

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดลองใช้แผ่นภาพโปรงใสแบบธรรมดา
กับแผ่นภาพโปรงใสแบบซ้อนภาพ ในวิชากายวิภาคเชิงกลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1
โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถาบันราชภัฏพระนคร



พรรณรา เจริญยศ

ฉบับนี้หนทางการ
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ.2543

ISBN 974-664-584-6

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright © Mahidol University

วพ
พ.ศ.๒๕๔๓

๕๓๕๔๙ (๑.๑)

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดลองใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา
กับแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ ในวิชากายวิภาคเชิงกลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1
โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถาบันราชภัฏพระนคร


.....

นางพรรณรา เจริญยศ

ผู้วิจัย


.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ สุรินทร์วงศ์

วท.บ. , วท.ม. (เวชนิทัศน์)

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

ศาสตราจารย์สถา ลิปพานิชย์การ

พ.บ. , Cert in Arts as Applied to Medicine

(John Hopkins)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

อาจารย์อนุชรี ปุตราเสร์ณี

วท.บ.,วท.ม.(เวชนิทัศน์)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา แจ่มสว่าง

วท.บ.(เวชนิทัศน์), ค.ม. (โสตทัศนศึกษา)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเวชนิทัศน์

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล


.....

อาจารย์วรรณิ สหสมโชค

ศษ.บ.(ศิลปกรรม),ค.ม. (ศิลปศึกษา)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ถิมถ่อมวงศ์

Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดลองใช้แผ่นภาพโปรงใสแบบธรรมดา
กับแผ่นภาพโปรงใสแบบซ้อนภาพ ในวิชากายวิภาคเชิงกลของนักศึกษาาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1

โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สถาบันราชภัฏพระนคร

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์

วันที่ 23 สิงหาคม 2543


.....

นางพรรณรา เจริญยศ

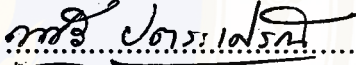
ผู้วิจัย


.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา แจ็งสว่าง

วท.บ. (เวชนิทัศน์), ค.ม. (โสตทัศนศึกษา)

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

อาจารย์นุชรี ปุตราเสร์ณี

วท.บ., วท.ม. (เวชนิทัศน์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

อาจารย์วรรณี สหสมโชค

ศษ.บ.(ศิลปกรรม), ค.ม.(ศิลปศึกษา)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

ศาสตราจารย์ชนิกา ตู้จินดา

พ.บ., M.S., FAAP, อ.ว. (กุมารเวชศาสตร์),

Dip.Amer.Brd Pediatr

คณบดี

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล


.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ สุรินทรวงศ์

วท.บ., วท.ม. (เวชนิทัศน์)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

ศาสตราจารย์ นายแพทย์สภา ทิมพานิชย์การ

พ.บ., Cert in Arts as Applied to Medicine

(John Hopkins)

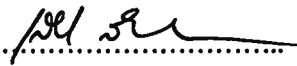
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

อาจารย์รุจิรา สืบสุข

พย.ม. (สาขาการพยาบาลศึกษา)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์

PH.D

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

3836105 SIMA/M : สาขาวิชา : เวชนิทัศน์ ; วท.ม. (เวชนิทัศน์)

คำสำคัญ : แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ

พรรณรา เจริญยศ : เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการทดลองใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดากับแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ ในวิชากายวิภาคเชิงกล ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร (THE COMPARATIVE STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT BETWEEN ORDINARY AND OVERLAY TRANSPARENCY IN ERGONOMICS OF FIRST YEAR STUDENS IN THE INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN PROGRAM, FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, RAJABHAT INSTITUTE PHRANAKHON) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ณรงค์ สุรินทร์วงศ์, วท.ม. (เวชนิทัศน์), สภา ลิขพัณนัชการ พ.บ., Cert in Arts as Applied to Medicine (John Hopkins), นุชรี ปุตรระเศรณี. วท.ม. (เวชนิทัศน์) , วรณี สหสมโชค, ค.ม. (ศิลปศึกษา) 106 หน้า ISBN 974-664-584-6

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยการใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแบบซ้อนภาพในการสอนเนื้อหาวิชากายวิภาคเชิงกล ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร จำนวน 60 คน แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยวิธีสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแบบซ้อนภาพ พร้อมทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องระบบโครงกระดูกของมนุษย์ แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรียนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสทั้ง 2 แบบ จากนั้นทำการทดสอบและนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ หาค่าทางสถิติ ด้วยวิธี T-Test (Independent Samples Test)

ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักศึกษาที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา

3836105 SIMA/M : MAJOR : MEDICAL ARTS & COMMUNICATIONS : M. Sc.
(MEDICAL ARTS & COMMUNICATIONS)

KEY WORDS : ORDINARY AND OVERLAY TRANSPARENCY

PHANARA CHAROENYOS : THE COMPARATIVE STUDY OF LEARNING
ACHIEVEMENT BETWEEN ORDINARY AND OVERLAY TRANSPARENCY IN ERGONOMICS
OF FIRST YEAR STUDENTS IN THE INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN PROGRAM,
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY, RAJABHAT INSTITUTE PHRANAKHON.
THESIS ADVISORS : NARONG SURINWONG, M.Sc. (MEDICAL ARTS & COMMUNICATIONS),
SAPHA LIMPHANICHAKARN, MD., CERT IN ARTS AS APPLIED TO MEDICINE
(JOHN HOPKINS), NUCHAREE PUTRASRENI, M.Sc. (MEDICAL ARTS & COMMUNICATIONS),
VONNEE SAHASOMCHOKE, M.ED. (ART EDUCATION) p.106 ISBN 974-664-584-6.

This study was experimental research aimed to compare the learning achievement
Of students learning Ergonomics by using ordinary and overlay transparency programs. The sample
Group was randomly selected from first year students in the Industrial Product Design program in the
Faculty of Industrial Technology, Rajabhat Institute Phranakhon in the academic year 1999. They
were divided into two groups of thirty students by simple random sampling.

The research instruments were an ordinary transparency program, and overlay
transparency program and an achievement test on "The Skeleton System" developed by the researcher.
Data were analyzed by using arithmetic means and standard deviation. A T-test was used for testing
significant difference.

The results of this study revealed that the learning achievement by using ordinary and
overlay transparency programs were significantly different at the 0.05 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก คณาจารย์และผู้มีพระคุณหลายท่าน รองศาสตราจารย์ นายแพทย์สกา ลิมพานิชย์การ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ สุรินทรวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บัญชา แจ่มสว่าง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชุมพล พุทธิพงษ์ อาจารย์อนุชรี ปุระเศรณี อาจารย์วรรณิ สหสมโชค ที่ได้ให้คำแนะนำเสนอแนะข้อคิดเห็น ช่วยตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ และดูแลเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย และให้คำปรึกษาในการผลิตสื่อแผ่นภาพโปร่งใสทั้ง 2 แบบ ขอขอบพระคุณคณบดีสถาบันราชภัฏพระนครที่อนุญาตให้ทำการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณศักดิ์ สุขชื่น หัวหน้าหน่วยถ่ายภาพและเจ้าหน้าที่สถานเทคโนโลยี การศึกษาแพทยศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดลทุกท่าน เจ้าหน้าที่ห้องสมุด วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาลที่ช่วยเหลือในการผลิตสื่อและให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแก่คุณพ่อ พล.ต.ต.เจริญ และคุณแม่อรุโร พินิจรณณ์ ที่ได้คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจในการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบพระคุณ คุณประพนธ์ เจริญยศ ที่ให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมา ณ ที่นี้ ที่มีส่วนช่วยในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พรรณรา เจริญยศ

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญแผนภูมิ	ณ
บทที่	น
1. บทนำ	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	4
สมมติฐานในการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ตัวแปรที่จะศึกษา	5
ข้อตกลงเบื้องต้น	5
คำจำกัดความ	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ลักษณะของแผ่นภาพโปร่งใส	7
หลักสำคัญในการออกแบบและเขียนแผ่นภาพโปร่งใส	7
วิธีทำแผ่นภาพโปร่งใส	8
วิธีลอกภาพ	10
เครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส	11
ส่วนประกอบของเครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส	12
การใช้เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะ	13
การใช้เครื่องฉายภาพข้ามศรีษะและแผ่นภาพโปร่งใสในการสอน	14
ลักษณะดีเด่นของการฉายแผ่นภาพโปร่งใส	16
การทำภาพฉายเคลื่อนไหว	16
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นภาพโปร่งใส	17
งานวิจัยที่เกี่ยวกับแผ่นภาพโปร่งใสของต่างประเทศ	18

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. วิธีดำเนินการวิจัย	
ระเบียบวิธีวิจัย	24
กลุ่มตัวอย่าง	25
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	25
การดำเนินการทดลอง	30
การวิเคราะห์ข้อมูล	30
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	34
5. สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	42
ประวัติผู้วิจัย	106

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
	1. แบบแผนการวิจัยแบบ Pre-test and Post test Only Control Group Design)	24
	2. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบจากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS	29
	3. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม	34
	4. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียน จากแผ่นภาพโป่งใสแบบธรรมดา	35
	5. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียน จากแผ่นภาพโป่งใสแบบซ้อนภาพ	36
	6. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม	37

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

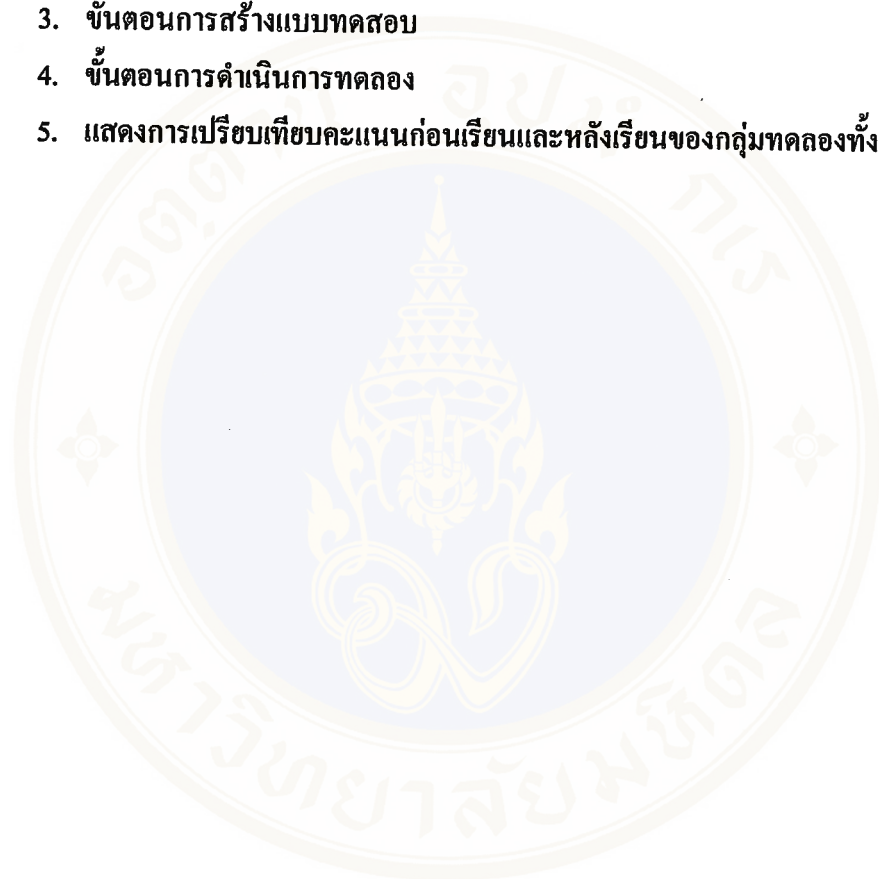
1. แสดงขั้นตอนของการถ่ายแผ่นใส 9
2. แสดงส่วนประกอบของเครื่องฉายภาพข้ามศรีษะ 11
3. การวางเครื่องและการจัดห้องฉาย 13
4. แสดงลักษณะของแผ่นปิดหน้า (Mosk) 15
5. แสดงลักษณะของภาพซ้อน (Overlay) 15
6. แสดงวิธีการเก็บแผ่นภาพโปร่งใส 16

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่

หน้า

1. ขั้นตอนการสร้างเนื้อหา 26
2. ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนการสอน 27
3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ 29
4. ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง 30
5. แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม 37



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย

การศึกษาเป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้มนุษย์พัฒนาคุณภาพชีวิตของตน เป็นการเสริมสร้างบุคคลให้มีความรู้ ความคิด ความสามารถในการประกอบอาชีพ มีจริยธรรม คุณธรรม ตลอดจนพละทานามัยที่สมบูรณ์ เพื่อดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างสันติสุข และเกื้อหนุนในการพัฒนาประเทศได้อย่างเหมาะสม

ระบบการศึกษาของไทยเปิดโอกาสให้บุคคลต่าง ๆ หากมีความรู้ได้หลายแบบ และสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต มีทั้งในระบบและนอกระบบการศึกษา การศึกษาในระบบ การศึกษา แบ่งออกเป็น 4 ระดับใหญ่ ๆ ได้แก่ ระดับอนุบาลและประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ระดับอาชีวศึกษา และระดับอุดมศึกษา ส่วนการศึกษานอกระบบจะอยู่ในรูปแบบของการศึกษานอกระบบ โรงเรียน การฝึกทักษะวิชาชีพ การศึกษาผู้ใหญ่ การเรียนการสอนโดยใช้สื่อทางไกล เช่น การเรียนการสอนทางวิทยุไปรษณีย์ (วปณ.) การเรียนทางสื่อสารดาวเทียม เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาแบบใด การถ่ายทอดความรู้เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และฝึกฝนได้จากผู้สอน เนื้อหาการเรียนรู้ และวิธีการสอน

วิธีการสอนมีหลายวิธี ที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี วิธีการสอนแบบบรรยาย (Lecture) วิธีการสอนโดยให้ผู้เรียนแสดงออกด้วยตนเอง (Self expression or free expression) วิธีการสอนแบบสาธิต (Demonstration) วิธีการสอนแบบให้การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Independent study) วิธีการสอนแบบอภิปราย (Discussion) วิธีการสอนแบบแบ่งกลุ่มค้นคว้า (Grouping or committee works) วิธีการสอนแบบวิเคราะห์และวิจารณ์ผลงาน (Critique) วิธีการสอนแบบไปศึกษานอกสถานที่ (field trip) (1),(2)

การศึกษามุ่งเน้นที่จะพัฒนาและวางแผนกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยการนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษาเข้ามามีบทบาทในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อเป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดความรู้ ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ซึ่งแต่เดิมการเรียนภายในชั้นเรียนผู้สอนจะใช้วิธีบรรยายบอกให้จด หรือให้ผู้เรียนอ่านจากหนังสือแต่เพียงอย่างเดียว ทำให้ผู้เรียนเกิดการเบื่อหน่าย ทั้งยังมีเจตคติที่ไม่ดี การนำสื่อการเรียนการสอนเข้ามาช่วยสอนจะเป็นตัวบูรณาการกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ด้วยการดู การฟัง หรือ

ทั้งดูจากรูปภาพ หุ่นจำลอง ของจริง แผ่นภาพ แผนภูมิและการฟังประกอบกัน สื่อและอุปกรณ์ การสอนนี้จะเป็นตัวที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ดีขึ้นกว่าการฟังเพียงอย่างเดียว (3) เพื่อให้ผู้เรียน สามารถจินตนาการตามคำพูดได้อย่างชัดเจนขึ้น ผู้สอนควรมีวิธีการสอนหลาย ๆ วิธีการ เพราะยังมี วิธีการสอนใดที่ดีที่สุด ผู้สอนควรค้นคว้าหาวิธีการสอนใหม่อยู่เสมอ (4)

สื่อและอุปกรณ์การสอน เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งต่อการเรียนรู้ในวิชาเชิงศิลปะทุก สาขา เนื่องจากวิชาดังกล่าวเป็นวิชาที่ไม่ได้มุ่งทักษะแต่เพียงอย่างเดียว แต่มุ่งที่จะพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและจินตนาการตามเนื้อหาการสอนนั้นด้วย วิรุณ ตั้งเจริญ (5) กล่าวถึงอุปกรณ์การสอน หรือสื่อการสอนว่าการเรียนการสอนศิลปะนั้น นอกจากความพร้อมในตัวบุคคลแล้วยังต้องมีความ พร้อมในด้านอุปกรณ์ที่จะใช้เป็สื่อในการแสดงออก เพราะสื่อการสอนจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการ เรียนรู้อย่างเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังนั้นสื่อการสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ ผู้สอนจึงควร ให้ความสนใจกับเทคโนโลยีทางการศึกษา สื่อการสอนนั้นมีอยู่มากมายและได้รับการพัฒนาให้ทันสมัย เพื่อสนองต่อการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ สื่อการสอนในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ ซอเล็ก กระดาน ภาพประกอบ โปสเตอร์ แผนภูมิ แผนภาพ ภาพถ่าย หนังสือ วิดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ หุ่นจำลอง ของจริง คอมพิวเตอร์ ฟลิ้มสตริป ภาพทึบแสง แผ่นภาพโปรังใส และยังมีหลาย รวมไปถึงทัศนศึกษาด้วย (6)

สื่อการสอนที่มีอยู่ในสถานศึกษาปัจจุบัน ที่หาได้ง่ายสะดวกและราคาไม่แพงนัก นั้นคือ สื่อประเภทเครื่องฉายภาพโปรังใส เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทอย่างสำคัญใน ทุกระดับชั้น เนื่องจากลักษณะของแผ่นภาพโปรังใสเป็นสื่อประเภทวัสดุฉาย มีคุณสมบัติเด่นเหนือ สื่อประเภทเดียวกันหลายประการ โดยใช้กับกลุ่มผู้ดูตั้งแต่ขนาดใหญ่ไปจนถึงรายบุคคล ให้ความ ชัดเจนแม้จะเป็นการฉายในห้องที่มีแสงสว่างตามปกติได้ง่าย โดยใช้เวลาศึกษาเพียงเล็กน้อยก็ สามารถใช้งานได้และยังสามารถนำเทคนิคการใช้ที่ดึงดูดความสนใจมาใช้ได้หลายวิธี สามารถแสดง แนวความคิด กระบวนการข้อมูลต่าง ๆ เรื่องราวที่เป็นจริง ผู้สอนยังสามารถหันหน้าเข้าหาผู้เรียน ได้ตลอดเวลา (7)

แผ่นภาพโปรังใสเป็นแผ่นฟิล์มใสหรือสไลด์ขนาดใหญ่ ที่นำมาใช้กับเครื่องฉาย ภาพโปรังใส (Overhead Projector) เพื่อใช้เป็นสื่อในกระบวนการสื่อความหมายให้ผู้เรียนหรือผู้รับ มีความรู้ (Knowledge) มีมโนทัศน์ (Concept) เห็นกระบวนการ (Process) เห็นลำดับขั้นตอน (Sequence) ของกระบวนการต่อเนื่อง (Animation) เกิดอาการคล้อยตามผู้สอนหรือผู้ให้ความรู้หรือ ได้รับข้อเท็จจริง (Fact) ตรงตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการสื่อความหมาย (8)

แผ่นภาพโปรังใสที่สร้างขึ้นอย่างถาวรแล้ว สามารถนำไปแก้ไขเพิ่มเติมรายละเอียด ต่าง ๆ ลงไปได้ทั้งในขณะที่สอนหรือเตรียมการมาล่วงหน้า (9)

อุปกรณ์เครื่องฉายภาพโปร่งใสมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามที่เซอร์เบิร์ต (10) ได้เห็นพ้องกับวิททิจ (11) ว่าเครื่องฉายภาพโปร่งใส สามารถใช้ได้กับห้องเรียนที่มีแสงสว่างพอควร เนื่องจากเป็นเครื่องฉายที่ใช้ใกล้จอได้ ลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือมีแท่นรองเขียน (Stage) อยู่ในระดับแนวอน และทุกอย่างที่ผู้สอนหรือภาพที่เตรียมไว้จะปรากฏบนจอทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นและจดจำเนื้อหาได้ นอกจากนี้เครื่องฉายภาพโปร่งใสยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ง่าย ไม่มีกลไกกลซับซ้อน มีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

บราวน์ เจมส์ และคณะ (12) กล่าวว่าแผ่นภาพโปร่งใสที่นิยมใช้กันในสถานศึกษา และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีแบบและขนาดต่างกันคือ ตั้งแต่ขนาด 3x5 นิ้ว จนถึงขนาด 10 x10 นิ้ว

การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสที่ดีและมีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการออกแบบ เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (13) กล่าวว่า การออกแบบแผ่นภาพโปร่งใสจะต้องอาศัยการผสมผสานขององค์ประกอบเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาวิชา ความเข้าใจหลักเทคโนโลยีทางการศึกษา และความสามารถทางศิลปะ แผ่นภาพโปร่งใสแต่ละแผ่นไม่ควรมีเนื้อหามากเกินไป ถ้ามีเรื่องราวต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ควรจะจัดทำเป็นแผ่นภาพโปร่งใสชนิดซ้อนภาพ (Overlay) ซึ่งแผ่นภาพโปร่งใสแต่ละแผ่นจะมีรูปร่างหรือข้อความที่สัมพันธ์กัน เมื่อวางซ้อนลงไปครบชุดจะได้เรื่องราวที่สมบูรณ์ และปัจจุบันมีการใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบเสียงโดยผู้สอนจะต้องเขียนบทบรรยายและบันทึกเสียงลงในเทปบันทึกเสียง อาจมีเสียงดนตรีประกอบเพื่อสร้างความสนใจก็ได้

เทคนิคการนำเสนอแผ่นภาพโปร่งใส ที่จะช่วยให้บทเรียนเป็นสิ่งที่น่ารู้ น่าศึกษา ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ผู้เรียนดูแล้วไม่เบื่อหน่ายและมีใจจดจ่ออยู่กับเทคนิคต่าง ๆ ที่เตรียมไว้ ซึ่งเทคนิคเหล่านี้มีวิธีการผลิตที่ง่ายและสามารถนำวัสดุเหลือใช้มาผลิตได้

นิภา มีทองคำ (8) กล่าวถึง เทคนิคในการทำแผ่นเปิดปิดแผ่นภาพโปร่งใสไว้ดังนี้ คือแผ่นปิดรูปวงกลม แผ่นปิดพับได้ แผ่นหมุนภาพซ้อน แผ่นบานพับ แผ่นพลาสติกสำหรับชี้ แผ่นปิดช่อง แผ่นปิดเลื่อนและแผ่นปิดที่ยกได้ สามารถนำเสนอกับสื่อการสอนประเภทแผ่นภาพโปร่งใสนี้ได้จะเป็นการช่วยควบคุมอัตราการฉายภาพให้ผู้ดูได้เห็นภาพช้าหรือเร็วในช่วงเวลาที่ต่างๆ กัน การเปิดภาพจะใช้แผ่นภาพโปร่งใสหรือเป็นแบบภาพทึบแสงก็ได้ เป็นการเปิดโอกาสให้ได้มีช่องว่างในการอภิปรายหรือซักถามปัญหาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน

ในบรรดาสื่อโสตทัศนศึกษาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนจะเห็นได้ว่า ข้อดีของแผ่นภาพโปร่งใส คือ เป็นสื่อที่ผลิตได้ง่าย ราคาไม่แพง อุปกรณ์เครื่องฉายใช้ได้ง่ายไม่ซับซ้อน และสถานศึกษามีอุปกรณ์เครื่องฉายเหล่านี้เพียงพอต่อการใช้งาน สามารถเพิ่มเติมตัดต่อเนื้อหาบางประการได้ จะหยุดภาพเพื่อเปิดโอกาสให้อภิปรายหรือซักถามได้ และสามารถใช้ได้กับกลุ่มผู้ดูขนาดใหญ่ หรือเป็นรายบุคคลได้ แผ่นภาพโปร่งใสที่จัดทำไว้อย่างถาวรแล้วสามารถนำไปใช้ได้

หลายครั้ง ถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจขั้นตอนใดของบทเรียน จะฉายซ้ำอีกก็ครั้งก็ได้ ปัจจุบันมีเทคนิคใหม่ ๆ ในการนำเสนอ จะทำให้ผู้ดูมองเห็นภาพมีความต่อเนื่อง ซึ่งทำให้เนื้อหาที่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น การทำแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ

การเสนอภาพให้ผู้เรียนเห็นพร้อมกันหลาย ๆ ภาพจะช่วยสร้างมโนทัศน์ดีกว่าการเสนอให้ผู้ดูทีละภาพ เป็นแนวความคิดที่นำมาเปรียบเทียบการใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาจะมีผลต่อการเรียนการสอนแตกต่างกับการนำเสนอโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพหรือไม่นั้น เป็นเรื่องที่น่าจะได้มีการศึกษาและทดลอง ซึ่งผลจากการวิจัยจะช่วยเป็นแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนในอนาคตต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา กับแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ

สมมติฐานในการวิจัย

นักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาวิชากายวิภาคเชิงกลเรื่อง ระบบโครงกระดูกของมนุษย์ ตามหลักสูตรของโปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร
1. กลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ของสถาบันราชภัฏพระนคร จำนวน 60 คน

ตัวแปรที่จะศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)
 - 1.1 แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา
 - 1.2 แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา และแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ ซึ่งได้จากการทดสอบของผู้เรียนทันทีหลังจบบทเรียน

ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มทดลองที่ใช้เป็นนักศึกษาที่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญและไม่เคยเรียนวิชากายวิภาคเชิงกลมาก่อน ทั้งนี้เพื่อให้กลุ่มทดลองมีพื้นฐานเริ่มต้นเหมือนกันและเท่าเทียมกัน (นักศึกษานี้ในชั้นเรียนมีทั้งที่จบสายสามัญและสายวิชาชีพ)

คำจำกัดความ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังการเรียนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

แบบทดสอบ หมายถึง แบบที่ใช้ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากายวิภาคเชิงกล โดยผ่านการวิเคราะห์หาระดับความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกความเที่ยงตรงและค่าความเชื่อมั่นแล้ว

กลุ่มทดลอง หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร

แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา หมายถึง แผ่นภาพที่สร้างขึ้นบนวัสดุที่มีลักษณะใสและแสงสามารถทะลุผ่านได้ ขนาด 8x10 นิ้ว นำไปฉายให้ผู้เรียนเห็นภาพบนจอภาพด้วยเครื่องฉายภาพโปร่งใสทีละภาพ

แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ หมายถึง แผ่นภาพที่สร้างขึ้นบนวัสดุที่มีลักษณะใสและแสงสามารถทะลุผ่านได้ ขนาด 8x10 นิ้ว นำไปฉายให้ผู้เรียนเห็นภาพบนจอภาพด้วยเครื่องฉายภาพโปร่งใสภาพแต่ละแผ่นในชุดหนึ่ง ๆ จะเป็นภาพที่มีความต่อเนื่องกัน เมื่อนำมาวางซ้อนกันจะได้ภาพที่มีความหมายสมบูรณ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลของการวิจัยจะทำให้ทราบถึงความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ
2. ผลของการวิจัยจะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทาง สำหรับการพัฒนาและการสร้างสื่อการเรียนการสอน ในเนื้อหาวิชาที่มีลักษณะเดียวกันกับที่ทำการวิจัยใช้ปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาอ้างอิง ประกอบการทำแผ่นภาพโปรงใส โดยแบ่งสาระสำคัญออกเป็น 5 ส่วน คือ

1. ลักษณะของแผ่นภาพโปรงใส
2. เครื่องฉายแผ่นภาพโปรงใส
3. ลักษณะดีเด่นของแผ่นภาพโปรงใส
4. เทคนิคการนำเสนอแผ่นภาพโปรงใส
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นภาพโปรงใส

1. ลักษณะของแผ่นภาพโปรงใส

แผ่นภาพโปรงใสเป็นวัสดุฉายที่มีลักษณะโปรงใส เพื่อแสดงภาพในลักษณะ การเสนอโมโนทัศน์กระบวนการ ข้อเท็จจริง หัวข้อเรื่อง ซึ่งนำมาฉายกับเครื่องฉายภาพโปรงใส แสดงให้ผู้ชมเป็นกลุ่มขนาดใหญ่หรือเล็กก็ได้ แผ่นภาพโปรงใสมีขนาดประมาณ $7 \frac{1}{2} \times 9 \frac{1}{2}$ นิ้ว มีความกว้างของกรอบภาพประมาณด้านละ $1 \frac{1}{4}$ นิ้ว มุมของกรอบขวาด้านบนเป็นมุมป้าน เพื่อให้กะกะเสียดหัวเครื่องฉายที่อยู่ตรงมุมขวาด้านบน ภาพที่ผลิตออกมาบนแผ่นภาพโปรงใส สามารถผลิตได้หลายแบบทั้งภาพวาดลายเส้นการ์ตูน ตัวหนังสือ หรือภาพระบายสี สิ่งที่ควรระวัง ในการออกแบบแผ่นภาพโปรงใส คือ ไม่ควรออกแบบสิ่งต่าง ๆ บนแผ่นฟิล์มจนเต็มพื้นที่ จะทำให้ ภาพที่ออกมาดูแน่นเกินไปควรเว้นระยะห่างจากกรอบเล็กน้อยเพื่อให้ดูสบายตา (13)

หลักสำคัญในการออกแบบและเขียนแผ่นภาพโปรงใส

1. เขียนเฉพาะหัวข้อและสาระความสำคัญเท่านั้น
2. แผ่นภาพโปรงใส 1 แผ่น เสนอใจความเพียง 1 เรื่องเท่านั้น
3. ตัวอักษรที่เขียนจะต้องเป็นแบบที่อ่านง่าย ตัวโตมองเห็นได้ชัดเจน
4. จัดฟอร์มในการเขียนให้ดี

วิธีการทำแผ่นภาพโปร่งใส

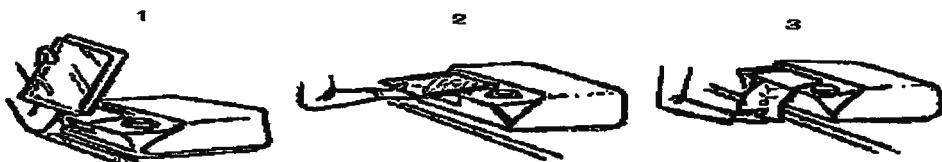
การจัดเตรียมแผ่นภาพโปร่งใสเพื่อใช้ประกอบในการสอนนั้น สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้ (14)

1. วิธีการเขียนเอง เราสามารถทำแผ่นภาพโปร่งใสโดยเขียนข้อความหรือวาดภาพที่ต้องการลงบนแผ่นอะซิเตท (Acetate) หรือแผ่นพลาสติกเลย โดยใช้ปากกาเคมีสำหรับเขียนแผ่นฟิล์มโดยเฉพาะ ซึ่งมีหลายสี และมีทั้งชนิดที่ติดถาวร (Permanent) และชนิดที่ลบได้ (Water soluble) หรืออาจจะใช้ปากกาปลายสักหลาดธรรมดาก็ได้ แต่คุณภาพอาจจะไม่ดีนัก

การเขียนภาพลงบนแผ่นอะซิเตทนี้ ส่วนใหญ่มักจะเป็นภาพลายเส้น หรือตัวหนังสือและถ้าหากว่าต้องการที่จะระบายสีเพื่อให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน ก็สามารถใช้แผ่นฟิล์มสี (adhesive film) ติดทับลงไป หรืออาจจะระบายสีด้วยปากกาเขียนแผ่นฟิล์มก็ได้

2. ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายภาพระบบความร้อน (Thermofax) ซึ่งจะมีเครื่องถ่ายทำแผ่นภาพโปร่งใสโดยเฉพาะ (Transparency maker) วิธีการนำแผ่นภาพโปร่งใสชนิดนี้เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกสบายมาก โดยจะต้องจัดเตรียมต้นฉบับ (Master) ขนาดไม่เกิน 8x10 นิ้วเอาไว้ ภาพต้นฉบับนี้อาจจะใช้วิธีการวาดเป็นภาพลายเส้นสีดำหรืออาจจะตัดภาพมาจากหนังสือวารสารต่างๆ แล้วนำมาจัดทำเป็นต้นฉบับ เมื่อได้ต้นฉบับแล้วก็นำไปถ่ายลงบนแผ่นฟิล์มถ่ายภาพโปร่งใส ซึ่งเป็นชนิดที่ใช้กับเครื่องถ่ายแผ่นภาพโปร่งใส โดยเฉพาะที่มีใช้อย่างแพร่หลายในตลาดปัจจุบันนี้คือแผ่นฟิล์มถ่ายภาพโปร่งใสของบริษัท 3 M ซึ่งมีหลายชนิด (Type) เช่น แผ่นฟิล์มชนิดลายเส้นสีดำบนพื้นใส ชนิดลายเส้นสีบนพื้นใส หรือลายเส้นสีดำบนพื้นสี เป็นต้น แผ่นฟิล์มชนิดต่างๆ เหล่านี้มีคุณภาพ ความสวยงาม และราคาแตกต่างกัน

สำหรับขั้นตอนของการถ่ายทำนั้น จะมีข้อแนะนำเป็นรูปภาพและคำอธิบายที่ชัดเจนอยู่แล้วบนกล่องฟิล์ม ซึ่งใคร ๆ ก็สามารถทำได้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนของการถ่าย

3. ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายเอกสาร วิธีนี้ก็เป็นวิธีที่ง่ายพอ ๆ กันกับการถ่ายด้วยระบบความร้อน และมีวิธีการเริ่มต้นเหมือนกัน คือจะต้องจัดเตรียมต้นฉบับ (Master) เอาไว้ตามที่ต้องการ แล้วนำไปถ่ายลงบนแผ่นภาพโปรงใส โดยใช้เครื่องถ่ายเอกสาร

วิธีการถ่ายก็เหมือนกับการถ่ายเอกสารทั่ว ๆ ไป เพียงแต่ใช้แผ่นใสแทนกระดาษที่ใช้ถ่ายเอกสาร แต่มีข้อที่ควรจำอยู่ประการหนึ่งว่าแผ่นใสที่นำมาใช้ถ่ายนั้น จะต้องเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้ ห้ามนำเอาแผ่นพลาสติกธรรมดามาใช้กับเครื่องถ่าย เพราะแผ่นพลาสติกจะละลายเมื่อถูกความร้อน จะทำให้เครื่องถ่ายเสียหายได้

4. วิธีการลอกภาพ (Lifting) เป็นวิธีการที่ค่อนข้างจะทำยาก มีหลายขั้นตอนและโอกาสจะลอกภาพให้ได้สมบูรณ์ติดบนแผ่นใสก็ทำได้ไม่มากนัก เพราะเป็นการลอกเอาสีหมึกที่พิมพ์ไว้บนกระดาษมาติดไว้ที่แผ่นภาพโปรงใส แต่อย่างไรก็ตามหากทำสำเร็จแล้ว ก็จะทำให้เราได้ภาพโปรงใสที่อาจจะเป็นภาพ ขาว-ดำ หรือภาพสีที่สวยงามไว้ใช้ประกอบการสอน

วิธีการลอกภาพ

1. เตรียมภาพที่เราต้องการจะลอกไว้ ตัดให้เป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการ ภาพที่จะลอกได้นั้นจะต้องเป็นภาพที่ไม่ได้อบมัน วิธีทดสอบว่าภาพจะนำมาลอกได้หรือไม่นั้น ทำได้โดยการใช้นิ้วแตะน้ำแล้วถูบนกระดาษดู ถ้ามีสีติดมา แสดงว่าภาพนั้นสามารถลอกได้
2. ตัดแผ่นอะซิเตทให้มีขนาดใหญ่เท่าภาพที่เราจะลอก ใช้กระดาษทรายชนิดละเอียดขัดเบา ๆ เพื่อให้แผ่นอะซิเตทเกิดเป็นรอยทำให้มีความยืด
3. ทากาวยางน้ำบนแผ่นอะซิเตทด้านที่เราขัดไว้ และทางด้านหน้าภาพที่เราจะลอก เมื่อแห้งพอสมควร าก็ฉีกภาพลงแผ่นอะซิเตทให้ด้านหน้าของภาพติดอยู่กับแผ่นอะซิเตท
4. นำแผ่นอะซิเตทที่ฉีกภาพเอาไว้ไปแช่ในอ่างน้ำ เพื่อให้กระดาษชุ่ม ถ้าต้องการให้กระดาษชุ่มเร็ว ต้องเติมน้ำยาซักฟอกลงไป 2-3 หยดหรือจะหยดน้ำส้มสายชูลงไปก็ได้
5. ลอกกระดาษที่ชุ่มออกให้หมด สีของภาพจะติดอยู่บนแผ่นอะซิเตท เมื่อแห้งแล้วก็ใช้แล็กเกอร์สเปรย์พ่นทับ เพื่อป้องกันไม่ให้สีของภาพโปรงใสนั้นหลุดออกง่าย
6. นำภาพโปรงใสที่ได้นั้นไปเข้ากรอบ เพื่อความสะดวกในการใช้และการเก็บรักษา

5. การทำแผ่นภาพโปรงใสโดยวิธีไดอาโซ (Diazo) การทำแผ่นภาพโปรงใสด้วยวิธีการนี้ไม่ค่อยนิยมแพร่หลายเหมือนวิธีการอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากว่ามีขั้นตอนที่ค่อนข้างจะยุ่งยาก

หลักการสำคัญของการทำแผ่นภาพโปรงใสโดยวิธีไดอาโซ ก็คือเขียนต้นฉบับ (Master) เป็นภาพหรือตัวอักษรตามที่ต้องการลงบนแผ่นพลาสติก หรือกระดาษผ้าหรือกระดาษลอกถ่าย โดยใช้หมึกสีดำทึบ เมื่อนำต้นฉบับวางประกบกับแผ่นฟิล์มไดอาโซแล้วก็นำออกไป

ส่องแดดเป็นเวลานานพอสมควร แล้วนำเอาแผ่นฟิล์มไปใส่ลงในขวดปากกว้างที่มีแอมโมเนียอยู่ ส่วนที่ไม่โดนแสงแดด (ส่วนที่ตรงกับลายเส้นของต้นฉบับ) จะค่อย ๆ ปรากฏเป็นภาพขึ้น เนื่องจากเกลือไอโซไทปรีททำปฏิกิริยากับไอระเหยของแอมโมเนีย เมื่อลายเส้นบนแผ่นฟิล์มปรากฏขึ้น ก็นำแผ่นฟิล์มออกจากขวดแอมโมเนีย และนำไปพ่นกติกกับกรอบ เพื่อนำไปใช้ประกอบในการเรียนการสอนต่อไป

6. การทำแผ่นภาพโปร่งใสโดยวิธีการถ่ายภาพ เป็นวิธีการที่ทำได้โดยกระบวนการถ่ายรูป คือใช้ฟิล์มถ่ายรูปธรรมดา (Negative Film) ถ่ายต้นฉบับที่จัดเตรียมไว้แล้วนำไปล้างด้วยขบวนการล้างฟิล์มก็จะได้ภาพที่เป็น Negative บนแผ่นฟิล์ม นำ Negative นี้ไปอัดขยายให้เป็นภาพโตขึ้นบนแผ่นฟิล์ม Lith ซึ่งเป็นแผ่น 8x10 นิ้ว การนำไปอัดขยายนี้ก็มีขบวนการเหมือนกับการอัดขยายรูปธรรมดา นำฟิล์ม Lith ที่อัดแล้วไปล้างด้วยน้ำยาล้างฟิล์ม Lith เมื่อผ่านขบวนการต่าง ๆ แล้วก็จะได้ภาพโปร่งใสที่ติดอยู่บนแผ่นฟิล์ม นำไปขยายสีด้วยสีโปร่งแสง นำไปพ่นกติกกรอบเพื่อใช้งานต่อไป

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดพอสรุปได้ว่า แผ่นภาพโปร่งใสเป็นวัสดุโปร่งใสที่นิยมนำมาใช้กับเครื่องฉายแผ่นภาพข้ามศีรษะ โดยฉายแสดงภาพตามเนื้อหาของวิชาทั้งภาพหลักและภาพรายละเอียดทีละภาพ

7. การทำแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ (Overlay) เป็นเทคนิคการนำเสนอขั้นตอนการทำงาน รายละเอียดที่ต่อเนื่องและมีการสัมพันธ์กัน ณรงค์ สมพงษ์ (13) กล่าวถึงการทำ Overlay ว่าเป็นภาพซ้อนโปร่งใสที่ใช้วางทาบลงบนต้นแบบ (Base Transparency) อาจใช้แผ่นใสหลาย ๆ แผ่น เพื่ออธิบายกระบวนการขั้นตอนที่เป็น Sequence ย่อย ๆ ทีละขั้น เพื่อให้ผู้ดูเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้นแทนที่จะนำภาพทั้งหมดมาแสดงเพียงแผ่นเดียว การเพิ่มหรือการลดภาพทีละภาพออกจากภาพต้นแบบทั้งหมด ทำให้ผู้ดูเห็นการเคลื่อนที่ของภาพ หรือช่วยอธิบายขั้นตอนของภาพได้ง่ายขึ้น นิภา มีทองคำ (8) กล่าวว่า Overlay เป็นแผ่นภาพโปร่งใสหลาย ๆ แผ่น ซึ่งแต่ละแผ่นจะมีรูปหรือข้อความที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กันโดยตลอดในตอนหนึ่ง ๆ ของเนื้อเรื่อง เมื่อเวลาวางภาพซ้อนกันลงไปจนครบแผ่นที่กำหนดไว้แล้ว จึงจะได้ภาพที่ต่อเนื่องกันโดยสมบูรณ์ บางทีเรียกว่า Dynamic Transparencies

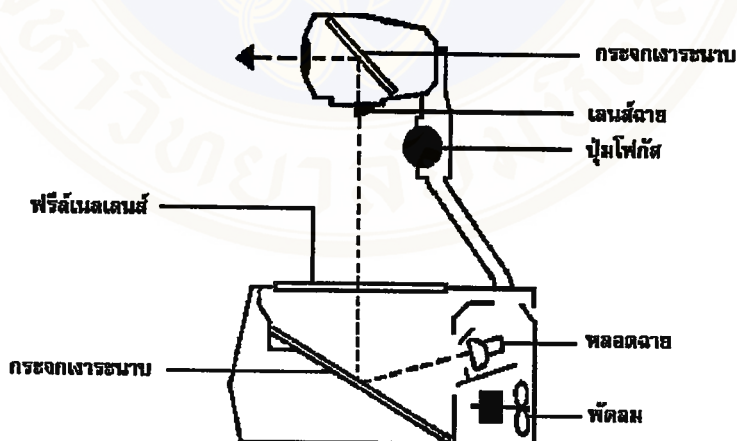
วิธีการออกแบบแผ่นภาพโปร่งใสโดยใช้ Overlay ทำได้โดย เริ่มจากการร่างภาพจากเนื้อหาของบทเรียนทั้งหมด เพื่อเป็นต้นแบบแล้วจึงพิจารณาอีกครั้งว่า ควรใช้ภาพส่วนใดเป็นภาพแรก (Major Point) หรือส่วนใดควรเป็นภาพซ้อน (Sub-Point) ตามลำดับ เมื่อเลือกภาพได้แล้ว จึงเริ่มเขียนภาพที่เป็นส่วนพื้นและส่วนที่เป็นภาพซ้อนลงบนกระดาษที่จะเป็นแบบตามลำดับ โดยใช้เทคนิคการสร้างแผ่นภาพโปร่งใสแต่ละส่วนตามความต้องการและเหมาะสม เพื่อได้ภาพที่

สมบูรณ์ทั้งลายเส้นและสีตามความต้องการแล้วนำไปผนึกบนกรอบที่เป็นกระดาษแข็ง ภาพต้นแบบให้ผนึกภาพไว้แผ่นล่างสุดส่วนที่เป็น Overlay ให้ใช้ปิดบนกรอบอีกทีหนึ่ง

แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ (Overlay) เป็นวัสดุที่มีลักษณะโปร่งใส นิยมนำมาใช้กับเครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส เพื่อแสดงภาพในลักษณะการทำงานต่อเนื่องและมีความสัมพันธ์กัน แสดงส่วนย่อยรายละเอียดได้พร้อมกันในภาพเดียว ซึ่งช่วยให้ผู้สอนสามารถสื่อความหมาย อธิบายเนื้อหาที่สลับซับซ้อนเป็นชั้น ๆ ให้ผู้ดูได้เข้าใจที่ละขั้นตอนไม่เกิดความสับสน

2. เครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส (Overhead Projector)

เป็นเครื่องฉายชนิดเดียวที่ฉายภาพโปร่งใสด้วยระบบการฉายอ้อม (Indirect Projection System) โดยแสงไฟจากหลอดฉายจะฉายแสงผ่านเลนส์เคลื่อนที่แสงโดยแผ่นภาพโปร่งใส (Transparency) ผ่านเลนส์ฉายซึ่งอาจแยกหรือรวมเป็นชุดเดียวกัน กระทบกับกระจกเงาสะท้อนแสงแล้วฉายภาพปรากฏบนจอ จะเห็นได้ว่าการเดินทางของลำแสงที่ฉายจะไม่ใช่เป็นลำแสงตรงแต่จะเดินทางเป็นมุมหักเห จากการตกกระทบบนกระจกเงาสะท้อนแสง



ภาพประกอบ 2 แสดงส่วนประกอบของเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

คำว่า Overhead Projector ในภาษาไทยเรียกได้หลายชื่อ คือ เครื่องฉายภาพโปร่งใส เครื่องฉายภาพโปร่งแสง เครื่องฉายข้ามศีรษะ ซึ่งในที่นี้จะใช้คำว่าเครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส

ส่วนประกอบของเครื่องฉายแผ่นภาพโปรังใส

1. หลอดฉายเป็นหลอดชนิดทั้งสแตนขนาดใหญ่ มักจะใช้ในเครื่องเก่าปัจจุบันนิยมใช้หลอดควอร์ท มีขนาดเล็ก ไม่เปลืองเนื้อที่หลอดบางชนิดมีงานสะท้อนแสงในตัว

2. เลนส์ฉายอยู่ตอนบนของเครื่องฉายมีลักษณะเป็นชุด อยู่ตอนบนของเครื่อง เครื่องฉายบางชนิดจะมีเลนส์รวมเป็นชุดเดียวกันอยู่ด้านล่างของเครื่อง บางแบบเป็นเลนส์ 2 ตัวแยกติดตั้งในแนวตั้งและแนวนอน เลนส์ฉายมีทางยาวโฟกัสหลายขนาดซึ่งจะให้มุมการฉายกว้างต่างกัน ปกติเลนส์ฉายของเครื่องแผ่นภาพโปรังใสมีความยาวโฟกัส 300 มม. หรือประมาณ 12 นิ้ว ถ้าฉายในระยะห่างจากจอ 2 เมตร จะได้ภาพฉายขนาด 6 เท่าของขนาดแท่นฉาย ถ้าเลนส์ที่มีมุมกว้างก็จะยิ่งฉายได้ภาพขนาดใหญ่ขึ้น ถ้าใช้เลนส์ฉายมุมแคบก็จะได้ภาพฉายขนาดเล็ก

3. เลนส์เกลี่ยแสง (Fresnel lens) เป็นเลนส์ที่มีลักษณะกั้นหอย ทำหน้าที่เกลี่ยแสงให้เนื้อที่ฉายมีความสม่ำเสมอทั่วกัน ถ้าเลนส์ไม่อยู่เป็นแนวขนาน จะทำให้เกิดแสงสีน้ำตาลในบริเวณนั้น

4. งานสะท้อนแสง มีลักษณะเป็นงานครึ่งวงกลม พื้นผิวสะท้อนแสงได้ดี

5. กระจกแท่นฉาย วางอยู่เหนือเลนส์เกลี่ยแสง เป็นแท่นรองรับแผ่นภาพโปรังใส เป็นกระจกที่ทนความร้อนบนกระจกนี้ระวางอย่าให้เป็นรอยขีดข่วน เพราะรอยบนกระจกจะไปปรากฏอยู่บนจอภาพ ในเครื่องรุ่นใหม่กระจกแท่นฉายจะมีขนาด 10x10 นิ้ว

6. กระจกเงาสะท้อนแสง เป็นกระจกที่อยู่บนเรือนเลนส์ฉาย วางทำมุมกับแท่นฉาย ทำให้สามารถปรับภาพฉายให้สูงต่ำตามต้องการ เครื่องโดยปกติจะสามารถปรับมุมได้ระหว่าง 30-35 องศา ซึ่งแต่ละแบบสามารถปรับมุมการฉายได้ไม่เท่ากัน ปุ่มปรับกระจกมีทั้งชนิดใช้โยกกระจกหรือใช้ปุ่มปรับหมุนขึ้นลง

7. ปุ่มปรับความคมชัด เครื่องส่วนมากจะทำปุ่มปรับความชัดไว้ที่ก้านเลื่อนเลนส์ฉาย แต่จะมีบางแบบปรับความชัดด้วยวิธียกก้านเลื่อนเลนส์ฉายขึ้นเอง แทนที่จะเลื่อนเฉพาะเรือนเลนส์ฉาย จึงคิดปุ่มปรับความชัดไว้ที่ตัวเครื่องฉาย

8. พัฒนาระบายอากาศ เป็นพัฒนารูปแบบดูดอากาศร้อนออกจากเครื่องฉาย บางชนิดเป็นแบบทรงกระบอก (7)

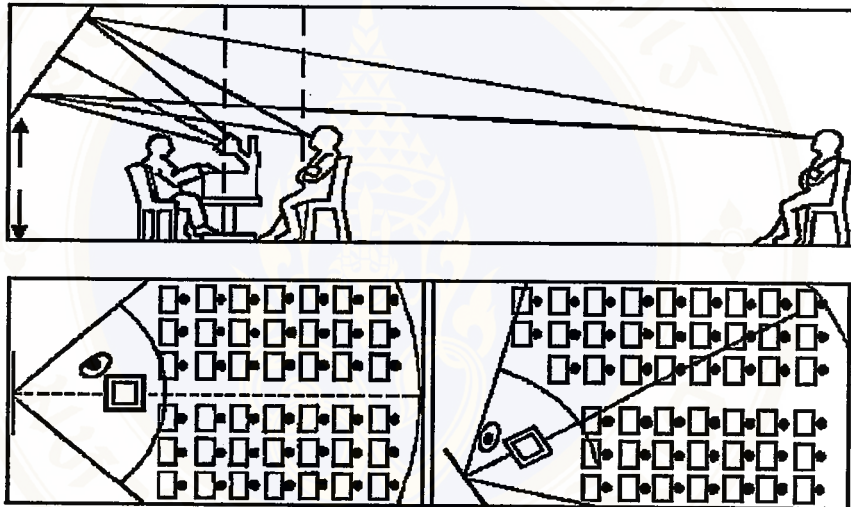
ส่วนประกอบพิเศษอื่น ๆ เช่น

1. อุปกรณ์การเปลี่ยนหลอดสำรองทันที
2. อุปกรณ์การหรีไฟ
3. อุปกรณ์การเลื่อนตำแหน่งหลอดฉาย
4. อุปกรณ์ติดแผ่นอาชีพเตทแบบม้วน
5. แท่นวางข้างเครื่อง
6. เครื่องปรับฉายสไลด์

7. เสน่ห์ขยายเฉพาะบริเวณ
8. อุปกรณ์แผ่นหมุน โพลารไรซ์ (7)

การใช้เครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส

1. ตั้งเครื่องฉายและจอให้เหมาะสมกับลักษณะของห้อง จอรับภาพนั้นจะต้องตั้งให้สูงเหนือศีรษะ และจะต้องให้จอรับภาพนั้นเอียงมุมรับกับลำแสงที่ออกมาจากเครื่องฉาย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาพผิดเพี้ยน

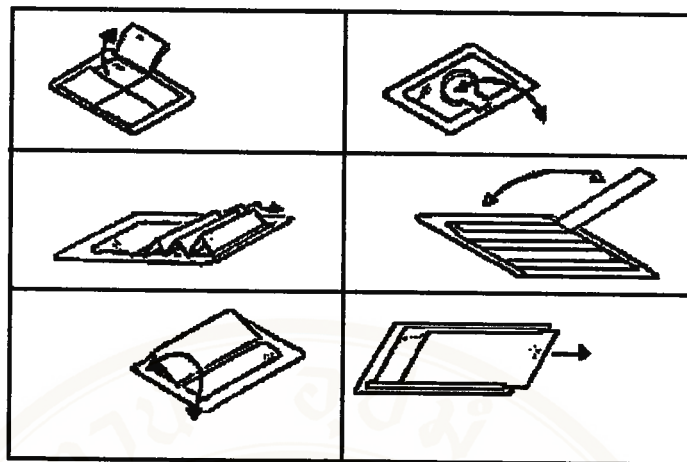


ภาพประกอบ 3 การวางเครื่องและจัดห้องฉาย

2. เสียบปลั๊กไฟเข้าเครื่อง ต้องแน่ใจว่าเครื่องฉายนั้นใช้กับไฟ 110 โวลต์ หรือ 220 โวลต์
3. เปิดสวิตช์ไฟ หลอดฉายก็จะสว่างและพัดลมก็จะทำงาน
4. วางแผ่นภาพโปร่งใสลงบนเครื่องฉายโดยหันหัวของภาพไปทางผู้เรียน ปรับภาพให้ชัด ถ้าต้องการให้ภาพที่ปรากฏอยู่บนจอโตขึ้น ก็เลื่อนเครื่องฉายออกให้ห่างจอออกไป ถ้าต้องการให้ภาพบนจอเล็กลงก็เลื่อนเครื่องฉายให้เข้าไปใกล้จอ ในระหว่างการฉายถ้าหากต้องอธิบายนาน ๆ โดยที่ไม่ได้พูดเกี่ยวกับเรื่องที่ฉาย ก็ควรจะปิดเครื่องฉายเอาไว้บ้าง
5. เมื่อฉายเสร็จก็ปิดหลอดฉายแต่จะต้องเปิดพัดลมทิ้งไว้จนกว่าหลอดฉายจะเย็นจึงเก็บเครื่อง แต่มีเครื่องบางเครื่องมีสวิตช์พัดลมอัตโนมัติ คือ เมื่อพัดลมเป่าหลอดฉายเย็นแล้วสวิตช์ก็จะตัดเอง

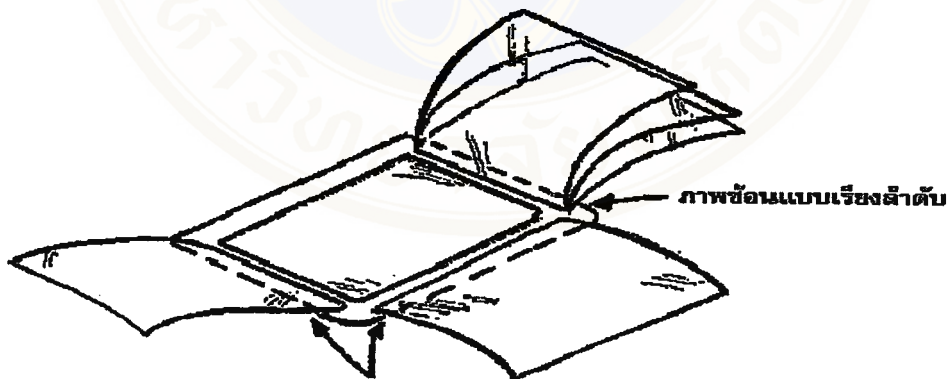
การใช้เครื่องฉายภาพโปร่งใสและแผ่นภาพโปร่งใสในการสอน

1. หากประสงค์จะเขียนข้อความหรือวาดภาพต่อหน้าผู้ชม ควรเตรียมวัสดุให้พร้อม เช่น แผ่นอาซิเตท ม้วนอาซิเตท ปากกาเขียนแผ่นฟิล์ม ที่สำหรับลบข้อความที่เขียนผิด
2. ควรจัดทำแผ่นภาพโปร่งใสเอาไว้ก่อน เพื่อความสะดวกในการใช้ประกอบการสอน ซึ่งอาจจะทำได้โดยวิธีต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้ว
3. เราอาจจะทำการลอกภาพสีจากหนังสือหรือวารสารบางชนิดลงบนแผ่นอาซิเตท เพื่อนำมาใช้กับเครื่องฉายภาพ โปร่งใส จะทำให้มองเห็นเป็นภาพสีสวยงามบนจอ
4. ภาพโปร่งใสที่ใช้ควรติดบนกรอบกระดาษสีเหลือง เพื่อความถาวรและความสะดวกสบายในการเก็บรักษาและการนำเอามาใช้
5. ในการใช้เครื่องฉายภาพโปร่งใส ควรมีหลอดฉายสำรองเอาไว้ใกล้ ๆ เสมอ เมื่อหลอดขาดก็สามารถเปลี่ยนหลอดใหม่ได้ บางเครื่องจะให้ใส่หลอดสำรองไว้ในเครื่อง เมื่อหลอดขาดจะเปลี่ยนสลับใช้ได้ทันที
6. ในการเตรียมแผ่นภาพโปร่งใสประกอบการสอน จะต้องจัดเรียงแผ่นภาพโปร่งใสไว้ตามลำดับที่จะเสนอ
7. วางแผ่นภาพโปร่งใสบนแท่นวางภาพให้เรียบร้อยก่อน จึงเปิดสวิตช์หลอดฉาย และเมื่อจะเปลี่ยนแผ่นภาพโปร่งใสแผ่นใหม่ทุกครั้ง ต้องปิดหลอดฉายเสียก่อน
8. ในขณะที่ต้องการชี้อธิบายภาพประกอบการบรรยาย ควรใช้ไม้ชี้หรือปลายปากกาชี้บนแผ่นภาพโปร่งใสที่วางบนแท่นวางภาพ ไม่ควรชี้บนจอรับภาพ
9. ควรหาแผ่นกระดาษปิดส่วนที่ยังอธิบายไม่ถึงเอาไว้ เมื่ออธิบายถึงเรื่องใด ตอนไหน ก็ค่อย ๆ เปิดให้ดูตามลำดับ เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ผู้เรียนไปสนใจเรื่องอื่น ๆ นอกเหนือไปจากเรื่องที่กำลังอธิบายอยู่
10. ในการปิดส่วนที่ยังไม่ได้อธิบายเอาไว้ นั้น อาจจะทำแผ่นปิดหน้า (Mask) เอาไว้ถาวรเลย ซึ่งทำได้หลายลักษณะ เช่น แบบปิดเป็นพื้นที่ แบบปิดเฉพาะส่วน แบบเลื่อน แบบเป็นแถบ เป็นต้น



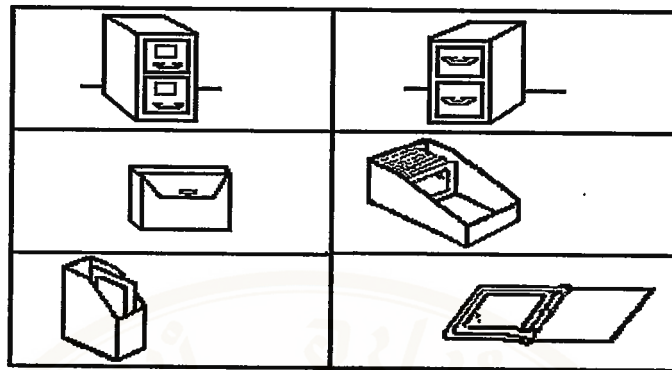
ภาพประกอบ 4 แสดงลักษณะของแผ่นปิดหน้า (Mask)

11. ถ้ามีเนื้อหาหรือเรื่องราวที่ต้องการอธิบายเป็นขั้นตอน หรือแสดงให้นักเรียนเห็นเป็นลำดับอาจจะเตรียมแผ่นภาพโปร่งใสเป็นภาพซ้อนกัน (Overlay) ในการนำเสนอจะทำให้มองเห็นขั้นตอนชัดเจนยิ่งขึ้น



ภาพประกอบ 5 แสดงลักษณะของภาพซ้อน (Over Lay)

12. แผ่นภาพโปร่งใสที่จัดเตรียมไว้อย่างดีแล้ว ควรจัดเก็บเอาไว้ให้ดี เพื่อนำไปใช้สอนในโอกาสต่อไป



ภาพประกอบ 6 แสดงวิธีการเก็บแผ่นภาพโปร่งใส

13. แผ่นภาพโปร่งใสและเครื่องฉายภาพโปร่งใสนอกจากจะใช้ประกอบในการสอนแล้ว ยังนำมาใช้เพื่อช่วยในการทำอุปกรณ์การสอนอื่น ๆ ได้อีกด้วย เช่น ถ้าต้องการจะย่อส่วนของภาพใหญ่ ๆ เพื่อทำเป็นแผ่นภาพโปร่งใส ก็ใช้ไฟส่องไปที่ภาพให้แสงสะท้อนกลับมาที่เลนส์ปรากฏเป็นภาพอยู่ที่แท่นวางภาพ จากนั้นก็วาดตามภาพที่เห็นได้ และถ้าหากต้องการขยายภาพจากแผ่นภาพโปร่งใสก็ให้ฉายภาพไปยังกระดาษที่นำมาเป็นฉากรับภาพ แล้ววาดภาพตามที่มองเห็นก็จะได้ภาพขยายใหญ่ตามที่ต้องการ

3. ลักษณะดีเด่นของการฉายแผ่นภาพโปร่งใส

ได้มีการสรุปคุณลักษณะที่ดีเด่นของการฉายภาพโปร่งใส ไว้ดังนี้

1. ติดตั้งง่าย ใช้ง่าย เครื่องฉายแผ่นภาพ โปร่งใสเป็นเครื่องที่ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ช่างเทคนิคช่วยในขณะที่ใช้ เพียงแต่ผู้บริการเครื่องมาให้บริการถ้าผู้ใช้ศึกษาวิธีการใช้เพียงเล็กน้อยก็สามารถใช้ได้ไม่ยาก เพราะผู้ใช้เพียงแต่เสียบปลั๊ก เปิดสวิตช์ และปรับความชัดบนจอภาพก็สามารถใช้สอนได้

2. การวางเครื่องไว้หน้าชั้นเรียน จะเกิดผลต่อการสอนคือ

2.1 ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ได้ตลอดเวลา เพราะผู้สอนจะหันหน้าเข้าหาผู้เรียน

2.2 ผู้สอนสามารถอธิบายด้วยการใช้ปลายดินสอดหรืออุปกรณ์ชิ้นเล็ก ๆชี้แทนฉายได้ในขณะที่สอน

2.3 ถ้าวางเครื่องฉายในตำแหน่งที่เหมาะสม จะไม่เกิดปัญหาในการบังผู้เรียนในขณะที่สอน

3. สามารถฉายได้ในห้องที่มีความสว่างปกติ

4. ผู้สอนสามารถเตรียมเขียนหรือทำแผ่นใสไว้ล่วงหน้าได้เป็นจำนวนมากตามต้องการ
5. ผู้ใช้เครื่องฉายภาพโปร่งใส อาจใช้ความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบต่าง ๆ ในการทำแผ่นภาพโปร่งใสได้อย่างอิสระ
6. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องได้ เช่น ใช้ในการประกอบกิจกรรมแสดงแนวความคิดวางแผนร่วมกัน

4. การทำภาพฉายเคลื่อนไหว

4.1 เทคนิคการทำภาพเคลื่อนไหวด้วยการเคลื่อนส่วนต่าง ๆ ของแผ่นภาพโปร่งใสซ้อน เช่น การทำแผ่นภาพโปร่งใสแสดงส่วนต่าง ๆ ของมัลติมิเตอร์และการใช้งานโดยทำเข็มและปุ่มปรับตั้งโวลท์ ตั้งแอมแปร์ได้ ส่วนเข็มอ่านค่าก็สามารถเลื่อนบอกค่าในตำแหน่งต่าง ๆ ได้

4.2 เทคนิคการทำภาพเคลื่อนไหวเสมือนเป็นการทำภาพให้ดูคล้าย ๆ กับกำลังเคลื่อนไหวโดยวิธีติดแผ่นพลาสติกชนิดพิเศษที่มีความเข้มที่ไม่เหมือนกันลงบนแผ่นภาพโปร่งใสตรงบริเวณต้องการให้เคลื่อนที่และหมุนแผ่นโพลารอยด์ตรงหน้าเลนส์ฉาย ก็จะทำให้ภาพดูเคลื่อนไหว

4.3 เทคนิคการทำภาพเคลื่อนไหวเหมือนจริง โดยการนำเอาสิ่งซึ่งสามารถแสดงการเคลื่อนไหวได้เหมือนจริงมาแสดงบนแท่นฉาย ถ้าเป็นวัตถุที่ทึบแสงก็จะเห็นการเคลื่อนไหวได้เป็นภาพ ขาว-ดำ เช่นการเคลื่อนไหวของนาฬิกาข้อมือ แต่ถ้าเป็นวัตถุโปร่งใสก็จะสามารถมองเห็นเป็นสีอันสวยงามตามสีของวัตถุนั้น และสามารถแสดงส่วนที่ซ้อนกันได้อีกด้วย

4.4 การสาธิตบนแท่นฉายเป็นเทคนิคที่ทำได้โดยอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของผู้สื่อความหมายซึ่งอาจจะแสดงการสาธิต การทดลองสิ่งที่มีขนาดไม่โตเกินกว่าแท่นฉาย แล้ววางแผ่นภาพโปร่งใสที่มีผงตะไบเหล็กอยู่เกาะให้ผงตะไบเรียงตัวก็จะปรากฏภาพเส้นแรงแม่เหล็กบนจอให้ดูเห็นโดยทั่วกัน

4.5 การขยายส่วนสำคัญโดยใช้เลนส์ขยายหรือแว่นขยายลงตรงบริเวณที่ต้องการให้ผู้เรียนเห็นรายละเอียดเป็นภาพขยายเฉพาะบริเวณ

4.6 การใช้เครื่องปรับขยายสไลด์โดยการนำเอาเครื่องปรับขยายสไลด์มาติดตั้งระหว่างเลนส์ฉายกับแท่นฉายวางสไลด์ขนาด 2x2 นิ้ว ลงบนที่วางสไลด์ปรับความชัดให้พอดีก็สามารถขยายสไลด์โดยใช้เครื่องฉายแผ่นภาพโปร่งใส

4.7 การใช้แผ่นภาพโปร่งใสร่วมกับสื่ออื่นในลักษณะสื่อผสมเป็นเทคนิคในการนำเสนอที่จะทำให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา ไม่ต้องดูภาพจากเครื่องฉายนั้น ๆ เพียงอย่างเดียว

4.8 การใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบเสียงการใช้เทคนิคนี้ ไม่อาจจะทำได้เหมือนกับการใช้สไลด์ประกอบเสียงที่สามารถเปลี่ยนสไลด์ได้โดยอัตโนมัติ ถ้านำเทคนิคนี้มาใช้ผู้สอนจะ

ต้องเขียนบทบันทึกการบรรยาย อาจมีเสียงดนตรีและเสียงประกอบอื่นด้วยหรือไม่ก็ได้ และอาจจะมีสัญญาณเปลี่ยนแผ่นภาพโปร่งใสด้วย (7)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นภาพโปร่งใสภายในประเทศ

อนุพงษ์ ฌ สงขลา(14) ได้ทำการทดลองสอนเรื่องประเทศไทยกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาขาน้ำทิพย์ ปีการศึกษา 2524 โดยมีวิธีการเสนอเนื้อหาต่างกัน 3 วิธี คือ ใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพด้วยเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ ใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา และใช้แผนภูมิ ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันแต่ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนรู้สูงกว่าผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำกว่าที่เรียนโดยการเสนอเนื้อหาวิธีเดียวกัน

จ่านง พุ่มคำ (15) ได้ศึกษาความต้องการใช้สื่อการเรียนการสอนของอาจารย์ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่าอาจารย์ในแผนกช่างยนต์มีความต้องการใช้ของจริงมากที่สุด รองลงมาได้แก่ กระดานขาว รูปภาพ แผ่นใส ของตัวอย่าง หุ่นจำลองและสไลด์ เป็นต้น จึงเห็นได้ว่าแผ่นใสเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่ต้องการใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาช่างกันมาก อย่างไรก็ตามในการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนนั้นควรจะต้องคำนึงถึงหลักในการพิจารณาเลือกใช้สื่อให้สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชาด้วย

สมาน เจริญการ (16) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเรียนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบโครงสร้างและแบบขบวนการในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การศึกษา โดยใช้แผ่นโปร่งใส 3 แบบ คือ แบบธรรมดา แบบซ้อนภาพ และแบบเคลื่อนไหว โดยใช้นักศึกษา ชั้นปีที่ 2 จำนวน 120 คน แบ่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 30 คน สุ่มจากนักศึกษา 12 ห้อง ผลที่ได้คือ

1. เนื้อหาวิชาหรือสารแบบโครงสร้างที่เสนอด้วยภาพโปร่งใสแบบธรรมดา ภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพและภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวจะก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงกว่าการสอนโดยวิธีการบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

2. เนื้อหาวิชาหรือสารแบบโครงสร้างที่เสนอด้วยภาพทั้ง 3 แบบ ไม่มีผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

3. เนื้อหาวิชาหรือสารแบบขบวนการที่เสนอด้วยภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหว และภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพจะก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 ส่วนที่เสนอด้วยแผ่นภาพโปร่งใสธรรมดาไม่มีความแตกต่าง

4. เนื้อหาวิชาและสารขบวนการที่เสนอด้วยภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหวจะก่อให้เกิดการเรียนรู้สูงกว่าที่เสนอ โดยภาพโปร่งใสแบบธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญ .01 และสูงกว่าที่เสนอโดยภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผ่นภาพโปร่งใสของต่างประเทศ

คาเบเชียราส (17) ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้แผ่นใส พบว่าการใช้แผ่นใส จะช่วยให้ครูสอนเนื้อหาวิชาได้มากกว่าการสอนตามปกติ และทำให้ครูมีเวลาเหลือพอที่จะอธิบาย สัญญลักษณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนได้

บาร์เกอร์ (18) สำรวจเกี่ยวกับความต้องการ และการใช้สื่อการเรียนการสอนของ ครูที่สอนวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ ในรัฐเท็กซัสพบว่าครูส่วนมากใช้กระดานชอล์ก แผ่นภาพ หุ่นจำลอง และแผ่นใสมากที่สุด

นุทและคริส (19) ได้สำรวจทัศนคติของครูมัธยมในประเทศเม็กซิโก ที่มีต่อการใช้แผ่นใสพบว่าช่วยประหยัดเวลาและให้ความสะดวกสบายแก่ครูและนักเรียน โดยเฉพาะเมื่อต้องการสอนแบบปรนัย

เพอร์ลเบอร์ก และเรช (20) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เรขาคณิตบรรยาย และวิชาอุทกศาสตร์ของนักศึกษาแห่งสถาบันเทคโนโลยีเทคนิเยน เมืองไฮฟา ประเทศอิสราเอล โดยเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสกับการเรียนตามปกติ โดยให้นักศึกษา ปีที่ 1 จำนวน 35 คน เป็นกลุ่มทดลองเรียนวิชาเรขาคณิตบรรยายจากแผ่นใส และนักศึกษา ปีที่ 2 จำนวน 64 คน เป็นกลุ่มทดลองเรียนวิชาอุทกศาสตร์จากแผ่นใสทำการทดลองเป็นเวลา 7 สัปดาห์ ผลการทดลองปรากฏว่า

1. นักเรียนในกลุ่มทดลอง โดยเฉพาะนักเรียนที่เรียนอ่อนมีผลการเรียนดีขึ้น
2. ช่วยลดระดับความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง
3. ไม่ได้รายงานว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันหรือไม่ แต่บอกว่านักศึกษาชอบการเรียนจากแผ่นใสมากกว่า

เครย์ตัน (21) ได้ทำการทดลองใช้ภาพประกอบสอนวิชา Engineering Descriptive Geometry ที่มหาวิทยาลัยเท็กซัส เปรียบเทียบกับการสอนโดยเขียนภาพบนกระดานดำ ใช้ภาพโปร่งใส 200 แผ่นและภาพซ้อน 800 แผ่น สำหรับภาพซ้อนมีการระบายสีประกอบแสดงลำดับขั้นไปสู่การตอบปัญหาในการทดลอง แบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองซึ่งสอนด้วยภาพโปร่งใสและกลุ่มควบคุมที่ 2 สอนด้วยการเขียนภาพบนกระดานดำ ผลปรากฏว่า

1. การใช้ภาพโปร่งใสจะช่วยประหยัดเวลาการสาธิตของผู้สอนได้
2. ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นระหว่าง 74.91-79.30 % ด้วยภาพโปร่งใส 20%
3. ผู้เรียนถามปัญหาได้มากขึ้นจากการสำรวจคำถามทั้งหมดปรากฏว่าเป็นคำถามที่มาจากห้องเรียนที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใส 70%
4. ผู้เรียนชอบและเชื่อว่าการใช้ภาพโปร่งใสประกอบการสอนช่วยให้เข้าใจง่ายและน่าสนใจขึ้น
5. ผู้สอนชอบการสอนวิธีนี้มากกว่าต้องเขียนภาพบนกระดานดำ
6. จากการเปรียบเทียบระดับผลสัมฤทธิ์ปรากฏว่า 64% จากห้องเรียนที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสได้เกรดเอ และจากห้องเรียนที่ใช้วิธีเขียนภาพบนกระดานดำ มีผู้เรียนได้เกรดเอถึง 75%

ซึ่งสรุปได้ว่าการวิจัยเปรียบเทียบแผ่นภาพโปร่งใสกับสื่ออื่น ๆ นั้น ส่วนมากมีผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางการเรียนสูงกว่าการเรียนด้านสื่ออื่น ๆ อย่างน้อยก็ทัดเทียมกัน

เบนดินสัน (22) ได้ทำการทดลองเพื่อประเมินผลการใช้ภาพโปร่งใสสอนวิชาเกษตรกรรมจำนวน 4 เรื่องในโรงเรียนมัธยมเกษตรกรรม 12 โรงเรียนในรัฐโอไอวา กลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสชนิดสีได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสหลายชนิดรวมกัน แต่เมื่อใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการใช้แผ่นภาพโปร่งใสหลายชนิดและไม่มีความแตกต่างอย่างมากมายในผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

คูเปอร์ (23) ได้ศึกษาผลการเตรียมแผ่นภาพโปร่งใสเพื่อผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนและความคงทนในการจำของหน่วยธุรกิจทั่วไป โดยทำการทดลองก่อนการวิจัยจริงที่โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายแคลิฟอร์เนีย เมืองเดนเวอร์ รัฐโคโลราโด แล้วนำไปทำการทดลองจริงที่โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเซนต์โยเซฟ เมืองเดนเวอร์เช่นกัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สรุปผลได้ดังนี้

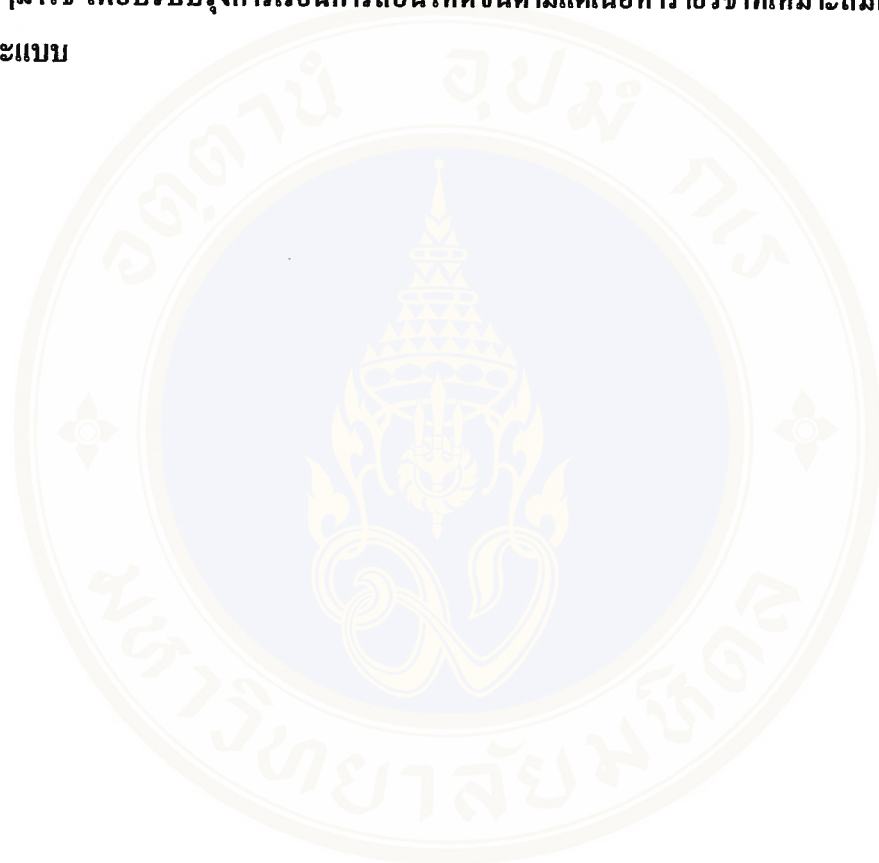
1. แผ่นภาพโปร่งใสช่วยปรับปรุงความสนใจ ช่วยขจัดใจและทำให้นักเรียนตั้งใจเรียน ครูผู้สอนชอบใช้มากกว่ากระดานดำเมื่อแสดงรูป
2. ความคงทนอยู่ในการจำของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มได้ผลเท่ากัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 กลุ่มได้ผลเท่ากัน
4. คะแนนไอคิว ดีกว่าคะแนนของการทดสอบครั้งแรก

เพ็ช (24) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบจัดลำดับของภาพโปร่งใส 3 แบบ เป็นภาพที่มีพื้นที่สีขาวและสีดำให้นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิค จำนวน 238 คน เมืองลับบอร์รัฐเท็กซัส ระหว่างภาคเรียนฤดูร้อน ปี 1969 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักศึกษาในวิชาสถิติเบื้องต้น โดยสรุปผลได้ดังนี้

1. การออกแบบและการจัดลำดับภาพทั้ง 3 แบบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

2. สีของภาพและสีของพื้นซึ่งเป็นสีขาวและสีดำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

ในการวิจัยด้านเทคนิคการนำเสนอแผ่นภาพโปร่งใส สรุปได้ว่าการนำเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้ดีขึ้นตามแต่เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมกับการนำเสนอแต่ละแบบ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยมีการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ระเบียบวิธีวิจัย
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลอง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัย

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาทฤษฎีการเชิงกลด้วยแผ่นภาพโปร่งใสธรรมดา กับแผ่นโปร่งใสแบบซ้อนภาพ โดยใช้ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมของสถาบันราชภัฏพระนคร จำนวน 60 คน ที่มีความรู้ไม่แตกต่างกันและได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน เป็นการแบ่งกลุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยสอนในเนื้อหาเดียวกัน จากนั้นทำการประเมินผลหลังจากจบการเรียน แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อไป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Pre-Test and Post Test Only Control Group design

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัยแบบ Pre-test and Post test Only Control Group Design

กลุ่มทดลอง	การทดสอบก่อนเรียน	Treatment	การทดสอบหลังเรียน
E1 R	T ₁	Xa	T ₂
E2 R	T ₁	Xb	T ₂

- เมื่อ E1 คือกลุ่มทดลองที่ 1
 E2 คือกลุ่มทดลองที่ 2
 Xa คือการทดลองโดยการเรียนจากบทเรียนแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา
 Xb คือการทดลองโดยการเรียนจากบทเรียนแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ
 T₁ คือการทดสอบก่อนการเรียน (Pre-test)
 T₂ คือการทดสอบหลังการเรียน (Post test)
 R คือการกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random assignment)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาโปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระดับปริญญาตรีปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 60 คน สถาบันราชภัฏพระนคร ที่ไม่เคยเรียนวิชากายวิภาคเชิงกลมาก่อน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม เป็นการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) กลุ่มละ 30 คน โดย

นักศึกษากลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยบทเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา

นักศึกษากลุ่มทดลองที่ 2 เรียนด้วยบทเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ

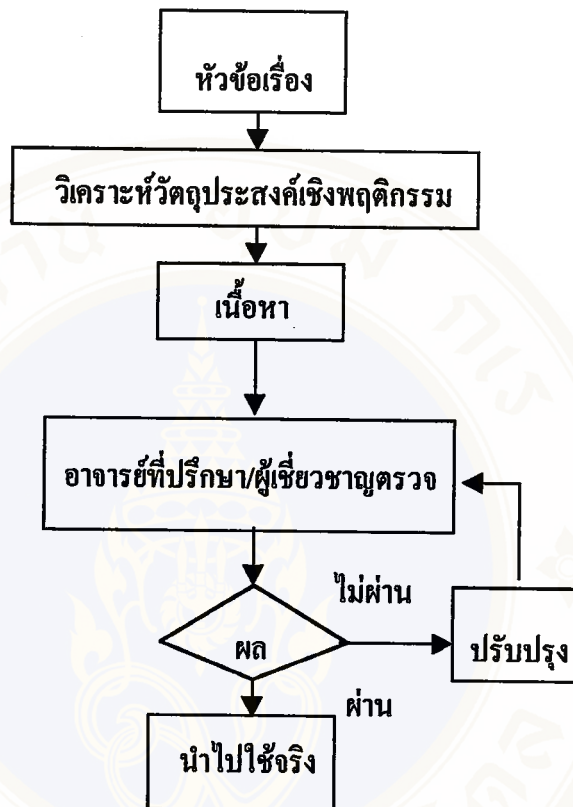
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา กับ แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ ที่มีเนื้อเรื่องวิชากายวิภาคเชิงกลในหน่วยการเรียนที่ 1 บทที่ 1 เหมือนกัน และแบบทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เนื้อหารายวิชาของการทดลองเป็นเนื้อหาวิชากายวิภาคเชิงกล เรื่องระบบโครงกระดูกของมนุษย์ตามหลักสูตร โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

- 1.1 ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาและภาพประกอบที่ใช้ในวิชากายวิภาคเชิงกลจากเอกสารและตำราทั้งในและต่างประเทศ
- 1.2 กำหนดขอบข่ายเนื้อหาที่จะนำมาทำบทเรียน โดยการใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ
- 1.3 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1.4 จัดลำดับเนื้อหาเขียนเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ในการสร้างเนื้อหา ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาครอบคลุมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการสอน ซึ่งมีการสร้างดังนี้



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการสร้างเนื้อหา

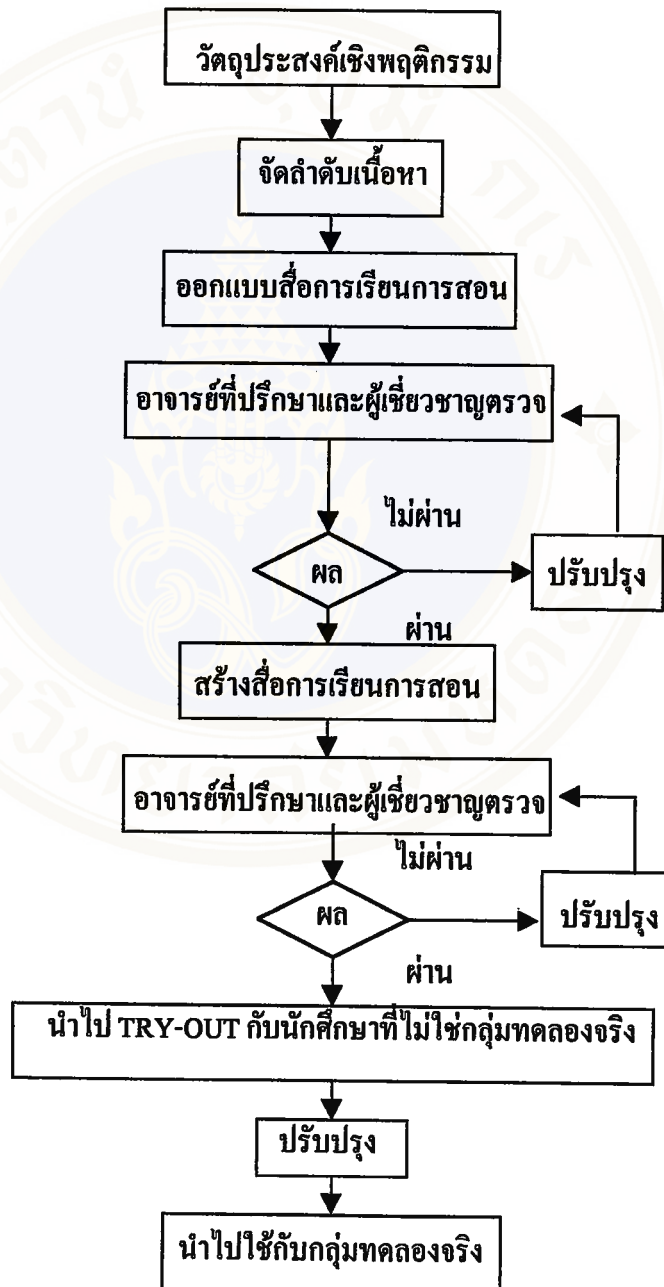
2. การสร้างแผนภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแบบซ้อนภาพเพื่อใช้ในการทดลอง ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างแผนภาพโปร่งใส

- เขียนบทดำเนินเรื่อง (Treatment) จากเนื้อหาที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหามาแล้ว
- เขียนโครงร่าง (Lay-out) สำหรับแผนภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแบบซ้อนภาพโดยใช้เนื้อหาเหมือนกันทั้ง 2 แบบ
- นำโครงร่าง (Lay-out) บท Script ทั้งหมดให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข
- ดำเนินการจัดทำแผนภาพโปร่งใสตามบทที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว

- ใส่สีพร้อมตัวอักษร (Label) ลงในภาพให้สมบูรณ์
- จัดเรียงลำดับแผ่นภาพโปรังใสตามบท ใส่ในแฟ้มแผ่นภาพ

การสร้างสื่อการเรียนการสอน โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาวิชาเป็นหลักเพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมในการออกแบบสื่อที่จะนำมาใช้ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนให้มากที่สุด ซึ่งชุดสื่อการเรียนการสอนมีขั้นตอนการสร้างดังนี้



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนการสอน

2.2 การประเมินคุณภาพแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา 4 ท่าน ตรวจสอบและประเมินคุณภาพ

2.3 ทำการทดลองกับนักศึกษา โดยใช้บทเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสทั้ง 2 แบบ เพื่อหาข้อบกพร่องกับนักศึกษาจำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองจริง แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขใหม่

2.4 ใ้บทเรียนจากแผ่นภาพโปร่งใสทั้ง 2 ชุด ดังนี้

- แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา
- แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังมีการดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหาวิชากายวิภาคเชิงกล

3.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหา

3.3 สร้างข้อสอบเลือกตอบ โดยมีตัวเลือก 4 ตัวให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้มีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 45 ข้อ เวลา 30 นาที

3.4 การทดลองและปรับปรุงแบบทดสอบ (Try-out)

3.4.1 นำข้อสอบที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 สถาบันราชภัฏพระนครจำนวน 30 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลองจริง เพื่อวิเคราะห์หาความยากง่าย (Level of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) ของข้อสอบเป็นรายข้อคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสม โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกดังต่อไปนี้

3.4.2 ข้อสอบมีความยากของคำตอบ (p) อยู่ระหว่าง 0.2-0.8

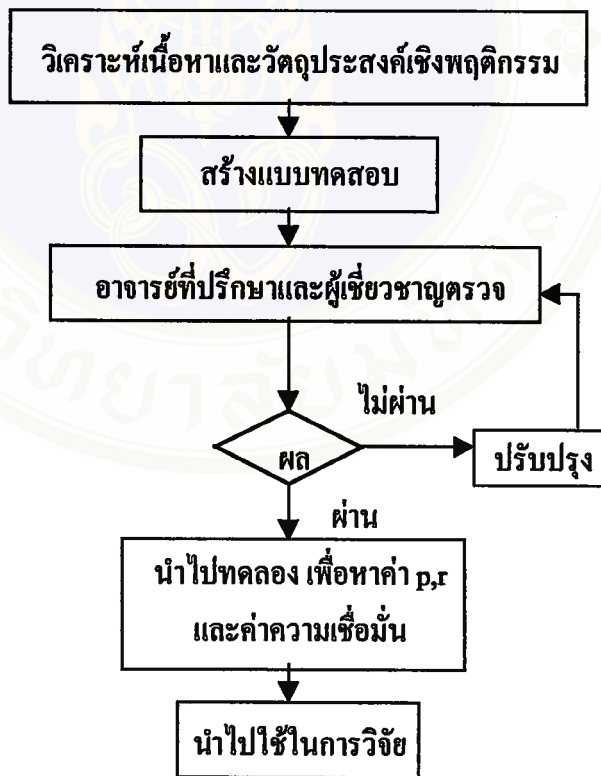
3.4.3 ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกของคำตอบถูก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

3.4.4 วิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของข้อสอบ (Reliability) โดยใช้สูตรคูเดอร์ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson Formula 20) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

Difficulty Value (P) :		
- Upper Value	=	0.733
- Lower Value	=	0.133
- Average Value	=	0.446
Discrimination Index (R) :		
- Upper Index	=	1.000
- Lower Index	=	-0.625
Reliability by KR-20	=	0.778

เมื่อ ได้ทดลองและปรับปรุงแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว ได้ข้อสอบที่สอดคล้องกับ
วัตถุประสงค์และมีความเชื่อมั่นเป็นที่ยอมรับ จำนวน 30 ข้อ



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

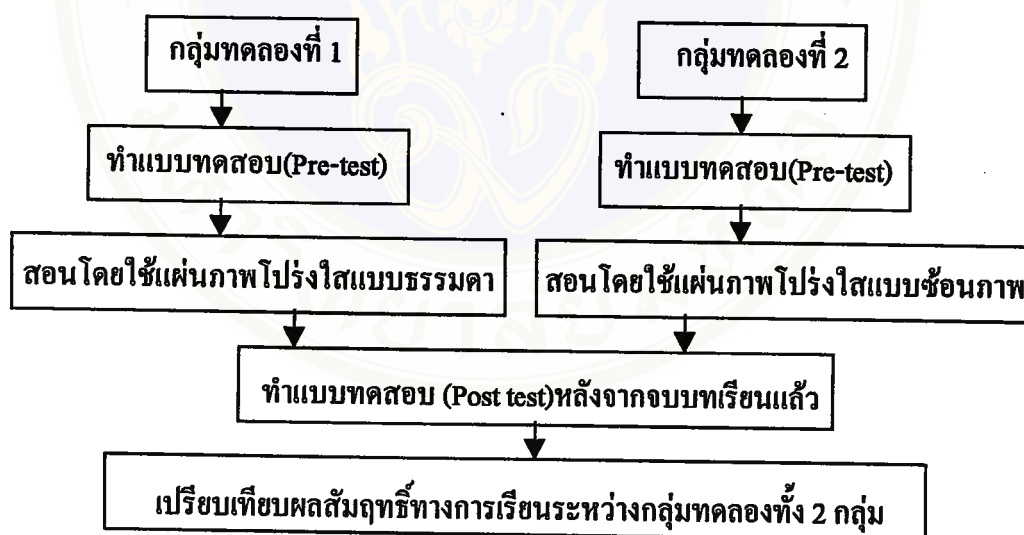
การดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชากายวิภาคเชิงกล โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนครโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 30 คน

2. ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อวิเคราะห์หาความแตกต่าง ความรู้พื้นฐานระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แล้วทำการสอนด้วยชุดการสอนโดยใช้สื่อแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา กับกลุ่มทดลองที่ 1 และสื่อแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพกับกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้เวลาในการทดสอบ 30 นาที ทั้ง 2 กลุ่ม

3. หลังจากจบบทเรียนแล้ว ให้กลุ่มทดลองทั้ง 2 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post test) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. วิเคราะห์หาค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม จากคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนกับการทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำกระดาษคำตอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนนโดยวิธี 0-1 (Zero-One Method) ข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนนข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกันหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน
2. นำเอาข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

- 1.1 การคำนวณค่าสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ยมัธยฐานเลขคณิต (25) โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

\bar{X} หมายถึง คะแนนเฉลี่ย

X หมายถึง คะแนน

$\sum fx$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

- 1.2 การหาค่าระดับความยาก (Level of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power)

$$p = \frac{R}{N}$$

P หมายถึง ระดับความยากของข้อสอบ

R หมายถึง จำนวนที่ทำข้อนั้นถูก

N หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

$$r = \frac{Ru - RL}{N}$$

r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

Ru หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

RL หมายถึง จำนวนนักเรียนตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

1.3 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ ใช้สูตรคูเคอร์-ริชาร์ดสัน

20 (26)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right)$$

- r_{tt} หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
- k หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบ
- p หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก
- q หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด
- S_x^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2. หาค่าความแปรปรวน (26) โดยใช้สูตร

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

- S^2 หมายถึง ค่าความแปรปรวน
- $\sum X$ หมายถึง ผลรวมคะแนนทั้งหมด
- $\sum X^2$ หมายถึง ผลรวมคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
- N หมายถึง จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนจากแบบทดสอบก่อนบทเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง 1 กับกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้สูตร t-test (Independent Samples Test) (27)

$$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

- \bar{X}_1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง 1
- \bar{X}_2 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง 2
- S_1^2 หมายถึง ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง 1

S^2_2	หมายถึง	ค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง 2
n_1	หมายถึง	จำนวนของกลุ่มทดลอง 1
n_2	หมายถึง	จำนวนของกลุ่มทดลอง 2

4. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนในกลุ่มเดียวกัน โดยใช้สูตร t-test (Pair Samples Test)

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{S_d / \sqrt{n}}$$

d = คะแนนเฉลี่ยความแตกต่างของกลุ่มทดลอง

S_d = ค่าความแปรปรวนความแตกต่างของกลุ่มทดลอง

n = จำนวนของกลุ่มทดลอง

μ_d = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประชากร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชากายวิภาคเชิงกล เรื่อง ระบบโครงกระดูกของมนุษย์ โดยการสอนด้วยแผ่นภาพโปรงใส 2 แบบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังการทดลองและทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม
ผู้วิจัยได้นำข้อมูลซึ่งเป็นคะแนนจากการทดสอบมาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบความ
แตกต่างของผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม โดยหาค่าสถิติพื้นฐานตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม

ชนิดของแผ่นใส	Mean	S.D.	t-test	P-value
ธรรมดา	3.67	2.87	-0.491	0.625
ซ้อนภาพ	4.07	3.41		

เมื่อนำคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มาคำนวณหาค่าทางสถิติด้วยวิธี T-test
(Independent Samples Test) พบว่าคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญที่ 0.05 คือมี P-value =0.625 แสดงว่า นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน
เหมาะสมที่จะนำมาทำการทดสอบในขั้นต่อไป

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากแผ่นใสแบบธรรมดา

คะแนน	Mean	S.D.	t-test	P-value
ก่อนเรียน	3.67	2.87	16.377	<0.001
หลังเรียน	15.87	4.27		

เมื่อนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากแผ่นใสแบบธรรมดา มาคำนวณหาค่าทางสถิติด้วยวิธี T-test (Pair Samples Test) พบว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 คือมี P-value = <0.001 และคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน แสดงว่า นักศึกษากลุ่มนี้มีความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน และนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากการเรียนด้วยแผ่นใสแบบธรรมดา



ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากแผ่นใสแบบซ้อนภาพ

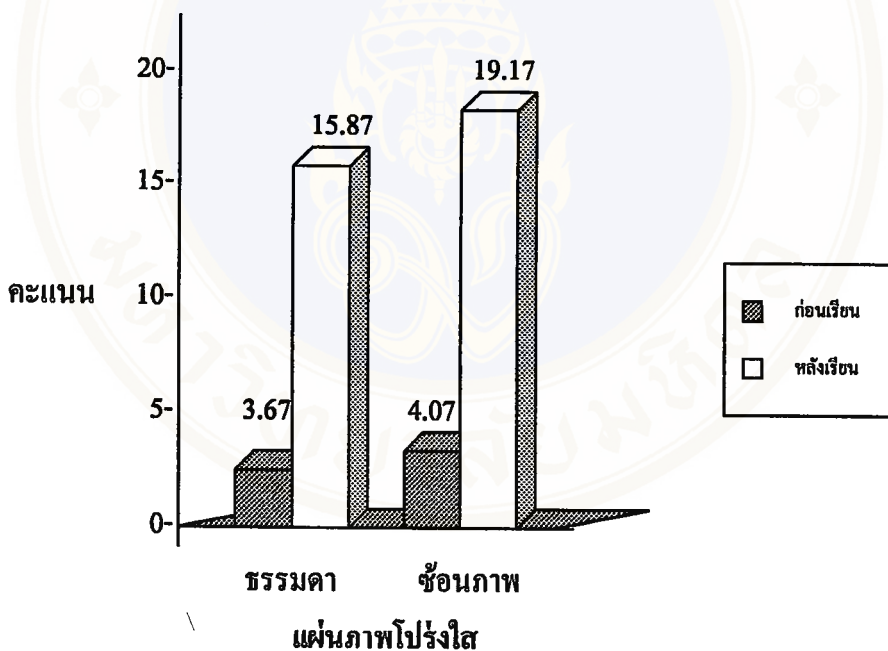
คะแนน	Mean	S.D.	t-test	P-value
ก่อนเรียน	4.07	3.41	25.945	<0.001
หลังเรียน	19.17	3.11		

เมื่อนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนจากแผ่นใสแบบซ้อนภาพ มาคำนวณหาค่าทางสถิติด้วยวิธี T-test (Pair Samples Test) พบว่า คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 คือมี P-value = <0.001 และคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน แสดงว่า นักศึกษากลุ่มนี้มีความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน และนักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากการเรียนด้วยแผ่นใสแบบซ้อนภาพ

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของนักศึกษา 2 กลุ่ม

ชนิดของแผ่นใส	Mean	S.D.	t-test	P-value
ธรรมดา	15.87	4.27	-3.417	<0.001
ซ็อนภาพ	19.17	3.12		

เมื่อนำคะแนนหลังเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มาคำนวณหาค่าทางสถิติด้วยวิธี T-test (Independent Samples Test) พบว่า คะแนนหลังเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 คือมี P-value = <0.001 และค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากแผ่นใสแบบซ็อนภาพ สูงกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนจากแผ่นใสแบบธรรมดา แสดงว่า นักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มมีความเข้าใจความรู้ที่ได้จากการเรียนด้วยสื่อแผ่นใสแตกต่างกัน และนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแผ่นใสแบบซ็อนภาพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อแผ่นใสแบบธรรมดา



แผนภูมิที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม

จากกราฟแสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างชัดเจน แสดงว่านักศึกษาได้รับความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากได้เรียนเรื่องระบบโครงกระดูกของมนุษย์ และคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นโปร่งใสแบบซ้อนภาพสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา แสดงว่าสื่อประเภทแผ่นโปร่งใสแบบซ้อนภาพ มีผลให้นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนมากขึ้น



บทที่ 5

สรุปอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นใสแบบธรรมดา กับ แผ่นใสแบบซ้อนภาพ

สมมติฐานในการวิจัย

นักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ วิชากายวิภาคเชิงกล เรื่อง ระบบโครงกระดูกของมนุษย์ ตามหลักสูตรของโปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร
2. กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ของสถาบันราชภัฏพระนคร จำนวน 60 คน ทำการสุ่มโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) โดยแบ่งกลุ่มออกเป็น กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน คือ
กลุ่มทดลอง 1 เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา (Ordinary Transparencies)
กลุ่มทดลอง 2 เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ (Overlay Transparencies)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผ่นภาพโปร่งใส มีขนาด 8 X 10 นิ้ว ที่เขียนภาพสมบูรณ์แล้วทั้งหมด 60 ภาพ
 - 1.1 แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา จำนวน 30 ภาพ
 - 1.2 แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ จำนวน 27 ภาพ
2. เครื่องฉายภาพโปร่งใส (Overhead Projector)
3. จอรับภาพ (Screen)

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ ที่ใช้ทดสอบกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 จำนวน 30 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มทดลองจริง วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยใช้สูตรคูเดอร์ริชาร์ดสัน 20 (Kuder – Richardson Formula 20) ได้ค่าความเชื่อมั่น = 0.778

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ก่อนทำการทดลองให้นักศึกษา ทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ที่เตรียมไว้
2. การทดลองครั้งนี้ ทำการทดลองโดยอาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้สอน ทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาวิชาเดียวกัน สอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาในกลุ่มทดลองที่ 1 และใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพในกลุ่มทดลองที่ 2
3. ทดสอบหลังการเรียนทันที โดยนักศึกษาทั้ง กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ทำการสอบโดยใช้แบบทดสอบที่เตรียมไว้
5. นำคะแนนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั้ง 2 ชุด
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้สถิติแบบ T-test (Independent Samples Test) และ T-test (Pair Samples Test)

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ปรากฏว่านักศึกษามีความเข้าใจในเรื่องระบบโครงกระดูกของมนุษย์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบของนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพสูงกว่าคะแนนของนักศึกษาที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากายวิภาคเชิงกล เรื่อง ระบบโครงกระดูกของมนุษย์ โดยการสอนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา กับแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ ของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยกลุ่มที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา

อภิปรายผล

จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากายวิภาคเชิงกล (Ergonomics) เรื่องระบบโครงกระดูกของมนุษย์ (Skeleton System) โดยการสอนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา (Ordinary Transparencies) กับแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ (Overlay Transparencies) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีความสอดคล้องกับการวิจัยของ สมาน เถระการ (16) ที่ว่า ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพสูงกว่า การสอนโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพสูงกว่าการสอนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา

แสดงว่าแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ เป็นสื่อที่ช่วยอธิบายเนื้อหาวิชาที่มีความซับซ้อน ให้นักศึกษาเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว และสามารถทำให้นักศึกษาจดจำบทเรียนได้ดี รวมทั้งสื่อแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพเป็นสื่อที่ผลิตได้ง่าย ราคาถูก และพกพาง่าย จึงเป็นสื่อที่เหมาะสมจะนำมาพัฒนาการเรียนการสอนในทุกระดับการศึกษา

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากายวิภาคเชิงกล โดยการสอนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ (Overlay Transparencies) สูงกว่าการสอนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา (Normal Transparencies) ดังนั้นในการสอนวิชากายวิภาคเชิงกลที่มีเนื้อหาซับซ้อน เช่น ระบบโครงกระดูก (Skeleton System) หรือระบบกล้ามเนื้อ (Muscula System) จึงควรพิจารณาเลือกใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ ประกอบการเรียนการสอนจะช่วยให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นกว่าการสอนด้วย แผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดา

1.2 ถึงแม้ว่าจากผลการวิจัยพบว่า การสอนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำกว่าการสอนด้วยแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพก็ตาม การพิจารณาเลือกที่จะใช้แผ่นใสแบบใดควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่มีลักษณะเฉพาะของวิชานั้น ๆ เพราะนอกจากผลการวิจัยดังกล่าวแล้ว แผ่นภาพโปร่งใสแบบต่าง ๆ ยังสามารถทำใช้ด้วยตนเองได้ง่าย ประหยัดงบประมาณในการผลิตเป็นอย่างมากและสะดวกในการนำติดตัว เคลื่อนย้ายไปในสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งเป็นการส่งเสริมแนวทางการผลิต และการใช้สื่อเทคโนโลยีทางการศึกษาได้อย่างประหยัดคุ้มค่า

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการทดลองในเนื้อหาวិชาที่เกี่ยวกับระบบที่ซับซ้อน เช่น ระบบกล้ามเนื้อ (Musclar System) การทำงานของระบบกล้ามเนื้อ หรือการเรียนวิชาช่างสาขาอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาค้ำซ้อน เพื่อให้มีการนำผลวิจัยไปใช้ได้อย่างกว้างขวาง

2.2 ควรทดลองศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบแผ่นภาพ โปร่งใสแบบซ้อนภาพ เป็นแบบแผ่นภาพโปร่งใสแบบเคลื่อนไหว (Polarized Transparencies) ซึ่งมีหลายหลายรูปแบบ เช่น คลื่นน้ำ เปลวไฟ ไอแก๊ส ฯลฯ กับรูปแบบเลื่อมพราย (Moire Pattern) ซึ่งออกแบบให้คล้ายคลึงกับแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ เพื่อนำมาผลการวิจัยมาปรับปรุงการผลิตการใช้สื่อการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3 ควรมีการทดลอง ผลการรับรู้รูปแบบในการผลิตแผ่นใสแบบลายเส้นเคลื่อนไหว ซึ่งสามารถออกแบบได้หลายแนวทางกับจุดประสงค์การรับรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาการออกแบบให้ตรงกับจุดประสงค์การสอนมากที่สุด

รายการอ้างอิง

1. ไพฑูรย์ สินดารัตน์. หลักและวิธีการสอบระดับอุดมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ; 2522. หน้า 53-211.
2. ชะลอ พงษ์สามารถ. ศิลปะสำหรับครูมัธยม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เจริญวิทย์การพิมพ์ ; 2536. หน้า 65-66.
3. เป็รื่อง กุมุท. การวิจัยสื่อและนวัตกรรมการสอน. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ; 2526. หน้า 23.
4. เลิศ อานันทนะ. ศิลปะกับเด็ก. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์กราฟิเคอาร์ท ; 2518. หน้า 57.
5. วิรุณ ตั้งเจริญ. ศิลปศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วิมลอาร์ท ; 2526. หน้า 109.
6. สุทธิ ประจงศักดิ์. วิธีสอนงานและพื้นฐานเอเชีย. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์ ; 2526. หน้า 102-106.
7. เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ; 2535. หน้า 11.
8. นิภา มีทองคำ. เทคนิคการผลิตแผ่นภาพโปร่งใส. กรุงเทพมหานคร : คณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทระเกษม ; 2525. หน้า 150-153.
9. Monton, schult.J. The teacher and Overhead Projector. New Delhi : Prentice-Hall of India (Private) Ltd ; 1965. p. 240.
10. Herbert E. The Practical Audio-Visual Handbook for Teacher. 2nd.ed. NewYork : Parker Publishing Company, Inc ; 1968. p. 40.
11. Wittech, walter A and Schuller, Charles F. Audio-Visual Materials. 3rd.ed. NewYork : Harper & Brothers Publishers ; 1962. p. 352.
12. Brown, Jame W., Richard, Lewis B and Fred Hardcheroad F. A.V. Instruction Media and Methods. 3rd ed. NewYork : Mc Grow Hill Book Company ; 1969. p. 434-438.
13. ณรงค์ สมพงษ์. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : งานการพิมพ์ ฝ่ายสื่อการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2530
14. อนุพงษ์ ณ สงขลา. การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการเสนอเนื้อหาโดยใช้แผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพด้วยเครื่องฉายภาพโปร่งใส. แผนภูมิโปร่งใสแบบ ซ้อนภาพ และแผนภูมิธรรมดา. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ; 2523. p. 14.

15. จ่านง พุ่มคำ. การศึกษาปัญหาความต้องการและการใช้สื่อการเรียนการสอนในการสอนวิชา เครื่องกลของอาจารย์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยานิพนธ์ ค. อ.ม. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ; 2523. หน้า 39.
- 16.สมาน เฉตระการ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นแบบโครงสร้างและแบบขบวนการในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยใช้ภาพโปร่งใสแบบต่าง ๆ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพมหานคร : วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ; 2516. หน้า 20.
17. Cabeciras, J. A study of Observed Differences in teacher Verbal Behavior. When using and not using the Overhead Projector. Dissertation Abstracts ; 1969. p. 29.
18. Baker, Tommy Glynn. Determination of Current Educational Strategies and Future Instructional Materials needs of Industrial Educational Teacher in Texas. Dissertation abstracts ; 1978. p. 3309-3310.
19. Buethc, Chris. Overhead Projector Scores Multiple Choice : Audio-Visual Instruction ; 1970. p.110.
20. Perlburg, Arue , Micheal Resh. Evaluation of Effectiveness of the Overhead Projector in Discriptive Gemetry and Hydrology. The Jernal of Education Reseach ; 1967.
21. Clayton W. Experimentation in the Adaptation of the Overhead Projector Utilizing 200 Transparencies and 800 Overlay in Teaching Engineering Descriptive Gemetry Cericular : Audio-Visual Communication Review. Vol 9;1961. p. 17-18.
22. Bendixen, Joe Francis. Experimental Evaluation of the Effectiveness of Projected Transparencies on Instruction in Vocational Agriculture : Dessertation Abstracts International ; 1970. p. 2.
23. Cooper, Jerry A. The Effective of Teacher-Prepared Transparencies on Achievement and Retention a Unit on Cedit in A General Business Class : Dissertation Abstracts International ; 1970. p. 4136A.

24. Pearce, Galen L. Alternate Version of Overhead Transparency Projectuals Designed to Teach Elementary Statistical Concepts : Audio-Visual Communication Review ; 1970. p. 18.
25. ล้วน สายยศ, อังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ศึกษาภัณฑ์ ; 2536. หน้า 269.
26. อนันต์ ศรีโสภา. สถิติเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช ; 2521. หน้า 62.
27. ชูศรี วงศ์วัฒน์. แบบแผนการทดลองและสถิติ. กรุงเทพมหานคร : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ; 2528.





ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญประเมินสื่อการสอน
- ตัวอย่างแบบประเมินผลสื่อ
- ตารางแสดงค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลสื่อ

**รายนามผู้เชี่ยวชาญการตรวจสอบการสอนตามเนื้อหาและเทคนิคการผลิตแผ่นภาพโปรงใส
แบบธรรมดา และแผ่นภาพโปรงใสแบบซ้อนภาพ วิชากายวิภาคเชิงกล เรื่อง “ระบบโครงกระดูก”**

1. รองศาสตราจารย์ นายแพทย์สภา ลิมพานิชย์การ สถานเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุมพล พฤทธิพงษ์ รองคณบดีฝ่ายกิจการพิเศษ
คณะศึกษาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์มาลี แสงสลับ สถาบันเทคโนโลยีการศึกษาแพทยศาสตร์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
4. อาจารย์สุวิมล พุ่มประทีป แผนวิชาเทคนิคสถาปัตยกรรม
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี

แบบประเมินผลความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบประเมินผลชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ เกี่ยวกับแผ่นภาพโปรงใส
แบบธรรมดาและแบบซ้อนภาพ

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีค่าระดับคะแนน
ดังนี้

มากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	5 คะแนน
มาก	มีค่าเท่ากับ	4 คะแนน
ปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	3 คะแนน
น้อย	มีค่าเท่ากับ	2 คะแนน
น้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	1 คะแนน

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0	ความเหมาะสมของแบบ					

จากตัวอย่าง ข้อ 0 ถ้าท่านใส่เครื่องหมาย / ที่ช่องระดับคะแนน 5 หมายความว่าท่านเห็นว่า
แบบที่ใช้มีความเหมาะสมมากที่สุด แต่ถ้าท่านใส่เครื่องหมาย / ที่ช่องระดับคะแนน 2 หมายความว่า
ท่านเห็นว่าแบบที่ใช้มีความเหมาะสมน้อย

**แบบประเมินสื่อการสอน
(ด้านเนื้อหา)
ผ่านภาพโปรงใสแบบธรรมดา**

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ความสอดคล้องของเนื้อหาใน แผ่นใสกับวัตถุประสงค์ในการสอน						
2	ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา						
3	ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา						
4	ความถูกต้องของเนื้อหา						
5	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้						
6	ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน						

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ).....

.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
()

...../...../.....

แบบประเมินสื่อการสอน
(ด้านเทคนิคการออกแบบ)
แผ่นภาพโปรงใสแบบธรรมดา

ข้อที่	ข้อความคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ความเหมาะสมของรูปแบบ						
2	ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา ในแต่ละตอน						
3	ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย						
4	ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับคำบรรยาย						
5	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร						
6	ความชัดเจนของการใช้ภาพในการสื่อสาร						

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ).....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

()

...../...../.....

**แบบประเมินสื่อการสอน
(ด้านเนื้อหา)
แผ่นภาพโปรงใสแบบซ้อนภาพ**

ข้อที่	ข้อความถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา						
2	ความเหมาะสมในการลำดับเข้าสู่เนื้อหา						
3	ความเหมาะสมของเนื้อหากับวิธีซ้อนภาพ						
4	ความถูกต้องของเนื้อหา						
5	ความเหมาะสมของรูปภาพตามเนื้อหา						
6	ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน						
7	ความเหมาะสมของการใช้ภาษาในการสื่อความเข้าใจ						

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ).....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
()

...../...../.....

แบบประเมินสื่อการสอน
(ด้านเทคนิคการออกแบบ)
แผ่นภาพโปรงใสแบบซ้อนภาพ

ข้อที่	ข้อความถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	ความเหมาะสมของรูปแบบ						
2	ความชัดเจนของแผ่นใส						
3	ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร						
4	ความเหมาะสมของภาพในการสื่อสาร						
5	ความเหมาะสมของภาพกับวิธีการซ้อน						
6	ความเหมาะสมของคำบรรยาย						
7	ความถูกต้องของภาพที่ใช้ในการสื่อสาร						
8	ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา						

ความคิดเห็นอื่น ๆ (โปรดระบุ).....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 ()

...../...../.....

มาตราส่วนประเมินค่าโดยกำหนดค่าคะแนน ออกเป็น 5 ระดับดังนี้

มากที่สุด	มีค่าเท่ากับ	4.50-5.00	คะแนน
มาก	มีค่าเท่ากับ	3.50-4.49	คะแนน
ปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	2.50-3.49	คะแนน
น้อย	มีค่าเท่ากับ	1.50-2.49	คะแนน
น้อยที่สุด	มีค่าเท่ากับ	0-1.49	คะแนน

ตารางผลการประเมินคุณภาพสื่อทางด้านเนื้อหาของแผ่นภาพโปรงใสแบบธรรมดาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน

หัวข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1. ความสอดคล้องของเนื้อหาในแผ่นใสกับวัตถุประสงค์ในการสอน	5	5	5	5	5
2. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	5	4	4	4.25
3. ความเหมาะสมในการลำดับเนื้อหา	5	5	5	5	5
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5
5. ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	5	5	5
6. ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5	5
	X̄				4.87

ตารางผลการประเมินคุณภาพสื่อทางด้านเนื้อหาของแผ่นภาพโปรงใสแบบซ้อนภาพจากผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 4 ท่าน

หัวข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
	ซ้อน ภาพ	ซ้อน ภาพ	ซ้อน ภาพ	ซ้อน ภาพ	
1. ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	5	4	5	4.5
2. ความเหมาะสมในการลำดับเข้าสู่เนื้อหา	5	5	5	4	4.75
3. ความเหมาะสมของเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีซ้อนภาพ	5	4	4	4	4.25
4. ความถูกต้องของเนื้อหา	5	5	5	5	5
5. ความเหมาะสมของรูปภาพตามเนื้อหา	5	5	4	5	4.75
6. ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	5	4.75
7. ความเหมาะสมของการใช้ภาษาในการสื่อความเข้าใจ	5	5	5	5	5
	\bar{X}				4.71

ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามระดับค่าเฉลี่ยได้ผลดังนี้

การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับค่าเฉลี่ย 4.8 และ 4.71 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญ
ประเมินคุณภาพสื่อทางด้านเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

ตารางผลการประเมินคุณภาพสื่อทางด้านเทคนิคของแผ่นภาพโปรงใสแบบธรรมดาจากผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 4 ท่าน

หัวข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
	ธรรมดา	ธรรมดา	ธรรมดา	ธรรมดา	
1. ความเหมาะสมของรูปแบบ	5	4	4	5	4.5
2. ความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละตอน	5	4	4	4	4.25
3. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อความหมาย	5	5	5	5	5
4. ความสัมพันธ์ระหว่างภาพกับคำบรรยาย	5	5	5	5	5
5. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	4	5	4.75
6. ความชัดเจนของการใช้ภาพในการสื่อสาร	5	5	4	5	4.75
	\bar{X}				4.71

ตารางผลการประเมินคุณภาพสื่อทางด้านเทคนิคของแผ่นภาพโปรงใสแบบซ้อนภาพจากผู้เชี่ยวชาญ
จำนวน 4 ท่าน

หัวข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่				ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	
1. ความเหมาะสมของรูปแบบ	5	5	5	5	5
2. ความชัดเจนของแผ่นใส	5	5	5	5	5
3. ความเหมาะสมของขนาดอักษร	5	5	4	5	4.75
4. ความเหมาะสมของภาพในการสื่อสาร	5	5	5	5	5
5. ความเหมาะสมของภาพกับวิธีการซ้อน	4	4	4	4	4
6. ความเหมาะสมของคำบรรยาย	5	5	5	5	5
7. ความถูกต้องของภาพที่ใช้ในการสื่อสาร	5	5	5	5	5
8. ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	5	5	5	5	5
	\bar{X}				4.84

ผลวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามระดับค่าเฉลี่ยได้ผลดังนี้

การประเมินคุณภาพสื่อทางด้านเทคนิค การผลิตสื่อแผ่นใส อยู่ในระดับค่าเฉลี่ย 4.71 และ
4.84 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพสื่อทางด้านเทคนิคการผลิต อยู่ในเกณฑ์ดีมาก



ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชากายวิภาคเชิงกล

วิชากายวิภาคเชิงกล เป็นวิชาที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเรื่องกายวิภาคของคน (Human anatomy) Anatomy เป็นคำที่มาจาก ภาษากรีก เป็นการศึกษาถึงโครงสร้างของพืชและสัตว์ หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชหรือสัตว์ ในส่วนที่เกี่ยวกับร่างกายของมนุษย์ Anatomy หมายถึง การศึกษาโครงสร้างต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นร่างกายและความสัมพันธ์ของโครงสร้างในตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกาย โดยแบ่งออกตามลักษณะการศึกษา ดังนี้

1. การศึกษาทางกายวิภาคศาสตร์ที่ไม่ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ Gross anatomy เป็นการศึกษาเกี่ยวกับรูปร่าง ลักษณะตลอดจนถึงส่วนประกอบของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ ที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น กระดูก กล้ามเนื้อ ฯลฯ
2. การศึกษาทางกายวิภาคศาสตร์ที่ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ (Microscopic anatomy) มีชื่อเฉพาะว่า Histology ศึกษาถึงส่วนเล็ก ๆ ของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น เนื้อเยื่อ (Tissue), เซลล์ (cell) เป็นต้น
3. การศึกษาเกี่ยวกับการเติบโตและการพัฒนาอวัยวะต่าง ๆ (Developmental anatomy) หรือเรียกอีกอย่างว่าการศึกษาเกี่ยวกับ Embryology ตั้งแต่แรกเกิดไปจนถึงเติบโตเป็นผู้ใหญ่
4. การศึกษาระบบต่าง ๆ ของร่างกายอยู่ใน Gross anatomy (Systemic anatomy) เช่น ระบบโครงร่าง (Skeleton System) ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular system)
5. การศึกษาเปรียบเทียบอวัยวะในแต่ละระดับและเปรียบเทียบรูปร่างลักษณะของคนและสัตว์ (Comparative anatomy)

อันที่จริงระบบร่างกายคนเราจะมีขนาดแตกต่างกันน้อยมาก ไม่ว่าจะในด้านของขนาดลักษณะรูปร่างภายนอกหรือตำแหน่งของอวัยวะภายใน การศึกษาถึงหน้าที่การทำงานของอวัยวะที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของมนุษย์ (Expression in action) การทรงตัว (Equilibrium or Balance) และสัดส่วน (Proportion) ความแตกต่างระหว่างเพศและวัย เพื่อช่วยให้สามารถตัดสินใจทำงานเกี่ยวกับการออกแบบการวาดภาพได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

วิชากายวิภาคเชิงกลในที่นี่จะกล่าวเฉพาะส่วนที่จะนำมาใช้ในวิชาศิลปะและการออกแบบเท่านั้น ซึ่งจะมุ่งเน้นถึงส่วนที่เกี่ยวข้อง

- ลักษณะความงาม (Beauty)
- ตำแหน่ง (Position)
- รูปร่าง (Shape)
- สัดส่วน (Proportion)
- การทำงาน (Expression in action)

มีการศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างเผ่าพันธุ์ของมนุษย์ที่เห็นได้ชัดเจน และแบ่งเผ่าพันธุ์ของมนุษย์ไว้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่

1. กลุ่มคอเคเซียน (Caucasian) คือ กลุ่มชนผิวขาว หรืออาจเรียกว่าพวกยุโรปเนียน(Europian) ส่วนใหญ่มีลักษณะพิเศษประจำกลุ่ม คือ ผมสีทอง สีน้ำตาล ตาสีฟ้าเขียว โครงสร้างเป็นกระดูกรูปไข่ โหนกแก้มต่ำ จมูกโด่ง คางใหญ่

2. กลุ่มมองโกเลียน (Mongolian) คือ ชนผิวเหลือง เป็นเผ่าใหญ่ที่สุดในเอเชีย เช่น จีน ญี่ปุ่น มองโกเลีย ทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ พม่า ไทย มาเลย์ นอกจากนี้ยังมีพวกอินเดียแดง และเอสกิโม กลุ่มนี้มีลักษณะพิเศษ คือ มีกะโหลกศีรษะค่อนข้างกลม โหนกแก้มสูง จมูกเล็ก ผมดำ ตาดำ ค่อนข้างเตี้ย

3. กลุ่มเอธิโอเปีย (Ethiopian) คือ กลุ่มผิวดำ เดิมอยู่ในแอฟริกา หรือหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิกบางแห่ง ลักษณะประจำเผ่า คือ ผิวดำ ผมหยิกเป็นขมวดกอดกระชับกับศีรษะ ตาใหญ่ บางพวกตาโปนออกมาจนเห็นได้ชัด ริมฝีปากหนา จมูกแบน แขนขาท่อนล่างยาวกว่าปกติ บางตำราอาจแบ่งมนุษย์ออกเป็น 6 กลุ่มตามกลุ่มเลือด ซึ่งได้แก่ บิกรอยด์ ออสตราลอยด์ เมดิเตอร์เรเนียน อัลไปน์ บอสติก และมองโกลอยด์



ภาพที่ 1 กลุ่มคอเคเซียน (กลุ่มผิวขาว)



ภาพที่ 2 กลุ่มมองโกเลีย (กลุ่มผิวเหลือง)



ภาพที่ 3 กลุ่มเอธิโอเปีย (กลุ่มผิวดำ)

ไม่ว่าจะมีความแตกต่างของเผ่าพันธุ์ใด ลักษณะพื้นฐานของระบบต่างๆของมนุษย์ส่วนใหญ่จะใกล้เคียงกัน เมื่อประกอบเป็นโครงสร้างของกระดูกและกล้ามเนื้อ โครงกระดูกไม่เพียงแต่จะเป็นแกนของร่างกายเพื่อสามารถทรงตัวอยู่ได้ แต่ยังเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ ซึ่งทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวด้วย

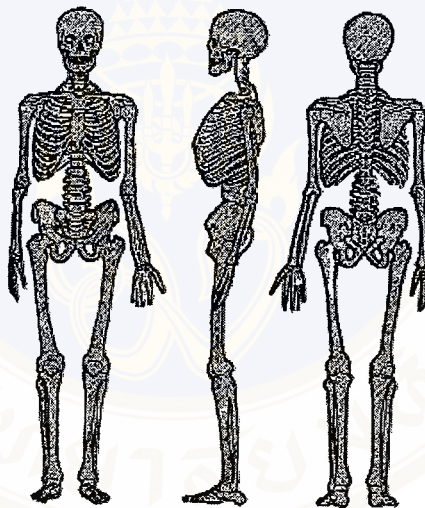
ส่วนประกอบต่างๆของร่างกายมีชื่อเรียกที่เป็นศัพท์เทคนิค โดยมากจะเป็นภาษากรีกและลาติน แต่เพื่อให้เข้าใจง่ายจะใช้ศัพท์สามัญเป็นบางส่วน โดยจะชี้ให้เห็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของระบบ โครงกระดูก (Skeleton system) ซึ่งมีทั้งหมด 206 ชิ้น

ระบบโครงกระดูก

Skeleton System

กระดูกเป็น โครงสร้างอย่างหนึ่งของร่างกาย ช่วยป้องกันอวัยวะอันบอบบางต่าง ๆ ที่อยู่ภายใน การทำงานของระบบโครงกระดูกทำให้เราสามารถลุก นั่ง เดิน นอน หรือทำริยาบทอื่น ๆ ได้โดย อาศัยมัดกล้ามเนื้อต่าง ๆ ที่เกาะเกี่ยวข้องกับกระดูก แต่ละส่วนของร่างกายซึ่งกระดูกทั้งร่างกายเรา เรียกว่า Skeleton

ระบบโครงกระดูกของมนุษย์ที่โตเต็มวัย จะประกอบขึ้นด้วยกระดูกทั้งหมด 206 ชิ้น (กระดูก ชิ้นเล็ก ๆ ในส่วนของมือและเท้าแต่ละคน อาจมีจำนวนไม่เท่ากันก็ได้)



ภาพที่ 4 ระบบโครงกระดูกด้านหน้า ด้านข้าง ด้านหลัง

Skeletal แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

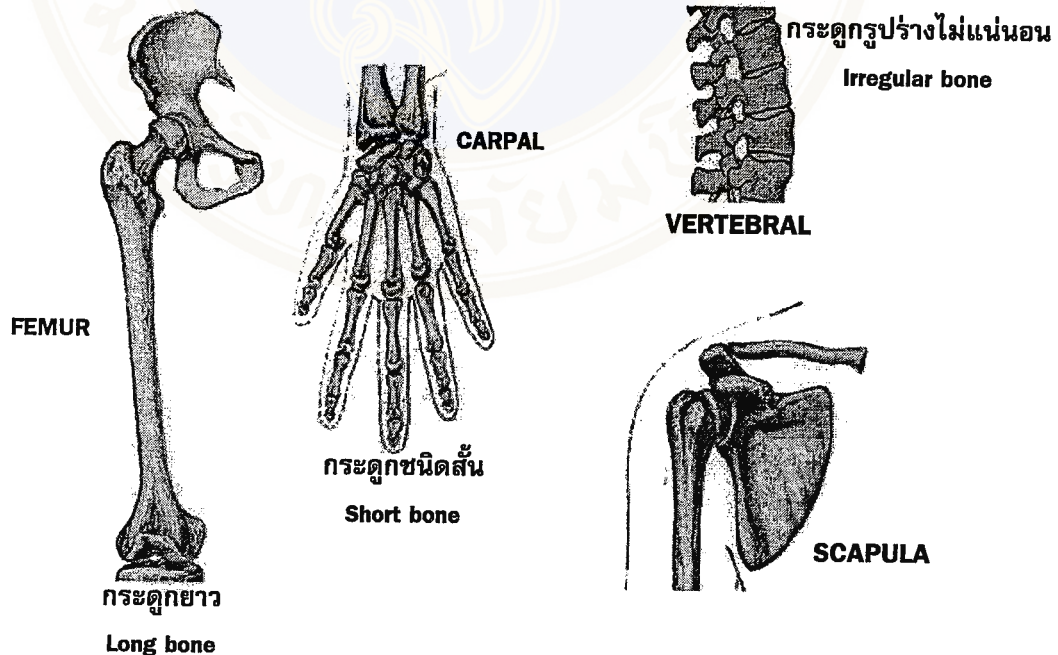
1. กระดูก (Bone)
2. กระดูกอ่อน (Cartilage)

กระดูก (Bone)

กระดูกส่วนต่าง ๆ ในร่างกายของเรานั้นได้รับการออกแบบมาอย่างยอดเยี่ยม เพื่อใช้ในระบบการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย กระดูกมีคุณสมบัติพิเศษคือ แข็งแรงแต่มีน้ำหนักเบาและสามารถยืดหยุ่นได้ จึงไม่แตกหักง่าย และหากกระดูกเกิดชำรุดแตกหักไป มันจะสามารถซ่อมแซมตัวของมันเองได้ด้วย

โครงสร้างของกระดูกแต่ละชนิด จะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับประเภทของกระดูกชิ้นนั้น ๆ ในร่างกาย แต่อย่างไรก็ตามกระดูกทุกชนิด จะมีองค์ประกอบพื้นฐานที่เหมือนกันทั้งสิ้น เราสามารถแยกชนิดของกระดูกตามรูปร่างได้ดังนี้

1. กระดูกชนิดยาว (Long bones) พบได้ที่บริเวณแขน ขา นิ้วมือ นิ้วเท้า เช่น Humerus, Femur
2. กระดูกชิ้นสั้น (Short bones) พบได้บริเวณใกล้ข้อมือ ข้อเท้า เช่น Carpal Tarsal และ bone
3. กระดูกชนิดแบน (Flat bones) เป็นกระดูกที่บาง โค้ง เช่น กระดูกซี่โครง (Ribs) กระดูกสะบัก (Scapula) และกะโหลกศีรษะ (Skull)
4. กระดูกชนิดที่มีรูปร่างไม่แน่นอน (Irregular bones) ได้แก่ กระดูกสันหลัง (Vertebral) และกระดูกหลายชิ้นบริเวณส่วนล่างของ Skull



ภาพที่ 5 ชนิดของกระดูก

กระดูกอ่อน (Cartilage)

เป็นกระดูกซึ่งต่อมาจะกลายเป็นกระดูกแข็ง (bone) แต่ในบางส่วนของ Bone นั้นก็จะยังคงเป็นกระดูกอ่อนไปจนตลอดชีวิต Cartilage จะเป็นกระดูกที่ไม่แข็งแรง เหมือน bone ยืดหยุ่นได้ (Elastic) สามารถตัด Cartilage ออกได้โดยง่าย หรือเพียงกดก็จะแตกได้

กระดูกอ่อนจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. Hyaline cartilage จะเป็นโครงสร้างชั่วคราวให้กับร่างกายในตัวอ่อน ต่อมาก็จะถูกแทนที่ด้วยกระดูกแข็งเมื่อมีการเจริญเติบโตขึ้น พบได้ที่ผนังของหลอดลม, บริเวณข้อต่อ
2. Elastic cartilage พบได้ในบริเวณที่ต้องการความเหนียวและยืดหยุ่น เช่น ใบบุ, กลองเสียง
3. Fibro cartilage พบได้ในบริเวณที่ต้องการความแข็งแรงทนทานและเหนียว โดยแทรกอยู่ตามข้อต่อต่าง ๆ เช่น ข้อต่อของกระดูกสันหลัง



ภาพที่ 6 กระดูกอ่อน (Cartilage)

โครงสร้างของร่างกาย (Regional classification of Skeleton)

เพื่อให้สะดวกต่อการศึกษา อาจแบ่งร่างกายของมนุษย์ออกเป็น 2 ตอน คือ

1. กระดูกแกนกลาง (Axial skeleton bone)
 2. กระดูกกระยาง (Appendicular skeleton bone)
1. กระดูกแกนกลาง (Axial skeleton bone) แบ่งออกเป็น
- 1.1 กระดูกกะโหลก (Cranium bone), Skull
 - Frontal bone กระดูกหน้าผาก
 - Parietal bone กระดูกกระหม่อม
 - Temporal bone กระดูกขมับ
 - Occipital bone กระดูกท้ายทอย
 - Sphenoid bone กระดูกเบ้าตา

1.2 กระดูกหน้า (Face bone)

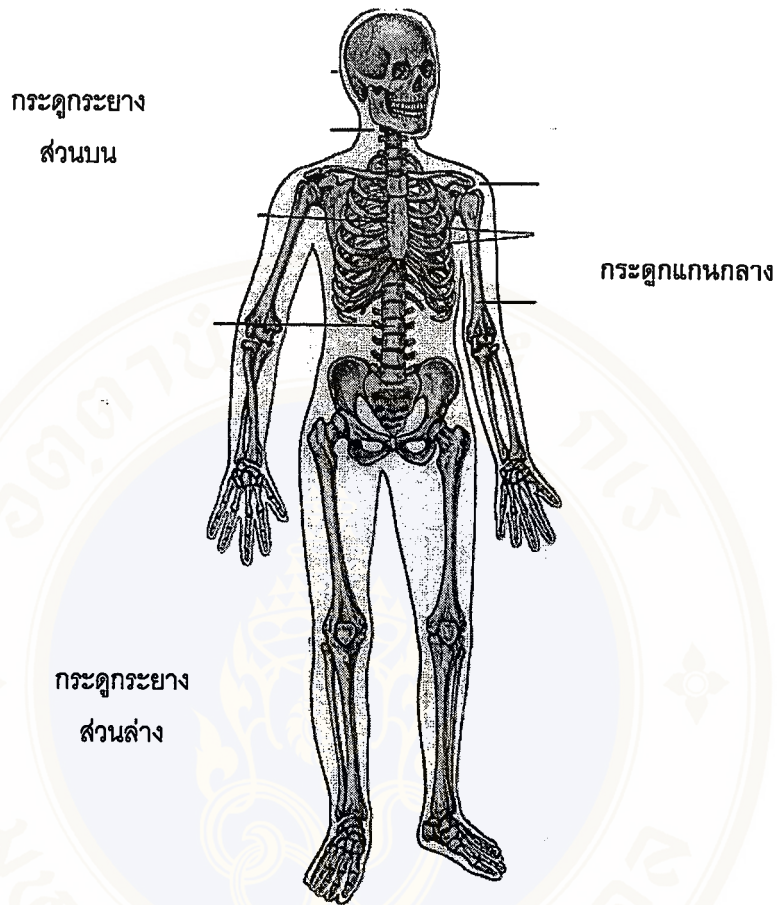
- Nasal bone กระดูกสันจมูก
- Zygomatic bone กระดูกโหนกแก้ม
- Maxilla กระดูกขากรรไกรบน
- Mandible กระดูกขากรรไกรล่าง

1.3 กระดูกหู (Ear bone)

1.4 กระดูกโคนลิ้น (Hyoid bone)

1.5 กระดูกลำตัว (Trunk bone)

- กระดูกสันอก (Sternum)
- กระดูกซี่โครง (Ribs)
- กระดูกสันหลัง (Vertebral column)
 - ก. Cervical vertebrae
 - ข. Thoracic vertebrae
 - ค. Lumbar vertebrae
 - ง. Sacral vertebrae
 - จ. Coccyx vertebrae



ภาพที่ 7 โครงสร้างของร่างกาย (General view of the skeleton)

2. กระดูกกระยาง (Appendicular skeleton bone)

2.1 กระดูกกระยางส่วนบน (Upper Extremity)

- กระดูกสะบัก (Scapula)
- กระดูกไหปลาร้า (Clavicle)
- กระดูกต้นแขน (Humerus)
- กระดูกปลายแขนอินใน (Ulna)
- กระดูกปลายแขนอินนอก (Radius)
- กระดูกข้อมือ (Carpal bones)
- กระดูกฝ่ามือ (Metacarpal bones)
- กระดูกนิ้วมือ (Phalanges)

2.2 กระดูกกระยางส่วนล่าง (Lower Extremity)

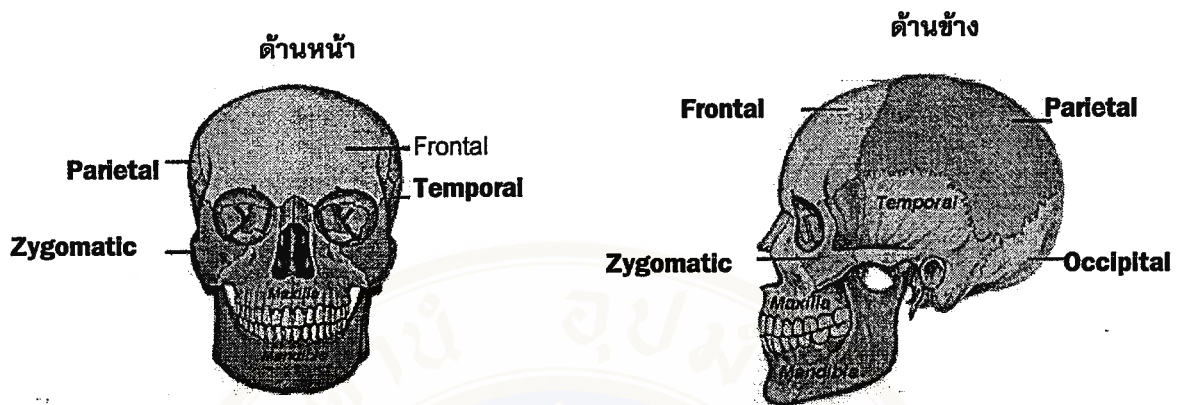
- กระดูกเชิงกราน (Hip bone, Pelvis)
- กระดูกต้นขา (Femur)
- กระดูกสะบ้า, เข่า (Patella)
- กระดูกแข้ง (Tibia)
- กระดูกน่อง (Fibula)
- กระดูกข้อเท้า (Tarsal bones)
- กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsal bones)
- กระดูกนิ้วเท้า (Toes)

หน้าที่ของกระดูกแข้ง มีดังนี้

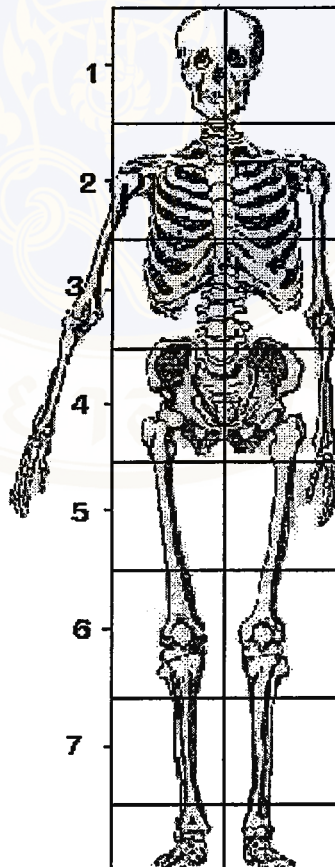
1. ช่วยพยุงและป้องกันอวัยวะส่วนที่อ่อนและเนื้อเยื่อของร่างกายไว้ให้อยู่ในตำแหน่งคงที่ (Organs of Support)
2. ประกอบกันขึ้นเป็นโครงร่าง โดยมีข้อต่อ (joint) เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักของร่างกายได้ และเป็นที่ยึดของกล้ามเนื้อ เอ็น ฟังซีดต่าง ๆ
3. ทำหน้าที่เป็นคานในการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อกลิ้ามเนื้อหดตัว
4. ช่วยสร้างเม็ดเลือด โดยสร้างจากไขกระดูก (bone marrow)
5. เป็นแหล่งเก็บและปล่อยแคลเซียมให้กับร่างกาย

กะโหลกศีรษะ (Skull)

เป็นกระดูกที่เกาะเกี่ยวกันแน่น ทำหน้าที่ป้องกันของสมองที่อยู่ภายใน ลักษณะของกะโหลกจะแตกต่างกันออกไปตามเพศ วัย และเชื้อชาติ กะโหลกศีรษะ จะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปตามอายุ โดยชาวเอเชีย จะมีรูปร่างและกะโหลกจะเล็กกว่าชาวตะวันตก โดยมาตรฐานทั่วไปจะมีสัดส่วนของกะโหลกศีรษะ = $1/8$ ของความสูงของร่างกาย ชาวเอเชียอาจจะมีขนาดของกะโหลก เป็น $1/7$ หรือ $7\frac{1}{2}$ ของสวนสูงของร่างกาย



ภาพที่ 8 กระดูกกะโหลกศีรษะด้านหน้าและด้านข้าง



ภาพที่ 9 สัดส่วนของกะโหลกศีรษะชาวเอเชีย

ความแตกต่างระหว่างเพศและวัยของกะโหลกศีรษะ

1. เด็กโดยทั่วไปกะโหลกศีรษะจะโต คอสั้น ส่วนสมองจะใหญ่และสูงกว่าใบหน้า
2. ชาย จะมีลักษณะของใบหน้าโดยทั่วไป เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กระดูกหน้าผากกว้างและชั้นมีโหนกคิ้วสูง ขากรรไกรกว้าง ถ้าแบ่งกะโหลกศีรษะออกเป็น 2 ส่วน ส่วนดวงตาจะอยู่ระหว่างกลาง
3. หญิง โดยทั่วไปจะมีลักษณะของใบหน้าเป็นรูปไข่ หน้าผากโค้งมน คางแคบ ขากรรไกรแคบ กะโหลกศีรษะจะเล็กกว่าชาย
4. คนชรา กระดูกของคนชรา จะเจริญเต็มที่ คางจะยื่นออกมามากกว่าปกติ เนื่องจากฟันอาจร่วงหลุดไป ริมฝีปากบุ๋ม คิ้วและโหนกแก้มจะสูง บริเวณขมับจะยุบตัวลง เบ้าตาลึก สังเกตได้ชัดในคนที่พอม



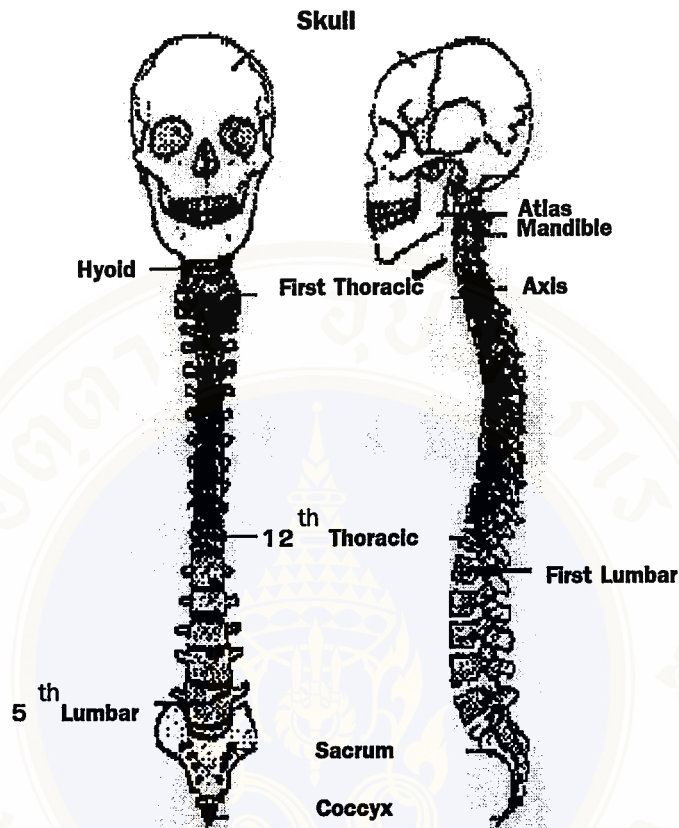
ภาพที่ 10 ลักษณะกะโหลกศีรษะในแต่ละวัย

กระดูกสันหลัง (Vertebral Column)

กระดูกสันหลัง จะประกอบด้วยกระดูกชิ้นเล็ก ๆ ต่อกันหลายชิ้นเรียกว่าข้อสันหลัง (Vertebra) ข้อต่อสันหลังแต่ละข้อรวมกันเป็นท่อนี้เส้นประสาทไขสันหลัง ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมส่วนขา เท้า และอวัยวะสืบพันธุ์อยู่ใน

กระดูกสันหลังนับว่าเป็นศูนย์กลางที่รองรับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไว้ เพื่อการทรงตัวและการเคลื่อนไหวให้ถูกลักษณะและธรรมชาติ

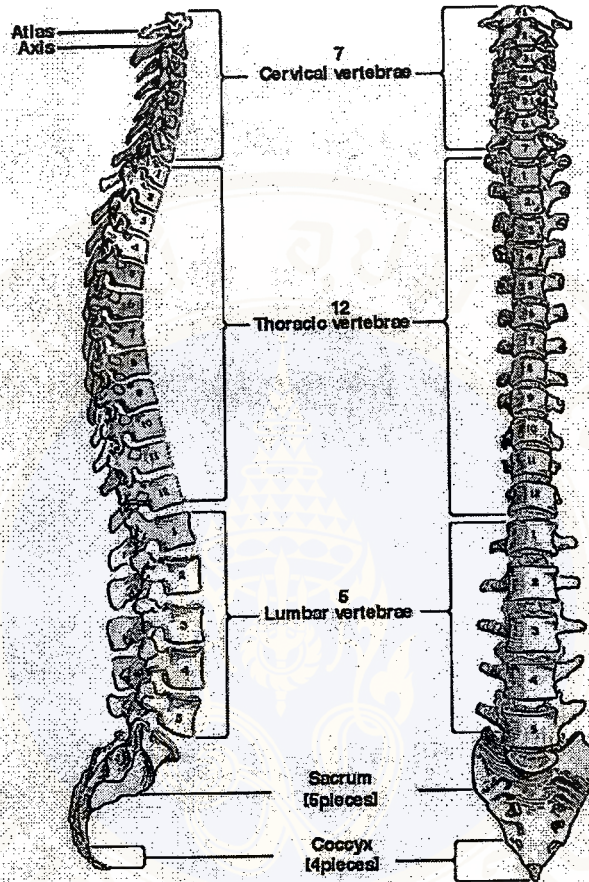
เริ่มจาก Base of Skull ผ่านมาบริเวณ Trunk, Neck ซึ่งประกอบ Vertebral หลายชิ้นยึดกันด้วยพังผืด (Ligament) มี Spinous process ยื่นออกมาด้านหลังเพื่อรองรับน้ำหนัก ในวัยเด็กจะมี 33 อัน เมื่อเติบโตขึ้นส่วนอันล่างจะรวมตัวกันเป็น Sacrum ล่างสุดเป็น Coccyx 3-4 ชิ้นเล็ก ๆ กระดูกสันหลังเป็นกระดูกแกนกลางที่แข็งแรงมีหน้าที่ Support ส่วนลำตัวและศีรษะ ช่วยป้องกันเส้นประสาทต่าง ๆ



ภาพที่ 11 กระดูกสันหลังด้านหน้าและด้านข้าง

กระดูกสันหลังมี 5 ระดับด้วยกัน คือ

	ผู้ใหญ่	เด็ก
1. กระดูกสันหลังส่วนคอ (Cervical vertebra)	7	7
2. กระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic vertebra)	12	12
3. กระดูกสันหลังส่วนเอว (Lumbar vertebra)	5	5
4. กระดูกสันหลังส่วนสะโพกหรือเชิงกราน(Sacrum)	1	5
5. กระดูกหลังก้นกบ (Coccyx)	1	4
	26	33



ภาพที่ 12 แบ่งส่วนของกระดูกสันหลังด้านหน้าและด้านข้าง

1. กระดูกสันหลังส่วนคอ (Cervical vertebra)

เป็นส่วนที่เล็กกว่าส่วนอื่น (นอกจากCoccyx) มีลักษณะแตกต่างจากกระดูกสันหลังส่วนอื่น คือจะมีรูปร่างอยู่บริเวณ Transverse process เรียกว่า Transverse foramen สำหรับเป็นทางผ่านของเส้นเลือด

กระดูกสันหลังอันที่ 1 มีรูปร่างคล้ายวงแหวน มีชื่อว่า Atlas ไม่มี spinous process ส่วนบนของ Atlas มีพื้นเรียบรูปไข่ 2 ที่ สำหรับไปประกอบเป็นข้อต่อ ทำหน้าที่ก้มเงยศีรษะหมุนและหันศีรษะไปทางด้านข้าง



ภาพที่ 13 กระดูกสันหลังส่วนคออันที่ 1 Atlas และอันที่ 2 Axis

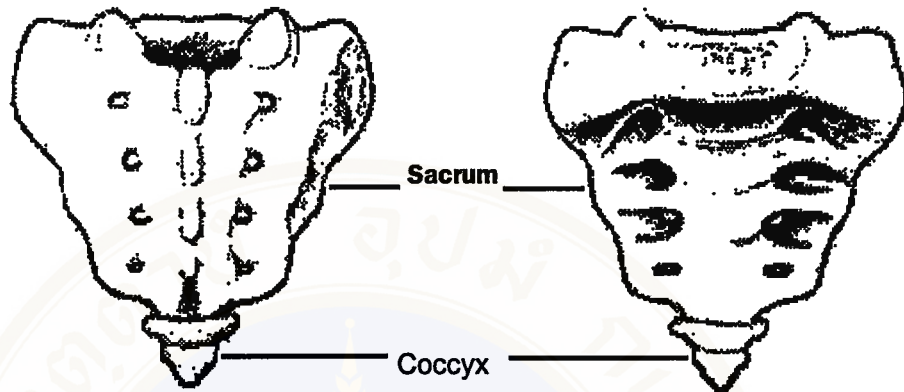
กระดูกสันหลังส่วนคออันที่ 2 เรียกว่า Axis จะมี body เล็ก แต่มีส่วนยื่นไปข้างบน เพื่อไปสวมในช่องหน้าของกระดูก Atlas

กระดูกสันหลังส่วนคออันที่ 7 จะมี spinous process ยาวกว่ากระดูกสันหลังส่วนคออันอื่น สามารถคลำได้ชัดเจนเวลาก้มคอ

2. กระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic vertebra) มีขนาดปานกลางและค่อย ๆ ใหญ่ขึ้นตามลำดับ จากบนลงล่าง กระดูกสันหลัง 8 อันบนจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับ Ribs 2 คู่

3. กระดูกสันหลังส่วนเอว (Lumbar vertebra) กระดูกสันหลังส่วนนี้มีขนาดใหญ่ที่สุด ส่วนของ Spine (สันของกระดูกสันหลัง) จะสั้นมีรูปร่างคล้ายขวาน

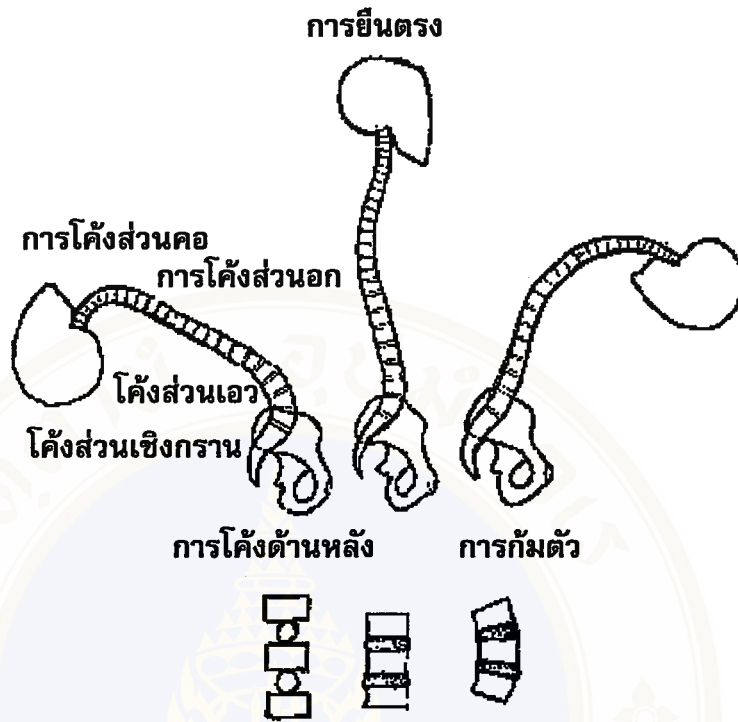
4. กระดูกสันหลังส่วนสะโพกหรือเชิงกราน (Sacrum) เป็นกระดูกรูปสามเหลี่ยม อยู่ระหว่าง Hip bone (pelvis) มี foramen 4 คู่ อยู่ระหว่างสันโค้งนูนตามยาว 3 ตอนทางด้านหลัง



ภาพที่ 14 กระดูกเชิงกรานและกระดูกก้นกบ

5. กระดูกสันหลังส่วนก้นกบ (Coccyx) เป็นกระดูกรูปสามเหลี่ยม ประกอบด้วย Vertebrae 3 อันรวมตัวกันเป็นส่วนปลายสุดของ vertebral column ตั้งอยู่ที่ปลายของ sacrum

Vertebral column มีความยาวแตกต่างกันออกไปตามความสูง-ต่ำของแต่ละบุคคล ความยาวโดยเฉลี่ยในวัยหนุ่ม-สาว จะยาวประมาณ 28 นิ้ว เมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุความยาวของกระดูกสันหลังจะสั้นลง Spine โค้งลง ความยาวก็สั้นลงตามไปด้วย



เปรียบเทียบลักษณะกระดูกสันหลัง
โค้งได้เหมือนกับรอยต่อของวงกลม

ภาพที่ 15 ส่วนโค้งของกระดูกสันหลัง

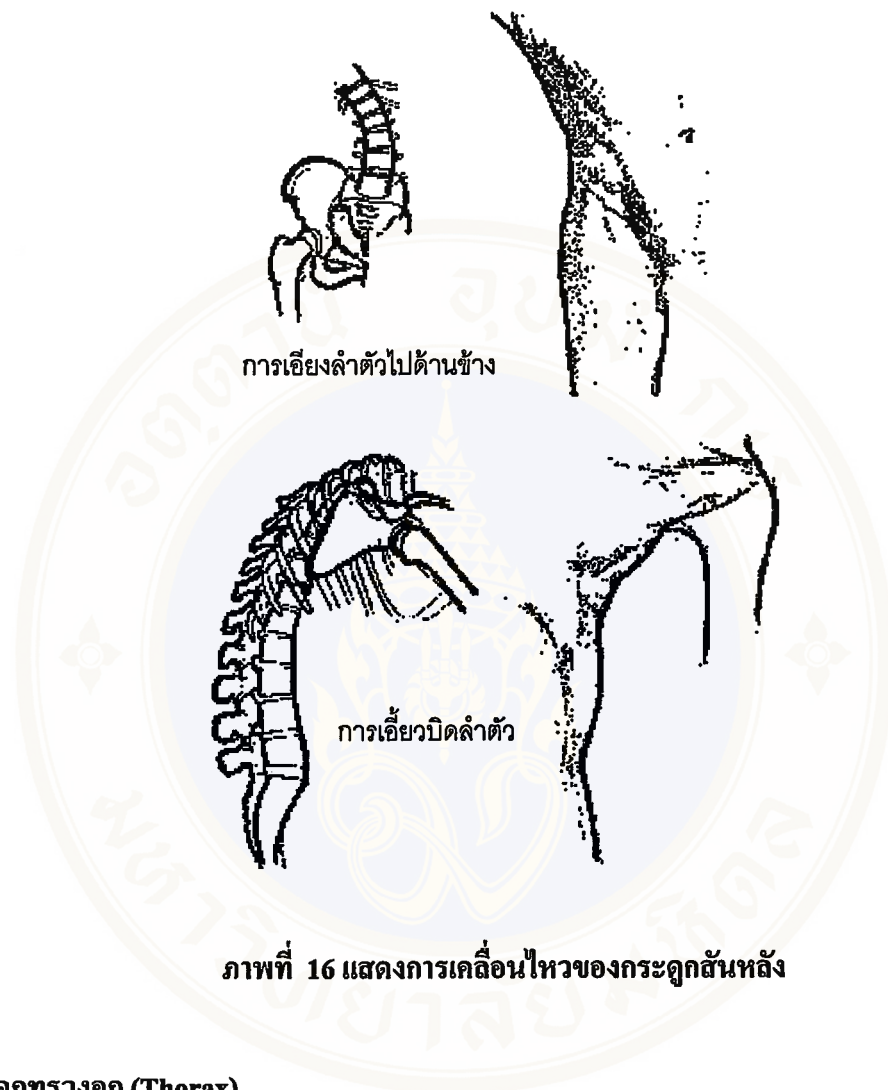
Vertebral column จะมีส่วนโค้ง 4 แห่ง

- ส่วนโค้งที่ Thoracic และ sacrum ปรากฏเมื่อแรกเกิด
- ส่วนโค้งที่ cervical จะปรากฏเมื่อประมาณเดือนที่ 3 และจะโค้งมากเมื่อ 9 เดือน (เริ่มนั่ง)
- ส่วนโค้งที่ Lumbar curve จะปรากฏเมื่อเด็กเริ่มเดิน

การที่มีส่วนโค้งทั้งหมดนี้เพื่อประโยชน์ในการเดินและกระดูกจะช่วยให้เป็นspringให้กับร่างกายส่วนนี้ด้วย

การเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง (Movement of vertebral column)

- การโค้งไปข้างหน้า ก้มตัวเรียกว่า Flexion
- การโค้งไปข้างหลังหรือแอ่นตัวไปข้างหลัง เรียกว่า Extension
- การเอียงตัวไปด้านข้าง เรียกว่า Lateral Flexion
- การหมุนบิดตัวไปมา เรียกว่า Rotation



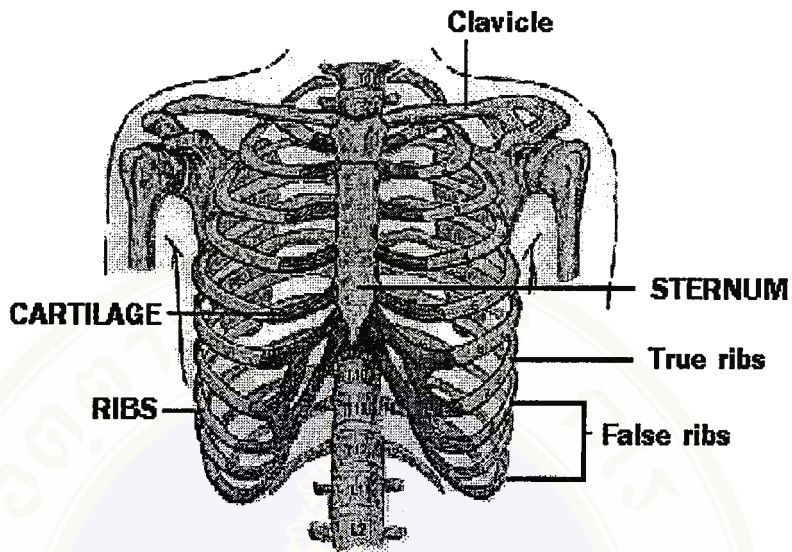
ภาพที่ 16 แสดงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลัง

กระดูกทรวงอก (Thorax)

อกมีรูปเหมือนส้อมหรือกรวย (Cone-Shaped) คือส่วนบนแคบ ส่วนล่างกว้าง ข้างหลังยาวกว่าข้างหน้า อาจจะมีรูปรี่ ๆ ในเด็กอกจะมีลักษณะกลมกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากผู้ใหญ่ใช้แขนมาก

ทรวงอกจะประกอบด้วย

1. Sternum มี 1 ชิ้น
2. Ribs มี 24 ชิ้น

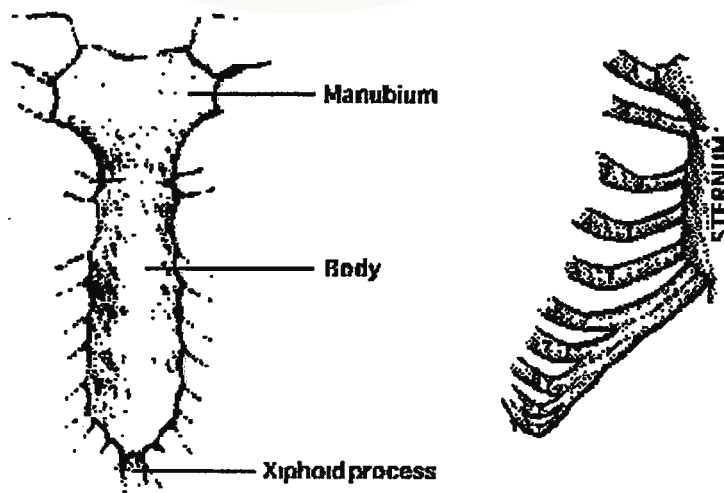


ภาพที่ 17 กระดูกทรวงอก

กระดูกหน้าอก (Sternum หรือ Brest bone)

เป็นกระดูกหนึ่งแผ่น ชนิดแบน มีรูปคล้ายมีด โบราณ (Flat sword) คือ ตอนต้นใหญ่ ตอนปลายยาวเรียว แหลมลงมา กระดูกนี้ยาวประมาณ 6-7 นิ้ว ตั้งอยู่ตรงกลางข้างหน้าของทรวงอก สามารถคลำได้ในส่วนบนที่ติดกับกระดูกไหปลาร้า (Clavicle) ประกอบเป็น 3 ส่วน คือ

1. Manubium
2. Body Gladiolus
3. Xiphoid process



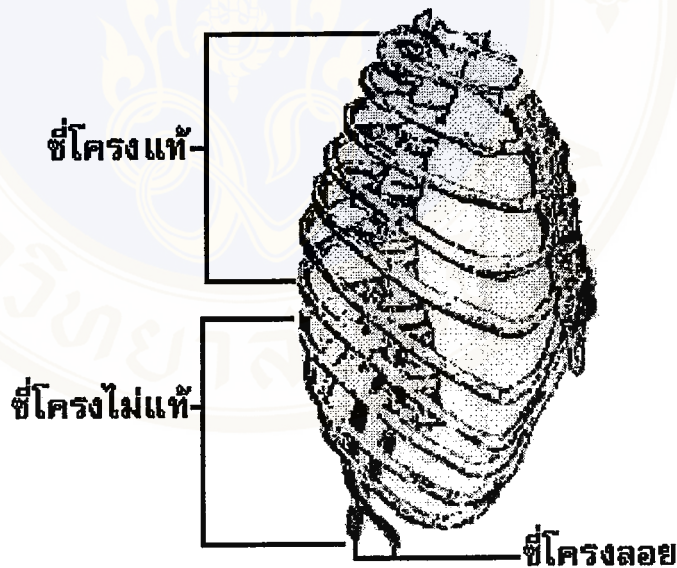
ภาพที่ 18 กระดูกหน้าอก [Sternum หรือ Breast bone]

Sternum นี้ ในคนอายุน้อย ยังเป็นกระดูกอ่อน (Cartilage) อยู่ต่อมาอายุ 25-40 จะกลายเป็นกระดูกชิ้นเดียว (Bone)

กระดูกซี่โครง (Ribs)

มีจำนวนทั้งหมด 24 ซี่ หรือ 12 คู่ เป็นกระดูกชนิดแบน ยาว โค้ง ประกอบติดกับกระดูกสันหลังส่วน Thoracic 7 คู่ และอ้อมโค้งมาด้านข้างลำตัว โดยมีกระดูกอ่อน (Costal Cartilage) มาเชื่อมต่อกับกระดูกหน้าอก Costal cartilage นี้มีไว้สำหรับให้ ribs มี movement ได้ดี เพราะที่มี elasticity ดังนั้นกระดูกซี่โครงจึงแบ่งออกเป็น

1. ซี่โครงแท้ (True Ribs) ตั้งแต่คู่ที่ 1-7
2. ซี่โครงไม่แท้ (False Ribs) 5 คู่ ตั้งแต่คู่ที่ 8-12
3. ซี่โครงลอย (Floating Ribs) 2 คู่ ตั้งแต่คู่ที่ 11-12 เป็นส่วนที่ไม่ได้มาติดกับกระดูกอะไรเลย

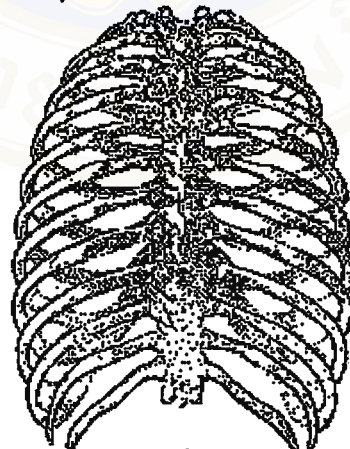


ภาพที่ 19 กระดูกซี่โครง

ในส่วนของทรวงอกจะล้อมรอบด้วยกระดูก ribs, thoracic vertebrae และ sternum โดยมีกล้ามเนื้อและผิวหนังคลุมทับอีกทีหนึ่ง thorax จะช่วย support และป้องกันหัวใจ ปอด และส่วนสำคัญในการหายใจ (respiration) ภายใน bone marrow (ไขกระดูก) ของส่วน ribs และ sternum จะเป็นส่วนสร้างเม็ดโลหิตแดงด้วย

ความแตกต่างระหว่างเพศและวัยของกระดูกส่วนทรวงอก

เด็ก	Sternum	จะยื่นออกมาทางด้านหน้ามาก
	Ribs	ปลายกระดูกซี่โครงด้านล่างสั้นแบบกว้าง เด็กจึงมีท้องใหญ่และยื่น
ชาย	Sternum	ยื่นเฉียงออกมาทางด้านหน้ามาก ทำให้มีลำตัวหนัก เมื่อมองด้านแปลน (Plan) จะเป็นรูปวงรี ลำตัวจึงดูกว้างมากที่สุดในบริเวณซี่โครงซี่ที่ 7 ส่วนปลายสุดของ Ribs อยู่ในระดับข้อศอก
หญิง	Sternum	ไม่เฉียงออกทางด้านหน้าเหมือนชาย จะเป็นแนวตั้ง เพราะในหญิงต้องมีเต้านมเพิ่มอีก
	Ribs	ด้านหน้าจะกลม หญิงจึงมีลำตัวเล็กกว่าชาย ส่วนปลายสุดของชายโครงสั้นขึ้นมาเหนือข้อศอก หญิงจึงมีเอวคอดเล็ก



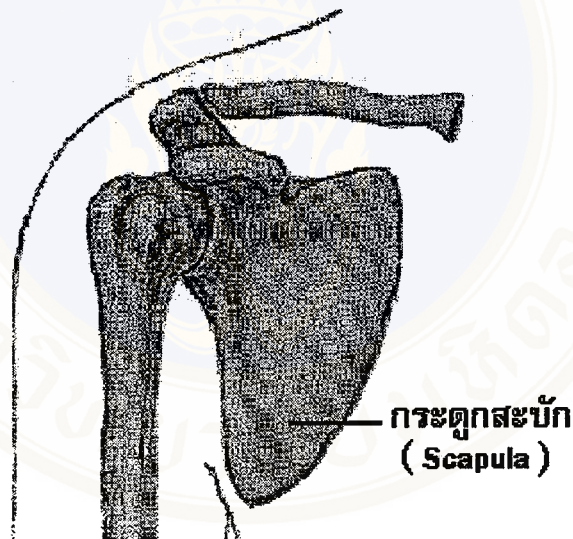
ภาพด้านหลังของกระดูกซี่โครงต่อกับกระดูกสันหลัง

ภาพที่ 20 แสดงภาพมองจากด้านบนของกระดูกซี่โครง

กระดูกแขนและช่วงไหล่ที่อ่อนบน (Bone of Upper Extremities)

แต่ละข้างประกอบด้วยชิ้นกระดูกดังต่อไปนี้ คือ

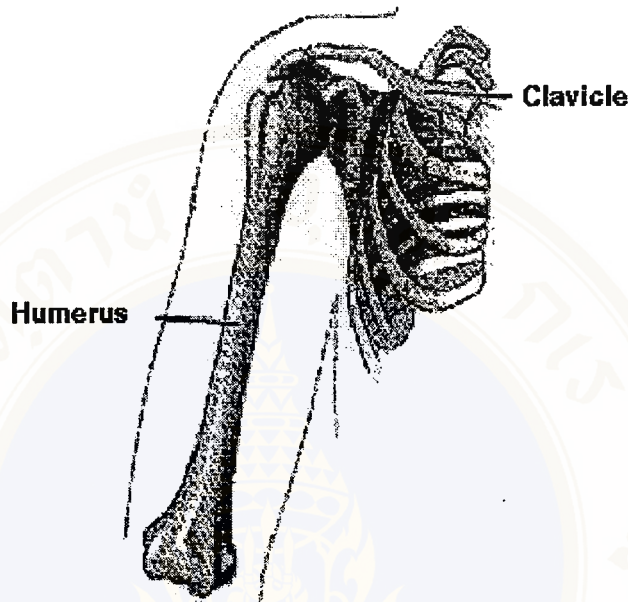
- กระดูกไหปลาร้า (Clavicle)
- กระดูกสะบัก (Scapula)
- กระดูกต้นแขน (Humerus)
- กระดูกปลายแขนอันใน (Ulna) อยู่ทางนิ้วก้อย
- กระดูกปลายแขนอันนอก (Radius) อยู่ทางนิ้วหัวแม่มือ
- กระดูกข้อมือ (Carpals)
- กระดูกฝ่ามือ (Metacarpals)
- กระดูกนิ้วมือ (Phalanges)



ภาพที่ 21 กระดูกสะบัก (Scapula)

กระดูกสะบัก (Scapula)

เป็นกระดูกชนิดแบนใหญ่กว้าง มีรูปลสามเหลี่ยม ตั้งอยู่เบื้องหลังตอนบนของส่วนอก (Thorax) ระหว่างซี่โครงซี่ที่ 2-7 ต่อกับกระดูกไหปลาร้า และกระดูกต้นแขน



ภาพที่ 22 กระดูกไหปลาร้า (Clavicle) และกระดูกต้นแขน (Humerus)

กระดูกไหปลาร้า (Clavicle)

เป็นกระดูกชนิดยาวเรียวและโค้ง รูปคล้ายตัวเอส อยู่ที่ฐานของคอ โดยยึดอยู่ระหว่างส่วนบนของ Sternum (Manubium) และ โค้งมาทางด้านหลังยึดกับ scapula จะช่วยยันไม่ให้ไหล่ผายออก

กระดูกต้นแขน (Humerus)

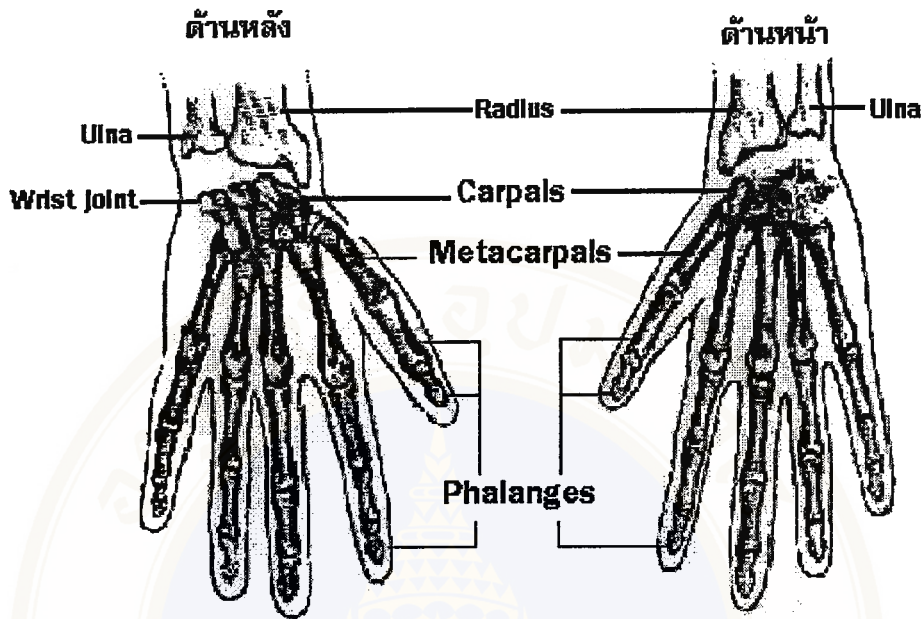
เป็นกระดูกแขนที่ใหญ่ที่สุด ชนิดยาว ปลายบนติดกับกระดูกสะบัก ปลายล่างบริเวณข้อศอก ท่อนบนติดกับกระดูกแขนท่อนล่าง 2 ชิ้น (Ulna Radius)

กระดูกปลายแขน ประกอบด้วย กระดูก 2 ชิ้น คือ Ulna และ Radius

กระดูกปลายแขนอันใน (Ulna)

Ulna มีความยาวกว่า radius เป็นกระดูกชนิดยาว เป็นกระดูกยาวชิ้นเล็กอยู่ทางด้านนิ้วก้อย ขณะหงายมือปลายส่วนบนเป็นตุ่มยื่นออกมา เรียกกระดูกข้อศอกติดต่อกับกระดูกต้นแขนเวลาหมุน ปลายแขนสามารถพลิกถ่ายกันระหว่าง Ulna และ Radius จึงสามารถหมุนมือได้เกือบรอบเลขทีเดียว

กระดูกข้อมือ (Carpal bones) เป็นกระดูกชนิดสั้น โดยมีเอ็น(ligament) ยึดติดกัน



ภาพที่ 24 กระดูกมือขวา ด้านหน้าและด้านหลัง

กระดูกฝ่ามือ (Metacarpal bones) หรือ Hand bones มีลักษณะยาวเป็นรูปทรงกระบอก (cylindrical) กระดูกนิ้วมือ (Phalanges หรือ finger bones) เป็นกระดูกชนิดยาว กระดูกนิ้วมือจะค่อนข้างซับซ้อน และมีจำนวนมาก เพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวได้ดี

ความแตกต่างระหว่างเพศ วัย ของกระดูกไหปลาร้า (Clavicle) และกระดูกสะบัก (Scapula)

เด็ก Clavicle bone	จะสั้นและออกมาทางด้านหน้ามาก
Scapula bone	จะมีขนาดเล็กและสั้น ตั้งอยู่ห่างจากแกนกระดูกสันหลัง จึงทำให้มีหน้าอกแคบ
ชาย Clavicle bone	ตอนปลายจะเฉียงขึ้น ช่วงไหล่ของชายจึงตั้งผายขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะของเพศชายโดยเฉพาะ
Scapula bone	ตั้งอยู่ชิดแนวกระดูกสันหลัง กระดูกต้นแขน จึงร่นไปทางด้านหลังดูออกผายออก
หญิง Clavicle bone	ตั้งอยู่ในระดับเส้นดิ่งลงตอนปลายเฉียงลงเล็กน้อย ไหล่จึงดูลาดลงและคอบยาวระหง
Scapula bone	ตั้งอยู่ห่างจากแกนกระดูกสันหลัง ออกจึงดูแคบเช่นเดียวกับของเด็ก ส่วนต้นแขนอยู่ประมาณกลางลำตัว

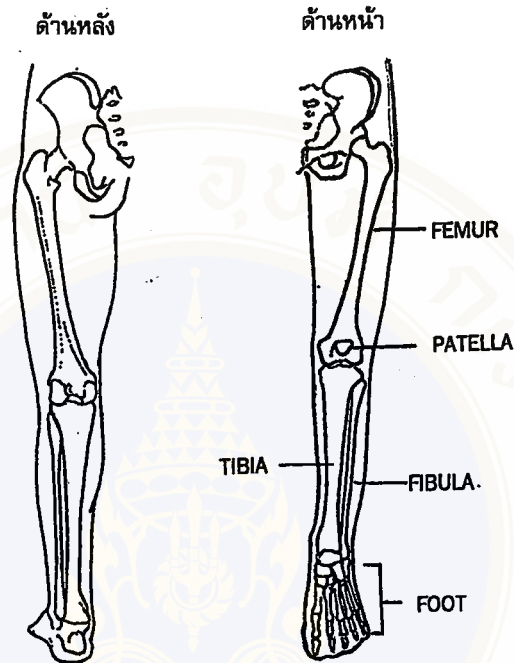
ความแตกต่างระหว่างเพศ วัย ของกระดูกส่วนแขน

เด็ก	แขนสั้น เหนียงห่างจากลำตัวเล็กน้อย เมื่อยกแขนชูขึ้นพาดศีรษะไม่อาจทำมุมที่ศอกให้เป็นมุมฉากได้
ชาย	แขนของชายเมื่อทอดลงด้านหน้า เห็นข้อศอกกางออกเล็กน้อย ปลายแขนและฝ่ามือเฉียงเข้าด้านใน มองด้านข้างแขนจะอยู่ค่อนไปทางด้านหลัง ข้อศอกอยู่ระดับชายโครง เมื่อยกแขนลงมาจะอยู่ห่างจากกระดูกเชิงกรานเล็กน้อย
หญิง	ดูทางด้านหน้าแขนจะแนบลำตัว ปลายแขนและฝ่ามือเฉียงออกเล็กน้อย มองทางด้านข้างแขนจะอยู่กลางลำตัว เมื่อยกแขนลงมาจะอยู่พอดีกับปีกของกระดูกเชิงกรานพอดี ข้อศอกจะอยู่ต่ำกับชายโครงเล็กน้อย

กระดูกกระยางส่วนล่าง (Bones of Lower Extremities)

ประกอบด้วยกระดูกส่วนขา มี ดังนี้

- กระดูกเชิงกราน (Hip bone หรือ Pelvis)
- กระดูกต้นขา (Femur)
- กระดูกสะบ้า (Patella หรือ Knee-cap)
- กระดูกหน้าแข้ง (Tibia)
- กระดูกน่อง (Fibula)
- กระดูกข้อเท้า (Tarsus)
- กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsus)
- กระดูกนิ้วเท้า (Phalanges)

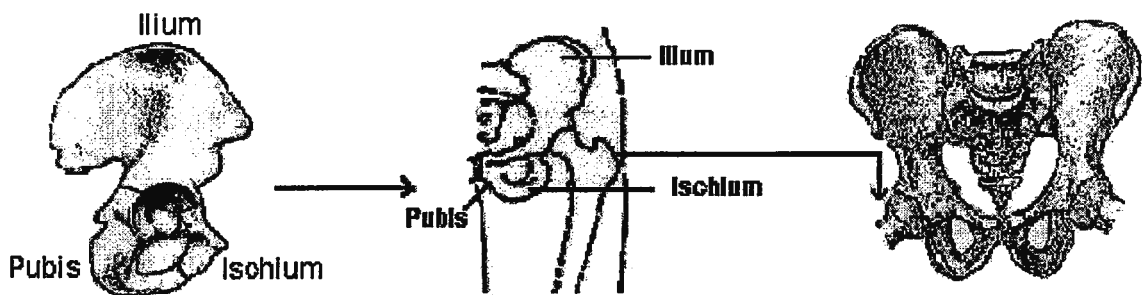


ภาพที่ 25 กระดูกขา (Bones of lower extremities)

กระดูกเชิงกราน,กระดูกสะโพก (Pelvis หรือ Hip bone)

เป็นกระดูกแบนใหญ่ มีรูปร่างเหมือนเลข 8 ในด้านข้าง ด้านหน้ามีลักษณะคล้ายชามอ่าง เป็นกระดูกที่กว้างที่สุดในร่างกาย กระดูกเชิงกราน แยกออกเป็น 3 ชั้น อย่างเห็นได้ชัดคือ

1. Ilium
2. Ischium
3. Pubis



ภาพที่ 26 แสดงการต่อของกระดูกสะโพก

ทั้ง 3 ส่วน มาต่อกันเข้าเรียกว่า Hip bone รอยต่อทั้ง 3 ขึ้นมาจรดกันในบริเวณบ่อกลมใหญ่ของกระดูกสะโพก เรียกว่า Acetabulum เป็นส่วนที่ Head of femur มาสวมอยู่
ความแตกต่างของกระดูก Pelvis ระหว่างหญิงและชาย โดยสังเขป

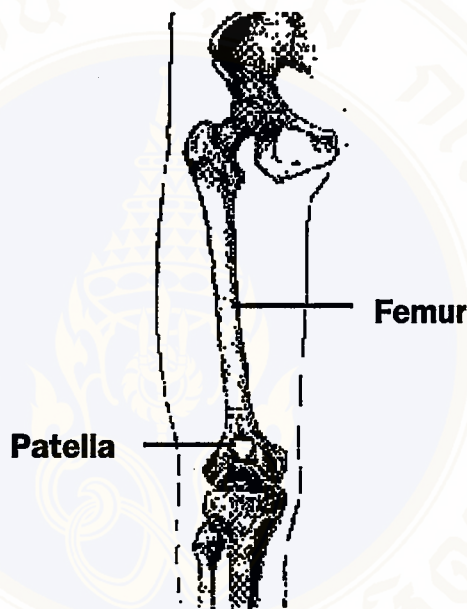
1. ผู้หญิง กระดูก Pelvis จะกว้างกว่าชายโดยเฉพาะช่องเปิดด้านล่าง ซึ่งเกี่ยวกับการคลอดบุตร
2. Cavity ของหญิงจะกว้าง,กลมกว่าแต่สั้นกว่าชาย ซึ่งผู้ชายจะมีลักษณะคล้ายกรวย
3. Bones ของหญิงจะเบากว่า มีรอยหยาบน้อยกว่าชาย (รอยหยาบเป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ซึ่งหญิงจะมีกล้ามเนื้อเล็กกว่าชาย)
4. ผู้หญิง Sacrum สั้นกว่าและกว้างกว่าชาย
5. Coccyx ของหญิงเคลื่อนไหวได้ กระดูกกระดูกได้ ผู้ชายจะแข็ง
6. Obturator foramen หญิงจะเล็กกว่าชายและเป็นรูปสามเหลี่ยม ส่วนของชายเป็นรูปวงรี (Oval)
7. เบ้ากลม (acetabulum) ในหญิงอยู่ห่างกันระหว่างซ้ายขวามากกว่าชาย (เพราะผู้หญิงมีสะโพก) และ Femoral head ของหญิงเล็กกว่า แต่ hip bone ใหญ่กว่าชาย



ภาพที่ 27 ความแตกต่างของกระดูกเชิงกรานระหว่างหญิงและชาย

กระดูกต้นขา (Femur)

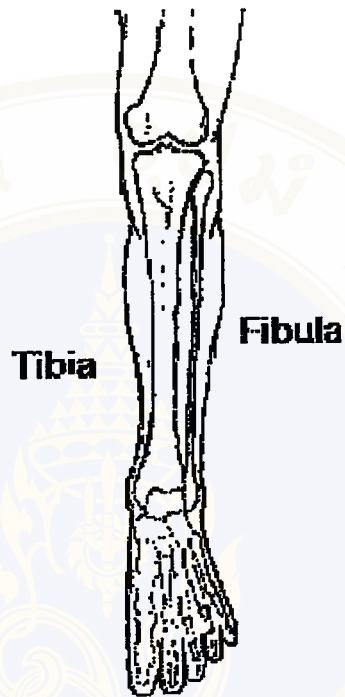
เป็นกระดูกชนิดยาว เป็นกระดูกที่ใหญ่,ยาว และมีความแข็งแรงที่สุดในร่างกาย มีลักษณะคล้ายกระดูกต้นแขน อยู่ติดส่วนปลายล่างของกระดูก Femur เป็นกระดูกชนิดแบน ด้านหน้าข้อเข่า มีลักษณะเกือบเป็นรูปสามเหลี่ยม ส่วนปลายซึ่งข้างล่าง พื้นข้างหน้าจะนูนออกมาและขรุขระ พื้นหลังเกลี้ยงติดกับกระดูก Femur ถูกยึดให้อยู่กับที่ด้วยเอ็น เรียกว่า Ligamentum Patella



ภาพที่ 28 กระดูกต้นขา (Femur) และกระดูกสะบ้า (Patella)

กระดูกปลายขา (Leg)

- ประกอบด้วย กระดูก 2 ชิ้น
- Tibia กระดูกหน้าแข้ง
- Fibula กระดูกน่อง



ภาพที่ 29 กระดูกปลายขา

กระดูกหน้าแข้ง (Tibia)

เป็นกระดูกที่มีขนาดใหญ่กว่า Fibula เป็นตัวช่วยรับน้ำหนักของร่างกายจากกระดูกต้นขา (Femur) ไปสู่ foot เป็นกระดูกชนิดยาวและแข็งแรงอยู่ปลายขาด้านใน

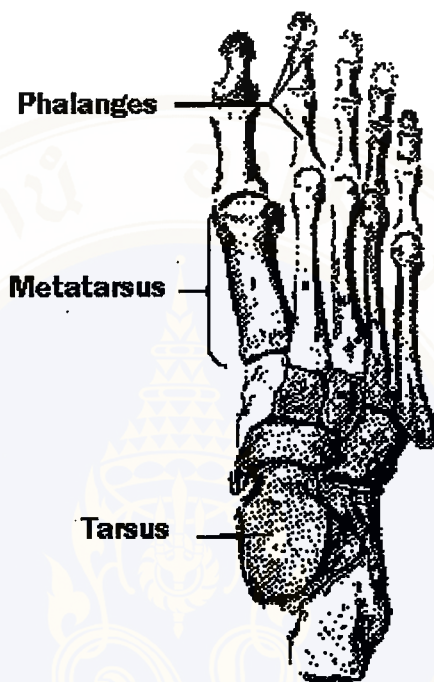
กระดูกน่อง (Fibula)

กระดูกขาที่อ่อนล้าชนิดยาวเรียว อยู่ด้านนอกของปลายขา ตั้งอยู่ขนานกับกระดูก Tibia

เท้า (Foot)

แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กระดูกข้อเท้า (Tarsus)
2. กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsus)
3. กระดูกนิ้วเท้า (Phalanges)

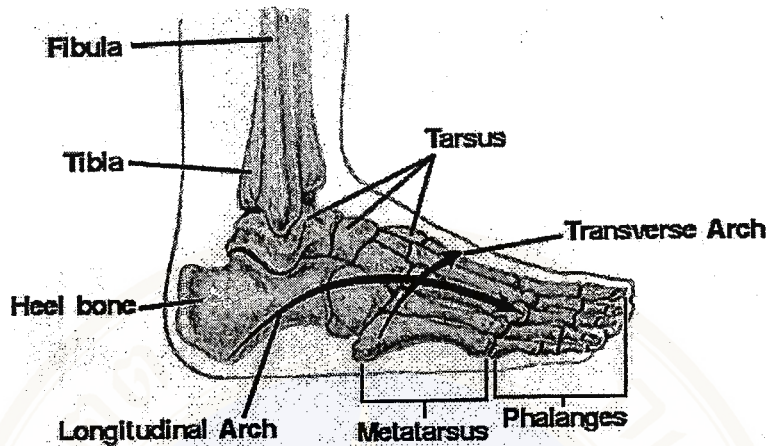


ภาพที่ 30 กระดูกข้อเท้า นิ้วเท้า และฝ่าเท้าด้านหลัง

กระดูกข้อเท้า (Tarsus หรือ Ankle bone) เป็นชิ้นกระดูก 7 ชิ้น ประกอบกันเป็นข้อเท้าและสันเท้า ยึดติดกันด้วยเส้นเอ็นหลายเส้น กระดูกข้อเท้า จะโตกว่ากระดูกข้อมือ มีรูปร่างแปลก ๆ กระดูกสันเท้า (Heel bone) เป็นกระดูกที่ใหญ่และแข็งแรงเพราะต้องรับน้ำหนักของร่างกาย

กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsus หรือ foot bones) มีข้างละ 5 ชิ้น ลักษณะคล้ายกระดูกฝ่ามือ แต่โตและยาวกว่าเป็นกระดูกชนิดยาวตั้งเรียงกันตามลำดับ

- ฝ่าเท้ามีลักษณะโค้งไม่แบน โดยมีกล้ามเนื้อยึดไว้ ส่วนโค้งนี้เรียกว่า foot arch
- ประโยชน์ของ foot arch นี้เป็นเหมือน spring เพื่อไม่ให้เกิดการสะเทือนมากเวลาเดินหรือวิ่ง และไม่ทำให้เจ็บในเวลาเดิน



ภาพที่ 31 แสดงลักษณะโค้งของฝ่าเท้า (Foot arch)

กระดูกนิ้วเท้า (Phalanges หรือ หัวแม่เท้า) มีข้างละ 14 ชิ้น เป็นกระดูกชนิดยาว แต่จะสั้นกว่ากระดูกนิ้วมือ มีนิ้วละ 3 ชิ้น ยกเว้นนิ้วหัวแม่เท้ามี 2 ชิ้น เช่นเดียวกับกระดูกนิ้วหัวแม่มือ

ข้อต่อของกระดูก (Joint หรือ Articulations)

ข้อต่อเกิดขึ้นเมื่อกระดูก 2 ชิ้นมาพบกัน การที่ระบบโครงกระดูกในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายสามารถโค้งงอและหมุนเปลี่ยนทิศทางไปในทิศทาง ๆ ได้นั้น เกิดจากข้อต่อต่าง ๆ เหล่านี้ ซึ่งสามารถเคลื่อนไหวได้มากน้อยแตกต่างกัน

บริเวณข้อต่อที่สามารถ Movement ได้นั้นจะมีเอ็นและกล้ามเนื้อมายึดกระดูก 2 ชิ้นนั้นไว้ โดยตอนปลายของกระดูกแต่ละชิ้นจะมีกระดูกอ่อน (Cartilage) มาเคลือบอยู่ เพื่อลดแรงกระทบระหว่างกระดูกทั้งคู่

ชนิดของข้อต่อ ตามการเคลื่อนไหวมากหรือน้อย แบ่งได้ดังนี้

1. ข้อที่เคลื่อนไหวไม่ได้เลยหรือข้อตาย (Fixed หรือ Immovable joints) เช่น กะโหลกศีรษะ ส่วนบน ซึ่งมีรอยต่อแบบซิกแซก (Suture)
2. ข้อที่เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย (Slightly movable joints) เป็นข้อต่อชนิดที่แข็งแรง มีกระดูกอ่อนเชื่อมอยู่ เช่น ข้อต่อกระดูกหัวเหน่า (Symphysis pubes) ข้อต่อระหว่างกระดูกสันหลัง (intervertebral joints)
3. ข้อที่เคลื่อนไหวได้มาก (Freely movable joints) เพราะมีช่องเหลวอยู่ในระหว่างช่องว่างของกระดูก 2 ชิ้นที่มาต่อกัน ส่วนที่ต่อกันของกระดูกจะมีผิวเรียบและมีกระดูกอ่อนคลุมอยู่

Synovial joint แบ่งออกตามรูปร่างของผิวปลายกระดูกที่ข้อต่อ ดังนี้

- Hinge joint ข้อต่อแบบบานพับ
- Pivot joint ข้อต่อแบบหมุนรอบแกน
- Condyloid ข้อต่อแบบหัวกลมในร่องตื้น
- Saddle joint ข้อต่อแบบอานม้า
- Ball and socket joint ข้อต่อแบบหัวกลมและเบ้า
- Gliding joint ข้อต่อแบบเลื่อน

ข้อต่อแบบบานพับ (Hinge) เป็นข้อต่อที่พับไปข้างหน้าและข้างหลังทางเดียว เช่น ข้อต่อเข่า , ข้อต่อข้อศอก

ข้อต่อแบบหมุนรอบแกน (Pivot or rotary) ข้อต่อชนิดกระดูกชิ้นหนึ่งสวมอยู่ในวงของกระดูกอีกชิ้นหนึ่ง เช่น ข้อต่อบริเวณกระดูกสันหลังชิ้นที่ 1 และ 2 (Atlas และ Axis) เวลาหมุนคอไปมา

ข้อต่อแบบหัวกลมในร่องตื้น (Condyloid) มีลักษณะปลายกระดูกชิ้นหนึ่งโค้งเข้าและปลายอีกชิ้นโค้งออกเล็กน้อยมารวมเข้ากันพอดีที่การเคลื่อนไหวแบบงอ-เหยียด และหุบเข้า-กางออก เช่น ข้อต่อกระดูกปลายแขนอันนอกกับกระดูกข้อมือ

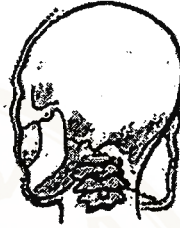
ข้อต่อแบบอานม้า (Saddle) ข้อต่อที่มีปลายกระดูกหนึ่งเว้าเข้าไป (Concave) และอีกปลายนูนออกมา (Convex) สวมกันได้พอดี เช่น กระดูกข้อมือกับกระดูกนิ้วหัวแม่มือ ทิศทางการเคลื่อนไหวเหมือนกับข้อต่อแบบหัวกลมในร่องตื้น (Condyloid)

ข้อต่อแบบหัวกลมแบบเบ้า (Ball and Socket) ลักษณะของปลายกระดูกข้างหนึ่งกลมสวมเข้าไปในเบ้ากระดูกอีกอันหนึ่ง ข้อต่อชนิดนี้เคลื่อนไหวได้หลายทิศทาง ทั้งงอ เหยียด หุบเข้า กางออก หมุนเป็นวงกลม หมุนเข้าด้านในและหมุนออกด้านนอก เช่น ข้อต่อหัวไหล่, ข้อต่อสะโพก

ข้อต่อแบบเลื่อน (Gliding) มีลักษณะแบบเรียบจึงเคลื่อนไหวได้น้อยแบบเลื่อนดูไปมา เช่น ข้อต่อระหว่างกระดูกข้อมือและข้อเท้า



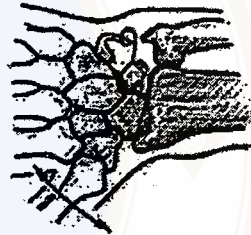
ข้อต่อแบบบานพับ(Hinge joint)
ข้อต่อข้อศอก



ข้อต่อแบบหมุนรอบแกน(Pivot joint)
ข้อต่อระหว่างกระดูกสันหลังชั้นที่1 ต่อกับชั้นที่2



ข้อต่อแบบหัวกลมในร่องคั่น(Condyloid joint)
ข้อต่อกระดูกปลายแขนกับกระดูกฝ่ามือ



ข้อต่อแบบอานม้า(Saddle joint)
ข้อต่อกระดูกหัวแม่มือกับกระดูกฝ่ามือ

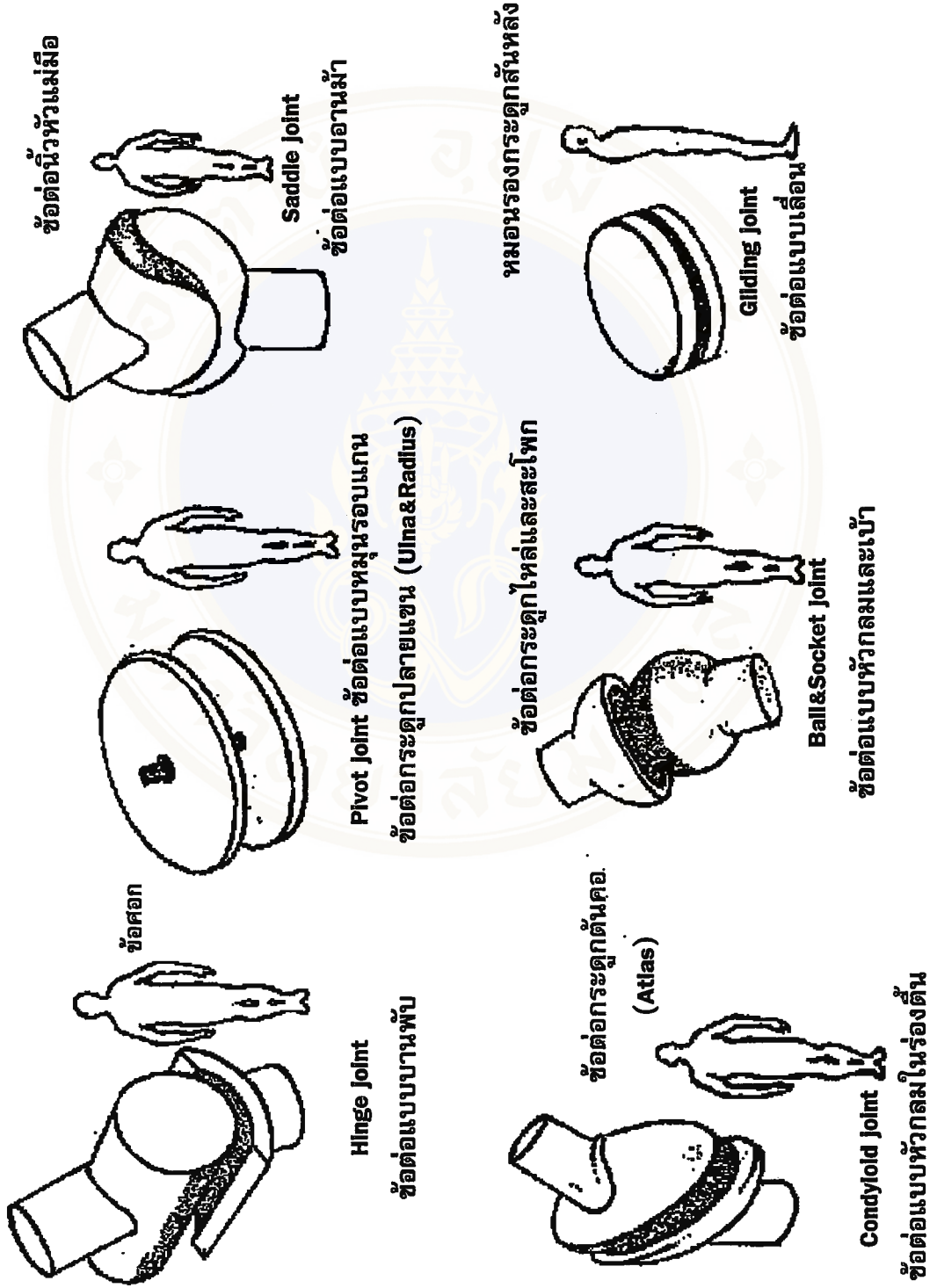


ข้อต่อแบบหัวกลมและเบ้า(Ball&Socket joint)
ข้อต่อสะโพกและหัวไหล่



ข้อต่อแบบเลื่อน(Gliding joint)
ข้อต่อระหว่างกระดูกฝ่ามือและกระดูกฝ่าเท้า,
หมอนรองกระดูกสันหลัง

ภาพที่ 32 ชนิดของข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก (Synovial joint)
แบ่งตามรูปร่างของผิวปลายกระดูกที่ข้อต่อ



ภาพที่ 33 แสดงรูปของข้อต่อแบบSYNOVIAL JOINT ทั้ง 6 ชนิด

**แบบทดสอบ วิชากายวิภาคเชิงกล เรื่องระบบโครงกระดูก
ตามหลักสูตรโปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร**

ให้นักศึกษาทำเครื่องหมาย X ลงในหน้าข้อคำตอบที่ถูกต้อง เพียงคำตอบเดียว

1. SKELETON หมายถึงอะไร
 - ก. กระดูกของมนุษย์ที่โตเต็มวัย
 - ข. โครงสร้างอย่างหนึ่งของร่างกาย
 - ค. โครงกระดูกทั่วร่างกายของมนุษย์
 - ง. โครงสร้างหลักของร่างกายมนุษย์
2. SHORT BONE คือกระดูกข้อใด
 - ก. FEMUR
 - ข. SCAPULA
 - ค. CARPAL
 - ง. IRREGULAR BONES
3. ข้อใดไม่ใช่กระดูกชนิดอ่อน
 - ก. กระดูกนิ้วเท้า
 - ข. บริเวณกล่องเสียง
 - ค. ข้อต่อกระดูกสันหลัง
 - ง. ไบพู
4. AXIAL SKELETON คือโครงกระดูกส่วนใด
 - ก. ส่วนแกนกลางลำตัว
 - ข. สาขาของร่างกาย
 - ค. ตอนล่างของร่างกาย
 - ง. สาขาคอนบนของร่างกาย
5. ZYGOMATIC BONE เป็นกระดูกส่วนใดของร่างกาย
 - ก. กระดูกขากรรไกรบน
 - ข. กระดูกโหนกแก้ม
 - ค. กระดูกขมับ
 - ง. กระดูกท้ายทอย

6. **ชิ้นใดเป็นส่วน SKULL**
 - ก. PATELLA
 - ข. OCCIPITAL
 - ค. STERNUM
 - ง. ATLAS
7. **โครงสร้างของมนุษย์ชาวเอเชียมีการแบ่งสัดส่วนร่างกายโดยถือเอากระดูกสันหลังเป็น 1 ส่วนของร่างกาย ในอัตราส่วนเท่าไร ?**
 - ก. 1 : 7
 - ข. 1 : 8.5
 - ค. 1 : 8
 - ง. 1 : 7.5
8. **กระดูกสันหลังที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หน้าผากกว้าง ขากรรไกรกว้างและโหนกคิ้วสูง เป็นลักษณะเฉพาะของกระดูกสันหลังของใคร**
 - ก. เด็ก
 - ข. คนชรา
 - ค. ผู้หญิง
 - ง. ผู้ชาย
9. **กระดูก SCAPULA เป็นกระดูกชนิดใด**
 - ก. ชนิดยาว
 - ข. ชนิดสั้น
 - ค. ชนิดแบน
 - ง. ชนิดรูปร่างไม่แน่นอน
10. **กระดูกสันหลังของมนุษย์แบ่งได้กี่ส่วน**
 - ก. 3 ส่วน
 - ข. 6 ส่วน
 - ค. 5 ส่วน
 - ง. 7 ส่วน

11. CERVICAL VERTEBRAE มีจำนวนเท่าไร?
 - ก. 5 ชิ้น
 - ข. 6 ชิ้น
 - ค. 12 ชิ้น
 - ง. 7 ชิ้น
12. กระดูกสันหลังส่วนใดที่มีขนาดชิ้นกระดูกใหญ่กว่าส่วนอื่น ๆ
 - ก. LUMBAR VERTEBRA
 - ข. THORACIC VERTEBRA
 - ค. SACRUM VERTEBRA
 - ง. CERVICAL VERTEBRA
13. เป็นกระดูกหน้าอกที่ติดกับกระดูกอะไรบ้าง
 - ก. CLAVICLE, RIBS
 - ข. CLAVICLE, VERTEBRA
 - ค. RIBS, VERTEBRA
 - ง. SCAPULA, RIBS
14. กระดูกซี่โครงมีทั้งหมดกี่ซี่
 - ก. 24 ซี่
 - ข. 22 ซี่
 - ค. 20 ซี่
 - ง. 26 ซี่
15. กระดูกซี่โครงส่วนที่ไม่เกาะติดกับกระดูกอะไรเลย คือซี่โครงส่วนใด
 - ก. FALSE RIBS
 - ข. FLOATING RIBS
 - ค. TRUE RIBS
 - ง. CARTILAGE
16. กระดูกที่มีลักษณะคล้ายตุ่มหรือกรวย คือกระดูกอะไร
 - ก. กระดูก THORAX
 - ข. กระดูก STERNUM
 - ค. กระดูก SCAPULA
 - ง. กระดูก SACRUM



17. กระดูก อยู่ติดกับกระดูกอะไร
 - ก. STERNUM & HUMERUS
 - ข. STERNUM & SCAPULA
 - ค. MANUBIUM OF STERNUM & RIBS
 - ง. SCAPULA & RIBS
18. กระดูกที่ยาวที่สุดของแขน คือกระดูกชิ้นใด
 - ก. FEMUR
 - ข. HUMERUS
 - ค. CARPUS
 - ง. PHALANGES
19. กระดูกแขนท่อนล่างมีกี่ชิ้น อะไรบ้าง
 - ก. 2 ชิ้น HUMERUS & FEMUR
 - ข. 2 ชิ้น TIBIA & FIBULA
 - ค. 2 ชิ้น ULNA & RADIUS
 - ง. 2 ชิ้น CARPUS & METACARPUS
20. กระดูกปลายแขนด้านนอกที่มีขนาดสั้นกว่ากระดูกปลายแขนด้านใน มีชื่อของกระดูกว่าอะไร
 - ก. RADIUS
 - ข. HUMERUS
 - ค. ULNA
 - ง. TIBIA
21. มือประกอบด้วยกระดูกกี่ส่วน อะไรบ้าง
 - ก. 3 ส่วน CARPUS, METATARSUS & PHALANGES
 - ข. 3 ส่วน STERNUM, ULNA & RADIUS
 - ค. 3 ส่วน CARPAL, METACARPAL & PHALANGES
 - ง. 3 ส่วน LUMBAR, SACRUM & COCCYX
22. กระดูกข้อมือจะติดกับกระดูกอะไร?
 - ก. TIBIA & FIBULA
 - ข. CARPAL & LIGAMENT
 - ค. ULNA & RADIUS
 - ง. ULNA & HUMERUS

23. ข้อใดคือกระดูกที่อยู่ในส่วนของกระดูกเชิงกราน
- LIGAMENT
 - TIBIA
 - PATELLA
 - ISCHIUM
24. กระดูกชนิดแบนที่กว้างที่สุดในร่างกายด้านข้างมีรูปเหมือนเลข 8 ด้านหน้าคล้ายชามอ่าง คือกระดูกอะไร ?
- PELVIS
 - SCAPULA
 - ISCHIUM
 - COCCYX
25. กระดูกกระขายส่วนล่างที่ยาวที่สุดของร่างกายคือกระดูกอะไร ?
- FEMUR
 - TIBIA
 - FIBULA
 - PATELLA
26. กระดูกสะบ้าเรียกอีกอย่างว่าอะไร?
- TIBIA
 - PARITAL
 - FIBULA
 - PATELLA
27. กระดูกต้นขามีส่วนติดต่อกับกระดูกอะไร?
- HUMERUS
 - PELVIS
 - ULNA
 - HEEL BONE

28. กระดูกปลายขาที่อยู่ด้านในและมีขนาดใหญ่กว่ากระดูกปลายขาข้างนอก เรียกว่าอะไร?
- ก. TIBIA
 - ข. PATELLA
 - ค. FIBULA
 - ง. TARSUS
29. กระดูกปลายขาที่อนบนจะต่อกับกระดูกอะไร?
- ก. ISCHIUM
 - ข. TARSUS
 - ค. FEMUR
 - ง. COCCYX
30. กระดูกเท้า แบ่งออกเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง
- ก. 3 กลุ่ม CARPAL,METACARPAL AND PHALANGES
 - ข. 3 กลุ่ม TARSUS,METATARSUS AND PHALANGES
 - ค. 4 กลุ่ม CARPAL,METATARSUS,HEEL BONE AND PHALANGES
 - ง. 4 กลุ่ม TARSUS,MATACARPAL,TOE BONE AND PHALANGES



การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยใช้สูตร
คูเดอร์-ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR-20)

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \frac{1 - \sum p_q}{S_x^2}$$

เมื่อ	r_{tt}	=	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K	=	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	P	=	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก
	S_x^2	=	ความแปรปรวนของคะแนนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ผลวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จาก โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS.

Difficulty Value (P) :			
-	Upper Value	=	0.733
-	Lower Value	=	0.133
-	Average Value	=	0.446
Discrimination Index (R)			
-	Upper Index	=	1.000
-	Lower Index	=	-0.625
	Reliability by KR-20	=	0.778

ตารางแสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวิชากายวิภาคเชิงกล
เรื่องระบบโครงกระดูก

ข้อ	P	r
1	0.53	0.12
2	0.33	0.75
3	0.33	0.75
4	0.46	1.00
5	0.46	0.25
6	0.20	0.25
7	0.36	0.62
8	0.73	0.25
9	0.73	0.50
10	0.40	0.25
11	0.40	0.50
12	0.46	0.75
13	0.33	1.00
14	0.60	0.50
15	0.40	0.25
16	0.46	0.37
17	0.20	0.25
18	0.53	0.25

ข้อ	P	r
19	0.43	0.62
20	0.53	0.12
21	0.70	0.37
22	0.26	0.25
23	0.53	0.25
24	0.66	0.37
25	0.46	0.75
26	0.73	0.25
27	0.46	0.87
28	0.73	0.50
29	0.40	0.25
30	0.40	0.50

ตารางแสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง

ลำดับที่	คะแนน กลุ่มทดลองที่ 1	คะแนน กลุ่มทดลองที่ 2
1	14	19
2	22	21
3	15	18
4	16	18
5	16	18
6	22	23
7	9	17
8	16	17
9	17	21
10	22	23
11	17	20
12	19	18
13	21	20
14	13	20
15	18	18
16	19	24
17	16	27
18	20	22
19	18	19
20	11	23
21	9	13
22	11	16
23	24	14
24	18	16

ลำดับที่	คะแนน กลุ่มทดลองที่ 1	คะแนน กลุ่มทดลองที่ 2
25	9	17
26	13	22
27	16	17
28	11	16
29	14	17
30	10	21

$$\bar{X}_1 = 15.87 \qquad \bar{X}_2 = 19.87$$

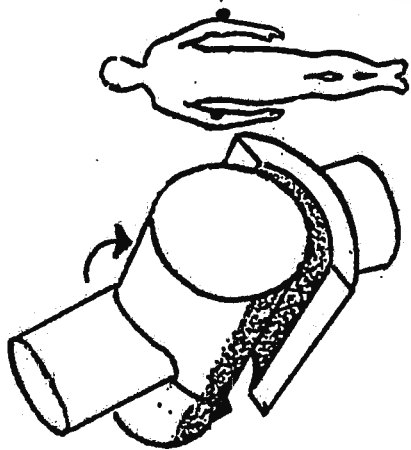
$$SD_1 = 4.27 \qquad SD_2 = 3.12$$



ภาคผนวก ง

- ตัวอย่างแผ่นภาพโปร่งใสแบบธรรมดาและแผ่นภาพโปร่งใสแบบซ้อนภาพ

แสดงรูปข้อต่อแบบ SYNOVIAL ทั้ง 6 ชนิด



Hinge joint
ข้อต่อแบบบานพับ



ข้อศอก



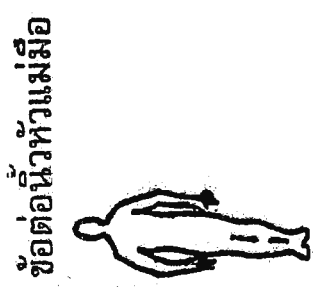
Pivot joint ข้อต่อแบบหมุนรอบแกน
ข้อต่อกระดูกปลายแขน(ULNA&RADIUS)



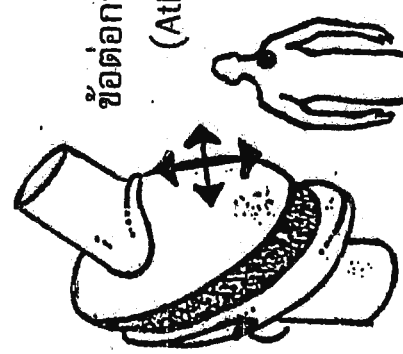
ข้อต่อกระดูกต้นคอ



Saddle joint
ข้อต่อแบบอานม้า



ข้อต่อนิ้วหัวแม่มือ

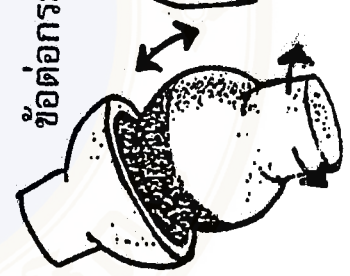


Condyloid joint
ข้อต่อแบบหัวกลมในร่องตื้น

ข้อต่อกระดูกต้นคอ
(Atlas)



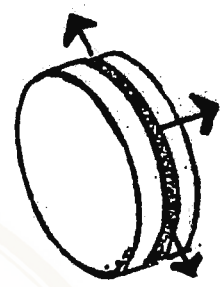
ร่องตื้น



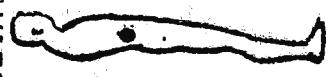
Ball & Socket joint
ข้อต่อแบบหัวกลมและเบ้า



ข้อต่อกระดูกไหปลาร้าและสะโพก



Gliding joint
ข้อต่อแบบเสียดสี



หมอนรองกระดูกสันหลัง

ข้อต่อหัวไหล่



ข้อต่อกระดูกต้นคอ



ข้อศอก



ข้อต่อแบบอานม้า

ข้อต่อแบบหมุนรอบแกน
ข้อต่อกระดูกปลายแขน (ULNA & RADIUS)

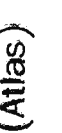
ข้อต่อแบบบานพับ

หมอนรองกระดูกสันหลัง

ข้อต่อกระดูกไหปลาร้าและสะโพก

ข้อต่อกระดูกต้นคอ

(Atlas)



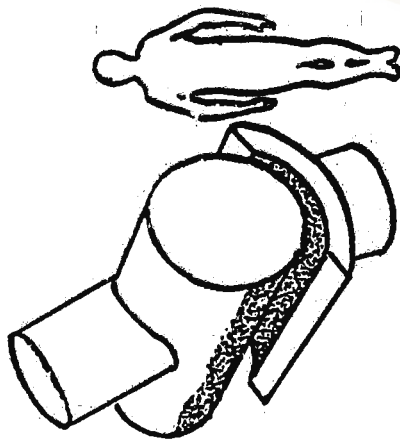
ข้อต่อแบบเลื่อน

ข้อต่อแบบหัวกลมและน้ำ

รองต้น

ข้อต่อแบบหัวกลมใน

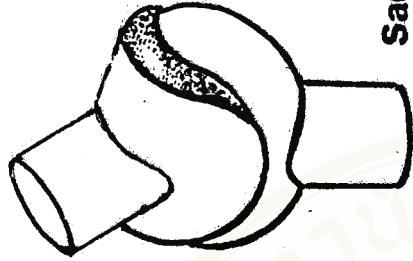
แสดงรูปข้อต่อแบบ SYNOVIAL ทั้ง 6 ชนิด



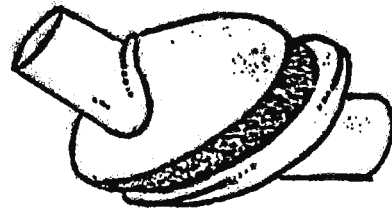
Hinge joint



Pivot joint



Saddle joint



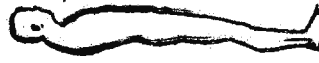
Condyloid joint



Ball & Socket joint



Gliding joint



ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ

นางพรรณรา เจริญยศ

วันเดือนปีเกิด

22 กุมภาพันธ์ 2499

สถานที่เกิด

กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

ประวัติการศึกษา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาเวชนิทัศน์)

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ.2527

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาเวชนิทัศน์)

มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. 2543

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ช่างภาพการแพทย์ ระดับ 5

หน่วยภาพการแพทย์ ฝ่ายวิชาการ

วิทยาลัยแพทยศาสตร์กรุงเทพมหานครและวชิรพยาบาล