

การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

เกรียงไกร อรุโสมาน¹ สมเกียรติ พักมี^{2*} และ สมคิด แซ่หลี่³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน กับหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 คณะแพทยศาสตร์ศิริราช มหาวิทยาลัยมหิดล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียนแล้วทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ระหว่างเรียนได้ทำแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนจบบทเรียนทั้งหมด นำผลที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้สูตร E_1/E_2 และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยสถิติการทดสอบที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.25/81.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ ปฏิสัมพันธ์แบบ 3 มิติ เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ

¹ รองศาสตราจารย์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

² นักศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

³ อาจารย์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2419-7000 ext. 6393, E-mail: fakmee@hotmail.com

Construction and Validation of an Interactive 3D Multimedia Web-Based Instruction in “Basal Ganglia and Related Structures”

Kriengkrai Urusopon¹ Somkiat Fakmee^{2*} and Somkid Saelee³

Abstract

The purposes of this experimental research were to construct and evaluate the efficiency of an Interactive 3D Multimedia Web-Based Instruction (i3D-WBI) in “Basic Ganglia and Related Structure” and to compare the students’ achievement. Sample group was 30 students studying in the second year of Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University in the second semester of 2009 academic year they were selected by simple random sampling. The sample group was given a pretest, the exercises of each lesson and did the posttest after finishing the whole lessons. The results were shown as follows : the efficiency of the developed i3D - WBI was 82.25/81.11 which was higher than the criteria 80/80. Average scores of the posttest were significantly higher than average scores of the pretest at the level of .05.

Keyword : Interactive 3D Multimedia Web-Based Instruction, Interactive 3D, Web3D Technology.

¹ Associate Professor, Department of Anatomy, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University

² Master Degree Student, Department of Electrical Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut’s University of Technology North Bangkok

³ Lecturer, Department of Electrical Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut’s University of Technology North Bangkok

* Corresponding Author Tel. 0-2419-7000 ext. 6393, E-mail: fakmee@hotmail.com

1. บทนำ

ในวงการการศึกษา สถาบันการศึกษาทุกระดับ ตั้งแต่ระดับก่อนประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา ต่างใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 หมวด 9 มาตรา 65 ที่กล่าวถึงเทคโนโลยีการศึกษาว่า “ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการผลิตรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ” [2] ซึ่งสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการเห็นถึงความสำคัญของการใช้คอมพิวเตอร์ และนับตั้งแต่ปี พ.ศ.2528 เป็นต้นมา จึงได้บรรจุวิชาคอมพิวเตอร์ไว้ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา ด้วยเห็นว่าผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เพื่อจะได้ใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์ช่วยให้สามารถก้าวทันเทคโนโลยีและอยู่ในสังคมสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ [1]

ในการเรียนการสอนรายวิชา ทรกว 301 ประสาทกายวิภาคศาสตร์ จำนวน 2 หน่วยกิต หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล สำหรับนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับเนื้อหารายวิชาการสอนจากอาจารย์ผู้สอนพบว่า โครงสร้างภายในสมองของมนุษย์มีความซับซ้อนของรูปร่างโครงสร้าง 3 มิติ และมีความสัมพันธ์สอดคล้องซึ่งกันและกัน ยากต่อการทำความเข้าใจในระยะเวลาอันสั้น ยังพบอีกว่าสื่อในการเรียนต้องอาศัยไดอะแกรมจากหนังสือตำราหรือสมองของจริงที่ผ่านการชำแหละจากอาจารย์ใหญ่เป็นลักษณะ 2 มิติ Brain Block (Coronal Section and Horizontal Section) ซึ่งเป็นโครงสร้างแยกส่วนยากต่อการทำความเข้าใจ นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการมีจำนวนห้องเรียนมากไปทำให้เกิดปัญหา Specimen ฝุ่นจำลองทางการแพทย์และอุปกรณ์การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการซึ่งจัดให้ห้องละ 1-2 ชุด และไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้เรียนทุกคน รวมทั้งเกิดการชำรุดเสียหายได้ ถ้าหากนักศึกษาไม่มีความเข้าใจในการใช้งาน และอาจารย์ประจำวิชาไม่สามารถดูแลได้ทั่วถึง ในส่วนของอวัยวะที่

