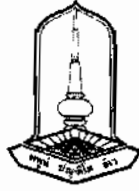


การพัฒนาและประเมินผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง  
เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟิโนโทอิน

โครงการวิจัย  
ของ  
กัมพล ยิ่งแก้ว  
ณัฐริดา เวทนาสุข

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
เภสัชศาสตรบัณฑิต  
กุมภาพันธ์ 2558  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



คณะกรรมการสอบโครงการวิจัยได้พิจารณาโครงการวิจัยของ นายกัมพล ยิ่งแก้วและ  
นางสาวฉัฐริกา เวทนาสุข แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรเกศาสตร  
บัณฑิตของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบโครงการวิจัย

.....<sup>1</sup>  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์ ดร. วรรัตน์ อนุสรณ์เสงี่ยม)

.....  
..... กรรมการ  
(ผศ.ดร.พีรยา ศรีม่วง)

.....  
..... กรรมการ  
(ผศ.ดร.จันทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์)

คณะเกศาสตรบัณฑิตได้รับ โครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
เกศาสตรบัณฑิตของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....  
(ผศ.ดร.จันทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์)

คุณบดีคณะเกศาสตร  
วันที่ ๒๑ เดือน ๑๐ พ.ศ. ๒๕๖๓

โครงการวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนการศึกษาจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ปีการศึกษา 2557

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผศ.ดร.พีรยา ศรีผ่อง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ผศ.ดร.จันทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษา ร่วมโครงการวิจัย และอาจารย์ ดร. วรรัตน์ อนุสรณ์เสงี่ยม ประธานกรรมการสอบโครงการวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนสนับสนุนให้กำลังใจอย่างดี ยิ่งมาโดยตลอด คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณนายภูวคต โคตรบรรเทา ที่ช่วยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาในไดอิน

ขอขอบพระคุณคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ให้ทุนงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

ขอขอบคุณนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 และชั้นปีที่ 5 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2556 ในภาคปลายที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบ การใช้โปรแกรมและช่วยให้การดำเนินการศึกษาเป็นไปได้อย่างราบรื่นสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องคอมพิวเตอร์ อาคารเภสัชศาสตร์สิรินทรที่ให้ความช่วยเหลือในการลงโปรแกรมและการเตรียมห้องคอมพิวเตอร์

คุณค่าและประโยชน์จากโครงการวิจัยฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ผู้มีอุปการคุณทุกท่าน ตลอดจนบูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่คณะผู้วิจัย จวบถึงปัจจุบัน

กัมพล ยิ่งแก้ว  
ณัฐธิดา เวทนาสุข

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาและประเมินผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีในโตอิน
ผู้วิจัย	กัมพล ยิ่งแก้ว และ ณัฐธิดา เวทนาสุข
กรรมการควบคุม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิรยา ศรีผ่อง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์
ปริญญา	ภ.บ. (บริหารเภสัชกรรม)
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่พิมพ์ 2557

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีในโตอิน ประเมินผลของการใช้โปรแกรม สํารวจความคิดเห็นและความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในนิสิตเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เรียนวิชาเภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 77 คน โดยทำการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ จากการจัดกลุ่มนิสิตตามเกรดเฉลี่ยสะสมและเรียงลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ จากนั้นสุ่มเป็น 2 กลุ่ม ในกลุ่มควบคุม ( $n = 37$  คน) ศึกษาโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองร่วมกับการทำแบบฝึกหัด และกลุ่มทดลอง ( $n = 37$  คน) ศึกษาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้เรียนมีเวลาศึกษา 2.5 ชั่วโมง แบ่งเป็นการทำแบบทดสอบก่อนเรียน 30 นาที เวลาในการศึกษาเนื้อหา 1.5 ชั่วโมง และทำแบบทดสอบหลังเรียน 30 นาที

ผลการพัฒนาโปรแกรมทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ประกอบไปด้วย ข้อมูล เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีในโตอิน การคำนวณเพื่อติดตามระดับยา แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ เมื่อนำไปประเมินผลของโปรแกรมพบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $8.24 \pm 1.42$  และ  $8.67 \pm 1.27$  คะแนนตามลำดับ,  $p = 0.171$ ) เมื่อพิจารณาตามกลุ่มที่จัดเรียงตามลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์พบว่ากลุ่มปานกลางค่อนข้างเก่ง ในกลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ( $9.38 \pm 0.74$  และ  $8.00 \pm 1.32$  คะแนนตามลำดับ,  $p = 0.028$ ) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยภาคทฤษฎีและภาคคำนวณระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนหลังเรียนภาคคำนวณได้เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน 1.91 คะแนน ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม และผลประเมินความพึงพอใจของโปรแกรมพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับมาก การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสื่อคอมพิวเตอร์ที่ช่วยเสริมการ

TITLE DEVELOPMENT AND ASSESSMENT OF COMPUTER-ASSISTED  
INSTRUCTION FOR PHARMACOKINETICS OF PHENYTOIN

AUTHOR Kampon Yingkaew and Natthida Vetthanasuk

ADVISORS Assist. Prof. Dr. Peeraya Sripong and Assist. Prof. Dr. Jantip Kanjanasilp

DEGREE Pharm D

UNIVERSITY Maharakham University, Year 2014

#### ABSTRACT

The objectives of this study were to develop a computer-assisted instruction (CAI) program for pharmacokinetics of phenytoin, evaluate the CAI program and satisfaction of pharmacy student to CAI program. The CAI was tested by the 4<sup>th</sup> year pharmacy students, 77 students who learn Applied Pharmacokinetics and Pharmacodynamics in 2<sup>nd</sup> semester, academic year of 2013. Stratified random sampling by percentile of GPA allocated student into 2 groups. The control group used handouts self-study plus exercises (n = 37) and intervention group used CAI program (n = 37). Total time for lesson learning was 2 hours and a half, 30 minutes for pre-test, 1 hour and half for learning all contents and 30 minutes for post-test.

The CAI program composed of pharmacokinetic of phenytoin, calculations for monitoring of drug level, exercises and test. The results of program testing in pharmacy students found that post-test scores of both groups were statistically significant higher than pre-test scores ( $p < 0.001$ ). However, there were no significant differences in post-test scores between both group (control group  $8.24 \pm 1.42$  and intervention group  $8.67 \pm 1.27$ ,  $p = 0.171$ ). However in student group of medium to high level, post-test scores of intervention group were statistically significant higher than control group ( $9.38 \pm 0.74$  and  $8.00 \pm 1.32$ , respectively,  $p = 0.028$ ). The post-test comparison between control group and intervention group, which were classified as lecture score and calculation score, found that there were no statistical differences. Nonetheless, the mean difference of calculation score in the intervention group was 1.91 which more than the control group. The satisfaction of pharmacy student to CAI program was in a good level. This study showed that a CAI program improve the understanding of the learners after the lecture class. CAI program also increase the knowledge when compare with self-study plus exercises in the student group of medium to high level.

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ .....	1
ที่มาและความสำคัญ .....	1
วัตถุประสงค์ .....	3
สมมติฐานของงานวิจัย .....	3
กรอบแนวคิด .....	3
ขอบเขตของการวิจัย .....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	6
ข้อมูลเกี่ยวกับยาฟีไนโตอิน .....	6
กลไกการออกฤทธิ์ .....	6
เภสัชจลนศาสตร์ .....	6
Parameter values .....	10
อาการไม่พึงประสงค์และการเกิดพิษจากยา .....	11
อันตรกิริยาระหว่างยากับยา .....	11
อันตรกิริยาระหว่างยากับโรค .....	12
แนวทางการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของยา .....	13
ภาวะที่ได้รับยาเกินขนาดหรือการเกิดพิษ (Overdose or Poisoning) .....	14
สูตรที่ใช้ในการคำนวณ .....	14
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	28
3 วิธีดำเนินงานวิจัย .....	31
รูปแบบการวิจัย .....	31
ประชากร .....	31

## สารบัญ

บทที่	หน้า
กลุ่มตัวอย่าง .....	31
เกณฑ์การคัดเข้า .....	31
เกณฑ์การคัดออก .....	32
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย .....	32
วิธีการดำเนินการ .....	36
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในวิเคราะห์ .....	38
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	40
ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง .....	40
ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	42
ผลการวิเคราะห์คะแนนความรู้จากแบบทดสอบ .....	50
ผลการประเมินความพึงพอใจและข้อเสนอแนะของผู้เรียนที่มีต่อโปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	55
ข้อเสนอแนะของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	58
5 สรุป อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ .....	59
สรุปผลการศึกษา .....	59
อภิปรายผลการศึกษา .....	60
ข้อจำกัดของการวิจัย .....	62
ข้อเสนอแนะ .....	63
เอกสารอ้างอิง .....	64
ภาคผนวก .....	66
ภาคผนวก ก หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยได้รับการบอกกล่าว และเต็มใจ (INFORMED CONSENT FORM) .....	67



ภาคผนวก ข แบบทดสอบ เรื่อง เกษังจลนศาสตร์ของยาฟิโนโดอิน .....	70
ภาคผนวก ค แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์	
คำสอน .....	75
ภาคผนวก ง ใบรับรองจริยธรรมการวิจัย .....	80
ประวัติย่อของนักวิจัย .....	82

## บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	สรุปค่าพารามิเตอร์ทางเภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีโนโดอิน .....	10
2	Child-Pugh scores สำหรับผู้ป่วยโรคตับแข็ง .....	13
3	ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง .....	41
4	คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนระหว่างการใช้เอกสารประกอบ การเรียนรู้ด้วยตนเองและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	50
5	จำนวนคนที่มีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิมระหว่างการใช้เอกสาร ประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	51
6	คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนระหว่างการใช้เอกสารประกอบการ เรียนรู้ด้วยตนเองและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามกลุ่มที่จัดเรียง ลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ .....	52
7	การวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่ม และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม .....	53
8	คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนภาคทฤษฎีระหว่างการใช้เอกสารประกอบ การเรียนรู้ด้วยตนเองและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	54
9	คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนภาคคำนวณระหว่างการใช้เอกสารประกอบ การเรียนรู้ด้วยตนเองและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	55
10	สัดส่วนของผู้เรียนที่มีความพึงพอใจต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีโนโดอิน .....	56

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 สูตรโครงสร้างของยาฟีไนโดอิน .....	6
2 การใช้ orbit graph ในการปรับขนาดยาเมื่อกรณีทราบระดับยา 1 ค่า และ เข้าสู่ steady-state แล้ว .....	18
3 การใช้ graph ในการปรับขนาดยาเมื่อกรณีทราบระดับยา 2 ค่า และเข้าสู่ steady-state แล้ว .....	20
4 การเริ่มต้นทำแบบทดสอบก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	42
5 หน้าจอหลักของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	43
6 คำชี้แจงการทำแบบทดสอบก่อนเรียน .....	43
7 สูตรที่ใช้คำนวณในการทำแบบทดสอบภาคการคำนวณ .....	44
8 หน้าจอของแบบทดสอบก่อนเรียน .....	44
9 หน้าจอแสดงคะแนนในการทำแบบทดสอบของผู้เรียน .....	45
10 หน้าจอหลักของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	45
11 หน้าจอแสดงบทเรียนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเลือกเรียน .....	46
12 หน้าจอส่วนแสดงเนื้อหา .....	46
13 ขั้นตอนการวาด orbit graph .....	47
14 คำชี้แจงการใช้งานแบบฝึกหัดการคำนวณ .....	47
15 หน้าจอหากผู้เรียนเติมคำตอบถูกต้อง .....	48
16 หน้าจอเมื่อผู้เรียนเติมคำตอบผิด .....	49
17 หน้าจอเมื่อผู้เรียนศึกษาบทเรียนจนครบถ้วน .....	49

เขียนการสอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากขึ้นหลังจากการเรียนรู้ในภาคบรรยาย โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยให้นิสิตกลุ่มปานกลางก่อนข้างเก่งมีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่า  
การศึกษาโดยเอกสารประกอบการเรียนรู้ร่วมกับการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ที่มาและความสำคัญ

ยาฟีนิตออิน (Phenytoin) เป็นยากันชักที่มีการใช้อย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน มีประสิทธิภาพในการรักษาโรคลมชักชนิด generalized seizure และ partial seizure ออกฤทธิ์ยับยั้ง voltage-dependent  $\text{Na}^+$  channels ใน neuron cell membrane ระดับยาในช่วงการรักษาจะมีผลเฉพาะต่อ  $\text{Na}^+$  channels เท่านั้นไม่มีผลเปลี่ยนแปลงการทำงานของ gamma-amino butyric acid (GABA) หรือ glutamate แต่ในขนาดยาที่สูงกว่าขนาดที่ใช้ในการรักษา 5-10 เท่า ยาจะไปมีผลเพิ่มการตอบสนองต่อ GABA ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับความเป็นพิษของยาฟีนิตออินในขนาดยาที่สูงขึ้น (Brinton et al., 2008)

ฟีนิตออิน เป็นยาที่มีช่วงการรักษาแคบ ทำนายความสัมพันธ์ระหว่างขนาดยาที่ได้รับและการตอบสนองต่อการรักษายาก เนื่องจากระดับยาในเลือดไม่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดยาที่ได้รับ ซึ่งมักมีการใช้ยาฟีนิตออิน ร่วมกับยาตัวอื่น เช่น carbamazepine และ valproic acid ทำให้มีโอกาสเกิดอันตรกิริยากันยาอื่นได้มาก นอกจากนี้ยาฟีนิตออิน จับกับโปรตีนชนิดอัลบูมินในเลือดได้สูง เมื่อผู้ป่วยมีโรคร่วม เช่น โรคตับแข็งหรือมีภาวะขาดสารอาหารประเภทโปรตีน จะส่งผลให้การจับกับโปรตีนอัลบูมินลดลง ทำให้ระดับยาฟีนิตออินเพิ่มขึ้นจนอาจเกิดพิษจากยาได้ โดยการเกิดพิษต่อระบบประสาทส่วนกลางจะสัมพันธ์กับระดับยาในเลือด ดังนั้นการติดตามและการทำนายระดับยาในเลือดจึงมีความสำคัญต่อการรักษาและระวังการเกิดพิษจากยา ซึ่งการทำนายและติดตามระดับยาในเลือดจำเป็นต้องมีการใช้ความรู้ทางด้านเภสัชจลนศาสตร์เข้ามาช่วย

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้พัฒนาขึ้นไปอย่างมาก มีการนำมาประยุกต์ใช้ในรายแขนงรวมถึงด้านการศึกษา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายและทันสมัย โดยมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนที่เรียกว่า “โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” หรือ Computer-assisted instruction (CAI) เป็นการนำเสนอเนื้อหาด้านการเรียนผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพของเนื้อหาและเข้าใจบทเรียนได้ง่าย จึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจต่อบทเรียน และสามารถนำกลับมาทบทวนซ้ำได้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม โดยบางครั้งผู้เรียนจะต้องตอบคำถามที่ปรากฏในเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียนได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งถือได้ว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อประเภทหนึ่งที่สามารถเพิ่มประสิทธิ-

ภาพทางการเรียนได้สูง (ฤทธิชัย, 2547)

ในปี ค.ศ. 1982 Heffeman, Gibbs และ McKinnon นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการอธิบายการดูดซึมและการกระจายยา halothane พบว่านักศึกษาที่ใช้โปรแกรมสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเภสัชจลนศาสตร์ของยา halothane ในด้านการดูดซึมและการกระจายของยาได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.00001$ ) และนักศึกษาแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจของการแสดงผลของโปรแกรมและต้องการจะให้มีการใช้โปรแกรมนี้ต่อไป (Heffeman, 1982) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในวิชาเภสัชจลนศาสตร์ พบว่านักศึกษาที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสอบกลางภาคสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (Feldman, 1989) ในประเทศไทยมีการศึกษาการพัฒนาและทดสอบประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยากุ่มอะมิโนกลัยโคไซด์ ทำการศึกษาในนิสิตเภสัชศาสตร์ พบว่าหลังการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ นิสิตมีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (จาก 3.85 เป็น 6.32 คะแนน,  $p < 0.001$ ) ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อความแปลกใหม่ของ การนำเสนอบทเรียน และทำให้ผู้เรียนสนใจติดตามเนื้อหามากขึ้น วิธีนี้อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความรู้ทางด้านเภสัชจลนศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางได้ (โรยา, 2554) การศึกษาการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยา vancomycin (อรุณบุพา, 2554) ทำการศึกษาในนิสิตเภสัชศาสตร์ เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการใช้โปรแกรมพบว่า หลังจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นิสิตมีคะแนนในการทำแบบทดสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (จาก 3.5 เป็น 7.4 คะแนน,  $p < 0.001$ ) ผลการประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมพบว่าอยู่ในระดับดี

การเรียนรู้ทางด้านเภสัชจลนศาสตร์ของยาฟิโนโตอินนั้นค่อนข้างยาก เนื่องจากมีการคำนวณระดับยาในเลือดเพื่อให้ระดับยาอยู่ในช่วงของการรักษา และมีการใช้กราฟเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพได้ง่ายขึ้น เข้าใจได้ง่ายไปที่ละขั้นตอนและสามารถทบทวนซ้ำได้ ประกอบกับยังไม่มีมีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง ฟิโนโตอิน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟิโนโตอิน เพื่อช่วยเสริมความเข้าใจจากการเรียนในภาคบรรยาย และเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

### วัตถุประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีใน ไดอิน ให้เป็นสื่อช่วยเสริมการเรียนวิชา เกสซ์จลนศาสตร์และ เกสซ์พลศาสตร์ประยุกต์ของนิสิตเภสัชศาสตร์

2. เพื่อทดสอบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนวิชา เกสซ์จลนศาสตร์และ เกสซ์พลศาสตร์ประยุกต์ในการเสริมความรู้ของผู้เรียนหลังจากเรียนในภาคบรรยายมาแล้ว

### วัตถุประสงค์เฉพาะ

1. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความรู้เรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีใน ไดอินระหว่างกลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่ใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. เพื่อสำรวจความพึงพอใจและความคิดเห็นในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีใน ไดอิน

## สมมติฐานงานวิจัย

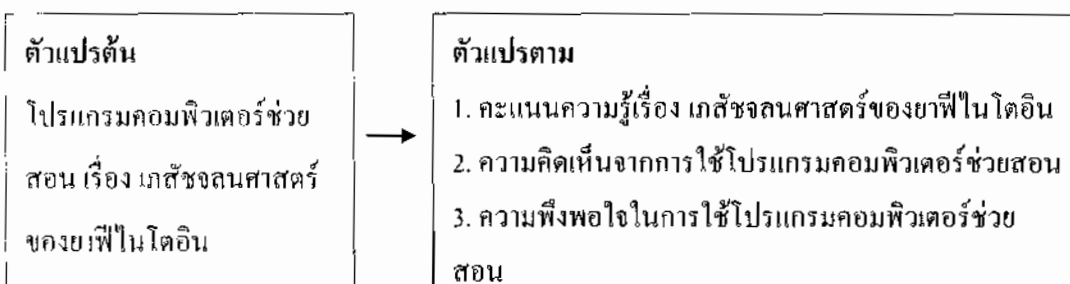
### สมมติฐานศูนย์

คะแนนความรู้หลังการเรียนระหว่างกลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีใน ไดอินและกลุ่มที่ใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน

### สมมติฐานทางเลือก

คะแนนความรู้หลังการเรียนในกลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีใน ไดอินแตกต่างจากกลุ่มที่ใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

## กรอบแนวคิด



## ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยา ฟีนโทอินเพื่อใช้ในการเสริมความรู้ให้แก่บัณฑิตเภสัชศาสตร์หลังจากที่บัณฑิตได้เรียนภาคบรรยาย เรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีนโทอินมาแล้วเบื้องต้น โดยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Adobe flash CS6 และ นำมาทดสอบในนิสิตเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เรียนวิชาเภสัชจลนศาสตร์ และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ประจำปีการศึกษา 2556 ภาคปลาย โดยทำการเปรียบเทียบคะแนน ความรู้ระหว่างกลุ่มทดลองที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมที่ศึกษา โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ รวมทั้งสำรวจความคิดเห็นและความพึงพอใจต่อโปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกลุ่มที่ได้ทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นิสิตสามารถเรียนรู้และทบทวนบทเรียนเรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีนโทอินได้ ตลอดโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ทำให้สามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้สะดวกยิ่งขึ้น
2. เป็นต้นแบบในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการใช้เป็นสื่อในการสอน เรื่องอื่น ๆ ต่อไป

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีนโทอิน หมายถึง การดูดซึม (absorption), การกระจายตัว (distribution), กระบวนการเปลี่ยนแปลงยา (metabolism) และการกำจัดยา (elimination) ของยา ฟีนโทอิน
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) หรือ CAI คือการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสร้างให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้เรียนนำไปเรียนด้วยตนเองและเกิดการเรียนรู้ ในโปรแกรมประกอบไปด้วย เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ลักษณะของการนำเสนอ อาจมีทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีหรือเสียง เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการแสดงผลการเรียนรู้ให้ทราบทันทีด้วยข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียน และยังมีการจัดลำดับวิธีการสอนหรือกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งนี้จะต้องมีการวางแผนการผลิตอย่างเป็นระบบในการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่แตกต่างกัน (ศิริชัย, 2542)



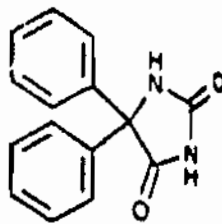
3. โปรแกรม Adobe flash CS6 หมายถึงโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างภาพเคลื่อนไหว สร้างงานในรูปแบบมัลติมีเดีย รวมถึงสื่อภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนสื่อที่มีระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive Multimedia) ซึ่งเป็นสื่อที่มีขนาดเล็ก คำนวณโหลดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้รวดเร็ว มีความคมชัดสูงแม้ว่าจะถูกขยายขนาด ทั้งนี้สามารถนำเสนอได้ทั้งบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือผ่านโปรแกรม Flash Player หรือสร้างเป็น exe file เพื่อเรียกใช้งานได้ทันที นอกจากนี้ยังสามารถแปลงไฟล์ไปอยู่ในรูปแบบอื่นได้ด้วย เช่น Animation Gif, AVI, QuickTime

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ข้อมูลเกี่ยวกับยาฟีนโทอิน

phenytoin หรือ diphenylhydantoin หรือชื่อทางเคมี 5,5-diphenyl-2, 4-imidazolidinedione เป็นยากันชักที่มีการใช้มานานโดยมีการค้นพบตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 และปัจจุบันยังมีการใช้อยู่มากใช้ใน การรักษาโรคลมชักชนิด generalized seizure และ partial seizure ยามีโครงสร้างดังแสดงในภาพ ประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 สูตรโครงสร้างของยาฟีนโทอิน

กลไกการออกฤทธิ์ (Brunton et al., 2008)

ยาฟีนโทอิน จะออกฤทธิ์ยับยั้ง voltage-dependent  $\text{Na}^+$  channels ใน neuron cell membrane ซึ่งการเปิด  $\text{Na}^+$  channel มักจะทำให้เกิดลักษณะของ bursts หรือ rapid discharges ในโรคลมชักดังนั้น ฟีนโทอิน จึงมีผลป้องกันการเกิด post-tetanic potentiation (PTP) และยับยั้ง seizure spread ได้

#### เภสัชจลนศาสตร์

##### การดูดซึม

ฟีนโทอิน เป็นยาที่มีการดูดซึมอย่างสมบูรณ์ ( $F = 1.0$ ) จากรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ใน ใ้จจุบัน อย่างไรก็ตามการที่มีรูปแบบผลิตภัณฑ์แตกต่างกันหรือบริษัทที่ผลิตต่างกันก็จะทำให้ค่าการ

ดูดซึมต่างกันไปด้วย นอกจากนี้รูปเกลือของฟีนโดอิน ยังมีผลต่อค่าการดูดซึม โดยฟีนโดอินรูปแบบแคปซูลและรูปแบบยาเม็ด จะประกอบด้วย ฟีนโดอิน เกลือโซเดียม ( $S = 0.92$ ) ฟอสฟีนโดอิน ( $S = 0.92$ ) ส่วนรูปแบบ chewable tablet และ suspension ประกอบไปด้วย acid form ( $S = 1.0$ ) (Winter, 1994)

อัตราการดูดซึมหลังจกบริหารยาทางปากจะช้าเพราะข้อจำกัดในการละลายในน้ำของฟีนโดอิน อัตราการดูดซึมของยาฟีนโดอิน ขึ้นกับรูปแบบยาเช่นถ้าทานยาแบบแคปซูลหรือยาเม็ด single dose จะได้ระดับยาสุงสุด (peak) ที่ 3-12 ชั่วโมง

มีการศึกษา bioavailability ของยา ฟีนโดอิน ในผู้ป่วยที่มีโรคทางเดินอาหารพบว่าโรคที่มีผลมากคือโรคที่ทำให้มีการเคลื่อนไหวของทางเดินอาหารมากขึ้น (intestinal motility) ซึ่งจะมีผลทำให้การดูดซึมยาลดลงเช่นผู้ป่วยที่มีอาการท้องเสีย (diarrhea), malabsorption syndrome หรือมีการผ่าตัดทางเดินอาหารบางส่วน (gastric resection) และการดูดซึมจะลดลงมากถ้าให้ยาผ่านทางสายยาง (nasogastric feeding tube) แต่ยังไม่ทราบกลไกที่แน่ชัดอาจหลีกเลี่ยงโดยการให้ยาแบบฉีด

การให้ยาแบบฉีด (parenteral administration) เป็นฟีนโดอิน เกลือโซเดียม ใช้ในผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับประทานยาได้หรือเมื่อต้องการผลของยาโดยเร็ว การให้ทางหลอดเลือดดำ (intravenous) ควรให้อัตราช้า ๆ เนื่องจากยามีตัวทำละลายที่ประกอบด้วย propylene glycol 40% และ alcohol 10% และปรับ pH ด้วย Sodium hydroxide ให้ได้ pH เท่ากับ 12 ซึ่งอาจจะทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการไม่พึงประสงค์ เช่น cardiovascular collapse และ central nervous system depression ถ้าให้อัตราเร็วเกินไป ดังนั้นจึงไม่ควรให้อัตราเร็วเกิน 50 mg/min และการผสมยาไม่ควรมีความเข้มข้นเกิน 50 mg/mL เนื่องจากยาอาจจะตกตะกอนได้ การผสมเพื่อเจือจางยานั้นควรให้ทันทีหลังผสมโดยผสมใน normal saline หรือ lactated ringer's solution ไม่ควรใช้สารละลายที่มี dextrose เป็นส่วนประกอบ เนื่องจากมี pH ที่เป็นกรดจะทำให้ยาตกตะกอนได้

ควรหลีกเลี่ยงการให้ยาทาง intramuscular เนื่องจากจะมีการตกตะกอนบริเวณที่ฉีดทำให้เจ็บและกล้ามเนื้อบวมแดงได้ นอกจากนี้ยังมีการดูดซึมยาช้ามาก

#### การกระจายตัวของยา (Winter, 1994)

ปริมาตรการกระจายตัวของยา (volume of distribution) ของยาฟีนโดอิน ในผู้ป่วยที่มีการทำงานของไตปกติ และมีระดับ serum albumin ปกติ มีค่าประมาณ 0.65 L/kg โดยสามารถคำนวณ Loading dose ได้จากสูตร

$$\text{Loading dose} = \frac{(Vd)(Cp)}{(S)(F)}$$

เมื่อ S = salt form ; ฟีนโทอินโซเดียม (S=0.92), phenytoic acid (S=1)  
 F = ค่าการดูดซึม (F=1)  
 Cp = ระดับยาฟีนโทอิน ที่ต้องการ  
 Vd = ปริมาตรการกระจายตัวของยา (ยาฟีนโทอิน มีค่าประมาณ 0.65 L/kg ในประชากรทั่วไป)

ในผู้ป่วยที่อ้วน ค่า Vd จะมีความสัมพันธ์กันระหว่างค่า protein binding การละลายไขมัน (lipid solubility) และการซึมผ่านเนื้อเยื่อ (tissue perfusion) ดังนั้นต้องใช้สมการที่ได้จากการศึกษาของ Abernathy และ Greenblatt คือ

$$V_{\text{phenytoin ml}} = 0.65 \text{ L/kg [IBW+1.3(TBW-IBW)]}$$

โดยค่า total body weight (TBW) หมายถึงน้ำหนักของผู้ป่วยในหน่วย กิโลกรัม และคำนวณค่า ideal body weight (IBW) โดยใช้สมการดังนี้

$$\text{IBW male} = 50 + (2.3) (\text{height in inches} > 60)$$

$$\text{IBW female} = 45 + (2.3) (\text{height in inches} > 60)$$

การจับกับโปรตีน (Winter, 1994)

ช่วงการรักษาปกติของยาฟีนโทอิน คือ 10-20 mg/L ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึง Total drug concentration ซึ่งประกอบไปด้วย unbound concentration (free drug) และยาฟีนโทอิน ที่จับกับโปรตีน คือ albumin ในพลาสมาเป็นหลัก ปกติค่า fu หรือ free fraction ของยาฟีนโทอิน เท่ากับ 0.1 ดังนั้นยาฟีนโทอิน ที่จับกับโปรตีน albumin จึงมีอยู่ประมาณ 90% ส่วนยาที่ออกฤทธิ์หรือเกิด metabolism มีเพียง 10% ซึ่งเป็นยาที่ไม่ได้จับโปรตีนและเป็นระดับความเข้มข้นที่เป็นจุดสมดุลระหว่างเลือดและเนื้อเยื่อ

อย่างไรก็ตามถ้าหากระดับโปรตีน albumin ลดลงหรือการที่ยาฟีนโทอิน ถูกแทนที่ด้วยยาอื่นที่สามารถจับกับ albumin ได้มากกว่า จะส่งผลทำให้ระดับความเข้มข้นของ free drug ของยาฟีนโทอิน ในเลือดเพิ่มขึ้น ร่างกายจะพยายามปรับให้ระดับความเข้มข้นของ free drug ในพลาสมาที่เปลี่ยนไปเข้าสู่จุดสมดุลอีกครั้ง (re-equilibration) โดยการเพิ่มการกำจัดออก (clearance) เนื่องจากพบว่ายาที่อยู่ในรูป free drug มากขึ้น ค่าการกำจัดยา (clearance) จะเพิ่มขึ้นด้วย (สุภิญญา, 2556) เป็นผลให้ total drug concentration ลดลง แต่ค่า unbound (free drug) เปลี่ยนแปลงน้อยมากและไม่ส่งผลต่อการออกฤทธิ์ของยา ซึ่งการลดลงของ total drug concentration เนื่องจากการลดลงของ bound drug นั้นเอง

### กระบวนการเปลี่ยนแปลงและการกำจัดยา

การกำจัดยาฟีโนโทอิน ส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงยาที่ตับ (95%) ผ่าน CYP2C9 เป็นหลักได้สารที่ไม่ออกฤทธิ์ คือ hydroxylated metabolites เช่น 5-(p-hydroxyphenyl)-5-phenyl hydantoin (p-HPPH) ซึ่งบางส่วนจะถูก metabolized โดยกระบวนการ conjugation กับ glucuronide และขับออกทางปัสสาวะต่อไป

#### Capacity-limited Metabolism (Winter, 1994)

ส่วนใหญ่อัตราการ metabolism ของยาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของยาในเลือด การกำจัดยา (clearance) หมายถึง ปริมาณของเลือดที่สามารถกำจัดยาได้ใน 1 หน่วยเวลา สำหรับยาที่มีการกำจัดยาแบบ first-order การกำจัดยาจะมีสัดส่วนคงที่ซึ่งทำให้ความเข้มข้นของยาที่ steady state เท่ากับ อัตราการบริหารยา ( $R_A$ ) ซึ่งแสดงดังสมการด้านล่าง

$$R_A = (CL)(C_{ss \text{ ave}})$$

โดย CL คือค่าการกำจัดยา (clearance) และ  $C_{ss \text{ ave}}$  คือค่าความเข้มข้นของยาที่สถานะคงที่ ซึ่ง  $R_A$  เท่ากับ  $(S)(F)(Dose/\tau)$  การกำจัดยาแบบ first-order ไม่สามารถใช้ได้กับยาฟีโนโทอิน เนื่องจากการกำจัดยาของยาฟีโนโทอินจะลดลงถ้า  $C_{ss \text{ ave}}$  เพิ่มขึ้น

ส่วนการกำจัดยาฟีโนโทอิน จะเกิดขึ้นอันดับแรกในพลาสมาโดยกระบวนการ metabolism อธิบายได้โดย Capacity-limited metabolism หมายถึงกระบวนการต่าง ๆ ของเอนไซม์ที่มีความจุจำกัดหรือมีภาวะความอิ่มตัว ดังนั้นการกำจัดยาหรือการแปรสภาพยาที่ต้องอาศัยเอนไซม์จึงมีความจุจำกัด เมื่อให้ยาฟีโนโทอินในขนาดที่สูงขึ้น การกำจัดยาจะไม่เป็นสัดส่วนกับปริมาณยาที่มีอยู่ และจะทำให้ยาได้ไม่เต็มที่ทำให้เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีโนโทอิน มีลักษณะเฉพาะที่เรียกว่า nonlinear pharmacokinetic ที่จะมีค่าพารามิเตอร์ทางเภสัชจลนศาสตร์ไม่คงที่ โดยจะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดที่ได้รับ ค่าครึ่งชีวิตของยาจะมีค่ายาวนานขึ้นเมื่อขนาดยาที่ได้รับเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้เพื่อให้ยาสะสมถึงสภาวะคงที่ (steady-state) ก็จะเพิ่มขึ้น และความเข้มข้นของยาที่สภาวะคงที่ที่เพิ่มขึ้นก็ไม่เป็นอัตราส่วนกับขนาดยาที่เพิ่มขึ้น

รูปแบบสมการที่เหมาะสมที่ใช้ในการอธิบายการกำจัดยาฟีโนโทอิน คือ สมการของ Michaelis and Menten Equation สามารถอธิบายได้ด้วยสมการดังนี้

$$(S)(F) \left( \frac{Dose}{\tau} \right) = \frac{(V_{max})(C_{ss \text{ ave}})}{K_m + C_{ss \text{ ave}}}$$

เมื่อ S = salt form ; ฟีโนโทอิน โซเดียม (S=0.92), phenytoic acid (S=1)

F = ค่าการดูดซึม (F=1)

$V_{max}$  = อัตราสูงสุดของการแปรสภาพยา (mg/day)

$K_m$  = ระดับยาในเลือดเมื่อค่าอัตราสูงสุดของการแปรสภาพยามีค่าเป็น  
ครึ่งหนึ่ง (mg/L)

$C_{ss\ ave}$  = ความเข้มข้นของยาที่สภาวะคงที่ (mg/L)

#### Parameter Values (Winter, 1994)

ในผู้ใหญ่  $V_{max}$  มีค่า 10-1000 mg/d และ  $K_m$  มีค่า 1-15 mg/L หรือมากกว่าค่าเฉลี่ยของ  $V_{max}$  ในผู้ป่วยโรคลมชักมีค่าประมาณ 500 mg/d หรือ 7 mg/kg/d และ  $K_m$  เฉลี่ยประมาณ 4 mg/L ตามลำดับ

ข้อมูลค่าพารามิเตอร์ในเด็กยังมีน้อยแต่อย่างไรก็ตามมีข้อมูลพารามิเตอร์ในเด็กดังนี้

- เด็กอายุน้อยกว่า 6 ปี มีค่า  $V_{max}$  (mg/kg/d) มากกว่าเด็กอายุ 7-16 ปี
- เด็กอายุ 6 เดือน-6 ปี มีค่า  $V_{max}$  10-13 mg/kg/d
- เด็กอายุ 7-16 ปี มีค่า  $V_{max}$  8-10 mg/kg/d

ซึ่งจะเห็นว่าค่า  $V_{max}$  ในเด็กจะมีค่ามากกว่าในผู้ใหญ่

ส่วนค่า  $K_m$  ในเด็ก มีความแตกต่างกันในหลายการศึกษา บางการศึกษารายงานว่า 2-3 mg/L และ บางรายงาน พบว่า 6-8 mg/L.

ตาราง 1 สรุปค่าพารามิเตอร์ทางเภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีโนโทอิน (Winter, 1994)

Therapeutic plasma concentration	10-20 mg/L
F	1
S	0.92.1
Vd	0.65 L/kg
Cl	
$V_m$	7 mg/kg/day
$K_m$	4 mg/L
$t_{1/2}$	Concentration dependent
$f_u$ (fraction unbound in plasma)	0.1

อาการไม่พึงประสงค์และการเกิดพิษจากยา (Winter, 1994)

อาการไม่พึงประสงค์จากการใช้ยาฟีนโทอิน เป็นเวลานาน เช่น ภาวะเหงือกหนา (gingival hyperplasia), ภาวะขาดกรดโฟลิก (folic acid deficiency) และปลายประสาทอักเสบ (peripheral neuropathy) ซึ่งจะไม่สัมพันธ์กับระดับยาในเลือด

พิษจากยาฟีนโทอิน จะสัมพันธ์กับระดับยาในเลือด โดยจะส่งผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง เช่น

ระดับยามากกว่า 20 mg/L เกิด อาการตากระตุก (nystagmus)

ระดับยามากกว่า 30 mg/L เกิด อาการตากระตุก (nystagmus), เดินเซ (ataxia)

ระดับยามากกว่า 40 mg/L เกิด ภาวะเซื่องซึม (lethargy), สับสน (confusion) และหมดสติ (coma)

ผู้ป่วยสูงอายุจะเกิดอาการไม่พึงประสงค์จากยาในด้านของอารมณ์เปลี่ยนแปลง (mental change) ได้มากกว่าซึ่งอาจเกิดจากผู้สูงอายุมีปริมาณ albumin ลดลงด้วย

อันตรกิริยาระหว่างยากับยา

#### การดูดซึม

ยาลดกรดที่มีแคลเซียม แมกนีเซียม และอลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบ, sucralfate, ยาที่มีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับ (adsorbents) เช่น activated charcoal เมื่อให้รวมกันกับยาฟีนโทอิน จะมีผลลดการดูดซึมยาฟีนโทอิน ดังนั้นควรให้ห่างกันอย่างน้อย 2 ชั่วโมง (Lacy et al., 2010; Winter, 1994)

การให้ยาฟีนโทอิน ร่วมกับอาหารอาจทำให้ระดับยาเปลี่ยนแปลงได้ กรณีที่ให้ร่วมกับอาหารรูปของเหลวที่ให้แก่ผู้ป่วยทางสายยาง (enteral nutrition) ระดับยาฟีนโทอิน อาจลดลงได้ และการให้ผ่านทาง tube feeding อาจทำให้ค่า bioavailability ลดลงได้ ดังนั้นควรหยุดการให้อาหารทาง tube feeding ก่อนให้ยา 1-2 ชั่วโมงและหลังให้ยาอย่างน้อย 1-2 ชั่วโมงเช่นกัน (Lacy et al., 2010)

#### การกระจายตัว

U1 valproic acid, Aspirin(>2 g), Nonsteroidal Antiinflammatory Drugs (NSAIDs) บางตัวเช่น ibuprofen, diclofenac, naproxen, ketorolac เป็นต้น (Brunton et al., 2008) และ warfarin สามารถแทนที่ยาฟีนโทอินในโปรตีนได้ เพราะฉะนั้นจำเป็นต้องติดตามระดับยาฟีนโทอินอย่างใกล้ชิด (Bauer, 2008)



### กระบวนการเปลี่ยนแปลงยา

เนื่องจากยาฟีนโทอินมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงยาผ่าน CYP2C9 และ CYP2C19 ได้มาก ดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่จะเกิดอันตรกิริยากับยาที่มีคุณสมบัติยับยั้ง hepatic microsomal enzyme ได้แก่ cimetidine, valproic acid, amiodarone, chloramphenicol, isoniazid, disulfiram และ omeprazole มีรายงานว่ายาเหล่านี้ยับยั้งกระบวนการ metabolism ของยาฟีนโทอิน ส่งผลทำให้ระดับยาฟีนโทอินสูงขึ้นได้ (Bauer, 2008)

ยาฟีนโทอิน ยังมีคุณสมบัติเป็น broad-based hepatic enzyme inducer ส่งผลต่อยาที่มีช่วงการรักษาแคบ ได้แก่ carbamazepine, phenobarbital, cyclosporine, tacrolimus และ warfarin เป็นต้นเหล่านี้เมื่อให้ร่วมกับยาฟีนโทอิน จะทำให้มี metabolism สูงขึ้น ทำให้ระดับยาเหล่านี้จึงลดลง (Beuer, 2008)

### อันตรกิริยาระหว่างยากับโรค (Bauer, 2008)

- โรคไตวายเรื้อรัง, โรคตับแข็ง, burn, ภาวะขาดสารอาหารประเภทโปรตีน (protein malnutrition) ทำให้ระดับ albumin ลดลง ยาฟีนโทอินในรูปอิสระจะเพิ่มมากขึ้น การใช้ยาอาจต้องมีการปรับขนาดยาให้เหมาะสมเพื่อป้องกันพิษของยาที่อาจเกิดขึ้น

- ภาวะไข้สูงจะทำให้ระดับยาฟีนโทอินลดลงอาจเป็นผลเนื่องมาจากเกิดการเหนี่ยวนำเอนไซม์ให้มีการแปรสภาพมากขึ้น

- ผู้ที่มีการบาดเจ็บที่ศีรษะ (trauma) จะมีค่าการกำจัดยา (clearance) ของยาฟีนโทอินมากขึ้นในช่วง 7-14 วันหลังจากเกิดการบาดเจ็บ

- ผู้ป่วยโรค cirrhosis หรือ acute hepatitis จะมีค่าการกำจัดยา (clearance) ลดลงเนื่องจาก liver parenchyma ถูกทำลาย การสูญเสียการทำงานของเซลล์ตับทำให้ปริมาณของ CYP2C9 และ CYP2C19 ซึ่งใช้ในกระบวนการเปลี่ยนแปลงยาลดลงและทำให้ค่า  $V_{max}$  ลดลงไปด้วย ค่าการกระจายยา ( $V_d$ ) จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการจับกับโปรตีนในเลือดลดลง การที่ protein binding ลดลงและ unbound fraction เพิ่มขึ้น เนื่องจากภาวะ hypoalbuminemia albumin  $\leq 3$  g/dL หรือ hyperbilirubinemia (bilirubin  $\geq 2$  mg/dL) ในผู้ป่วยที่มีการทำงานของตับผิดปกติสามารถนำ Child-Pugh clinical classification system มาปรับใช้ได้ หากคะแนนรวมของ Child-Pugh scores ได้มากกว่า 8 คะแนน จะต้องปรับลดขนาดยาลง 25-50% โดยคิดคะแนนตามตาราง 2



ตาราง 2 Child-Pugh scores สำหรับผู้ป่วยโรคตับแข็ง (Bauer, 2008)

Test/symptom	1 point	2 point	3 point
Total bilirubin (mg/dL)	< 2.0	2.0-3.0	> 3.0
Serum albumin (g/dL)	> 3.5	2.8-3.5	< 2.8
Prothrombin time (seconds prolonged over control)	< 4	4-6	> 6
Ascites	absent	slight	moderate
Hepatic encephalopathy	none	moderate	severe

### แนวทางการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของยา

#### เวลาในการเก็บตัวอย่าง (ยูพาพร, 2543)

การให้ยาแบบ loading dose ควรจะวัดระดับความเข้มข้นของยาในเลือดหลังจากให้ยาไปแล้ว 24 ชั่วโมง เพื่อให้แน่ใจว่าขนาดยาที่ให้เข้าไปให้ความเข้มข้นที่สูงพอ ก่อนที่จะทำการให้ยา maintenance dose และเมื่อได้รับ maintenance dose ควรจะวัดระดับความเข้มข้นของยาหลังจากที่ได้รับการรักษาไปแล้ว 7 วันและวัดอีกทุก ๆ 2-4 สัปดาห์จนกระทั่งระดับความเข้มข้นของยาเข้าสู่สภาวะคงที่ ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างสำหรับส่งตรวจควรเก็บในช่วงก่อนที่จะมีการให้ยาครั้งต่อไป (trough concentration) ที่สภาวะคงที่

การเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจวัดระดับความเข้มข้นของยาครั้งต่อไป (Resampling Guideline) ระหว่างการใช้ในขนาดปกติแบบต่อเนื่อง อาจจะต้องมีการติดตามระดับยาในเลือดในกรณีต่อไปนี้

1. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดยา
2. เมื่อไม่สามารถควบคุมอาการชักได้ ซึ่งอาจจะมาจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ความไม่ร่วมมือในการรับประทานยาของผู้ป่วย (noncompliance) หรือในผู้ป่วยบางรายที่มีการแปรสภาพยาที่เร็วกว่าปกติ (rapid metabolism) ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้นักแพทย์ตัดสินใจในการปรับขนาดยาหรือเป็นข้อมูลเพื่อนำยแก้กันชักอื่น ๆ มาใช้ร่วมด้วย
3. เมื่อสงสัยว่าอันตรกิริยาระหว่างยาและ/หรือโรคที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะต้องมีการปรับขนาดยา

4. เมื่อสงสัยว่าเกิดพิษจากยา ซึ่งในกรณีนี้มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ยาในเด็กหรือในผู้ป่วยที่มีสถานะที่เขาวนปัญญาต่ำกว่าปกติ (mental retardation)
5. เมื่อมีภาวะโรคอื่น ๆ ร่วมด้วย โดยคาดว่าโรคนั้นจะมีผลต่อเภสัชจลนศาสตร์ของยา ฟีโนโทอิน เช่น โรคตับ โรคไต
6. ระหว่างการตั้งครรภ์ และหลังจากตั้งครรภ์ 2-4 สัปดาห์เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับเปลี่ยนขนาดยา เมื่อไม่สามารถควบคุมอาการชักได้
7. เมื่อผู้ป่วยเปลี่ยนยาจากบริษัทหนึ่งไปเป็นอีกบริษัทหนึ่ง ซึ่งอาจจะมี bioavailability ที่แตกต่างกัน
8. เมื่อสงสัยว่ามีความผิดพลาดของผลการตรวจวัดระดับยา (laboratory error) ของการตรวจวัดระดับยาครั้งที่แล้ว

#### ภาวะที่ได้รับยาเกินขนาดหรือการเกิดพิษ (Overdose or Poisoning)

การส่งตรวจวัดระดับยาฟีโนโทอินในเลือดทันทีที่สงสัยว่ามีภาวะเป็นพิษเกิดขึ้น อัตราการลดลงของระดับยาจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ในช่วงแรกหากได้รับยาเกินขนาด ซึ่งเป็นผลมาจากการกำจัดยาที่มีเภสัชจลนศาสตร์ที่ไม่เป็นเส้นตรง โดยควรทำการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของยาทุก ๆ 12-24 ชั่วโมงจนกระทั่งระดับยาค้นต่ำกว่า 20 mg/L (อุพาพร, 2543)

#### สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

##### การคำนวณ Loading dose (LD)

เมื่อเริ่มการรักษาหรือต้องการให้ได้ผลอย่างรวดเร็วเพื่อให้ถึง steady state เราอาจให้ loading dose สามารถคำนวณได้ดังนี้

- 1) กรณีที่ผู้ป่วยไม่เคยได้รับยาก่อน โดยให้ยาในขนาด 15-18 mg/kg ด้วยวิธีฉีดเข้าหลอดเลือดดำหรือโดยวิธีรับประทาน
- 2) กรณีที่ผู้ป่วยเคยได้รับยามาก่อน โดยคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Loading dose} = \frac{(Vd)(C_{\text{desired}} - C_{\text{observed}})}{S \times F}$$

- เมื่อ  $C_{desired}$  = ระดับความเข้มข้นของยาฟีนโทอินที่ต้องการ  
 $C_{observed}$  = ระดับความเข้มข้นของยาฟีนโทอินที่วัดได้  
 $Vd$  = ปริมาตรการกระจายตัวของยา (ยาฟีนโทอินมีค่าประมาณ 0.65 L/kg ในประชากรทั่วไป)  
 $S$  = salt form ; ฟีนโทอินโซเดียม ( $S=0.92$ ), phenytoic acid ( $S=1$ )  
 $F$  = ค่าการดูดซึม ( $F=1$ )

### การปรับขนาดยา

#### 1. การปรับขนาดยากรณีที่มีระดับ albumin ปกติ

1.1 Non steady state level ใช้ระดับยาที่วัด ณ เวลาที่ยังไม่เข้าสู่ steady state 2 ค่า การคำนวณด้วยวิธีนี้จะได้ผลที่ถูกต้องเมื่อ

1.  $C_2 \leq 2C_1$  ถ้า ระดับยาเพิ่มขึ้น (concentration rising)  
 $C_2 \geq \frac{1}{2} C_1$  ถ้า ระดับยาลดลง (concentration falling)
2.  $C_2$  เป็นค่าที่ได้หลังจาก  $C_1 \geq 3$  วัน
3. ขนาดยา วิธีการให้ยา และช่วงเวลาการให้ยาจะต้องคงเดิม

โดยคำนวณอัตราการกำจัดออก (rate out,  $R_{out}$ ) จากสูตร

$$R_{out} = \frac{SFD}{\tau} - \frac{(C_2 - C_1)Vd}{t}$$

จากนั้นคำนวณ  $V_{max}$  จากสูตร (โดยกำหนดให้  $K_m$  มีค่าเท่ากับ 4 mg/L ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของประชากรทั่วไป)

$$V_{max} = \frac{R_{out} \left( K_m + \frac{C_1 + C_2}{2} \right)}{\frac{C_1 \cdot C_2}{2}}$$

จากนั้นคำนวณขนาดยาที่เหมาะสมให้กับผู้ป่วย ใช้ค่า  $K_m$  และ  $V_{max}$  ที่คำนวณได้ข้างต้นโดยใส่สูตร

$$(S)(F) \left( \frac{Dose}{\tau} \right) = \frac{(V_{max})(C_{ss})}{K_m + C_{ss}}$$

เมื่อ  $C_{ss}$  = ระดับยาฟีนโทอินที่สภาวะคงที่

- $C_1, C_2$  = ระดับยาฟีโนโทอินที่วัดได้ ครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ  
 $V_{max}$  = อัตราสูงสุดของการแปรสภาพยา (mg/day)  
 $V_d$  = ปริมาตรการกระจายตัวของยา (ยาฟีโนโทอิน มีค่า  $V_d$  ประมาณ 0.65 L/kg ในประชากรทั่วไป)  
 $\tau$  = ช่วงของการให้ยา (วัน)  
 $t$  = ความแตกต่างของเวลาในการวัดระดับยา (วัน)  
 $D$  = ขนาดยาที่ให้ต่อวัน (mg/day)  
 $S$  = salt form; ฟีโนโทอินโซเดียม ( $S=0.92$ ), phenytoic acid ( $S=1$ )  
 $F$  = ค่าการดูดซึม ( $F=1$ )  
 $K_m$  = ระดับยาในเลือดเมื่อค่าอัตราสูงสุดของการแปรสภาพยามีค่าเป็นครึ่งหนึ่ง (mg/L)

1.2 กรณีทราบระดับยา 1 ค่าและเข้าสู่ steady-state แล้ว (One steady-state level) สามารถใช้วิธีในการปรับขนาดยาได้ 2 วิธี

### 1.2.1 ปรับขนาดยาโดยการคำนวณ

- กำหนดค่า  $K_m = 4$  mg/L
- คำนวณค่า  $V_{max}$  จากสมการ Michaelis-Menten โดยใช้ข้อมูลของขนาดยาและระดับความเข้มข้นของยาที่วัดได้

$$V_{max} = \frac{(SFD/\tau)(K_m + C_{ss})}{C_{ss}}$$

- ใช้ค่า  $K_m = 4$  mg/L และค่า  $V_{max}$  ที่คำนวณได้ คำนวณขนาดยาเพื่อให้ได้ระดับยาที่ต้องการ

$$(S)(F) \left( \frac{Dose}{\tau} \right) = \frac{(V_{max})(C_{ss})}{K_m + C_{ss}}$$

- จากขนาดยาที่คำนวณและปรับแล้ว นำมาคำนวณ  $C_{ss}$  จากสูตร

$$C_{ss} = \frac{(SFD/\tau)(K_m)}{V_{max} - (SFD/\tau)}$$

1.2.2 ใช้ orbit graph ในการปรับขนาดยาโดยใช้ข้อมูลความน่าจะเป็นของประชากร วิธีนี้สามารถทราบค่า  $V_{max}$  และ  $K_m$  ของผู้ป่วย และขนาดที่เหมาะสมต่อผู้ป่วย โดยอาศัยข้อมูลขนาดยาที่ผู้ป่วยได้รับ (dose) และระดับความเข้มข้นของยาในเลือดที่สภาวะคงที่ ( $C_{ss}$ ) ที่วัดได้มา plot ลง orbit graph

วิธีการนี้มีข้อดี คือหาค่า  $V_{max}$  และ  $K_m$  ของผู้ป่วยที่มีความถูกต้องมากกว่าการประมาณค่าจากค่าเฉลี่ยของประชากรทั่วไป

อย่างไรก็ตามผู้ป่วยบางรายอาจมีค่า  $V_{max}$  และ  $K_m$  แตกต่างไปจากประชากรทั่วไปและไม่อยู่ในช่วงของ orbit graph ก็จะไม่สามารถใช้วิธีการนี้เพื่อคำนวณหาขนาดยาในผู้ป่วยดังกล่าว

ตัวอย่างการใช้ orbit graph ผู้ป่วยชายอายุ 37 ปี น้ำหนัก 70 กิโลกรัม ได้รับยาฟีโนโทอินโซเดียม ขนาด 300 mg วันละ 1 ครั้งก่อนนอน เป็นเวลานานติดต่อกันหลายเดือน จากผลการรักษาพบว่าผู้ป่วยมีความถี่ของการชักลดลง แต่ยังคงมีอาการชักอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ผู้ป่วยรายนี้ไม่ได้รับยาร่วมด้วย และมีการทำงานของตับและไตเป็นปกติ เมื่อทำการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของยาในสภาวะคงที่ ( $C_{ss}$ ) พบว่ามีระดับยาในเลือดเท่ากับ 8 mg/L หากต้องการเพิ่มระดับความเข้มข้นของยาในเลือดเป็น 15 mg/L ผู้ป่วยจะต้องได้รับยาในขนาดเท่าไร

ขั้นตอนการใช้ orbit graph

1. Plot ขนาดยาที่ได้ต่อวัน (mg/kg/day) ของผู้ป่วยลงบนแกน Y ใน orbit graph โดยผู้ป่วยได้รับยาฟีโนโทอินโซเดียม ขนาด 300 mg/day หรือเทียบเท่ากับยาฟีโนโทอิน 276 mg/day ( $300 \times 0.92$ ) หรือเท่ากับ 3.9 mg/kg/day

2. Plot ระดับยาที่สภาวะคงที่ ( $C_{ss}$ ) ที่วัดได้ลงบนแกน X

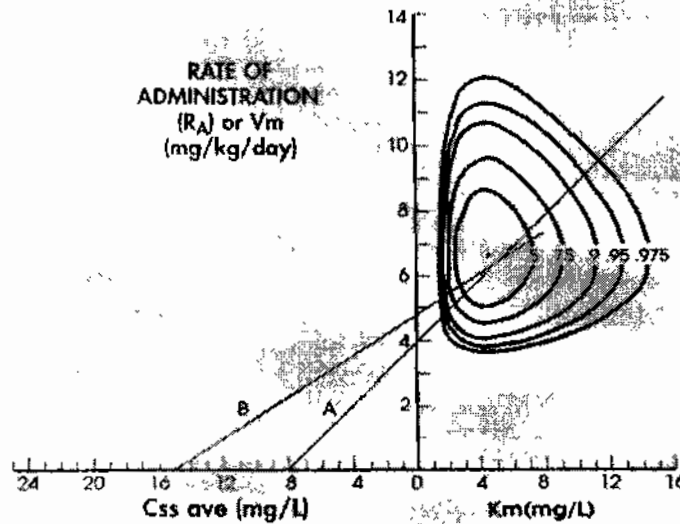
3. ลากเส้นเชื่อมจุดทั้งสองให้ผ่าน orbit บน graph (เส้น A)

4. หาจุดกึ่งกลางของเส้นที่ตัด orbit วงในสุด ณ จุดนี้แสดงถึงค่าที่เป็นไปได้มากที่สุดของ  $V_{max}$  และ  $K_m$  ของผู้ป่วยรายนี้ โดยจากจุดกึ่งกลางเมื่อกลากมาทางซ้ายตัดแกน Y จะได้ค่า  $V_{max} = 6.4$  mg/kg/day และเมื่อลากลงมาตัดแกน X จะได้ค่า  $K_m = 5$  mg/L

5. หาค่าขนาดปกติ (maintenance dose) ของขนาดยาใหม่ที่ต้องการ โดยลากเส้นจากจุดที่ได้ในข้อ 4 ไปยัง  $C_{ss}$  ที่ต้องการ (15 mg/L) บนแกน X (เส้น B) ณ ตำแหน่งที่เส้น B ตัดแกน Y คือขนาดของยาฟีโนโทอิน ขนาดใหม่ที่ต้องการ ซึ่งได้ประมาณ 4.7 mg/kg/day หรือฟีโนโทอินโซเดียม 357.6 mg/day (ประมาณ 350 mg/day)

หมายเหตุ อาจไม่ต้องเปลี่ยนหรือเทียบค่า (conversion) ฟีโนโทอินโซเดียม (300 mg/day/70 kg) ไปเป็น ฟีโนโทอิน base ก็ได้เช่น plot 4.3 mg/kg/day (300 mg/day/70 kg) และระดับ

ยาที่สภาวะคงที่ 8 mg/L เมื่อหาจุดในข้อที่ 4 ได้แล้วลากเส้นตัดมาที่ระดับยา 15 mg/L ก็จะได้ขนาดยา  
 พิในโดอินโซเดียม ที่ 5.1 mg/kg/day หรือประมาณ 357 mg/day



ภาพประกอบ 2 แสดงการใช้ orbit graph ในการปรับขนาดยาเมื่อกรณีทราบระดับยา 1 ค่า และเข้าสู่  
 steady-state แล้ว (อุพาพร, 2543)

1.3 กรณีทราบระดับยา 2 ค่า และเข้าสู่ steady-state แล้ว (Two or more steady-state  
 levels) สามารถใช้วิธีในการปรับขนาดยาได้ 2 วิธี

#### 1.3.1 ปรับขนาดยาโดยการคำนวณ

- ใช้ข้อมูลขนาดยาและระดับความเข้มข้นของยาที่วัดได้อย่างน้อย 2 คู่เพื่อใช้  
 แทนค่าในสมการ Michaelis-Menten ซึ่งจะได้สมการ 2 ตัวแปร จากนั้นแก้สมการหาค่า Km และ  
 Vmax ของผู้ป่วยรายนั้น ๆ

หรืออาจใช้สมการหาค่า Km ได้ดังนี้

$$- Km = \frac{SFD_2/\tau - SFD_1/\tau}{\left(\frac{SFD_1/\tau}{C_{ss2}}\right) - \left(\frac{SFD_1/\tau}{C_{ss1}}\right)}$$

จากนั้นหาค่า Vmax จาก C<sub>ss</sub> และ ขนาดยาของคู่ใดข้อหนึ่ง จากสมการ

$$V_{max} = \frac{(SFD/\tau)(Km + C_{ss})}{C_{ss}}$$

- ใช้ค่า  $K_m$  และ  $V_{max}$  ที่คำนวณได้มาคำนวณหาขนาดยาเพื่อให้ได้ระดับยาที่ต้องการจากการสมการ

$$(S)(F) \left( \frac{Dose}{\tau} \right) = \frac{(V_{max})(C_{ss})}{K_m + C_{ss}}$$

### 1.3.2 วิธีการวาดกราฟ

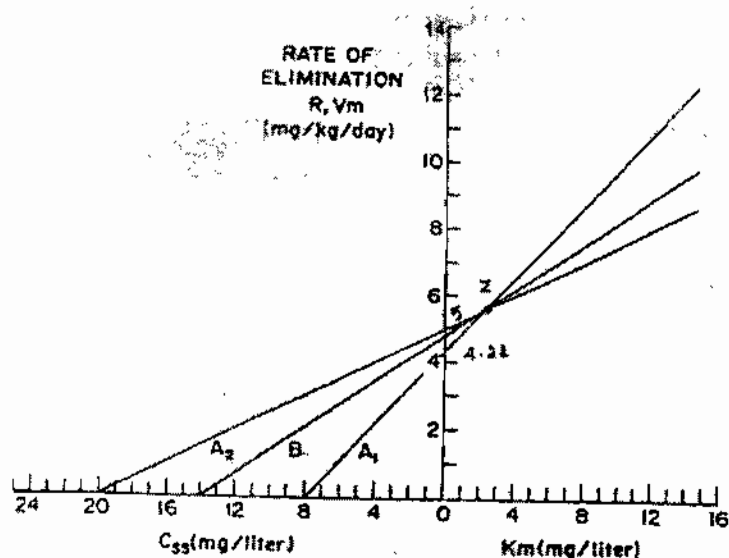
หากทราบระดับความเข้มข้นของยาฟิโนโดอินในเลือดที่สภาวะคงที่ตั้งแต่ 2 ค่าขึ้นไปและทราบขนาดยาที่ให้กับผู้ป่วย แล้วนำมา plot กราฟ เพื่อกำหนดขนาดยาที่จะให้กับผู้ป่วย จะมีความถูกต้องแม่นยำมากกว่าการทราบความเข้มข้นของยาและขนาดยาที่ให้เพียง 1 คู่ แม้ว่า การใช้ การ plot กราฟและการใช้การแบ่งเกณฑ์เช่นเดียวกับ orbit graph แต่วิธีการนี้ไม่ได้หาค่า  $V_{max}$  และ  $K_m$  จากความน่าจะเป็น แต่หาจากจุดตัดของระดับความเข้มข้นของยาที่ steady state กับขนาดยา ( $C_{ss}$ -dose pairs) ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป ค่า  $V_{max}$  และ  $K_m$  ที่ได้จะเป็นค่าเฉพาะตัวของผู้ป่วยรายนั้น

ตัวอย่างการวาดกราฟ จากโจทย์ตัวอย่างการใช้ Orbit graph เมื่อผู้ป่วยเพิ่มขนาดยาฟิโนโดอินไซเดียม จาก 300 mg/day เป็น 350 mg/day มาเป็นเวลา 2 เดือน ได้กลับมาพบแพทย์ใหม่พบว่าขนาดยาที่ได้รับสามารถควบคุมอาการชักได้เป็นอย่างดี และให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่ามีอาการกระสับกระส่าย ตากระตุก เมื่อวัดระดับความเข้มข้นของยาฟิโนโดอินในเลือดพบว่ามีค่าเท่ากับ 20 mg/L หากต้องการปรับขนาดยาให้อยู่ที่ 14 mg/L จะต้องปรับให้มีขนาดยาเท่าใด

กรณีนี้จะยกตัวอย่างการ plot ที่ salt form

1. ลากเส้น  $A_1$  และ  $A_2$  โดยใช้วิธีเดียวกับข้อที่ 1 และ 2 ในตัวอย่าง orbit graph โดยใช้ข้อมูลจากขนาดยาฟิโนโดอิน ไซเดียม 300 mg/day คู่กับระดับยาฟิโนโดอิน ในเลือด 8 mg/L และขนาดยา ฟิโนโดอินไซเดียม 350 mg/day คู่กับระดับยาฟิโนโดอินในเลือด 20 mg/L ได้เส้น  $A_1$  และ  $A_2$  ตามลำดับ

2. ลากเส้น (เส้น B) จากจุดที่เส้น  $A_1$  ตัดกับเส้น  $A_2$  (จุด Z) ไปยังแกน X ณ ระดับความเข้มข้นของยาในเลือดที่สภาวะคงที่ ( $C_{ss}$ ) ที่ต้องการ คือ 14 mg/L จุดที่เส้น B ตัดกับแกน Y ก็ือขนาดยาฟิโนโดอินไซเดียม ที่ต้องการ ซึ่งจะได้ประมาณ 4.8 mg/kg/day หรือ 336 mg/day (ประมาณ 330 mg/day)



ภาพประกอบ 3 แสดงการใช้ graph ในการปรับขนาดยาเมื่อกรณีทราบระดับยา 2 ค่า และเข้าสู่ steady-state แล้ว (ยูปาพร, 2543)

## 2. การปรับระดับยาเมื่อผู้ป่วยมีภาวะ albumin ต่ำ

2.1 กรณีผู้ป่วยมีการทำงานของไตปกติ ผู้ป่วยที่มีระดับ albumin ลดลงจะมีค่า fraction unbound เพิ่มขึ้นระดับยาที่วัดได้ต้องปรับตามสมการข้างล่างนี้เพื่อให้ใช้ค่าช่วงการรักษาปกติได้ (10-20 mg/L)

$$C \text{ normal binding} = \frac{C \text{ observed}}{0.9 \times \left( \frac{\text{serum albumin}}{4.4 \text{ g/dL}} \right) + 0.1}$$

เมื่อ  $C \text{ observed}$  = ระดับยา ฟิโนโทอิน ที่วัดได้

$\text{Alb (gm/dL)}$  = ระดับ albumin ในเลือด

$C \text{ normal}$  = ระดับยา ฟิโนโทอิน เมื่อผู้ป่วยมีระดับ albumin ปกติ (4.4 gm/dL)

## 2.2 กรณีผู้ป่วยมีภาวะไตวาย

ในผู้ป่วยโรคไตวายเป็นค่า unbound fraction ของยาฟิโนโทอินเพิ่มขึ้น 2-3 เท่าจากการลดลงของ albumin ในเลือดผู้ป่วยไตวายหรือผู้ที่กำลังฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม (hemodialysis) จะปรับระดับยาเพื่อเทียบเท่ากับระดับยาช่วงการรักษาปกติโดยใช้สมการดังนี้



$$C \text{ normal binding} = \frac{C \text{ observed}}{0.9 \times 0.48 \times \left( \frac{\text{serum albumin}}{4.4 \text{ g/dL}} \right) + 0.1}$$

เมื่อ	C observed	=	ระดับยาฟีนโทอิน ที่วัดได้
	Serum albumin (gm/dL)	=	ระดับ albumin ในเลือด
	C normal binding	=	ระดับยาฟีนโทอิน เมื่อผู้ป่วยมีระดับ albumin ปกติ (4.4 gm/dL)

ปกติ (4.4 gm/dL)

### 3. การคำนวณเวลาที่ถึง steady state

เนื่องจากการกำจัดยาเป็นแบบไม่เป็นเส้นตรงดังนั้นเวลาที่จะถึง steady state จะเปลี่ยนแปลงตามอัตรากรให้ยาและขึ้นกับค่า  $V_{max}$  และ  $K_m$

เวลาที่ถึง 90% steady state สามารถคำนวณโดยใช้สมการด้านล่างเมื่อทราบค่า  $K_m$ ,  $V_{max}$  และ  $V_d$

$$t_{90\%} = \frac{(K_m)(V_d)}{[V_m - (S)(F)(Dose/day)]^2} [(2.3V_m) - (0.9)(S)(F)(Dose/day)]$$

หรือใช้สมการด้านล่างโดยกำหนดค่า  $K_m = 2 \text{ mcg/mL}$  และ  $V_d = 50 \text{ L}$  รวมทั้งต้องปรับขนาดยาต่อวันให้เท่ากับผู้ป่วยที่มีน้ำหนักตัว 70 กิโลกรัม

$$t_{90\%} = \frac{[115 + (35 \times C)](C)}{(S)(F)(Dose)}$$

เมื่อ	C	=	ระดับยาฟีนโทอินที่วัดได้
	S	=	salt form; ฟีนโทอินโซเดียม (S=0.92), phenytoic acid (S=1)
	F	=	ค่าการดูดซึม (F=1)
	Dose	=	ขนาดยาที่ผู้ป่วยได้รับต่อวัน เมื่อผู้ป่วยมีน้ำหนักตัว 70 กิโลกรัม

### 4. การลดลงของระดับยาในเลือดเมื่อหยุดยา (Decline of concentration on discontinuing Drug)

เมื่อผู้ป่วยมีระดับยาสูงเกินไปหรือเกิดพิษจากยาจำเป็นต้องหยุดยาและรอให้ระดับยาลดลงมาอยู่ในช่วงของรักษาซึ่งสามารถคำนวณเวลาที่จะต้องหยุดยาได้โดยใช้สมการดังนี้

$$t = \frac{\left[ K_m \left( \ln \frac{C_1}{C_2} \right) \right] + (C_1 - C_2)}{\frac{V_{max}}{V_d}}$$

- เมื่อ  $t$  = เวลาที่จะต้องหยุดยา  
 $C_1$  = ระดับยาฟิโนโดอินที่วัดได้เริ่มต้น  
 $C_2$  = ระดับยาฟิโนโดอิน ณ จุดสุดท้าย  
 $V_{max}$  = อัตราสูงสุดของการแปรสภาพยา (mg/day)  
 $V_d$  = ปริมาตรการกระจายตัวของยา (L)

## ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### ความหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) หรือ CAI คือ การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสร้างให้เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้ผู้เรียนนำไปเรียนด้วยตนเองและเกิดการเรียนรู้ ในโปรแกรมประกอบไปด้วย เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ลักษณะของการนำเสนอ อาจมีทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีหรือเสียง เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการแสดงผลการเรียนรู้ให้ทราบทันทีด้วยข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียน และยังมี การจัดลำดับวิธีการสอนหรือกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละคน ทั้งนี้จะต้องมีการวางแผนในการผลิตอย่างเป็นระบบในการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่แตกต่างกัน (ศิริชัย, 2542)

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน โดยใช้โปรแกรมการเรียนการสอนที่ผ่านคอมพิวเตอร์ประเภทใดก็ตาม กล่าวได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI มีคำที่ใช้ในความหมายเดียวกันกับ CAI ได้แก่ Computer-Assisted Learning (CAL) , Computer-aided Instruction (CaI), Computer-aided Learning (CaL) เป็นต้น

### ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนิยมใช้วิธีการดังต่อไปนี้ (ฤทธิชัย, 2547)

1. การฝึกหัด (Drills and practice method) เป็นโปรแกรมฝึกหัดที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่ม หรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้อง เพื่อการตรวจสอบยืนยันแก้ไข และพร้อมทั้งให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีก จนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ ดังนั้น ในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจในเบื้องต้น และกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดีมาก่อน จึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหานั้นได้

2. การสอนเสริม (Tutorial method) เป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อยแก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพเสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นผิด และยังมีผิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป

3. เกมเพื่อการสอน (Gaming method) โปรแกรมชนิดนี้กำลังเป็นที่นิยมกันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย เพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น และช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายหรือฝืนกลางวัน ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียนเนื่องจากมีการแข่งขัน จึงทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่เสมอ

4. การจำลอง (Simulation method) เป็นโปรแกรมที่จำลองความเป็นจริง โดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์ เพื่อฝึกทักษะและเรียนรู้ โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก โปรแกรมนี้มีไว้เป็นการสอนเหมือนกับโปรแกรมการสอนแบบธรรมดา ซึ่งเป็นการเสนอเนื้อหาความรู้ แล้วจึงให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แต่เป็นเพียงการแสดงให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น

5. การค้นพบ (Discovery method) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนลองคิดลองดูหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. การแก้ปัญหา (Problem-solving method) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหาโดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้อง

#### องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนข้างต้น ได้มีนักการศึกษาพยายามที่จะอธิบายองค์ประกอบตามวัตถุประสงค์ของการสอนไว้ดังนี้ (วุฒิชัย, 2543)

1. การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นการที่ผู้เรียนใช้คอมพิวเตอร์ติดตามหรือค้นหาความรู้ในบทเรียน และส่งเสริมให้เรียนรู้และประสบผลสำเร็จด้วยวิธีการของตนเอง การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นใช้เทคนิควิธีการที่แตกต่างไปจากการเรียนการสอนแบบอื่น เนื่องจากการที่จะนำไปใช้ช่วยสอน หรือการใช้ฝึกอบรมรายบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้ในระดับใด ขึ้นอยู่กับ โครงสร้างและธรรมชาติของเนื้อหา เทคนิควิธีการนำเสนอ และกลยุทธ์การถ่ายทอดความรู้ ตลอดจนแบบแผนการวัดและการประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อรับประกันได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นช่วยสอนและสอนแทนครูได้

2. การออกแบบบทเรียนก่อนการเรียนการสอน จำเป็นต้องเริ่มต้นจากการวิเคราะห์และออกแบบการสอน ทั้งในด้านปริมาณเนื้อหา วิธีประมวลความรู้ แผนการผลิตสื่อ และการตรวจสอบประสิทธิภาพเพื่อให้ได้สื่อที่สามารถจะกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

3. ผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียนผ่านคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับ

คอมพิวเตอร์หรือการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียนดังนั้นผู้ออกแบบโปรแกรมจำเป็นต้องเข้าใจวิธีเสริมสร้างความรู้สึกลงในทางบวกแก่ผู้เรียนต่อการตอบโต้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างการนำเสนอที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสิทธิ์ที่จะคิดและตัดสินใจโดยไม่รู้สึกรู้สึคิดว่าตนเองถูกติตรอนำมาใช้ในการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ

4. หลักความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ ความแตกต่างในด้านความนึกคิดอารมณ์และความรู้สึกภายในของบุคคลที่แตกต่างกันออกไป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีลักษณะยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเอง รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนเอง ตัวอย่างเช่น การควบคุมด้านเนื้อหา การควบคุมลำดับและอัตราการเรียน การควบคุมการฝึกปฏิบัติ เป็นต้น

#### ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

หลัก 10 ประการ ในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพ มีดังต่อไปนี้ (Costa et al., 2008)

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องมีเนื้อหาตรงกับหลักสูตรที่เรียน
2. ไม่ควรใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกินความจำเป็นโดยวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและความเหมาะสมที่จะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้
3. ควรวางแผนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยให้ปรับตามโครงสร้างพื้นฐานและทรัพยากรที่มีอยู่
4. มีการโต้ตอบระหว่างการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทำให้เกิดการกระตุ้นการเรียนรู้มากขึ้น
5. ควรทำให้ผู้ที่เรียนรู้ทุกคนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ แม้จะมีความแตกต่างระหว่างบุคคล
6. ระบุเป้าหมายในการสอนอย่างชัดเจนและจะต้องมีผู้ช่วยสอนระหว่างการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตลอดเวลา
7. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจขอบเขตและวัตถุประสงค์ของงานที่ได้รับมอบหมาย
8. ต้องแน่ใจว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่นำเสนอในแต่ละเนื้อหา
9. สามารถประเมินผู้เรียนได้
10. ใช้คอมพิวเตอร์ภายในขอบเขตที่เหมาะสม โดยต้องแนะนำการเตรียมความพร้อมการนำเสนอ และการประเมินโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในห้องเรียน โดยคาดหวังว่าจะสามารถกระตุ้นและทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น เพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นและมีความพึงพอใจของทั้งผู้เรียนและผู้สอน

### ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ฤทธิชัย, 2547)

#### ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่
2. การใช้สี ภาพเคลื่อนไหว ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมต่าง ๆ เป็นต้น
3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ช่วยในการบันทึกคะแนน และพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนไว้ เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทำให้สามารถนำมาใช้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถที่จะกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียนเป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนได้ช้าสามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนอย่างไม่มีแรง โดยไม่ต้องอายผู้อื่น เมื่อตอบคำถามผิด

#### ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังต่อไปนี้

1. ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เกี่ยวกับค่าคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตามแต่การที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมช่วยสอนมาใช้ในวงการศึกษาในบางสถานศึกษาบางแห่งนั้นจำเป็นต้องพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่าย ตลอดจนการดูแลรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วย
2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นับว่ายังมีน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในดินอื่น ๆ ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มีจำนวนและขอบเขตที่จำกัดที่จะนำมาใช้เรียน
3. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเองนั้นนับว่าเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยสติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เป็นการเพิ่มภาระแก่ผู้สอนให้มีมากยิ่งขึ้น
4. เนื่องจากการวางแผนบทเรียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการวางแผนบทเรียนไว้ล่วงหน้าจึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้น การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้
5. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจจะไม่ชอบ โปรแกรมที่เรียงตามขั้นตอนทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้



### การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประยุกต์ใช้งาน สามารถทำได้หลายลักษณะ ดังนี้ (ศุภพิชญ์, 2550)

1. ใช้สอนแทนผู้สอน ทั้งในและนอกห้องเรียน ทั้งระบบทดแทน บทบาททวน และสอนเสริม
2. ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนทางไกล ผ่านสื่อโทรคมนาคม เช่น ผ่านดาวเทียม เป็นต้น
3. เป็นสื่อช่วยสอนวิชาที่อันตราย โดยการสร้างสถานการณ์จำลอง เช่น การสอนขับเครื่องบิน การควบคุมเครื่องจักรกลขนาดใหญ่
4. ใช้สอนเนื้อหาที่ซับซ้อนไม่สามารถแสดงของจริงได้ เช่น โครงสร้างโมเลกุลของสาร
5. เป็นสื่อแสดงลำดับขั้นของเหตุการณ์ที่ต้องการให้เห็นผลอย่างชัดเจนและซ้ำ เช่น การทำงานของมอเตอร์รถยนต์ หรือหัวเทียน
6. เป็นสื่ออบรมพนักงานใหม่ โดยไม่ต้องเสียเวลาสอนซ้ำหลาย ๆ ครั้ง
7. สร้างมาตรฐานการสอนให้เป็นมาตรฐานเหมือนกันทุกครั้งที่มีการเรียนการสอน เนื้อหาของการสอนยังคงสภาพเดิม

### โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมสร้างโปรแกรมบทเรียน (Authoring program) คือ โปรแกรมประเภทหนึ่งที่ใช้ในการสร้าง CAI โดยผู้สร้างจะต้องทำการจัดเตรียม และออกแบบเนื้อหาไว้ก่อน เนื้อหาที่ออกแบบนั้นมีได้จำกัดเฉพาะในรูปแบบของตัวอักษรและภาพนิ่ง เหมือนกับสื่อสิ่งพิมพ์เท่านั้น แต่ยังคงประกอบไปด้วยสื่อประสมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ตาราง กราฟ ข้อมูลเสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอหรือภาพสามมิติ โดยผู้สร้างสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงข้อมูลสื่อประสมเหล่านี้ให้ทันสมัยได้อย่างง่ายดาย นอกจากนี้โปรแกรมช่วยสร้าง CAI ยังสามารถช่วยผู้สร้างในการจัดเรียงเนื้อหาในลำดับต่าง ๆ รวมทั้งสามารถช่วยในการสร้างแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ รวมทั้งประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้อีกด้วยโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียน CAI มีอยู่ด้วยกันหลายโปรแกรม ที่ได้รับความนิยมแพร่หลายที่สุดในขณะนี้ได้แก่ (ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา, 2546)

1. Macromedia Authorware โปรแกรม Authorware จะมีข้อเด่นที่ความสามารถในการนำเสนอบทเรียนในลักษณะสาขา (branching) และเป็นโปรแกรมที่ใช้ไอคอน (icon) ในการสร้างบทเรียน สามารถออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนมีการโต้ตอบ หรือมีปฏิสัมพันธ์ (interaction) ในรูปแบบต่างๆ เช่น การเลือกตอบ การจับคู่ หรือการเติมข้อความ เป็นต้น

2. Macromedia Director โปรแกรม director มีข้อเด่นทางด้านการทำงานภาพเคลื่อนไหว มีภาษาสคริปต์ของตัวเองเรียกว่า Lingo ช่วยให้สามารถเขียนโปรแกรมทำงานได้ตามต้องการ สามารถเขียนโปรแกรมในลักษณะวัตถุ (object oriented) ได้

3. Multimedia Toolbox ข้อเด่นที่โปรแกรมมีความยืดหยุ่น สามารถดำเนินเรื่องราวได้ตามที่นักออกแบบการเรียนการสอนต้องการได้เป็นอย่างดี โดยการพิมพ์คำสั่ง (script) ลงในแต่ละวัตถุ หน้าแสดงผล (page) หรือพื้นหลัง นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างพร้อมใช้ (widgets) เพื่อช่วยในการสร้างงาน และแบบฝึกหัดในรูปแบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันโปรแกรมได้พัฒนาให้สามารถบันทึกไฟล์ในรูปแบบ HTML เพื่อแสดงผลทางอินเทอร์เน็ตได้เป็นอย่างดี

4. โปรแกรม Adobe flash CS6 เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการสร้างภาพเคลื่อนไหว สร้างงานในรูปแบบมัลติมีเดีย สามารถออกแบบ e-card เพื่อแนบไปพร้อมกับ e-mail รวมถึงสื่อภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนสื่อที่มีระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive multimedia) ซึ่งเป็นสื่อที่มีขนาดเล็ก โหลดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้รวดเร็ว มีความคมชัดสูงแม้ว่าจะถูกขยายขนาด ทั้งนี้สามารถนำเสนอได้ทั้งบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือผ่านโปรแกรม Flash Player หรือสร้างเป็น exe file เพื่อเรียกใช้งานได้ทันที นอกจากนี้ยังสามารถแปลงไฟล์ไปอยู่ในรูปแบบอื่นได้ด้วย เช่น Animation Gif, AVI, QuickTime

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาของ อภิชาติ อนนกเวียง ในปี 2553 ได้ศึกษาการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาเภสัชวิทยา เรื่อง โรคหืด โดยมีผู้เข้าร่วมการศึกษาคือ นิสิตเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 3 จำนวน 73 คน ผู้ทำการศึกษาค้นคว้าได้ทำการสุ่มนิสิตที่เข้าร่วมการศึกษาโดยใช้วิธีสุ่มแบบง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีนิสิตเข้าร่วมการศึกษากลุ่มละ 10 คนซึ่งในกลุ่มทดลองจะได้รับการเรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมจะเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาเหมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมการศึกษาระหว่างทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ผลการประเมินความรู้ความเข้าใจจากสื่อที่ผู้เรียนได้ใช้เรียนรู้ด้วยตนเองประเมินจากข้อคำถามที่ผู้เรียนตอบได้ถูกต้องพบว่า คะแนนหลังเรียนของแต่ละกลุ่มนั้นมากกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p = 0.005$  และเมื่อเปรียบเทียบผลการเรียนหลังจากใช้สื่อเรียนรู้ด้วยตนเองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มทดลองมีระดับคะแนนที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p = 0.141$ ) แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเอกสารประกอบการเรียนรู้ให้ผลในการเพิ่มความรู้ได้เหมือนกัน การประเมินความคิดเห็นและความพึงพอใจ พบว่ากลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีระดับความคิดเห็นต่อความรู้ที่ได้รับจากสื่อที่ผู้เรียนด้วยตนเอง, การเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่อช่วยให้มีทักษะใน



การแก้ปัญหามากขึ้น และความพึงพอใจจากการใช้สื่อในการเรียนรู้ด้วยตนเองที่มากกว่ากลุ่มที่ใช้เอกสารประกอบการสอนที่มีเนื้อหาเหมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ทำให้พบว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านเภสัชวิทยาในบทเรียนเรื่องโรคหืดนั้นสามารถนำไปประยุกต์เป็นส่วนหนึ่งของการสอนได้ (อภิชาติ, 2553)

การศึกษาของ อารีย์ พิมพ์ดี ในปี 2554 ได้ทำการพัฒนาและประเมินสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาเภสัชวิทยาหัวข้อยารักษาโรคลมชัก สำหรับนิสิตเภสัชศาสตร์ โดยมีผู้เข้าร่วมการศึกษาเป็นนิสิตเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 5 จำนวน 30 คน แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมการศึกษาโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายเข้ากลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมซึ่งมีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีเนื้อหาเหมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งกลุ่มละ 15 คน จากข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้เข้าร่วมการศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสถิติ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนภายในแต่ละกลุ่มพบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.001$  และ  $p = 0.001$ , ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียน แสดงว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลทำให้เพิ่มความรู้ความเข้าใจเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนรู้อันพบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.367$ ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ทดแทนเอกสารประกอบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและทบทวนบทเรียนหลังจากฟังบรรยายได้ อย่างไรก็ตามผลการประเมินความคิดเห็นต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่ากลุ่มทดลองมีระดับความถนัดเห็นเกี่ยวกับความเข้าใจในเนื้อหาจากสื่อที่เรียนรู้ด้วยตนเอง, ความน่าสนใจของสื่อที่ใช้, เนื้อหาในสื่อที่ใช้เรียนรู้ด้วยตนเองมีความเหมาะสม, พึงพอใจจากการใช้สื่อเรียนรู้ด้วยตนเอง และเวลาในการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความเหมาะสมแตกต่างจากการกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.007$ ,  $p = 0.000$ ,  $p = 0.005$  และ  $p = 0.016$  ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมงานวิจัยพึงพอใจในสื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าเอกสารประกอบการเรียนรู้ (อารีย์, 2554)

การศึกษาของ พิรยา กลิ่นมาลี ในปี 2554 ได้ทำการศึกษาการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยากุ่มอะมิโนกลัยโคไซด์ โดยมีผู้เข้าร่วมการศึกษาเป็นนิสิตเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 จำนวน 62 คน พบว่าหลังการศึกษบทเรียนคอมพิวเตอร์ นิสิตมีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (จาก 3.85 เป็น 6.32 คะแนน,  $p < 0.001$ ) ผู้เรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อความแปลกใหม่ของ การนำเสนอบทเรียน และการที่ทำให้ผู้เรียนสนใจติดตามเนื้อหามากขึ้น ส่วนด้านที่ด้อยกว่าได้แก่ การควบคุมลำดับและอัตราเร็วในการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน และการใช้เสียงประกอบที่เหมาะสมชัดเจนและกระตุ้นความสนใจ แสดงให้เห็นว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยาก

ลุ่มอะมิโนกลัยโคไซด์ ทำให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น มีความแปลกใหม่และน่าติดตาม วิธีนี้อาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความรู้ทางด้านเภสัชจนศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (พีรยา, 2554)

การศึกษาแบบ quasi-experimental design ศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับการฟังบรรยายเปรียบเทียบกับฟังบรรยายเพียงอย่างเดียวในวิชาสถิติเบื้องต้น ประเมินผล โดยใช้คะแนนกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียน จากการประเมินพบว่ากลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับการฟังบรรยายมีคะแนนกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ฟังบรรยายเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) การศึกษานี้บ่งชี้ว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับการฟังบรรยายจะเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ (Basturk, 2005)

การศึกษานแบบ Randomized control trial ของ Jenkins และคณะ ในปี 2008 โดยศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบกับการฟังบรรยายวิชา dermatology morphology ในนักศึกษาแพทย์ จำนวน 73 คนโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจำนวน 37 คนได้รับการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่ 2 จำนวน 36 คนได้เรียนโดยการฟังบรรยาย วัดผลโดยพิจารณาคะแนนจากการทำข้อสอบปลายภาคเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (16.14 และ 14.89 คะแนน,  $p = 0.20$ ) บ่งชี้ว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการฟังบรรยายมีประสิทธิภาพเท่ากัน (Jenkins et al., 2008)

การศึกษาคการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยา vancomycin ซึ่งการศึกษาในนิสิตเภสัชศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการใช้โปรแกรมพบว่า หลังจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นิสิตมีคะแนนในการทำแบบทดสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (จาก 3.5 เป็น 7.4 คะแนน,  $p < 0.001$ ) ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่าอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยา vancomycin สามารถเพิ่มผลการเรียนรู้ของนิสิตและนิสิตมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (อรุณยุพา, 2554)

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงานวิจัย

#### รูปแบบการวิจัย

การพัฒนาและประเมินผล โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยา ฟิโนโดอิน ใ้ในการศึกษาแบบ randomized control trial เพื่อเปรียบเทียบความรู้ระหว่างกลุ่มทดลองที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟิโนโดอิน และกลุ่มควบคุมที่ศึกษาโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เสริมจากการเรียนภาคบรรยาย สํารวจความคิดเห็นและความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกลุ่มทดลองที่ได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### ประชากร

ประชากรที่ศึกษา คือ นิสิตคณะเภสัชศาสตร์ที่เรียนวิชาเภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย คือ นิสิตคณะเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

#### เกณฑ์การคัดเข้า

นิสิตคณะเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เข้าเรียนวิชาเภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ หัวข้อฟิโนโดอิน ในภาคบรรยายมาแล้ว

## เกณฑ์การคัดออก

นิสิตคณะเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่ครบถ้วน

นิสิตที่ไม่เข้าเรียนในชั่วโมงที่ทำการศึกษาวิจัย

## เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีนโทอิน มีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาเภสัชจลนศาสตร์ หัวข้อฟีนโทอิน จาก

1.1.1 จันท์ทิพย์ กาญจนศิลป์. (2556) เอกสารประกอบการเรียนวิชา เภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ หัวข้อ ฟีนโทอิน. มหาสารคาม: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

1.1.2 ยุพาพร ปรีชากุล. (2543) การติดตามตรวจวัดระดับยา phenytoin ใน: อภรณ์ ไชยคำ และยุพาพร ปรีชากุล, บรรณาธิการ. การติดตามและตรวจวัดระดับยาในเลือด *Therapeutic Drug Monitoring*. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชาเภสัชกรรมคลินิก คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 135-59.

1.1.3 สุทธิญา ตันนาปกุล. (2556) การติดตามตรวจวัดระดับยา phenytoin. ใน: อภรณ์ ไชยคำ. เด่นพงษ์ พัฒนเศรษฐานนท์ และศิริลักษณ์ ใจเชื้อ, บรรณาธิการ. *การประยุกต์เภสัชจลนศาสตร์ทางคลินิก*. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชาเภสัชกรรมคลินิก คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 149-70.

1.1.4 Michael EW. (1994) phenytoin. In: Mary Anne Koda-Kimble, editor. *Basic Clinical Pharmacokinetics*. 1<sup>st</sup> ed. USA: Applied Therapeutics Inc. p.312-48.

1.1.5 Bauer LA. (2008) Phenytoin. In: Pancotti R, Weitz M, editors. *Applied Clinical Pharmacokinetic*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill. p.485-547.

1.2 วิเคราะห์และเรียบเรียงเนื้อหาตามบทเรียนในรายวิชาเภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ หัวข้อฟีนโทอิน

1.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยาฟีนโทอิน

- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับยาฟีนโทอิน

- กลไกการออกฤทธิ์
- รูปแบบผลิตภัณฑ์

#### 1.2.2 เกสัชจลนศาสตร์ของยาฟีใน โดอิน

- การดูดซึม
- การกระจายตัวของยาและการจับกับโปรตีน
- กระบวนการเปลี่ยนแปลงยาและการกำจัดยา
- สรุปค่าพารามิเตอร์ทางเภสัชจลนศาสตร์

#### 1.2.3 อาการไม่พึงประสงค์และการเกิดพิษจากยา

#### 1.2.4 อันตรกิริยา

- อันตรกิริยาระหว่างยากับยา
- อันตรกิริยาระหว่างยากับโรค

#### 1.2.5 แนวทางการตรวจวัดระดับยา

#### 1.2.6 การคำนวณขนาดยาและระดับยาในเลือดพร้อมแบบฝึกหัด

##### 1.2.6.1 การคำนวณ Loading dose

##### 1.2.6.2 การปรับขนาดยา

##### 1.2.6.2.1 กรณีที่มีระดับ albumin ปกติ

- กรณีระดับยา ยังไม่เข้าสู่ steady-state
- กรณีทราบระดับยา 1 ค่าและเข้าสู่ steady-state แล้ว
- กรณีทราบระดับยา 2 ค่าและเข้าสู่ steady-state แล้ว

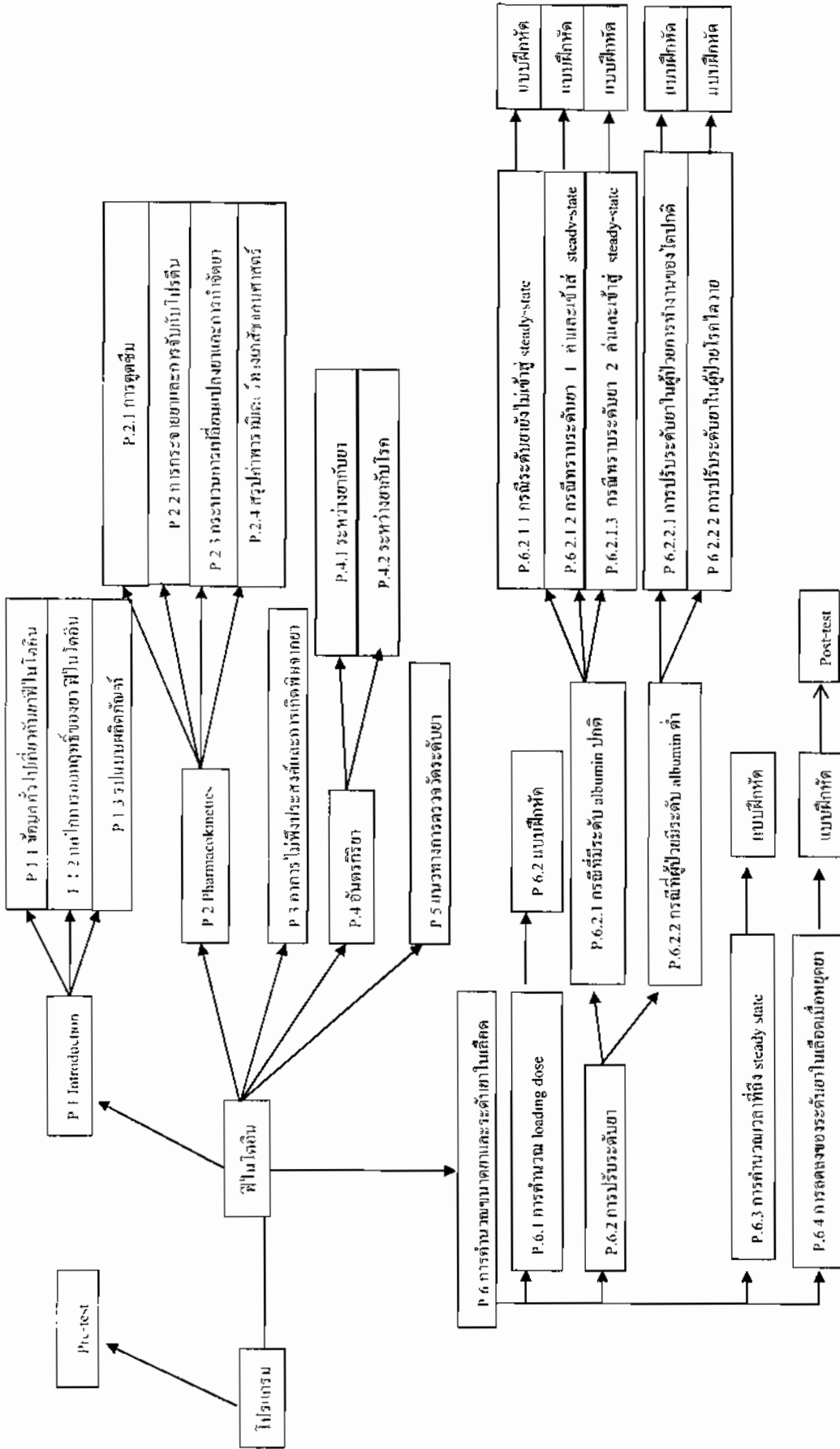
##### 1.2.6.2.2 กรณีที่มีระดับ albumin ต่ำ

- การปรับระดับยาในผู้ป่วยที่มีการทำงานของไตปกติ
- การปรับระดับยาในผู้ป่วยโรคไตวาย

##### 1.2.6.3 การคำนวณเวลาที่ถึง steady state

##### 1.2.6.4 การลดลงของระดับยาในเลือดเมื่อหยุดยา

1.3 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีใน โดอิน โดยใช้โปรแกรม Adobe flash CS6 ภายใต้กรอบแนวคิดดังต่อไปนี้



#### 1.4 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เครื่องมือพัฒนา ดังนี้

##### 1.4.1 ชุดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

##### 1.4.2 โปรแกรม Adobe flash CS6 ในการสร้างโปรแกรมช่วยสอน

1.5 การตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา แบบฝึกหัด และทดสอบโปรแกรม โดยมี ผศ.ดร.พีรยา ศรีผ่อง และ ผศ.ดร.จันทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นผู้ให้คำปรึกษา

2. เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองเรื่อง เกสัชจลนศาสตร์ของยาฟีนโดอิน ซึ่งมีเนื้อหาเหมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง เกสัชจลนศาสตร์ของยาฟีนโดอิน โดยขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบมีดังนี้

3.1 ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content validity) จัดทำโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชาเภสัชจลนศาสตร์จำนวน 3 ท่านคือ ผศ.ดร.พีรยา ศรีผ่อง, ผศ.ดร.จันทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์ และ อ.วนรัตน์ อนุสรณ์ศรีชัยม ตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องด้านเนื้อหาของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และนำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงจนได้รับการยอมรับและเห็นพ้องต้องกันของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ตรวจสอบความสม่ำเสมอภายใน (Internal consistency reliability) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงถึงคุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดค่าออกมาได้อย่างไม่มีความคลาดเคลื่อน โดยให้นิสิตเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 5 คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 20 คน ทำแบบทดสอบ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อหาค่า Cronbach's alpha พบว่าเท่ากับ 0.702 ซึ่งถือว่ามีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอยู่ในระดับดี

4. แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาและการนำเสนอ การจัดการในบทเรียน การประเมินผลของผู้เรียน และด้านกราฟิกและมัลติมีเดีย โดยปรับปรุงจากการศึกษาของ พีรยา กลิ่นมาลี ในรูปแบบ Likert scale ที่มีเกณฑ์ดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก
- 3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง ไม่พึงพอใจ



## วิธีดำเนินการ

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการก่อนดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ สรุปผลและจัดทำรายงานการวิจัย

**ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการก่อนดำเนินการวิจัย**

1.1 ติดต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อเลือกหัวข้อในการทำโครงการวิจัย

1.2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 พบอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลทางเภสัชจลนศาสตร์ของ

ยาฟีโนโดอิน

1.4 นำเนื้อหาที่ตรวจแก้ไขปรับปรุงแล้ว มาจัดเรียงลำดับเรื่องเพื่อเขียน Story board

1.5 เสนอ Story board ให้ ผศ.ดร. พิรยา ศรีผ่อง และ ผศ.ดร.จันทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์

เพื่อพิจารณาความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 จัดทำเค้าโครงร่างโครงการวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมโครงการวิจัยคณะ

เภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.7 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีโนโดอิน โดย

นายภูวดล โศตรกรรณ

1.8 จัดทำแบบทดสอบ รวมถึงประเมินความถูกต้องของเนื้อหา (Content validity) และ

ความสม่ำเสมอภายใน (Internal consistency reliability) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่อง

เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีโนโดอิน โดยมีแบบทดสอบทั้งหมด 10 ข้อ คิดเป็น 10 คะแนน แบ่งเป็น 2

ส่วน กือ ทฤษฎี 4 ข้อ และการคำนวณ 6 ข้อ

1.9 จัดทำเอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งมีเนื้อหาเหมือนในโปรแกรม

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.10 จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง

เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีโนโดอิน

1.11 จัดทำแบบสำรวจความคิดเห็นต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เภสัช-

จลนศาสตร์ของยาฟีโนโดอิน

**ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการวิจัย**

2.1 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยคำนวณจากสูตร



$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

เมื่อ  $n$  = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

$Z_{\alpha}$  = ค่าสถิติมาตรฐานใต้โค้งปกติที่แทนความคลาดเคลื่อน

ชนิดที่ 1 (2 ทิศทาง)ไม่เกิน ร้อยละ 5 ดังนั้น  $Z_{\alpha/2} = 1.96$

$Z_{\beta}$  = กำหนดค่า power คือร้อยละ 80 ดังนั้นค่า  $Z_{\beta}$  เท่ากับ

0.84  $\sigma^2$  = pooled variance

โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ อภิชาติ ในปี 2553 ที่ศึกษาการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาเภสัชวิทยา เรื่องโรคหืด เทียบกับการเรียนรู้โดยใช้เอกสารประกอบการเรียน มีค่าเท่ากับ 4.54 (อภิชาติ, 2553)

$\mu_1 - \mu_2$  = ความแตกต่างของคะแนนระหว่าง 2 กลุ่ม

โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ อภิชาติ ในปี 2553 กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาเภสัชวิทยา เรื่องโรคหืด และกลุ่มควบคุมได้รับเอกสารประกอบการเรียน โดยคะแนนของแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากับ 28.7 และ 27.2 ตามลำดับ (อภิชาติ, 2553)

แทนค่าในสูตร ดังนี้

$$n = \frac{2(1.96+0.84)^2 4.54}{(28.7-27.2)^2}$$

$$n = 31.64 \sim 32 \text{ คน}$$

จากการคำนวณได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 32 คน แต่เนื่องจากนิสิตเภสัชศาสตร์ ชั้นปีที่ 4 ทุกคนต้องเข้าเรียนในรายวิชาเภสัชศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ จึงมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 77 คน

2.2 การสุ่มตัวอย่างจะใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ โดยวิเคราะห์จากเกรดเฉลี่ยสะสมจนถึงภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จัดเรียงลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ของแต่ละคน โดยมีเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม ดังนี้

- 1) นักเรียนที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 76 ขึ้นไป จัดอยู่ในกลุ่ม “เก่ง”
- 2) นักเรียนที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 51 - 75 จัดอยู่ในกลุ่ม “ปานกลางก่อนข้างเก่ง”
- 3) นักเรียนที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 26 - 50 จัดอยู่ในกลุ่ม “ปานกลางก่อนข้างอ่อน”

4) นักเรียนที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 25 ลงมา จัดอยู่ในกลุ่ม “อ่อน” จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากในแต่ละกลุ่ม ทั้ง 4 กลุ่ม เพื่อคัดเลือกนิสิตเข้าสู่กลุ่มควบคุมที่ศึกษา ศึกษาศึกษาจากเอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกลุ่มทดลองที่ศึกษาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 ศึกษาผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในกลุ่มทดลองและผลของการใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ในกลุ่มควบคุม ดังต่อไปนี้

2.3.1 ผู้เรียนจะมีเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 2.5 ชั่วโมง แบ่งเป็นการทำแบบทดสอบก่อนเรียน 30 นาที จากนั้นกลุ่มควบคุมจะศึกษาโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกลุ่มทดลองจะศึกษาโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทั้ง 2 กลุ่มจะใช้เวลาศึกษาเป็นเวลา 1.5 ชั่วโมงเท่ากัน และหลังจากที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเสร็จสิ้น จึงทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองใช้กระดาษในการทำแบบทดสอบ เป็นเวลา 30 นาที

2.3.2 กลุ่มทดลองทำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและสำรวจความคิดเห็นต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกษัชजनศาสตร์ของยาฟีนโดอินโดยใช้แบบสอบถาม

2.4 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาสรุปและนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

### การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้โปรแกรม SPSS for Window แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

#### 1. ข้อมูลทั่วไป ได้แก่

- เพศ ซึ่งแสดงผลในรูปของจำนวน โดยใช้สถิติ Chi-square test เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

- ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม (GPAX) แสดงผลอยู่ในรูปของค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation; S.D.) การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจะใช้สถิติ Independent *t*-test

2. การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนภายในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองซึ่งจะแสดงอยู่ในรูปของ Mean  $\pm$  SD โดยใช้สถิติ paired *t*-test ในกรณีที่ข้อมูลเป็น parametric หรือใช้สถิติ Wilcoxon signed rank test ในกรณีที่ข้อมูลมีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบ normality ก่อนการวิเคราะห์

3. การเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองซึ่งจะแสดงอยู่ในรูปของ Mean  $\pm$  SD ใช้สถิติ Mann-Whitney *U* test

4. จำนวนคนที่มีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นหรือลดลงภายในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจะใช้สถิติ *Chi-square test*

5. การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนระหว่างการใช้เอกสารประกอบการสอนและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามกลุ่มที่จัดเรียงตามลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ เปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติ *Wilcoxon signed rank test* เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ใช้สถิติ *Mann-Whitney U test*

6. การวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้สถิติ *Wilcoxon signed rank test* เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ใช้สถิติ *Mann-Whitney U test*

7. การวิเคราะห์คะแนนภาคทฤษฎีและภาคคำนวณ เปรียบเทียบภายในกลุ่ม ใช้สถิติ *Paired t-test* เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ *Independent t-test*

8. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะแสดงผลเป็นร้อยละ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนวิชาเภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ของยาฟิโนโดอินหลังการเรียนภาคบรรยาย โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่ใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองและทำแบบฝึกหัด โดยดำเนินการศึกษาในนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เรียนวิชาเภสัชจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์ประยุกต์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 นำเสนอข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟิโนโดอิน
3. ผลการวิเคราะห์คะแนนความรู้จากแบบทดสอบ
4. ผลการประเมินความพึงพอใจและข้อเสนอแนะของผู้เรียนที่มีต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยาฟิโนโดอิน

#### 1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทั่วไปของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 จากนิสิต 77 คน โดยมีผู้เข้าร่วมการเรียนงานาน 74 คน เนื่องจากนิสิต 3 คนไม่เข้าเรียนในช่วงโม่งการศึกษานั้น โดยสุ่มกลุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 37 คน พบว่าในกลุ่มควบคุมมีเพศชาย 9 คน เพศหญิง 28 คน กลุ่มทดลองมีเพศชาย 14 คน เพศหญิง 23 คน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p = 0.209$ ) ผลการเรียนเฉลี่ยสะสมของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองคือ  $3.12 \pm 0.36$  และ  $3.22 \pm 0.33$  ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p = 0.336$ ) การมีคอมพิวเตอร์ส่วนตัว พบว่าทุกคนมีคอมพิวเตอร์ส่วนตัวทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ กลุ่มควบคุม มีทักษะในระดับต่ำ 12 คน ระดับปานกลาง 25 คน และกลุ่มทดลองมีทักษะในระดับต่ำ 5 คน ระดับปานกลาง 32 คน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p = 0.053$ ) ในกลุ่มควบคุมเคยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 35 คน ไม่เคยใช้ 2 คน และกลุ่มทดลองเคยใช้ 36 คน ไม่เคยใช้ 1 คน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p = 0.556$ ) และการใช้คอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ยในแต่ละวันของทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ( $p = 0.200$ ) (ตาราง 3)

ตาราง 3 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะทั่วไป	จำนวนนิสิต (คน)		P - value
	กลุ่มควบคุม (n = 37)	กลุ่มทดลอง (n = 37)	
เพศ			0.209 <sup>a</sup>
เพศชาย	9	14	
เพศหญิง	28	23	
ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม (GPAX) (Mean ± S.D. , คะแนน)	3.12 ± 0.36	3.22 ± 0.33	0.336 <sup>b</sup>
การมีคอมพิวเตอร์ส่วนตัว			1 <sup>a</sup>
มีคอมพิวเตอร์ส่วนตัว	37	37	
ไม่มีคอมพิวเตอร์ส่วนตัว			
ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์			0.053 <sup>a</sup>
ระดับต่ำ	12	5	
ระดับปานกลาง	25	32	
ระดับสูง	-	-	
การใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน			0.556 <sup>a</sup>
เคยใช้สื่อ	35	36	
ไม่เคยใช้สื่อ	2	1	
การใช้คอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ย			0.200 <sup>a</sup>
0-2 ชั่วโมง	2	2	
2-4 ชั่วโมง	20	16	
4-6 ชั่วโมง	12	9	
มากกว่า 6 ชั่วโมง	3	10	

<sup>a</sup> วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Chi-square

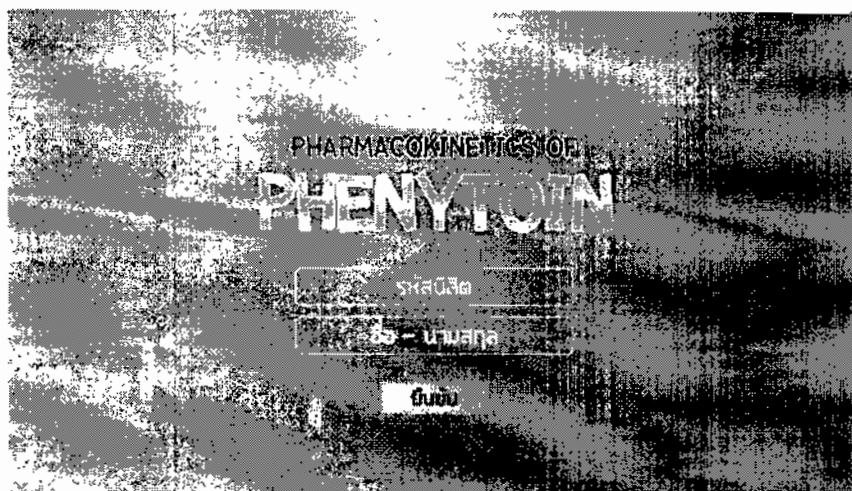
<sup>b</sup> วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Independent t-test

## ๑. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ออกแบบด้วยโปรแกรม Adobe flash CS6 ซึ่งภายในโปรแกรมประกอบด้วย

2.1 โปรแกรมสำหรับทำแบบทดสอบก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยาฟีนิตอีน มีข้อสอบจำนวน 10 ข้อ เป็นข้อสอบทฤษฎีจำนวน 4 ข้อ และจำนวน 6 ข้อ มีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

2.1.1 ใส่ชื่อและรหัสสิทธิ์ที่หน้าแรก จากนั้นกดปุ่มยืนยัน ดังภาพประกอบ 4 ตัวโปรแกรมจะจำข้อมูลของผู้เข้าใช้ทั้งชื่อ รหัสสิทธิ์ และการตอบแบบทดสอบแต่ละข้อ



ภาพประกอบ 4 การเริ่มต้นทำแบบทดสอบก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

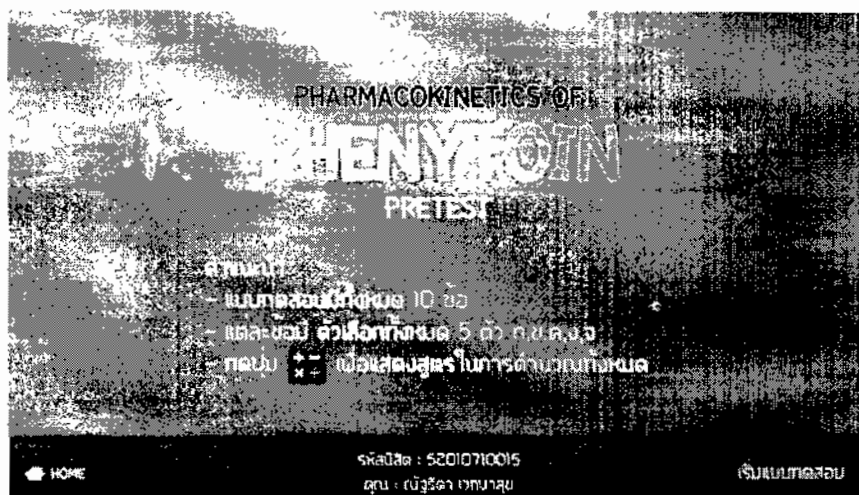
2.1.2 หลังจากบันทึกข้อมูลแล้วโปรแกรมจะเข้าสู่หน้าจอหลัก กดปุ่มแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อเริ่มต้นทำแบบทดสอบก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังภาพประกอบ 5





ภาพประกอบ 5 หน้าจอหลักของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1.3 เข้าสู่แบบทดสอบก่อนเรียน ประกอบด้วยคำชี้แจงการทำแบบทดสอบ (ภาพประกอบ 6) และมีปุ่มกดเพื่อแสดงสูตรที่ใช้คำนวณในการทำแบบทดสอบภาคคำนวณ (ภาพประกอบ 7)



ภาพประกอบ 6 คำชี้แจงการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

**สูตรที่ใช้ในการคำนวณ**

$$\text{Loading Dose} = \frac{[Vd][C_{\text{desired}} - C_{\text{previous}}]}{S \cdot F}$$

$$R_{\text{ss}} = \frac{SFD}{T} \cdot (C_{\text{ss}} - C_{\text{IVd}})$$

$$V_{\text{d}} = \frac{R_{\text{ss}} \cdot \left( \frac{C_{\text{ss}}}{k_{\text{el}}} + \frac{C_{\text{IVd}}}{k_{\text{el}}} \right)}{C_{\text{ss}} - C_{\text{IVd}}}$$

$$[S(F)] \left( \frac{\text{Dose}}{T} \right) = \frac{[V_{\text{d}}] [C_{\text{ss}}]}{k_{\text{el}} + F_{\text{ss}}}$$

$$C_{\text{observed}} = \frac{C_{\text{theoretical}}}{0.9 \times \left( \frac{1 - e^{-k_{\text{el}} \cdot T}}{k_{\text{el}} \cdot T} \right) + 0.1}$$

$$C_{\text{theoretical}} = \frac{C_{\text{observed}}}{0.9 \times 0.418 \times \left( \frac{1 - e^{-k_{\text{el}} \cdot T}}{k_{\text{el}} \cdot T} \right) + 0.1}$$

$$k_{\text{el}} = \frac{SFD / T - SFD / T}{\left( \frac{SFD}{T} \right) - \left( \frac{SFD}{T} \right)}$$

$$k_{\text{el}} = \frac{1195 \times (15 \times 0.1) / 0.1}{(1500 - 1195.564)}$$

$$1 = \frac{\left[ \frac{\text{Dose}}{T} \left( 1 + \frac{C_{\text{ss}}}{k_{\text{el}}} \right) \right] \cdot (1 - F_{\text{ss}})}{\frac{V_{\text{d}}}{V_{\text{d}}}}$$

จดลิขสิทธิ์ : 52010710015  
 คน : ปวีร์ธดา เวทนามส

ภาพประกอบ 7 สูตรที่ใช้คำนวณในการทำแบบทดสอบภาคการคำนวณ

2.1.4 การทำแบบทดสอบให้คลิกบริเวณวงกลมหน้าตัวเลือก เมื่อคลิกเลือกคำตอบแล้ว โปรแกรมจะแสดงแบบทดสอบข้อถัดไป ดังภาพประกอบ 8

ข้อใดกล่าวถึงลักษณะทางเภสัชจลนศาสตร์ของ phenytoin ได้ถูกต้อง

Pharmacokinetic

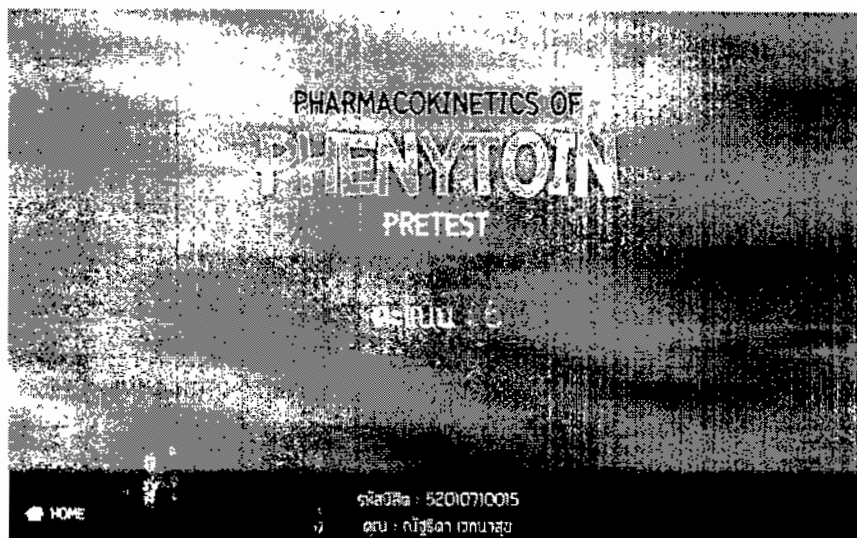
- A. มีเภสัชจลนศาสตร์เป็นแบบ first-order pharmacokinetic
- B. มีเภสัชจลนศาสตร์เป็นแบบ zero-order pharmacokinetic
- C. ความเข้มข้นของ phenytoin ในเลือดจะเพิ่มขึ้นตามขนาดที่ได้รับ
- D. ความเข้มข้นของ phenytoin ในเลือดจะเพิ่มขึ้นตามขนาดที่ได้รับ

จดลิขสิทธิ์ : 52010710015  
 คน : ปวีร์ธดา เวทนามส

ภาพประกอบ 8 หน้าจอของแบบทดสอบก่อนเรียน

2.1.5 เมื่อทำแบบทดสอบครบทั้ง 10 ข้อ โปรแกรมจะแสดงคะแนนของผู้เรียน ดังภาพประกอบ 9





ภาพประกอบ 9 หน้าจอแสดงคะแนนในการทำแบบทดสอบของผู้เรียน

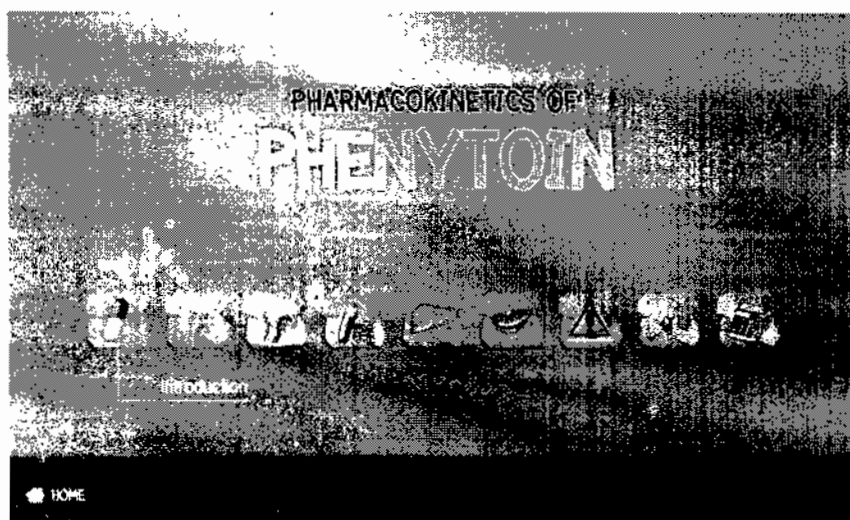
2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ เนื้อหาจำนวน 9 บทแบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเหมือนกับแบบทดสอบก่อนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขั้นตอนการใช้โปรแกรมมีดังนี้

2.2.1 หลังจากทำแบบทดสอบก่อนเรียน จะกลับเข้าสู่หน้าจอหลัก กดปุ่มเข้าสู่บทเรียนเพื่อศึกษาเนื้อหาในโปรแกรม ดังภาพประกอบ 10

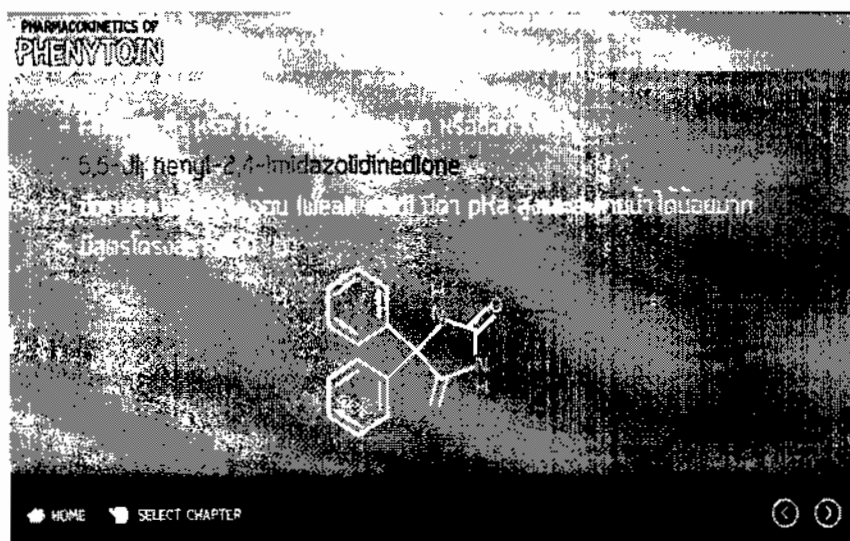


ภาพประกอบ 10 หน้าจอหลักของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.2 เมื่อกดปุ่มเข้าสู่บทเรียนจะแสดงบทเรียนให้เลือก ซึ่งในตัวโปรแกรมมีจำนวน 9 บทเรียน (ภาพประกอบ 11) หน้าจอส่วนแสดงเนื้อหาสามารถกดปุ่ม ▶ เพื่อเรียนเนื้อหาในหน้าถัดไปหรือกดปุ่ม ◀ เพื่อย้อนกลับไปดูเนื้อหาก่อนหน้านี (ภาพประกอบ 12) มีปุ่ม HOME เพื่อกลับสู่หน้าจอหลัก และมีปุ่ม SELECT CHAPTER เพื่อกลับไปสู่หน้าจอแสดงบทเรียนให้เลือก



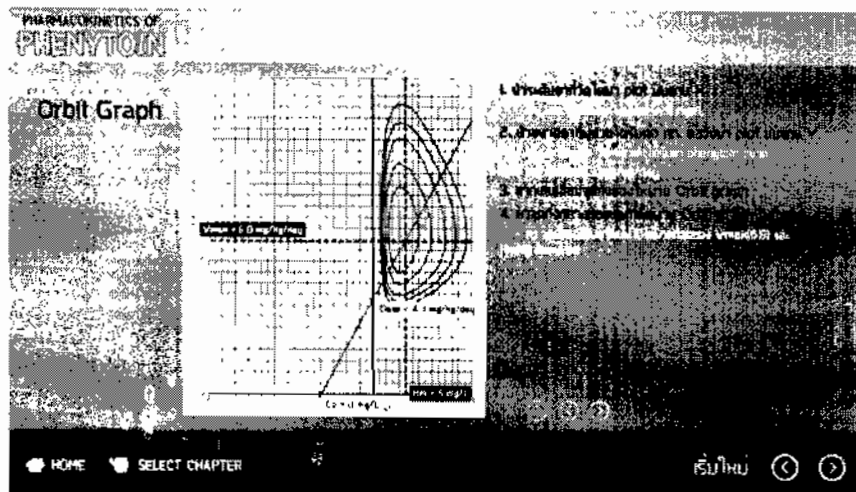
ภาพประกอบ 11 หน้าจอแสดงบทเรียนต่างๆ ให้ผู้เรียนเลือกเรียน



ภาพประกอบ 12 หน้าจอส่วนแสดงเนื้อหา



2.2.3 เนื้อหาที่แสดงขั้นตอนการคำนวณและการวาด orbit graph เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น (ภาพประกอบ 13)



ภาพประกอบ 13 ขั้นตอนการวาด orbit graph

2.2.4 ส่วนแบบฝึกหัดการคำนวณจะปรากฏคำชี้แจงการใช้งานแบบฝึกหัดการคำนวณ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 9 ข้อ (ภาพประกอบ 14)



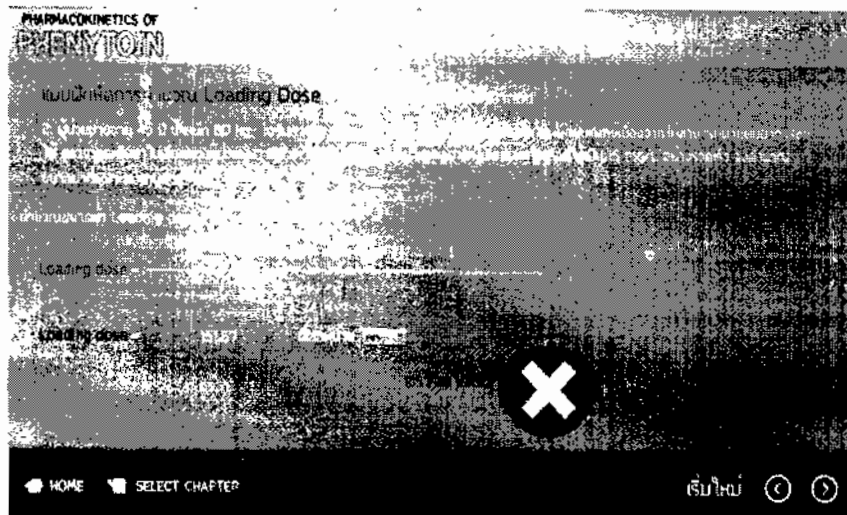
ภาพประกอบ 14 คำชี้แจงการใช้งานแบบฝึกหัดการคำนวณ

2.2.5 แบบฝึกหัดการคำนวณ ผู้เรียนจะต้องเติมข้อมูลในแต่ละช่องให้ถูกต้อง เลือกหน่วยของคำตอบและกดตรวจคำตอบ หากถูกต้องจะปรากฏรูปเครื่องหมายถูกและเสียงประกอบเพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนดังภาพประกอบ 15



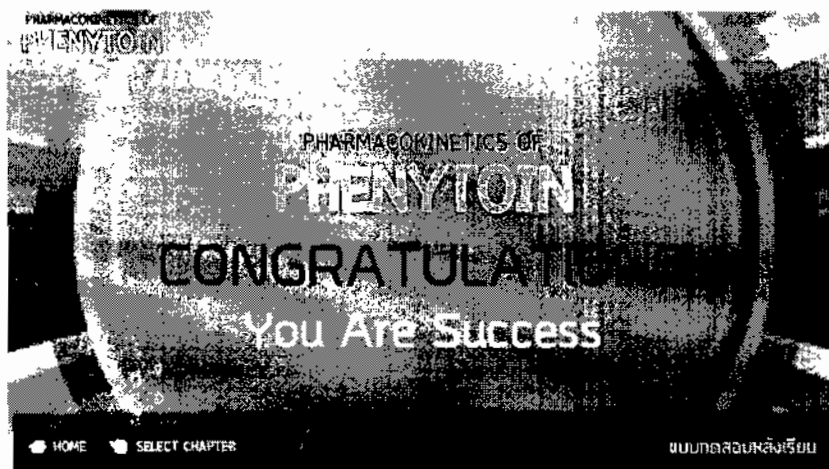
ภาพประกอบ 15 หน้าจอหากผู้เรียนเติมคำตอบถูกต้อง

หากผู้เรียนเติมคำตอบไม่ถูกต้องจะปรากฏเครื่องหมายผิดและเสียงอีกรูปแบบหนึ่ง (ภาพประกอบ 16) หากผู้เรียนเติมคำตอบ หรือเลือกหน่วยของคำตอบและกดตรวจคำตอบ ไม่ถูก 2 ครั้งติดต่อกัน โปรแกรมจะปรากฏเฉลยให้เห็นคำตอบที่ถูกต้อง



ภาพประกอบ 16 หน้าจอเมื่อผู้เรียนเติมคำตอบผิด

2.2.6 เมื่อผู้เรียนศึกษาบทเรียนจนครบ จะปรากฏหน้าจอดังภาพประกอบ 17 และมีปุ่มแบบฝึกหัดหลังเรียนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาพประกอบ 17 หน้าจอเมื่อผู้เรียนศึกษาบทเรียนจนครบถ้วน



### 3. ผลการวิเคราะห์คะแนนความรู้จากแบบทดสอบ

ผลการวิเคราะห์คะแนนความรู้จากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนหัวข้อเภสัชจลนศาสตร์ของยาพาราเซตามอล จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (กลุ่มทดลอง) และกลุ่มที่ใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (กลุ่มควบคุม) และทำแบบฝึกหัด ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์แสดงในตาราง 4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่ามีค่าเท่ากับ  $5.22 \pm 1.86$  และ  $6.05 \pm 1.84$  คะแนนตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.058$ ) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน ( $8.24 \pm 1.42$  และ  $5.22 \pm 1.86$  คะแนน,  $p < 0.001$ ) และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียนเช่นกัน ( $8.67 \pm 1.27$  และ  $6.05 \pm 1.84$  คะแนน,  $p < 0.001$ ) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่ามีค่าเท่ากับ  $8.24 \pm 1.42$  และ  $8.67 \pm 1.27$  คะแนนตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.171$ )

ตาราง 4 คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนระหว่างการใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง และ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่ม (คน)	คะแนนแบบทดสอบ	Mean $\pm$ S.D.	Mean difference	P - value	P - value	
					ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มควบคุม (n=37)	ก่อนเรียน	5.22 $\pm$ 1.86	3.02	<0.001 <sup>a</sup>	0.058 <sup>c</sup>	0.171 <sup>d</sup>
	หลังเรียน	8.24 $\pm$ 1.42				
กลุ่มทดลอง (n=37)	ก่อนเรียน	6.05 $\pm$ 1.84	2.62	<0.001 <sup>b</sup>	0.058 <sup>c</sup>	0.171 <sup>d</sup>
	หลังเรียน	8.67 $\pm$ 1.27				

<sup>a</sup> วิเคราะห์เปรียบเทียบภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติ Paired *t*-test

<sup>b</sup> วิเคราะห์เปรียบเทียบภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติ Wilcoxon signed rank test

<sup>c</sup> วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Mann-Whitney *U* test

เมื่อพิจารณาจำนวนคนที่มีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิมระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่ากลุ่มควบคุมมีคะแนนเท่าเดิม 3 คน และเพิ่มขึ้น 34 คน ในกลุ่มทดลองมีคะแนนเท่าเดิม 1 คน และเพิ่มขึ้น 36 คน ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ( $p = 0.304$ ) ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 จำนวนคนที่มีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิมระหว่างการใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จำนวนนิสิต (คน)	คะแนนความรู้เท่าเดิม (คน)	คะแนนความรู้เพิ่มขึ้น (คน)	<i>P</i> – value
กลุ่มควบคุม (n=37)	3	34	0.304 <sup>a</sup>
กลุ่มทดลอง(n=37)	1	36	

<sup>a</sup>วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ *Chi-square test*

เมื่อพิจารณาตามกลุ่มที่จัดเรียงลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่าคะแนนก่อนเรียนเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและทดลองของทุกกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าในกลุ่มปานกลางค่อนข้างเก่ง มีค่าเท่ากับ  $8.00 \pm 1.32$  และ  $9.38 \pm 0.74$  คะแนนตามลำดับ ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.028$ ) ในขณะที่กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางค่อนข้างอ่อน และกลุ่มอ่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.331, 0.767, 1.00$  ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าทุกกลุ่มมีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนระหว่างการใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามกลุ่มที่จัดเรียงลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์

กลุ่มแบ่งตามเปอร์เซ็นต์ไทล์	กลุ่ม (คน)	คะแนนแบบทดสอบ	Mean $\pm$ S.D.	Mean difference	P – value ภายในกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน	P – value ระหว่างกลุ่มควบคุมและทดลอง	
						ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มเก่ง	กลุ่มควบคุม (n=10)	ก่อนเรียน	5.60 $\pm$ 1.95	3.00	0.008 <sup>a</sup>	0.066 <sup>b</sup>	0.331 <sup>b</sup>
		หลังเรียน	8.60 $\pm$ 1.26				
	กลุ่มทดลอง (n=12)	ก่อนเรียน	7.08 $\pm$ 1.38	2.00	0.004 <sup>a</sup>		
		หลังเรียน	9.08 $\pm$ 1.16				
กลุ่มปานกลาง	กลุ่มควบคุม (n=9)	ก่อนเรียน	6.11 $\pm$ 1.36	1.89	0.01 <sup>a</sup>	0.371 <sup>b</sup>	0.028 <sup>b</sup>
		หลังเรียน	8.00 $\pm$ 1.32				
	กลุ่มทดลอง (n=8)	ก่อนเรียน	6.50 $\pm$ 2.14	2.88	0.011 <sup>a</sup>		
		หลังเรียน	9.38 $\pm$ 0.74				
กลุ่มปานกลาง	กลุ่มควบคุม (n=10)	ก่อนเรียน	5.70 $\pm$ 1.34	2.5	0.007 <sup>a</sup>	0.638 <sup>b</sup>	0.767 <sup>b</sup>
		หลังเรียน	8.20 $\pm$ 1.40				
	กลุ่มทดลอง (n=11)	ก่อนเรียน	5.36 $\pm$ 1.69	2.64	0.005 <sup>a</sup>		
		หลังเรียน	8.00 $\pm$ 1.41				
กลุ่มอ่อน	กลุ่มควบคุม (n=8)	ก่อนเรียน	3.13 $\pm$ 1.36	5.00	0.012 <sup>a</sup>	0.073 <sup>b</sup>	1.00 <sup>b</sup>
		หลังเรียน	8.13 $\pm$ 1.89				
	กลุ่มทดลอง (n=6)	ก่อนเรียน	4.67 $\pm$ 1.37	3.49	0.024 <sup>a</sup>		
		หลังเรียน	8.16 $\pm$ 1.17				

<sup>a</sup> วิเคราะห์เปรียบเทียบภายในกลุ่มก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ Wilcoxon signed rank test

<sup>b</sup> วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยใช้สถิติ Mann-Whitney U test



เมื่อวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อพบว่ากลุ่มควบคุม มีจำนวนคนที่สามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนในข้อที่ 1, 4, 7, 8, 9 และ 10 ได้เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.004, <0.001, 0.001, 0.001, 0.001$  และ  $0.008$  ตามลำดับ) ในขณะที่กลุ่มทดลองพบว่าข้อที่ผู้เรียนสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นได้คือ ข้อที่ 4, 8, 9 และ 10 ( $p = 0.013, <0.001, <0.001$  และ  $<0.001$  ตามลำดับ) และเมื่อพิจารณาจำนวนคนที่ทำคะแนนหลังเรียนได้พบว่ากลุ่มทดลองมีคนที่ทำข้อ 7, 8, 9 และ 10 ได้มากกว่ากลุ่มควบคุมถึงแม้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่ม และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม

ข้อ	กลุ่มควบคุม (จำนวนคนที่ทำได้)		P- value	กลุ่มทดลอง (จำนวนคนที่ทำได้)		P- value	จำนวนคนที่ทำถูก หลังเรียน		P- value
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน		ก่อน เรียน	หลัง เรียน		กลุ่ม ควบคุม	กลุ่ม ทดลอง	
1	27	36	0.004 <sup>a</sup>	31	36	0.219 <sup>b</sup>	36	36	1.00 <sup>b</sup>
2	28	37	1.00 <sup>a</sup>	36	37	1.00 <sup>a</sup>	37	37	1.00 <sup>b</sup>
3	2	17	0.078 <sup>a</sup>	5	20	0.078 <sup>a</sup>	17	20	0.485 <sup>b</sup>
4	15	35	<0.001 <sup>a</sup>	23	35	0.013 <sup>d</sup>	35	35	1.00 <sup>b</sup>
5	35	37	1.00 <sup>a</sup>	34	35	1.00 <sup>a</sup>	37	35	1.00 <sup>b</sup>
6	24	37	1.00 <sup>a</sup>	32	37	1.00 <sup>a</sup>	37	37	1.00 <sup>b</sup>
7	20	34	0.001 <sup>a</sup>	25	37	1.00 <sup>a</sup>	34	37	0.643 <sup>b</sup>
8	13	27	0.001 <sup>a</sup>	14	32	<0.001 <sup>a</sup>	27	32	0.148 <sup>b</sup>
9	12	24	0.001 <sup>a</sup>	9	26	<0.001 <sup>a</sup>	24	26	0.619 <sup>b</sup>
10	6	21	0.008 <sup>a</sup>	4	25	<0.001 <sup>a</sup>	21	25	0.338 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>วิเคราะห์เปรียบเทียบภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติ McNemar Chi-square test

<sup>b</sup>วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Chi-square test

เมื่อเปรียบคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนภาคทฤษฎี คือข้อที่ 1-4 คะแนนเต็ม 4 คะแนน ในกลุ่มควบคุมพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนเรียน ( $2.14 \pm 0.11$  และ  $3.41 \pm 0.55$ ,  $p < 0.001$ ) และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนเรียนเช่นกัน ( $2.76 \pm 0.72$  และ  $3.49 \pm 0.60$ ,  $p < 0.001$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่ามีค่าเท่ากับ  $3.41 \pm 0.55$  และ  $3.49 \pm 0.60$  ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.549$ ) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 8

ตาราง 8 คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนภาคทฤษฎีระหว่างการใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่ม (คน)	คะแนนแบบทดสอบภาคทฤษฎี	Mean $\pm$ S.D.	Mean difference	P - value	P - value	
					ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มควบคุม (n=37)	ก่อนเรียน	$2.14 \pm 0.11$	0.96	$<0.001^a$	$<0.001^b$	$0.549^b$
	หลังเรียน	$3.41 \pm 0.55$				
กลุ่มทดลอง (n=37)	ก่อนเรียน	$2.76 \pm 0.72$	0.73	$<0.001^a$	$<0.001^b$	$0.549^b$
	หลังเรียน	$3.49 \pm 0.60$				

<sup>a</sup>วิเคราะห์เปรียบเทียบภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติ Paired t-test

<sup>b</sup>วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Independent t-test

เมื่อเปรียบคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนภาคคำนวณ คือข้อที่ 5 - 10 คะแนนเต็ม 6 คะแนน ภายในกลุ่มควบคุมพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนเรียน ( $3.08 \pm 1.34$  และ  $4.81 \pm 1.13$ ,  $p < 0.001$ ) และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนเรียนเช่นกัน ( $3.14 \pm 1.40$  และ  $5.05 \pm 1.08$ ,  $p < 0.001$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่ามีค่าเท่ากับ  $4.81 \pm 1.13$  และ  $5.05 \pm 1.08$  ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.346$ ) แต่เมื่อพิจารณาถึงค่า Mean difference พบว่า คะแนนในภาคคำนวณกลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนหลังเรียนได้เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน 1.91 คะแนน ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม แสดงรายละเอียดในตารางที่ 9

ตาราง 9 คะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนภาคคำนวณระหว่างการใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยตนเองและการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่ม (คน)	คะแนนแบบทดสอบภาคคำนวณ	Mean ± S.D.	Mean difference	P – value	P – value	
					ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มควบคุม (n=37)	ก่อนเรียน	3.08 ± 1.34	1.73	<0.001 <sup>a</sup>	0.866 <sup>b</sup>	0.346 <sup>b</sup>
	หลังเรียน	4.81 ± 1.13				
กลุ่มทดลอง (n=37)	ก่อนเรียน	3.14 ± 1.40	1.91	<0.001 <sup>a</sup>	0.866 <sup>b</sup>	0.346 <sup>b</sup>
	หลังเรียน	5.05 ± 1.08				

<sup>a</sup>วิเคราะห์เปรียบเทียบภายในกลุ่ม โดยใช้สถิติ Paired *t*-test

<sup>b</sup>วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้สถิติ Independent *t*-test

#### 4. ผลการประเมินความพึงพอใจและข้อเสนอแนะของผู้เรียนที่มีต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกสัช จลนศาสตร์ของยาพีโนโดลิน ในผู้เรียนที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 37 คน แสดงใน  
๓151110

ตาราง 10 สัดส่วนของผู้เรียนที่มีความพึงพอใจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เกษษ-  
จลนศาสตร์ของยาพีในโดอิน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ (จำนวน (ร้อยละ))				
	พึงพอใจมากที่สุด (5 คะแนน)	พึงพอใจมาก (4 คะแนน)	พึงพอใจปานกลาง (3 คะแนน)	พึงพอใจน้อย (2 คะแนน)	ไม่พึงพอใจ (1 คะแนน)
<b>1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ</b>					
1.1 ผู้เรียนรู้สึกชอบวาม แปลกใหม่ในการนำเสนอ บทเรียนของสื่อ	17 (45.95)	12 (32.43)	8 (21.62)	0	0
1.2 สื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมี ความสนใจที่จะติดตามเนื้อหา	18 (48.65)	15 (40.54)	4 (10.81)	0	0
1.3 เนื้อหาในสื่อทำให้เข้าใจ ได้ง่าย	23 (62.16)	11 (29.73)	3 (8.11)	0	0
1.4 ลำดับในการนำเสนอ เนื้อหามีความต่อเนื่องเหมาะสม	26 (70.27)	10 (27.03)	1 (2.70)	0	0
1.5 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน	14 (37.84)	16 (43.24)	7 (18.92)	0	0
<b>2. ด้านการจัดการในบทเรียน</b>					
2.1 ขั้นตอนในการเรียนรู้เข้าใจ ง่าย ชัดเจน	18 (48.65)	14 (37.84)	5 (13.51)	0	0
2.2 มีการควบคุมบทเรียนและ ความเร็วในการเรียนได้อย่าง เหมาะสม	16 (43.24)	16 (43.24)	4 (10.81)	1 (2.70)	0
2.3 ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ ง่ายและสะดวก	19 (51.35)	15 (40.54)	3 (8.11)	0	0

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ [จำนวน (ร้อยละ)]				
	พึงพอใจมากที่สุด (5 คะแนน)	พึงพอใจมาก (4 คะแนน)	พึงพอใจ ปานกลาง (3 คะแนน)	พึงพอใจ น้อย (2 คะแนน)	ไม่พึงพอใจ (1 คะแนน)
<b>3. ด้านการประเมินผลการเรียน ของผู้เรียน</b>					
3.1 แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหา	22 (59.46)	12 (32.43)	3 (8.11)	0	0
3.2 แบบฝึกหัดสามารถวัดความเข้าใจของผู้เรียนได้	18 (48.65)	12 (32.43)	7 (18.92)	0	0
3.3 รูปแบบการทำแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม	13 (35.14)	16 (43.24)	8 (21.62)	0	0
<b>4. ด้านกราฟิกและมัลติมีเดีย</b>					
4.1 การออกแบบหน้าจอมีสัดส่วนที่เหมาะสม สวยงามน่าดึงดูด และสามารถใช้งานได้ง่าย	21 (56.76)	11 (29.73)	5 (13.51)	0	0
4.2 ลักษณะ ขนาดและสีของตัวอักษรมีความเหมาะสม ชัดเจน สามารถอ่านได้ง่าย	19 (51.35)	12 (32.43)	5 (13.51)	1 (2.70)	0
4.3 ภาพประกอบมีความเหมาะสม ชัดเจนและสวยงาม	18 (48.65)	14 (37.84)	5 (13.51)	0	0
4.4 ภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	18 (48.65)	17 (45.95)	2 (5.40)	0	0
4.5 การใช้เสียงประกอบการเรียน เสียงดนตรี มีความเหมาะสม ชัดเจน และช่วยสร้างความสนใจได้	15 (40.54)	11 (29.73)	7 (18.92)	4 (10.81)	0

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟิโนโดอิน พบว่า มีผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ในเรื่องของ ลำดับในการนำเสนอเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องเหมาะสมมีจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 70.27, ผู้เรียน สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกมีจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 51.35, แบบฝึกหัดมีความสอดคล้อง และครอบคลุมเนื้อหา มีจำนวน 22 ราย คิดเป็นร้อยละ 59.46 และการออกแบบหน้าจอมีส่วนที่เหมาะสม สวยงามน่าดึงดูด และสามารถใช้งานได้ง่ายมีจำนวนมีจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 56.76

### ข้อเสนอแนะของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อเสนอแนะของผู้เรียนต่อ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟิโนโดอิน สามารถสรุปข้อเสนอแนะของผู้เรียนจากการเขียนตอบในแบบสอบถาม เป็นประเด็น ดังต่อไปนี้

1. นิสิต 9 คน เห็นว่า การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กระตุ้นความสนใจให้นิสิตอยากเรียน มีการอธิบายขั้นตอนการคำนวณในแต่ละชั้น การเรียงลำดับของเนื้อหาทำได้ดี มีการเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ทำให้เข้าใจในบทเรียนได้มากขึ้น จึงน่าจะมีการนำไปใช้กับหัวข้ออื่นๆ ต่อไป
2. นิสิต 4 คน เห็นว่า ควรมีหน่วยของแต่ละตัวแปรในแบบฝึกหัดการคำนวณด้วย
3. นิสิต 3 คน เห็นว่า อยากให้มีตัวการ์ตูนประกอบบทเรียนมากขึ้น เสียงประกอบบทเรียนไม่ควรมีมากเกินไป
4. นิสิต 2 คน เห็นว่า ควรมีแบบฝึกหัดในตัวโปรแกรมเพิ่มขึ้น ให้เห็นโจทย์ที่หลากหลาย
5. นิสิต 1 คน เห็นว่า เวลาที่ทดลองใช้ในโปรแกรมมากเกินไป ควรลดระยะเวลาลง

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการศึกษา

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกสซ์จลนศาสตร์ของยาฟีไนโตอิน พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม Adobe Flash CS6 ตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2556 จากนั้นทำการศึกษาผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนวิชาเกสซ์จลนศาสตร์และเกสซ์พลศาสตร์ประยุกต์ของยาฟีไนโตอินหลังการเรียนภาคบรรยาย โดยทำการศึกษาวันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2557 ในนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เรียนวิชาเกสซ์จลนศาสตร์และเกสซ์พลศาสตร์ประยุกต์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ผลการทดสอบความเที่ยง (reliability) ของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนในผู้เรียนจำนวน 20 คน ที่ทดลองทำแบบทดสอบได้ค่า Cronbach's Alpha 0.702 และศึกษาผลของการใช้โปรแกรมเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมจำนวน 37 คน และกลุ่มทดลองจำนวน 37 คน จากข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ, ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม, การมีคอมพิวเตอร์ส่วนตัว, การใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการใช้คอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนภายในกลุ่มควบคุม พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียน ( $8.24 \pm 1.42$  และ  $5.22 \pm 1.86$  คะแนน,  $p < 0.001$ ) และเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มทดลอง พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนเรียนเช่นกัน ( $8.67 \pm 1.27$  และ  $6.05 \pm 1.84$  คะแนน,  $p < 0.001$ ) และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.171$ )

เมื่อพิจารณาตามกลุ่มที่จัดเรียงตามลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์พบว่ากลุ่มปานกลางก่อนข้างแก่ง เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่ามีค่าเท่ากับ  $8.00 \pm 1.32$  และ  $9.38 \pm 0.74$  คะแนนตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.028$ )

เมื่อวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อพบว่ากลุ่มควบคุม สามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนในข้อที่ 1, 4, 7, 8, 9 และ 10 ได้เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มทดลองพบว่าข้อที่ผู้เรียนสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นได้คือ ข้อที่ 4, 8, 9 และ 10 และเมื่อพิจารณาจำนวนคนที่ทำคะแนนหลังเรียนได้พบว่ากลุ่มทดลองมีคนที่ทำข้อ 7, 8, 9 และ 10 ได้มากกว่ากลุ่มควบคุมถึงแม้ไม่มีนัยสำคัญทาง



สถิติ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยภาคทฤษฎีและภาคคำนวณระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าผลต่างของค่าเฉลี่ยพบว่ากลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนหลังเรียนภาคคำนวณได้เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียน 1.91 คะแนน ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุมผล

การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เกสซ์ของเลนส์ของยาฟิโนโดอิน พบว่า มีผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ในเรื่องลำดับในการนำเสนอเนื้อหา มีความต่อเนื่องเหมาะสม (ร้อยละ 70.27), ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก จำนวน (ร้อยละ 51.35), แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหา (ร้อยละ 59.46) และการออกแบบหน้าจอมีสัดส่วนที่เหมาะสม สวยงามน่าดึงดูด และสามารถใช้งานได้ง่าย (ร้อยละ 56.76)

ผลสรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เกสซ์ของเลนส์ของยาฟิโนโดอิน คือการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยกระตุ้นความสนใจอธิบายขั้นตอนการคำนวณในแต่ละขั้น ทำให้เข้าใจในบทเรียนได้มากขึ้น จึงควรมีการนำไปใช้กับหัวข้ออื่นๆต่อไปย่ดสิ่งที่จะมีเพิ่มเติมในตัวโปรแกรมคือ ควรมีแบบฝึกหัดในตัวโปรแกรมเพิ่มขึ้น มีหน่วยของแต่ละตัวแปรในแบบฝึกหัดการคำนวณ และเพิ่มตัวการ์ตูนประกอบบทเรียนให้มากขึ้น

### อภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษานี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนวิชาเกสซ์ของเลนส์ของยาฟิโนโดอินและเกสซ์ของเลนส์ของยาฟิโนโดอินหลังการเรียนภาคบรรยาย พบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.001$ ) แสดงให้เห็นว่าการศึกษาดด้วยตนเองโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้ร่วมกับการทำแบบฝึกหัด และ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเพิ่มความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนได้ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ( $p = 0.058$  และ  $p = 0.171$  ตามลำดับ) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ Jenkins และคณะ ในปี 2008 โดยศึกษาการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบกับบทฟังบรรยายวิชา dermatology morphology ในนักศึกษาแพทย์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจำนวน 37 คนได้รับการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มที่ 2 จำนวน 36 คน ได้เรียนโดยการฟังบรรยาย พบว่าคะแนนเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (16.14 และ 14.89 คะแนน,  $p = 0.20$ ) (Jenkins et al., 2008) บ่งชี้ว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการฟังบรรยายมีประสิทธิภาพเท่ากัน และผลการศึกษาของ อธิษฐ์ พิมพ์ดี ในปี 2554 ศึกษาการพัฒนาและประเมินสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาเภสัชวิทยาหัวข้อยารักษาโรคลมชัก สำหรับนิสิตเภสัชศาสตร์ แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมการศึกษาเข้ากลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมซึ่งมี

การเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการใช้เอกสารประกอบการเรียน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนภายในแต่ละกลุ่ม พบว่าทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.001$  และ  $p = 0.001$ ) แสดงว่าการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนรู้และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลทำให้เพิ่มความรู้ความเข้าใจเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนรูพบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p = 0.367$ ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ทดแทนเอกสารประกอบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและบททวนบทเรียนหลังจากฟังบรรยายได้ (อารีย์, 2554)

ผลการศึกษาแตกต่างกับการศึกษาของ แสงเดือน กำมุงคุณ ในปี 2542 ซึ่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน ระหว่างการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ โดยกลุ่มควบคุมเรียนจากวิธีการสอนปกติ และกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (แสงเดือน, 2542) และการศึกษาของ Richardson ในปี 1997 ศึกษาผลลัพธ์ทางการเรียนในรายวิชา สรีรวิทยาเปรียบเทียบระหว่างการเรียนในภาคบรรยาย และการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่ากลุ่มที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนน 94.3% สูงกว่ากลุ่มที่เรียนภาคบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (86.6%;  $p < 0.001$ ) ถือว่าการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเพิ่มผลลัพธ์ทางการเรียนในรายวิชาสรีรวิทยา (Richardson, 1997) ซึ่งผลที่แตกต่างอาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้ในกลุ่มควบคุมขณะที่มีการอ่านเอกสารประกอบการเรียนและทำแบบฝึกหัด ได้มีการสอบถามประเด็นที่สงสัยกับผู้วิจัย ทำให้ไม่เป็นการเรียนรู้ด้วยตัวเองโดยสมบูรณ์ และอาจเป็นตัวแปรกวนที่ทำให้กลุ่มควบคุมมีคะแนนหลังเรียนที่ดีได้ รวมทั้งอาจเนื่องมาจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นชุดเดียวกัน ทำให้ผู้เรียนทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองจดจำคำถามได้ และจากการที่ผู้เรียนในกลุ่มทดลองทำแบบฝึกหัดโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขณะที่กลุ่มควบคุมทำแบบฝึกหัดโดยใช้เครื่องคิดเลขในการคำนวณ จึงส่งผลให้กลุ่มทดลองอาจขาดทักษะในการใช้เครื่องคิดเลข

อย่างไรก็ตามเมื่อทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามกลุ่มที่จัดเรียงลำดับคะแนนเปอร์เซ็นต์ไทล์พบว่ากลุ่มปานกลางค่อนข้างเก่งเป็นเพียงกลุ่มเดียวที่คะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเนื่องมาจากกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ค่อนข้างเก่งซึ่งมีพื้นฐานจากการบรรยายโดยอาจารย์มาก่อน เมื่อมีสื่อคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการเรียนการสอนที่สามารถช่วยให้เข้าใจได้มากขึ้น จึงสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและมีคะแนนเพิ่มขึ้นจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อพบว่ากลุ่มทดลองมีคนที่ทำข้อ 7, 8, 9 และ 10 ได้มากกว่า

กลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นแบบทดสอบภาคคำนวณ สอดคล้องกับการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยภาคทฤษฎี และภาคคำนวณ พบว่ากลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนหลังเรียนภาคคำนวณ ได้เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเรียนเฉลี่ย 1.91 คะแนน มากกว่ากลุ่มควบคุม อาจเนื่องมาจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอธิบายขั้นตอนการคำนวณในแต่ละขั้น ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย จึงสามารถทำคะแนนในภาคคำนวณได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในด้านการใช้เสียงประกอบการเรียน เสียงดนตรี ผู้เรียนให้ความพึงพอใจน้อยกว่าด้านอื่น อาจเนื่องมาจากในช่วงการทำแบบฝึกหัดมีเสียงประกอบการตอบถูกหรือผิดมากเกินไป ทำให้ผู้เรียนเกิดความรำคาญได้ และบางจังหวะ ขนาดและสีของตัวอักษรที่ผู้เรียนให้ความพึงพอใจน้อย อาจเนื่องมาจากเนื้อหาในแต่ละหน้าค่อนข้างมาก จึงต้องลดขนาดตัวหนังสือลงเพื่อให้พอดีแต่ละหน้า

สิ่งที่ผู้เรียนเสนอให้มีเพิ่มเติมในตัวโปรแกรมคือ การทำแบบฝึกหัดในตัวโปรแกรมควรมีรูปแบบหลากหลาย เนื่องจาก แบบฝึกหัดมีเพียงรูปแบบเดียวคือการกรอกเติมคำตอบ อาจจะทำให้โปรแกรมยังไม่สามารถพัฒนาความคิดของผู้เรียนได้เพิ่มขึ้นชัดเจน ควรมีหน่วยของแต่ละตัวแปรในแบบฝึกหัดการคำนวณด้วยเพื่อให้สะดวกในการเลือกหน่วยของคำตอบ และเพิ่มตัวการ์ตูนประกอบบทเรียนให้มากขึ้น เพื่อความเพลิดเพลินและสวยงาม สิ่งที่ผู้วิจัยจะนำมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อพัฒนาโปรแกรมต่อไปนั้นจะเป็นการเพิ่มหน่วยของแต่ละตัวแปรในแบบฝึกหัด และเพิ่มตัวการ์ตูนประกอบบทเรียน ส่วนการเพิ่มแบบฝึกหัดอาจจะต้องใช้เวลาเนื่องจากต้องมีการพัฒนาโจทย์และพัฒนารูปแบบการทำแบบฝึกหัดให้หลากหลายขึ้น

### ข้อจำกัดของการวิจัย

1. เวลาในการพัฒนาโปรแกรมนี้น้อย ทำให้โปรแกรมในส่วนแบบฝึกหัดการวาดกราฟ อาจจะยังไม่สมบูรณ์
2. การศึกษาผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อการพัฒนาความรู้ของผู้เรียน นั้นวัดผลทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการใช้โปรแกรม ทำให้ไม่สามารถบ่งบอกผลของการใช้โปรแกรมในระยะยาวได้
3. การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนชุดเดียวกัน อาจทำให้ผู้เรียนจำคำตอบได้ ซึ่งมีผลต่อการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนระหว่างก่อนและหลังเรียนได้

## ข้อเสนอแนะ

1. การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กระตุ้นความสนใจให้นิสิตอยากเรียน มีการอธิบายขั้นตอนการคำนวณในแต่ละชั้น การเรียงลำดับของเนื้อหาทำได้ดี ทำให้เข้าใจในบทเรียนได้มากขึ้น จึงน่าจะมีการนำไปใช้กับหัวข้ออื่นๆ ในรายวิชาวิชาเภสัชจลนศาสตร์และพลศาสตร์ประยุกต์ต่อไป

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยาพีใน โดอิน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้นจะเหมาะสมกับนิสิตที่มีความรู้พื้นฐานทางด้านเภสัชจลนศาสตร์ ดังนั้น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้จึงเป็นสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนิสิตชั้นปีที่ 4 ที่ผ่านการเรียน "ชีวเภสัชศาสตร์ขั้นป"

3. การผลิตสื่อการเรียนรู้อยู่โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการศึกษาครั้งต่อไปควรทำแบบสอบถามความต้องการของผู้เรียนก่อนการผลิต เพื่อลดขั้นตอน ระยะเวลา และเพิ่มความพึงพอใจแก่ผู้ใช้ก่อนการผลิตสื่อเพื่อให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมในเวลาจำกัด

4. หากมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยาพีใน โดอิน ต่อ ควรเพิ่มเติมโจทย์แบบฝึกหัดในตัวโปรแกรมให้มีหลากหลายมากขึ้น โดยเป็นรูปแบบการเลือกสูตรในการทำแบบฝึกหัด เน้นกระบวนการคิดมากขึ้น และมีแบบฝึกหัดการประยุกต์ใช้ในทางคลินิกเพิ่มเติม และทดสอบผลของการใช้โปรแกรมต่อการพัฒนาความรู้ของผู้เรียนในระยะยาวต่อไปโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบเพิ่มเติมเป็นครั้งที่ 3 หลังจากศึกษาเสร็จสิ้นแล้ว 1 สัปดาห์ และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนอาจจะพัฒนาใหม่เป็นกนละชุดกันแต่ความยากของแบบทดสอบควรใกล้เคียงกัน

## เอกสารอ้างอิง

- แก่นทร์ทิพย์ กาญจนศิลป์. (2556) เอกสารประกอบการเรียนวิชา เกษษจลนศาสตร์และเภสัชพลศาสตร์  
 ประยุกต์ หัวข้อ พีใน ไดอิน. มหาสารคาม: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พีรยา กลิ่นมณี. (2554) การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง  
 เกษษจลนศาสตร์ของยากลุ่มอะมิโนกลัยโคไซด์. โครงการวิจัยเภสัชศาสตรบัณฑิต (ภบ.).  
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- เทพพร ปรีชากุล. (2543) การติดตามตรวจวัดระดับยา phenytoin. ใน: อากรณี ไชยาคำ และยูพาพร  
 ไร่ชากุล. บรรณาธิการ. การติดตามและตรวจวัดระดับยาในเลือด *Therapeutic Drug  
 Monitoring*. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชาเภสัชกรรมคลินิก คณะเภสัชศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 135-59.
- ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2547) การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย. ภาควิชาเทคโนโลยี  
 ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วุฒิชัย ประสารสอบ.(2543) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: ห้าง  
 หุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ.พรินติ้ง.
- สิริชัย นามบุรี. (2542) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. [ออนไลน์]. ได้จาก:  
<http://www.wattoongpel.com/sarawichakam/wichakam/31-40> [สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม  
 2556].
- รกพิชญ์ บุญแดง. (2550) การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. [ออนไลน์]. ได้จาก:  
<http://www.learners.in.th/blogs/posts/84294> [สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2556].
- ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา สำนักบริหารงานการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ.(2546)  
 โปรแกรมที่นิยมใช้ในการผลิต CAI. [ออนไลน์]. ได้จาก:  
[http://203.146.15.109/lms/content/multimedia/multi\\_lesson/lesson/03/prog\\_cai.html](http://203.146.15.109/lms/content/multimedia/multi_lesson/lesson/03/prog_cai.html)  
 [สืบค้นเมื่อ 31 กรกฎาคม 2556].
- สุภิญญา ตันนาปลูกุล. (2556) การติดตามตรวจวัดระดับยา phenytoin. ใน: อากรณี ไชยาคำ, เด่นพงศ์  
 พัฒนเศรษฐานนท์ และศิริลักษณ์ ใจซื่อ, บรรณาธิการ. การประยุกต์เภสัชจลนศาสตร์ทาง  
 คลินิก. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: ภาควิชาเภสัชกรรมคลินิก คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
 ขอนแก่น. หน้า 149-70.



- อภิชาติ เอนกเวียง. (2553) การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาเภสัชวิทยา เรื่อง โรคหืด. โครงการวิจัยเภสัชศาสตร์บัณฑิต (ภบ.). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อรุณบุพา ชันติยะ. (2554) การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เภสัชจลนศาสตร์ของยา *vancomycin*. โครงการวิจัยเภสัชศาสตร์บัณฑิต (ภบ.). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อภิรักษ์ พิมพ์ดี. (2554) การพัฒนาและประเมินสื่อการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายวิชาเภสัชวิทยาหัวข้อยาโรคลมชัก สำหรับนิสิตเภสัชศาสตร์. โครงการวิจัยเภสัชศาสตร์บัณฑิต (ภบ.). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Basturk R. (2005) The effectiveness of computer-assisted instruction in teaching introductory statistics. *Educational Technology & Society*, 8(2), 170-8.
- Bauer LA. (2008) Phenytoin. In: Pancotti R, Weitz M, editors. *Applied Clinical Pharmacokinetic*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill. p.485-547.
- Brunton LL, Parker KL, Blumenthal DK, Buxton IL. (2008) Pharmacotherapy of the epilepsies. In: Brunton LI, Parker KL, Blumenthal DK, Buxton IL editors. *Goodman & Gilman's manual of pharmacology and therapeutics*. 1<sup>st</sup> ed. New York: The McGraw-Hill. p.319-35.
- Costa MJ, Galembeck E, Marson GA, Torres BB. (2008) A Quick guide for computer-assisted instruction in computational biology and bioinformatics. *PLoS Computational Biology*, 4(4), 1-3.
- Feldman RD, Schoenwald R, Kane J. (1989) Development of a computer-based instructional system in pharmacokinetics: efficacy in clinical pharmacology teaching for senior medical students. *Journal of clinical Pharmacology*, 29(2), 158-61.
- Heffernan PB, Gibbs JM, McKinnon AE. (1982) Teaching the uptake and distribution of halothane: A computer simulation program. *Anaesthesia*, 37(1), 9-17.
- Jenkins S, Goel R, Morrell DS. (2008) Computer-assisted instruction versus traditional lecture for medical student teaching of dermatology morphology: a randomized control trial. *The American academy of Dermatology*, 59(2), 255-9.
- Lacy CF, Armstrong LL, Goldman MP, Lance I.L. (2012) *Drug information handbook with international trade names index*. 22<sup>nd</sup> ed. Ohio: Lexi-comp.
- Michael E. Winter. (1994) Phenytoin. In: Mary Anne Koda-Kimble, editor. *Basic Clinical Pharmacokinetics*. 1<sup>st</sup> ed. USA: Applied Therapeutics Inc. p.312-48.

## ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจ  
(INFORMED CONSENT FORM)

**หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยได้รับการบอกกล่าวและเต็มใจ  
(INFORMED CONSENT FORM)**

**ส่วนที่ 1 คำชี้แจงของผู้วิจัย**

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกษษจลนศาสตร์ของยาฟีนโดอิน มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เกษษจลนศาสตร์ของยาฟีนโดอินเพื่อเป็นสื่อช่วยเสริมการเรียนวิชาเกษษจลนศาสตร์และเกษษพลศาสตร์ประยุกต์ของนิสิตคณะเกษษศาสตร์ และทดสอบผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อพัฒนาการของความรู้ของผู้เรียน โดยให้ท่านศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง โดยใช้เวลาประมาณ 2.5 ชั่วโมง ผลการวิจัยครั้งนี้จะได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิชาเกษษจลนศาสตร์และเกษษพลศาสตร์ประยุกต์และเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมในหัวข้ออื่นๆต่อไป

ผู้วิจัยยินดีที่จะให้คำ เอบต่อทุกคำถามที่ท่านอาจมีตลอดระยะเวลาการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยรับรองว่าข้อมูลที่ได้จะเก็บเป็นความลับ และผลการวิจัยครั้งนี้จะ ไม่มีผลกระทบต่อ การตัดสินใจ การเรียนของท่าน

**ส่วนที่ 2 แบบแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย**

ข้าพเจ้า ..... ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและจุดมุ่งหมายในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัยครั้งนี้แล้ว มีความยินยอมที่จะเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ด้วยความสมัครใจและสามารถยุติการเข้าร่วมวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยกรณีที่เกิดปัญหาที่ข้าพเจ้า ต้องการปรึกษากับผู้วิจัย สามารถติดต่อกับผู้วิจัย ได้ตลอดเวลาขณะทำการทดลอง

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมวิจัย

(.....)

วันที่.....

ลงชื่อ.....ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม

(.....)

วันที่.....

ลงชื่อ..... พยาน

(.....)

วันที่.....

ภาคผนวก ข  
แบบทดสอบเรื่อง เกสัชจนศาสตร์ของยาฟิโนโตน

## แบบทดสอบ

## เรื่อง เกณฑ์จลนศาสตร์ของยา phenytoin

1. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะทางเภสัชจลนศาสตร์ของยา phenytoin ได้ถูกต้อง
  - ก. ลักษณะทางเภสัชจลนศาสตร์ของยา phenytoin มีลักษณะเฉพาะที่เรียกว่า linear pharmacokinetic
  - ข. การกำจัดยา phenytoin เป็นสัดส่วน โดยตรงกับปริมาณยาที่มีอยู่
  - ค. เมื่อถึงจุดอิ่มตัว การกำจัดยา phenytoin จะเปลี่ยนจาก first-order pharmacokinetic ไปเป็น zero-order pharmacokinetic
  - ง. ค่าครึ่งชีวิตของยา phenytoin ไม่ขึ้นกับขนาดยา phenytoin
  - จ. ความเข้มข้นของยาที่สภาวะคงที่เป็นสัดส่วน โดยตรงกับขนาดยาที่ได้รับ
2. ข้อใดเป็นอาการไม่พึงประสงค์ที่เกิดจากการใช้ยา phenytoin เป็นเวลานาน
 

ก. Gingival hyperplasia	ข. Lethargy
ค. Nystagmus	ง. Ataxia
จ. Confusion	
3. ยาในข้อใดหากรับประทานร่วมกับยา phenytoin จะทำให้ระดับยา phenytoin เพิ่มขึ้น
  - ก. Simvastatin
  - ข. Fluconazole
  - ค. Conjugated estrogen
  - ง. Theophylline
  - จ. Ritonavir
4. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดอันตรกิริยาของยา phenytoin
  - ก. เมื่อผู้ป่วยรับประทานยาลดกรดร่วมกับยา phenytoin จะไม่ส่งผลต่อการดูดซึมยา phenytoin
  - ข. ยา theophylline ทำให้ระดับยา phenytoin ลดลง โดยยา theophylline เหนื่อยนำไปเกิดการเปลี่ยนแปลงยา phenytoin
  - ค. ยา warfarin แทนที่ยา phenytoin ในการจับกับโปรตีน albumin จึงจำเป็นต้องติดตามระดับยา phenytoin ด้วย
  - ง. ยา phenytoin สามารถให้ร่วมกับอาหารเหลวทางสายยางได้ โดยไม่ส่งผลต่อการดูดซึมของยา
  - จ. ผู้ป่วยสามารถรับประทานยา valproic acid ร่วมกับยา phenytoin ได้อย่างปลอดภัย

5. ผู้ป่วยชาย อายุ 35 ปี สูง 169 ซม. น้ำหนักตัว 70 กก. มีประวัติเป็น โรคลมชักชนิด Generalized tonic-clonic seizure ได้รับยา phenytoin Na ขนาด 200 mg วันละ 1 ครั้งก่อนนอน ผ่านไป 1 เดือน ผู้ป่วยยังคงมีอาการชัก 2 ครั้ง ตรวจวัดระดับยาในเลือดได้เท่ากับ 7 mg/L ผู้ป่วยมีการทำงานของตับแล: ไตปกติ แพทย์จึงต้องการเพิ่มระดับยาในเลือดเป็น 12 mg/L อย่างรวดเร็ว จงคำนวณขนาดยาที่เหมาะสมแก่ผู้ป่วยรายนี้ ( $S = 0.92, F = 1$ )

- ก. 250 mg/day
- ข. 300 mg/day
- ค. 350 mg/day
- ง. 400 mg/day
- จ. 450 mg/day

จากกรณีศึกษาดังต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 6-7

ผู้ป่วยชายอายุ 45 ปี สูง 166 ซม. น้ำหนักตัว 50 กก. ได้รับยา phenytoin Na 500 mg วันละ 1 ครั้งก่อนนอน เพื่อรักษาอาการชักเป็นเวลา 4 เดือน หลังจากนั้นผู้ป่วยมาโรงพยาบาลเนื่องจากมีอาการเดินเซ และตากระตุก แพทย์สั่งตรวจวัดระดับยาในเลือดที่สภาวะคงที่พบว่ามีความเข้มข้นเท่ากับ 17 mg/L ผู้ป่วยมีค่า  $Cl_{cr}$  เท่ากับ 65 mL/min และค่าโปรตีน albumin ในเลือดเท่ากับ 2.2 g/dL.

6. จงคำนวณหาระดับยาในเลือดของผู้ป่วยรายนี้ในภาวะที่มีระดับโปรตีน albumin ในเลือดปกติ

- ก. 18.56 mg/L
- ข. 19.84 mg/L
- ค. 29.09 mg/L
- ง. 30.90 mg/L
- จ. 35.48 mg/L

7. ค่อมแพทย์ตัดสินใจปรับขนาดยาใหม่ให้ผู้ป่วยมีระดับยาในเลือดที่สภาวะคงที่เท่ากับ 15 mg/L. จงคำนวณหาขนาดยาใหม่ที่เหมาะสมของผู้ป่วยรายนี้ ( $S = 0.92, F = 1, K_m = 4 \text{ mg/L}$ )

- ก. 200 mg/day
- ข. 300 mg/day
- ค. 350 mg/day
- ง. 400 mg/day
- จ. 450 mg/day

จากกรณีศึกษาดังต่อไปนี้ จงตอบคำถามข้อ 8-9

ผู้ป่วยหญิงอายุ 35 ปี สูง 160 ซม. น้ำหนักตัว 55 กก. ได้รับยา phenytoin Na 350 mg วันละ 1 ครั้งก่อนนอน เพื่อรักษาโรคลมชักชนิด Generalized tonic-clonic seizure เป็นเวลา 2 เดือนแล้วแต่ไม่สามารถควบคุมอาการชักได้ ผู้ป่วยมีการทำงานของตับและไตปกติ และตรวจวัดระดับยาในเลือดที่สถานะคงที่ได้เท่ากับ 9 mg/L แพทย์จึงเพิ่มขนาดยาเป็น 500 mg วันละ 1 ครั้งก่อนนอน หลังจากนั้น 1 เดือนผู้ป่วยมีอาการตะคริว กระตุก กระสับกระส่ายและเดินเซ ตรวจวัดระดับยาในเลือดที่สถานะคงที่ได้เท่ากับ 30 mg/L

8. จงคำนวณหาค่า  $K_m$  และ  $V_{max}$  ของผู้ป่วยรายนี้

ก.  $K_m = 4.55$  mg/L,  $V_{max} = 483.50$  mg/day

ข.  $K_m = 5.25$  mg/L,  $V_{max} = 483.50$  mg/day

ค.  $K_m = 5.25$  mg/L,  $V_{max} = 509.83$  mg/day

ง.  $K_m = 6.75$  mg/L,  $V_{max} = 509.83$  mg/day

จ.  $K_m = 6.75$  mg/L,  $V_{max} = 563.50$  mg/day

9. หากแพทย์ต้องการปรับระดับยาในเลือดที่สถานะคงที่ให้เท่ากับ 16 mg/L ขนาดยาใหม่ที่ผู้ป่วยควรได้รับเป็นเท่าใด ( $S = 0.92$ ,  $F = 1$ )

ก. 200 mg/day

ข. 250 mg/day

ค. 300 mg/day

ง. 450 mg/day

จ. 500 mg/day

10. ผู้ป่วยหญิง 45 ปี สูง 158 ซม. น้ำหนักตัว 50 กก. ไม่สามารถควบคุมอาการชักได้ แพทย์พิจารณาให้ยา phenytoin Na 400 mg/day หลังจากนั้น 5 วัน ตรวจวัดระดับยาในเลือดได้เท่ากับ 15 mg/L จงคำนวณว่าเมื่อใดระดับยาจะถึงสถานะคงที่ ( $S = 0.92$ ,  $F = 1$ ,  $K_m = 2$  mg/L,  $V_d = 50$  L)

ก. 18.63 วัน

ข. 20.13 วัน

ค. 23.33 วัน

ง. 26.08 วัน

จ. 28.53 วัน



### สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{Loading dose} = \frac{(V_d)(C_{\text{desired}} - C_{\text{observed}})}{S \times F}$$

$$R_{\text{out}} = \frac{SFD}{\tau} - \frac{(C_2 - C_1)V_d}{t}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{R_{\text{out}} \left( K_m - \frac{C_1 + C_2}{2} \right)}{\frac{C_1 - C_2}{2}}$$

$$(S)(F) \left( \frac{D_{\text{Dose}}}{\tau} \right) = \frac{(V_{\text{max}})(C_{\text{ss}})}{K_m + C_{\text{ss}}}$$

$$C_{\text{normal binding}} = \frac{C_{\text{observed}}}{0.9 \times \left( \frac{\text{serum albumin}}{4.4 \text{ g/dl}} \right) + 0.1}$$

$$C_{\text{normal binding}} = \frac{C_{\text{observed}}}{0.9 \times 0.4 \times \left( \frac{\text{serum albumin}}{4.4 \text{ g/dl}} \right) + 0.1}$$

$$K_m = \frac{SFD_2 \tau - SFD_1 \tau}{\left( \frac{SFD_2 \tau}{C_{\text{ss}2}} \right) - \left( \frac{SFD_1 \tau}{C_{\text{ss}1}} \right)}$$

$$t = \frac{\left[ K_m \left( \ln \frac{C_1}{C_2} \right) \right] \cdot (C_1 - C_2)}{\frac{V_{\text{max}}}{V_d}}$$

$$t_{90\%} = \frac{\left[ 115 \cdot (35 \times C) \right] (C)}{(S)(F)(\text{Dose})}$$

ภาคผนวก ค  
แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หัวข้อ เกณฑ์จลนศาสตร์ของยา phenytoin

คำชี้แจง แบบสอบถามฉบับนี้ใช้เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ซึ่งแบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับสภาพความเป็นจริง

1. เพศ  ชาย  หญิง
2. มีคอมพิวเตอร์ที่บ้าน/หอพักหรือไม่  มี  ไม่มี
3. ท่านมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับใด
  - ระดับต่ำ : สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในระดับเบื้องต้นได้
  - ระดับปานกลาง : สามารถใช้โปรแกรมพื้นฐานได้อย่างคล่องแคล่ว
  - ระดับสูง : มีความเชี่ยวชาญ สามารถแก้ไขหรือพัฒนาโปรแกรมได้
4. ท่านเคยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-assisted instruction, CAI) มาก่อนหรือไม่
  - เคย  ไม่เคย
5. ท่านใช้คอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ยวันละ
  - 0-2 ชั่วโมง  2-4 ชั่วโมง
  - 4-6 ชั่วโมง  มากกว่า 6 ชั่วโมง

## ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นของท่าน โดยกาเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็นตามความเหมาะสม ซึ่งเกณฑ์การตัดสินคุณภาพแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก
- 3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง ไม่พึงพอใจ

## ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	พึงพอใจมากที่สุด (5 คะแนน)	พึงพอใจมาก (4 คะแนน)	พึงพอใจปานกลาง (3 คะแนน)	พึงพอใจน้อย (2 คะแนน)	ไม่พึงพอใจ (1 คะแนน)
<b>1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ</b> 1.1 ผู้เรียนรู้สึกชอบความแปลกใหม่ในการนำเสนอบทเรียนของสื่อ 1.2 สื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะติดตามเนื้อหา 1.3 เนื้อหาในสื่อทำให้เข้าใจได้ง่าย 1.4 ลำดับในการนำเสนอเนื้อหามีความต่อเนื่องเหมาะสม 1.5 ภาษาที่ใช้มีความถูกต้อง สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน					
<b>2. ด้านการจัดการในบทเรียน</b> 2.1 ขั้นตอนในการเรียนรู้เข้าใจง่ายชัดเจน 2.2 มีการควบคุมบทเรียนและความเร็วในการเรียนได้อย่างเหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	พึงพอใจมากที่สุด (5 คะแนน)	พึงพอใจมาก (4 คะแนน)	พึงพอใจปานกลาง (3 คะแนน)	พึงพอใจน้อย (2 คะแนน)	ไม่พึงพอใจ (1 คะแนน)
2.5 ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก					
<b>3. ด้านการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน</b> 3.1 แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหา 3.2 แบบฝึกหัดสามารถวัดความเข้าใจของผู้เรียนได้ 3.3 รูปแบบการทำแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม					
<b>4. ด้านกราฟิกและมัลติมีเดีย</b> 4.1 กราฟออกแบบหน้าจอมีส่วนที่เหมาะสม สวยงามน่าดึงดูด และสามารถใช้งานได้ง่าย 4.2 ลักษณะ ขนาดและสีของตัวอักษรมีความเหมาะสม ชัดเจน สามารถอ่านได้ง่าย 4.3 ภาพประกอบมีความเหมาะสม ชัดเจนและสวยงาม 4.4 ภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น 4.5 การใช้เสียงประกอบการเรียนเสียงคนตรี มีความเหมาะสม ชัดเจน และช่วยเพิ่มความสนใจได้					

ข้อเสนอแนะ/ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

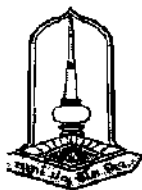
.....

.....

วันที่ทำการประเมิน.....



ภาคผนวก ง  
ใบยินยอมจริยธรรมการวิจัย



มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

## ใบรับรองการอนุมัติ

เลขที่การรับรอง : 0157 / 2556

ชื่อโครงการวิจัย : การพัฒนาและประเมินผลโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเภสัชจลนศาสตร์ของยาพาราเซตามอล

ผู้วิจัยหลัก : นายกัมพล ยิ่งแก้ว

หน่วยงานต้นสังกัด : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สถานที่ทำการวิจัย : จังหวัดมหาสารคาม

ข้อเสนอการวิจัยนี้ ได้รับการพิจารณาและให้ความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามแล้ว และอนุมัติในแง่จริยธรรมให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องข้างต้นได้ บนพื้นฐานของโครงร่างงานวิจัยที่คณะกรรมการฯ ได้รับและพิจารณา หากมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในโครงการวิจัย ผู้วิจัยจะต้องยื่นขอรับการพิจารณาใหม่

(ศาสตราจารย์ปรีชา ประเทพา)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

วันที่รับรอง : 4 ธันวาคม 2556

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

## ผู้วิจัยคนที่ 1

ชื่อ	นายกัมพล ยิ่งแก้ว
วันเกิด	23 เมษายน 2533
สถานที่เกิด	อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 83 หมู่ 11 ตำบลท่าหลวง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา รหัสไปรษณีย์ 30110
เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ	มือถือ 0845175040
E-mail address	Kampol.yingkaewpj@gmail.com
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นิสิตเกสัชศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิมายวิทยา จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2551	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนพิมายวิทยา จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2557	ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต (กบ.) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

## ผู้วิจัยคนที่ 2

**ชื่อ** นางสาวนัฐริดา เวทนาสุข  
**วันเกิด** 12 ธันวาคม 2533  
**สถานที่เกิด** อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น  
**สถานที่อยู่ปัจจุบัน** 27/9 หมู่ 4 ถนนบ้านแก้ง ตำบลบ้านไผ่ อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น  
 รหัสไปรษณีย์ 40110  
**เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ** มือถือ 0804212129  
**E-mail address** natthida.vetthanasuk@gmail.com  
**ตำแหน่งหน้าที่การงาน** นิสิตเภสัชศาสตร์  
**สถานที่ทำงานปัจจุบัน** คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
**ประวัติการศึกษา**  
 พ.ศ. 2548 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย จังหวัดขอนแก่น  
 พ.ศ. 2551 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย จังหวัดขอนแก่น  
 พ.ศ. 2557 ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต (ภบ.) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม