

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้
วิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและ
การวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 1
(The Development of Computer Assisted Instruction to Support Studying
on Biomechanics 1 in Manual Muscle Testing and Range of Motion
for the First Year Physical Therapy Students)

โดย

นางสาวอาภาลักษณ์ พรரசายชล

สำนักพิมพ์ มหาวชิราวุธ
ได้สงวนลิขสิทธิ์ไว้
สนับสนุนโดย
สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ISBN 974-9921-90-9

สัญญาเลขที่ สวจ 024/2546

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชา
ชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและ
การวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 1
(The Development of Computer Assisted Instruction to Support Studying
on Biomechanics 1 in Manual Muscle Testing and Range of Motion
for the First Year Physical Therapy Students)

โดย

นางสาวอาภาลักษณ์ พรரசายชล

สนับสนุนโดย

สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ISBN 974-9921-90-9

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและมหาวิทยาลัยรังสิตที่ได้มอบทุนอุดหนุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในคณะกายภาพบำบัดที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย รวมทั้งอาจารย์ณัฐพัชร หลวงพล ที่คอยให้คำปรึกษาในการใช้โปรแกรมทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทีมงานในการทำการวิจัยซึ่งประกอบด้วย นายพิทักษ์ สนมศรี นายธิตยนันท์ เพ็งมณี นางสาววรรณชลิศ กิตติวัฒนธนะกุล และ นางสาวสุกัญญา ชมภูพันธ์ อีกทั้ง อาสาสมัครทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าเข้าร่วมงานวิจัยครั้งนี้

นอกจากบุคคลดังกล่าวข้างต้นแล้ว ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ บิดา มารดา น้อง และเพื่อนๆ ที่คอยสนับสนุนในทุกๆด้านและเป็นกำลังใจขณะทำงานวิจัยครั้งนี้

อภาลักษณ์ พรรคสายชล
หัวหน้าโครงการ

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ชื่อโครงการ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของนักศึกษา ศึกษานิเทศก์ ชั้นปีที่ 1

(The Development of Computer Assisted Instruction to Support Studying on Biomechanics 1 in Manual Muscle Testing and Range of Motion for the First Year Physical Therapy Students)

ผู้วิจัย นางสาวอภาลักษณ์ พรรคสายชล

ทุนวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2546

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาประสิทธิภาพของบทเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหวสำหรับเสริมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนด้วยเอกสารประกอบการเรียน และ 3) เพื่อศึกษาเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง “การตรวจกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และ 3) แบบวัดเจตคติและความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การดำเนินการวิจัยประกอบไปด้วย 1) การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งเป็น การทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง การทดลองขั้นกลุ่มเล็ก และการทดลองขั้นกลุ่มใหญ่ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาศึกษานิเทศก์ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 19 คน 2) การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาศึกษานิเทศก์ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มโดยการสุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมศึกษาจากเอกสารประกอบการเรียน และ 3) ศึกษาเจตคติและความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนักศึกษาศึกษานิเทศก์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คนการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบ t-test แบบอิสระ ผลปรากฏว่า

จากการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 85.33/87.67 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนด้วยเอกสารประกอบการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) 3) เจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี

Research Title **The Development of Computer Assisted Instruction to Support Studying on Biomechanic 1 in Manual Muscle Testing and Range of Motion for the First Year Physical Therapy Students**

Researcher **Miss Arpalak Paksaichol**

Supported by **The Research Fund 2003, Rangsit University**

The purposes of this study were 1) to evaluate the efficiency of Computer Assisted Instruction (CAI) to support studying on Biomechanics 1 Manual Muscle Testing and Range of Motion (MMT and ROM) 2) to compare the learning achievement between physical therapy students who study with CAI and physical Therapy students who study with document and 3) to survey the student attitude toward the CAI.

The instruments used for gathering data were 1) CAI and document on “MMT and ROM” developed by researcher 2) an achievement test was focused on Biomechanics MMT and ROM was used pretest and posttest and 3) a questionnaire was used for surveying the subjects’ attitude on the effectiveness of CAI.

A three-step experimentation process of trying out composed of 1) A one by one try out 2) A small group try out 3) A large group try out, was conducted to evaluate the efficiency of CAI The analysis of the t-test was used to analyze the data in order to measure the subjects’ learning achievement scores with 30 first-year physical Therapy students faculty of Physical Therapy of the Rangsit University. By using sample random sampling, the subjects were selected by ability group and decided into two groups; one was the experimental group using CAI. The other group was the controlled group using document. The mean and standard deviation of the questionnaire scores were used to survey the students’ attitude toward the CAI with thirty second-year physical Therapy students.

The results revealed that 1) the efficiency of learning at 85.33 / 87.67 was higher than the 80 / 80 standard level. 2) the achievement scores of the physical Therapy students after using CAI were significant higher at 0.05 level and 3) The student’s attitudes toward the CAI were highly positive.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก.
กิตติกรรมประกาศ	ค.
สารบัญ	ง.
สารบัญกราฟ	ช.
สารบัญตาราง	ฉ.
สารบัญภาพ	ฎ.
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฏ.
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
วัตถุประสงค์	2
สมมติฐานการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	3
ข้อตกลงเบื้องต้น	4
เกณฑ์คัดเข้า	4
เกณฑ์คัดออก	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	6
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	6
ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	6
ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	9
ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
ทฤษฎีการเรียนรู้	12
ทฤษฎีการรับรู้	12
องค์ประกอบของการเรียนรู้	12
การเรียนรู้ด้วยตนเอง	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
แนวความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้	15
แนวคิดเกี่ยวกับรูปภาพ	17
ประโยชน์ของภาพประกอบเรื่อง	18
การจำ การลืม	18
สถานการณ์ที่ช่วยฝึกการจำ	20
หลักการการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ	20
ประโยชน์ของการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ	22
เกรด (Grading)	24
องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อผลการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ	26
ท่าทาง (Position)	26
การทดสอบท่าไม้ต้านแรงโน้มถ่วง (Gravity – minimized: GM)	
และต้านแรงโน้มถ่วง (against – gravity: AG)	27
การคลำ (Palpation)	27
การให้แรงต้าน (Resistance)	27
การทำให้มั่นคง (Stabilization)	28
การทดแทนการแทนที่ (Substitution)	28
หลักการทั่วไปในการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ	28
หลักการของกรวัดในการตรวจประเมินการเคลื่อนไหว	29
Goniometer	29
วัตถุประสงค์ของการประเมินช่วงการเคลื่อนไหว	30
ปัจจัยสำคัญของ Goniometer ที่ใช้ในการตรวจประเมินผู้ป่วย	30
ข้อเสนอนะในการวัด ROM โดยใช้ Goniometer	32
หลักการทำในการวัด ROM	32
การแสดงจำนวนของช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ	33
การบันทึกการวัด	33
ขั้นตอนการวัด	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	37
ประชากร	37
ตัวอย่าง	37
รูปแบบการวิจัย	38
เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	38
การสร้างเครื่องมือวิจัย	39
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	39
บทเรียนเอกสารประกอบการเรียน	39
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	39
แบบวัดเจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	40
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล	41
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	41
การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	41
การหาเจตคติและความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	41
การวิเคราะห์ข้อมูล	42
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	42
บทที่ 4 ผลการวิจัย	44
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใน	
วิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) เรื่อง การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ	
และการวัดช่วงการเคลื่อนไหว ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80	44
การทดลองชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง	44
การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก	44
การทดลองชั้นกลุ่มใหญ่	45
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริม	
ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยเอกสาร	
ประกอบการเรียน	45
การศึกษาเจตคติและความสนใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน	
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	52
สรุปการวิจัย	52
อภิปรายผลการวิจัย	53
ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	
ภาพการใช้ CAI	66
แบบศึกษาเจตคติและความพึงพอใจ	89
แบบวัดผลสัมฤทธิ์	91
คะแนนดิบ	109
ชีวประวัติการศึกษา	112

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

สารบัญกราฟ

กราฟที่		หน้า
1	แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนและ หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	46

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงความสามารถทางการเรียนของประชากร	38
2	รูปแบบการวิจัย	38
3	ตารางแสดงคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนโดยทดลองกับนักศึกษา 1 คน	44
4	ตารางแสดงคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนโดยทดลองกับนักศึกษา 3 คน	45
5	ตารางแสดงคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนโดยทดลองกับนักศึกษา 15 คน	45
6	ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	46
7	ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ (ตามระดับความสามารถ)	47
8	ตารางแสดงระดับเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา	48
9	ตารางแสดงระดับเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านออกแบบ	49
10	ตารางแสดงระดับเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านพึงพอใจ	50
11	สรุปรวมเจตคติและพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	51
12	แบบทดสอบเจตคติของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา	89
13	แบบทดสอบเจตคติของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการออกแบบ	89
14	แบบทดสอบเจตคติของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านความพึงพอใจ	90
15	คะแนนสอบของกลุ่มประชากรระหว่างที่อ่านเอกสารการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	109

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
16	คะแนนสอบของกลุ่มประชากรก่อนและหลังที่เรียนด้วย อ่านเอกสารการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	110
17	คะแนนสอบของกลุ่มประชากรก่อนและหลังที่เรียนด้วย อ่านเอกสารการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งตามระดับความสามารถในการเรียนรู้	111

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการทำงานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	66

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

CAI : Computer Assisted Instruction	=	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
MMT : Manual Muscle Test	=	การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ
GM : Gravity – minimized	=	ท่าที่ไม่ต้านแรงโน้มถ่วง
AG : Against – gravity	=	ท่าที่ต้านแรงโน้มถ่วง
GPAX	=	คะแนนเฉลี่ยสะสม
ROM : Range of Motion	=	ช่วงการเคลื่อนไหว
S.D.	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
P	=	ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
R	=	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
N	=	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด
r	=	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
R_u	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
R_c	=	จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
N	=	จำนวนคนกลุ่มสูงบวกคนกลุ่มต่ำ
r_u	=	ค่าความเชื่อมั่น
n	=	จำนวนข้อของแบบสอบถาม
p	=	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ
q	=	จำนวนนักเรียนที่ทำถูก
		จำนวนคนทั้งหมด
S_i^2	=	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ
90 ตัวแรก	=	ร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนหรือประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)
90 ตัวหลัง	=	ร้อยละของคะแนนหลังเรียนหรือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
E_1	=	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum x$	=	คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบระหว่างเรียน
A	=	คะแนนเต็มของคะแนนแบบฝึกหัดหรือคะแนนสอบระหว่างเรียน

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

N	=	จำนวนนักเรียน
E_i	=	ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์
ΣF	=	คะแนนรวมของผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
B	=	คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในโลกยุคโลกาภิวัตน์ ซึ่งเป็นยุคของข้อมูลสารสนเทศ และเทคโนโลยีด้านต่างๆ ได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้า และมีประสิทธิภาพจนได้ชื่อว่ายุค “ไร้พรมแดน” ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง หลายประเทศได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้เพื่อการพัฒนาเข้าสู่การเป็นสากล ซึ่งเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก เพื่อให้สามารถเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากผลของเทคโนโลยีสารสนเทศ คนในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศจะต้องเป็นคนที่พร้อมที่จะอยู่ในสังคมแห่งการเรียนรู้ มุ่งพัฒนาคนให้รู้เท่าทันโลกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 ได้ระบุว่า การศึกษานั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยให้มนุษย์เกิดการเรียนรู้พัฒนา สร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้า และสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ตลอดชั่วชีวิต ตั้งแต่การวางรากฐานการพัฒนาของชีวิตตั้งแต่เกิด การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถในด้านต่างๆ จนกระทั่งจะดำรงชีวิตและประกอบอาชีพได้อย่างมีความสุข รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงรวมเป็นพลังสร้างสรรค์การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนได้

การจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพนั้น ปัจจัยสำคัญประการหนึ่ง คือ การนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ ซึ่งปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีความเจริญรุดหน้าและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน โดยนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) ซึ่งเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน พิสนธ์ จงตระกูล (2530) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีใหม่สำหรับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เองเป็นรายบุคคล สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี คาร์รอล (1993) อ้างตาม ถนอมพร เล่าห์จรัสแสง 2541) ได้กล่าวว่า ปัญหาอย่างหนึ่งที่เป็นปัญหาในอดีต และยังคงเป็นปัญหาในปัจจุบัน คือ ความแตกต่างทางการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ซึ่งได้แก่ ความแตกต่างทางบุคลิกภาพ สถิติปัญญา วิธีการเรียนรู้ และลำดับการเรียนรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาวิชาการมากขึ้น สามารถเรียนตามความสามารถของตนเอง และตามอัตราความเร็วในการรับรู้โดยไม่ต้องรอหรือเร่งให้ไปพร้อมกับเพื่อนในชั้นเรียน นอกจากนี้ผู้เรียนสามารถทราบผลการเรียนรู้ได้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียนซ้ำไปซ้ำมา ก็ครั้งก็ได้ จากรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งในและต่างประเทศพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่ให้ผลดีกว่าสื่ออื่นๆ สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยพัฒนานักเรียน นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ให้มีความคงทนของความรู้ดีกว่า

หรือเท่ากับการสอนปกติ (ศุขปริตี (2531)) ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เข้ามามีบทบาทในการใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในทุกระดับชั้นตั้งแต่ประถมจนถึงอุดมศึกษาไปในทุกๆสาขาวิชา และเพื่อสนองต่อกลยุทธ์ในการพัฒนาคุณภาพนักศึกษาซึ่งได้แก่ การคงอยู่ของนักศึกษา การพัฒนาการเรียนการสอน การให้นักศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ (Active learning)

เนื่องจากการศึกษาหลักสูตรกายภาพบำบัด และการแพทย์แผนตะวันออกเป็นการศึกษาในชั้นอุดมศึกษาซึ่งบัณฑิตที่จบมีหน้าที่ให้บริการแก่สังคม ทางด้านสุขภาพอนามัยความปลอดภัย ซึ่งจะทำให้ได้มีประสิทธิภาพเพียงไรนั้น ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการศึกษา นักศึกษากายภาพบำบัด และนักศึกษการแพทย์แผนตะวันออก จะต้องมีทักษะและเรียนรู้ในการตรวจประเมินเบื้องต้นที่ถูกต้อง เพื่อจะได้เป็นพื้นฐานในการวางแผนการรักษาต่อไปได้อย่างดี ซึ่งเริ่มจากการตรวจประเมินกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว ซึ่งอยู่ในวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020)

การตรวจประเมินกำลังกล้ามเนื้อนั้น เป็นการศึกษาถึงภาวะปกติของกำลังกล้ามเนื้อ ซึ่งการตรวจกำลังกล้ามเนื้อนั้นแบ่งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อออกเป็นหลายเกรด และมีท่าทางการตรวจที่แตกต่างกันไปในแต่ละเกรดและในแต่ละกล้ามเนื้อด้วย ส่วนการวัดช่วงการเคลื่อนไหว เป็นการวัดช่วงการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยความละเอียดอ่อนและอาศัยความแม่นยำ รวมถึงการรายงานผลที่เป็นมาตรฐาน ดังนั้นเพื่อให้ถ่ายทอดความรู้สู่ผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ จำเป็นต้องใช้สื่อประกอบการสอนที่สามารถแสดงรายละเอียดของเนื้อหาต่างๆได้ทั้งหมดในเวลาอันจำกัด นักศึกษาจำเป็นต้องทบทวนบทเรียนด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะเข้าใจได้ไม่ดีเท่ากับการสอบถามจากอาจารย์ผู้สอน รวมทั้งจำนวนนักศึกษาที่มีมากจึงทำให้อาจารย์ผู้สอนไม่สามารถดูแลนักศึกษาได้ทั่วถึง เพื่อลดปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญของการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนในลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษานี้อาณาจากบทเรียน CAI ก่อนเข้าเรียน และสามารถทบทวนบทเรียนได้ภายหลังเรียน ซึ่งการจัดทำบทเรียนโดยใช้เทคโนโลยี CAI จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบบรรยายในชั้นเรียนเพียงอย่างเดียว และไม่ต้องเป็นภาระให้กับอาจารย์ผู้สอนที่ต้องมาทบทวนบทเรียนให้ใหม่ในเวลาจำกัด อีกทั้งยังสามารถเรียนได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของผู้เรียน ดังนั้นจึงทำให้เกิดแนวคิดในการวิจัย เพื่อตอบสนองความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และความต้องการสื่อการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในบทเรียนอื่นๆ รวมทั้งเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้ในหัวข้อ “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ซึ่งอยู่ในวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ของนักศึกษากายภาพบำบัด และการแพทย์แผนตะวันออก

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยเอกสารประกอบการเรียน
4. เพื่อศึกษาเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมมติฐานการวิจัย

1. นักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว น่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้น่ากว่านักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยเอกสารประกอบการเรียนและมีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้เป็นสื่อเสริมความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
3. เจตคติและความพึงใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในเกณฑ์ดี

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย ประกอบด้วย ประชากร, เนื้อหา, กลุ่มตัวอย่าง, ตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ที่จะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน
2. เนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อ จากหนังสือ Muscle testing techniques of manual examination ของ Lucille Daniels, M.A. และเรื่องการวัดช่วงการเคลื่อนไหว จากหนังสือ Musculoskeletal Assessment ของ Hazel M. clarson
3. ตัวแปรที่ศึกษา คือ
 - ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนด้วยเอกสารประกอบการเรียน
 - ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผ่านการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น วิชาร่างกายมนุษย์ 3 และ วิชาร่างกายมนุษย์ 4 มาแล้ว
2. นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต้องเป็นนักศึกษาคณะกายภาพบำบัดที่จะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548
3. ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” โดยใช้โปรแกรม Flash MX Professional 2004

เกณฑ์คัดเข้า

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ที่จะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548
2. นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผ่านการเรียนวิชาการเรียนคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเบื้องต้น และวิชาร่างกายมนุษย์ 3 และ วิชาร่างกายมนุษย์ 4 มาแล้ว

เกณฑ์คัดออก

1. กลุ่มประชากรที่ไม่ใช่เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ที่จะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548
2. นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น วิชาร่างกายมนุษย์ 3 และ วิชาร่างกายมนุษย์ 4

นิยามศัพท์เฉพาะ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร 4 ปี ชั้นปีที่ 1 คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิตที่จะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 และผ่านการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น วิชาร่างกายมนุษย์ 3 และ วิชาร่างกายมนุษย์ 4 มาแล้ว

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้ทำการวิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก 80 ข้อ

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง อัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกิจกรรมที่ผู้เรียนปฏิบัติ ซึ่งได้แก่ แบบฝึกหัดหลังจากที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

80 ตัวหลัง หมายถึงค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้ศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้นหลังจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว”
2. โปรแกรมสามารถใช้เป็นส่วนหนึ่งของการประกอบการเรียนการสอนเรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของวิชาชีวกลศาสตร์ I (PTH 020)
3. สามารถสร้างทัศนคติที่ดีต่อการใช้สื่อการเรียนการสอน
4. ใช้เป็นแบบบททวนบทเรียน เรื่องการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของวิชาชีวกลศาสตร์ I (PTH 020)
5. ใช้เป็นแนวทางในการผลิตสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาอื่นๆ
6. เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง
7. ช่วยลดปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำวิจัย ได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทฤษฎีการเรียนรู้

- ทฤษฎีการรับรู้
- องค์ประกอบของการเรียนรู้

การเรียนรู้ด้วยตนเอง

แนวความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้

แนวคิดเกี่ยวกับรูปภาพ

ประโยชน์ของภาพประกอบเรื่อง

การจำ การลืม

สถานการณ์ที่ช่วยในการจำ

ความรู้เกี่ยวกับการตรวจคำคลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ซานนท์ (2532) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์สามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและภาพกราฟิกสามารถตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ให้แก่นักเรียน

Spencer (1983 อ้างตาม ศรีสะอาด 2537) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนรายบุคคลโดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของ

คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการตอบสนองความต้องการของนักเรียนแต่ละคน

จากความหมายที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนในวิชาการต่างๆ โดยนำเนื้อหา แบบฝึกหัด การทบทวนหรือวัดผล มาพัฒนาในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื้อหาวิชาอาจจะเป็นทั้งในรูปแบบของภาพกราฟิก ตัวอักษร รวมไปถึงการแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลป้อนกลับ ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวจึงกล่าวได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นเครื่องมือที่มีส่วนช่วยในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพด้วยศักยภาพในตัวของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเอง

สมาคมเทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา (1997 อ้างตาม นาคใหญ่ 2539) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหลายประการ ได้แก่

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เทคนิคการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของการมีปฏิสัมพันธ์แบบสองทางระหว่างผู้เรียนและคอมพิวเตอร์ เพื่อวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เทคนิคการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์สอนผู้เรียน โดยทำการบรรจบทเรียนเพื่อเสนอเนื้อหาสาระ แนะนำการควบคุม และการทดสอบผู้เรียนลงบนคอมพิวเตอร์
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เทคนิคการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมการนำเสนอสิ่งเร้า ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อที่จะรับรู้และประเมินการตอบสนองของผู้เรียนและใช้คอมพิวเตอร์เน้นที่การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ เทคนิคการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคลโดยยึดหลักการตอบสนองของผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ ในการออกแบบบทเรียน เช่น การแก้ปัญหาหรือสร้างสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งตามลักษณะเด่นได้เป็น 5 ประเภท คือ

- (1) ประเภทติวเตอร์
- (2) ประเภทแบบฝึกหัด
- (3) ประเภทเกม
- (4) ประเภทการจำลอง
- (5) ประเภทการทดสอบ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์นำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน โดยส่วนใหญ่ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ จะมีแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ เพื่อวัดความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะมุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานแบบฝึกหัดจนเข้าใจเนื้อหา ในบทเรียนนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดจะได้รับความนิยมมากในระดับอุดมศึกษา เนื่องจากผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองโดยไม่ต้องให้ครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาซ้ำอีกในห้องเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem solving) ในบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ข้อดีคือ ลดค่าใช้จ่ายและอันตรายอันอาจเกิดจากการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนที่ทำให้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียน เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับความนิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงมัธยมปลาย เพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจใช้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดี คือ ผู้ใช้ได้รับผลป้อนกลับโดยทันที

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุขปริดี (2528) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ ในแง่การเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ทำให้เด็กเรียนได้เป็นรายบุคคล การที่เด็กสามารถเรียนได้เป็นรายบุคคล จะทำให้มีการสนองความต้องการของเด็กแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่ว่านักเรียนเก่ง ปานกลาง หรืออ่อนก็จะเรียนได้เหมาะสมกับความสามารถ และความต้องการของตนเอง
2. คอมพิวเตอร์สามารถบริหารการสอน คอมพิวเตอร์สามารถบริหารการสอนได้อย่างดี เพราะคอมพิวเตอร์สามารถตั้งจุดมุ่งหมายทำการสอน ทำการสอบ วิเคราะห์ผล ดูความก้าวหน้าของนักเรียนตามระยะเวลา เก็บข้อมูลต่างๆ ซึ่งสามารถเรียกดูได้เมื่อต้องการ และทำรายงานผลได้อย่างรวดเร็วไม่เสียเวลา การรายงานผลก็สามารถทำได้เป็นรายบุคคล โดยครูไม่ต้องเขียนชื่อนักเรียนเอง แต่สามารถใช้คอมพิวเตอร์เป็นมือที่สามได้ และตัวครูเองก็มีเวลาจะคิดและสอนให้เกิดผลดีต่อไป
3. คอมพิวเตอร์สามารถสอนสั่งกับ สั่งกับและทักษะการสอนนั้นยากแก่การสอนโดยครูหรือเรียนจากตำรา การจำลองสถานการณ์โดยคอมพิวเตอร์จะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ง่ายขึ้นและดีกว่าการเรียนจากครู
4. คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณ คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีความสามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุด ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนคณิตศาสตร์จะทำให้ นักเรียนเรียนได้เร็ว และถูกต้อง จึงมีเวลาเหลือที่จะศึกษาคอมพิวเตอร์แขนงต่างๆ

5. คอมพิวเตอร์สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถทำเสียง สี รูปภาพหรือกราฟ ตลอดจนมีเกมคอมพิวเตอร์จึงทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์

ฮอลล์ (1982) กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูผู้สอนไว้ดังนี้

1. ลดชั่วโมงสอนเพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน
2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน
3. มีเวลาศึกษาคำรา งานวิจัย และพัฒนาความสามารถให้มากยิ่งขึ้น
4. ช่วยลดการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก
5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ สำหรับหลักสูตรการสอน
6. เพิ่มวิชาสอน โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของผู้เรียน
7. ช่วยพัฒนางานทางวิชาการ
8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ

ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไทยพานิช 2529, ประสิทธิ์รัตน์ 2530, มาลัยวงศ์ 2531, กุ้ววรรณ 2531, มลิตอง 2536 (อ้างตาม วุฒิตากุล 2543) กล่าวว่า ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างมากในวงการศึกษา เพราะมีคุณสมบัติและลักษณะพิเศษที่สามารถเอื้ออำนวยในการเรียนการสอน และการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นอย่างไรก็ตาม คอมพิวเตอร์ก็เช่นเดียวกับสื่อประเภทอื่นๆ ที่มีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้เพื่อการเรียนรู้ ได้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยทางการเรียนการสอน ทำให้ทราบถึงข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พอสรุปได้ดังนี้

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. คอมพิวเตอร์สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน ทำให้ไม่เบื่อหน่าย เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่ คอมพิวเตอร์สามารถสร้างภาพกราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว สี เสียง ตลอดจนเนื้อหาในรูปแบบของเกม จึงทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ทำแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมต่างๆ ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น .