ใช้ในการเรียนการสอนนั้นพบว่า ต้องได้รับการรับบริจาคหรือการอุทิศสร้าง ใช้ระยะเวลาในการดองไม่ต่ำกว่า 1 ปี ทำให้ในแต่ละปีการศึกษาสามารถเก็บสมองจากอาจารย์ใหญ่ได้อย่างจำกัด ไม่เกิน 30-40 สมองต่อปี และมีสมองบางส่วนที่ไม่สมบูรณ์จึงไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งหมด นักศึกษาแพทย์มักเรียนรู้โดยอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้สาธิตการชำแหละ เนื่องจากสมองมนุษย์นั้น แม้เมื่อผ่านการเก็บรักษาในน้ำยามาแล้ว ก็ยังคงมีความนุ่ม สมองจึงมีโอกาสเสียหายจนไม่อาจใช้ประโยชน์ได้ [3] รวมถึงความเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคจากชิ้นเนื้อที่เป็นโรค ซึ่งต้องอาศัยความระมัดระวังในการศึกษา โดยเฉพาะวิชาชีพทางด้านการแพทย์เป็นวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับชีวิตของคนจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างท่องแท้

ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ จึงเป็นวิธีที่ผู้วิจัยนำมาเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยนำเสนอข้อมูลด้วยภาพเคลื่อนไหว ลักษณะ 2 มิติ และ 3 มิติ ที่ปฏิสัมพันธ์ได้ มีเสียงประกอบในบทเรียนและตัวอักษร ประกอบคำอธิบายเนื้อหาบทเรียนทำให้ผู้เรียนเข้าใจโครงสร้างของโพรงสมองในลักษณะ 3 มิติ ได้มากขึ้น อีกทั้งการเก็บรักษาได้นานไม่เสียหายชำรุดง่ายสามารถฝึกทบทวนได้ด้วยตนเอง แบ่งเบาภาระของอาจารย์ผู้สอนและนำไปใช้ในการเรียนระดับที่สูงขึ้นไป ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาต่าง ๆ อีกด้วย

1.1 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนการเรียนและคะแนนหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and

Related Structures มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80 / 80

1.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์ แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2552 จำนวนทั้งหมด 250 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเรื่อง Basal Ganglia and Related Structures มาก่อน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ขณะกำลังศึกษาในภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาลมหาวิทยาลัยมหิดล ในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ด้วยการจับสลากชื่อนักศึกษา

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เนื้อหารายวิชา

เนื้อหาวิชา ศรทว 301 ประสาทกายวิภาคศาสตร์ จำนวน 2 หน่วยกิต หลักสูตรแพทยศาสตรบัณฑิต คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล สำหรับนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 2 เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures กล่าวถึงโครงสร้างภายในสมองของมนุษย์ได้แก่ โปรงสมองกลุ่ม Basal Ganglia (Caudate Nucleus, Lentiform Nucleus, Amygdala, Claustrum), Fornix, Hippocampus, Choroid Plexus และ Diencephalon แบ่งเนื้อหาออกเป็น ก) ความหมายและองค์ประกอบของ Basal Ganglia ข) ลักษณะทางกายวิภาคของ Basal Ganglia ค) วงจรการติดต่อของ Basal Ganglia ง) การเคลื่อนไหวผิดปกติที่เกิดจากความบกพร่องหน้าที่ของ Basal Ganglia จ) องค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับ Basal Ganglia

(Related Structures) ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นเนื้อหาของบทเรียน

2.2 เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ

เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ (Web3D Technologies) มีพื้นฐานอยู่บนเว็บเทคโนโลยี (Web Technology) ซึ่งข้อมูลถูกเก็บอยู่บนเซิร์ฟเวอร์และมีการเรียกใช้โดยกลุ่มผู้ใช้งานผ่านการแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ การขยายความเร็วของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันมีผลให้การพัฒนาเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ เป็นไปอย่างรวดเร็วและส่งผลให้การแสดงผลทางด้านกราฟิกดีขึ้น นอกจากนี้สามารถสร้างสภาพแวดล้อม 3 มิติ ที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์แบบ 3 มิติ และยังออนไลน์กับผู้ใช้งานพร้อมนำเสนอเนื้อหาพร้อมทั้งสื่อมัลติมีเดียอื่น ๆ ได้ เช่น รูปภาพและวีดีโอ [4]

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐพล (2551) ศึกษาสร้างและทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเน้นปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการถ่ายภาพ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนรัตนานิเชนทร์ ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลากจำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.96/80.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีสอนโดยการจับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มทดลอง มีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้นอยู่ใน

ระดับดี ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ สรชัย (2551) ที่ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจของนักเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีต่อการดูแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้การวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 จำนวน 60 คน ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 30 คน ได้แก่ กลุ่มเรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์การ์ตูนแอนิเมชัน 2 มิติ และกลุ่มเรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์การ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยวีดิทัศน์การ์ตูนแอนิเมชัน เรื่อง “ประลองปัญญา” ในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ แบบประเมินสื่อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสนใจ และแบบสังเกตพฤติกรรม ผลการวิจัยพบว่า (1) สื่อวีดิทัศน์การ์ตูนแอนิเมชันทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ มีประสิทธิภาพตามมาตรฐานของเมกยูแกนส์ (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยวีดิทัศน์การ์ตูนแอนิเมชันรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ไม่มีความแตกต่างกัน (3) ความสนใจของกลุ่มที่เรียนด้วยวีดิทัศน์การ์ตูนแอนิเมชันรูปแบบ 3 มิติ สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวีดิทัศน์การ์ตูนแอนิเมชันรูปแบบ 2 มิติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อวีดิทัศน์การ์ตูนแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการสร้างโมเดลจำลองด้วยโปรแกรม 3 มิติ นำมาพัฒนาสื่อโมเดลจำลองสมองส่วนต่างๆ ในงานวิจัยครั้งนี้และนำเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตสื่อการเรียนการสอนในการงานวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ Mathew (2000) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างและการพัฒนา WBI ที่มีการสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการศึกษาในครั้งนี้เพื่อนำผลไปใช้ในการสอนแบบบรรยาย โดยนักศึกษาที่เข้าร่วมทั้งหมด 167 คน เป็นนักศึกษาเกรด 7 WBI ที่สร้างขึ้นจะใช้เป็นส่วนเสริมในการเรียนการสอนที่จดตามหลักสูตร Information Processing Strand of the Alberta Career and Technology Studies Program. โดยมุ่งศึกษาเปรียบเทียบว่า WBI มีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรระหว่างที่ให้ครูเป็น

ศูนย์กลางกับนักศึกษาเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้จากบทความต่าง ๆ เป็นเหมือนแหล่งข้อมูลอันดับสามที่นักศึกษาใช้ในการปฏิสัมพันธ์กับวิทยาลัยช่วยลดเวลาในการจัดการ และงานสอนที่ต้องสอนแบบซ้ำ ๆ ทำให้ครูมีเวลาเพิ่มมากขึ้นจนสามารถแบ่งนักศึกษาเพื่อสอนแบบตัวต่อตัว หรือเป็นกลุ่มย่อย ๆ ได้ ซึ่งวิธีการนี้จะกลายเป็นรูปแบบพื้นฐานของการศึกษาต่อไปผู้วิจัยนำรูปแบบ WBI มาใช้เป็นส่วนเสริมการเรียนการสอนในงานวิจัยครั้งนี้

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง (Pre-Experimental Design) โดยได้ดำเนินการตามแผนการวิจัยแบบ หนึ่งกลุ่มสอบก่อน - สอบหลัง (One Group Pretest Posttest Design)

3.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

3.1.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชาประสาททฤษฎีประสาทศาสตร์ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures จากเอกสารประกอบการสอนหลักสูตรการเรียนการสอนรายวิชา ศรทว 301 ประสาททฤษฎีประสาทศาสตร์ เพื่อแบ่งขอบเขตเนื้อหาออกเป็นข้อ ๆ

3.1.2 ศึกษาเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ซึ่งเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการสร้างบทเรียนเนื้อหาบทเรียน ปฏิสัมพันธ์ในบทเรียน ภาพประกอบในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ

3.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ได้มีการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมที่จะเลือกมาสร้างในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

3.1.4 กำหนดลำดับเนื้อหาออกเป็นตอน ๆ ให้มีความชัดเจน และเป็นระเบียบ เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงเนื้อหา ซึ่งลำดับเนื้อหาแบ่งเป็นหัวข้อ

ก) ความหมายและองค์ประกอบของ Basal Ganglia

ข) ลักษณะทางกายวิภาคของ Basal Ganglia

ค) วงจรการติดต่อของ Basal Ganglia

ง) การเคลื่อนไหวผิดปกติที่เกิดจากความบกพร่อง
หน้าที่ของ Basal Ganglia

จ) องค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับ Basal Ganglia
(Related Structures)

3.1.5 นำเนื้อหาที่ได้มาเขียนบทสคริปต์
ออกแบบหน้าจอบทเรียน เพื่อความสะดวกในการสร้าง
โดยกำหนดรายละเอียดของภาพที่ปรากฏ รูปแบบ
ตัวอักษร สีที่ใช้ ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว
ตลอดจนเพลงบรรเลง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในแต่
ละหน้าจอ ออกแบบผังงาน ออกแบบการดำเนินเรื่อง
ซึ่งเป็นการจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อการใช้ในการ
นำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่นๆ

3.1.6 นำบทสคริปต์ที่แก้ไขแล้ว มาออกแบบ
หน้าจอเมนู หน้าจอการปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ จากนั้นใช้
โปรแกรม 3 มิติ สร้างสมอ 3 มิติ และสร้างปฏิสัมพันธ์
แบบ 3 มิติเพื่อสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

3.1.7 ประเมินผลและแก้ไขบทเรียนโดยนำผลที่
ได้ไปปรับปรุงแก้ไขส่วนต่าง ๆ พบว่าบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ มี
ค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาอยู่ที่
ระดับ 4.60 และค่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้าน
เทคนิคการผลิตสื่ออยู่ที่ระดับ 4.05 สรุปได้ว่า
ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย
สอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal
Ganglia and Related Structures มีประสิทธิภาพอยู่ใน
ระดับดี

3.1.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ไปใช้ทำการทดลอง
รายบุคคล (One-to-One Evaluation) โดยทดลองใช้กับ
ผู้เรียน 1 คน ที่ไม่เคยผ่านการเรียนเรื่อง Basal
Ganglia and Related Structures มาแล้ว เพื่อทำการ
ตรวจสอบปัญหาในด้าน การใช้งาน การใช้ภาษา เสียง
และภาพประกอบพบว่า ตัวหนังสือของเนื้อหาใหญ่
เกินไป ควรปรับขนาดให้เล็กลง เสียงดนตรีประกอบมี
ระดับเสียงดังเกินไป ควรปรับให้เสียงดนตรีเบาลง
ต้องการให้เปลี่ยนเสียงคลิกที่ปุ่มต่าง ๆ บนหน้าจอเมนู

3.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ไปทดลองแบบกลุ่มย่อย
(Small Group Evaluation) โดยทดลองใช้กับผู้เรียน
จำนวน 5 คน เพื่อศึกษาปัญหาเพิ่มเติมหาข้อบกพร่อง
ด้านการใช้งาน

3.1.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไป
ทดลองภาคสนาม (Field Trial Evaluation) ซึ่งเป็นการ
ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 30 คน

3.1.10.1 เตรียมผู้เรียน โดยแจ้งกำหนด
วัน เวลา และสถานที่ให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้า 1
สัปดาห์

3.1.10.2 เตรียมคอมพิวเตอร์และ
อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ จำนวน 30 ชุด หูฟัง 30 ชุด
พร้อมลงโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ออนไลน์ออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ติดตั้ง Anark
Player เพื่อการแสดงผล 3 มิติ ณ ห้องปฏิบัติการ
คอมพิวเตอร์ประดิษฐ์ เจริญไทยทวี คณะแพทยศาสตร์ศิริ
ราชพยาบาล ในคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องและ
ตรวจสอบคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องสามารถเรียกใช้งานได้

3.1.10.3 จัดผู้เรียนจำนวน 30 คน เข้า
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ นั่งประจำเครื่องละ 1 คน
จากนั้นผู้วิจัยได้แนะนำถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย
วิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์
แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยเรียกผ่าน URL คือ
<http://10.7.2.201/sec/> ให้ผู้เรียนทำการกรอก
Username และ Password เพื่อ Login เข้าสู่บทเรียน
จากนั้นเริ่มเข้าสู่บทเรียน

3.1.10.4 ดำเนินกิจกรรมการเรียน ทุก
คนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ที่อยู่ใน
ระบบคลังข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ ที่ได้คัดเลือกข้อสอบ
ไว้แล้ว ซึ่งมีการเก็บคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน
ใช้เวลาทำแบบทดสอบก่อนเรียน 40 นาที แล้วจึงทำ
การเก็บคะแนน จากนั้นจึงเริ่มเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนแต่ละ
บท และเมื่อเรียนรู้เนื้อหาในบทนั้นจบ ให้ผู้เรียนทำ
แบบทดสอบระหว่างบทเรียนให้เสร็จก่อนข้ามไปเรียน
ยังเนื้อหาในบทต่อไป แล้วจึงทำการเก็บคะแนนแต่ละ

| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | จำนวนข้อวัตถุประสงค์ | จำนวนข้อสอบ |
|--|----------------------|-------------|
| หน่วยที่ 1 ความหมายและองค์ประกอบของ Basal Ganglia | 2 | 9 |
| หน่วยที่ 2 ลักษณะทางกายวิภาคของ Basal Ganglia | 7 | 28 |
| หน่วยที่ 3 วงจรการติดต่อของ Basal Ganglia | 4 | 22 |
| หน่วยที่ 4 การเคลื่อนไหวผิดปกติที่เกิดจากความบกพร่องในหน้าที่ของ Basal Ganglia | 1 | 9 |
| หน่วยที่ 5 องค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กับ Basal Ganglia (Related Structures) | 5 | 22 |
| รวม | 19 | 85 |

บทเรียน โดยใช้เวลาเรียน 60 นาที และให้พัก 10 นาที ก่อนทำแบบทดสอบหลังเรียน

3.1.10.5 วัดผลสัมฤทธิ์หลังจบกิจกรรมทันที เมื่อผู้เรียนผ่านการเรียนรู้เนื้อหา และทำแบบทดสอบจนครบทุกบทเรียนแล้ว ให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่อยู่ในระบบคลังข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ ที่ได้คัดเลือกข้อสอบไว้แล้ว โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบ 40 นาที จึงเป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการ

3.1.10.6 นำผลคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบตามสูตร E_1/E_2 จากนั้นทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน ของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียน เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบที (t-test Dependent) ในอันดับต่อไป

3.2 การสร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

3.2.2 สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ชนิด 5 ตัวเลือก จำนวน 85 ข้อ ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

3.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.2.4 นำแบบทดสอบ 85 ข้อ ไปทดลองกับนักศึกษาแพทย์ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 30 คน ที่เคยผ่านการเรียนเรื่อง Basal Ganglia and Related Structures มาแล้ว

3.2.5 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน KR-20 ผลค่าความยากง่าย 80 ข้อ ค่าอำนาจจำแนก 60 ข้อ ได้แบบทดสอบจำนวน 61 ข้อ เลือกเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Pretest-Posttest) จำนวน 30 ข้อ โดยสุ่มคัดเลือกหน่วยเรียนละ 1-2 ข้อ ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ และเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนจำนวน 31 ข้อ

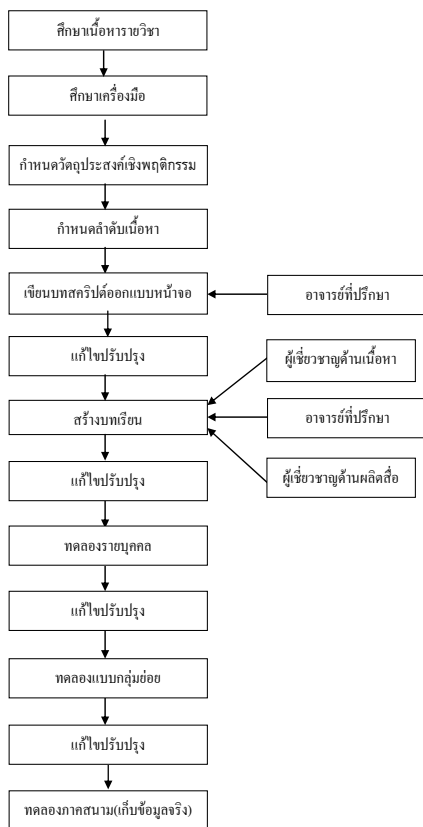
3.3 การสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค

3.3.1 แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินสื่อด้านเนื้อหา จากนั้นจึงนำบทเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน พร้อมแบบประเมินสื่อทางด้านเนื้อหาเพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

3.3.2 ด้านเทคนิคผลิตสื่อ พิจารณาด้านต่าง ๆ ได้แก่ การดำเนินเรื่อง การใช้ภาษา แบบทดสอบ ส่วนนำบทเรียน เนื้อหาของบทเรียน แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินสื่อด้านเทคนิคผลิตสื่อจำนวน 3 ท่าน พร้อมแบบประเมินคุณภาพสื่อด้านเทคนิคผลิตสื่อ เพื่อทำการประเมินสื่อ

3.3.3 ผู้วิจัยออกแบบแบบประเมินโดยจากการศึกษาเอกสารตำรางานวิจัยและจากแบบสอบถามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็นแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคครอบคลุมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ และนำแบบประเมินดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน ประเมินคุณภาพของสื่อด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

สรุปขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. ผลการดำเนินงาน

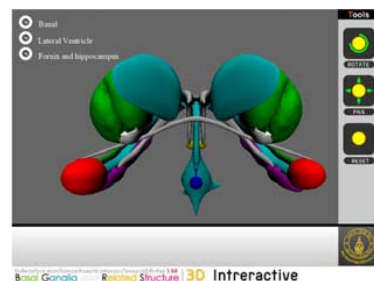
4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

บทเรียนที่สร้างขึ้น เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ มีลักษณะการนำเสนอ

เป็นแบบศึกษาเนื้อหา (Tutorial) มีจำนวนบทเรียนทั้งหมด 5 บทเรียน ประกอบไปด้วย ชื่อบทเรียน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม รวมทั้งหมด 19 ข้อ มีเนื้อหาทั้งหมด 48 เฟรม และข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์จำนวน 61 ข้อ โดยได้นำข้อสอบไปใช้ประกอบกับสื่อมัลติมีเดีย



รูปที่ 2 หน้าจอหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



รูปที่ 3 หน้าจอสำหรับดูแบบจำลอง 3 มิติ

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ (n=30)

| แบบทดสอบ | คะแนนเต็ม | \bar{X} | S.D. | ร้อยละ |
|--------------------------------|-----------|-----------|------|--------|
| ระหว่างเรียน (E ₁) | 31 | 25.50 | 0.86 | 82.25 |
| หลังเรียน (E ₂) | 30 | 24.33 | 1.92 | 81.11 |

จากตารางที่ 1 แสดงว่า ผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.25 และผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ E_1/E_2 80/80 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ตามวัตถุประสงค์

4.3 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

จากการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเรียน ของกลุ่มทดลองโดยการทดสอบหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ด้วยการทดสอบที (t-test) ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ (n=30)

| คะแนน | คะแนนเต็ม | \bar{X} | t คำนวณ | t ตาราง |
|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| ก่อนเรียน | 30 | 15.67 | 22.91 | 1.699 |
| หลังเรียน | 30 | 24.33 | | |

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่า $df = 29$

จากตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures t ที่คำนวณมีค่าเท่ากับ 22.91 มากกว่าค่า t ที่เปิดจากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น .05 ($df = 29$) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.699 แสดงว่าค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนกับค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน

5. สรุป

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ที่สร้างขึ้น โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้บทเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 82.25 / 81.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ที่สร้างขึ้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนพบว่า มีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียน เนื่องมาจากผู้ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ได้ทำแบบทดสอบหลังเรียนหลังจากที่เรียนเนื้อหาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยจัดทำเนื้อหาแต่ละบทได้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนให้ผู้เรียนได้ประเมินความรู้ที่ได้เรียนมาในแต่ละบทเพื่อเสริมความเข้าใจให้มากขึ้น นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถศึกษาหรือทบทวนบทเรียนที่ไม่เข้าใจในแต่ละบทได้อีก ภายในบทเรียนมีภาพเคลื่อนไหวแสดงเนื้อหาประกอบเพื่อเสริมความเข้าใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนมากขึ้น การนำเทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ มาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้อมและทำความเข้าใจไปในแนวทางเดียวกัน กล่าวคือผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้จากแบบจำลองได้ตามความต้องการ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายและเป็นการลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงานกับอุปกรณ์จริง จึงทำให้ผลการเปรียบเทียบผลคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออนไลน์แบบปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่อง Basal Ganglia and Related Structures ที่สร้างขึ้นมี

ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงมี
ประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ._____ประมวลการสอนหลักสูตร
แพทยศาสตร์บัณฑิต 2548 .:1
- [2] อรจรรย์ ฌ ตะกั่วทุ่ง .องค์การเอื้อการเรียนรู้.
กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2543. 270-289.
- [3] นิสากกร ปานประสงค์. อาจารย์ใหญ่. ที่มา
นิตยสาร UPDATE ปีที่ 12 ฉบับที่ 137 มกราคม -
กุมภาพันธ์ 2541 สืบค้นจาก
http://www.elibonline.com/doctors/gen_anatomy_01.html (22 มีนาคม 2552)
- [4] Luca Chittaro and Roberto Ranon. "Web3D
technologies in learning, education and
training :Motivations, issues, opportunities."
ScienceDirect. Volume 49 (August 2007): 3-
18.
- [5] นายณัฐพล สว่างจิตต์ .การสร้างบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเน้นปฏิสัมพันธ์
ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการถ่ายภาพโดยใช้
เทคโนโลยีเว็บ 3 มิติ .วิทยานิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [6] สรชัย ชวรางกูร. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสนใจ ของนักเรียน ช่วงชั้น
ที่ 2 ที่มีต่อการดูแอนิเมชันรูปแบบ 2 มิติ และ 3
มิติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
วิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์
ศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ, 2550.
- [7] Mathew and Norman Fraser. "The Development
and Implementation of Web-Based Instruction
toCreate Self-Paced Learning Environment in
Career and Technology Studies."Dissertation
Abstracts International. (2000) : 28-79.