอง การโต้ตอบ และใส่จุดชี้แนะ (Interactive annotations) สำหรับอธิบาย ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ และ 3) การเชื่อมโยงสื่อปฏิสัมพันธ์ (Web integration) นำ Embed code จาก Sketchfab มาฝังลงในแพลตฟอร์ม Genially ทำให้ผู้เรียนสามารถหมุน ชุม และสำรวจโมเดลสมุนไพร 3 มิติได้อย่างเรียลไทม์บนเว็บเบราว์เซอร์ โดยมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

- 1) ด้านลักษณะรูปธรรม : นำเสนอรูปลักษณะของเครื่องยาสมุนไพรในรูปแบบ 3 มิติ (3D models) ที่มีความเสมือนจริงและถูกต้องตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์
- 2) ด้านเนื้อหา : ครอบคลุมเนื้อหาพืชกัญยาที่มีส่วนประกอบของตัวยา 3 ชนิด จำนวน 30 พืชกัญยา



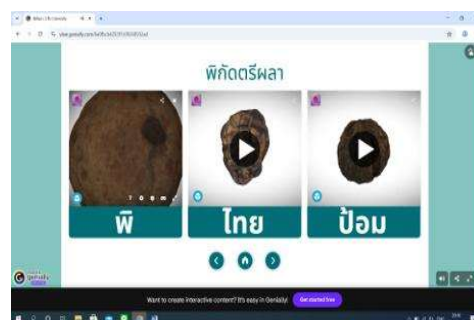
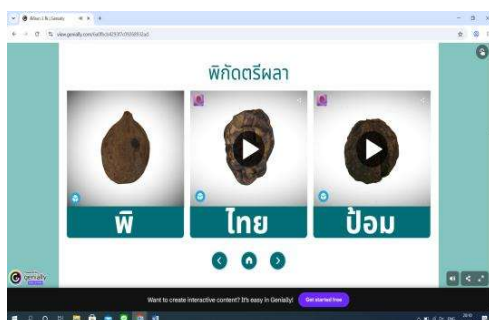
ภาพที่ 2 ตัวอย่างหน้าจอแรกของสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ

- 3) ด้านเทคนิคการเรียนรู้ : มีเทคนิคการช่วยจำ (Mnemonics) เนื้อหาหลักที่จำเป็น และการทดสอบหลังเรียนไว้ภายในสื่อ



ภาพที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอแสดงเทคนิคการช่วยจำ (Mnemonics)

- 4) ด้านการตอบโต้ : สามารถหมุน (Rotate) ชุม (Zoom) หรือสำรวจเครื่องยาสมุนไพรได้รอบทิศทาง 360 องศา



ภาพที่ 4 ตัวอย่างหน้าจอแสดงการหมุน (Rotate) หรือชุม (Zoom)

สามารถใช้งานได้ทาง QR code ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 5 QR code เข้าใช้งานสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง

2.2.1.2 เอกสารประกอบการเรียนเรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ในรูปแบบไฟล์นามสกุล pdf.

2.2.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ ได้แก่ ด้านความจำ 8 ข้อ ด้านความเข้าใจ 7 ข้อ และด้านการนำไปใช้ 5 ข้อ

2.2.1.4 แบบประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง

2.2.2 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ แบ่งเป็น

2.2.2.1 สื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ผู้วิจัยนำสื่อที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา พบว่ามีผลการประเมินความเหมาะสมภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.18)

2.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2568 วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดชลบุรี คณะสาธารณสุขศาสตร์และสหเวชศาสตร์ สถาบันพระบรมราชชนก จำนวน 15 คน เพื่อวิเคราะห์รายข้อ ได้ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.42 ถึง 0.73 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.25 ถึง 0.68 หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับด้วยสูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 ซึ่งถือว่าเครื่องมือนี้มีทั้งความตรง (Validity) ความเที่ยง(Reliability) ความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ที่ดีและเหมาะสมแก่การนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป [11]

2.2.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ผู้วิจัยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญค่า IOC ได้ค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 นำแบบประเมินไปทดลองใช้ (Try out) กับนักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิต ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2568 และนำไปหาค่าความเชื่อมั่นรวมด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ได้เท่ากับ 0.89 ซึ่งถือว่าเครื่องมือนี้มีทั้งความตรง (Validity) และความเที่ยง(Reliability) ที่ดีและเหมาะสมแก่การนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป [11]

2.3 การดำเนินการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและการคุ้มครองสิทธิแก่กลุ่มตัวอย่าง

2.3.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักศึกษาทั้ง 46 คน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ในเวลา 1 วัน ก่อนเริ่มทดลองเพื่อนำคะแนนมาใช้ในการจับคู่ (Matching) และจัดกลุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามวิธีที่ระบุไว้ข้างต้น

2.3.3 เริ่มทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.3.1 กลุ่มทดลอง (Experimental group) ศึกษาความรู้เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ทั้ง 30 พิกัด ผ่านสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยเริ่มจากการปฐมนิเทศและทดลองใช้งานระบบ 30 นาที ตามด้วยการศึกษาโมเดลสามมิติ

และการใช้เทคนิคการช่วยจำแบ่งเป็นสองช่วง ช่วงละ 60 นาที พร้อมค้นด้วยเวลาพักผ่อนสมอง 10 นาที เพื่อให้ผู้เรียนสามารถหมุนและสำรวจลักษณะพฤกษศาสตร์ของสมุนไพรได้รอบทิศทาง 360 องศาอย่างเต็มที่

2.3.3.2 กลุ่มควบคุม (Control group) ศึกษาความรู้เรื่องพืชผัก 3 สิ่ง ทั้ง 30 พืช จากเอกสารประกอบการเรียนรูปแบบ PDF เป็นเวลา 3 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน โดยเริ่มจากการชี้แจงขั้นตอนและแจกจ่ายเอกสาร 30 นาที ตามด้วยการอ่านศึกษาเนื้อหา ท่องจำรายชื่อ และทำความเข้าใจสรรพคุณจากเอกสารแบ่งเป็นสองช่วง ช่วงละ 60 นาที ค้นด้วยเวลาพักผ่อนสมอง 10 นาที โดยไม่มีการใช้สื่อดิจิทัลหรือภาพจำลอง 3 มิติ

2.3.4 ทดสอบหลังเรียน (Post test) ในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพืชผัก 3 สิ่ง (ชุดเดิม) ในวันถัดไป

2.3.5 ให้กลุ่มทดลองทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการรู้ 3 มิติ ในวันทดสอบหลังเรียน

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย

2.4.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์ด้วยการแจกแจงความถี่ และร้อยละ จากการทดสอบการแจกแจงข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ Shapiro-Wilk มีค่าเท่ากับ 0.925 ($p > .05$) และ 0.914 ($p > .05$) ตามลำดับ แสดงว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ (Normality)

2.4.2 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เมื่อควบคุมอิทธิพลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนการทดลอง จากการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น พบว่า 1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการทดลอง ทั้งสองกลุ่มมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) [$r = .58, p < .05$], [$r = .62, p < .05$] ตามลำดับ] 2) ค่าความคลาดเคลื่อนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง ทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ (Normality) [$p > .05$ และ $p > .05$ ตามลำดับ] 3) ความคลาดเคลื่อนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน (Homogeneity of variance) [$F = .23, p > .05$] และ 4) ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนและหลังการทดลองไม่ต่างกันเมื่ออยู่คนละกลุ่ม (Homogeneity of regression) [$F = .38, p > .05$] ซึ่งตรงตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

2.4.3 การประเมินความพึงพอใจต่อการรู้ 3 มิติ เรื่องพืชผัก 3 สิ่ง ในกลุ่มทดลอง วิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยแปลความหมายตามเกณฑ์ของ Best & Kahn [12-13] ได้แก่ มากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00) มาก (คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50) ปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50) น้อย (คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50) และน้อยที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50)

3. ผลการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 46 คน เพศหญิง 44 คน (ร้อยละ 95.65) และเพศชาย 2 คน (ร้อยละ 4.35) ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18-19 ปี (ร้อยละ 89.13) ทุกคนการลงทะเบียนเรียนรายวิชาเภสัชกรรมไทย 1 ภาคการศึกษา 2568 (ร้อยละ 100) และไม่มีประสบการณ์ในการเรียนเนื้อหาเกี่ยวกับพืชผัก (ร้อยละ 100) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป	กลุ่มทดลอง (n=23)		กลุ่มควบคุม (n=23)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ				
หญิง	22	95.65	22	95.65
ชาย	1	4.35	1	4.35

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	กลุ่มทดลอง (n=23)		กลุ่มควบคุม (n=23)	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อายุ				
18 – 19 ปี	21	91.30	20	86.96
ตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป	2	8.70	3	13.04
อายุต่ำสุด 18 ปี สูงสุด 22 ปี เฉลี่ย 19.17 ปี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68				
การลงทะเบียนเรียนรายวิชาเกษตรกรรมไทย 1 ภาคการศึกษา 2568				
ลงทะเบียน	23	100	23	100
ไม่ได้ลงทะเบียน	-	-	-	-
ประสบการณ์ในการเรียนเนื้อหาเกี่ยวกับพิศุฑา				
มี	-	-	-	-
ไม่มี	23	100	23	100

3.2 ผลการศึกษาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 0.35 (SD = 0.57) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 0.48 (SD = 0.59) ขณะที่ภายหลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อควบคุมอิทธิพลของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 17.09 (SD = 1.41) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 12.09 (SD = 1.41) เมื่อทำการปรับแก้ พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย 17.18 (SE = .24) และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 11.99 (SE = .24) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง และค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยที่ปรับแก้ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
		ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง			
		Mean	SD	Mean	SD	Adjusted Mean	SE
ทดลอง	23	0.35	0.57	17.09	1.41	17.18	0.24
ควบคุม	23	0.48	0.59	12.09	1.41	11.99	0.24

สำหรับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลองมีอิทธิพลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง ($F = 22.91, p < .01, \eta^2 = .35$) และสามารถอธิบายความผันแปรของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง ได้ร้อยละ 84.80 ($R^2 = .848$) เมื่อควบคุมอิทธิพลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 229.59, p < .01$) โดยมีขนาดของความแตกต่างระดับสูง ($\eta^2 = .84$) ดังตารางที่ 3



ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	Partial Eta squared (η^2)
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน						
การทดลอง	30.47	1	30.47	22.91	.000	.35
กลุ่ม	305.32	1	305.32	229.59	.000	.84
ความคลาดเคลื่อน	57.18	43	1.33			
$R^2 = .848$, Adjusted $R^2 = .840$						

3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ในกลุ่มทดลอง พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจเฉลี่ยรวมทุกด้านในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.29) โดยด้านที่มีความพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ ด้านเทคนิคการช่วยจำและประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.34) รองลงมาได้แก่ ด้านลักษณะรูปรูปธรรมของสื่อ ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.36) ด้านเทคนิคการตอบโต้และการใช้งาน ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.39) และด้านเนื้อหา ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = 0.42) ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ในกลุ่มทดลอง

เนื้อหา	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านลักษณะรูปรูปธรรมของสื่อ			
1. รูปแบบโมเดล 3 มิติ (3D Models) มีความเสมือนจริง น่าสนใจ และทันสมัย	4.74	0.45	มากที่สุด
2. ภาพจำลองมีความถูกต้องและชัดเจนตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของสมุนไพร	4.70	0.47	มากที่สุด
3. ความคมชัดของภาพ สี สัน พื้นผิว และการจัดวางองค์ประกอบมีความเหมาะสม	4.65	0.49	มากที่สุด
รวม	4.70	0.36	มากที่สุด
ด้านเนื้อหา			
4. เนื้อหาครอบคลุมและถูกต้องตรงตามพิกัดยา 3 สิ่ง ทั้ง 30 พิกัดยา	4.61	0.50	มากที่สุด
5. ข้อมูลสรรพคุณและรายละเอียดของเภสัชวัตถุมีความถูกต้องตามตำรา	4.65	0.49	มากที่สุด
6. การใช้ภาษาในการอธิบายเนื้อหาและคำบรรยายเสียงชัดเจน เข้าใจง่าย	4.57	.051	มากที่สุด
รวม	4.61	0.42	มากที่สุด
ด้านเทคนิคการตอบโต้และการใช้งาน			
7. ระบบสามารถหมุน (Rotate) ซูม (Zoom) ส่องตรวจเครื่องยาได้รอบทิศทาง 360 องศาอย่างราบรื่น	4.78	0.42	มากที่สุด
8. สื่อใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน และมีความเสถียรในการประมวลผล	4.52	0.59	มากที่สุด
9. รูปแบบมีมิติมีเดีย (ภาพและเสียงควบคู่กัน) ช่วยลดภาระทางปัญญาในการเรียนรู้	4.70	0.47	มากที่สุด
รวม	4.67	0.39	มากที่สุด



ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ในกลุ่มทดลอง (ต่อ)

เนื้อหา	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเทคนิคการช่วยจำและประโยชน์ต่อการเรียนรู้			
10. เทคนิคการช่วยจำ (Mnemonics) ภายในสื่อช่วยให้จดจำส่วนประกอบพิกัดยาได้ง่ายขึ้น	4.83	0.39	มากที่สุด
11. สื่อช่วยเปลี่ยนเนื้อหาพิกัดยาที่เป็นนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรมเสมือนจริง	4.74	0.45	มากที่สุด
12. ช่วยส่งเสริมความจำ ความเข้าใจ และการระลึกจำคลังข้อมูลได้ดีทั้งในระยะสั้นและระยะยาว	4.65	0.49	มากที่สุด
13. ช่วยลดข้อจำกัดเรื่องปริมาณตัวอย่างเภสัชวัตถุจริงและการเข้าถึงพื้นที่ปลูกสมุนไพร	4.78	0.42	มากที่สุด
14. นักศึกษาสามารถนำสื่อนี้ไปใช้ทบทวนความรู้ด้วยตนเองได้ทุกที่ทุกเวลา	4.70	0.47	มากที่สุด
รวม	4.74	0.34	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	4.68	0.29	มากที่สุด

4. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

นักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยบัณฑิตกลุ่มที่เรียนรู้เรื่องพิกัดยา 3 สิ่ง ด้วยสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ (กลุ่มทดลอง) มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลอง สูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้ด้วยเอกสารประกอบการเรียนในรูปแบบไฟล์ PDF (กลุ่มควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มขึ้นของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มทดลองนั้น อธิบายได้ด้วยทฤษฎีระบบรหัสคู่ (Dual-coding theory) ซึ่งระบุว่า การประมวลผลข้อมูลของมนุษย์ผ่านระบบภาพ (Visual system) ควบคู่กับระบบภาษา (Verbal system) จะช่วยให้สมองจดจำและทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าการเรียนรู้ด้วยตัวอักษรเพียงอย่างเดียว [6-7] สื่อการเรียนรู้ 3 มิติที่พัฒนาขึ้นจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนเนื้อหาพิกัดยาสมุนไพรที่มีความเป็นนามธรรมสูงให้กลายเป็นรูปธรรมเสมือนจริง โดยการนำเสนอรูปลักษณะของเครื่องยาสมุนไพรในรูปแบบโมเดล 3 มิติ (3D models) ที่มีความถูกต้องตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ สามารถหมุนดูเพื่อสังเกตลักษณะเด่น เช่น พื้นผิว รูปทรง และสีสันทันทีรอบด้าน 360 องศา ตลอดจนมีการบูรณาการข้อมูลตัวอักษร บทบรรยายเสียง และเทคนิคการช่วยจำ (Mnemonics) ไว้ภายในสื่ออย่างเป็นระบบ

การรับรู้ผ่านช่องทางรหัสคู่ (Dual-coding) นี้ ช่วยลดข้อจำกัดของการเรียนรูปแบบเดิมที่เน้นเพียงการท่องจำรายชื่อตัวยาสมุนไพรจากตำรา ซึ่งยากต่อการจินตนาการภาพที่ถูกต้อง การประสานกันระหว่างภาพและภาษาจากสื่อ 3 มิติ จึงช่วยลดภาระทางปัญญา เสริมสร้างความเข้าใจในความสัมพันธ์ของตัวยาแต่ละชนิดในพิกัด และกระตุ้นให้เกิดการจัดเก็บข้อมูลเข้าสู่ความจำระยะยาว (Long-term memory) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Muro et al. [9] พบว่า การเรียนรู้กายวิภาคศาสตร์หรือโครงสร้างทางการแพทย์โดยใช้สื่อ 3 มิตินั้น ถูกขับเคลื่อนด้วยทฤษฎีหลัก 3 ทฤษฎี ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ Dual-coding theory โดยอธิบายว่าการนำเสนอข้อมูลในลักษณะ 3 มิติช่วยให้นักศึกษาสามารถบูรณาการระบบภาพ (Visual) และระบบภาษา (Verbal) เข้าด้วยกัน ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเรื่องความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial arrangement) ของโครงสร้างทางการแพทย์ และช่วยลดความเหลื่อมล้ำในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanellopoulou et al. [14] ที่ได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีระบบรหัสคู่ (Dual-coding theory) และทฤษฎีการเรียนรู้มัลติมีเดีย (CTML) ซึ่งระบุว่า การบูรณาการเครื่องมือภาพและเสียง (Audiovisual tools) ที่ให้ผู้เรียนได้รับรู้ผ่านระบบภาพและภาษาควบคู่กัน จะช่วยส่งเสริมศักยภาพในการระลึกจำเนื้อหา และคลังข้อมูลของผู้เรียนได้ทั้งในระยะสั้นและระยะ

ยาว (Short-term and long-term recall) สื่อ 3 มิติในงานวิจัยนี้จึงไม่ได้ทำหน้าที่เพียงแค่แสดงภาพ แต่เป็นการเชื่อมโยงสัญลักษณ์ทางพฤกษศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมเข้ากับคำอธิบายที่เป็นนามธรรม ส่งผลให้กระบวนการจัดเก็บข้อมูลในสมองมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้ผ่านเอกสารตัวอักษรเพียงอย่างเดียว ตลอดทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรฐา เหมทอง และ วีรยุทธ ศรีทุมสุข [15] ที่ได้ศึกษาผลของการใช้ภาพเคลื่อนไหวสามมิติต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาศาสตร์สุขภาพ พบว่า กลุ่มที่เรียนด้วยระบบจำลองสามมิติมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบอื่น ทั้งนี้เนื่องจากสื่อสามมิติช่วยทลายข้อจำกัดในการเรียนรู้สิ่งที่มีโครงสร้างซับซ้อน ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นลักษณะรูปร่างได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาพรวมพัฒนาขึ้นในทิศทางเดียวกัน

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องพิภคยา 3 สิ่ง ช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลักสูตรการแพทย์แผนไทยได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่เรียนด้วยสื่อ 3 มิติมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยเอกสาร PDF อย่างชัดเจน เนื่องจากสื่อสามารถนำเสนอรูปลักษณะสมุนไพรเสมือนจริงแบบ 360 องศา ควบคู่กับเทคนิคการช่วยจำ (Mnemonics) ซึ่งช่วยลดภาระทางปัญญา เปลี่ยนเนื้อหาบทเรียนให้เห็นเป็นรูปธรรม และส่งเสริมความจำระยะยาวได้ดีกว่าการเรียนรูปแบบเดิม ทำให้นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ดังนั้นควรสนับสนุนให้นำไปใช้เป็นสื่อหลักหรือสื่อเสริมในรายวิชาเภสัชกรรมไทยเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนตัวอย่างเภสัชวัตถุจริง พร้อมทั้งขยายผลไปยังพิภคยาอื่น ๆ เช่น พิกัดยา 4 สิ่ง (จตุรกาล) หรือ 5 สิ่ง (เบญจกุล) เพื่อสร้างคลังสื่อดิจิทัลที่ครอบคลุมหลักสูตร ทั้งนี้ การนำไปใช้จริงควรจัดเตรียมอุปกรณ์ในอัตราส่วน 1 เครื่องต่อผู้เรียน 1-2 คน ที่รองรับอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง จัดเวลาปฐมนิเทศระบบ 15-30 นาทีก่อนเรียน และกำหนดช่วงเวลาเรียนครั้งละ 60-90 นาทีพร้อมมีช่วงพักย่อย นอกจากนี้ ควรบูรณาการร่วมกับการให้ผู้เรียนสัมผัสตัวอย่างสมุนไพรจริงควบคู่กันในช่วงท้าย เพื่อเสริมสร้างทักษะปฏิบัติการด้านการแพทย์แผนไทยให้แม่นยำและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Dasri, P., Thippayacharontam, T., Trakulbanmaching, P., Pongpanich, P., Akarasereenont, P., Khtshma, K., & Suwannatrai, U. (2020). Transliteration and analysis the traditional herbal medicines use in the sabba-lakkhanasabbaguna lae mahaphikad scripture based on drug matters of Thai traditional pharmacy. *Siriraj Medical Bulletin*, 13(1), 2-10. (In Thai)
- [2] Lertsamasak, P. (2015). *Phikad Yathai*. Pimdee. (In Thai)
- [3] Phuengphol, N. (2025). *Problems and obstacles in learning Medicinal Coordinates (Phikat Ya) in Thai Traditional Pharmacy II course* [Unpublished in-depth interview transcript]. (In Thai)
- [4] Office of Educational Improvement, Medical College of Wisconsin. (2022). *Cognitive load theory: A guide to applying cognitive load theory to your teaching*. Medical College of Wisconsin. <https://www.mcw.edu/-/media/MCW/Education/Academic-Affairs/OEI/Faculty-Quick-Guides/Cognitive-Load-Theory.pdf>
- [5] Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual reality-based technology and 3D anatomy models in health sciences education. *Anatomical Sciences Education*, 10(6), 549-559. <https://doi.org/10.1002/ase.1696>
- [6] Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory and Education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-210. https://www.researchgate.net/publication/225249172_Dual_Coding_Theory_and_Education



- [7] Bi, Y. (2021). Dual coding of knowledge in the human brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 25(10), 883-895. <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S1364-6613%2821%2900176-5>
- [8] Piri, Z., & Cagiltay, K. (2024). Can 3-dimensional visualization enhance mental rotation (MR) ability?: A systematic review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(14), 3683-3698. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2196161>
- [9] Das, S., Al Mushaiqri, M. (2021). Anatomy online teaching during covid-19 pandemic: The need for responsive anatomy learning ecosystem. *Anatomical Sciences Education*, 14(4), 428-429. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8251033/>
- [10] McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in Education Evidence-Based Inquiry*. (7th ed.). Pearson Education.
- [11] Kanjanawasee, S. (2013). *Classical test theory*. (7th ed.). Chulalongkorn University Press. (In Thai)
- [12] Best, J. W., & Kahn, J. V. (1993). *Research in education* (7th ed.). Allyn and Bacon.
- [13] Srisa-Ard, B. (2017). *Introduction to research*. (10th ed.). Suwiriyan. (In Thai)
- [14] Kanellopoulou, C., Kermanidis, K. L., & Giannakouloupoulos, A. (2019). The Dual-Coding and Multimedia Learning Theories: Film Subtitles as a Vocabulary Teaching Tool. *Education Sciences*, 9(3), 210. <https://doi.org/10.3390/educsci9030210>
- [15] Hemtong, W., & Srithumsuk, W. (2020). Effect of human heart anatomy 3D animation on learning achievements in health sciences students. *Christian University Journal*, 26(1), 94-103. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/CUTJ/article/view/210620/164781>