2. สนองความต้องการของผู้เรียนในการเรียนการสอนแบบเอกัตภาพได้ดี คือ ทำให้ผู้เรียนเกิดภาวะเฉพาะส่วนตัว (Privacy) ในการฝึก โดยปราศจากความหวาดเกรงต่อการเสียหน้าเมื่อตอบผิดในชั้นเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ทักษะพื้นฐานไปตามลำพังตามความรู้ ความสามารถ ความเร็ว-ช้าในการเรียนของแต่ละคน คอมพิวเตอร์สามารถให้การเรียนการสอนได้ตลอดเวลา และในจุดที่ซ้ำซากโดยไม่เบื่อหน่ายและไม่มีวันหยุด

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถในการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน คำว่าปฏิสัมพันธ์ หมายถึง การแลกเปลี่ยนข้อมูล การตอบโต้โดยตรงระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์อย่างทันทีทันใด มีลักษณะใกล้เคียงกับการที่ผู้เรียนติดต่อสื่อสารกับครูผู้สอน

4. สามารถบอกผลของการกระทำได้ในทันทีทันใด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่สามารถบอกผลของการกระทำให้ผู้เรียนทราบได้ทันทีทันใดในส่วนของวินาที หรือกล่าวได้ว่าภายในพริบตาซึ่งสื่ออย่างอื่นที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำได้ สำหรับการตอบสนองบางลักษณะที่ต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ประเมินผลคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็สามารถทำได้ดีและรวดเร็วที่สุด ซึ่งแม้แต่ครูผู้สอนในชั้นเรียนก็ไม่สามารถทำได้ดีและรวดเร็วถึงครึ่งหนึ่งของความสามารถของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณสมบัตินี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่มีทั้งประสิทธิภาพ (Efficiency) และประสิทธิผล (Effectiveness)

5. สามารถเก็บบันทึกผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ง่าย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถพัฒนาให้เก็บบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนได้ในทุกรูปแบบ สามารถคิดคำนวณและพิมพ์ออกมาเป็นรายงานผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างง่ายดาย กระบวนการนี้หากให้ครูผู้สอนดำเนินการจะต้องใช้เวลาและแรงงานมาก

6. ทำให้สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนได้ เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนเองก็มีอิสระในการเลือกศึกษาตามประเด็นหรือเรื่องที่ต้องการ

7. ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน ลดความจำเป็นที่ต้องใช้ครูผู้สอนที่มีประสิทธิภาพ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ แต่อย่างไรก็ตามการลงทุนฮาร์ดแวร์นั้นลงทุนเพียงครั้งเดียวก็สามารถใช้ได้เป็นเวลายาวนาน ซึ่งต่างจากการลงทุนในการจ้างครูผู้สอน เนื่องจากจะต้องจ่ายค่าจ้างหรือเงินเดือนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประหยัดกว่าการใช้ครูสอน ถ้าพิจารณากันในระยะยาว สำหรับการทำสำเนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์นั้นลงทุนในราคาที่ถูกมากแทบจะไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายอะไรเลย ซึ่งต่างจากการทำสำเนาจากสื่อการสอนอื่นๆ

8. ช่วยลดความเสี่ยงอันตรายจากการเรียน การฝึกปฏิบัติจากสถานการณ์จริงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างสถานการณ์จำลองให้ใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริงที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้เรียน โดยสามารถให้ผู้เรียนได้เรียนและฝึกปฏิบัติได้ตอบกับคอมพิวเตอร์คล้ายอยู่ในเหตุการณ์จริง ซึ่งช่วยให้ปลอดภัยในการฝึกทักษะ

9. ความคงที่คงวาของคอมพิวเตอร์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสอนเนื้อหาได้อย่างคงที่คงวา และสามารถทำให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการสอนได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่เนื้อหาเดียวกันถ้าให้ครูสอนย่อมเป็นที่แน่ใจว่า การสอนของครูแต่ละครั้งจะไม่เหมือนกัน ซึ่งหมายความว่า ผู้เรียนจะได้รับเนื้อหาประสบการณ์ไม่เหมือนกัน

10. เป็นผู้ช่วยสอนครูผู้สอนในการตรวจแบบฝึกหัด บันทึกคะแนนของทักษะพื้นฐานเพื่อให้ผู้สอนได้มีโอกาสเตรียมกิจกรรมสื่อความหมาย (Communication Activities) ในชั้นเรียนต่อไป เช่น การแสดงกิจกรรมอื่นๆ

ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถึงแม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีความสามารถในด้านต่างๆ อยู่มากมายก็ตาม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ยังมีข้อจำกัดและข้อด้อยบางประการอยู่บ้าง ได้แก่

1. แม้ว่าคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะมีราคาตกลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในบางสถานทีนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบ เพื่อให้คุ้มกับประโยชน์ที่จะได้รับค่าใช้จ่าย ตลอดจนการดูแลรักษาด้วย

2. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานเดียวกัน เพื่อใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่า ซอฟแวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกระบบหนึ่งได้

3. ในขณะที่คอมพิวเตอร์มีความคล่องตัวในบางเรื่อง แต่คอมพิวเตอร์ก็มีข้อจำกัดในบางเรื่องเหมือนกัน เช่น คำถามจะต้องเป็นแบบปรนัย แบบถูกผิด แบบจับคู่หรือแบบเติมคำในช่องว่าง จะทำให้ผู้เรียนตอบแบบความเรียง ร่ายยาว และให้คอมพิวเตอร์ตรวจอ่านเหมือนครูผู้ตรวจด้วยตา นั้น ในปัจจุบันยังทำได้ไม่สะดวก แต่ในอนาคตอาจจะทำได้ดีขึ้น โดยอาศัยหลักการปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เข้ามาช่วยพัฒนาโปรแกรม

4. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจทำให้ผู้เรียนขาดการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น มีความโดดเดี่ยวในการเรียน อาจเป็นผลต่อเนื่องทำให้เกิดปัญหาด้านมนุษยสัมพันธ์และสุขภาพจิต ลักษณะดังกล่าวทำให้นักการศึกษาพยายามหาแนวทางแก้ไขเพื่อลดความกังวลให้กับบุคคลหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ โดยการเสนอการจัดการเรียนแบบเป็นกลุ่มย่อยๆ แทนการเรียนเป็นรายบุคคล เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ช่วยกันแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบทเรียน วิธีการนี้สามารถทำให้ผู้เรียนไม่ต้องเรียนอย่างโดดเดี่ยวและขาดมนุษยสัมพันธ์อีกต่อไป

5. ด้านสุขภาพของผู้ใช้ การใช้คอมพิวเตอร์จะมีผลต่อสุขภาพตาและสุขภาพจิตของผู้ใช้ เนื่องจากการอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน อาจจะทำให้เกิดความล้าของสายตาหรือความเครียดของอารมณ์ได้

6. การออกแบบโปรแกรมการสอนใช้เวลามาก และต้องมีทักษะในการออกแบบเป็นอย่างดีอีกด้วย การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบ โปรแกรมบทเรียนเรียนเองนั้น นับว่าเป็นภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น ถ้าจะสร้างโปรแกรมที่ใช้สอน 1 ชั่วโมง อาจต้องใช้เวลาสร้างมากถึง 300 ชั่วโมง

7. อาจารย์และนักศึกษาคาดความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

8. เครื่องคอมพิวเตอร์ใช้ได้ทีละคน จึงต้องใช้เครื่องเป็นจำนวนมาก เกิดความสิ้นเปลืองสูง

9. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

ทฤษฎีการเรียนรู้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์โดยผ่านประสาทการรับรู้ทั้ง 5 นักจิตวิทยา กากันและซีกัล (Kagan and Segal 1992, 130) กล่าวดังนี้

1.1 การรับรู้ทางตา เป็นการรับรู้โดยการมองเห็นจากทางตา มีประสิทธิภาพต่อการเข้าใจได้ถึง 75 %

1.2 การรับรู้ทางหู คือการได้ยิน เกิดความเข้าใจถึง 13 %

1.3 การรับรู้ทางจมูกโดยการลิ้มรสชิมรส สร้างความเข้าใจ 3 %

1.4 การรับรู้ทางปากโดยการลิ้มชิมรส สร้างความเข้าใจ 3 %

1.5 การรับรู้ทางการสัมผัสรับรู้ร้อนหนาว สร้างความเข้าใจ 6 %

สรุปได้ว่าการรับรู้ของมนุษย์รับรู้ได้หลายทาง ความเข้าใจจากการรับรู้ทางตารวดเร็วและเข้าใจความหมายมากที่สุด ดังนั้นการสอนด้วยสื่อการสอนที่รับรู้ทางตาและทางหูจะรับรู้ได้มากที่สุด

จากทฤษฎีการเรียนรู้ ประหยัด จิระวรพงศ์ (2529, 181) กล่าวว่าเทคโนโลยีการศึกษาทั้งหลายเป็นสื่อที่ช่วยประสานความรู้ ความสนใจและกระตุ้นประสาทรับรู้ถึงความจดจำข้อมูลต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน สื่อเทคโนโลยีทางการศึกษามีผลต่อการเรียนรู้คือ สนับสนุนการเรียนรู้ เสริมสร้างความเข้าใจได้ง่าย ช่วยในการถ่ายทอดและโยงการอบรม ช่วยให้เกิดการเสริมแรงหรือผลการเรียนรู้ ช่วยเสริมสร้างความคงทนในการจดจำ

2. องค์ประกอบของการเรียนรู้

ตามแนวคิดของ ครอนบาค (Cronbach 1977, 68-70) กล่าวว่าองค์ประกอบของการเรียนรู้มี 7 ประการ ได้แก่

2.1 จุดประสงค์ (Goal) ก่อนการเรียนวิชาใดๆก็ตามควรกำหนดจุดประสงค์ไว้ในแต่ละวิชาและให้ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ผู้สอนจึงได้ประเมินผลตามจุดประสงค์ดังกล่าว ถ้าผู้เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์ใดให้ผู้เรียนซ้ำจนกว่าจะผ่านจุดประสงค์นั้น

2.2 ความพร้อม (Readiness) ก่อนการเรียนวิชาใดๆก็ตามผู้เรียนจะต้องเตรียมตัวให้พร้อมทั้งร่างกาย จิตใจ อุปกรณ์การเรียนและสิ่งแวดล้อม การเตรียมตัวให้พร้อมย่อมช่วยให้การเรียนรู้ดำเนินไปด้วยดี ดังคำที่ว่า “การเตรียมตัวให้ดีเท่ากับการมีชัยไปกว่าครึ่งแล้ว”

2.3 สถานการณ์ (Situation) ได้แก่ บรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ เช่น ในห้องเรียน ได้แก่ ครู บทเรียน สื่อการสอน สภาพอากาศและมลพิษต่างๆ

2.4 การแปลความหมาย (Interprataion) เมื่อผู้เรียนได้พบกับสถานการณ์อาจจะในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน ผู้เรียนจะต้องรับสัมผัส เช่น ตาหู ฟัง ใช้ลิ้น หรือมือสัมผัส ในบรรดาสัมผัสเหล่านั้น หรือเนื้อหานั้นจะต้องแปลความหมายให้ถูกต้อง จะได้นำไปใช้ปฏิบัติได้ถูกต้อง

2.5 การตอบสนอง (Response) เมื่อผู้เรียนได้แปลความหมายของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนจะตัดสินใจแสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องตรงตามจุดประสงค์

2.6 ผลต่อเนื่อง (Consequence) เป็นผลต่อเนื่องจากการตอบสนอง ถ้าการตอบสนองตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ การประเมินผลจะผ่านจุดประสงค์ตามที่กำหนด

2.7 ปฏิกริยาต่อการขัดขวาง (Reaction to thwarting) เมื่อผู้เรียนได้ดำเนินตามขั้นตอนของการเรียนรู้จากการกำหนดจุดประสงค์ของการเตรียมความพร้อมการพบกับสถานการณ์ การแปลความหมาย การตอบสนอง และผลต่อเนื่องที่ได้รับ ถ้าผลต่อเนื่องเป็นที่พึงพอใจและสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ก็เกิดขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าผลต่อเนื่องไม่เป็นที่พึงพอใจหรือไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ย่อมไม่เกิดผลแสดงว่าผู้เรียนพบปัญหาและอุปสรรค ผู้เรียนต้องกลับไปเริ่มนับ 1 ใหม่ จนกว่าจะบรรลุผลสำเร็จ

การเรียนรู้ผู้เรียนต้องเข้าใจจุดประสงค์ เตรียมตัวให้พร้อม ยอมรับกับสถานการณ์แปลความหมายได้ถูกต้อง และทำได้ตามจุดประสงค์ย่อมเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพถ้าพบกับความผิดหวังก็กลับไปตั้งต้นใหม่

การเรียนรู้ด้วยตนเอง

1. ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Access Centre)

สุคา โบแย้ม (2539, 1-2) กล่าวว่า ความเคลื่อนไหวทางการศึกษามุ่งเน้นให้นักเรียนมีอิสระที่จะเลือกเรียนได้ตามความชอบ ความถนัดและความต้องการของตนจากการวิจัยพบว่านักเรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในแต่ละด้านซึ่งมีความเชื่อว่าศูนย์การเรียนรู้ (Self-access) สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล (Learners are individuals) วัธีการศึกษาดลอดชีวิต คือคนที่ตระหนักได้ว่าความรู้เป็นสิ่งที่ไม่มีที่ และกระบวนการแสวงหาความรู้ตลอดเวลาจะเป็นพื้นฐานที่มั่นคง

2. ลักษณะของผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง

แนวความคิดของ สกเกอร์ (Skager 1978, 24-25) มี 7 ประการ ดังนี้

2.1 เป็นผู้ยอมรับตนเอง (Self-acceptance) หมายถึง มีเจตคติเป็นบวกกับตนเอง

2.2 มีการวางแผน (Painfulness) โดยรู้ถึงความต้องการในการเรียนของตนเองและวางแผนมุ่งหมายที่เหมาะสมและเป็นแผนงานที่มีประสิทธิภาพ

2.3 มีแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) ปราศจากสิ่งควบคุมภายนอก เช่น รางวัล

2.4 มีการประเมินตนเอง (Internalized evaluation) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยตนเองสามารถประเมินตนเองหรือให้ผู้อื่นประเมินได้

2.5 การเปิดกว้างต่อประสบการณ์ (Openness to experience) มีความใฝ่รู้อดทนต่อความคลุมเครือ ชอบสิ่งที่ยุ่งยากสับสน อาจทำให้เกิดแรงจูงใจในการทำกิจกรรมใหม่ๆ และทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่ๆ ยิ่งไปกว่านั้นการแสดงออกของประสบการณ์อาจจะสะท้อนองค์ประกอบทางด้านอื่นๆ อีกด้วย

2.6 การยืดหยุ่น (Flexibility) ซึ่งให้เห็นความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงเป้าหมายหรือวิธีการเรียน และใช้ระบบการเข้าถึงปัญหา

2.7 การปกครองดูแลตนเอง (Autonomy)

นอกจากนี้แล้ว นักวิชาการอีกท่านหนึ่งคือ กูกลีเอลมีโน (Guglielmino 1977, 1-7) ได้ศึกษาลักษณะนิสัยของผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีองค์ประกอบ 8 ข้อ คือ

2.8 การเปิดโอกาสต่อการเรียนรู้ (Openness to learning opportunities) เป็นผู้มีความอดทนต่อการเรียน รักการศึกษาค้นคว้า แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับคนอื่น ๆ ยอมรับในความผิดพลาดของตน

2.9 มโนคติของตนเองในด้านการเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ (Self concept as an effective learner) เป็นผู้มีความคิดรวบยอดด้วยตนเอง เป็นผู้ใฝ่ใจในการศึกษา รู้แหล่งวิทยาการที่จะใช้เมื่อต้องการ สามารถบังคับตนเองในสิ่งที่ควรทำสนุกกับการแก้ปัญหา

2.10 ความคิดริเริ่มและอิสระในการเรียนรู้ (Initiative and independence in learning) ทราบว่าตนเองต้องการเรียนอะไร และสามารถเรียนด้วยตนเองได้

2.11 ความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Informed acceptance of responsibility for one's own learning) เป็นผู้รู้จักตนเอง สามารถโยงเรื่องที่กำลังศึกษาให้สัมพันธ์กับเป้าหมายระยะเวลาที่ตั้งไว้

2.12 ความรักในการเรียนรู้ (Love of learning) รักการศึกษาค้นคว้ากระตือรือร้นที่จะเรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างมาก

2.13 ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) สามารถวิเคราะห์ได้ว่าตนเองควรหรือไม่ควรเรียนรู้อะไรบ้าง ค้นคิดวิธีการต่างๆ ในการเรียนเรื่องใหม่ๆ

2.14 การยอมรับการเรียนรู้ในอนาคต (Positive orientation to the future)

2.15 ความสามารถในการใช้ทักษะพื้นฐานการศึกษาและการแก้ปัญหา (Ability to use basic study skill and problem-solving skills) มีทักษะในการอ่าน การเขียน การฟังและการจำ ทราบเทคนิคในการเรียนและสนุกกับการแก้ปัญหา คิดว่าปัญหาเป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถ

รุ่ง แก้วแดง (2541, 87-89) ได้ทำนายอนาคตของการศึกษาว่าจำเป็นต้องอาศัยการศึกษาด้วยตนเองมากขึ้น โดยกล่าววาระบบการเรียนการสอนปัจจุบันเน้นและให้ความสำคัญกับรูปแบบการเรียนเฉพาะในระบบโรงเรียน หรือแม้กระทั่งการเรียนนอกระบบ โรงเรียนยังเน้นการเข้าฟังบรรยายและ

เข้าห้องสอน ขณะที่การเรียนตามอัธยาศัยซึ่งเป็นการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองนั้นยังไม่ได้รับความสำคัญเท่าใดนัก ควรที่จะต้องทำความเข้าใจให้คนไทยทุกคนยอมรับว่าการศึกษาในอนาคตไม่ใช่การศึกษาในโรงเรียน ไม่ใช่การศึกษานอกโรงเรียน แต่คือการศึกษาด้วยตนเองมากที่สุด หากเราศึกษาพุทธประวัติจะพบความจริงว่า ในยุคองค์พระสัมมาสัมพุทธเจ้าทรงศึกษาหาทางพ้นทุกข์นั้น ทรงเรียนรู้กับพระอาจารย์ฤาษีซึ่งเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งของการเรียนเท่านั้น แต่ในที่สุดพระองค์ก็ทรงพบว่า การศึกษากับฤาษีนั้นไม่ได้สอดคล้องกับความต้องการของพระองค์ พระองค์ทรงต้องการสิ่งที่ยิ่งใหญ่เหนือกว่าที่พระอาจารย์ฤาษีสอน จึงเสด็จออกไปทรงบำเพ็ญเพียรด้วยพระองค์เอง จนทรงค้นพบสังขารอันยิ่งใหญ่ วิธีการศึกษาของพระองค์ก็คือ “การเรียนรู้ด้วยตนเอง” และยังทรงสอนไม่ให้เชื่อเพราะได้ยินได้ฟังมา แต่ให้เชื่อเมื่อปฏิบัติแล้วพิสูจน์ได้ว่าเป็นความจริง

การเปลี่ยนแปลงที่ยิ่งใหญ่ที่สุดของระบบการศึกษาไทยในอนาคตก็คือ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนจัดทำหลักสูตรการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ระบบการศึกษาใหม่จะต้องจัดสิ่งอำนวยความสะดวกให้ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จึงจะถือว่าเป็นการปฏิวัติระบบการศึกษาที่ยิ่งใหญ่ที่สุด ที่ผ่านมามักให้ความสำคัญเฉพาะการเรียนในระบบโรงเรียน ในอนาคตจะต้องจัดให้ทุกคนได้เรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด ซึ่งนับว่าโชคดีที่ความก้าวหน้าของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาพร้อมกับการส่งเสริมให้ทุกสังคมเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ในยุคปัจจุบันพอดี และการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) ควรคำนึงถึงการวินิจฉัยความต้องการในการเรียนรู้ด้วยตนเอง พัฒนาเกณฑ์การเรียนรู้โดยการค้นคว้าหาคำตอบและการให้เหตุผล มองเป้าหมาย นโยบาย และแผนอย่างอิสระโดยปราศจากแรงกดดันจากผู้อื่น

แนวความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้

ธารา โภชน์ และ คำริสุข (2540) กล่าวว่า คนเราสามารถที่จะรู้และเข้าใจสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวได้ ซึ่งเป็นความรู้ที่เป็นไปทั้งทางตรงและทางอ้อม การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตลอดชีวิตของคน เริ่มตั้งแต่เกิดขึ้นจนกระทั่งตาย การเรียนรู้บางอย่างไม่ยุ่งยาก เพราะเป็นไปตามธรรมชาติ แต่บางอย่างการเรียนรู้ต้องอาศัยหลักการและกฎเกณฑ์ และไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ประเภทไหน หรือเกิดขึ้นในรู้แบบใด การเรียนรู้ทุกแบบก็เป็นเสมือนเครื่องมือช่วยแก้ปัญหาให้กับคน

เพ็งสกลิตย์ (2532) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนองบ่อยครั้งเข้าจนในที่สุดกลายเป็นพฤติกรรมที่ปรากฏขึ้นอย่างถาวรและลักษณะการเรียนรู้นี้เป็นลักษณะที่เกิดจากประสบการณ์หรือการฝึกฝนอันเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย โดยมีสมองหรือประสาทสัมผัสของมนุษย์เป็นจักรกลที่สำคัญ สมองจะมีการสะสมประสบการณ์ต่างๆ ไว้ในส่วนร่องของสมอง เมื่อนุคคลเผชิญกับปัญหาหรือประสบการณ์ใดๆ มนุษย์จะพยายามดึงเอาสิ่งเร้าที่ได้เก็บสะสมไว้ในร่องของสมองมาใช้ให้เป็นประโยชน์ โดยการแสดงออกอันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้

ภูมิพัฒน์ (2538) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการที่ทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อันเป็นผลมาจากประสบการณ์และการปฏิบัติฝึกฝน พฤติกรรมดังกล่าวจะต้องมีความคงทนพอสมควร ไม่ใช่พฤติกรรมที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากวุฒิภาวะ หรืออุบัติเหตุต่างๆ

สุวรรณแสง (2532) ได้กล่าวถึงสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ หรือ ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ดังนี้

1. ตัวผู้เรียน (Learner) หรือตัวแปรที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียน (individual variables) ตัวผู้เรียน หมายถึง ตัวผู้ที่อยู่ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นใครก็ได้ ไม่ได้หมายถึงเฉพาะนักเรียน นักศึกษาในสถาบันเท่านั้น ส่วนตัวแปรที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียนหรือองค์ประกอบที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียนหมายถึงวุฒิภาวะหรือความพร้อม (Maturation and readiness) ได้แก่

1.1 อายุ (age) นักจิตวิทยาพบว่า บุคคลที่พ้นจากวัยผู้ใหญ่แล้ว ยิ่งอายุมากขึ้นความสามารถในการเรียนรู้ยิ่งลดลงความจำไม่ดีเท่าวัยรุ่น แต่ก็มีสิ่งชดเชย เช่น ประสบการณ์ การใช้เหตุผลที่ดีขึ้น การควบคุมอารมณ์ดีขึ้น

1.2 เพศ (sex) ความแตกต่างในเรื่องเพศ เป็นสาเหตุให้ คนรายนแตกต่างกันในเรื่องการเรียนรู้ทักษะ เจตคติ ความสนใจ การแสดงพฤติกรรม

1.3 ประสบการณ์เดิม (experience) มีความสัมพันธ์อย่างหนึ่งในการเรียนรู้ การถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of learning) เป็นกระบวนการผลของการเรียนรู้บทเรียนหนึ่งมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ในบทใหม่

1.4 สมรรถวิสัย (capacity) คือ ขีดจำกัดสูงสุดของความสามารถของแต่ละบุคคล

1.5 ความบกพร่องทางร่างกายบางประการ (physical handicaps) ไม่ว่าจะเป็น หู ตา ประสาทสัมผัส หรือกล้ามเนื้อส่วนใดก็ตาม มีผลต่อการเรียนรู้มาก

2. บทเรียน (Task variables) ลักษณะของบทเรียน เป็นบทเรียนที่ง่ายและมีความหมาย ต่อชีวิตเขา เขาย่อมจำได้ดีและรวดเร็วกว่าบทเรียนที่ยากและไม่มีความหมาย

3. วิธีเรียน วิธีสอน (Methods of learning) วิธีการเรียนการสอนเป็นอีกประการหนึ่งที่จะทำให้การเรียนมีผลดีหรือไม่ ตัวแปรที่เกี่ยวกับวิธีเรียน (methods variables) ได้แก่ การฝึกฝน (practice) จะช่วยให้การเรียนรู้อุดหนุน

Mark A. May (1966 อ้างตาม ดำรงเกียรติศักดิ์ 2532) ได้รวบรวมผลการวิจัยพบว่าสิ่งที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ สัมพันธ์กับเทคนิคการผลิตสไลด์ทัศนูปกรณ์ คือ

1. สิ่งกระตุ้นหรือสิ่งเร้า ซึ่งได้แก่ เทคนิค กระบวนการที่ให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจหรือตั้งใจที่จะฟังต่อสาระสำคัญ และก่อให้เกิดความพยายามที่จะเรียน หรือตอบสนอง

2. แรงเสริม คือ เทคนิคที่ช่วยเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนสามารถจำสิ่งที่จะนำเสนอได้มากขึ้น

3. การทำให้ง่าย คือ กระบวนการหรือขั้นตอนที่ทำให้การนำเสนอมีประสิทธิภาพ เช่น

คำบรรยายที่อ่านง่าย ๆ การตัดต่อที่สัมพันธ์กับเรื่อง การซ้ำ หรือการเพิ่มภาพ (วาด) ประกอบการใช้ภาพหนึ่ง

William H. Allen (1969 อ้างตาม ดำรงเกียรติศักดิ์ 2532) ได้ รวมการตอบสนอง และการมีส่วนร่วมของนักเรียน เมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมบ่อยๆ โดยการทดสอบสิ่งเร้าบางอย่าง จะทำให้เกิดการเรียนรู้มากขึ้น

1. การสร้างสิ่งช่วยแนะนำความสนใจ การเรียนรู้จะดีขึ้นถ้ามีการสร้างสิ่งช่วยแนะนำความสนใจของผู้เรียนต่อเนื้อหาจุดใดจุดหนึ่ง โดยอาจใช้ภาพ หรืออุปกรณ์สร้างความสนใจอื่นๆ
2. การซ้ำสิ่งเร้า ผู้เรียนอาจเรียนรู้เนื้อหาได้ทั้งหมด ถ้ามีการนำเสนอเนื้อหาเหล่านั้นซ้ำสองครั้งหรือมากกว่าในรูปแบบเดิม หรือต่างออกไป
3. การจัดระเบียบ และการจัดชั้นตอนเนื้อหา การเรียนรู้จะดีขึ้นถ้ามีการจัดระเบียบเนื้อหาให้ดี โดยการสอนทักษะง่ายๆและยากขึ้นตามลำดับ
4. ความฉลาดของผู้เรียน ควรมีการผลิตสื่อการสอนเพื่อสนองระดับผู้เรียน 3 ประเภท คือ ฉลาดน้อย ปานกลาง มาก

แนวคิดเกี่ยวกับรูปภาพ

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน ได้มีการใช้รูปภาพประกอบการเรียนการสอนกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งก็เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าใช้ได้ดีกับผู้เรียนทุกระดับชั้น

Dwyer (1978 อ้างตาม เทียมทัน 2536) กล่าวถึง คุณสมบัติของสื่อประเภทรูปภาพไว้ 22 ประการ คือ

1. ช่วยเร้าความสนใจ ทำให้เกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และทำให้เกิดสมาธิ
2. ช่วยในการให้ผลย้อนกลับในการเรียนการสอน
3. ช่วยในการปรับปรุงแก้ไขการเรียนการสอน
4. เป็นการเสนอโอกาสให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายกระบวนการ หรือสถานการณ์การเรียนรู้ในหลายๆ มุมที่เป็นภาวะได้เปรียบ
5. ช่วยให้เกิดความจำได้ง่ายขึ้น
6. ช่วยกำจัดสิ่งที่เป็นอุปสรรคทางภาษา
7. ภาพช่วยสนับสนุนการตอบสนองที่เกิดขึ้นสำหรับสถานการณ์ใหม่
8. กระตุ้นให้เกิดการอภิปรายและคำถาม
9. ช่วยในการสื่อความหมายที่น่าเชื่อถือทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แน่นอนและสมบูรณ์
10. สามารถนำเข้าสู่กระบวนการ เหตุการณ์ สถานการณ์ วัตถุและการเปลี่ยนแปลง ในสถานที่ใดที่หนึ่ง หรือเวลาใดเวลาหนึ่ง ที่ไม่อาจจะเข้าถึงได้
11. ทำให้การจัดระบบการเรียนการสอนมีความยืดหยุ่น และหลากหลาย

12. ภาพประกอบตัวอย่างทำให้เกิดความชัดเจน และเสริมแรงในเรื่องของการสื่อความหมาย ด้วยคำพูดและสิ่งพิมพ์ ความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณ รายละเอียด ความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม
13. ภาพช่วยสรุปใจความสำคัญในบทเรียน
14. ภาพมีลักษณะเฉพาะที่แยกตัวโดดเด่นในการเรียนการสอน
15. สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน
16. เป็นสิ่งที่จะนำผู้เรียนให้คิดพิจารณาอย่างรอบคอบ และทำให้เกิดข้อสรุป
17. แสดงความสัมพันธ์ตำแหน่งของส่วนต่างๆ ได้
18. ช่วยให้ง่ายต่อการจำแนกรายละเอียดและแบ่งแยกความแตกต่างโดยตัวชี้หน้า
19. เอาชนะเวลาและระยะได้
20. เป็นสิ่งนำ จัดระบบ และเสนอสารสนเทศใหม่ๆ
21. เป็นตัวเน้น และเสริมแรงในการสอนแบบบรรยายและจากสิ่งพิมพ์
22. มีหน้าที่บูรณาการข้อเท็จจริง ทักษะและการวินิจฉัยวิเคราะห์

เพื่อนทอง (2534) ได้กล่าวถึงความสำคัญของภาพที่มีผลต่อการเรียนการสอนหลายประการ คือ ภาพสามารถช่วยดึงดูดความสนใจ และสร้างแรงจูงใจในการเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น เข้าใจเนื้อหาที่เขียนหรืออ่านได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น อีกทั้งใช้ประกอบการสรุปบทเรียน ทำให้ผู้เรียนจดจำสาระสำคัญของเนื้อหาได้ดีสามารถเปลี่ยนทัศนคติและช่วยในการตัดสินใจ

Weaver and bollinger (1959 อ้างตาม เทียมทัน 2536) ได้กล่าวถึงอิทธิพลของสื่อประเภทรูปภาพที่มีต่อผู้เรียน ดังนี้คือ

1. สามารถดึงดูดผู้เรียนและทำให้เกิดความสนใจ
2. ช่วยให้เกิดความคงทนในการจำและช่วยสร้างภาพในใจ
3. ช่วยจัดรูปแบบความคิดในใจให้ถูกต้อง
4. ช่วยในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ

ประโยชน์ของภาพประกอบเรื่อง

ภิบาลสุข (2524) กล่าวถึงคุณสมบัติของรูปภาพไว้ว่ารูปภาพเป็นสื่อการสอนที่มีบทบาทต่อการเรียนการสอนมาก ช่วยให้ผู้ดูหรือผู้เรียนเข้าใจเรื่องราวต่างๆ ได้ถูกต้องและรวดเร็ว

การจำ การลืม

ภูมิพัฒน์ (2538) ได้กล่าวว่า

1. การจำ (memory) เป็นกระบวนการต่อเนื่องกับการเรียนรู้ การเรียนรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่ผ่านมาจะถูกเก็บสะสมได้โดยกระบวนการจำ
2. พยายามนึกถึงสิ่งต่างๆที่เราจำได้ (recall)

3. อาศัยความคุ้นเคยในสิ่งนั้นรู้จักสิ่งนั้น เช่น เมื่อเป็นคนที่เคยรู้จักที่จำได้ว่าเคยพบเห็นกันมาก่อน

4. จำสิ่งที่เคยรู้มาแล้วแต่ลืมเลื่อนไป (relearning) เมื่อนำมาให้จำใหม่จะจำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าในการจำครั้งแรก

จันทน์เอม (2531) กล่าวว่า ความจำ คือ สถานภาพหรืออาการตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วออกมาแสดงให้เห็นอีกในปัจจุบัน หรือ การที่บุคคลสามารถถ่ายทอดสิ่งที่เคยรับรู้และเก็บเหตุการณ์ต่างๆ ที่ได้ประสบมาแล้วเอาออกมาได้อย่างถูกต้อง กระบวนการของความจำแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

1. perception คือ ขั้นตอนการรับรู้และเข้าใจ โดยผ่านประสาทสัมผัสต่างๆ
2. retention คือ การเก็บรักษา การรับรู้และความเข้าใจขั้น perception
3. reproduction คือ นำเอาสิ่งที่เก็บไว้ในขั้น retention ออกมาใช้ได้เสมอเมื่อต้องการ

การลืม (forgetting) คือ การลืมเหลวในการที่จะคิด เป็นผลเนื่องมาจากความไม่สามารถที่จะค้นคืน หรือเรียกสิ่งที่เรียนรู้แล้วมาใช้ ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น อาจไม่ได้สร้างรหัสบันทึกไว้ในความจำระยะยาว ผู้ที่เรียนไม่ได้ตั้งใจที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว จึงเป็นการเรียนรู้ที่ไม่มีความหมาย ลืมได้ง่าย

จันทน์เอม (2522) กล่าวว่า การลืมเป็นกระบวนการทางจิต ซึ่งหมายถึง การที่ผู้เรียนไม่สามารถนึกสิ่งที่เรียนมาแล้วได้ หรือนึกได้เพียงบางตอนเท่านั้น

ทรงวุฒิสิต (2529) กล่าวว่า การลืมเป็นการที่ไม่สามารถที่จะระลึกถึงเรื่อง หรือสิ่งที่เคยเรียนรู้หรือจำได้มาก่อนเป็นพฤติกรรมทางจิตใจที่อาจเกิดขึ้นได้ด้วยการตั้งใจ หรือไม่ตั้งใจ

ศักดิ์ศรี (2530) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการลืมน่า

1. จำนวนสิ่งที่จะจำมีมากเกินไปก็จำไม่ไหว
2. ไม่ได้ใช้ หรือไม่ได้ทบทวน การลืมเป็นการที่ความจำค่อยๆ จางไป
3. เวลาผ่านไปนักจิตวิทยาเชื่อว่าความจำย่อจะจางลงไปที่ละน้อย ตามเวลาที่เพิ่มขึ้น
4. การเลื่อนไป เป็นการเปลี่ยนแปลงความจำ กล่าวคือ จำคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง ของจริงเป็นสิ่งที่ใหม่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงของเดิม แล้วจำสิ่งใหม่ซึ่งไม่เหมือนของเดิมโดยแท้จริง
5. ความไม่สนใจ ทำให้เราลืมเรื่องสั้นได้เร็ว
6. การเปลี่ยนเจตคติและความสนใจของผู้เรียน ทำให้เรื่องที่เรียนแล้วถูกลืมไปได้ง่าย
7. ความเปลี่ยนแปลงในสภาพการณ์ เราอาจจำเรื่องได้ดีในสภาพการณ์อย่างหนึ่ง เมื่อสภาพการณ์เปลี่ยนแปลงไปเราอาจลืมเรื่องที่จำได้แต่เดิมไป
8. อารมณ์ เช่น ความกลัว ความระแวง ความประหม่า ทำให้คำพูดที่เตรียมไว้ไม่ออกมา
9. สถิติปัญญา คนที่เขาวัวปัญญาไม่ดีอาจลืมง่าย

สถานการณ์ที่ช่วยในการจำ

ภูมิพัฒน์ (2538) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ช่วยทำให้การจำที่มีประสิทธิภาพขึ้น

1. การสร้างภาพในสมองเพื่อช่วยให้นึกถึงง่ายขึ้น
2. การจัดระเบียบสิ่งที่จำ
3. การทบทวนด้วยตัวเอง
4. การท่องหลายๆ

กรีแสง (2526) ได้อธิบายถึงวิธีการช่วยให้เกิดการจำระยะยาวได้ดีขึ้น อาจแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness) เป็นการจัดบทเรียนให้เป็นระเบียบเป็นหมวดหมู่เกิดความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งทำได้ดังนี้

1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์ เป็นวิธีการสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายขึ้นช่วยในการจำบทเรียนที่ขาดความหมาย

1.2 การจัดเป็นระบบไว้ล่วงหน้า (advance organization) เป็นการสรุปโครงสร้างหรือกระบวนการที่เกี่ยวกับบทเรียนให้นักเรียนทราบก่อนการเรียนเนื้อหาวิชาในตอนนั้นๆ

1.3 การจัดลำดับขั้น (hierarchical structure) เป็นการจัดบทเรียนให้เรียนลำดับขั้นตอน

2. การจัดสถานการณ์ช่วยในการเรียนรู้

การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (Logical memory) ซึ่งเราจะสังเกตเห็นว่าในการจำคำที่มีความหมายนั้น แม้ว่าจะไม่ได้จัดให้เป็นหมวดหมู่ ก็จะจำได้ดีกว่าการจำคำไม่มีความหมายและในทำนองเดียวกัน หากเราจัดคำต่างๆ ให้เป็นระเบียบเป็นหมวดหมู่ก็จะจำได้ง่ายยิ่งขึ้น

หลักการการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ (Principles of manual muscle testing: MMT)

วิธีการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ เป็นสิ่งอธิบายถึงความสามารถของบุคคลในการทำการเคลื่อนไหว โดยทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งโดยเฉพาะ หรือเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อ เทคนิคการประเมินกล้ามเนื้อนี้ไม่ได้ให้ข้อมูลถึงความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อในการทำกิจกรรมประจำวันและมันก็ไม่ได้ให้ข้อมูลในเรื่องความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อมัดอื่นๆ ใน Synergistic pattern กล้ามเนื้อจะถูกทดสอบเป็นกลุ่มซึ่งมีความสัมพันธ์กับข้อต่อ แขน และ ระบาย ของ การเคลื่อนไหว ในการที่จะทำให้เกิดการหดตัวที่จะเคลื่อนไหวส่วนของร่างกาย ตัวอย่างเช่น กล้ามเนื้อ Hip flexor จะอยู่หน้าต่อแกนหมุนของข้อสะโพก (hip joint axis) และก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวในแนว Sagittal plane

MMT เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ตรวจความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งสามารถให้คำอธิบาย และค่าการตรวจวัดได้ MMT เป็นวิธีการที่ทำให้ทราบถึงความสามารถของอาสาสมัคร ในการหดตัวของ

กล้ามเนื้อชนิดเป็นมัด และกลุ่มของกล้ามเนื้อแบบทำงานภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary) การตรวจ MMT ทั่วไปนี้จะเป็นการวัดความแข็งแรงที่ไม่เหมาะสมสำหรับบุคคลที่ไม่สามารถทำกิจกรรมได้ หรือบุคคลที่ไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ ซึ่งความตึงตัวจะทำให้เกิดการพัฒนาในตัวกล้ามเนื้อเหล่านั้น ดังตัวอย่างเช่น ผู้ป่วยที่มีความบกพร่องของระบบประสาทส่วนกลาง มักพบการหดเกร็ง (Spasticity) ปรากฏออกมา ซึ่งเป็นอาการที่ไม่เหมาะสมในการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามก็ตามปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนในการตรวจวัดประเมินของอาสาสมัครในการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อที่ทำงาน (activity muscle) ทั้งการตอบสนองโดยการยืด (stretch reflex), แรงโน้มถ่วงของโลก (gravity) และการให้แรงต้านจากภายนอกด้วยมือ (manual resistance) MMT จะไม่น่าเชื่อถือ, ไม่สมเหตุ และไม่ตรงตามเป้าหมาย ตามขบวนการการตรวจทางกายภาพบำบัด ถ้าปัจจัยดังกล่าวไม่เหมาะสม

ความน่าเชื่อถือของ MMT นั้นสามารถยืนยันได้ด้วยวิธีการการตรวจซ้ำโดยนักกายภาพบำบัด โดยผลค่าการเปลี่ยนแปลงนั้นต้องไม่มากกว่าครึ่งหนึ่งของเกรดเดิม เทคนิคการวัดสำหรับการหาค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของอาสาสมัคร ต้องมีความพิถีพิถันในบริเวณของส่วนที่ให้แรงต้านด้วยมือ (manual resistance) และการกำหนดแรงที่ให้ ถ้ามีความแตกต่างของเกรดประมาณครึ่งหนึ่งของแต่ละเกรดจะเป็นที่ยอมรับได้ ถ้าการตรวจสอบซ้ำนั้นทำโดยผู้เชี่ยวชาญและค่าที่ได้ก็นั้นเหมือนกัน ในขณะที่นั้นจึงถือว่าการตรวจกำลังของกล้ามเนื้อมีความเชื่อถือ

ความน่าเชื่อถือจะเพิ่มขึ้น เมื่อมีการให้คำแนะนำการออกกำลังกายที่ชัดเจนแก่อาสาสมัคร นักกายภาพบำบัด อาจจะช่วยให้อาสาสมัครเข้าใจในวิธีการ โดยการทำการเคลื่อนไหวข้อต่อต่างๆ โดยการทำให้ (Passive motion) ก่อนการให้ทำการเคลื่อนไหวจริง แล้วทำการทดสอบข้างตรงกันข้ามของการทำนั้น พร้อมกับการแสดงและอธิบายการเคลื่อนไหวนั้น

Frese, Brown และ Norton ได้ทำการทดสอบเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ โดยการให้นักกายภาพบำบัด 11 คนทดสอบกล้ามเนื้อ Middle trapezius และ Gluteus medius ในข้างเดียวกันในผู้ป่วย 100 คน พบว่า ความน่าเชื่อถือระหว่างบุคคลจะลดลงในกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต่ำกว่าเกรด F เหมือนกับการศึกษาของ Beasley

วิธีการที่จะทำให้ได้มาตรฐานของ MMT ต้องทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้กับผู้ตรวจคนอื่น แรงต้านทานที่ให้สำหรับการตรวจกล้ามเนื้อในเกรด F+ ขึ้นไปนั้นต้องอาศัยความรู้สึกของตนเอง ประกอบกับการให้แรงต้าน โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Hand-held dynamometer

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จะมีความแม่นยำต่อเมื่อมีวิธีการทดสอบที่จำเพาะต่อกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์ของการตรวจ ความแม่นยำจะมีมากเมื่อมีการคลำตัวกล้ามเนื้อแต่ละมัด พร้อมกับยึด (Stabilize) ที่ส่วนต้น (Proximal) และป้องกันการใช้กล้ามเนื้อมัดอื่นแทน (Trick movement หรือ Substitution)

Lamb กล่าวไว้ว่า การตรวจกำลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวที่สามารถตั้งค่าสมมติฐานให้แก่เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจร่างกายในคลินิกของผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ข้อมูลจะเป็นสิ่งที่มีค่าน่าเชื่อถือน้อยกว่า งานวิจัยถือเป็นสิ่งสำคัญที่ทำในคลินิก การตรวจกำลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวแสดงปริมาณความถูกต้อง สิ่งที่จะตามมาจะทำให้เกิดวิธีการที่ทำให้ได้เป็นมาตรฐานและให้คำแนะนำหรือคำสั่งที่ชัดเจน ซึ่งจะช่วยในการตรวจกล้ามเนื้อแก่ผู้ตรวจ ค่าน่าเชื่อถือจะมีได้ยากขึ้นเมื่อผู้ตรวจทำการคาดคะเนในการให้แรงต้านแก่ผู้ที่เป็นผู้ถูกทดสอบว่าสามารถทำได้เท่าใด น้อย ปานกลาง หรือมาก ในขณะที่ทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ

การตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อ จะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในการตรวจเพื่อทดสอบความสมบูรณ์ของกล้ามเนื้อของการมีรอยโรคที่ประสาทส่วนปลาย (Peripheral nerve lesions) หรือความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal disorder) อย่างไรก็ตามชนิดการรักษาของผู้ป่วย โดยนักกายภาพบำบัดนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอด 30 ปีที่ผ่านมา และเทคนิคก็มีการพัฒนามากขึ้นเพื่อให้ประสิทธิภาพต่อการตรวจความแข็งแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อภายใต้อำนาจจิตใจ

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเป็นวิธีการที่ปฏิบัติโดยปกติโดยผู้รักษาในคลินิก ซึ่งในวิธีการกระทำนั้นจะเกี่ยวข้องกับคุณภาพมากกว่าปริมาณ วิธีการตรวจกำลังกล้ามเนื้อในปัจจุบัน ซึ่งใช้ในคลินิกจะไม่เพียงพอที่จะกระตุ้นหรือทำให้เกิดการปรากฏ และกำหนดปริมาณของความไม่สมบูรณ์ในความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ประโยชน์ของการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ

1. เพื่อเป็นการกำหนดพื้นฐานสำหรับการศึกษาใหม่หรือการเรียนรู้ใหม่ของกล้ามเนื้อ และการออกกำลังกาย นักกายภาพบำบัดควรใช้ข้อมูลนี้เพื่อพัฒนาวางแผนการรักษา และพิจารณาการให้โปรแกรมของผู้ป่วย เพราะว่าการตรวจกำลังกล้ามเนื้อจะเป็นตัวแสดงควมมีประสิทธิภาพของการรักษา และตัวประเมิน โปรแกรมการรักษา อีกทั้งยังสามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมก่อนการทำการผ่าตัดเคลื่อนย้ายกล้ามเนื้อ (Transfer Muscle) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อควรอยู่ในเกรด 4 ก่อนทำการผ่าตัด เพราะความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะลดลง 1 ระดับของเกรดภายหลังการผ่าตัดเคลื่อนย้าย (Transfer)
2. เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการที่จะให้ผู้ป่วยทำหน้าที่อย่างไร
3. เพื่อใช้ในการตัดสินใจในการให้ผู้ป่วยใช้เครื่องช่วย เช่น อุปกรณ์เทียม เฝือก และเครื่องช่วยในการเดิน เป็นต้น
4. เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการวินิจฉัยโรค ซึ่งบางโรคจะมีผลต่อกลุ่มกล้ามเนื้ออย่างชัดเจน พยาธิสภาพที่เส้นประสาทส่วนปลาย (Peripheral nerve) หรือ รากประสาท (Nerve root) อาจส่งผลให้กล้ามเนื้อ โดยการกระจายไปตามเส้นประสาทหรือตามพื้นผิวของร่างกาย เช่น โรคที่มีความผิดปกติของกล้ามเนื้อ และโรค Myopathies จะส่งผลต่อกล้ามเนื้อส่วนต้น หรือพยาธิสภาพที่ Ulnar nerve จะส่งผลต่อกล้ามเนื้อภายในมือ

5. เพื่อใช้ในการพยากรณ์โรคของผู้ป่วย การพัฒนาของผู้ป่วย คือ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งจะได้มาในขณะที่ทำการรักษา ซึ่งเป็นข้อชี้แนะสำหรับระดับความสามารถสูงสุดในการทำหน้าที่ของผู้ป่วยหลักการทั่วไปในการประเมินความแข็งแรง

เกรดของกล้ามเนื้อในการทดสอบกล้ามเนื้อ (MMT) แสดงถึงการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การทดสอบกล้ามเนื้อ (MMT) ถูกใช้ในการพิจารณากระดับของกล้ามเนื้อฝ่อลีบ ซึ่งมีผลมาจากโรค การระบอบ หรือการฝ่อลีบ เป้าหมายในการทดสอบกล้ามเนื้อ คือ การทดสอบที่แม่นยำ ถูกต้องที่สุดเท่าที่จะทำได้ ความรู้ทางกายวิภาคของมนุษย์และกายวิภาคศาสตร์ของการเคลื่อนไหวเป็นจุดสำคัญในการบรรลุเป้าหมาย ปัจจัยเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญในการทำให้นักกายภาพบำบัดทำการประเมินกำลังกล้ามเนื้อได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ได้แก่

1. กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา ชีวกลศาสตร์ ความรู้ในเรื่องตำแหน่งของโครงสร้างกล้ามเนื้อ และการทำให้มั่นคง
2. การกำจัดของการเคลื่อนไหวของการแทนที่
3. ทักษะการคลำและการให้แรงต้าน
4. ระวังการเคลื่อนไหวของแต่ละทิศทาง ซึ่งผู้ป่วยจะเข้าใจได้ง่าย
5. ทำตามวิธีการของการให้เกรดกำลังกล้ามเนื้อ
6. ประสิทธิภาพในการทดสอบกับกำลังกล้ามเนื้อปกติและระดับของการอ่อนแรง

เทคนิคของการทดสอบกล้ามเนื้อ ในการพิจารณาขั้นพื้นฐาน คือ การอธิบายขบวนการของการประเมินกำลังกล้ามเนื้อ การทดสอบกล้ามเนื้อ จะสำคัญมากในการตรวจทั่วไปของผู้ป่วยและการประเมินกำลังกล้ามเนื้ออย่างหายาๆ

ผู้ทดสอบต้องอธิบายวัตถุประสงค์ของการตรวจและให้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องทิศทางที่เคลื่อนที่ ระวังหรือส่วนที่ตรงข้ามที่ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่มีปัญหา ก็ควรจะตรวจด้านที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาเสียก่อน ไม่เพียงแต่จะให้อาสาสมัครรู้การเคลื่อนไหวเท่านั้นแต่ต้องตรวจเพื่อใช้เป็นค่าพื้นฐานในการเปรียบเทียบด้วย

พื้นที่ผิวของร่างกายหรือส่วนที่จะประเมินจะถูกเปิด แต่ละกล้ามเนื้อที่จะทำการทดสอบต้องถูกคลำ และการคลำจะไม่คลำผ่านถุงมือหรือผ่านเสื้อ หลีกเลี่ยงที่จะทำให้กล้ามเนื้อในการทดสอบบาดเจ็บ หากเป็นไปได้ให้ประเมินในส่วนที่ไม่เจ็บปวดให้อาสาสมัครก่อน นักกายภาพบำบัดต้องทำให้อาสาสมัครให้ความร่วมมือและมีความสนใจในสิ่งที่ให้ทำ เพื่อให้มีความแม่นยำในผลการทดสอบของกำลังกล้ามเนื้อ

ผลการประเมินกล้ามเนื้อแบบหายาๆ จะทำให้รู้กำลังกล้ามเนื้อของร่างกายทั้งหมด และทำให้นักกายภาพบำบัดตรวจกล้ามเนื้อที่ต้องการทั้งหมดได้ในหนึ่งท่าทางก่อนที่อาสาสมัครจะเปลี่ยนท่าทางเพื่อหลีกเลี่ยงการล้าและความไม่สะดวกสบาย

เกรด (Grading)

ผู้ทำการทดสอบต้องทราบสิ่งที่มีผลต่อการให้เกรดกำลังของกล้ามเนื้อ ซึ่งปัจจัยที่มีผลมีมากมายและมีความสำคัญมาก ระบบในการให้เกรดที่ใช้ในทางกายภาพบำบัดมักจะง่ายต่อการประยุกต์ปัจจัยในการพิจารณาขั้นพื้นฐานใน MMT มี 3 ข้อ คือ

1. น้ำหนักของระยางค์หรือส่วนปลายกับผลของแรงโน้มถ่วงของโลกต่อส่วนที่กำลังเคลื่อนไหว กล้ามเนื้อหดตัวในแนวนอนหรือขนานกับพื้นมีผลต่อแรงโน้มถ่วงของโลกเล็กน้อย บริเวณส่วนที่ทดสอบถูกรองรับบนพื้นผิวที่ราบเรียบ ดังนั้นแรงเสียดทานจะมีน้อยมากขณะเคลื่อนไหว

2. น้ำหนักของระยางค์ร่วมกับแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อระยางค์หรือส่วนของร่างกาย ในการเพิ่มแรงโน้มถ่วงบนระยางค์หรือส่วนของร่างกาย การเคลื่อนไหวที่อ้างอิงระนาบ Perpendicular ที่มีผลต่อแรงโน้มถ่วง

3. น้ำหนักของระยางค์ร่วมกับผลของแรงโน้มถ่วงและแรงต้านจากภายนอก ผู้ทำการรักษาต้องคำนึงถึงจุดที่ให้แรงต้านด้วยแรงที่สม่ำเสมอ แรงต้านจะให้โดยท่ามุมที่ถูกต้องกับแกนยาวของระยางค์ ขนาดและทิศทางของแรงต้านจะทำตรงข้ามกับการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ

ระบบของการให้เกรดของกำลังกล้ามเนื้อขึ้นกับปัจจัยเฉพาะหลายอย่าง ได้แก่

1. ขนาดของแรงต้านที่ให้กับกล้ามเนื้อที่จำกัดการเคลื่อนไหว แรงที่ให้จะเปลี่ยนโดยผู้ทดสอบในทิศทางที่ตรงข้ามกับกล้ามเนื้อออกแรงที่กำลังทดสอบ

2. ความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ให้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (เต็มช่วงการเคลื่อนไหว) ในการตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อ

3. การที่จะตรวจสอบว่ากล้ามเนื้อมีการหดตัวหรือไม่พิจารณาโดยการคลำและการสังเกต

4. เกรดจะขึ้นอยู่กับผลของแรงโน้มถ่วงและการให้แรงต้าน แรงโน้มถ่วงของการเคลื่อนไหวจะขึ้นอยู่กับท่าทางของผู้ป่วย กล้ามเนื้อจะหดตัวตั้งฉากกับแรงโน้มถ่วง ตำแหน่งที่ถูกอ้างอิงจะเรียกว่า Gravity – minimized (GM) เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวเคลื่อนต่ำลงต้านแรงโน้มถ่วง ตำแหน่งที่ถูกอ้างอิงถึงเรียก against – gravity (AG) จุด AG จะเกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนแรงต้าน

การทดสอบเกรดกล้ามเนื้อมาตรฐานจะเปลี่ยนตามประชากร การให้เกรดจึงขึ้นกับขนาดรูปร่างของผู้ป่วย อายุ เพศ และอาชีพ ยกตัวอย่าง เกรด 4 ของนักฟุตบอลมืออาชีพจะไม่เหมือนกับ เกรด 4 ของหญิงวัย 75 ปี หรือเด็กอายุ 3 ปี ผู้ทดสอบต้องคำนึงถึงความไม่แน่นอนของกล้ามเนื้อปกติ ดังนั้นก็จะเป็นการกำหนดที่ไม่ถูกต้องว่าเกรดอ่อนแรงเมื่อเทียบกับการทำหน้าที่ปกติของกล้ามเนื้อ ความแตกต่างพื้นฐานระหว่าง Lovett's (Daniels และ Worthingham) และ Kendall's method ของการให้เกรดโดยรวมแล้ว วิธีการให้เกรดของ Daniels และ Worthingham จะใช้การเคลื่อนไหวที่มีการใช้กล้ามเนื้อหลักและกล้ามเนื้อช่วยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมันจะให้กำลังกล้ามเนื้อในการทำหน้าที่มาก ส่วนวิธีของ Kendall จะค่อนข้างจำเพาะกล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวและกล้ามเนื้อในแต่ละส่วนของคนไข้ การทดสอบกล้ามเนื้อจำเพาะต้องการความรู้ทางกายวิภาคศาสตร์มากกว่าการทดสอบการเคลื่อนไหวภายใต้อำนาจ

จุดใจ การทดสอบ Kendall ให้ผลการทดสอบแม่นยำในหน้าที่ของกล้ามเนื้อ แต่ผู้ทดสอบ ไม่มีเวลามากพอในการทดสอบกล้ามเนื้อทั้งหมด

การทดสอบโดยวิธีของ Kendall ในแต่ละส่วนของระยางค์จะอยู่ในทิศทางเดียวกับเส้นใยกล้ามเนื้อในตำแหน่งส่วนกลางของตำแหน่งการเคลื่อนไหว (Middle range) และผู้ป่วยต้องต้านแรงค้างไว้ เทคนิคของ Kendall ขึ้นอยู่กับจุดที่ต้านแรงโน้มถ่วงของคนป่วยและใช้การช่วยในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ส่วนในเทคนิคของ Lovett ผู้ป่วยสามารถเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงและมีการหดตัวแบบ concentric หรือคงค้างไว้ในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว ขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวสิ้นสุด

เปรียบเทียบการให้เกรดกล้ามเนื้อ

Lovett	Kendall and mocreary	Medical research council
N (Normal)	100% เคลื่อนไหวค้างกับท่าที่ต้านแรงโน้มถ่วงต้านแรงต้านได้มากที่สุด	5
G ⁺ (Good Plus)	—	4 ⁺
G (Good)	80% ค้างท่าทางที่ต้านแรงโน้มถ่วงได้ ต้านแรงที่ให้น้อยกว่าแรงที่มากที่สุด	4
G ⁻ (Good Minus)	—	4 ⁻
F ⁺ (Fair Plus)	—	3 ⁺
F (Fair)	50% เคลื่อนไหวและค้างในท่าที่ทดสอบต้านต้านแรงโน้มถ่วงได้	3
F ⁻ (Fair Minus)	—	3 ⁻
P ⁺ (Poor Plus)	—	2 ⁺
P (Poor)	20% เคลื่อนไหวได้เล็กน้อยกับแรงโน้มถ่วงที่น้อยมาก	2
P ⁻ (Poor Minus)	—	2 ⁻
T (Trace)	5% กล้ามเนื้อหดตัวซึ่งดูได้จากการคลำ ไม่มีการเคลื่อนไหว	1
0 (Zero)	0% ไม่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อ	0

นักกายภาพบำบัดส่วนใหญ่ใช้ค่าของ Medical Research Council ซึ่งตัวเลขของมันง่ายต่อการจำและตีความหมาย เกรด 0, 1, 2 จะถูกทดสอบในตำแหน่ง GM ที่เหลือจะถูกทดสอบต้านแรงโน้มถ่วง (AG) แรงต้านถูกให้แบบ Isometric ในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว

ในระยะแรกๆ ระดับขั้นที่ได้จากการทดสอบโดยประสบการณ์ไม่ควรจะแตกต่างกันกว่าครึ่งระดับ เมื่อมีการใช้ครึ่งระดับแล้ว เช่นความแตกต่างของระดับ 3 เทียบกับระดับ 3⁺ ยังพอเป็นที่ยอมรับได้ แต่การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ ยังไม่ได้รับการรับรองจากผู้ชำนาญ ถ้าผู้ทำการทดสอบยังไม่ได้ตัดสินใจแน่นอนระหว่าง 2 ระดับ กรณีนี้จะดีกว่าถ้าบันทึกเกรดในขั้นที่ต่ำกว่า เพื่อให้กำหนดแผนการในการรักษาที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วย การบันทึกในระดับที่ต่ำกว่านั้นอาจจะใช้เป็นการกระตุ้นผู้ป่วย โดยแสดงถึงความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นในแต่ละครั้ง

องค์ประกอบที่มีผลกระทบต่อผลการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ

ผู้ทดสอบต้องทราบหรือตระหนักว่ากล้ามเนื้อและโครงกระดูกที่ไม่สามารถทำงานได้ หรืออ่อนแอลง เป็นเหตุให้กล้ามเนื้อมีการล้าและเร็วขึ้นกว่าปกติ การล้าเป็นเหตุผลที่จะทดสอบส่วนต่างๆ ของร่างกายหลายๆส่วนระหว่างการตรวจ 1 ครั้ง มากกว่ากล้ามเนื้อหลายๆมัด รอบๆข้อต่อเพียงข้อต่อเดียวหรือระยะยั้งเดียว เช่น ทดสอบกล้ามเนื้อมือบางมัดจากนั้นเปลี่ยนมาทดสอบที่ระยะยั้งจากนั้นค่อยกลับมาทดสอบที่ระยะยั้งส่วนแขน

ผู้ที่ไม่สามารถทดสอบได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว เพราะมีการจำกัดของข้อต่อมากกว่ากล้ามเนื้ออ่อนแรง เช่น ผู้ที่เป็นโรค Rheumatoid Arthritis อาจมีการจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อมือหรือข้อเข่า การทดสอบช่วงการเคลื่อนไหวสามารถอธิบายโดยการทำการเคลื่อนไหวให้ผู้ป่วยในช่วงที่เคลื่อนไหวของข้อต่อเป็นไปได้ ในสถานการณ์เช่นนี้ระดับช่วงการเคลื่อนไหวและระดับความแข็งแรง (range grade-strength) ถูกใช้บันทึกพร้อมกัน ซึ่งใช้ในการประเมินกล้ามเนื้อที่ไม่สามารถหดตัวได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหวทั้งหมด เนื่องจากมีการจำกัดข้อต่อแต่สามารถทำได้ดีในช่วงที่เคลื่อนไหวได้และสามารถเกร็งค้างต้านแรงภายนอกได้ ตัวอย่างเช่น มีการหดสั้นของกล้ามเนื้อหรือข้อต่อขาดความมั่นคงเราจะให้ระดับหนึ่ง การจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวควรที่จะประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย เช่น ถ้าเหยียดเข่าได้ 20 องศาและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า Quadriceps อยู่ในระดับที่ดี Good (4) ระดับช่วงระดับความแข็งแรงจะอยู่ในช่วง 20 องศา

เครื่องหมายคำถามในการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ ใช้เมื่อสภาพของความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในภาวะที่น่าสงสัย เช่น ถ้าผู้ป่วยมีการบาดเจ็บของข้อต่อที่ทำให้เกิดการจำกัดความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อ อาจทำเครื่องหมายคำถามไว้หรือเขียนลงในแบบฟอร์มการบาดเจ็บซึ่งไม่สามารถทำการทดสอบ

ท่าทาง (Position)

ท่าทางของผู้ป่วยในการทดสอบจะแปรผันตามกำลังกล้ามเนื้อที่ทดสอบ ความแข็งแรงและสภาพต่างๆ ไปของผู้ป่วยและส่วนที่ทำการทดสอบควรอยู่ในท่าที่สบายและมั่นคง ส่วนของร่างกายควร

มีการเปิดออกและมีการใช้ผ้าคลุม ในการตรวจร่างกายและการรักษาผู้รักษาอาจทำได้โดยไม่ใช้ท่ามาตรฐาน ท่ามาตรฐานมี 2 ท่า คือ GM และ AG ซึ่งอาศัยผลของแรงโน้มถ่วงของโลก

การทดสอบท่าไม่ต้านแรงโน้มถ่วง (Gravity – minimized: GM) และต้านแรงโน้มถ่วง (against – gravity: AG)

GM: การทดสอบในท่าที่แรงโน้มถ่วงของโลกมีผลต่อก้ามเนื้อลดลงหรือไม่มีเลย ในการกำหนดว่าไม่ใช้แรงโน้มถ่วงเป็นการใช้โดย Daniels ในการเคลื่อนที่จะไม่ถูกช่วยเหลือโดยแรงโน้มถ่วงหรือถูกต้านโดยแรงโน้มถ่วงของโลก พื้นผิวที่ใช้ทดสอบต้องเป็นพื้นผิวที่ลื่น อาจโรยด้วยแป้งเพื่อป้องกันแรงเสียดทาน ก้ามเนื้อที่หดตัวในลักษณะอและเหยียดในแนว Sagittal ซึ่งต้านแรงโน้มถ่วงของโลก ให้จัดการเคลื่อนไหวในแนวขวางกับพื้น สำหรับการทดสอบในท่า GM ซึ่งสามารถทำได้โดยให้ผู้ถูกทดสอบนอนตะแคงซึ่งจะไม่มีผลของแรงโน้มถ่วงในการหดตัวของก้ามเนื้อ

ก้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวต้านแรงโน้มถ่วงของโลกในแนว Coronal เป็นการทดสอบในแนวขวาง โดยให้ผู้ถูกทดสอบนอนในท่าคว่ำหรือหงายในการทดสอบ สำหรับท่า GM สำหรับก้ามเนื้อหุบและกาง ผู้ป่วยจะอยู่ในท่านี้ส่วนใหญ่ สำหรับการทดสอบก้ามเนื้อกลุ่มหมุนตัวนั้นท่า GM จะทำท่าที่ขนานกับแรงโน้มถ่วง

ผู้ทดสอบควรอยู่ในตำแหน่งที่มีผลต่อแรงโน้มถ่วงเป็นการทำงานด้านการทดสอบในส่วนต่างๆนี้ ผู้ทดสอบจะต้องต้านแรงโน้มถ่วงที่กระทำในทิศทางลง

การคลำ (Palpation)

การตรวจด้วยการคลำหรือสัมผัสเป็นส่วนหนึ่งของการประเมิน เป็นการประเมินการหดตัวของก้ามเนื้อที่จะทดสอบ จำนวนของนิ้วมือที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดของก้ามเนื้อหรือเอ็นที่จะทำการตรวจประเมิน ถ้าก้ามเนื้อเล็กใช้นิ้วกลางในการดูการหดตัวก้ามเนื้อเพราะเป็นนิ้วที่ไวต่อความตึงตัวมากที่สุด การตรวจด้วยการคลำหรือสัมผัสเป็นสิ่งจำเป็น ทำให้ผู้ตรวจสอบพบหรือทราบว่าการทดแทนโดยก้ามเนื้อรอบๆ ซึ่งไม่ใช่ก้ามเนื้อหลักที่ทำงานจริง

การให้แรงต้าน (Resistance)

การให้แรงต้านจะให้ในช่วงสุดท้ายของผลการทดสอบ หรือให้ตลอดช่วงการทดสอบ ในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของระยางค์ โดยให้แรงต้านในทิศตั้งฉากกับส่วนยาวของแกน แรงต้านอาจจะถูกให้ในช่วงผลสุดท้ายของช่วงการทดสอบขณะก้ามเนื้อทำ Isometric hold หรือ โดยตลอดช่วงการทดสอบก้ามเนื้อกำลังหดตัวแบบ Concentric

ผลในการประเมินของกำลังก้ามเนื้อจะแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ Isometric hold หรือ break test แสดงว่าก้ามเนื้อมีการทดสอบสูงกว่าการต้านที่ให้โดยตลอดช่วงในการทดสอบ

ในวิธีการอันใดอันหนึ่ง การให้แรงต้านอย่างค่อยเป็นค่อยไป ในช่วงเวลาที่กล้ามเนื้อของผู้ป่วยหดตัว และจากนั้นกล้ามเนื้อจะผ่อนคลาย

ความเชี่ยวชาญและความคงเส้นคงวาเป็นส่วนสำคัญในการให้แรงต้าน ควรใช้แรงที่ค่อย ในทางตรงกันข้ามของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการหมุนและให้ตำแหน่งที่ไกลที่สุดจากข้อต่อที่เคลื่อนไหว แต่ไม่ให้ข้ามข้อต่ออื่น ขนาดของแรงที่ให้สัมพันธ์กับเฉพาะบุคคล เพศ อายุ ขนาดร่างกายและการ ดำเนินชีวิต ตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อการประยุกต์การให้แรงต้าน ควรให้แรงต้านที่ส่วนปลายจากแกน ข้อต่อของการเคลื่อนไหว

การทำให้มั่นคง (Stabilization)

การทำให้มั่นคงด้วยแรงภายนอก หรือการทำให้ส่วนต้นคงที่ เป็นการให้แรงที่ให้ผลทาง ตรงกันข้ามกับการต้านที่ให้กับผู้ถูกทดสอบและเป็นการป้องกันการเคลื่อนที่ของส่วนอื่นๆ ที่ไม่ ต้องการ การทำให้เกิดความมั่นคงจะให้ที่ส่วนต้นขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวเคลื่อนที่ส่วนปลาย

การทดแทนการเคลื่อนที่ (Substitution)

การทดแทนการเคลื่อนที่จะปรากฏขึ้นเมื่อกกล้ามเนื้ออ่อนแอหรือเกิดการเคลื่อนไหวไม่ร่วมมือ กันหรือประสานสัมพันธ์กันของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกันหรือกล้ามเนื้อช่วย ในการเคลื่อนที่ หรือไม่เคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อหลัก (Agonist muscle) ผู้ถูกทดสอบจะใช้กล้ามเนื้ออื่นๆ เพื่อให้เกิดการ เคลื่อนไหว เมื่อกกล้ามเนื้ออ่อนแอการทำเคลื่อนไหวแทน โดยกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกัน ซึ่งจะพบ ได้ในคนปกติ เมื่อไรก็ตามที่นักกายภาพบำบัดใช้แรงต้านมากเกินไปในการทดสอบ ผู้ถูกทดสอบจะ ใช้กล้ามเนื้อทดแทนในการเคลื่อนที่ ตัวอย่างเช่น ในการประเมินการงอข้อมือถ้าให้แรงต้านมากเกินไป ผู้ถูกทดสอบจะใช้กล้ามเนื้อในการงอนิ้วแทน การจัดวางท่าทางที่เหมาะสมและมั่นคงสามารถลดขนาด การทดแทนการเคลื่อนไหว การตรวจการใช้การทดแทนการเคลื่อนไหวทำได้ด้วยการคลำหรือสัมผัส กล้ามเนื้อในขณะประเมิน

หลักการทั่วไปในการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อ

การทำการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อต้องอธิบายถึงผลที่ได้ ลำดับขั้นตอนในการทดสอบ การออก คำสั่งในการทดสอบที่กระทำต่อผู้ถูกทดสอบต้องอธิบายให้เข้าใจ ผลที่ได้จะถูกต้องและน่าเชื่อถือ

1. การทดสอบกล้ามเนื้อ อย่างแรกต้องนึกถึงเรื่องของท่าทางของผู้ถูกทดสอบซึ่งอาจจะอยู่ในท่า ที่ต้านการทำงานของกล้ามเนื้อหลัก (Agonist) หรือต้านแรงโน้มถ่วงของโลก ผู้ถูกทดสอบสามารถทำ ให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อได้สะดวกและการเคลื่อนไหวต้องถูกสังเกตได้อย่างง่าย กล้ามเนื้ออ่อน แรงปรากฏชัดเจนเมื่อไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นท่า อื่นได้ โดยเปลี่ยนเป็นท่าที่ไม่ต้านแรงโน้มถ่วงของโลก

2. ส่วนของร่างกายหรือส่วนที่จะทดสอบถูกเปิดและส่วนระยางค์ที่เหลือของร่างกายถูกอยู่ในท่าที่ผ่อนคลาย
3. หลังจากนั้นอธิบายวิธีการทดสอบและแสดงวิธีทำ, ผู้ตรวจสอบกำหนดช่วงของการเคลื่อนไหวที่สัมพันธ์กับกล้ามเนื้อที่จะทำการทดสอบ
4. ส่วนร่างกายหรือส่วนของระยางค์ที่เคลื่อนที่ถูกประเมินค่าตามแนวเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งในแนวเส้นใยกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อจะหดตัวได้ดีที่สุด
5. ก่อนการหดตัวของกล้ามเนื้อ นักกายภาพบำบัดทำการยึด (Fix) เพื่อให้ส่วนต้นเกิดความมั่นคง
6. เมื่อระยางค์ส่วนต้นมีความมั่นคงแล้วให้ผู้ถูกทดสอบเคลื่อนที่ของระยางค์ส่วนปลาย ให้เคลื่อนไหวให้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
7. ในระหว่างการหดตัวของกล้ามเนื้อ, ผู้ตรวจสอบสังเกตการเคลื่อนไหวและการทำงานของกล้ามเนื้อโดยการคลำบริเวณเอ็นหรือตัวกล้ามเนื้อ เพื่อหลีกเลี่ยงการทำงานของกล้ามเนื้อตัวอื่นๆ
8. ผู้ตรวจสอบใช้การประยุกต์แรงที่ให้ความต้านทานกับกล้ามเนื้อที่สามารถต้านแรงดึงดูดของโลกได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว แรงต้านต้องมั่นคง ราบเรียบ แรงต้านถูกใช้ให้ที่ส่วนปลายสุดโดยไม่ให้ข้ามข้อต่อ, ในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนไหว
9. ขั้นสุดท้ายในการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ คือการบันทึกระดับ วันและการเริ่มต้นการทดสอบในแบบฟอร์ม
10. การประเมินคุณภาพของผู้ป่วยจะได้มาจากแบบบันทึกและแผนการรักษาของผู้ป่วยที่ได้พัฒนามาจากตอนนั้น

หลักการของการวัดในการตรวจประเมินการเคลื่อนไหว

ทางคลินิกมีการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือใช้วัดที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่ของข้อต่อ กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อของมนุษย์ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานทางกายภาพบำบัด ซึ่งการประยุกต์การวัดต้องอาศัยความรู้ทางด้านเทคนิค ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับร่างกายมนุษย์และการพัฒนาเป็นอย่างดีในการฝึกทักษะจะทำให้ นักกายภาพบำบัด สามารถใช้เครื่องมือได้ชำนาญขึ้น

ในการตรวจประเมินต้องการความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความถูกต้อง (Validity) เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการใช้เครื่องมือของนักกายภาพบำบัด เพื่อใช้ให้เหมาะสมกับแผนที่ใช้ในการรักษา

Goniometer

เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันทั่วไปใช้ในการวัด ประเมินค่าและใช้เป็นแนวทางการรักษาของนักกายภาพบำบัด นักกายภาพบำบัดเริ่มใช้เมื่อ ค.ศ. 1920 ในการประเมินช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ การวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อทำให้ทราบถึงความสามารถในการทำงานของข้อต่อ แคลปซูล เอ็นกล้ามเนื้อ หรือ เส้นเอ็น พื้นที่ผิวของข้อ เนื้อเยื่อ ซึ่งเหล่านี้มีบทบาทสำคัญต่อช่วงการเคลื่อนไหวของ

ข้อต่อ อองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อในแต่ละข้อต่อจะมีองศาอิสระในการเคลื่อนไหว ถ้าข้อต่อเคลื่อนไหวในระนาบเดียว รอบแกนเดียว เรียกได้ว่าข้อต่อนั้นมีองศาอิสระในการเคลื่อนไหว 1 องศาของการเคลื่อนไหวอิสระ ถ้าข้อต่อเคลื่อนไหวได้ใน 2 ระนาบ รอบแกน 2 แกน ข้อต่อนั้นจะมี 2 องศาของการเคลื่อนไหวอิสระ และถ้าข้อต่อนั้นเคลื่อนไหวได้ใน 3 ระนาบ รอบแกน 3 แกน ข้อต่อนั้นจะมี 3 องศาของการเคลื่อนไหวอิสระ

วัตถุประสงค์ของการประเมินช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ

1. เพื่อให้ได้ช่วงการเคลื่อนไหวขณะนั้นที่ถูกต้องเหมาะสมกับข้อต่อนั้นๆ และเปรียบเทียบกับช่วงการเคลื่อนไหวที่ปกติของผู้ป่วย ข้อมูลที่ได้ช่วยให้นักกายภาพบำบัดใช้วางแผนการรักษาเพื่อเพิ่ม, หรือลดการรักษาช่วงการเคลื่อนไหว
2. ช่วยวินิจฉัยและกำหนดหน้าที่การทำงานของข้อต่อ โดย goniometer สามารถประเมินได้ว่าการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อแต่ไม่ได้แยกแยะความสูญเสียหน้าที่ ในกรณีที่มีการเคลื่อนไหวน้อยกว่าปกติ หรือมากกว่าปกติ จะมีผลกระทบต่อการทำงานของวัฏจักรประจำวัน การที่มีช่วงการเคลื่อนไหวมากกว่าปกติ หมายถึง โครงสร้างรอบๆ ข้อห้อยน ขณะที่การที่มีช่วงการเคลื่อนไหวน้อยกว่าปกติ หมายถึง ข้อต่อมีการยึดติด เช่น ในคนที่มีการจำกัดการเคลื่อนไหวอยู่ที่ 70- 80 องศา จะทำให้เดินขึ้นบันไดได้ลำบาก
3. ใช้ประเมินสภาวะผู้ป่วยหลังได้รับการรักษาและเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้นั้นกับข้อมูลก่อนได้รับการรักษา หรือข้อมูลในครั้งแรก นอกจากนี้ยังใช้ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมการรักษา เช่น ถ้ารักษาแล้วช่วงการเคลื่อนไหวไม่เพิ่มขึ้นก็ควรเปลี่ยน โปรแกรมการรักษาใหม่
4. เพิ่มความสนใจ และดึงดูด ให้ผู้ป่วยในการรักษา ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะพยายามทำหรือร่วมมือมากขึ้นเพื่อการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหว
5. เป็นข้อมูลที่ใช้เพื่อส่งต่อการรักษาต่อบุคลากรอื่น ๆ

ปัจจัยสำคัญของ Goniometer ที่ใช้ในการตรวจประเมินผู้ป่วย

1. ความน่าเชื่อถือ

ในการใช้ Goniometer ของนักกายภาพบำบัดต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ ปัจจัยซึ่งช่วยพัฒนาความน่าเชื่อถือมีหลายปัจจัย เช่น การกำจัดความตึงตัวที่เกิดจากเสื้อผ้า, ท่าทาง, การวัดในช่วงเวลาเดียวกันของวัน
2. อายุ

ผู้ที่มีอายุน้อยกว่าจะมีช่วงการเคลื่อนไหวที่มาก Bell และ Hoshizak พบว่าช่วงการเคลื่อนไหวที่วัด ได้มากที่สุดของผู้ถูกทดลองจะอยู่ที่ช่วงอายุ 20-30 ปี

3. เพศ

เมื่อวัดช่วงการเคลื่อนไหวเปรียบเทียบระหว่าง ชาย-หญิง พบว่าช่วงการเคลื่อนไหวของหญิงจะวัดได้ช่วงองศาที่มากกว่าของผู้ชาย แต่ยังไม่มีการรับรองผลที่แน่นอน

4. โครงสร้างข้อต่อ

รูปแบบช่วงการเคลื่อนไหว ที่ผิดปกติที่สามารถพบได้ คือ ช่วงการเคลื่อนไหวที่มากกว่าปกติ (Hypermobile) หรือโครงสร้างรูปร่างของร่างกาย มีผลต่อการเคลื่อนที่ของข้อต่อ เช่นในเรื่องความยืดหยุ่นของเอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) และ เอ็น (ligament) ที่พาดผ่านข้อต่อ โครงสร้างของข้อต่อจะถูกจำกัดโดย เอ็น, แคลปซูล, เส้นเอ็น, เนื้อเยื่อ หรือโครงสร้างของตัวกระดูก การเคลื่อนที่ที่ถูกจำกัดโดยขนาดของกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อ, เอ็น, เส้นเอ็น, แคลปซูล เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ได้แก่ การมีคุณสมบัติในเรื่องของความยืดหยุ่นสามารถหดตัวได้ ดังนั้นกล้ามเนื้อรอบๆ ข้อต่อสามารถถูกยืดและหดได้ ถ้าบริเวณผิวหน้าของข้อต่อมีรอยโรค/เนื้องอก หรือได้รับบาดเจ็บจะส่งผลให้การเคลื่อนไหวของข้อต่อมีช่วงการเคลื่อนไหวที่น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้างปกติ โดยปกติข้อต่อขนาดเล็กจะมีช่วงของการเคลื่อนไหวในช่วงสุดท้ายอยู่นอกเหนืออำนาจจิตใจ การเคลื่อนไหวส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานของข้อต่อขนาดใหญ่ ทำให้ไม่สามารถวัดองศาการเคลื่อนไหวได้จากการทำ active movement แต่สามารถวัดได้จากการ passive movement การวัดองศาการเคลื่อนไหวโดยใช้ goniometer ขณะทำ passive movement จะต้องดู end feel ด้วย เช่น เมื่อข้อต่อถูกจำกัดช่วงการเคลื่อนไหวในช่วงสุดท้ายของการทำ passive movement จะเกิดแรงต้านนี้ขึ้นภายในข้อ ทำให้นักกายภาพบำบัดทราบได้ว่าข้อต่อถูกจำกัดลักษณะใด

5. ความถนัด

จากการวิจัยพบว่าด้านซ้ายและด้านขวาของร่างกายมนุษย์ เมื่อทำการวัด ROM ในคนปกติค่าที่ได้ระหว่างทางด้านซ้ายและด้านขวา ค่าที่ได้จะแตกต่างกันเล็กน้อยซึ่งถือว่าไม่แตกต่างกันเลยก็ได้

6. ชนิดของการวัดการเคลื่อนไหว

แบ่งเป็น

- Active ROM เป็นการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของอาสาสมัคร โดยให้อาสาสมัครทำการเคลื่อนที่ของข้อต่อต่างๆ เอง นักกายภาพบำบัดทำการวัดมุม

- Passive ROM เป็นการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของอาสาสมัครโดยนักกายภาพบำบัดเป็นคนทำการเคลื่อนที่ให้และทำการวัดด้วย วิธีนี้เป็นที่นิยมเนื่องจากขณะวัดจะไม่มีแรงต้านจากอาสาสมัครในการเคลื่อนไหว และค่าที่วัดได้เป็นค่าความสามารถที่แท้จริงของข้อต่อ เนื่องจาก soft tissue ถูกยืดเต็มที่

Norkin และ White เปรียบเทียบระหว่าง passive และ active ROM พบว่าช่วงของการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้ผลที่ต่างกัน เนื่องจากโครงสร้างของข้อต่อและความสามารถของอาสาสมัครในการเคลื่อนไหวข้อต่อเอง

ข้อเสนอแนะในการวัด ROM โดยใช้ Goniometer

เลือก Goniometer ให้เหมาะสมกับขนาด, รูปร่างของข้อต่อที่จะทำการวัด Goniometer เป็นอุปกรณ์การวัดที่ประกอบด้วย Protractor และแขนที่มีแขน 2 แขน คือ Moving arm กับ Stationary arm ต่อกันมาจาก Protractor ที่บอกองศาการวัดไว้ Goniometer สร้างขึ้นเพื่อประเมินและวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อทุกส่วนของร่างกาย ทำได้ง่ายๆ จากพลาสติกให้เหมาะสมกับขนาดของข้อต่อ และวิธีการวัดจะวางตำแหน่งของ Goniometer ไว้บริเวณด้านข้างของข้อต่อที่ทำการวัด

Goniometer คัดแปลงมาจากไม้บรรทัด โดยสร้างให้ Goniometer มีผลกับแรงโน้มถ่วงของโลก scale มี 360 องศา บอกค่าการเคลื่อนไหวแบบขีดบน Protractor จะช่วยให้การอ่านค่าและกำหนดตำแหน่งได้เร็วและแม่นยำ

ในปี ค.ศ. 1959 electric Goniometer ถูกสร้างโดย Kapovich ซึ่งพัฒนามาจาก Electromyograph machine มีลักษณะแขน 2 แขน และมีส่วนของ Protractor เรียกว่า Potentiometer ใช้วัดส่วน Proximal และ Distal ของร่างกาย โดยวัดจากแรงต้านสะท้อนของข้อต่อ แต่ข้อเสียคือใช้ยากและเสียเวลา ส่วนค่าที่ได้จะถูกต้องแม่นยำ

ในทางคลินิกจะนิยมใช้ Universal Goniometer ซึ่งเป็นแบบพลาสติก สร้างโดย Wainardi ในปี 1952 ประกอบด้วย 2 แขน คือ Stationary arm และ Moving arm

Goniometer มี Protractor แบบเต็ม (360 องศา) และแบบครึ่ง (0 - 180) องศา Goniometer ที่มี Protractor แบบครึ่งจะใช้ได้ง่ายกว่าแบบเต็มวง เช่นในกรณีที่อาสาสมัครอยู่ในท่านอน Stationary arm ของ Goniometer จะถูกยึดไว้กับส่วนของร่างกาย และ Moving arm จะเคลื่อนไปตามส่วนที่มีการเคลื่อนไหว (กรณีที่ใช่แบบเต็มวง) แต่ในกรณีที่ใช่แบบครึ่งวงแขนทั้งสองสามารถเปลี่ยนกันได้

Goniometer ขนาดใหญ่จะมีขนาดของแขน 12 - 16 นิ้ว ใช้สำหรับวัดข้อต่อขนาดใหญ่ เช่น การวัดข้อมือ ข้อเท้า ส่วน Goniometer ขนาด 6 - 8 นิ้วใช้สำหรับวัดข้อต่อขนาดเล็ก กลาง และสามารถประยุกต์ใช้ได้หลายข้อต่อ

นิ้วมือและนิ้วเท้า จะใช้ Goniometer แบบเฉพาะ หรือแบบที่แขนของ Goniometer มีขนาด ½ - 1 นิ้ว เครื่องมืออื่นๆ เช่น สายวัด ไม้บรรทัด ใช้ประเมินช่วงการเคลื่อนไหวของลำตัวและสะบัก สายวัดที่ใช้ควรจะไม่ยืดหยุ่นมากเกินไป

หลักการทำการวัด ROM

Passive ROM การวัดการเคลื่อนไหวแบบ Passive ใช้ในกรณีของผู้ป่วยที่มีการถูกจำกัด โครงสร้างของข้อต่อมาก ๆ และเคลื่อนไหวได้น้อยหรือไม่ได้เลย

ท่าเริ่มต้น: ใช้ท่า Anatomical position เป็นตำแหน่ง 0 องศาทุกท่า ยกเว้นการหมุนไหล่และสะโพก การคว่ำมือ/หงายมือ จะทำให้ง่ายต่อการแยกเคลื่อนไหวและผู้ป่วยจะอยู่ในท่าที่มั่นคง อาสาสมัครสามารถเคลื่อนที่ได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ทำให้ soft tissue หลวมไม่จำกัดการ

เคลื่อนไหว และตำแหน่งของนักกายภาพบำบัดจะต้องอยู่ที่ระดับสายตาในการอ่านค่า scale เพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและแม่นยำ

Alignment: การวางตำแหน่ง Goniometer ควรวางอยู่ด้านข้างทางด้านนอกของข้อต่อที่จะทำการเคลื่อนไหว

Axis ของ Goniometer: ควรอยู่ระหว่างแขนทั้ง 2 ข้างของ Goniometer วาง Axis ให้ตรงกับ Axis ข้อต่อที่จะทำการวัด การวาง Axis ที่ถูกต้องมีส่วนสำคัญมากในการอ่านค่า บันทึกผล และประเมินผล

Moving arm ของ Goniometer จะวางขนานไปกับส่วนของร่างกายจะเคลื่อนตามแนวยาวทางด้านนอก นักกายภาพบำบัดควรคลำตำแหน่งก่อนวาง Axis จากนั้นเคลื่อน Moving arm ไปตามส่วนของข้อต่อที่จะทำการทดสอบ โดยปลายของ Moving arm จะต้องตรงข้ามกับแนว Proximal ของข้อต่อนั้น

Stationary arm ของ Goniometer อยู่ทางด้านส่วนต้นของร่างกายที่ไม่มีการเคลื่อนไหว โดยวางเหนือข้อต่อที่จะทำการเคลื่อนไหว

การแสดงจำนวนของช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Numerical expression of joint range of motion)

นักกายภาพบำบัดส่วนใหญ่ใช้ระบบการวัดช่วงการเคลื่อนไหวตั้งแต่ 0-180 องศาซึ่งถูกเสนอโดย Silver ในปี ค.ศ. 1923 และเป็นวิธีของ American academy ทางศัลยกรรมกระดูก ในท่าเริ่มต้นของผู้ทดสอบนั้นจะเท่ากับ 0 องศาในอุปกรณ์การวัด (ยกเว้นการวัดการหมุน) การเคลื่อนไหวจะถูกทำโดยผู้ทดสอบและ Goniometer จะอยู่ที่ 180 องศา ยกตัวอย่างท่าเริ่มต้นการเคลื่อนไหวช่วงการเคลื่อนไหวของข้อศอกอยู่ที่ 0 องศาของการเหยียดศอก ข้อศอกจะงอตามความโค้งของการเคลื่อน Goniometric ผ่านช่วงของการเคลื่อนไหวปกติเท่ากับ 145 องศา เมื่อการเคลื่อนไหวของข้อต่อเพิ่มขึ้นจำนวนของ scale ก็ จะเพิ่มมากขึ้น

การบันทึกการวัด

วิธีการบันทึกค่าช่วงการเคลื่อนไหวจะมาจากตาราง Chart, กราฟการบันทึกค่าของการวัดที่นิยมมากที่สุดคือวิธี 0-180 องศา ช่วงการเคลื่อนไหวเริ่มต้นและช่วงสุดท้ายของแต่ละช่วงจะเริ่มต้นในท่ากายวิภาคซึ่งให้มิต่ำอยู่ที่ 0 องศา ยกเว้นการเคลื่อนไหวของการหมุนไหล่, ข้อสะโพก และการเคลื่อนไหวของข้อเท้าซึ่งในกรณีนี้การเคลื่อนไหวจะเริ่มที่ 90 องศา

ตัวอย่างการทดสอบการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้า Goniometer อยู่ที่ 90 องศา ในท่าที่สบาย (preferred position) ซึ่งถูกบันทึกเป็น 0 องศา เมื่อทำการกระดกข้อเท้าขึ้น ค่าที่ Goniometer แสดงตัวเลขเป็น 100 องศา การบันทึกจะบันทึกเป็น 10 องศา ตามการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้า สำหรับรายละเอียดในการวัดและบันทึกช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อนักกายภาพบำบัดต้องมีความ

แม่นยำในการวาง Goniometer ว่าอยู่ในท่าที่จำเพาะหรือท่าที่แตกต่างออกไป การใช้ท่าทางเลือก (alternate position) จะจดด้วยเครื่องหมายคอกจัน * พร้อมทั้งบอกเหตุผล แม้แต่ค่าที่เบี่ยงเบนไปจากมาตรฐาน อย่างเช่น Active range จากความเจ็บปวดหรือแม้แต่ปัจจัยต่างๆที่จำกัดการเคลื่อนไหวควรจะบันทึกและอธิบายด้วย

Goniometer จะวัดและอ่านค่ามาจากการทำการเริ่มต้นและการสิ้นสุดของแต่ละการเคลื่อนไหว Goniometer จะเคลื่อนตามการเคลื่อนไหวของผู้ทดลองและค่าจะปรากฏขึ้นหลังจากสิ้นสุดการเคลื่อนไหว ถ้าผู้ทดสอบสนใจในค่าการเคลื่อนไหวสุดท้าย ก็มีเพียงการวัดเท่านั้นที่ต้องการ การวัดนั้นมีจุดเริ่มต้นที่ 0 ตัวเลขขององศาการเคลื่อนไหวไม่ใช่ 0 เมื่อทำการบันทึก ถ้ามีการจำกัดการเคลื่อนไหวของผู้ทดลองจากการเคลื่อนไหวเริ่มต้นไปที่ preferred position จำนวนของการจำกัดจะถูกวัดและถูกบันทึกเป็นองศา ค่าการเคลื่อนไหวและวันที่บันทึกจะถูกบันทึกโดยนักกายภาพบำบัดตั้งแต่การทดสอบครั้งแรกเป็นองศา

ขั้นตอนการวัด

1. ให้ผู้ถูกวัดอยู่ในท่าทางที่เหมาะสมซึ่งควรจะอยู่ในท่ากายวิภาค ยกเว้นการหมุนที่ข้อไหล่และข้อสะโพก การเคลื่อนไหวเองของแขนท่อนล่าง ส่วนที่จะถูกวัดควรเปิดให้เห็นและไม่ถูกจำกัดหรือถูกควบคุม
2. อธิบายและสาธิตการเคลื่อนไหวให้กับผู้ถูกวัด
3. ทำการเคลื่อนไหวแบบ passive 2-3 ครั้ง เพื่อจำกัดการทำงานแทนกัน (substitution) และการดึงตัวของกล้ามเนื้อที่จะทำการวัด
4. ยึดให้ส่วนต้นของร่างกายอยู่นิ่ง
5. หาจุดหมุน โดยการคลำตำแหน่งของกระดูกทางด้านข้างของข้อต่อ
6. Stationary arm ของ Goniometer ขนานกับ longitudinal axis ของส่วนต้นของร่างกาย
7. Moving arm ขนานไปกับ longitudinal axis ของส่วนที่เคลื่อนไหว
8. กำหนดแกนของการเคลื่อนไหวโดยแยก midline ออกเป็นสองส่วน กาง Goniometer ไว้แต่ไม่วาง Goniometer ไว้ห่างจากผู้ถูกวัดและไม่ดันตัวกล้ามเนื้อ จะทำให้ได้ค่าคาดเคลื่อนหรือจำกัดการเคลื่อนไหว ถ้าคุณไม่สามารถกาง Goniometer ไว้ได้ให้ใช้แขนท่อนล่างด้านเอาไว้
9. ดู Goniometer และอ่านค่าเริ่มต้นและค่าสุดท้ายของแต่ละการเคลื่อนไหว ย้าย Goniometer ออกจากผู้ถูก

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

บุญสืบ พันธุ์ดี (2537) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของยีน โดยทดสอบประสิทธิภาพของ

บทเรียนด้วยเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา พบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ 90.36/90.00 และเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 คน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

มนต์ชัย เทียนทอง (2539) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับอบรมครู-อาจารย์และนักฝึกอบรม เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับอบรมครู-อาจารย์และนักฝึกอบรม เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยกำหนดประสิทธิภาพ 85/85 และภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นแล้ว ผู้ใช้ต้องสามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 70 % ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.23/85.64 และหลังจากผู้เรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว สามารถสร้างบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

สมหวัง แสงสุวานนท์ (2540) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษระหว่างการใช้ชุดการสอนและการสอนปกติกับนักศึกษาผู้ใหญ่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนผู้ใหญ่วัดเวฬุวนาราม เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร พบว่า ชุดการสอนที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานที่ 83.31/83.12 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเกินกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สมศักดิ์ จีวีพัฒนา (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการสื่อสารข้อมูลตามหลักสูตรคอมพิวเตอร์ศึกษาของสถาบันราชภัฏ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างและประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 91.61/87.64 และพบว่าบทเรียนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สามารถนำบทเรียนไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ภูวนาด แก้วมณีรัตน์ (2543) ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบของร่างกาย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ หาประสิทธิภาพของบทเรียนด้วยเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเปรียบเทียบความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียน รวมทั้งเพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ และความคิดเห็นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีต่อบทเรียน จากการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.16/81.03 ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์สูงกว่าก่อนเรียนเมื่อจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียน รวมทั้งความคงทนในการเรียนรู้มีสูงขึ้น

ภัคจิรา กลิ่นชะเอม (2545) ทำการศึกษาเพื่อประเมินคุณภาพและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการสร้างข้อมูลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซล พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศักดิ์ ศติกุลกมล (2546) ทำการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องโทรทัศน์ จากการศึกษาพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าที่กำหนด มีค่าเท่ากับ 91.30/94.16

สุพัตรา ธิชัย (2546) ได้ทำการศึกษาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา 2 “Anatomy and Physiology of Skeletal Muscular System” ของนักศึกษาพยาบาลชั้นปี 1 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 90.17/90.12 นักศึกษาที่เรียนเสริมด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและนักศึกษามีเจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับดี

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantity Research) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับการเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การตรวจกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยเอกสารประกอบการเรียนของนักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 1 และเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Quality Research) เพื่อหาเจตคติและความพึงพอใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนต่อไปนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ที่จะต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 49 คน ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับการเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การตรวจกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยเอกสารประกอบการเรียน และนักศึกษากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน เพื่อหาเจตคติและความพึงพอใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ประกอบไปด้วย

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับการเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การตรวจกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” เป็นนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 19 คน

2. การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยเอกสารประกอบการเรียนเป็นนักศึกษากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ต้องลงทะเบียนเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน

การได้มาของตัวอย่าง 30 คน มีลำดับขั้นตอนดังนี้

- นำระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPAX) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 30 คน มาเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย แล้วแบ่งนักศึกษาออกเป็น 6 ระดับตามความสามารถทางการเรียน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงความสามารถทางการเรียนของประชากร จำนวน 30 คน

ระดับผลการเรียนเฉลี่ย	จำนวน (คน)
3.50 – 4.00	4
3.00 – 3.49	4
2.50 – 2.99	12
2.00 – 2.49	8
1.50 – 1.99	2
1.00 – 1.49	

- แบ่งนักศึกษาแต่ละระดับโดยการสุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมเรียนจากเอกสารประกอบการเรียน จำนวน 15 คน

3. การหาเจตคติและความพึงพอใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นนักศึกษา ภายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantity Research) แบบที่มีการควบคุมตัวแปร และทดสอบก่อนและหลังเรียนดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบการวิจัย

ทดสอบก่อน ทดลอง	กลุ่มทดลอง	เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน	ทดสอบหลัง ทดลอง
ทดสอบก่อน ทดลอง	กลุ่มควบคุม	เรียนด้วยเอกสารตำราเรียน	ทดสอบหลัง ทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทำการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “การตรวจกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว”
2. บทเรียนเอกสารประกอบการเรียนเรื่อง “การตรวจกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว”
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การตรวจกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว”
4. แบบวัดเจตคติและความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การตรวจกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว”

การสร้างเครื่องมือวิจัย

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 1.1 ศึกษาหลักสูตรกายภาพบำบัด ระดับปริญญาตรี หลักสูตร 4 ปี และแผนการสอนวิชาชีวะกลศาสตร์ 1 (PTH020) เพื่อทำความเข้าใจจุดประสงค์รายวิชา
 - 1.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาชีวะกลศาสตร์ เรื่องการตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อ จากหนังสือ Muscle testing techniques of manual examination ของ Lucille Daniels, M.A. และเรื่องการวัดช่วงการเคลื่อนไหว จากหนังสือ Musculoskeletal Assessment ของ Hazel M. clarson
 - 1.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้ทำการวิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ (ก่อนเรียนและระหว่างเรียน 40 ข้อ และหลังเรียน 40 ข้อ)
 - 1.4 แบบทดสอบไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพด้านค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น
 - 1.5 คัดเลือกข้อสอบตามเกณฑ์ โดยพิจารณาค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2. บทเรียนเอกสารประกอบการเรียน

บทเรียนยึดเนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนซึ่งยึดตามในหนังสือ Muscle testing techniques of manual examination ของ Lucille Daniels, M.A. และการวัดช่วงการเคลื่อนไหว จากหนังสือ Musculoskeletal Assessment ของ Hazel M. clarson

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในหัวข้อการตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาชีวกลศาสตร์

เรื่องการตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อ จากหนังสือ Muscle testing techniques of manual examination ของ Lucille Daniels, M.A.

เรื่องการวัดช่วงการเคลื่อนไหว จากหนังสือ Musculoskeletal Assessment ของ Hazel M. clarson

3.2 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป ของการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์และเรียบเรียงเนื้อหาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังนี้

เรื่องการตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อ

- เพื่อให้ นักศึกษาสามารถบอกหน้าที่ของกล้ามเนื้อแต่ละมัดได้
- เพื่อให้ นักศึกษาสามารถบอกถึงทิศทางการเคลื่อนไหวแต่ละข้อต่อได้
- เพื่อให้ นักศึกษาสามารถทราบถึงตำแหน่งที่ให้แรงต้าน ทำเริ่มต้น การคลำกล้ามเนื้อที่เป็นกล้ามเนื้อหลักในการตรวจประเมินกำลังของกล้ามเนื้อในแต่ละเกรดได้
- เพื่อให้ นักศึกษาสามารถบอกนิยามของเกรดกำลังกล้ามเนื้อในแต่ละเกรดได้

เรื่องการวัดช่วงการเคลื่อนไหว

- เพื่อให้ นักศึกษาสามารถทราบถึงท่าเริ่มต้นและท่าสิ้นสุดของการเคลื่อนไหว
- เพื่อให้ นักศึกษาสามารถทราบถึงตำแหน่งในการวาง goniometer ของการวัดช่วงการเคลื่อนไหว ได้แก่ แกนหมุน (axis) แขนอยู่กับที่ (stationary arm) แขนที่เคลื่อนที่ (moving arm)
- เพื่อให้ นักศึกษาสามารถทราบถึงช่วงหรือองศาการเคลื่อนไหวปกติ

3.3 นำเนื้อหา มาจัดเรียงลำดับเรื่อง เพื่อเขียนบทดำเนินเรื่อง (Story board)

3.4 นำบทดำเนินเรื่อง (Story board) ที่ออกแบบมาทำการสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรม Flash MX 2004

3.5 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ผู้สอนวิชาชีวกลศาสตร์เป็นผู้ตรวจสอบและแก้ไข

3.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่แก้ไขแล้วไปทดลองหาประสิทธิภาพ

4. แบบวัดเจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบวัดเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง“การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 3 หัวข้อ คือ

1. ด้านเนื้อหา
2. ด้านการออกแบบ
3. ด้านความพึงพอใจ

กำหนดเกณฑ์ที่ให้ในการแปลความหมายตามความคิดเห็นของนักศึกษา มีดังนี้

- คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00 แสดงว่า มีเจตคติที่ดีมากต่อการเรียนด้วย CAI
 คะแนนเฉลี่ย 3.50 - 4.49 แสดงว่า มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วย CAI
 คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 3.49 แสดงว่า มีเจตคติปานกลางต่อการเรียนด้วย CAI
 คะแนนเฉลี่ย 1.50 - 2.49 แสดงว่า มีเจตคติพอใช้ต่อการเรียนด้วย CAI
 คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.49 แสดงว่า มีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนด้วย CAI

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การทดลองขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองใช้กับนักศึกษา 1 คน
2. การทดลองขั้นกลุ่มเล็ก ทดลองใช้กับนักศึกษา 3 คน
3. การทดลองขั้นกลุ่มใหญ่ ทดลองใช้กับนักศึกษา 15 คน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ให้นักศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ โดยใช้เวลา 40 นาที
2. ให้นักศึกษากลุ่มทดลอง เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง“การตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง
3. ให้นักศึกษากลุ่มควบคุม ศึกษาตำราที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้นเรื่องการตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อ จากหนังสือ Muscle testing techniques of manual examination ของ Lucille Daniels, M.A. และเรื่องการวัดช่วงการเคลื่อนไหว จากหนังสือ Musculoskeletal Assessment ของ Hazel M. clarson โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง
4. หลังจากนั้นให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ โดยใช้เวลา 40 นาที หลังการเรียนทันที

การหาเจตคติและความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ให้นักศึกษาจำนวน 30 คนกรอกแบบวัดเจตคติและความพึงพอใจ เรื่อง“การตรวจวัดกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” จำนวน 12 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบไฮเปอร์มีเดียโดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนในแต่ละกลุ่ม
3. เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์หลังเรียนระหว่างกลุ่ม
4. ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.), ร้อยละ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

1.1 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร (ทวิรัตน์ 2538, 136-137)

$$p = R/N$$

P = ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

1.2 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตร (ทวิรัตน์ 2538, 136-137)

$$r = \frac{R_u - R_o}{N/2}$$

r = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

R_u = จำนวนผู้ที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

R_o = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

N = จำนวนคนในกลุ่มสูงบวกคนในกลุ่มต่ำ

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR – 20 คูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder – Richarson) โดยคำนวณจากสูตร (สายยศ 2536, 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

r_{tt} หมายถึง ค่าความเชื่อมั่น

n = จำนวนข้อของแบบสอบถาม

p = สัดส่วนของนักเรียนที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ

q = $\frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

S_t^2 = คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

3. หาประสิทธิภาพของ โปรแกรมโดยใช้เกณฑ์ 80/80 ดังนี้ (พหุคูณ 2520, 136)
 80 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนระหว่างเรียนหรือประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)
 80 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนหลังเรียนหรือประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

$$E_1 = \frac{\sum(x)}{N} \times 100$$

A

$$E_2 = \frac{\sum(F)}{N} \times 100$$

B

E_1 แทนประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ แทนคะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบระหว่างเรียน

A แทนคะแนนเต็มของคะแนนแบบฝึกหัดหรือคะแนนสอบระหว่างเรียน

N แทนจำนวนนักเรียน

E_2 แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ แทนคะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B แทนคะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

3. ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ของคะแนนก่อนและหลังเรียนในแต่ละกลุ่ม โดยใช้โปรแกรม SPSS 10.1 สถิติที่ใช้ paired t-test
4. ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ของคะแนนระหว่างกลุ่มหลังการเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS 10.1 สถิติที่ใช้ Unpaired t-test

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ได้ทำการศึกษาในนักศึกษา ภายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 1 และชั้นปีที่ 2 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์มีดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยเอกสารประกอบการเรียน
3. เพื่อศึกษาเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาชีวกลศาสตร์ 1 (PTH 020) เรื่อง การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว ที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

1. การทดลองชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปทดลองใช้กับนักศึกษา จำนวน 1 คน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาทำคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 33 และ 36 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 82.50 และ 90.00 ตามลำดับ ดังนั้นประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 82.50/90.00$ ซึ่งเป็นประสิทธิภาพที่สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ตารางแสดงคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดย

ทดลองกับนักศึกษา 1 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนแบบทดสอบ	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	40	33	82.50
หลังเรียน	40	36	90.00

2. การทดลองชั้นกลุ่มเล็ก

จากการทดลองเมื่อได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปทดลองใช้กับนักศึกษา จำนวน 3 คน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาทำคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและหลังเรียนมีค่าเท่ากัน คือ

100 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 83.33 ดังนั้นประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี ประสิทธิภาพ $E1/E2 = 83.33/83.33$ ซึ่งเป็นประสิทธิภาพที่สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ตารางแสดงคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดย

ทดลองกับนักศึกษา 3 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนแบบทดสอบ	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	120	100	83.33
หลังเรียน	120	100	83.33

3. การทดลองชั้นกลุ่มใหญ่

เมื่อผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาปรับปรุง และนำไปทดลองใช้กับนักศึกษา จำนวน 15 คน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า นักศึกษาทำคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนและหลังเรียนมีค่า เท่ากับ 512 และ 532 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 85.33 และ 88.67 ตามลำดับ ดังนั้นประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 85.33/88.67$ ซึ่งเป็นประสิทธิภาพที่สูงกว่า เกณฑ์ 80/80 (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ตารางแสดงคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดย

ทดลองกับนักศึกษา 15 คน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนแบบทดสอบ	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	600	512	85.33
หลังเรียน	600	532	88.67

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนกับนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยเอกสารประกอบการเรียน

จากตารางที่ 6 และกราฟที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง (เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน) และกลุ่มควบคุม (เรียนเสริมด้วย เอกสารประกอบการเรียน) พบว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมี ค่าเฉลี่ยของคะแนน 30.67 และ 30.07 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.26 และ 2.19 ตามลำดับ และพบว่าคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนน 35.60 และ 30.40 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.72 และ 3.46 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

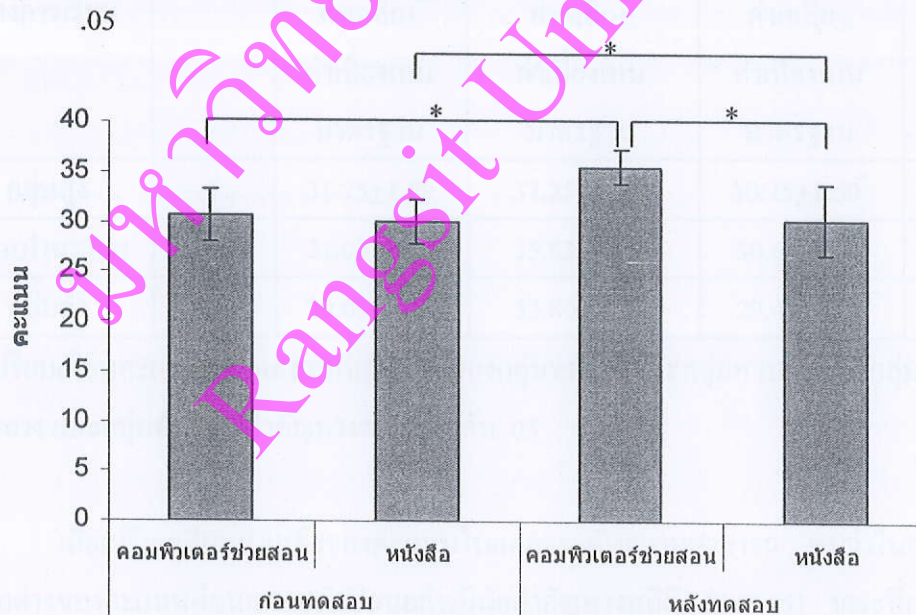
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยกลุ่มทดลอง มีระดับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และเมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนในแต่ละกลุ่มพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนในกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนในกลุ่มควบคุม พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 6 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง	15	30.67	2.66	35.60*#	1.72
กลุ่มควบคุม	15	30.07	2.19	30.40	3.46

* เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบหลังเรียนระหว่างกลุ่ม มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนในแต่ละกลุ่ม มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ



กราฟที่ 1 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เมื่อแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถทางการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือสูง กลาง และต่ำ พบว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ของกลุ่มสูง มีค่าเป็น 31.75 คะแนนและ 37.25 คะแนนตามลำดับ คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ของกลุ่มปานกลาง มีค่าเป็น 31.00 คะแนน และ 35.83 คะแนน ตามลำดับ คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ของกลุ่มต่ำ มีค่าเป็น 29.00 คะแนน และ 33.80 คะแนน ตามลำดับ คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ของกลุ่มสูง มีค่าเป็น 30.75 คะแนน และ 34.00 คะแนน ตามลำดับ คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ของกลุ่มปานกลาง มีค่าเป็น 30.67 คะแนน และ 31.50 คะแนน ตามลำดับ คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม ของกลุ่มต่ำ มีค่าเป็น 29.40 คะแนน และ 26.80 คะแนน ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนระหว่างกลุ่ม (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม) พบว่าไม่มีความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 7 ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ (ตามระดับความสามารถ)

ระดับ ความสามารถ ทางการเรียน	จำนวน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
		ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย± ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
กลุ่มสูง	4	31.75±1.89	37.25±0.50*	30.75±1.50*	34.00±1.41*
กลุ่มปานกลาง	6	31.00±1.67	35.83±0.75*	30.67±1.51	31.50±2.95
กลุ่มต่ำ	5	29.00±1.87	33.80±1.30*	29.40±3.36	26.80±1.79

* เปรียบเทียบคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมของกลุ่มสูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนในแต่ละระดับความสามารถ พบว่าในกลุ่มทดลองมีความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ขณะที่กลุ่มควบคุมมีความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เฉพาะนักศึกษาที่มีระดับความสามารถสูง แต่ไม่มีความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในกลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำ แสดงว่า การเรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการ

เคลื่อนไหว” มีผลทำให้นักศึกษาในทุกระดับความสามารถมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะ นักศึกษาที่มีระดับความสามารถปานกลางและต่ำ

การศึกษาเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดเจตคติและความพึงพอใจ ด้านเนื้อหา จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยรวม (x) เท่ากับ 4.04 คะแนน, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.66 คะแนน โดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มี ความละเอียดและความเหมาะสมของเนื้อหาในบทเรียนเพียงใด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเนื้อหาที่ให้ความรู้และความเพลิดเพลินมากน้อยเพียงใด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้ได้ดีกว่าตำราเรียนธรรมดา มากน้อยเพียงใด และผู้ใช้สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับเนื้อหาอื่นสาขาเดียวกันได้เพียงใด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 คะแนน, 4.12 คะแนน, 4.11 คะแนน และ 3.93 คะแนนตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า เจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ตารางแสดงระดับเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าระดับการประเมิน	ลำดับที่
ด้านเนื้อหา				
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มี ความละเอียดและความเหมาะสมของเนื้อหาในบทเรียนเพียงใด	4	0.54	ระดับดี	3
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเนื้อหาที่ให้ความรู้และความเพลิดเพลินมากน้อยเพียงใด	4.12	0.74	ระดับดี	1
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้ได้ดีกว่าตำราเรียนธรรมดา มากน้อยเพียงใด	4.11	0.57	ระดับดี	2
4. ผู้ใช้สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับเนื้อหาอื่นสาขาเดียวกันได้เพียงใด	3.93	0.77	ระดับดี	4
ค่าระดับเฉลี่ยรวม	4.04	0.66	ระดับดี	

จากการศึกษาแบบทดสอบเจตคติและความพึงพอใจ ด้านการออกแบบ ค่าเฉลี่ยรวม (x) เท่ากับ 4.01 คะแนน, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.70 คะแนน โดยที่ภาพประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความเหมาะสมและความสอดคล้องกับเนื้อหาเพียงใด ภาษาที่ใช้, คำศัพท์ตลอดจนสัญลักษณ์ต่าง ๆ เหมาะสมเพียงใด เวลาที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด และรูปแบบและวิธีการใช้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เรียนได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการเรียนปกติมากน้อยเพียงใด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 คะแนน, 3.79 คะแนน, 3.82 คะแนน และ 4.04 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า เจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการออกแบบส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ตารางแสดงระดับเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านออกแบบ

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าระดับการประเมิน	ลำดับที่
ด้านออกแบบ				
1. ภาพประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความเหมาะสมและความสอดคล้องกับเนื้อหาเพียงใด	4.93	0.63	ระดับดีมาก	1
2. ภาษาที่ใช้, คำศัพท์ตลอดจนสัญลักษณ์ต่าง ๆ เหมาะสมเพียงใด	3.79	0.63	ระดับดี	4
3. เวลาที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด	3.82	0.67	ระดับดี	3
4. รูปแบบและวิธีการใช้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เรียนได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการเรียนปกติมากน้อยเพียงใด	4.04	0.74	ระดับดี	2
ค่าระดับเฉลี่ยรวม	4.01	0.70	ระดับดี	

การศึกษาแบบทดสอบเจตคติและความพึงพอใจ ด้านพึงพอใจ ค่าเฉลี่ยรวม (x) เท่ากับ 4.15 คะแนน, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.63 คะแนน โดยที่ผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจในบทเรียนมากน้อยเพียงใด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากน้อยเพียงใด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่ม

มากน้อยเพียงใด ผู้ที่เรียนซ้ำสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมในบทเรียนนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 คะแนน, 4.11 คะแนน, 4.11 คะแนน และ 4.46 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า เจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านพึงพอใจส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 ตารางแสดงระดับเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านความพึงพอใจ

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าระดับการประเมิน	ลำดับที่
ด้านพึงพอใจ				
1. ผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจในบทเรียนมากน้อยเพียงใด	3.93	0.54	ระดับดี	3
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากน้อยเพียงใด	4.11	0.63	ระดับดี	2
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่มมากน้อยเพียงใด	4.11	0.69	ระดับดี	2
4. ผู้ที่เรียนซ้ำสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมในบทเรียนนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด	4.46	0.58	ระดับดี	1
ค่าระดับเฉลี่ยรวม	4.15	0.63	ระดับดี	

จากตารางที่ 11 การศึกษาแบบทดสอบสรุปรวมเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ค่าเฉลี่ยรวม (\bar{x}) เท่ากับ 4.07 คะแนน, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.67 คะแนน โดยที่ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ ด้านความพึงพอใจ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 คะแนน, 4.01 คะแนน และ 4.15 คะแนน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ผลสรุปรวมเจตคติและพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 11 สรุปรวมเจตคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าระดับการประเมิน
ด้านเนื้อหา	4.04	0.66	ระดับดี
ด้านการออกแบบ	4.01	0.70	ระดับดี
ด้านความพึงพอใจ	4.15	0.63	ระดับดี
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.07	0.67	ระดับดี

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 1 ครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมทั้งการศึกษาเจตคติและความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักศึกษากายภาพบำบัดชั้นปีที่ 2

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษากายภาพบำบัดหลักสูตร 4 ปี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 49 คน แบ่งเป็นการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 จำนวน 19 คน และทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 30 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 15 คน และ นักศึกษากายภาพบำบัดหลักสูตร 4 ปี ชั้นปีที่ 2 จำนวน 30 คน เพื่อศึกษาเจตคติและความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว”
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีวกลศาสตร์กลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” เป็นแบบทดสอบ 5 ตัวเลือกจำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 – 0.8
3. แบบวัดเจตคติและความพึงพอใจ ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” โดยมีมาตราวัด 5 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดี ระดับปานกลาง ระดับพอใช้ และควรปรับปรุง จำนวนทั้งสิ้น 12 ข้อ

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ผลการทดลองพบว่าค่าคะแนนของแบบทดสอบระหว่างเรียน มีค่าเท่ากับ 512 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.33 แบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 532 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.67 ค่าประสิทธิภาพของ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 85.33/88.67 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดีกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยเฉพาะนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนปานกลางและต่ำ

3. ผลจากการศึกษาเจตคติและความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.04 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 คะแนน อยู่ในระดับดี ซึ่งสามารถลำดับความสำคัญแต่ละส่วน ได้ดังนี้

3.1 ด้านเนื้อหา นักศึกษามีเจตคติและความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 คะแนน ค่าระดับการประเมินระดับดีข้อที่รับค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อ 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเนื้อหาที่ให้ความรู้และความเพลิดเพลินมากน้อยเพียงใด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.74 คะแนน

3.2 ด้านการออกแบบ นักศึกษามีเจตคติและความพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการออกแบบ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.01 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 คะแนน ค่าระดับการประเมินระดับดี ข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อ 1 ภาพประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีความเหมาะสมและความสอดคล้องกับเนื้อหาเพียงใด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.93 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.63 คะแนน

3.3 ด้านความพึงพอใจ นักศึกษามีเจตคติและความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านความพึงพอใจ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.63 คะแนน ค่าระดับการประเมินดี ข้อที่ได้รับค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ข้อ 4 ผู้ที่เรียนซ้ำสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมในบทเรียนนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.63 คะแนน

การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนวิชาชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของนักศึกษากายภาพบำบัดปีที่ 1 ครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและศึกษาเจตคติและความพึงพอใจ ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ดังนี้

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.33/88.67 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ คือ 80/80 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “การทดสอบกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.33/88.67 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 จึงสามารถนำไปใช้ในการเรียนเสริมของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามีความก้าวหน้าบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังที่ได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยที่ผ่านมามากมายในหลายๆด้าน และหลายระดับการเรียนรู้ตั้งแต่เด็กจนถึงผู้ใหญ่ ได้แก่ บุญสืบ พันธุ์ดี (2537) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของยีน พบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพ 90.36/90.00 มนต์ชัย เทียนทอง (2539) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับอบรมครู-อาจารย์และนักฝึกอบรม ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.23/85.64 ซึ่งสอดคล้องกับสมหวัง แสงสุวานนท์ (2540) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษระหว่างการใช้ชุดการสอนและการสอนปกติกับนักศึกษาผู้ใหญ่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนผู้ใหญ่วัดเวฬุวนาราม เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร พบว่า ชุดการสอนที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานที่ 83.31/83.12 นอกจากนี้ สมศักดิ์ จิวพัฒนา (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาระบบการสื่อสารข้อมูลตามหลักสูตรคอมพิวเตอร์ศึกษาของสถาบันราชภัฏ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 91.61/87.64 เช่นเดียวกับภูวนาถ แก้วมณีรัตน์ (2543) ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบของร่างกาย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.16/81.03 รวมทั้ง ศักดิ์ สถิติกุลมล (2546) ทำการศึกษาเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องโทรทัศน์ จากการศึกษาพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าที่กำหนด มีค่าเท่ากับ 91.30/94.16 และ สุพัตรา ธิชัย (2546) ได้ทำการศึกษหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเสริมการเรียนรู้วิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา 2 “Anatomy and Physiology of Skeletal Muscular System” ของนักศึกษาพยาบาลชั้นปี 1 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 90.17/90.12 จะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

1. ลักษณะการนำเสนอของบทเรียน เป็นบทเรียนที่มีการเสริมแรงด้วยข้อมูลย้อนกลับ อย่างทันทีทันใด ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ คอนฮาร์ด (อ้างถึงใน ภูวนาถ แก้วมณีรัตน์, 2543, 98) ที่กล่าวว่าบทเรียนควรมีการเสริมแรงด้วยข้อมูลย้อนกลับอย่างทันทีทันใด เป็นการย้อนกลับของข้อมูลที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. นักศึกษาสามารถควบคุมลำดับขั้นตอนในการเรียนได้ด้วยตนเองตามความถนัดและความสนใจ สามารถเลือกเรียนส่วนใดส่วนหนึ่งของบทเรียนได้โดยไม่ต้องเรียนไปตามลำดับที่กำหนดไว้ในบทเรียน จนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับบุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (อ้างถึงใน ภูวนาท แก้วมณีรัตน์, 2543, 98) ที่กล่าวถึงทฤษฎีของเพียร์เจท์ ที่ว่าความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างขึ้น โดยนักศึกษาได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญของการสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นกับนักศึกษา และสอดคล้องกับแนวคิดของ พรรณี ช.เจนจิต (อ้างถึงใน ภูวนาท แก้วมณีรัตน์, 2543, 98) ที่กล่าวว่าการศึกษาสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเองจัดเป็นการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับการยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวความคิดในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยของปิยวัฒน์ หวังอารี (อ้างถึงใน ภูวนาท แก้วมณีรัตน์, 2543, 98) ซึ่งได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้ พบว่า ในการควบคุมบทเรียนนั้น การสร้างบทเรียนควรออกแบบให้ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ เพราะส่วนที่สำคัญที่สุดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือวิธีการที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากบทเรียนด้วยตนเอง

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักศึกษาที่เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า ผลการทำแบบทดสอบหลังการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิสนธ์ จงตระกูล 2530 ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตแพทย์ ชั้นปีที่ 3 ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้รับและไม่ได้รับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการทดลองพบว่า นิสิตแพทย์กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) บุญสืบ พันธุ์ดี (2537) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของยีน โดย เปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 30 คน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เหมือนดังที่สมหวัง แสงสุนานนท์ (2540) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษระหว่างการใช้ชุดการสอนและการสอนปกติกับนักศึกษาผู้ใหญ่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนผู้ใหญ่วัดเวฬุวนาราม เขตดอนเมือง กรุงเทพมหานคร พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เช่นเดียวกับ สมศักดิ์ จิวพัฒนา (2541) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการสื่อสารข้อมูลตามหลักสูตรคอมพิวเตอร์ศึกษาของสถาบันราชภัฏ พบว่าบทเรียนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น รวมทั้ง ภูวนาท แก้วมณีรัตน์ (2543) ทำการศึกษาเพื่อพัฒนา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบของร่างกาย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์สูงกว่าก่อนเรียนเมื่อจำแนกตามระดับความสามารถของผู้เรียน และ สุพัตรา ธิชัย 2546 ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาพยาบาลชั้นปี 1 มหาวิทยาลัย คริสเตียนที่ได้รับและไม่ได้รับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน ผลการทดลองพบว่า นิสิตนักศึกษาพยาบาลกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่ม ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการวิจัยที่ปรากฏเช่นนี้ อาจเนื่องมาจาก

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน ทำให้ไม่เบื่อหน่าย เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่ ดังที่ วุฒดากุล 2543 ได้กล่าวถึงข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สนองความต้องการของผู้เรียนในการเรียนการสอนแบบ เอกติภาพ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ทักษะพื้นฐานไปตามลำพังตามความรู้ ความสามารถ ความเร็ว-ช้า ในการเรียนของแต่ละคน คอมพิวเตอร์สามารถให้การเรียนการสอนได้ตลอดเวลา และในจุดที่ซ้ำซาก โดยไม่เบื่อหน่ายและไม่มีวันหยุด
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และ เข้าใจเนื้อหาของบทเรียน พร้อมกับแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ได้ทันที ทั้งนี้เพื่อนักศึกษาจะได้ศึกษา เพิ่มเติมกรณีที่ตอบผิด
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ทำให้นักศึกษาทุกกลุ่มมีความสามารถในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มต่ำและกลุ่มปานกลางที่เรียนอ่อนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

เจตคติและความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการประเมินเจตคติและความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าระดับ ความคิดเห็นอยู่ในระดับ 4.04 คะแนน แสดงว่ามีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สอดคล้องกับ งานวิจัยของ ธิชัย 2546 ได้การศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการ เรียนวิชากายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา 2 “Anatomy and Physiology of Skeletal Muscular System” ของนักศึกษาพยาบาลชั้นปี 1 พบว่าระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ 4.33 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี

กล่าวโดยสรุป จากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับการเรียนวิชา ชีวกลศาสตร์ 1 เรื่อง “การทดสอบกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว” ของ นักศึกษาพยาบาลบัณฑิตชั้นปีที่ 1 จากการสังเกตอย่างใกล้ชิดและสอบถามผู้เรียน ผู้เรียนรู้สึกพอใจมากที่สุด ที่ได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากบทเรียนมีภาพประกอบที่สามารถเคลื่อนไหวได้ จึง ทำให้เข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นสามารถเรียนได้หลายครั้งจนกว่าจะพอใจทำให้จำเนื้อหาได้ดีขึ้น รวมทั้งการ เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยเปลี่ยนแปลงบรรยากาศในการเรียนด้วย ในขณะที่นักศึกษาที่

ศึกษาจากเอกสารประกอบการเรียนมีความรู้ลึกเพื่อหน่วยกับการเรียน มีท่าทีง่วงนอนไม่สนใจกับ เอกสารที่ให้ศึกษา

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

1. ก่อนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรจัดโปรแกรมพิเศษสำหรับฝึกการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับผู้เริ่มเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น เพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมกับการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์
2. การใช้เสียงประกอบบทเรียน ก่อให้เกิดปัญหาด้านเสียงดังในห้องเรียน ดังนั้นควรแก้ปัญหาโดยใช้ลำโพงแบบหูฟัง หรือจัดคอมพิวเตอร์ให้มีความห่างกันในระดับที่เสียงจะไม่รบกวนเพื่อลดระดับเสียงรบกวนระหว่างผู้เรียน
3. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ควรจำกัดเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ เพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
4. การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะต้องให้ความสำคัญของการวิเคราะห์และสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. ในการดำเนินการทดลอง นักศึกษามีความสนใจ และตั้งใจอย่างมากในการเรียนเพราะเป็นสิ่งแปลกใหม่
6. ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องตื่นตัวอยู่เสมอ และต้องติดตามข่าวสารเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาอย่างรวดเร็ว ในเรื่องของ ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
7. การจัดห้องเรียนสำหรับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรเป็นส่วนแยกจากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ หรือควรอยู่ในรูปของศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถใช้ได้ตลอดเวลาตามความสะดวก และควรให้ศึกษาเป็นรายบุคคล
8. ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความรู้ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อบ่งชี้ของเนื้อหาเพื่อการสอนและกิจกรรม
9. ควรให้มีการสนับสนุนการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาวิชาอื่นเพราะเป็นสิ่งใหม่ ทำให้นักศึกษาเกิดแรงจูงใจในการเรียน และทำให้เจตคติในการเรียนดีขึ้น
10. ควรสนับสนุนให้มีการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักศึกษา ภายภาพบ่าบักในระดับชั้นที่สูงขึ้นไป เนื่องจากมีเนื้อหาวิชาที่จะต้องศึกษามากขึ้น และบางวิชาต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจ ประกอบกับนักศึกษาต้องออกฝึกปฏิบัติ ทำให้เวลาในการทบทวนเนื้อหาวิชา

ด้วยตนเองลดลง ดังนั้นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมาะสำหรับนักศึกษาภาพบำบัดที่มีเวลาน้อยสามารถศึกษาและทบทวนเนื้อหาด้วยตนเองได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัย

1. การผลิตบทเรียนควรมีการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในปัจจุบันสามารถบูรณาการเนื้อหาวิชาและการสอน เข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายทั่วโลก ในลักษณะการเรียนการสอนออนไลน์
2. ในการพัฒนาบทเรียนครั้งต่อไป ควรศึกษากระบวนการวิเคราะห์และออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสอดคล้องกับหลักสูตรและมีคุณค่าต่อการนำไปใช้
3. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสาขาวิชาอื่น เพื่อนำผลจากการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

บรรณานุกรม

กัญญา สุวรรณแสง.

2532. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: บำรุงสาสน์. 159-165.

กฤษณา ศักดิ์ศรี.

2530. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร. บำรุงสาสน์: 346.

ขนิษฐา ชานนท์.

2532. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน. วารสารเทคโนโลยีทางการศึกษา. ปีที่ 3, ฉบับที่ 1 (มกราคม): 7-13.

เจริญศรี วุฒิตากุล.

2543. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เทคนิคการฝึกอบรม. ปรินญาณิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

คุณเข นาคใหญ่.

2539. สมาคมเทคโนโลยีและการสื่อสารศึกษา (Association for Education Communication and Technology) หรือ AECT. 1997: 14-15

ถนอมพร เล่าห์จรัสแสง.

แนวโน้มและบทบาทเทคโนโลยีการศึกษาในอนาคต. ว.ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร. มกราคม-เมษายน: 12-13.

ถนอมพร เล่าห์จรัสแสง.

2539. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถวิล ธาราโกชน์ และ ศรีณย์ คำวิสุข.

2540. จิตวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ทิพย์วิสุทธิ. กรุงเทพฯ: 87.

ทรงพล ภูมิพัฒน์.

2538. จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม. 2538: 76.

นิพนธ์ สุขปรีดี.

2526. ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. ว.คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาและสหประชาชาติ. 15(5): 40-47.

นิพนธ์ สุขปรีดี.

2528. โสตทัศนศึกษา. ไทยสัมพันธ์. กรุงเทพมหานคร.

นิพนธ์ สุขปรีดี.

2531. คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน. ว. คอมพิวเตอร์. 15, 78: 24-28.

บุญชม ศรีสะอาด.

1983. การพัฒนาการสอน. ศรีวิททยาสาสน์. กรุงเทพมหานคร: 123

บุญสืบ พันธุ์ดี.

2537. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินญาณิพนธ์การศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประคอง วรรณสุด.

2538. สถิติการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประหยัด จิระวรพงศ์.

2529. เทคนิคการฝึกอบรมเทคโนโลยีทางการศึกษา. พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.

พรรณราย เข็มพั้น.

2536. ผลของการใช้ภาพประกอบเรื่อง 2 แบบ ในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์.

2538. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิสนธ์ จงตระกูล.

2530. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตแพทย์ ภาควิชาเภสัชวิทยา. คณะแพทยศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ที่ได้รับและไม่ได้รับการเสริมด้วยคอมพิวเตอร์. จุฬาลงกรณ์เวชสาร กุมภาพันธ์ 31, 2: 156.

พิสนธ์ จงตระกูล.

- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ซี เอ ไอ) ที่เหมาะสำหรับการศึกษาศาสตร์ควรเป็นอย่างไร. จุฬาลงกรณ์ เวชสาร 13, 2: 704-705.

พิสนธ์ จงตระกูล.

2538. 10 ปีของการพัฒนา คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ซี เอ ไอ) ของคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ การผลิตสื่อการศึกษา กับการพัฒนาการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล

พีรพงศ์ ทิพย์นาค.

2541. เอกสารการสอนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โครงการตำราคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัคจิรา กลิ่นชะเอม.

2545. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฐานข้อมูลเบื้องต้น เรื่องการสร้างฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซล. วิทยานิพนธ์ (วท. ม.) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ภูวนาด แก้วมณีรัตน์.

2543. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องระบบของร่างกาย สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ (ศ.ม. (หลักสูตรและการนิเทศ)). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มนต์ชัย เทียนทอง.

2539. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึคอบรมครู-อาจารย์ และนักฝึคอบรมเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. หน้า ค.

มลวิภา ทรงวุฒิสีล.

2529. จิตวิทยาทั่วไปขั้นสูง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 147

เมธิ เผื่อนทอง.

2534. การศึกษาพัฒนาการของแบบเรียนประกอบภาพของไทย ปฏิสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ กับ จินตนาการในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กทม.: 30.

ยีน ภู่วรรณ.

2529. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน. วารสารจันทร์เกษม. ปีที่ 32, ฉบับที่ 189 (มีนาคม-เมษายน): 1-10.

รุ่ง แก้วแดง.

2541. ผู้เรียนที่ยิ่งใหญ่ที่สุดคือผู้เรียนด้วยตนเอง. ใน ปฏิวัติการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน. 87-89.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ.

2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

ศักดิ์ ศติกุลกมล.

2546. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยฝึกความสามารถแบบอิงเกณฑ์ เรื่องการตรวจซ่อมเครื่องรับโทรทัศน์. วิทยานิพนธ์ (ค. อ. ม.) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมศักดิ์ จีวัฒนา.

2541. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการระบบการศึกษาข้อมูล หลักสูตรคอมพิวเตอร์ศึกษาของสถาบันราชภัฏ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. หน้า 84-88.

สมหวัง แสงสุวานนท์.

2540. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ระหว่างการใช้ชุดการสอน และการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ (ศษ.ม.(การศึกษาต่อเนื่อง)). มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สันหัตถ์ ภีบาลสุข, และ พิมพ์ใจ ภีบาลสุข

2524. การใช้สื่อการสอน. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์, มข: 86.

สุชา จันทรเอม

2531. จิตวิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช: 181

สุชา จันทรเอม และ สุรางค์ จันทรเอม.

2522. การวิจัยเรื่อง ปัญหาการกระทำผิดของเด็กและวัยรุ่นในกรุงเทพมหานคร: ภาควิชาจิตวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ: 99

สุธี พงศาสกุลชัย.

2547. คัมภีร์ Flash MX 2004. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เติพีที คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

สุทธิ พงศาสกุลชัย และสุรเชษฐ์ วงศ์ชัยพรพงษ์.

2548. **คัมภีร์ Flash MX 2004 ActionScript.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

สุคา ไบแย้ม.

2539. **ศูนย์การเรียนรู้ด้วยตนเอง.** เอกสารประกอบการอบรม. กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

สุพัศรา ธิชัย.

2546. การศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมการเรียนรู้วิชา กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา 2 “Anatomy and Physiology of Skeletal Muscular System” ของนักศึกษาพยาบาลชั้นปี 1 ว.มหาวิทยาลัยคริสเตียน ปีที่ 9 ม.ค. - เม.ย. 47 ฉบับที่ 1

อุบลรัตน์ เฟื่องสถิตย์.

2532. **จิตวิทยาทั่วไป.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: หจก. กิ่งจันทร์การพิมพ์. 7

เฮนดริก กรีแสง.

2526. **จิตวิทยาการศึกษา.** โครงการตำรามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. พิษณุโลก: 161-167.

วิทยา ดำรงเกียรติศักดิ์.

2532. **แนวความคิดและวิธีการสื่อสารการเกษตร.** พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

Clarkson H. M.

2000. **Musculoskeletal Assessment.** Lippincott Williams & Wilkins. USA.

Crobach Lee J.

1963. **Educational Psychology.** 2nd ed. New York: Harcourt, Brace and World.

Keith hall A. and Harold Mitrel E.

1982. **Computer-base Educlopedic of Education.** New York. Vol. 3. 362-363.

Kagan Jerome and Julius Segal.

1992. **In Psychology an Introduction**. 7th ed. Florida: Harcourt Brace Jovanovich.

Lucille Daniels and Catherine Worthingham.

1986. **Muscle Testing: Techniques of Manual Examination**. 5th ed. W.B. Saunders Company. USA.

Skager Rodney.

1978. **Life Long Education and Evaluation Practice**. Oxford: Frankfurt Unesco Institute for Education.

Steinberg E.R.

1991. **Computer-Assisted Instruction**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

www.krootechno.com

www.google.com

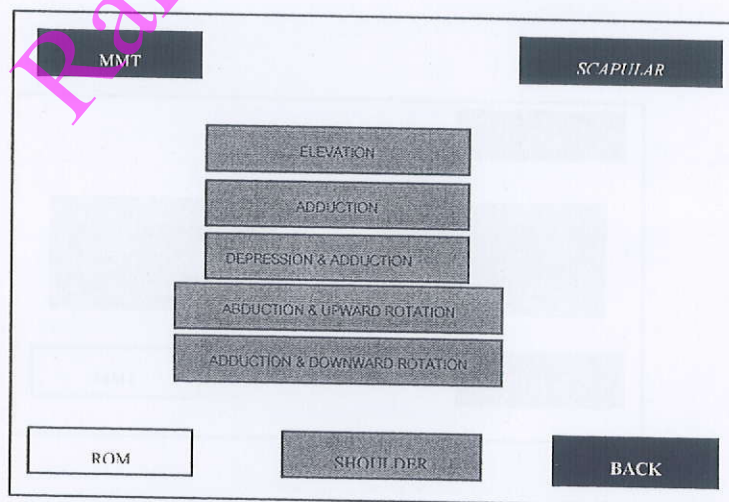
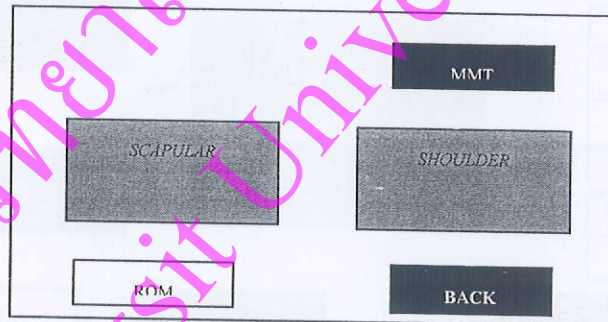
มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ภาพที่ 1 แสดงการทำงานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



MMT SHOULDER

FLEXION	EXTENSION
ABDUCTION	ADDUCTION
INTERNAL ROTATION	EXTERNAL ROTATION
HORIZONTAL ABDUCTION	
HORIZONTAL ADDUCTION	

ROM SCAPULAR BACK

ACTION

Prime movers
Accessory muscles

รูปหน้า VDO ของการตรวจกำลัง
กล้ามเนื้อในตะขาก

GRADE

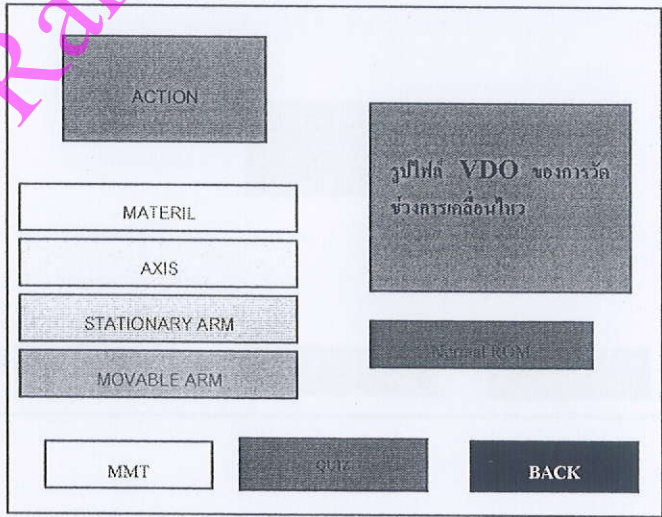
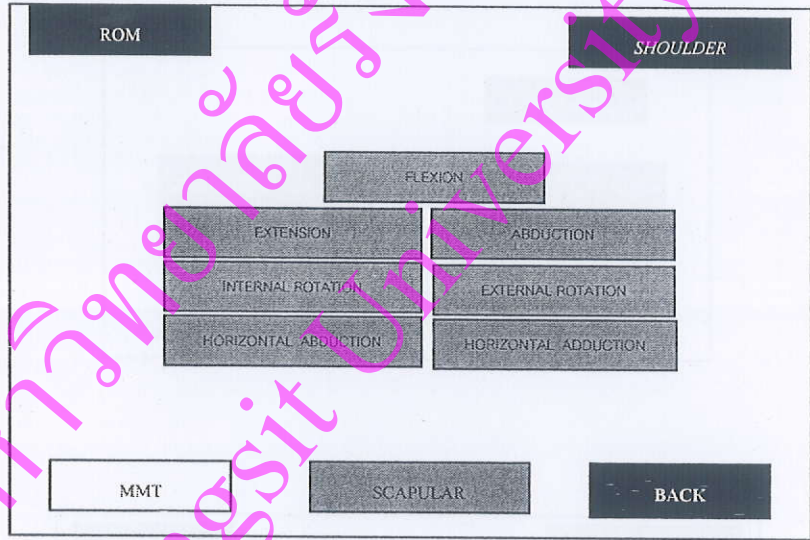
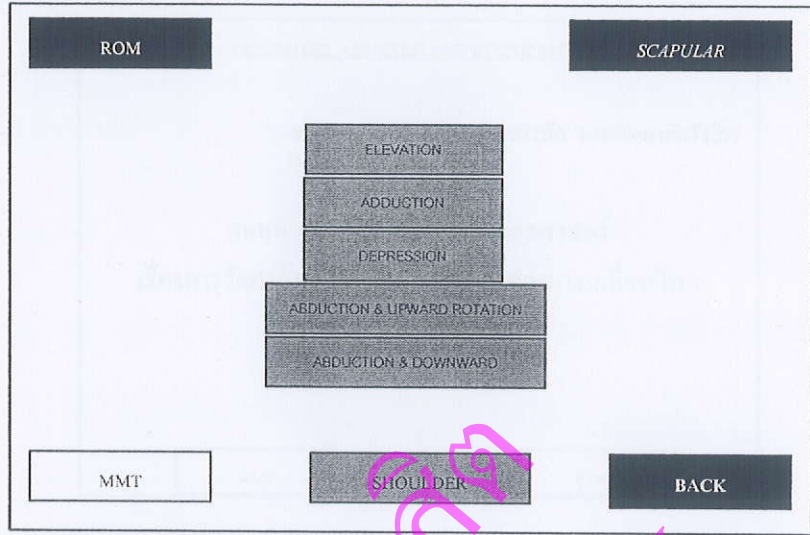
0
1
2
3
4
5

ROM QUIZ BACK

ROM

SCAPULAR SHOULDER

MMT BACK



COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION (CAI)

ออกแบบโดยคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีวกลศาสตร์
เรื่องการวัดกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว

ELBOW & FOREARM

MMT ROM

MMT

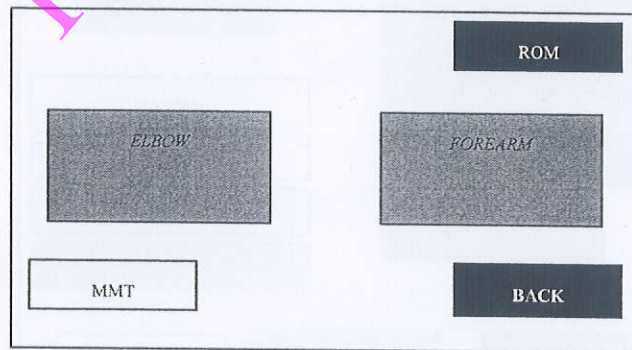
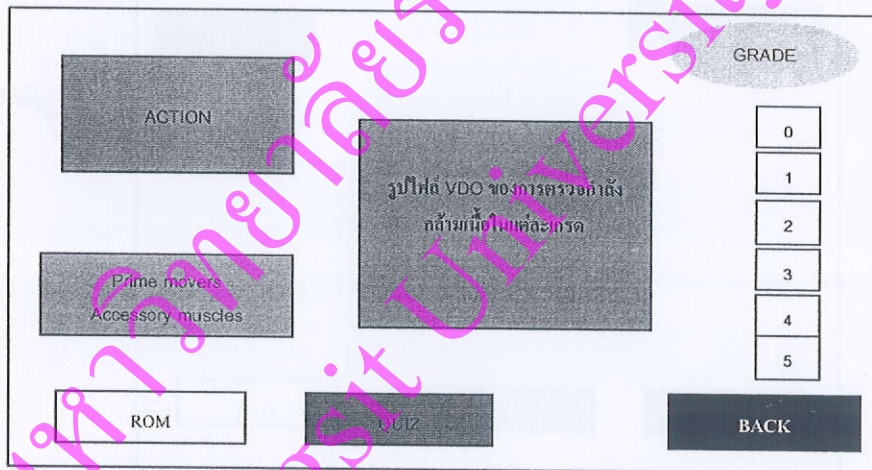
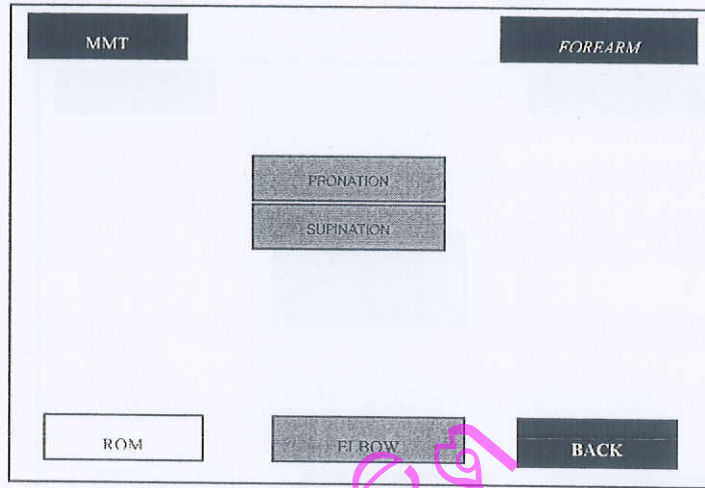
ELBOW FOREARM

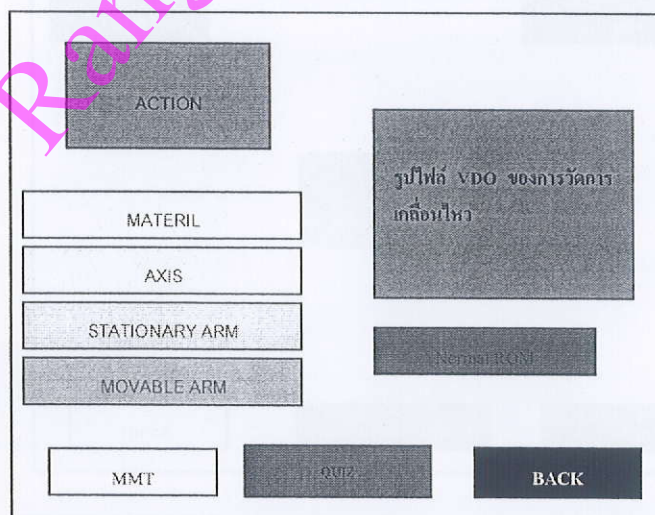
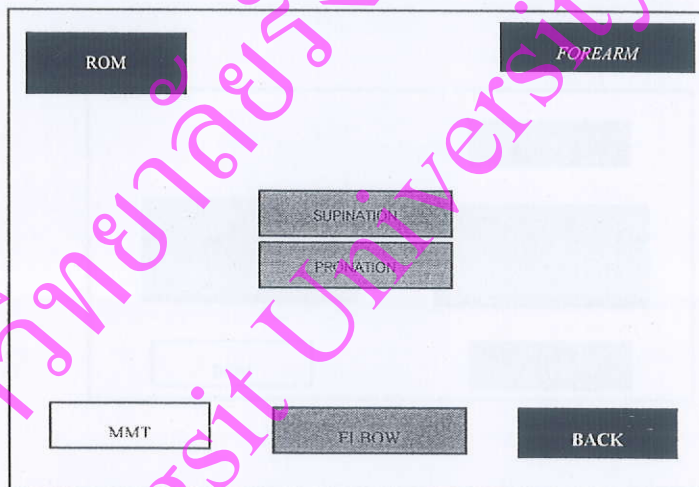
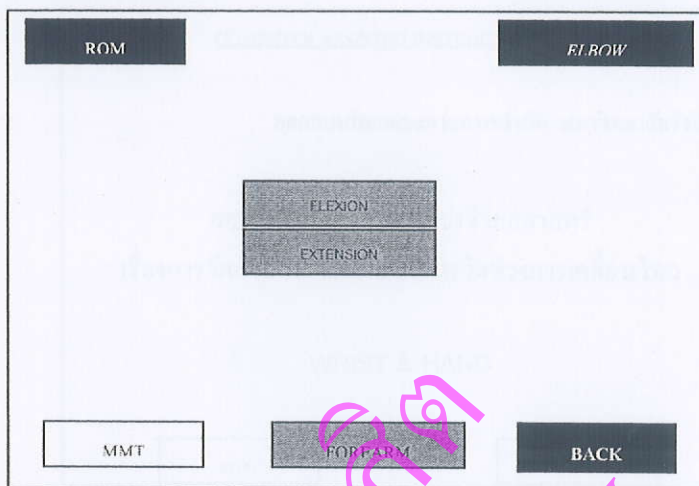
ROM BACK

MMT ELBOW

FLEXION EXTENSION

ROM FOREARM BACK





COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION [CAI]

ออกแบบโดยคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีวกลศาสตร์
เรื่องการวัดกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว

WRIST & HAND

MMT ROM

MMT

WRIST HAND

ROM BACK

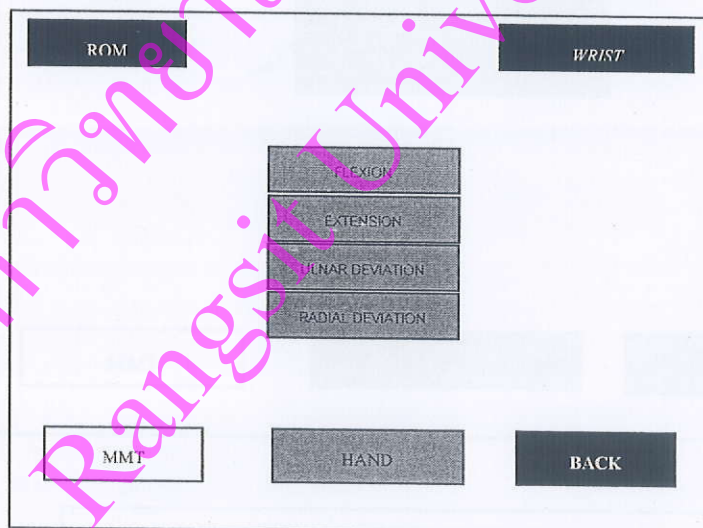
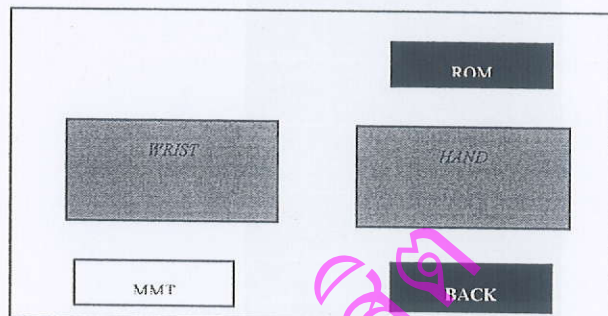
MMT WRIST

FLEXION EXTENSION

ROM HAND BACK

MMT		HAND
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; gap: 5px;"> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">FLEXION OF MCP JT OF FINGERS</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">FLEXION OF PIP JT OF FINGERS</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">FLEXION OF DIP JT OF FINGERS</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">EXTENSION OF MCP JT OF</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">ABDUCTION OF FINGER</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">ADDUCTION OF FINGER</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">FLEXION OF MCP JT OF THUMB</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">FLEXION OF IP JT OF THUMB</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">EXTENSION OF MCP JT OF</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">EXTENSION OF IP JT OF THUMB</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">THUMB ABDUCTION</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">THUMB ADDUCTION</div> <div style="background-color: #ccc; padding: 2px 5px; font-size: 8px;">OPPOSITION OF THUMB AND FIFTH FINGER</div> </div>		
ROM	WRIST	BACK

		GRADE
ACTION	รูปที่ ๓ VDO ของการตรวจกำลังกล้ามเนื้อในแต่ละเกรด	0
Prime movers Accessory muscles		1
		2
		3
		4
		5
ROM	ODZ	BACK



มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ROM HAND

- FLEXION OF MCP JTS OF FINGERS
- FLEXION OF PIP JTS OF FINGERS
- FLEXION OF DIP JTS OF FINGERS
- EXTENSION OF MCP JTS OF FINGERS
- ABDUCTION OF FINGER
- ADDUCTION OF FINGER
- FLEXION OF THUMB
- EXTENSION OF THUMB
- ABDUCTION OF THUMB
- ADDUCTION OF THUMB

MMT WRIST BACK

ACTION

MATERIL

AXIS

STATIONARY ARM

MOVABLE ARM

รูปไฟล์ VDO ของการวัด ช่วงการเคลื่อนไหว

Normal ROM

MMT QUIZ BACK

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION [CAI]

ออกแบบโดยคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีวกลศาสตร์
เรื่องการวัดกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว

HIP & KNEE

MMT ROM

MMT

HIP

KNEE

ROM

BACK

MMT

HIP

FLEXION

EXTENSION

ABDUCTION

ADDUCTION

INTERNAL ROTATION

EXTERNAL ROTATION

ABDUCTION FROM FLEXED POSITION

FLEXION, ABDUCTION AND LATERAL ROTATION WITH KNEE FLEXION

ROM

KNEE

BACK

MMT

KNEE

FLEXION

EXTENSION

ROM

HIP

BACK

ACTION

Prime movers
Accessory muscles

ROM

QUIZ

BACK

GRADE

0
1
2
3
4
5

รูปไฟล์ VDO ของการ ตรวจกำลัง
กล้ามเนื้อในข้อกระดูก

ROM

HIP

KNEE

MMT

BACK

ROM HIP

FLEXION	EXTENSION
ABDUCTION	ADDUCTION
INTERNAL ROTATION	
EXTERNAL ROTATION	

MMT KNEE BACK

MMT KNEE

FLEXION
EXTENSION

ROM HIP BACK

ACTION

MATERIL

AXIS

STATIONARY ARM

MOVABLE ARM

รูปไฟล์ YDO ของการของการ
วัดช่วงการเคลื่อนไหว

Normal ROM

MMT QUIZ BACK

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION [CAI]

ออกแบบโดยคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีวกลศาสตร์
เรื่องการวัดกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว

ANKLE & FOOT

MMT ROM

ANKLE

FOOT

MMT

ROM

BACK

MMT

ANKLE

DORSIFLEXION AND INVERSION

PLANTAR FLEXION

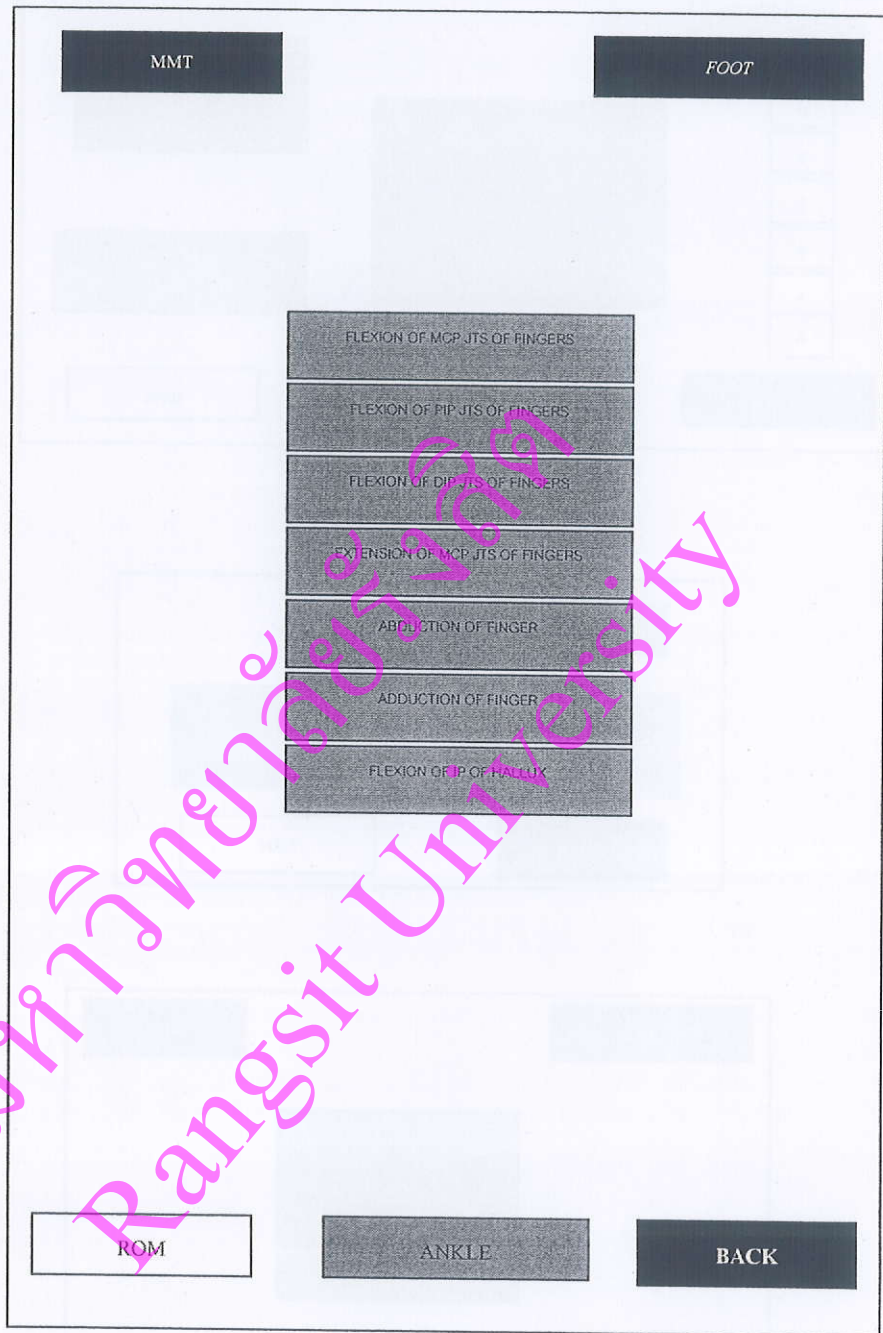
INVERSION

EVERSION

ROM

FOOT

BACK



ACTION

รูปถ่าย VDO ของการ ตรวจกำลัง กล้ามเนื้อในแต่ละท่า

Prime movers
Accessory muscles

ROM

QUIZ

GRADE

0
1
2
3
4
5

BACK

ANKLE

ROM

FOOT

MMT

BACK

ROM

ANKLE

DORSIFLEXION

PLANTARFLEXION

INVERSION

EVERSION

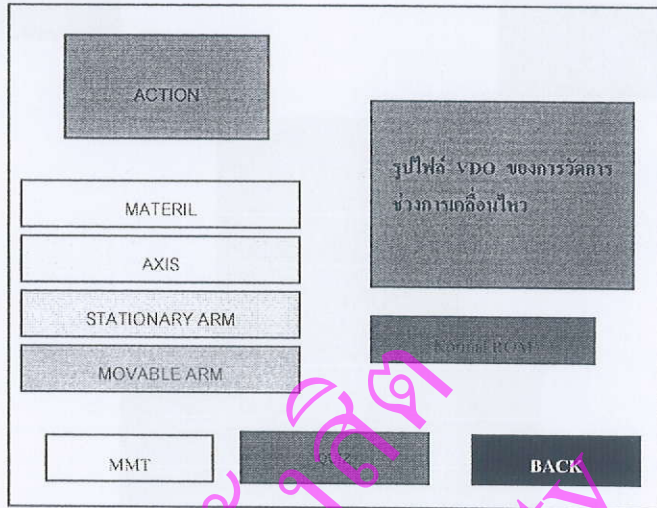
MMT

FOOT

BACK

ROM		FOOT	
FLEXION OF MCP JTS OF FINGERS			
FLEXION OF PIP JTS OF FINGERS			
FLEXION OF DIP JTS OF FINGERS			
EXTENSION OF MCP JTS OF FINGERS			
ADDUCTION OF FINGER			
ADDUCTION OF FINGER			
MMT	ANKLE	BACK	

มหาวิทยาลัยราชภัฏ
Rangsit University



COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION [CAI]

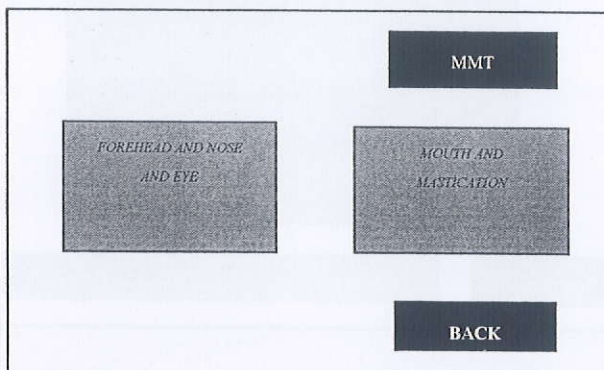
ออกแบบโดยคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต

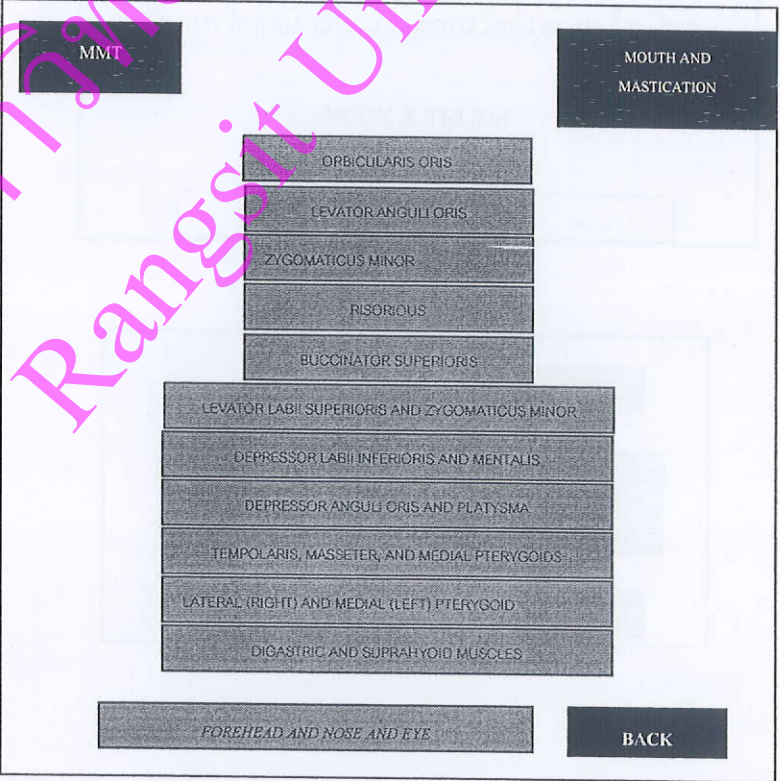
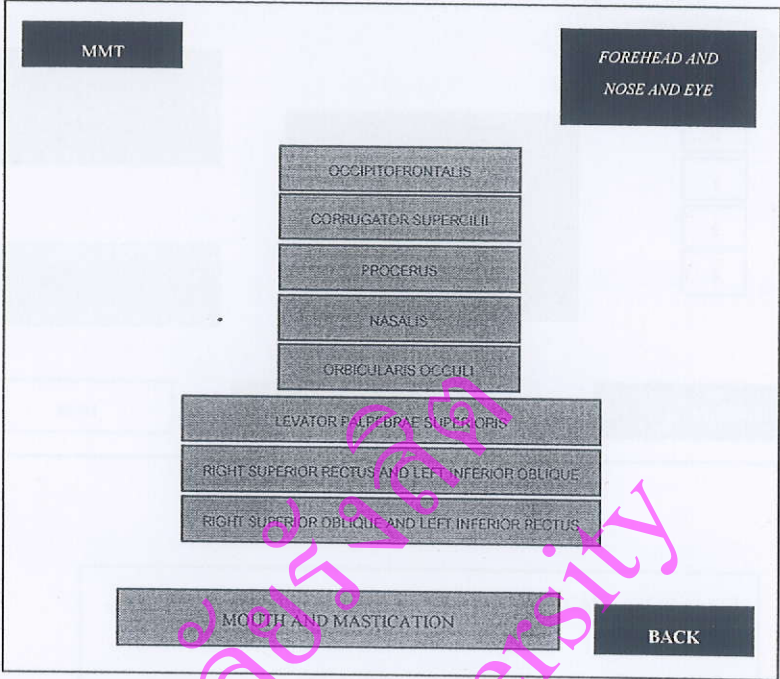
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีวกลศาสตร์

เรื่องการวัดกำลังกล้ามเนื้อ

FOREHEAD & NOSE & EYE &
MOUTH & MASTICATION

MMT





ACTION

รูปไฟล์VDO ของการ ตรวจกำลัง
กล้ามเนื้อในแต่ละทรวง

GRADE

0
1
3
5

Prime movers
Accessory muscles

ROM QUIZ BACK

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION (CAI)

ออกแบบโดยคณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีวกลศาสตร์
เรื่องการวัดกำลังกล้ามเนื้อและการวัดช่วงการเคลื่อนไหว

NECK & TRUNK

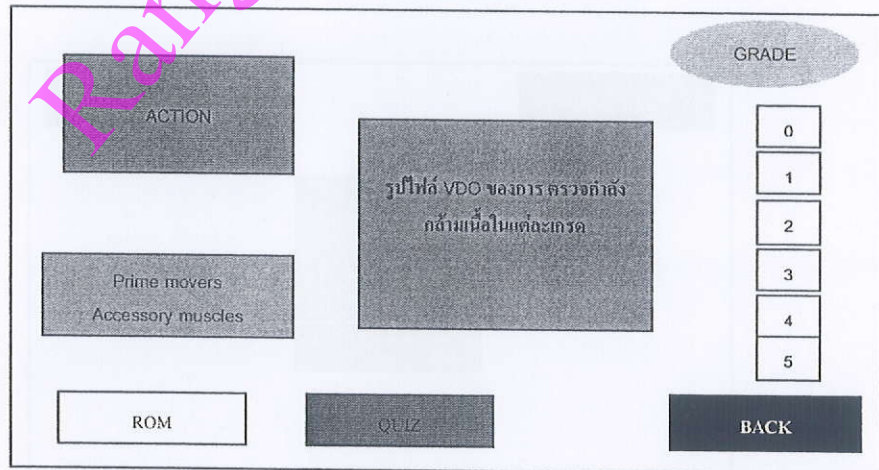
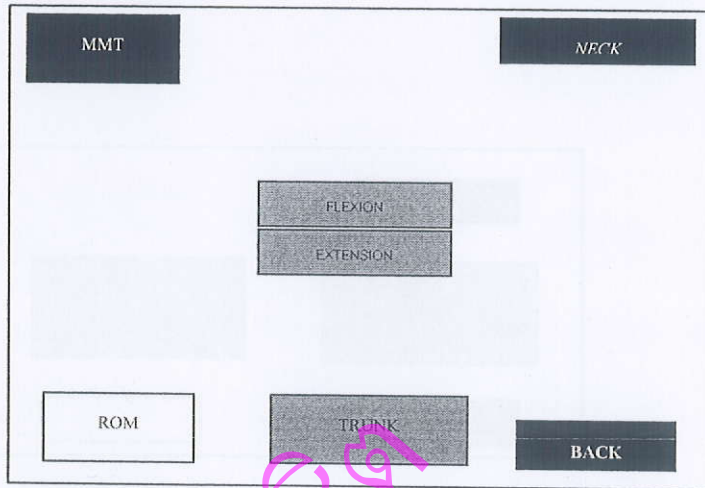
MMT ROM

NECK

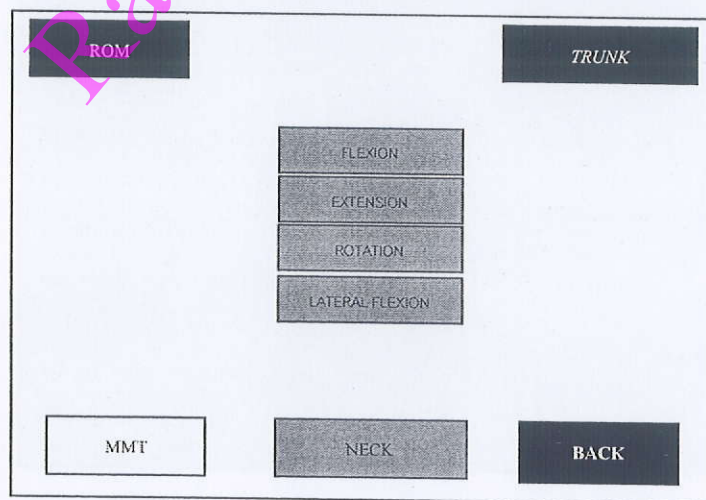
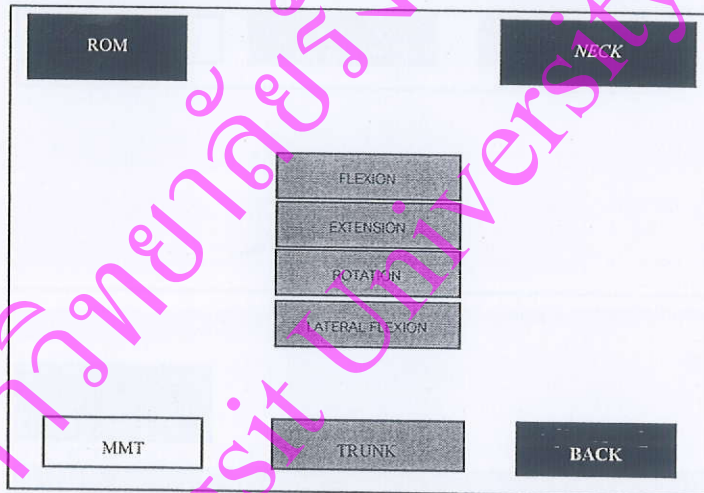
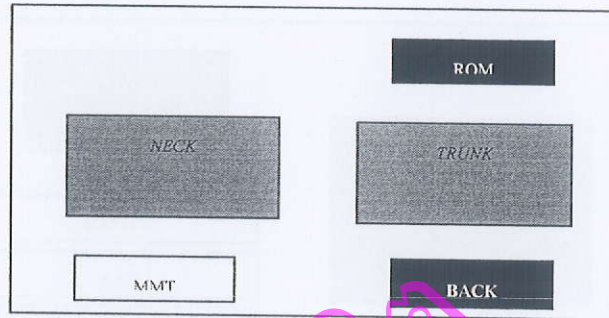
TRUNK

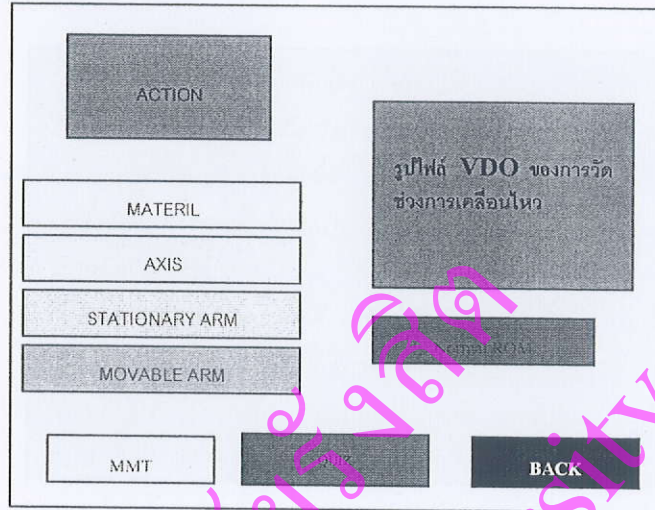
MMT

ROM BACK



มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University





GRADE

คำนิยามของเกรดกำลังกล้ามเนื้อ

Zero (Z) = 0 หมายถึง ไม่มีการเคลื่อนไหวใดๆของข้อต่อ และกล้ามเนื้อพบการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ

Trace (T) = 1 หมายถึง ไม่มีการเคลื่อนที่ของส่วนนั้นๆแต่กล้ามเนื้อพบการหดตัวของกล้ามเนื้อเล็กน้อย

Poor (P) = 2 หมายถึง เคลื่อนที่ได้โดยไม่มีแรงต้านจากแรงโน้มถ่วงโลก

Fair (F) = 3 หมายถึง เคลื่อนที่ต้านแรงโน้มถ่วงโลกได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหวแต่ไม่สามารถต้านแรงจากผู้ทดสอบได้

Good (G) = 4 หมายถึง เคลื่อนที่ต้านแรงโน้มถ่วงโลกได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว และสามารถต้านแรงจากผู้ทดสอบได้บ้าง (80%)

Normal (N) = 5 หมายถึง แข็งแรงปกติ เคลื่อนที่ต้านแรงโน้มถ่วงโลกได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว และสามารถต้านแรงจากผู้ทดสอบได้เต็มที่ (100%)

GRADE

คำนิยามของเกรดค่าดังกล้ามเนื้อหน้า

Zero (Z) = 0 หมายถึง ไม่มีการเคลื่อนไหวใดๆของข้อต่อ และกล้ามเนื้อพบการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ

Trace (T) = 1 หมายถึง ไม่มีการเคลื่อนที่ของส่วนนั้นๆแต่ถ้าพบการหดตัวของกล้ามเนื้อเล็กน้อย

Fair (F) = 3 หมายถึง เคลื่อนที่ต้านแรงโน้มถ่วงโลกได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหวแต่ไม่สามารถต้านแรงจากผู้ทดสอบได้

Normal (N) = 5 หมายถึง แข็งแรงปกติ เคลื่อนที่ต้านแรงโน้มถ่วงโลกได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว และสามารถต้านแรงจากผู้ทดสอบได้เต็มที่ (100%)

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบเจตคติของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 12 แบบทดสอบเจตคติของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

แบบสอบถาม	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีคุณลักษณะของเนื้อหาในบทเรียนและความเหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียนเพียงใด					
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเนื้อหาที่ให้ความรู้และความเพลิดเพลินมากน้อยเพียงใด					
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้ได้ดีกว่าตำราเรียนธรรมดาหรือไม่เพียงใด					
ผู้ใช้สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับเนื้อหาอื่นสาขาเดียวกันได้เพียงใด					

ตารางที่ 13 แบบทดสอบเจตคติของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการออกแบบ

แบบสอบถาม	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก
ภาพประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้มีคุณลักษณะและความสอดคล้องกับเนื้อหาเพียงใด					
ภาษาที่ใช้ , คำศัพท์ตลอดจนสัญลักษณ์ต่างๆเหมาะสมเพียงใด					
เวลาที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด					
รูปแบบและวิธีการใช้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เรียนได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการเรียนปกติหรือไม่เพียงใด					

ตารางที่ 14 แบบทดสอบเจตคติของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านความพึงพอใจ

แบบสอบถาม	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยมาก
ผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจในบทเรียนมากน้อยเพียงใด					
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากน้อยเพียงใด					
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่มมากน้อยเพียงใด					
ผู้ที่เรียนซ้ำสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมในบทเรียนนั้นๆ ได้มากน้อยเพียงใด					

แบบทดสอบเจตคติของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านอื่นๆ

ผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดเห็นว่า

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ทำ neck flexion-extension แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
 - ก. external auditory meatus
 - ข. internal auditory meatus
 - ค. medial auditory meatus
 - ง. spinous process
 - จ. tongue depressor
2. ทำ neck flexion-extension แกนของ movable arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
 - ก. ตั้งฉากกับพื้น
 - ข. ขนานกับพื้น
 - ค. ขนานกับแนวฐานของรูจมูก
 - ง. ขนานกับแนวกึ่งกลางแนวตา
 - จ. ขนานกับริมฝีปาก
3. ทำ neck lateral flexion แกนของ movable arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
 - ก. ขนานกับริมฝีปาก
 - ข. ขนานกับแนวกลางของหลังศีรษะ
 - ค. ตั้งฉากกับแนวกลางของหลังศีรษะ
 - ง. ขนานกับแนวนอนของหลังศีรษะ
 - จ. ขนานกับกระดูกกึ่งกลางหน้าอก
4. ทำ neck lateral flexion มีช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) กี่องศา
 - ก. 0-10 องศา
 - ข. 0-30 องศา
 - ค. 0-45 องศา
 - ง. 0-90 องศา
 - จ. 0-120 องศา
5. ทำ trunk (spinous) flexion-extension ผู้ทดสอบต้องวางสายวัดที่ตำแหน่งใด
 - ก. C₃ และ T₁₂
 - ข. C₅ และ S₁

- ค. C_7 และ S_2
- ง. C_7 และ T_1
- จ. C_7 และ T_{12}
6. ทำ shoulder flexion แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. ขนานกับกระดูกกึ่งกลางหน้าอก
- ข. กึ่งกลางของกระดูกซี่รยะด้านบน
- ค. ตั้งฉากกับแนวกลางของหลังซี่รยะ
- ง. กึ่งกลางของหัวกระดูกต้นแขนด้านนอก
- จ. กึ่งกลางข้อศอกด้านนอก
7. ทำ shoulder flexion แขนของ stationary arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. ขนานกับแนวกลางลำตัวทางด้านข้าง
- ข. ขนานกับแนวกลางลำตัวทางด้านหน้า
- ค. ตั้งฉากกับแนวกลางลำตัวทางด้านหน้า
- ง. ตั้งฉากกับแนวกลางลำตัวทางด้านข้าง
- จ. ขนานกับแนวกลางรูปหู
8. ทำ shoulder extension มีช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) กี่องศา
- ก. 0-15 องศา
- ข. 0-30 องศา
- ค. 0-60 องศา
- ง. 0-100 องศา
- จ. 0-150 องศา
9. ทำ shoulder internal rotation แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. วางเหนือต่อ acromion process
- ข. วางล่างต่อ acromion process
- ค. วางที่ olecranon process ของกระดูก radius
- ง. วางที่ olecranon process ของกระดูก ulna
- จ. วางกึ่งกลางของหัวกระดูกต้นแขน (head of humerus)
10. ทำ shoulder internal rotation มีช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) กี่องศา
- ก. 0-15 องศา
- ข. 0-30 องศา
- ค. 0-70 องศา

- ง. 0-100 องศา
 จ. 0-150 องศา
11. ทำ shoulder external rotation ไม่ควรใช้กับผู้ป่วยที่มีประวัติใด
- ก. anterior dislocation ของข้อต่อ glenohumeral
 ข. posterior dislocation ของข้อต่อ glenohumeral
 ค. medial dislocation ของข้อต่อ glenohumeral
 ง. dislocation ของ ulna styloid process
 จ. dislocation ของ radial styloid process
12. ทำ elbow flexion-extension เกณฑ์มุมของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. วางเหนือข้อต่อ acromion process
 ข. วางเหนือข้อต่อ olecranon process ของกระดูก radius
 ค. วางเหนือข้อต่อ olecranon process ของกระดูก ulna
 ง. วางเหนือข้อต่อ medial epicondyle ของต้นแขน
 จ. วางเหนือข้อต่อ lateral epicondyle ของต้นแขน
13. ทำ supination มือผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่าใด
- ก. นิ้วแขนแนบลำตัวหงายมือ
 ข. นิ้วแขนแนบลำตัวคว่ำมือ
 ค. นิ้วแขนแนบลำตัวกึ่งคว่ำกึ่งหงายมือ
 ง. ก. และ ค. ถูกต้อง
 จ. ข. และ ง. ถูกต้อง
14. ทำ supination-pronation เกณฑ์มุมของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. วางอยู่ที่ forearm
 ข. วางอยู่ที่ elbow
 ค. วางอยู่เหนือหัวต่อกระดูก metacarpal อันที่ 1
 ง. วางอยู่เหนือหัวต่อกระดูก metacarpal อันที่ 3
 จ. วางอยู่เหนือหัวต่อกระดูก metacarpal อันที่ 5
15. ทำ wrist flexion-extension แขนของ stationary arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. ตั้งฉากกับแนว longitudinal axis ของกระดูก ulna
 ข. ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก ulna
 ค. ตั้งฉากกับแนว longitudinal axis ของกระดูก radius
 ง. ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก radius
 จ. ขนานกับ ulna styloid process

16. ทำ wrist ulna and radiation แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- วางอยู่ที่หลังมือเหนือกระดูก hamate
 - วางอยู่ที่หลังมือเหนือกระดูก triquetrum
 - วางอยู่ที่หลังมือเหนือกระดูก capitate
 - วางอยู่ที่หลังมือเหนือกระดูก trapezium
 - วางอยู่ที่หลังมือเหนือกระดูก scaphoid
17. ทำ neck lateral flexion ควรให้ผู้ถูกวัดอยู่ในท่าใด
- ยืนหลังตรง
 - นอนหงายหลังตรง
 - นั่งหลังตรง
 - นอนคว่ำมือไขว้หลัง
 - นอนตะแคง
18. ทำ thumb carpometacarpal flexion-extension แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- วางที่ ulna styloid process
 - วางที่ radial styloid process
 - วางเหนือข้อต่อ metacarpal
 - วางเหนือข้อต่อ carpometacarpal
 - วางอยู่ที่หลังมือเหนือกระดูก trapezium
19. ทำ thumb carpometacarpal abduction ข้อใดถูก
- stationary arm วางขนานกับแนว longitudinal axis ของ metacarpal อันที่ 2
 - movable arm วางบริเวณ scaphoid
 - แกนหมุนของ goniometer วางอยู่เหนือข้อต่อ ulna styloid process
 - แกนหมุนของ goniometer วางอยู่เหนือข้อต่อ ulna styloid process
 - แกนหมุนของ goniometer วางอยู่เหนือข้อต่อ olecranon process ของกระดูก ulna
20. การวัด trunk lateral flexion ผู้ที่ถูกวัดควรอยู่ในท่าใด
- นั่งหลังตรง
 - นอนหงาย
 - นอนคว่ำหลังตรง
 - นอนตะแคง
 - ยืนตรง

21. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้านในการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Scapular elevation
- ให้แรงต้านบริเวณหัวไหล่ด้านบน ในทิศทางกดลง
 - ให้แรงต้านบริเวณหัวไหล่ด้านหลัง ในทิศทางดันข้างหน้า
 - ให้แรงต้านบริเวณข้อศอก ในทิศทางกดลง
 - ให้แรงต้านบริเวณข้อมือ ในทิศทางหมุนหัวไหล่เข้า
 - ให้แรงต้านบริเวณข้อมือ ในทิศทางหมุนหัวไหล่ออก
22. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้านขณะทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Shoulder flexion
- ให้แรงต้านบริเวณหัวไหล่ทางด้านหลัง โดยให้แรงดันมาด้านหน้า
 - ให้แรงต้านบริเวณหัวไหล่ทางด้านหน้า โดยใช้แรงดันมาด้านหลัง
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหน้า โดยให้แรงดันมาด้านหลัง
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหลัง โดยให้แรงดันมาด้านหน้า
 - ไม่มีข้อถูก
23. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้านขณะทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ elbow flexion
- ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหน้า โดยให้แรงกดไปทางด้านหลัง
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหลัง โดยให้แรงกดไปทางด้านหน้า
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ โดยทำให้เกิดการเหยียดศอก
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ โดยทำให้เกิดการงอศอก
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ ในทิศทางบิดให้เกิดการคว่ำ
24. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้านขณะทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Supination
- ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ ในทิศทางบิดให้เกิดการคว่ำมือ
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ ในทิศทางบิดให้เกิดการหงายมือ
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ ในทิศทางเกิดการกระดกข้อมือขึ้น
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ ในทิศทางเกิดการกระดกข้อมือลง
 - ให้แรงต้านบริเวณกึ่งกลางแขนท่อนล่าง ในทิศทางบิดให้เกิดการคว่ำมือ
25. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้านขณะทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Wrist extension
- ให้แรงต้านบริเวณด้านหลังมือ
 - ให้แรงต้านบริเวณด้านฝ่ามือ
 - ให้แรงต้านบริเวณด้านนิ้วมือทางด้านหลัง
 - ให้แรงต้านบริเวณนิ้วมือทางด้านหน้า
 - ไม่มีข้อถูก

26. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้านขณะทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Flexion of metacarpophalangeal ในเกรด normal
- ก. ให้แรงต้านบริเวณฝ่ามือ
 - ข. ให้แรงต้านบริเวณ (proximal phalange)
 - ค. ให้แรงต้านบริเวณนิ้วข้อที่ 2 (middle phalange)
 - ง. ให้แรงต้านบริเวณนิ้วข้อที่ 3 (distal phalange)
 - จ. ข้อ ข, ค, ง ถูกต้อง
27. ทำเริ่มต้นในท่า Scapular elevation ในเกรด Poor
- ก. นอนคว่ำ แขนแนบลำตัว
 - ข. นั่ง ยกแขนไปด้านหน้า 90° (มีที่รองแขน)
 - ค. นั่ง กางแขน 90° (มีที่รองแขน)
 - ง. นอนคว่ำ เอื้อมมือไปทางด้านบนเหนือศีรษะ
 - จ. นอนหงาย แขนแนบลำตัว
28. ทำเริ่มต้นในการท่า Shoulder extension ในเกรด Normal
- ก. นั่งแขนข้างลำตัว
 - ข. นอนหงายแขนข้างลำตัว
 - ค. นอนคว่ำแขนข้างลำตัว
 - ง. นอนคว่ำ กางไหล่ 90° แขนท่อนล่างห้อยข้างเดียว
 - จ. นอนคว่ำ แขนทั้งหมดห้อยข้างเดียว
29. ทำเริ่มต้นในการท่า Forearm supination ในเกรด Poor
- ก. นั่งแขนท่อนบนแนบลำตัว งอศอก 90° หงายมือ
 - ข. นอนหงาย แขนแนบลำตัว งอศอก 90° คว่ำมือ
 - ค. นอนหงาย แขนแนบลำตัว งอศอก 90° กึ่งคว่ำกึ่งหงายมือ
 - ง. นอนคว่ำ แขนทั้งหมดห้อยข้างเดียว
 - จ. นั่งแขนท่อนบนแนบลำตัว งอศอก 90° คว่ำมือ
30. ทำเริ่มต้นในการท่า Shoulder internal rotation ในเกรด Normal
- ก. นั่งแขนข้างลำตัว
 - ข. นอนหงายแขนข้างลำตัว
 - ค. นอนคว่ำแขนข้างลำตัว
 - ง. นอนคว่ำ กางไหล่ 90° แขนท่อนบนอยู่บนเตียง แขนท่อนล่างห้อยข้างเดียว
 - จ. นอนคว่ำ แขนทั้งหมดห้อยข้างเดียว

31. การตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Shoulder flexion ผู้ทดสอบจะคลำกล้ามเนื้อ ได้บริเวณใดในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนไหวได้
- หัวไหล่ทางด้านหน้า
 - หัวไหล่ทางด้านข้าง
 - หัวไหล่ทางด้านหลัง
 - บริเวณหน้าอกทางด้านหน้า
 - บริเวณต้นแขนด้านหน้า
32. การตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Elbow flexion ผู้ทดสอบจะคลำกล้ามเนื้อ ได้บริเวณใดในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนไหวได้
- ต้นแขนด้านหน้า
 - เอ็นกล้ามเนื้อบริเวณข้อพับ
 - ต้นแขนด้านหลัง
 - ก และ ข ถูก
 - ไม่มีข้อถูก
33. การตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Forearm supination ผู้ทดสอบจะคลำกล้ามเนื้อ ได้บริเวณใดในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนไหวได้
- เหนือข้อมือด้านหลัง
 - เหนือข้อมือด้านหน้า
 - ต่ำกว่าข้อศอกค้อมมาด้านใน
 - ต่ำกว่าหัวกระดูก radius ค้อมมาทางด้านหลัง (dorsal)
 - เหนือข้อศอกทางด้านหลังเล็กน้อย
34. การตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Scapular elevation ผู้ทดสอบจะคลำกล้ามเนื้อด้านบริเวณใด
- ด้านข้างต้นคอบริเวณบ่า
 - ระหว่างกระดูกสันหลังและขอบด้านในของระดับสันของกระดูกสะบัก (root of spine of scapular)
 - ขอบทางด้านนอกของสะบัก
 - ด้านหน้าบริเวณหน้าอกใต้ไหปลาร้า
 - ระหว่างกระดูกสันหลังและขอบด้านในของสะบักส่วนล่าง
15. ขณะทำการเคลื่อนไหวในท่า Shoulder flexion เกรด Normal ผู้ทดสอบควรทำการยึดบริเวณใดเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ
- บริเวณสะบักด้านตรงข้ามกับไหล่ข้างที่ทำการเคลื่อนไหว
 - บริเวณสะบักด้านเดียวกันกับไหล่ข้างที่ทำการเคลื่อนไหว

- ก. บริเวณแขนท่อนบนด้านเดียวกับไหล่ที่ทำการเคลื่อนไหว
- ง. บริเวณแขนท่อนล่างด้านเดียวกับไหล่ที่ทำการเคลื่อนไหว
- จ. ไม่ต้องยึดสำหรับการเคลื่อนไหวเช่นนี้
36. ขณะทำการเคลื่อนไหวในท่า Scapular elevation เกรด Normal ผู้ทดสอบควรทำการยึดบริเวณใดเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ
- ก. บริเวณสะบักด้านตรงข้ามกับสะบักที่ทำการเคลื่อนไหว
- ข. บริเวณสะบักด้านเดียวกันกับสะบักที่ทำการเคลื่อนไหว
- ค. บริเวณแขนท่อนบนด้านเดียวกับสะบักที่ทำการเคลื่อนไหว
- ง. บริเวณแขนท่อนล่างด้านเดียวกับสะบักที่ทำการเคลื่อนไหว
- จ. ไม่ต้องยึดสำหรับการเคลื่อนไหวเช่นนี้
37. ขณะทำการเคลื่อนไหวในท่า Forearm supination เกรด Normal ผู้ทดสอบควรทำการยึดบริเวณใดเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ
- ก. บริเวณสะบักด้านตรงข้ามกับแขนที่ทำการเคลื่อนไหว
- ข. บริเวณสะบักด้านเดียวกันกับแขนที่ทำการเคลื่อนไหว
- ค. บริเวณแขนท่อนล่างด้านที่ทำการเคลื่อนไหว
- ง. บริเวณแขนท่อนล่างด้านที่ทำการเคลื่อนไหว
- จ. ไม่ต้องยึดสำหรับการเคลื่อนไหวเช่นนี้
38. ขณะทำการเคลื่อนไหวในท่า Flexion of metacarpophalangeal joint เกรด Normal ผู้ทดสอบควรทำการยึดบริเวณใดเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ
- ก. บริเวณเนื้อข้อมือ
- ข. บริเวณนิ้วโป่งขึ้นที่ 1
- ค. บริเวณฝ่ามือของนิ้วทั้ง 4 นิ้ว
- ง. บริเวณนิ้วมือขึ้นที่ 1
- จ. บริเวณนิ้วมือขึ้นที่ 2
39. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเกรด Zero
- ก. ไม่สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ และเคลื่อนที่ไม่เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
- ข. สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ต้านแรงภายนอกได้ และเคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
- ค. เคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว และต้านแรงโน้มถ่วงของโลก
- ง. ไม่สามารถคลำการหดตัวของกล้ามเนื้อได้
- จ. คลำพบการหดตัวของกล้ามเนื้อ

40. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเกรด Normal
- ก. ไม่สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้
 - ข. สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ต้านแรงภายนอกได้ และเคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
 - ค. เคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว และต้านแรงโน้มถ่วงของโลก
 - ง. ไม่สามารถกล่าวการหดตัวของกล้ามเนื้อได้
 - จ. กล่าวพบการหดตัวของกล้ามเนื้อได้

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

แบบทดสอบระหว่างเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ทำ neck lateral flexion แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
 - ก. วางอยู่ที่ต่อสะบัก (scapular)
 - ข. วางอยู่ที่กึ่งกลางของกระดูกต้นแขน (head of humerus)
 - ค. วางขนานกับแนวฐานของงมุก
 - ง. วางอยู่ส่วนยื่นแหลมของ spinous process ระดับ C₅
 - จ. วางอยู่ส่วนยื่นแหลมของ spinous process ระดับ C₇
2. ทำ neck rotation แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
 - ก. ตั้งฉากกับแนวกลางของหลังศีรษะ
 - ข. กึ่งกลางของกระดูกศีรษะทางด้านบน
 - ค. กึ่งกลางของกระดูกศีรษะทางด้านข้าง
 - ง. ขนานกับกระดูกกึ่งกลางหน้าอก
 - จ. ไม่มีข้อใดถูก
3. ทำ shoulder flexion มีช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) กี่องศา
 - ก. 0-10 องศา
 - ข. 0-50 องศา
 - ค. 0-100 องศา
 - ง. 0-120 องศา
 - จ. 0-180 องศา
4. ทำเริ่มต้นของ shoulder flexion และทำเริ่มต้นของ shoulder extension แตกต่างกันอย่างใด
 - ก. shoulder flexion นอนตะแคง แต่ shoulder extension นอนคว่ำ
 - ข. shoulder flexion นอนหงาย แต่ shoulder extension นอนตะแคง
 - ค. shoulder flexion นอนหงาย แต่ shoulder extension นอนคว่ำ
 - ง. shoulder flexion นอนคว่ำ แต่ shoulder extension นอนหงาย
 - จ. ไม่แตกต่างกัน
5. ทำ shoulder abduction แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
 - ก. วางเหนือกระดูก sternum
 - ข. วางอยู่ที่กึ่งกลางของข้อไหล่
 - ค. วางขนานกับกระดูก scapular

- ง. วางตั้งฉากกับกระดูกสันหลัง
- จ. วางกึ่งกลางศีรษะ
6. ทำ shoulder horizontal abduction-adduction แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. วางกึ่งกลาง sternum
- ข. วางกึ่งกลาง scapular
- ค. วางกึ่งกลางแนวของกระดูกสันหลัง
- ง. วางเหนือต่อ acromion process
- จ. วางเหนือต่อ olecranon process ของกระดูก radius
7. ทำ shoulder internal rotation แกนของ stationary arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. ตั้งฉากกับพื้น (ตั้งลงมาที่พื้น)
- ข. ขนานกับพื้น
- ค. วางขนานกับกระดูก scapular
- ง. วางเหนือกระดูก sternum
- จ. วางเหนือต่อ olecranon process ของกระดูก radius
8. ทำ shoulder external rotation แกนของ movable arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. ตั้งฉากกับ longitudinal ของกระดูก radius
- ข. ขนานกับ longitudinal ของกระดูก radius
- ค. ตั้งฉากกับ longitudinal ของกระดูก ulna
- ง. ขนานกับ longitudinal ของกระดูก ulna
- จ. ขนานกับ olecranon process ของกระดูก radius
9. ทำ elbow flexion-extension มีช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) กี่องศา
- ก. 50 องศา, 0 องศา
- ข. 0 องศา, 50 องศา
- ค. 100 องศา, 0 องศา
- ง. 0 องศา, 100 องศา
- จ. 150 องศา, 0 องศา
10. ทำ supination-pronation แกนของ stationary arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ก. ขนานกับพื้น
- ข. ตั้งฉากกับพื้น (ตั้งลงมาที่พื้น)
- ค. เฉียง 45 องศา กับพื้น
- ง. วางขนานกับข้อศอก
- จ. วางขนานกับ acromion process

11. ทำ wrist flexion-extension แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- วางที่ **ulna styloid process**
 - วางที่ radial styloid process
 - วางที่หัวของกระดูกต้นแขน
 - วางเหนือต่อ medial epicondyle ของต้นแขน
 - วางเหนือต่อ lateral epicondyle ของต้นแขน
12. ทำ wrist flexion-extension แขนของ movable arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 1
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 2
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 3
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 4
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 5
13. ทำ wrist ulna and radial deviation แขนของ movable arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 1
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 2
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 3
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 4
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 5
14. ทำ radial deviation มีช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) กี่องศา
- 0-10 องศา
 - 0-45 องศา**
 - 0-90 องศา
 - 0-120 องศา
 - 0-150 องศา
15. ทำ finger metacarpophalangeal abduction-adduction แกนหมุนของ goniometer วางอยู่ที่ตำแหน่งใด
- วางที่หลังมือเหนือกระดูก scaphoid
 - วางที่ด้านหน้าของข้อต่อ MCP ของนิ้วที่จะทำการวัด
 - วางที่ด้านหลังของข้อต่อ MCP ของนิ้วที่จะทำการวัด
 - วางที่ด้านหน้าของข้อต่อ PIP ของนิ้วที่จะทำการวัด
 - วางที่ด้านหลังของข้อต่อ PIP ของนิ้วที่จะทำการวัด

16. ทำ thumb carpometacarpal flexion-extension แขนของ stationary arm อยู่ที่ตำแหน่งใด
- ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 1
 - ขนานกับแนว longitudinal axis ของกระดูก metacarpal ที่ 2**
 - ขนานกับ olecranon process ของกระดูก radius
 - ขนานกับ olecranon process ของกระดูก ulna
 - ขนานกับ ulna styloid process
17. ทำ thumb carpometacarpal abduction มีช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) กี่องศา
- 0-10 องศา
 - 0-30 องศา
 - 0-70 องศา**
 - 0-120 องศา
 - 0-150 องศา
18. ทำ supination-pronation ผู้ที่ถูกวัดควรอยู่ในท่าใด
- ยืน
 - นอนตะแคง
 - นอนหงาย
 - นั่ง**
 - นอนคว่ำ
19. การวัดท่า finger metacarpophalangeal abduction-adduction ผู้ที่ถูกวัดควรอยู่ในท่าใด
- นั่งหงายฝ่ามือ
 - ยืนคว่ำมือ**
 - นั่งคว่ำมือ
 - นอนหงายหงายฝ่ามือ
 - นอนตะแคงคว่ำมือ
20. การวัดท่า finger metacarpophalangeal and interphalangeal flexion ผู้ที่ถูกวัดควรอยู่ในท่าใด
- นั่งคว่ำฝ่ามือ
 - นั่งหงายฝ่ามือ**
 - นอนตะแคงหงายมือ
 - นั่งคุกเข่า
 - ยืนตีสั่งกา

21. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้านในการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Shoulder extension
- ให้แรงต้านบริเวณหัวไหล่ทางด้านหลัง โดยให้แรงดันมาด้านหน้า
 - ให้แรงต้านบริเวณหัวไหล่ทางด้านหน้า โดยใช้แรงดันมาด้านหลัง
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหน้า โดยให้แรงดันมาด้านหลัง
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหลัง โดยให้แรงดันมาด้านหน้า
 - ไม่มีข้อถูก
22. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้าน ขณะทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Shoulder abduction
- ให้แรงต้านขณะกางไหล่ที่หัวไหล่ทางด้านข้าง โดยกดแขนลง
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือในทิศทางหมุนหัวไหล่เข้า
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือในทิศทางหมุนหัวไหล่ออก
 - ให้แรงต้านขณะกางแขนบริเวณเหนือข้อมือในทิศกดลง
 - ให้แรงต้านขณะกางแขนบริเวณเหนือข้อศอกในทิศกดลง
23. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้าน ขณะทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ elbow extension
- ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหน้า โดยให้แรงกดไปทางด้านหลัง
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหลัง โดยให้แรงกดไปทางด้านหน้า
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ โดยทำให้เกิดการเหยียดศอก
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ โดยทำให้เกิดการงอศอก
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ ในทิศทางบิดให้เกิดการคว่ำ
24. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้าน ขณะทำการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Pronation
- ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหน้า โดยให้แรงกดไปทางด้านหลัง
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อศอกทางด้านหลัง โดยให้แรงกดไปทางด้านหน้า
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ โดยทำให้เกิดการเหยียดศอก
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ ในทิศทางบิดให้เกิดการหงาย
 - ให้แรงต้านบริเวณเหนือข้อมือ ในทิศทางบิดให้เกิดการคว่ำ
25. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการให้แรงต้านในการตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Shoulder internal rotation ในเกรด Good
- ให้แรงต้านบริเวณข้อศอกในทิศทางหมุนหัวไหล่ออกด้านนอก
 - ให้แรงต้านบริเวณกึ่งกลางแขนท่อนล่างในทิศทางหมุนหัวไหล่ออกด้านนอก
 - ให้แรงต้านบริเวณข้อมือในทิศทางหมุนหัวไหล่ออกด้านนอก
 - ให้แรงต้านบริเวณข้อมือในทิศทางหมุนหัวไหล่เข้าด้านใน
 - ให้แรงต้านบริเวณกึ่งกลางแขนท่อนล่างในทิศทางหมุนหัวไหล่เข้าด้านใน

26. ทำเริ่มต้นในการทำ Scapular adduction ในเกรด Fair
- นอนหงาย เอื้อมมือขึ้นไปทางเพดาน
 - นอนหงาย กางไหล่ ออก 90° งอศอก 90° หมุนหัวไหล่ ออกด้านนอก ร่วมกับ หายมือ
 - นอนคว่ำ กางไหล่ ออก 90° งอศอก 90° หมุนหัวไหล่ ออกด้านใน ร่วมกับ คว่ำมือ
 - นอนคว่ำ เอื้อมมือ ไปทางด้านบนเหนือศีรษะ
 - นอนคว่ำ หายมือวางบนสะโพก
27. ทำเริ่มต้นในการทำ Wrist extension ในเกรด Poor
- นอนคว่ำ แขนท่อนล่างอยู่ในลักษณะกึ่งคว่ำ กึ่งหงาย
 - นั่ง แขนท่อนล่างอยู่ในลักษณะกึ่งคว่ำ กึ่งหงาย
 - นอนหงาย แขนอยู่ในลักษณะคว่ำมือ
 - นอนหงาย แขนอยู่ในลักษณะหงายมือ
 - ข้อ ก. และ ข. ถูก
28. ทำเริ่มต้นในการทำ Forearm pronation ในเกรด Fair
- นั่ง แขนท่อนบนแนบลำตัว งอศอก 90° หายมือ
 - นั่ง แขนท่อนบนแนบลำตัว งอศอก 90° คว่ำมือ
 - นั่ง แขนท่อนบนแนบลำตัว งอศอก 90° กึ่งคว่ำกึ่งหงายมือ
 - นอนคว่ำ แขนทั้งหมดห้อยไว้ข้างเดียว
 - นั่ง แขนห้อยข้างลำตัว
29. ทำเริ่มต้นในการทำ Shoulder abduction เกรด Normal
- นอนหงาย แขนข้างลำตัว
 - นอนคว่ำ แขนข้างลำตัว
 - นอนคว่ำ กางแขน 90°
 - นั่ง แขนข้างลำตัว
 - นอนหงาย กางไหล่ 90°
30. การตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Shoulder horizontal adduction ผู้ทดสอบจะคลำกล้ามเนื้อได้บริเวณใดในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนไหวได้
- บริเวณบ่า
 - ทางด้านหน้าของหน้าอก
 - หัวไหล่ด้านหลัง
 - ต้นแขนด้านหน้า
 - ไม่มีข้อถูก

31. ทำเริ่มต้นในการทำ Scapular abduction and upward rotation เกรด Good
- นอนหงายยกแขนชี้ขึ้นไปทางเพดาน
 - นอนคว่ำ กางแขน 90° งอศอก 90° หมุนหัวไหล่ออกทางด้านนอก
 - นอนคว่ำ กางแขน 90° งอศอก 90° หมุนหัวไหล่ออกทางด้านใน
 - นั่งแขนแนบลำตัว
 - นอนคว่ำกางแขนออก 35°
32. ทำเริ่มต้นในการทำ Metacarpophalangeal flexion ในเกรด Poor
- หงายฝ่ามือ เขยียดนิ้วตรง
 - ตั้งฝ่ามือ เขยียดนิ้วตรง
 - คว่ำฝ่ามือ เขยียดนิ้วตรง
 - ก. และ ข. ถูก
 - ไม่มีข้อใดถูก
33. การตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Shoulder abduction ผู้ทดสอบจะคลำกล้ามเนื้อได้บริเวณใดกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนไหวได้
- หัวไหล่ทางด้านหน้า
 - หัวไหล่ทางด้านข้าง
 - หัวไหล่ทางด้านหลัง
 - บริเวณหน้าอกทางด้านหน้า
 - บริเวณต้นแขนด้านหน้า
34. การตรวจกำลังกล้ามเนื้อ Elbow extension ผู้ทดสอบจะคลำกล้ามเนื้อได้บริเวณใดกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถเคลื่อนไหวได้
- ต้นแขนด้านหน้า
 - เอ็นกล้ามเนื้อบริเวณข้อพับ
 - ต้นแขนด้านหลัง
 - ก. และ ข. ถูก
 - ไม่มีข้อถูก
35. ขณะทำการเคลื่อนไหวในท่า Wrist flexion เกรด Normal ผู้ทดสอบควรทำการยืดบริเวณใดเพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ
- บริเวณเหนือข้อมือ
 - บริเวณนิ้วโป้งขึ้นที่ 1
 - บริเวณฝ่ามือของนิ้วทั้ง 4 นิ้ว
 - บริเวณนิ้วมือขึ้นที่ 1

- จ. บริเวณนิ้วมือชั้นที่ 2
36. ขณะทำการเคลื่อนไหวในท่า Thumb adduction เกรด Normal ผู้ทดสอบควรทำการยึดบริเวณใด เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ
- ก. บริเวณเหนือข้อมือ
- ข. บริเวณนิ้วโป้งชั้นที่ 1
- ค. บริเวณฝ่ามือของนิ้วทั้ง 4 นิ้ว
- ง. บริเวณนิ้วมือชั้นที่ 1
- จ. บริเวณนิ้วมือชั้นที่ 2
37. ขณะทำการเคลื่อนไหวในท่า Wrist extension เกรด Normal ผู้ทดสอบควรทำการยึดบริเวณใด เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ
- ก. บริเวณเหนือข้อมือ
- ข. บริเวณนิ้วโป้งชั้นที่ 1
- ค. บริเวณฝ่ามือของนิ้วทั้ง 4 นิ้ว
- ง. บริเวณนิ้วมือชั้นที่ 1
- จ. บริเวณนิ้วมือชั้นที่ 2
38. ขณะทำการเคลื่อนไหวในท่า Shoulder horizontal abduction เกรด Normal ผู้ทดสอบควรทำการยึดบริเวณใดแล้วไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหว
- ก. บริเวณช่วงอก
- ข. บริเวณเหนือข้อมือ
- ค. บริเวณหัวไหล่
- ง. บริเวณเหนือข้อศอก
- จ. ไม่มีข้อใดถูก
39. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเกรด 2
- ก. เคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว แต่ไม่สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้
- ข. สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ต้านแรงภายนอกได้ และเคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
- ค. เคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว และต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้
- ง. ไม่สามารถลดค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อได้
- จ. คลำพบการหดตัวของกล้ามเนื้อ

40. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับเกรด 1

- ก. เคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว แต่ไม่สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้
- ข. สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ต้านแรงภายนอกได้ และเคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว
- ค. เคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว และต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้
- ง. ไม่สามารถคลำการหดตัวของกล้ามเนื้อได้
- จ. คลำพบการหดตัวของกล้ามเนื้อ

มหาวิทยาลัยรังสิต
Rangsit University

ภาคผนวก ง

เรื่อง คะแนนสอบของกลุ่มประชากรที่อ่านเอกสารการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ 15 คะแนนสอบของกลุ่มประชากรระหว่างที่อ่านเอกสารการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชั้นทดลอง	คนที่	ระหว่างเรียน		ระหว่างเรียน	
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1 ต่อ 1	1	40	33	40	36
กลุ่มเล็ก	1	40	30	40	30
	2	40	34	40	34
	3	40	36	40	36
กลุ่มใหญ่	1	40	36	40	36
	2	40	34	40	36
	3	40	36	40	37
	4	40	36	40	38
	5	40	32	40	35
	6	40	34	40	34
	7	40	33	40	36
	8	40	32	40	35
	9	40	35	40	37
	10	40	35	40	36
	11	40	34	40	36
	12	40	35	40	34
	13	40	33	40	35
	14	40	33	40	34
	15	40	34	40	33

ตารางที่ 16 คะแนนสอบของกลุ่มประชากรก่อนและหลังที่เรียนด้วยอ่านเอกสารการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	ก่อนศึกษาด้วย		หลังศึกษาด้วย	
	คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	เอกสารประกอบการเรียน	คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	เอกสารประกอบการเรียน
1	30	31	36	32
2	32	30	35	34
3	29	29	38	32
4	30	32	37	32
5	30	31	36	31
6	29	28	33	28
7	32	30	37	34
8	29	27	35	28
9	33	32	3	35
10	30	28	35	26
11	32	35	35	28
12	34	32	36	34
13	33	32	37	35
14	28	30	34	26
15	27	27	32	24

ตารางที่ 17 คะแนนสอบของกลุ่มประชากรก่อนและหลังที่เรียนด้วยอ่านเอกสารการสอนกับกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งตามระดับความสามารถในการเรียนรู้

ระดับการ เรียนรู้	คนที่	ก่อนศึกษาด้วย		หลังศึกษาด้วย	
		คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน	เอกสาร ประกอบการ เรียน	คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน	เอกสาร ประกอบการ เรียน
กลุ่มสูง	3	29	29	38	32
	7	32	30	37	34
	9	33	32	3	35
	13	33	32	37	35
กลุ่มปาน กลาง	1	30	31	36	32
	2	32	30	35	34
	4	30	32	37	32
	5	30	31	36	31
	10	30	28	35	26
	12	34	32	36	34
กลุ่มต่ำ	6	29	28	33	28
	8	29	27	35	28
	11	32	35	35	28
	14	28	30	34	26
	15	27	27	32	24

ชีวประวัติทางการศึกษา

ชื่อ-นามสกุล	อาภาลักษณ์ พรยศสายชล
วัน/เดือน/ปี เกิด	15 ตุลาคม 2513
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
การศึกษา	พ.ศ. 2531-2535 มหาวิทยาลัยรังสิต วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ถ่ายภาพบำบัด) พ.ศ. 2540-2543 มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย)
การทำงาน	พ.ศ. 2535-2540 นักรักษาภาพบำบัด โรงพยาบาลสมทศนคร พ.ศ. 2543-2544 ที่ปรึกษา บริษัท สตีลเมติกส์ อินสตรูमेंท์ จำกัด กรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2544-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำคณะถ่ายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยรังสิต