สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

26 ส.ค. 2535

การสร้างสื่อหุ่นจำลองของร่างกายมนุษย์ตัดตามขวาง เพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy

A Model Construction of Cross Sections of Human Body for Topographic Study

ผดุงศักดิ์ ศิลากรณ์

อภินันทนาการ
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย มหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเวชนิทัศน์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2535

Copyright by Mahidol University

23369

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การสร้างสื่อหุ่นจำลองของร่างกายมนุษย์ตัดตามขวาง
เพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy

.....

ผดุงศักดิ์ ศิลากรณ์
ผู้วิจัย

.....

สภา ลิมพาณิชย์การ, พ.บ., Cert in Arts as Applied to Medicine
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

สรรใจ แสงวิเชียร, พ.บ., พ.ด.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

กัมปนาท พลางกูร, พ.บ., D.C.H. (England)
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

มันตรี จุลสมัย, พ.บ., Ph.D.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย

.....

สภา ลิมพาณิชย์การ, M.D., Cert in Arts as Applied to Medicine
ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชนิทัศน์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การสร้างสื่อหุ่นจำลองของร่างกายมนุษย์ตัดตามขวาง
เพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เวชนิทัศน์
วันที่ 26 พฤษภาคม 2535

.....

ผดุงศักดิ์ ศิลากรณ์
ผู้วิจัย

.....

สภา ลิมพาณิชย์การ, พ.บ., Cert in Arts as Applied to Medicine
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

สรรใจ แสงวิเชียร, พ.บ., พ.ด.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

กัมปนาท พลางกูร, พ.บ., D.C.H. (England)
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

มันตรี จุลสมัย, พ.บ., Ph.D.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

อรุณ เผ่าสวัสดิ์, พ.บ., Dr. med., Facharzt für Chirurgie (Hamburg),
อ.ว. ศัลยศาสตร์ทั่วไป
คณบดี
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายผดุงศักดิ์ ศิลากรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	8 พฤษภาคม พ.ศ. 2498
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เวชนิทัศน์) พ.ศ. 2525 คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่ง	อาจารย์ ระดับ 5
สถานที่ทำงาน	หน่วยผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์ โรงเรียนเวชนิทัศน์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์นายแพทย์สภา ลิมพาณิชย์การ, รองศาสตราจารย์นายแพทย์สรรใจ แสง-วิเชียร, ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์กัมปนาท พลางกูร ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตรา-จารย์นายแพทย์นันทวัน พรหมผลิน, ศาสตราจารย์นายแพทย์ภูเก็ต วาจานนท์ และอาจารย์สุภาพร ธนะชานันท์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์โชติ แสงสมพร, คุณนภาพร โตจินดา, คุณชัยยุทธ บัววัฒนา, คุณสมโภช บูรณกุล, คุณวิชา สุขพัทธี, คุณจินดา จันทรวงษ์ และเจ้าหน้าที่หน่วยผลิตหุ่นจำลองฯ ทุกท่าน ตลอดจนผู้เขียนตำราต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ซึ่งล้วนส่งผลให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้

และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งทุกๆท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์เล่มนี้ คงจะมีคุณค่าและสาระประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในงานวิจัยครั้งต่อไป

ผดุงศักดิ์ ศิลากรณ์

Copyright by Mahidol University

ชื่อวิทยานิพนธ์	การสร้างสื่อหุ่นจำลองของร่างกายมนุษย์ตัดตามขวาง เพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy
ผู้วิจัย	ผดุงศักดิ์ ศิลากรณ์
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เวชนิทัศน์)
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์	สภา ลิมพาณิชย์การ พ.บ., Cert. in Arts as Applied to Medicine สรรใจ แสงวิเชียร พ.บ., พ.ด. กัมปนาท พลางกูร พ.บ., D.C.H. (England)
วันที่สำเร็จการศึกษา	26 พฤษภาคม พ.ศ. 2535

บทคัดย่อ

การวิจัยโครงการนี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะดำเนินการสร้างสื่อหุ่นจำลองโครงสร้างของมนุษย์ขนาดเท่าจริง โดยใช้วิธีถอดแบบจากชิ้นส่วนของศพทารกในครรภ์ อายุ 7 เดือน ที่ดองน้ำยาแล้ว มาตัดตามระนาบขวางตั้งแต่ศีรษะจนตลอดลำตัวไม่รวมแขน ขา จำนวนทั้งสิ้น 20 ชิ้น แต่ละชิ้นหนา 1.2 เซนติเมตร เป็นตัวอย่างทดลองหล่อด้วยพลาสติกเหลวโพลีเอสเตอร์เรซิ่น แสดงโครงสร้าง, ระบบ, ตำแหน่งและความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องของอวัยวะต่างๆ โดยระบายสีประกอบ ตามสภาพของจริงที่ยังสด ให้มีคุณสมบัติเหมาะสม และเพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ในทุกระดับจากขั้นพื้นฐานจนถึงขั้นปฏิบัติการ โดยเฉพาะการศึกษาด้วยตนเองในวิชากายวิภาคศาสตร์ โทโปกราฟฟิค ทั้งนี้เพื่อนำรูปแบบและเทคนิคที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ไปเป็นตัวกำหนดและหาแนวทางที่จะสร้างหุ่นมนุษย์ผู้ใหญ่ต่อไป ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างจากอาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 32 คน เป็นผู้ประเมินประสิทธิภาพระหว่างสื่อสองประเภทที่ใช้ประกอบการเรียนวิชากายวิภาคศาสตร์ โทโปกราฟฟิค คือหุ่นจำลองดังกล่าว และภาพถ่ายที่มีเนื้อหาเดียวกัน โดยการสัมภาษณ์ความคิดเห็นและแบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ t-test ซึ่งผลที่ได้พบว่าหุ่นจำลองมีประสิทธิภาพสูงกว่าภาพถ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Copyright by Mahidol University

Thesis Title	A Model Construction of Cross Sections of Human Body for Topographic Study
Name	Padungsak Silakorn
Degree	Master of Science (Medical Art & Communication)
Thesis Supervisory Committee	Sapha Limphanichakarn, M.D., Cert in Art as Applied to Medicine Sanjai Sangvichien, M.D., D.Sc. Kampanad Balankura M.D.,D.C.H. (England)
Date of Graduation	26 May B.E. 2535 (1992)

Abstract

The objective of this project is to develop an exact model of a fetus to be an educational aid for medical-science students from basic to advanced levels especially those with self studying in Topographic Anatomy. A formalin fixed body of 7-month male fetus has been cut serially in cross section of 1.2 centimeter thick. Twenty sections of the fetus whose extremities were not included were casted with liquid plastic, polyester resin. The positions and the relationship between those organs were illustrated by painting in colours according to those of fresh and real ones. The research would be a basis for the establishment of an adult model. Thirty two lecturers in the Faculty of Medicine, Siriraj Hospital were randomly asked to compare the efficiency of 2 educational aids in teaching Topographic Anatomy. The Model and the Photographs of the same contents fulfilled the interviews and questionaires. The analysis of those data by t-test showed that the exact model was more efficient than the photographs significantly at 0.01, suggesting that it would be an effective aid in teaching or studying Topographic Anatomy.

Copyright by Mahidol University

สารบัญเนื้อเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1	
บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ในการวิจัย	4
สมมุติฐาน	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
นิยามตัวแปร	5
บทที่ 2	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ความหมายของสื่อการเรียนการสอน	6
คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน	7
ประเภทของสื่อการเรียนการสอน	10
วัสดุสามมิติ	14
ประเภทของหุ่นจำลอง	15
หุ่นจำลองทางการแพทย์	18
ความหมายของหุ่นจำลองทางการแพทย์	19
ประเภทของหุ่นจำลองทางการแพทย์	20
บทบาทของสื่อหุ่นจำลองกับการเรียนการสอนวิชา Topographic Anatomy	21
บทที่ 3	
การดำเนินการวิจัย	26
การออกแบบโครงสร้างหุ่นจำลอง Topographic Sections of 7 Month Male Fetus	26
การเตรียม Specimens และวัสดุในการผลิต	27
การถ่ายภาพ Specimens	31
การผลิตหุ่นจำลอง	34
การสร้างแบบสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูล	52
การประเมินประสิทธิภาพสื่อ	54

Copyright by Mahidol University

สารบัญเนื้อเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4	
ผลการวิจัยและอภิปรายผล	56
การอภิปรายผลการวิจัย	61
บทที่ 5	
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	64
ข้อเสนอแนะ	65
บรรณานุกรม	67
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	72
ข. เปรียบเทียบหุ่นจำลองกับ Specimen	79

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1 แสดงจำนวนอาจารย์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ ภาควิชา สื่อที่ใช้และสื่อที่มีบทบาทต่อการสอนมากที่สุด 57

2 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่ายจากความคิดเห็นของอาจารย์ 59

3 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละด้านของสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่าย 60

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกรวยประสบการณ์ของ เอดการ์ เดล	10
2	แสดงองค์ประกอบทั้งหมดของ Specimens	29
3	แสดงการเย็บชิ้นส่วนที่หลุดออกจากกันให้อยู่ในตำแหน่งเดิม	29
4	แสดงภาพถ่ายชิ้น Specimen	34
5	แสดงการเตรียมการหล่อชิ้น Specimen	35
6	แสดงการเทยางลงบนชิ้น Specimen	36
7	แสดงการนำชิ้น Specimen ออกจากแม่พิมพ์	37
8	แสดงการใส่ปูนปลาสเตอร์ลงในแม่พิมพ์	37
9	แสดงการขัดชิ้นงานปูนปลาสเตอร์	38
10	แสดงการตรวจสอบระดับความหนาของชิ้นงาน	39
11	แสดงการตรวจสอบความถูกต้องและตกแต่งชิ้นงาน	40
12	แสดงจำนวนชิ้นงานทั้งหมดที่หล่อเป็นปูนปลาสเตอร์แล้ว	40
13	แสดงการปรับองค์ประกอบส่วนรวมให้สมบูรณ์	41
14	แสดงการทาน้ำสบู่เพื่อความสะดวกในการถอดแบบ	42
15	แสดงการกั้นขอบดินน้ำมันเพื่อการถอดแบบยางซิลิโคน	42
16	แสดงการเทยางซิลิโคนลงในชิ้นงาน	44
17	แสดงการหล่อแบบโพลีเอสเตอร์ เรซิ่น	45
18	แสดงการปรับความหนาของชิ้นงานโพลีเอสเตอร์กับแท่นขัดไฟฟ้า	46
19	แสดงชิ้นงานทั้งหมดหลังจากปรับความหนาและประกบกันเรียบร้อยแล้ว	47
20	แสดงการเตรียมหุ่นจำลองก่อนการหล่อแบบฐาน	48
21	แสดงการใส่ปูนปลาสเตอร์ลงใน Block	48
22	แสดงการวางหุ่นจำลองลงในปูนปลาสเตอร์	49
23	แสดงการทดลองปรับชิ้นงานให้รับกับฐาน	50
24	แสดงการทดสอบการทำงานของช่องยึดชิ้น Sections	50
25	แสดงการลงสีประกอบหุ่นจำลอง	52
26	แสดงรูปแบบหุ่นจำลอง	73
27	แสดงรูปแบบภาพถ่าย Specimen	73
28	แสดงรายละเอียดของหุ่นจำลอง	74
29	แสดงรายละเอียดของหุ่นจำลอง	74
30	แสดงการเปรียบเทียบหุ่นจำลองกับต้นแบบ Specimen	80
31	แสดงการเปรียบเทียบหุ่นจำลองกับต้นแบบ Specimen	80
32	แสดงการเปรียบเทียบหุ่นจำลองกับต้นแบบ Specimen	81

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

33	แสดงการเปรียบเทียบหุ่นจำลองกับต้นแบบ Specimen	81
34	แสดงการเปรียบเทียบ Specimen, ชิ้นงานปูนปลาสเตอร์และ ชิ้นงานโพลีเอสเตอร์	82
35	แสดงหุ่นจำลอง Topographic Sections of 7-month Male Fetus	82

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเลือกสื่อที่เหมาะสม เพื่อนำไปประกอบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และตรงกับกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดไว้นั้นเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะเท่ากับเป็นการให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงแก่ผู้เรียน ทั้งที่เป็นวัตถุและปรากฏการณ์ ช่วยในการสอนให้เห็นภาพพจน์แทนของจริง (สมาน ชาติยานนท์ 2522:20-22) ช่วยในการส่งเสริมการเรียนการสอน ตามความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละบุคคล (Individual Difference) ให้สามารถเข้าใจและเรียนรู้จากบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น ช่วยให้เกิดมีการแลกเปลี่ยนทัศนะความคิดต่างๆ ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ทั้งยังสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส สื่อที่ดีจะช่วยทำให้จดจำ (Recall of Knowledge) ได้มากและนานกว่า ช่วยเสริมความเข้าใจ (Comprehension) ในบทเรียน เป็นอุปกรณ์ประกอบให้เรื่องที่ยากกลับง่ายขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ (Application) ตลอดจนส่งเสริมให้ใช้ความคิด และมีส่วนในการแก้ปัญหา (Problem Solving) ที่อาจจะเกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี (ภุชงค์ อังคปรีชาเศรษฐ์ 2527:16)

หุ่นจำลองขนาดเท่าของจริง (Exact Model) ที่เลียนแบบของจริงทั้งขนาด, สี, รูปร่าง และรายละเอียดนั้น เป็นสื่อที่มีความชัดเจนและมีบทบาทอย่างสูง ต่อการใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนในสาขาวิชาทางการแพทย์ ซึ่งจากอดีตที่ผ่านมา เกี่ยวกับการศึกษาวิชากายวิภาคศาสตร์ของนักเรียนแพทย์ในยุคแรกๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2432 (รุ่นที่ 1) เป็นต้นมา ได้กล่าวถึงการนำหุ่นจำลองจากต่างประเทศ เข้ามาเป็นสื่อประกอบการเรียนวิชากายวิภาคศาสตร์ร่วมกับการเรียนจากศพที่ชำแหละแล้ว เนื่องจากไม่มีตำราเรียนและนักเรียนยังไม่รู้ภาษาอังกฤษดีพอ โดย ดร. ยอร์ช แมคฟาร์แลนด์ (พระอาจวิทยาคม) ซึ่งนับได้ว่าเป็นการนำหุ่นจำลองเข้ามามีบทบาทกับการเรียนการสอนเป็นครั้งแรก (วิเชียร ดิลกสัมพันธ์ 2526:67)

รูปแบบและเนื้อหาของวิชากายวิภาคศาสตร์ โทโปกราฟฟิค (Topographic Anatomy) ที่ศึกษาเกี่ยวกับร่างกายของมนุษย์จากการตัดตามระนาบขวาง (Transverse) ตามระนาบยาว (Sagittal) และตามระนาบโคโรนัล (Coronal) เพื่อดูความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ และอวัยวะภายในร่างกายทั้งข้างเคียงและที่เกี่ยวเนื่องกัน จำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ลักษณะโครงสร้าง ตำแหน่ง หน้าที่ ตลอดจนการทำงานของอวัยวะแต่ละส่วนที่ประสานสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ (ถนอมฤดี ภูมิภักดิ์ 2521 : 184)

การนำหุ่นจำลองมาใช้เป็นสื่อประกอบการสอนในวิชานี้ จึงน่าจะมีความเหมาะสมกว่าสื่อประเภทอื่นๆ วิชา Topographic Anatomy เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรของคณะแพทย-ศาสตร์ศิริราชพยาบาล แต่หลังจากมีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรในปี พ.ศ. 2517 ทำให้วิชานี้

Copyright by Mahidol University

ต้องถูกยกเลิกไป โดยในระยะแรกได้ยกไปเรียนรวมกับวิชามหกายวิภาคศาสตร์ (Gross Anatomy) ของแต่ละตอน เพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้มีเวลาเรียนด้วยตนเองมากขึ้น แต่ขณะเดียวกันก็ลดเวลาเรียนภาคปฏิบัติลง (ถนอมฤดี ภูมิภักดิ์ 2521:187) ประกอบกับในระยะนั้น ไม่สามารถจัดหาสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม มาช่วยเสริมให้การเรียนรู้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ได้อย่างชัดเจน ทั้งนักศึกษาแพทย์ก็ยังขาดทักษะเกี่ยวกับการวาดภาพ เพื่อใช้ประกอบความเข้าใจ ซึ่งเป็นขั้นตอนปฏิบัติที่ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม เพราะความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากวิชานี้ ยังเป็นที่ต้องการและยอมรับของแพทย์และบุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยทั้งรูปแบบและเนื้อหาวิชามาประกอบ และอ้างอิงในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เช่น ทางด้านสาขาศัลยศาสตร์และสาขารังสีวินิจฉัย เป็นต้น

นอกจากนั้น ยังมีข้อคิดและแนวทางที่สนับสนุนเหตุผลดังกล่าวนี้ จากบทความทางวิชาการของอาจารย์แพทย์บางท่าน ที่เห็นสมควรอย่างเร่งด่วนในการฟื้นฟูวิชา Topographic Anatomy กันอีกครั้ง เพื่อนำมาสอนนักศึกษาแพทย์กันใหม่ (นันทา มาระเนตร์ 2534: สูจิพากย์) และเห็นได้ชัดยิ่งขึ้น เมื่อมีการนำเอาวิธีและกระบวนการทางด้าน CT Scans และ MRI ที่มีประสิทธิภาพสูงเข้ามาประกอบการรักษา ซึ่งปรากฏผลว่าแพทย์รุ่นใหม่จะมีปัญหา ในการวินิจฉัยมากกว่าแพทย์รุ่นเก่าที่ได้เคยเรียนวิชานี้มาก่อน (คณาจารย์กายวิภาคศาสตร์ 2534:870-871)

จากเหตุผลนี้ ทำให้นโยบายที่จะนำวิชา Topographic Anatomy กลับมาบรรจุในหลักสูตรอีกครั้งหนึ่ง กำลังถูกทบทวนและมีโอกาสที่จะเป็นไปได้อย่างมาก ผู้วิจัยจึงเห็นสมควรและเป็นโอกาสที่จะทดลองสร้างสื่อหุ่นจำลอง ร่างกายตัดตามขวาง เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการฝึกทักษะในการศึกษาด้วยตนเอง (Self study) ของนักศึกษาแพทย์และเป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ด้านกายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์ปกติในระดับการศึกษาต่างๆ การทดลองสร้างสื่อดังกล่าวโดยใช้รูปแบบของทารกในครรภ์ (Fetus) เป็นตัวอย่างนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาเทคนิคและทดลองวิธีการที่เหมาะสมสัมพันธ์สอดคล้องกับวัสดุที่นำมาใช้ ซึ่งคาดหวังว่าผลการทดลองที่ได้จะมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะใช้เป็นตัวกำหนดแนวทางการสร้างสื่อร่างกายตัดตามขวางในผู้ใหญ่ (Adult) ต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยได้พยายามค้นหาวิธีที่จะลดข้อจำกัดของการใช้สื่อประเภทนี้ลงให้มากที่สุด ซึ่งประโยชน์และข้อดีในการนำหุ่นจำลองมาประกอบการเรียนวิชานี้ก็คือเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้โดยการสัมผัสด้วยตนเอง เพราะบางครั้งผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงได้อย่างสะดวก นอกจากนั้นหุ่นจำลองยังมีคุณสมบัติด้านความทนทาน ความสะดวกในการใช้งานและเก็บรักษาได้คล่องตัวกว่า Specimens ที่สำคัญคือ เป็นการสงวนและประหยัด Specimens ร่างกายของมนุษย์ ที่ถือว่าเป็นทรัพยากรและสื่อการศึกษาที่มีค่าสูงต่อการเรียนการสอนของแพทย์ โดยที่หุ่นจำลองจะเป็นตัวทดแทนในด้านการผลิตได้อย่างต่อเนื่องและทั่วถึง ข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือ รูปปั้นหรือหุ่นจำลองดังกล่าวนี้จัดเป็นอุปกรณ์การศึกษาชั้นรองจากของจริง ซึ่งถ้าจัดทำให้ดีโดยแสดงให้เป็นระบบและหมวดหมู่ก็สามารถจัดเป็นพิพิธภัณฑสถานได้ (สรรใจ แสงวิเชียร 2534:862)

Copyright by Mahidol University

ส่วนการใช้ภาพถ่าย (Photograph) เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนที่มีมาแต่เดิมนั้น แม้ว่าจะสามารถถ่ายทอด ลักษณะ รูปร่าง สี และรายละเอียดได้ เกือบจะเท่าของจริง แต่ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ทำให้ภาพถ่าย ขาดคุณสมบัติของสื่อการเรียนวิชา Topographic Anatomy ที่ดี เช่น

- นำเสนอรูปแบบได้เพียง 2 มิติ (Two Dimensions)
- ไม่สามารถเรียนรู้และทำความเข้าใจได้จากการสัมผัส
- ภาพถ่ายอาจเกิดการผิดเพี้ยน (Distortion) ได้จากปัญหาของ Lens และ Perspective
- กระบวนการอัดภาพ อาจทำให้สีเปลี่ยนแปลงไปจากของจริงได้
- ภาพถ่ายมีอายุการใช้งานจำกัด

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยคาดหมายว่า จะสามารถแก้ไขได้ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวของหุ่นจำลองที่จะมาช่วยเสริมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะสื่อหุ่นจำลองจะใช้ศึกษาระบบและความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกันของอวัยวะต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและเข้าใจได้ง่าย ซึ่งสื่อประเภทอื่นไม่สามารถทำได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงได้นำเอาสื่อที่เคยใช้อยู่เดิม คือ ภาพถ่าย มาเปรียบเทียบกับหุ่นจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาการเรียนการสอนและพัฒนาสื่อเพื่อใช้ประกอบการเรียนรู้ และการปฏิบัติงานที่มีคุณภาพ และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา Topographic Anatomy ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนการสอนของแพทย์ นอกจากนั้น ยังสามารถพัฒนารูปแบบของสื่อชนิดนี้ ในลักษณะเดียวกัน โดยปรับเนื้อหาให้สัมพันธ์กับบทเรียน ในสาขาวิชาอื่นๆได้ตามความเหมาะสม เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการสอนในหลักสูตรนั้น นอกเหนือจากในคณะแพทยศาสตร์ โดยเฉพาะในระดับที่ต่ำกว่าอุดมศึกษาลงมา เพราะจากการสำรวจปัญหาของสื่อการเรียนการสอนในระดับนี้ ยังมีความจำเป็นที่จะต้องอาศัยหุ่นจำลองมาเป็นอุปกรณ์เสริมให้บทเรียนเข้าใจได้ง่ายและสมบูรณ์แบบขึ้น

จากเหตุผลและการศึกษาข้อมูลในเบื้องต้น เกี่ยวกับคุณสมบัติของหุ่นจำลองที่มีผลต่อการเรียนการสอนดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นที่จะดำเนินการทดลองสร้างหุ่นจำลองร่างกายตัดตามขวาง โดยถอดแบบมาจาก Fetus ของจริง เพื่อหาแนวทางปรับปรุงคุณภาพของสื่อประกอบการสอนให้ได้ผลดี สะดวก และคล่องตัวกว่า สื่อชนิดอื่นที่เคยใช้มาแต่เดิม เช่น ภาพถ่าย ด้วยเล็งเห็นว่าหากผลการศึกษาวิจัย มีความเชื่อถือได้แล้ว โอกาสที่จะพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้ คือการสร้างหุ่นจำลองร่างกายมนุษย์ตัดตามขวางในผู้ใหญ่ (Adult) ย่อมเป็นไปได้อย่างสูง ทั้งนี้ รวมถึงการนำเทคนิคและรูปแบบที่จะได้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม และสัมพันธ์กับเนื้อหาการเรียนการสอนในระดับอื่นๆด้วย อันจะบังเกิดประโยชน์และผลดีต่อวงการศึกษาทั้งภายในคณะแพทยศาสตร์ศิริราช พยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล และสถาบันการศึกษาอื่นๆโดยส่วนรวมต่อไป

Copyright by Mahidol University

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

การศึกษาวิจัยโครงการนี้ เป็นการสร้างสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy เพื่อมุ่งพัฒนารูปแบบและการใช้ให้เหมาะสม โดยมีประเด็น ดังนี้

1. สร้างสื่อหุ่นจำลองร่างกายมนุษย์ตัดตามระนาบขวาง (Transverse) จากตัวอย่างของจริง แล้วหล่อด้วยพลาสติก (Polyester resin) เพื่อใช้ประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy

2. ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้ใช้สื่อประกอบการสอน จากคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่มีต่อประสิทธิภาพของหุ่นจำลองที่สร้างขึ้นโดยเปรียบเทียบกับภาพถ่าย

สมมุติฐาน

อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ผู้ใช้สื่อประกอบการสอนมีความคิดเห็นว่า การเรียนวิชา Topographic Anatomy นั้น หุ่นจำลองจะเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าภาพถ่าย

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยโครงการนี้ จะกำหนดรูปแบบและคุณสมบัติของหุ่นจำลองที่ถอดแบบมาจากร่างกายมนุษย์โดยทดลองสร้างจาก Specimens ทารกในครรภ์ (Fetus) อายุ 7 เดือน ตัดตามระนาบขวาง (Transverse) จำนวน 20 ชิ้น แต่ละชิ้นมีความหนา 1.2 ซม. แล้วหล่อแบบเป็นพลาสติก (Polyester resin) พร้อมทั้งลงสีประกอบให้ดูคล้าย Specimens ของจริงที่ยังสด เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับสื่อที่มีเนื้อหาเดียวกัน คือภาพถ่าย (Photograph) ขนาด 10x15 cm. ประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy โดยศึกษาความคิดเห็นของ อาจารย์ผู้ใช้สื่อประกอบในการสอนที่มีต่อสื่อทั้งสอง ชนิด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

เมื่อผลิตหุ่นจำลองเพื่อประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy ผลที่ได้น่าจะมีดังนี้

1. ได้สื่อที่มีโครงสร้าง สัดส่วน ขนาด สี และรายละเอียดใกล้เคียงของจริง ทั้งยังสามารถศึกษาได้ด้วยการสัมผัส

2. นักศึกษาสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนในรูปแบบสามมิติที่ศึกษา และเห็นได้ชัดเจนยิ่งกว่าภาพถ่าย

Copyright by Mahidol University

3. หุ่นจำลองสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่จำกัดจำนวน และใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนทดแทน Specimens ที่ค่อนข้างหายากได้อย่างคล่องตัวและมีประสิทธิภาพ

4. สามารถนำหุ่นจำลองไปประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ทางสรีระวิทยาในสาขาวิชาอื่นๆ ตลอดจนเป็นตัวอย่างแสดงในพิพิธภัณฑ์ เพื่อการเรียนรู้ของนักศึกษาและประชาชนทั่วไป

นิยามตัวแปร

1. หุ่นจำลอง หมายถึง วัสดุสามมิติตัวแทนของจริงที่หาได้ยาก หรือไม่อาจนำมาเสนอได้ เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนหรือเพื่อแสดงในพิพิธภัณฑ์ ในที่นี้กล่าวเฉพาะหุ่นจำลองที่ถอดแบบมาจาก Specimens ทารกในครรภ์ (Fetus) อายุ 7 เดือน แล้วหล่อด้วย Polyester resin พร้อมทั้งลงสีประกอบให้ดูเหมือน Specimens ที่ยังสด

2. ภาพถ่าย หมายถึง ภาพถ่าย Specimens ที่ใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนแทนของจริงที่หาได้ยาก ในที่นี้จะใช้เป็นสื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับหุ่นจำลองในข้อ 1

3. Specimen หมายถึง ตัวอย่างชิ้นเนื้อ หรือชิ้นส่วนอวัยวะที่เตรียมไว้สำหรับการเรียนการสอนหรือแสดงในพิพิธภัณฑ์ อาจเก็บรักษาให้คงสภาพเดิมด้วยการดองน้ำยา Formalin ซึ่งสีจะเปลี่ยนไป ในที่นี้คือตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ใช้เป็นต้นแบบของหุ่นจำลองในข้อ 1 และภาพถ่ายในข้อ 2

4. Polyester หมายถึง สารสังเคราะห์ในรูปของผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ ทนความร้อนได้ระหว่าง 250° - 350° F มีคุณสมบัติในการรับแรงดึง แรงอัด และแรงบิดงอได้ดี นิยมนำมาหล่อเป็นงานหุ่นจำลองโดยทั่วไป

5. อาจารย์ หมายถึง อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ซึ่งเป็นผู้ที่มีความสามารถในการใช้สื่อชนิดต่างๆ ประกอบการสอน

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยเพื่อนำมาอ้างอิงประกอบการสร้างสื่อในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดหัวข้อที่จะนำไปสู่ความเข้าใจ ดังนี้

1. ความหมายของสื่อการเรียนการสอน
2. คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน
3. ประเภทของสื่อการเรียนการสอน
4. วัสดุสามมิติ
5. ประเภทของหุ่นจำลอง
6. หุ่นจำลองทางการแพทย์
7. บทบาทของสื่อหุ่นจำลองกับการเรียนการสอนวิชา Topographic Anatomy

<u>ความหมายของสื่อการเรียนการสอน</u>

สื่อ หมายถึงตัวกลางหรือพาหนะที่ให้สิ่งหนึ่งเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายปลายทาง สื่อเป็นตัวเชื่อมระหว่างจุดหมายปลายทางทั้งสองข้าง (ภุชงค์ อังคปรีชาเศรษฐ์ 2527: 29)

สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้การเรียนการสอนนั้น เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เป็นอย่างดี (วาสนา ชาวหา 2525:15)

เปรื่อง กุมุท (2519:1) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึงสิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับทำให้การสอนของผู้สอนถึงผู้เรียน และทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี ส่วนบราวน์ (Brown, James W, and others, 1973:2) ได้กล่าวว่า สื่อการสอนได้แก่จำพวกอุปกรณ์ทั้งหลายที่สามารถช่วยเสนอ ความรู้ให้แก่ผู้เรียน จนเกิดผลการเรียนที่ดี ทั้งนี้มีความหมายรวมถึงกิจกรรมต่างๆ ที่ไม่เฉพาะแต่สิ่งที่เป็นวัตถุหรือเครื่องมือเท่านั้น เช่น การศึกษานอกสถานที่ การแสดงบทบาท นาฏการ การสาธิต การทดลอง ตลอดจนการสัมภาษณ์และการสำรวจ เป็นต้น

การเรียนการสอน มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาจากเดิมไปอย่างมาก ผู้สอนซึ่งเคยทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียน โดยวิธีการบรรยาย ใช้ตำราเรียนและกระดานชอล์คเป็นเครื่องมือ โดยมีผู้เรียนเป็นผู้ฟังและจดจำเนื้อหาที่ผู้สอนถ่ายทอดด้วยวิธีซ้ำซากนั้น ปัจจุบันบทบาทของผู้สอนได้ถูกเปลี่ยนจากผู้บรรยายมาเป็นผู้กระตุ้นผู้เรียนให้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

ด้วยตนเอง เป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม ตลอดจนการจัดระบบการเรียน การสอน ทั้งนี้ โดยอาศัยสื่อหรือโสตทัศนวัสดุ เป็นตัวกลางที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนทั้งด้านการพัฒนาความรู้ ความคิด ทักษะ และทัศนคติ

สื่อการเรียนการสอนนั้น มาจากคำว่า สื่อ (Media) ซึ่งหมายถึงตัวกลางและการเรียนการสอน (Instruction) อันหมายถึงกระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและทัศนคติระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เมื่อนำมารวมกันแล้ว จึงหมายถึงตัวกลางที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สอนและผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่ถ่ายทอดซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดผลดีตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน (นิพนธ์ ศุขปรีดี 2528:8)

ฮาสและแพคเกอร์ (Kenneth B. Haas, and Harry Q Packer 1955:18) ให้ความหมายของสื่อหรืออุปกรณ์การสอนว่า เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดสิ่งต่างๆ ที่เป็นจริง ให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ มีทัศนคติและความซาบซึ้งในบทเรียนนั้นๆ

อิริคสัน (Carlton W.H. Erickson, 1971:132) ให้ความหมาย ของคำว่าสื่อ คือ คำที่ใช้เรียกอุปกรณ์การสอนทั่วๆ ไป ที่ใช้ช่วยในการถ่ายทอดความหมายโดยมิต้องอาศัยคำพูด หรือภาษาใดๆ

จากคำนิยามดังกล่าว จะเห็นได้ว่า โสตทัศนศึกษา สื่อ, หรืออุปกรณ์การสอน มีความหมายที่ครอบคลุมถึงการเลือกการผลิตวัสดุในการเรียนการสอน การควบคุมโสตทัศนวัสดุการเรียนการสอน และการใช้โสตทัศนวัสดุในขบวนการเรียนการสอนนั่นเอง ในปัจจุบันมีคำใหม่ที่เกี่ยวข้องกับโสตทัศนศึกษา อีกคำหนึ่งคือ "เทคโนโลยีการศึกษา" (Education technology) ซึ่งมีความหมายในลักษณะเดียวกัน แต่เทคโนโลยีการศึกษา เป็นการขยายแนวคิดของโสตทัศนศึกษาให้กว้างออกไป โดยไม่ได้จำกัดอยู่แต่การเลือกและใช้วัสดุอุปกรณ์เท่านั้น แต่รวมไปถึงการนำวิธีการ เทคนิคใหม่ๆ มาใช้เพื่อให้ได้ผลตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา ด้วยโดยมีเป้าหมายเพื่อขยายแหล่งทรัพยากรในการเรียนรู้ให้กว้างขึ้น เป็นการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล และใช้วิธีวิเคราะห์ระบบในขบวนการเรียนการสอน (นิพนธ์ ศุขปรีดี 2528:9)

<u>คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน</u>

นักศึกษาต่างยอมรับกันว่า ประสบการณ์เป็นพื้นฐานแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่โดยตรงของผู้สอนที่จะต้องจัดประสบการณ์ให้กับผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นในลักษณะโดยทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม และการจัดประสบการณ์ดังกล่าว จะได้ผลดีจะต้องมีการใช้โสตทัศนวัสดุ หรือสื่อการเรียนการสอนด้วย (นิพนธ์ ศุขปรีดี 2528:19)

เกี่ยวกับคุณค่าบางประการที่ได้จากการใช้โสตทัศนวัสดุ หรือสื่อประกอบการเรียนการสอนนั้น คินเดอร์ (James S. Kinder 1959:42-45) มีความเห็นว่า

Copyright by Mahidol University

1. สื่อการเรียนการสอนสามารถเอาชนะข้อจำกัดเรื่องความแตกต่างกันของประสบการณ์ดั้งเดิมของผู้เรียน คือเมื่อใช้สื่อแล้ว จะช่วยให้ผู้เรียนซึ่งมีประสบการณ์เดิมต่างกัน เข้าใจได้ใกล้เคียงกัน
2. ขจัดปัญหาเกี่ยวกับเรื่องสถานที่ ประสบการณ์ตรงบางอย่าง หรือการเรียนรู้
3. ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากสิ่งแวดล้อมและสังคม
4. สื่อการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดเป็นอย่างเดียวกัน
5. ทำให้ผู้เรียนมีมโนภาพเริ่มแรกอย่างถูกต้องและสมบูรณ์
6. ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและต้องการเรียนในเรื่องต่างๆ มากขึ้น เช่น การอ่าน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทัศนคติ การแก้ปัญหา ความซาบซึ้งในคุณค่าและจินตนาการ
7. เป็นการสร้างแรงจูงใจและเร้าความสนใจ
8. ช่วยให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์จากรูปธรรมสู่นามธรรม

เดล (Edgar Dale 1961:65-71) ได้สรุปคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดพื้นฐานที่เป็นรูปธรรมในการสร้างความคิดรวบยอด
2. สร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างสูง
3. ทำให้การเรียนมีความคงทนถาวร
4. ให้ประสบการณ์ที่เป็นจริง ซึ่งจะนำไปสู่การกระตุ้นให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรม
5. พัฒนาต่อเนื่องของความคิด
6. ช่วยในการพัฒนาความหมายของศัพท์ต่างๆ
7. ให้ประสบการณ์ ซึ่งไม่สามารถรับได้โดยวิธีอื่นๆ จึงช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และช่วยให้วิธีการเรียนการสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย

จะเห็นได้ว่า สื่อการเรียนการสอนนั้น เป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดแนวความคิด ข้อเท็จจริง ทักษะ ทัศนคติ และความซาบซึ้งให้เห็นคุณค่าในเนื้อหาที่สอน ซึ่งเป็นรากฐานให้เกิดความเข้าใจและความจำอย่างถาวร เป็นอย่างดี

คิฟเฟอร์ (Robert E de Kieffer, 1966:6) ได้กล่าวว่ามีการวิจัยหลายเรื่องที่จะหาประสิทธิภาพของการใช้สื่อการสอนในการเรียนการสอน และการเรียนรู้ผลของการศึกษา แสดงถึงคุณค่าที่ได้รับจากการใช้สื่อการสอนในการสอนดังนี้

1. กระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียน และเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้
2. ให้ความเข้าใจที่เป็นรูปธรรม
3. จัดการเรียนรู้ที่เป็นพัฒนาการ และทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร
4. จัดประสบการณ์ที่ได้มีส่วนช่วยในการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและแตกต่างกัน
5. ช่วยให้มีความเข้าใจมากขึ้น

Copyright by Mahidol University

6. ให้ประสบการณ์จริง ซึ่งจะกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมในส่วนของผู้เรียน
7. จูงใจผู้เรียนให้สืบสวนค้นคว้าโดยการอ่าน

ส่วน อีริกสัน (Carlton W.H. Erickson 1971:108-9) มีความเห็นว่า สื่อการสอนนับวันจะมีความสำคัญเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนผู้เรียนเพิ่มมากขึ้นทุกปี ถ้าครูยังสอนโดยใช้วิธีบอกเล่าแบบเก่า จะไม่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาได้มากขึ้น อีริกสันได้กล่าวถึงบทบาทของสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. สื่อการสอนจะช่วยจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนมากขึ้น
2. สื่อการสอนจะช่วยให้ผู้สอนหาแหล่งเนื้อหาวิชาที่มีความหมาย
3. สื่อการสอนจะช่วยให้ผู้สอนมีการแนะนำและควบคุมผู้เรียนให้มีปฏิกิริยาตอบสนอง ในทางที่พึงปรารถนากับสิ่งเร้าของสภาพการเรียนรู้
4. สื่อการสอนจะช่วยให้ผู้สอน จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่แตกต่างกันออกไป
5. สื่อการสอนจะช่วยให้ผู้สอน สอนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์
6. สื่อการสอนจะช่วยให้ผู้สอน สอนเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
7. สื่อการสอนจะช่วยเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้สอน สอนได้รวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

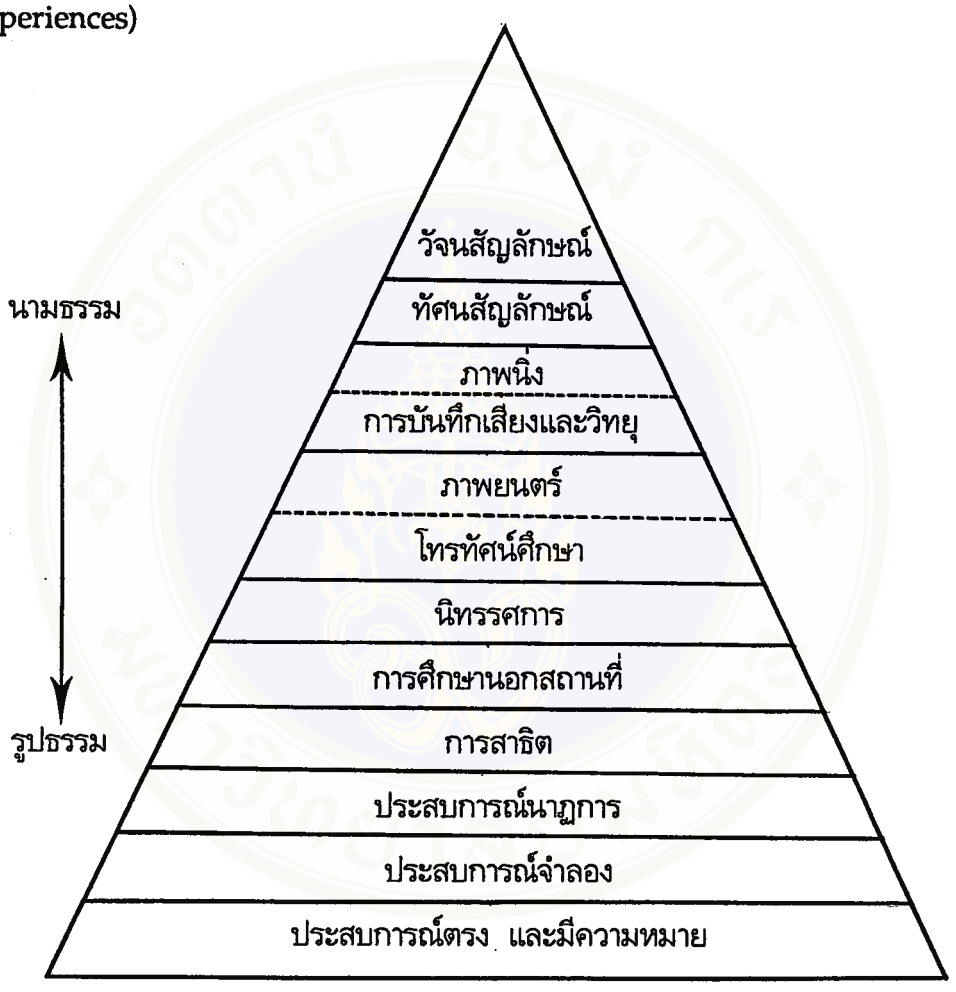
เปรื่อง กุมุท (2519:4) ได้สรุปผลการวิจัย สื่อการเรียนการสอนชนิดต่างๆ โดยมิได้จำกัดเฉพาะชนิดใดชนิดหนึ่งว่ามีคุณค่าต่อการเรียนการสอนดังนี้

1. ช่วยให้คุณภาพการเรียนรู้ดีขึ้น เพราะมีความจริงจังและมีความหมายชัดเจนต่อผู้เรียน
2. ช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ในปริมาณมากขึ้น ในเวลาที่กำหนดไว้จำนวนหนึ่ง
3. ช่วยให้ผู้เรียนสนใจ และมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในกระบวนการเรียนการสอน
4. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำ ประทับความรู้สึกและทำอะไรเป็นเร็วและดีขึ้น
5. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. ช่วยให้สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนได้ลำบาก โดยการช่วยแก้ปัญหาหรือข้อจำกัดต่างๆ ได้ดังนี้
    - 6.1 ทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น
    - 6.2 ทำนามธรรมให้เป็นรูปธรรมขึ้น
    - 6.3 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็ว ให้ดูช้าลง
    - 6.4 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงช้า ให้ดูเร็วขึ้น
    - 6.5 ทำสิ่งที่ใหญ่มาก ให้ย่อขนาดลง
    - 6.6 ทำสิ่งที่เล็กมาก ให้ขยายขนาดขึ้น
    - 6.7 นำอดีตมาให้ศึกษาได้
    - 6.8 ทำสิ่งที่อยู่ไกลหรือลี้ลับมาศึกษาได้
7. ช่วยให้ผู้เรียน เรียนสำเร็จง่ายขึ้น

Copyright by Mahidol University

ประเภทของสื่อการเรียนการสอน

เดล (Edgar, Dale 1961:43) ได้จำแนกประสบการณ์ทางการศึกษา ออกเป็น 10 ขั้น โดยเรียงลำดับจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่สุด ไปสู่ประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมที่สุด (Abstract Concrete Continuum) ซึ่งเรียกว่า "กรวยประสบการณ์" (Cone of Experiences)



ภาพประกอบที่ 1 แสดงกรวยประสบการณ์ของเอดการ์ เดล

ที่มา : Edgar, Dale. Audio Visual Method in Technique. 1969:105.

จากกรวยประสบการณ์นี้เราจะเห็นได้ว่า ประสบการณ์จำลองเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ที่ใกล้เคียงประสบการณ์ตรง สื่อการสอนที่ให้ประสบการณ์จำลอง ได้แก่หุ่นจำลองและของเลียนแบบที่มีความคล้ายคลึงของจริงมากที่สุด

Copyright by Mahidol University

การเรียงประสบการณ์ 10 ขั้นนี้ เริ่มจากฐานของกรวยขึ้นไปยังยอดกรวย ดังนี้

1. ประสบการณ์จริงที่ตรงกับความมุ่งหมาย (Direct Purposeful Experiences) เป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับโดยตรงจากของจริง (Object) ของตัวอย่าง (Specimen) หรือสถานการณ์จริง ซึ่งอาจจะได้รับจากการเห็น การจับต้อง การกระทำการชิม หรือการดมกลิ่น เป็นต้น เป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนสามารถรับรู้และเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม ได้เข้าไปอยู่ในสถานการณ์จริง และได้สัมผัสด้วยตนเองจากประสาทสัมผัสทั้งห้า

2. ประสบการณ์จริงจำลอง (Contrived Experiences) เป็นประสบการณ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงของจริง หรือสถานการณ์จริงมากที่สุด เพราะในชีวิตคนเรา ไม่สามารถจะเรียนรู้ จากประสบการณ์ตรงได้ทุกสิ่งทุกอย่าง บางครั้งของจริงหรือประสบการณ์ตรงนั้น ไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้จริงหรืออาจเป็นอันตรายเกินกว่าที่จะเรียนรู้ได้ อาจจะยุ่งยากสลับซับซ้อน มีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป ทำให้ไม่สามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงได้ จึงจำต้องจำลองหรือเลียนแบบ ให้มีลักษณะที่ใกล้เคียงหรือเหมือนจริงที่สุด เพื่อความสะดวก ปลอดภัย และง่ายต่อความเข้าใจและสะดวกในการนำมาใช้เพื่อการศึกษา เช่น หุ่นจำลอง (Model) สถานการณ์จำลองหรือตู้อันตรทัศน์ (Diorama) เป็นต้น

3. ประสบการณ์นาฏการ (Dramatized Experiences) เป็นการจำลองสถานการณ์อย่างหนึ่ง แต่ไม่คำนึงถึงความเหมือนหรือใกล้เคียงกับประสบการณ์จริงเท่ากับประสบการณ์จำลอง ซึ่งบางครั้งประสบการณ์จริงที่ผ่านพ้นเป็นอดีตไปแล้ว หรือประสบการณ์จริงที่มีความเป็นนามธรรมมากเกินไป และไม่สามารถจัดเป็นประสบการณ์จำลองได้ หรือถ้าทำได้ก็ไม่สามารถสร้างความรู้สึกประทับใจ สะเทือนอารมณ์ หรือกล่อมเกลา เปลี่ยนแปลงทัศนคติของผู้เรียนได้ ดังนั้น จึงต้องอาศัยการจัดประสบการณ์นาฏการแทนประสบการณ์จริงนั้น

4. การสาธิต (Demonstrations) คือการกระทำหรือแสดงให้ดูเป็นแบบอย่างประกอบการอธิบายหรือบรรยาย กระบวนการของการกระทำนั้นๆ อย่างมีขั้นตอนต่อเนื่องกันไปเป็นลำดับ เพื่อฝึกผู้เรียนให้มีการสังเกตและสามารถปฏิบัติตามได้ทันที

5. การศึกษานอกสถานที่หรือทัศนศึกษา (Field Trips) เป็นประสบการณ์เรียนรู้ ที่ได้จากแหล่งความรู้ภายนอกห้องเรียน ทั้งระยะใกล้และระยะไกล เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ การปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่ได้สัมผัสจากการท่องเที่ยวหรือทัศนศึกษา ตลอดจนการอยู่ร่วมกันอย่างสันติสุข ได้ช่วยเหลือเอื้อเฟื้อซึ่งกันและกัน อันจะก่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดี และยังเป็นการเพิ่มพูนความรู้ของผู้เรียนให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

6. นิทรรศการ (Exhibition) คือการจัดแสดงสิ่งต่างๆ เพื่อให้ความรู้แก่ผู้ดู บางครั้งอาจใช้หุ่นจำลองที่ทำงานได้มาแสดงเท่านั้น บางครั้งอาจมีรูปภาพชุดต่างๆ ที่ใช้กับหุ่นจำลอง แผนภูมิหรือภาพโฆษณา นับเป็นประสบการณ์ที่ผู้ชมสามารถสัมผัสได้หลายๆ ด้าน มา

Copyright © by Mahidol University

ใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสม เพื่อเสนอความรู้ในเรื่องราวต่างๆ หรือแสดงกระบวนการทำงาน โดยใช้สื่อและเทคนิควิธีการหลายรูปแบบ ซึ่งจะสร้างความประทับใจ ความเข้าใจ และชักชวนให้ผู้ชมได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง

7. โทรทัศน์และภาพยนต์ (Television and Motion Picture) เป็นประสบการณ์ที่ให้ทั้งภาพเคลื่อนไหว และมีเสียงประกอบสามารถดึงดูดผู้ชมได้ดีเป็นจริงเป็นจัง น่าเชื่อถือและสามารถนำประสบการณ์ที่เป็นอดีตหรืออยู่ห่างไกลมาเรียนรู้ได้ นอกจากนั้นยังสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ปกติวิสัยของมนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น สิ่งที่เล็กเกินไปหรือใหญ่เกินไป สิ่งที่เคลื่อนไหวช้าหรือเร็วมาก เป็นต้น โดยอาศัยเทคนิคการถ่ายทำต่างๆ และยังสามารถเผยแพร่ความรู้ไปสู่ผู้ชมเป็นจำนวนมากๆ ด้วย แต่โทรทัศน์สามารถนำเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในขณะนั้นมาให้ชมได้ในเวลาเดียวกับที่เหตุการณ์นั้นยังดำเนินอยู่ ซึ่งเราเรียกว่า "ถ่ายทอดสด" หรือ "ถ่ายทอดโดยตรง" ในขณะที่ภาพยนต์ไม่สามารถทำได้ ซึ่งต้องผ่านกระบวนการล้างและตัดต่อฟิล์มก่อน จึงจะนำมาฉายดูได้ เหตุการณ์ที่บันทึกเป็นภาพยนต์ จึงเป็นอดีตไปแล้ว โทรทัศน์จึงมีความเป็นรูปธรรมมากกว่าภาพยนต์ แต่อย่างไรก็ตามทั้งภาพยนต์และโทรทัศน์ก็ยังจัดอยู่ในขั้นเดียวกัน คือสามารถได้ทั้งภาพและเสียง

8. ภาพนิ่ง วิทยุ และการบันทึกเสียง (Still Picture, Radio and Recording) เป็นประสบการณ์ที่สามารถสัมผัสได้เพียงด้านเดียว เช่น ภาพนิ่ง สัมผัสได้ด้วยการเห็นหรือมองดูเท่านั้น ส่วนวิทยุและการบันทึกเสียงสามารถสัมผัสได้ด้วยการฟังเสียง เพียงด้านเดียวเท่านั้น แต่การบันทึกเสียงสามารถนำมาฟังได้หลายครั้ง ในขณะที่วิทยุให้ข่าวสารหรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ดังนั้น ภาพนิ่ง วิทยุ หรือ การบันทึกเสียง จึงจัดเป็นประสบการณ์ในขั้นเดียวกัน เพราะสามารถเรียนรู้ได้โดยการสัมผัสเพียงด้านเดียว แต่ได้เปรียบเสียเปรียบกันคนละด้าน

9. ทัศนสัญลักษณ์ (Visual Symbols) เป็นสัญลักษณ์ที่สามารถรับรู้ได้ด้วยการมองหรือสัมผัสได้ด้วยตา อาจจะเป็นตัวอักษร สัญลักษณ์ทางภาพ โครงร่างง่ายๆ ตลอดจนภาพหรือเครื่องหมายต่างๆ ได้แก่ แผนภูมิ แผนสถิติ แผนที่ เป็นต้น

10. วจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbols) เป็นสัญลักษณ์ทางภาษา หมายถึงภาษาพูดและภาษาเขียน การใช้วจนสัญลักษณ์ จะต้องอาศัยการตีความหมายและการใช้ภาษาที่ง่ายต่อความเข้าใจ จึงจะได้ผลตามเจตนาอุปกรณ์การสอนประเภทนี้ ได้แก่ ตัวหนังสือ ตัวอักษร หรือคำพูด เป็นต้น

จากกรวยประสบการณ์ของเอดการ์ เดล ที่เรียงลำดับ จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่ประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมนั้น ถ้าเราพิจารณาให้ดี จะพบว่าประสบการณ์บางอย่างผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า แต่บางประสบการณ์ก็เรียนรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสบางด้านร่วมกัน ไปจนถึงการเรียนรู้เพียงการสัมผัสด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า คนเราสามารถรับรู้จากประสบการณ์ต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากสิ่งที่เป็น

Copyright by Mahidol University

รูปธรรมและนามธรรม โดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้งห้า คือประสาทตารับรู้ได้โดยการมอง ประมาณ 75% ประสาทหูรับรู้ได้ด้วยการฟัง ประมาณ 13% ประสาทผิวหนังหรือทางกาย สามารถรับรู้ได้โดยการจับต้องลูบคลำ ประมาณ 6% ประสาทจมูกรับรู้ได้โดยการดมกลิ่น ประมาณ 3% และประสาทลิ้นสามารถรับรู้ได้โดยการลิ้มรส ประมาณ 3% (วาสนา ชาวหา 2533:11)

การจำแนกประเภทของสื่อการเรียนการสอน อาจกระทำได้หลายลักษณะขึ้นอยู่ว่าจะใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภท

เกอร์ลาดช์และคนอื่นๆ (Vernon S Gerlach and Others, 1971:247-249) ได้แบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 6 ประเภทดังนี้

1. ภาพนิ่ง ได้แก่ รูปภาพจากตำราเรียน วัสดุจัดป้ายนิเทศ สไลด์ ฟิล์มสตริป แผ่นภาพโปร่งใส ภาพนิ่งซึ่งเป็นภาพถ่ายหรือถ่ายซ้ำๆ จากของจริงหรือเหตุการณ์ซึ่งอาจใหญ่กว่าหรือเล็กกว่าวัตถุจริงๆ ทั้งภาพสีหรือขาว-ดำ

2. การบันทึกเสียง ได้แก่ การบันทึกเสียงบนเทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง หรือบนแถบเสียงของภาพยนต์ ซึ่งเสียงเหล่านี้ จะแสดงถึงการกระทำเหตุการณ์หรือเสียงประกอบ

3. ภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ ฟิล์มภาพยนต์ และเทปโทรทัศน์

4. โทรทัศน์ สื่อประเภทนี้รวมระบบอิเลคโทรนิค ภาพและเสียงทุกชนิด ซึ่งจะปรากฏสัญญาณภาพที่หลอด (เครื่องรับโทรทัศน์) แม้จะมีแหล่งของภาพอยู่ที่ห้องส่งหรือจากเทปโทรทัศน์หรือฟิล์มภาพยนต์ก็ตาม แต่สัญญาณต่างๆ จะแสดงให้เห็นโดยเครื่องรับโทรทัศน์

5. บทเรียนสำเร็จรูปและคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. ของจริง สถานการณ์จำลองและหุ่นจำลอง ได้แก่ บุคลากร เหตุการณ์ วัตถุ และการสาธิต ซึ่งแตกต่างกับสื่ออื่นๆ ตลอดจนการศึกษานอกสถานที่

ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด สามารถเรียนรู้ได้ถูกต้อง ลึกซึ้ง และประทับใจนานที่สุด มีผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน นั่นคือ ประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์จริงที่ตรงกับจุดมุ่งหมายหรือเจตนา (Direct Purposeful Experiences) เป็นการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสหลายๆ ด้าน ด้วยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ วิธีหนึ่งที่ให้ผลดีที่สุด คือการเรียนรู้จาก "วัสดุสามมิติ" หรือ "วัสดุมีทรง" ผู้เรียนสามารถสัมผัสได้ด้วยการมอง การจับต้องลูบคลำ การฟังและบางครั้งก็อาจจะเรียนรู้ได้โดยการดมและการชิม (วาสนา ชาวหา 2533:22) หากผู้สอนรู้จักเลือกและใช้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาเฉพาะอย่าง นอกจากจะให้ประสบการณ์ที่เป็นจริงหรือใกล้เคียงแล้ว ยังช่วยเร้าความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย จากที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่า หุ่นจำลองเป็นสื่อการเรียนการสอนที่

Copyright by Mahidol University

มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากสื่ออื่นๆ คือเป็นวัสดุสามมิติประเภทหนึ่ง ดังนั้นก่อนที่จะกล่าวถึงประเภทของหุ่นจำลองชนิดต่างๆ นั้น ผู้วิจัยจึงขออธิบายถึงรายละเอียดของวัสดุสามมิติที่มีความเกี่ยวพันกับหุ่นจำลอง ดังต่อไปนี้

<u>วัสดุสามมิติ</u> (Three Dimensional Materials)

ความหมายและประเภทของวัสดุสามมิติ

วัสดุสามมิติ หมายถึงสิ่งที่มีส่วนกว้าง ส่วนยาวและส่วนสูงหรือความหนา สามารถสัมผัสได้หลายด้าน โดยเฉพาะการจับต้องลูบคลำ วัสดุสามมิติหรือวัสดุมีทรง จำแนกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ของจริงหรือของแท้ ที่ไม่แปรเปลี่ยน (Unmodified Real Thing) หมายถึง วัสดุสามมิติที่อยู่ในสภาพความเป็นจริง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือแปรเปลี่ยนไปจากสภาพเดิม มีทั้งสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ผลิตขึ้นมา เช่น ดอกไม้ แมลง เครื่องมือในการประกอบอาชีพ เป็นต้น

2. ของจริงที่แปรเปลี่ยน (Modified Real Thing) หมายถึง ของจริงที่ได้รับการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงบางส่วนให้เหมาะสมและสะดวกต่อการนำมาใช้ในการเรียนการสอน เช่น สัตว์สตัฟฟ์ เครื่องยนต์ผ่าซีก เป็นต้น

3. ของตัวอย่าง (Specimen) เป็นเพียงส่วนหนึ่งของๆ จริง แต่สามารถเป็นตัวแทนของจริงได้เป็นอย่างดี เช่น ตัวอย่างแร่ ตัวอย่างน้ำในแหล่งต่างๆ ชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตที่ดองด้วยน้ำยา เป็นต้น

4. ของจำลองหรือหุ่นจำลอง (Model) หมายถึงวัสดุสามมิติที่ผลิตขึ้นมาใช้แทนของจริง เนื่องจากในบางครั้งผู้สอนไม่สามารถนำของจริงหรือของตัวอย่างมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนได้ เพราะข้อจำกัดต่างๆ ดังนี้

- ของจริงหรือของตัวอย่างนั้นหาได้ยากหรือแพงเกินไป
- มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่เกินไป
- ละเอียดอ่อนเกินไปในการจับต้อง
- ยุ่งยากซับซ้อนเกินกว่าความเข้าใจของผู้เรียน
- อันตรายเกินกว่าที่จะเสี่ยงนำมาใช้
- เมื่อนำออกจากที่เป็นอยู่เดิมตามธรรมชาติแล้ว อาจผิดเพี้ยนจากความเป็นจริง
- ของจริงบางอย่างมีลักษณะเป็นนามธรรม จนเกินกว่าจะนำเอามาสอนได้

Copyright by Mahidol University

ดังนั้น จึงต้องนำของจำลองหรือหุ่นจำลองมาใช้แทนของจริงเพราะบางครั้งหุ่นจำลองสามารถเสนอความรู้หรือเรื่องราวให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายและสะดวกกว่าของจริง เนื่องจากหุ่น-จำลองบางชนิดสามารถแสดงส่วนต่างๆ หรือโครงสร้างภายในได้ในขณะที่ของจริงไม่สามารถแสดงได้ บางชนิดแสดงแต่ส่วนที่ใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่แสดงส่วนที่สลับซับซ้อนหรือยุ่งยาก บางชนิดขยายให้ใหญ่โต เห็นได้ชัดเจน และบางชนิดก็ย่อส่วนให้เล็กลงเพื่อสะดวกในการนำมาใช้ เป็นต้น

ประเภทของหุ่นจำลอง

การจำแนกประเภทของหุ่นจำลอง ไม่สามารถจำแนกเด็ดขาดลงไปได้ว่าเป็นประเภทนั้นๆ เพียงประเภทเดียว หุ่นจำลองบางชนิดอาจมีคุณสมบัติครอบคลุมได้หลายประเภท นิพนธ์ ศุขปรีดี (2528:49) ได้แบ่งประเภทของหุ่นจำลองโดยทั่วไปออกได้ ดังนี้

1. หุ่นทรงภายนอก (Solid Model) หุ่นแบบนี้ต้องการแสดงเพียงรูปร่าง หรือทรวดทรงภายนอกเท่านั้น เพื่อให้ได้รับความเข้าใจโดยทั่วๆ ไป รายละเอียดต่างๆ ที่ไม่จำเป็นก็ตัดทิ้งเสีย หุ่นจำลองแบบนี้ย้ำเน้นในเรื่องน้ำหนัก ขนาด สี หรือพื้นผิว ลวดลายและมาตราส่วน อาจจะใช้ผิดไปจากของจริงได้

2. หุ่นเท่าของจริง (Exact Model) มีขนาด รูปร่าง และรายละเอียดทุกอย่างเท่าของจริงทุกประการ หุ่นจำลองประเภทนี้สามารถใช้ศึกษาแทนของจริงที่หาได้ยาก ราคาแพง หรือเสียหายแตกง่าย แต่เพราะมีความจำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนได้เข้าใจรายละเอียดทุกอย่างว่าของจริงมีลักษณะ ระบบต่างๆ และรายละเอียดเป็นอย่างไร หุ่นจำลองประเภทนี้นับว่ามีบทบาทต่อการเรียนการสอนมากที่สุดแบบหนึ่ง

3. หุ่นจำลองแบบขยายหรือแบบย่อส่วน (Enlarged and Reduced Model) อาจเรียกหุ่นจำลองประเภทนี้อีกอย่างหนึ่งว่า หุ่นจำลองแบบมาตราส่วน ทั้งนี้เพราะถูกย่อให้เล็กหรือขยายให้ใหญ่ เป็นสัดส่วนกับของจริงทุกส่วน เพื่อความเหมาะสมและสะดวกในการนำมาศึกษา

4. หุ่นจำลองแบบผ่าซีก (Cut-away Model) เพื่อแสดงโครงสร้างหรือลักษณะรายละเอียดภายในโดยการตัดส่วน หรือพื้นผิวเฉพาะส่วนออกให้เห็นว่าส่วนต่างๆ ประกอบและสัมพันธ์ต่อเนื่องกันอย่างไร ซึ่งของจริงไม่สามารถแสดงได้

5. หุ่นจำลองแบบแยกส่วน (Build-up Model) หุ่นจำลองแบบนี้แสดงให้เห็นส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของสิ่งนั้น ทั้งภายนอกและภายในอย่างเกี่ยวเนื่องกันเป็นระบบ ซึ่งสามารถถอดออกและประกอบเข้าในลักษณะเดิมได้ ทำให้เข้าใจถึงหน้าที่และความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ

Copyright by Mahidol University

6. หุ่นจำลองแบบทำงานได้ (Working Model) สามารถเคลื่อนไหว เคลื่อนที่ หรือแสดงให้เห็นการทำงานได้เหมือนของจริง หุ่นจำลองประเภทนี้ มีประโยชน์ในการสาธิตการทำงานหรือหน้าที่ของสิ่งนั้นๆ

7. หุ่นจำลองชนิดเลียนแบบของจริง (Mock-up Model) หุ่นจำลองแบบนี้แสดงสภาพที่เป็นจริง แต่จัดวางองค์ประกอบของส่วนต่างๆ เสียใหม่ เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการเรียนรู้ ส่วนมากใช้เป็นประโยชน์ในการแสดงขบวนการต่าง ๆ เช่น การสาธิตแผงวงจรทางอิเลคทรอนิกส์ เป็นต้น

ในการนำวัสดุสามมิติมาใช้ในการเรียนการสอน นอกจากจะนำมาใช้แต่ละชนิด โดยคำนึงถึงความเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมต่างๆ ในกระบวนการเรียนการสอนแล้ว บางครั้งอาจนำวัสดุสามมิติเหล่านี้มาจัดเป็นเหตุการณ์ สถานการณ์หรือสภาพการณ์ เป็นการจำลองสภาพการณ์จริง โดยบรรจุไว้ในตู้หรือกล่องที่มีกระจกหรือแผ่นพลาสติกใสล้อมรอบหรือแสดงด้านใดด้านหนึ่งให้เห็นชัดเจน ก็จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้จากสถานการณ์จำลองที่น่าสนใจ มีชีวิตชีวาและเป็นจริงเป็นจังเกิดความประทับใจ ตู้หรือกล่องที่จำลองจากสถานการณ์นี้เรียกว่า ตู้อันตรทัศน์ (Diorama) สามารถนำไปใช้แสดงในงานนิทรรศการได้ (วาสนา ชาวหา 2533:24)

วัสดุสามมิติ หรือหุ่นจำลองชนิดหนึ่งชนิดใด จะมีลักษณะเฉพาะเพื่อแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่ผู้สอน จะต้องพิจารณานำมาใช้เป็นสื่อการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังเช่นการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยการสัมผัสด้วยตนเอง หรือเรียนรู้จากการสัมผัสแหล่งความรู้แรก มิใช่แหล่งความรู้รอง เพราะจะทำให้สามารถเรียนรู้ได้ถูกต้อง ทั้งขนาด รูปร่าง รายละเอียด สีสัน ก็อาจต้องใช้สื่อการสอนที่เป็น "ของจริง" แต่ในกรณีที่ไม่สามารถหาของจริงได้ครบทุกส่วนหรืออาจจะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ก็คงต้องอาศัย "ของตัวอย่าง" ซึ่งเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของๆ จริง มาใช้ทดแทน ซึ่งในกรณีนี้ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับขนาด รูปร่าง หรือสีสันที่แท้จริงได้ และถ้าสื่อการสอนประเภทของจริง มีข้อจำกัดในการนำมาใช้ เช่น มีขนาดใหญ่หรือเล็กจนเกินไป สลับซับซ้อนและยุ่งยากเกินไป ฯลฯ ก็คงต้องพิจารณานำ "หุ่นจำลอง" มาใช้ จึงจะทำให้ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

เกี่ยวกับการนำสื่อหุ่นจำลอง เข้ามามีบทบาทกับการเรียนการสอนนั้น จากหลักฐานเอกสาร การวิจัยภายในประเทศ ได้อ้างอิงถึงการสอนโดยใช้สื่อหุ่นจำลองประกอบและได้ผลการเรียนรู้เป็นที่น่าพอใจ ดังนี้

มั่นใจ จรัสรุ่งวีรวร (2516:45-47) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ โดยใช้หุ่นจำลองและแผนภูมิอธิบายในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับ

Copyright by Mahidol University

ชั้นประถมปลาย จำนวน 111 คน พบว่านักเรียนกลุ่มที่สอนโดยใช้หุ่นจำลองประกอบ เรียนได้ดีกว่ากลุ่มที่สอนแบบอธิบาย โดยไม่มีอุปกรณ์ประกอบ

นอกจากนี้ มุกดา สีตลานุชิต (2531:83) ได้ศึกษาวิจัย ถึงผลของการสอน โดยใช้หุ่นจำลองประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของความจำ เรื่อง การวัดความดันเลือดดำส่วนกลางในนักศึกษาพยาบาล ที่มีระดับความสามารถต่างกัน โดยใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลปีที่ 2 หลักสูตรพยาบาลศาสตร์และผดุงครรภ์ วิทยาลัยลำปาง จำนวน 72 คน พบว่า การนำหุ่นจำลองมาประกอบการสอน ในการสาธิตและฝึกทดลองปฏิบัติ จะส่งผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ และความคงทนของความจำภาคปฏิบัติ ทั้งในนักศึกษากลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

จะเห็นได้ว่า สื่อประเภทหุ่นจำลอง โดยทั่วๆ ไปนั้น มีบทบาทและมีคุณค่ายิ่งต่อการศึกษาเกือบทุกระดับ เพราะรูปแบบและคุณสมบัติของหุ่นจำลอง จะสอดคล้องสัมพันธ์กับการเรียนการสอนในหลักสูตรที่ต้องการสื่อวัสดุสามมิติมาเป็นตัวแทนของจริงที่หาได้ยาก หรือไม่คล่องตัวต่อการนำมาใช้ เพื่อเสริมการเรียนรู้นั้นให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการศึกษาที่เน้นหนักในภาคปฏิบัติ เช่น การเรียนการสอนในสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่เกี่ยวกับกายวิภาคจากระดับพื้นฐาน ไปจนถึงในระดับสูง ซึ่งพบว่าการเรียนการสอนจากของจริงนั้นส่วนมากจะมีปัญหาในการเตรียมสื่อ เนื่องจากเนื้อหาวิชาจะมีความละเอียดซับซ้อน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนและยากแก่การจดจำ รวมทั้งข้อจำกัดในด้านจำนวนของสื่อที่มีไม่เพียงพอทั่วถึงกับปริมาณของนักศึกษา เหล่านี้ ผู้วิจัยได้พยายามศึกษา หาแนวทาง เพื่อสร้างสื่อหุ่นจำลองให้มีคุณสมบัติและคุณลักษณะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนการสอนในวิชา **Topographic Anatomy** โดยพิจารณาคัดเลือกแบบอย่างคุณสมบัติเฉพาะตัวของหุ่นจำลองแต่ละประเภท เพื่อจะเปลี่ยนความคิดจากนามธรรมให้เป็นรูปธรรมตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยได้นำรูปแบบของหุ่นจำลองขนาดเท่าของจริง (Exact Model) มาผสมผสานกับลักษณะของหุ่นจำลองแบบแยกส่วน (Build up Model) และเมื่อผ่านกระบวนการผลิตออกมาเนื้อหาที่ได้ ซึ่งเป็นลักษณะของชิ้นเนื้อที่ตัดตามระนาบขวางจะเป็นรูปแบบของหุ่นจำลองแบบผ่าซีก (Cut away Model)

หุ่นจำลองดังกล่าวนี้ จะเน้นรายละเอียดและโครงสร้างที่ถูกต้องเหมือนของจริง สามารถแสดงตำแหน่งและศึกษาความสัมพันธ์ของอวัยวะต่างๆ ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวโดยละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิต ในส่วนของการดำเนินการวิจัยต่อไป

Copyright by Mahidol University

หุ่นจำลองทางการแพทย์ (Medical Models)

ความเป็นมา

หุ่นจำลองทางการแพทย์ มีวิวัฒนาการควบคู่กันมากับความก้าวหน้าทางการแพทย์ ที่เริ่มใช้ร่างกายของมนุษย์ มาเป็นสื่อในการเรียนการสอนและการรักษา เริ่มจากประเทศที่มีความเจริญทางด้านการแพทย์ เช่น อียิปต์และกรีกโบราณ โดยมีการสร้างหุ่นเลียนแบบโครงร่างของมนุษย์ เพื่อศึกษาตำแหน่งของอวัยวะต่างๆ ต่อมาเมื่อการเรียนรู้ของแพทย์ขยายตัวขึ้น การศึกษาค้นคว้าเพื่อหาความจริงจากสาเหตุของความเจ็บป่วยก็ได้พัฒนาตามไปด้วย โดยเฉพาะในสมัยฟื้นฟูวิทยาการในกลุ่มประเทศแถบตะวันตก นักวิชาการ, ศิลปิน, นักวิทยาศาสตร์และแพทย์ได้ร่วมมือกันศึกษาค้นคว้าหาความจริงเกี่ยวกับความลี้ลับในร่างกายของมนุษย์ อย่างที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน

ในสาขาวิชาทางการแพทย์ ได้เริ่มใช้อุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอน เช่น ภาพเขียน ควบคู่ไปกับการเรียนจากศพจริง โดยในระยะแรกๆ มีการจำลองร่างกายของมนุษย์เป็นหุ่นหยาบๆ เพื่อกำหนดตำแหน่งของกล้ามเนื้อให้เห็นชัดเจน และเข้าใจง่ายสำหรับใช้เป็นพื้นฐานการเรียนการสอนของแพทย์ และพัฒนาโครงสร้างให้ละเอียดขึ้น เมื่อมีความเข้าใจในสรีระของมนุษย์มากขึ้น จนสามารถสร้างเป็นหุ่นจำลองมนุษย์เต็มตัว และใช้ประกอบการเรียนร่วมกับศพจริงที่ชำแหละให้เห็นโครงสร้างภายใน หุ่นดังกล่าวนี้ในช่วงแรกสร้างขึ้นจากปูนปลาสเตอร์ โดยการปั้นและหล่อแบบ บางชิ้นส่วนจะใช้หล่อจากศพจริง เพื่อเก็บไว้ศึกษาโครงสร้างภายนอก ต่อมาได้ปรับปรุงรูปแบบให้ดีขึ้น โดยการผสมเยื่อกระดาษให้เข้ากับปูนปลาสเตอร์ โดยใช้กาวเป็นตัวประสาน ทำให้หุ่นจำลองมีคุณภาพสูงขึ้น แต่เนื่องจากปูนปลาสเตอร์ จะให้ความรู้สึกที่แข็งกระด้างและมีอายุการใช้งานไม่ยาวนาน จึงได้มีการนำขี้ผึ้ง (Wax) เข้ามาใช้เป็นวัสดุหลัก หุ่นจำลองประเภทนี้ให้ความรู้สึกนุ่มนวลคล้ายอวัยวะจริง แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสีและแมลง ข้อเสียที่เห็นได้ชัดคือการเก็บรักษาในห้องที่มีอุณหภูมิสูง จะทำให้อายุการใช้งานลดน้อยลง ในประเทศไทยได้มีการกล่าวถึงการนำหุ่นจำลองทางการแพทย์เข้ามามีบทบาทในการใช้เป็นอุปกรณ์หรือสื่อแสดงประกอบการรักษา จากบทความของศาสตราจารย์สุด แสง-วิเชียร (2525:4) กล่าวถึง การจารึก ตำรายา และวิธีการรักษาตามแบบแพทย์แผนโบราณจากระเบียงและเสาในบริเวณวัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม (วัดโพธิ์) ซึ่งพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงโปรดให้บูรณะวัดนี้ รวมถึงรูปปั้นฤาษีที่แสดงท่าการบำบัดโรคโดยวิธีดัดตนในลักษณะต่างๆ ที่ตั้งเรียงรายอยู่มากมาย หุ่นจำลองนี้มีลักษณะลอยตัว และมีขนาดเกือบเท่าคนจริง ตามหลักฐานไม่ปรากฏแน่ชัดว่าผู้ใดสร้างขึ้น แต่สันนิษฐานว่าเป็นการบันทึกการเรียนการสอนของแพทย์ในสมัยก่อน โดยการอาศัยสื่อจากท่าทางตามตำราของแพทย์อินเดีย ซึ่งมีอิทธิพลอย่างสูงต่อการรักษาของแพทย์ไทยโบราณ หุ่นฤาษีดัดตนดังกล่าวนี้ จึงน่าจะถือได้ว่า เป็นหุ่นจำลองทางการแพทย์ของไทย โดยแสดงวิธีการรักษาที่ค้นพบเป็นแห่งแรก

Copyright by Mahidol University

ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เริ่มมีการสอนและเรียนเกี่ยวกับร่างกายมนุษย์ เมื่อมีการตั้งโรงเรียนแพทย์ หลังการสร้างโรงศิริราชพยาบาลขึ้น ในปี พ.ศ. 2430 แต่เป็นการสอนโดยใช้ตำราเท่านั้น ต่อมา ดร. ยอร์ช แมคฟาแลนด์ (พระอาจวิทยาคม) ได้มาช่วยสอนวิชากายวิภาคศาสตร์ให้กับนักศึกษาแพทย์ ซึ่งช่วงนี้ได้มีการนำเอาหุ่นจำลองสรีระของมนุษย์มาใช้ประกอบการสอนร่วมกับศพที่ชำแหละแล้ว ถือได้ว่าเป็นการเริ่มนำหุ่นจำลองเข้ามามีบทบาทอย่างสูงต่อการเรียนการสอนของแพทย์

ศักดา ประจุศิลป (2533:29) กล่าวไว้ว่า "ในการเรียนการสอนสมัยนั้น ได้มีการใช้สื่อการศึกษา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยเริ่มจากการใช้หุ่น ที่แสดงกล้ามเนื้อและอวัยวะต่างๆ มาสอนในวิชากายวิภาคศาสตร์ และได้พัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษาสืบต่อกันมา แม้ในระยะหลังๆ จะได้เรียนรู้วิธีการเก็บดองร่างกาย และอวัยวะของมนุษย์ได้โดยสมบูรณ์ จนสามารถนำเอามาใช้เป็นสื่อการสอนจากประสบการณ์จริงแล้วก็ตาม แต่สื่อการศึกษาที่จะต้องแสดงในแง่ของรูปธรรม ยังต้องวิวัฒนาการต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง.."

เมื่อได้มีการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์ทางพยาธิวิทยาและทางกายวิภาคศาสตร์ มีการเก็บรักษาสิ่งแสดงสำคัญๆ ทางการแพทย์มาโดยตลอด ปัจจุบันมีหุ่นจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน และเพื่อใช้ประกอบการรักษาหรือแสดงในพิพิธภัณฑ์เป็นจำนวนมาก หุ่นเหล่านี้ส่วนหนึ่งผลิตขึ้นภายในประเทศจากวัสดุต่างๆ ตามความเหมาะสม เช่น ปูนปลาส-เตอร์ ขี้ผึ้ง ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ พลาสติก และไฟเบอร์กลาส เป็นต้น

<u>ความหมายของหุ่นจำลองทางการแพทย์</u>

หุ่นจำลองทางการแพทย์ หมายถึง วัสดุสามมิติที่สร้างขึ้นเพื่อเลียนแบบตัวอย่างของจริง โดยแสดงโครงสร้าง ระบบ ส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือทั้งหมดเกี่ยวกับกายวิภาคของมนุษย์หรือสัตว์ ให้ดูเข้าใจง่ายและสะดวกต่อการเรียนการสอนของบุคลากรทางการแพทย์ หรือใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการรักษา ในผู้ป่วยเฉพาะทาง รูปแบบของหุ่นจำลองทางการแพทย์ จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ โดยมีกระบวนการผลิตและวัสดุต่างๆ เป็นตัวกำหนด

Copyright by Mahidol University

ประเภทของหุ่นจำลองทางการแพทย์

1. หุ่นจำลองทางการแพทย์ที่สร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 หุ่นจำลองทางการแพทย์ที่สร้างขึ้นโดยกระบวนการปั้นและหล่อแบบ

หุ่นจำลองประเภทนี้ มีวัตถุประสงค์ในการจำลองขึ้นแทนตัวอย่างของจริงที่หาได้ยาก หรือไม่สะดวกในการนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน โดยกำหนดแนวทางด้านความเข้าใจง่ายเป็นหลักและเพื่อแสดงข้อมูลที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน โดยทั่วไปจะใช้เทคนิคการปั้นด้วยดิน แล้วหล่อแบบเป็นวัสดุถาวรต่างๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เช่น ปูนปลาสเตอร์ ขี้ผึ้ง ยาง หรือพลาสติก แล้วตกแต่งรายละเอียดให้สมบูรณ์ด้วยสี โดยอาจแสดงตามความเป็นจริงหรือกำหนดขึ้นมาใหม่ เป็น Standard colour เพื่อให้ดูเข้าใจง่าย

หุ่นจำลองทางการแพทย์ประเภทนี้ บางชนิดจะตัดส่วนละเอียดที่ไม่ต้องการแสดงออกไป โดยจะเน้นเฉพาะเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจ เนื่องจากของจริงจะมีรายละเอียดสลับซับซ้อน บางครั้งนิยมกำหนดรูปแบบหุ่นจำลองชนิดนี้ในลักษณะของ Diagram โดยไม่คำนึงถึงสัดส่วนและรูปร่างที่ถูกต้องเหมือนจริง เพียงเพื่อเน้นความเข้าใจง่ายเป็นหลักเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ได้มีการแบ่งหุ่นจำลองประเภทนี้ ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1.1 หุ่นจำลองที่สร้างขึ้นโดยการขยายส่วนจากของจริง (Enlarged Medical Model) เนื่องจากตัวอย่างของจริงมีขนาดเล็ก ไม่สะดวกต่อการนำมาศึกษา เช่น อวัยวะบางส่วน หรือเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ในการศึกษา เช่น ปาราสิต หรือเชื้อโรคต่างๆ

1.1.2 หุ่นจำลองที่สร้างขึ้นโดยย่อส่วนลงจากของจริง (Reduced Medical Model) เพื่อความสะดวกและคล่องตัวในการใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน หุ่นจำลองแบบนี้ มักจะเป็นหุ่นจำลองที่ต้องการศึกษาเฉพาะส่วนหรือแยกออกมาจากชิ้นส่วนใหญ่อีกต่อหนึ่ง นอกจากนี้ยังใช้ในการแสดงเหตุการณ์หรือเรื่องราวเพื่อจำลองสถานการณ์ (Diorama) เช่น หุ่นจำลองประกอบความรู้ทางนิเวศน์วิทยาและแหล่งเพาะพันธ์ปาราสิตต่างๆ

1.2 หุ่นจำลองทางการแพทย์ที่สร้างขึ้น โดยกระบวนการหล่อแบบจากตัวอย่างของจริง

มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลอง รูปร่าง ขนาด และรายละเอียดให้ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด อาจกำหนดเฉพาะรูปร่างภายนอก ภายใน หรือทั้งภายนอกและภายใน ในงานที่ต้องการรายละเอียดเพื่อการศึกษาอย่างลึกซึ้ง จำเป็นต้องแยกแยะชิ้นส่วน เพื่อให้เข้าใจโครงสร้าง หุ่นจำลองชนิดนี้ มักใช้วัสดุในการผลิตที่ต้องการความแข็งแรง ทนทาน และอาจ

Copyright by Mahidol University

เลียนแบบคุณสมบัติของวัสดุจริงให้ใกล้เคียงมากที่สุด เช่น พลาสติก ยางพารา และยาง-สังเคราะห์ เป็นต้น

2. หุ่นจำลองทางการแพทย์ที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ฝึกทักษะหรือเพื่อประกอบการรักษาผู้ป่วยเฉพาะทาง แบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

2.1 หุ่นฝึกหัดเพื่อเสริมทักษะ (Skill) ก่อนการปฏิบัติกับผู้ป่วยจริงหรือก่อนปฏิบัติในสถานการณ์จริง เช่น หุ่นฝึกการทำคลอด หุ่นฝึกการเจาะเลือด หรือหุ่นฝึกการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

2.2 หุ่นจำลองอวัยวะเฉพาะส่วน เพื่อใช้เสริมหรือทดแทนส่วนที่ขาดไป โดยเลียนแบบให้ใกล้เคียงของเดิม และอาจใช้งานได้ใกล้เคียงของจริง หุ่นจำลองชนิดนี้ อาจใช้ร่วมกับการรักษาทางด้านกายภาพบำบัด เช่น หุ่นแขนเทียม ขาเทียม และในส่วนของการทำศัลยกรรมตกแต่ง (Plastic surgery) เป็นต้น

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์ ได้ร่วมกันนำวิทยาการแขนงใหม่ๆ และเทคโนโลยีชั้นสูง เข้ามาปรับปรุงและเสริมประสิทธิภาพของหุ่นจำลองทางการแพทย์ให้สูงขึ้น ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ได้มีการสร้างหุ่นจำลองที่แสดงระบบการทำงาน และตำแหน่งหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ให้เห็นได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกำหนดและควบคุมการทำงาน เช่น หุ่นจำลองกายวิภาคมนุษย์ "Juno" และหุ่นฝึกหัดการตรวจรักษาจำลองเป็นผู้ป่วยที่มีชื่อว่า "Sim" โดย DR. Js. Denson แห่ง The University of California School of Medicine (Dale 1969:236, 324) หุ่นนี้ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์สามารถป้อนหรือเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อผลด้านการตรวจอาการแทนคนจริงได้ เช่น ตรวจการเต้นของหัวใจ การวัดชีพจร ตรวจความดันโลหิต และการตรวจเช็คระดับอุณหภูมิที่ทำได้ใกล้เคียงคนจริง เป็นต้น นับเป็นการสร้างสถานการณ์หรือจำลองขึ้น เพื่อสนองด้านการฝึกฝน การเสริมทักษะและการเรียนรู้ได้อย่างสะดวก โดยไม่ต้องพึ่งสื่อของจริง สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจนมีความชำนาญเพียงพอที่จะนำไปใช้ปฏิบัติกับผู้ป่วยหรือกับสถานการณ์จริงต่อไป

นอกจากนี้ยังได้มีการนำเอาวัสดุใหม่ๆ เช่น สารสังเคราะห์ประเภทพลาสติก เข้ามามี บทบาทในการผลิตหุ่นจำลองทางการแพทย์ เช่น โพลียูเรเทน (Polyurethane), โพลีโอ-เลฟิน (Polyolefins), ไวนีล (Vinyl) และ โพลีเอสเตอร์ (Polyester) เป็นต้น (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ 2525:7)

ในเยอรมันนี มีการคิดค้นพลาสติกชนิดใหม่ ในชื่อของไบโอเดอร์ (Biodur) โดยศาสตราจารย์ ฟ็วอน ฮาเกนส์ (Von Hagens G.) แห่งมหาวิทยาลัย ไฮเดลเบอร์ก (สรรใจ แสงวิเชียร 2534:863) วิธีการนี้มีชื่อเรียกว่า พลาสติเนชั่น (Plastination) โดยใส่พลาสติกเข้าไปในเซลล์เนื้อเยื่อของชิ้นเนื้อ แล้วให้เกิดปฏิกิริยาภายในเซลล์ วิธีนี้จะได้ชิ้นงานลอยตัวเป็นของจริง แข็งหรือนุ่มแล้วแต่ชนิดของพลาสติก สามารถใส่สีประกอบได้งดงามเหมือนธรรมชาติ

Copyright by Mahidol University

เป็นสิ่งแสดงที่จับต้องได้ และไม่ต้องดองในน้ำยา ขั้นตอนการผลิตคือ ใช้อะซีโตนใส่เข้าไปแทนที่น้ำ โดยอาศัยความดัน แล้วใส่พลาสติกเข้าไปแทนอะซีโตนอีกทีหนึ่ง จากนั้นจึงรมชิ้นงานนั้น ด้วยตัวทำปฏิกิริยาให้โมเลกุลของพลาสติกจับตัวกันแข็งภายในเซลล์ การใช้อะซีโตนเข้าไปแทนที่น้ำและใช้พลาสติกเข้าไปแทนที่อะซีโตนนั้น ต้องกระทำโดยให้ความดันเป็นลบ โดยอาศัยตู้แช่แข็ง ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้ มีขั้นตอนและเทคนิคที่สลับซับซ้อนและยุ่งยากมาก อุปกรณ์ประกอบก็มีราคาสูง โดยเฉพาะพลาสติกไบโอเดอร์ดังกล่าวนี้ จะต้องสั่งมาจากประเทศเยอรมันเท่านั้น มีข้อสังเกตคือ เทคนิค Plastination นี้ ไม่อาจจัดอยู่ในประเภทของงานหุ่นจำลองทางการแพทย์ เนื่องจากชิ้นงานที่ได้ยังเป็นของจริงอยู่ เพียงแต่ถูกเปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นพลาสติกไป นับเป็นการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาประยุกต์และผลิตสื่อการเรียนการสอนด้านนี้ให้ก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพมากที่สุดวิธีหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามเพราะวิธีการนี้ยังมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ขั้นตอนการผลิตที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองงบประมาณสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัตถุดิบในการผลิตคือ ร่างกายมนุษย์ที่หายากและมีความสำคัญต่อการใช้ ชำแหละประกอบการศึกษาของนักศึกษาแพทย์ที่จำเป็นยิ่งกว่า

การสร้างหุ่นจำลองโดยใช้ตัวอย่างของจริงมาเป็นต้นแบบ (Original) แล้วหล่อชิ้นงานให้เป็น Polyester resin นั้น จะมีข้อดีที่เห็นได้ชัด ดังนี้

1. เมื่อผ่านกระบวนการผลิตแล้ว ชิ้นเนื้อต้นแบบจะยังคงอยู่และไม่ชำรุดเสียหาย
2. มีกระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน
3. วัสดุที่ใช้ในการผลิตหาได้ภายในประเทศ
4. ประหยัดค่าใช้จ่าย
5. สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่องและไม่จำกัดจำนวน

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยจึงได้พยายามหาวิธีทดลองสร้างสื่อหุ่นจำลอง **Topographic section of 7 month male fetus** นี้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นแนวทางพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบนี้ให้ดีขึ้น เพียงพอต่อการใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนทั้งในวิชา **Topographic Anatomy** และช่วยเสริมการเรียนรู้ในสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องต่อไป

<u>บทบาทของสื่อหุ่นจำลองกับการเรียนการสอนวิชา **Topographic Anatomy**</u>

ในประเทศไทยเริ่มมีการสอนและการเรียนเกี่ยวกับร่างกายของมนุษย์ (กายวิภาคศาสตร์) เมื่อมีการตั้งโรงเรียนแพทย์ หลังการสร้างโรงศิริราชพยาบาลขึ้น ในปี พ.ศ. 2430 แต่เป็นการสอนโดยใช้ตำรา ไม่ใช่เป็นการเรียนโดยวิธีใช้ร่างกายของมนุษย์จริงๆ เช่นในปัจจุบัน และเป็นเพียงวิชาที่สอนในหลักสูตรเริ่มแรกของโรงเรียนแพทย์เท่านั้น โดยใช้ชื่อว่าวิชาสรีรศาสตร์ เพราะมีความจำเป็นที่ต้องให้นักศึกษาได้ทราบถึงโครงสร้าง ที่ปรกติของร่างกายมนุษย์ก่อนที่จะเข้าใจหน้าที่โดยในระยะแรกๆ การเรียนการสอนจะใช้สื่อประกอบคือรูปภาพเท่านั้น (ถนอมฤดี ภูมิภักดิ์ 2521:183)

Copyright by Mahidol University

พ.ศ. 2434 ได้เริ่มนำรูปปั้นจำลองกายวิภาคศาสตร์ของมนุษย์มาเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน หุ่นจำลองดังกล่าวนี้สร้างขึ้นจากปูนปลาสเตอร์ผสมเยื่อกระดาษเพื่อแสดงถึงโครงสร้างและตำแหน่งของกล้ามเนื้อและอวัยวะภายในอย่างง่ายๆ โดยมีสีประกอบให้ดูคล้ายของจริง การนำหุ่นจำลองมาใช้ในลักษณะนี้ ก็เพื่อให้นักเรียนแพทย์ในสมัยนั้น ได้คุ้นเคยกับสรีระของมนุษย์ก่อนที่จะเรียนจากศพซำแหละจริงในปี พ.ศ. 2439 โดย ดร. ยอร์ช บี แมคฟาร์แลนด์ หรือพระอาจวิทยาคม ซึ่งในช่วงนี้ท่านได้เขียนตำรากายวิภาคศาสตร์ภาษาไทยขึ้นเป็นเล่มแรก การนำศพมาใช้ซำแหละประกอบการเรียนนั้น เนื่องจากเป็นศพที่ดองด้วยน้ำเกลือและเก็บรักษาไว้ในตู้น้ำแข็ง บางครั้งศพจะมีกลิ่นมากและเป็นอุปสรรคกับการเรียนการสอน จนต้องนำหุ่นจำลองมาใช้ทดแทนอยู่เสมอ หุ่นจำลองกายวิภาคนี้ คงใช้ประกอบการสอนร่วมกับศพจริงมาอีกระยะหนึ่ง เนื่องจากช่วยให้นักเรียนแพทย์จดจำได้ดีขึ้นและการเตรียมศพจริงเพื่อใช้ซำแหละค่อนข้างจะมีปัญหา ประกอบกับในช่วงนั้นยังขาดแคลนครูที่จะมาสอนวิชานี้โดยเฉพาะ

พ.ศ. 2468 ทางมูลนิธิรอคคิเฟลเลอร์ ได้ส่งศาสตราจารย์ อี ดี คองดอน (E.D. Congdon) ซึ่งเป็นศาสตราจารย์รองจากโรงเรียนแพทย์ที่กรุงปักกิ่งมาแทนศาสตราจารย์ สตัมพ์ (C.W. Stump) ซึ่งย้ายไป ศาสตราจารย์ คองดอน ได้นำวิธีแบบใหม่เข้ามาใช้ คือ การสอนแบบ Correlated course ซึ่งเป็นการสอนส่วนของร่างกายที่เห็นได้ด้วยตาเปล่าและสอนการเจริญเติบโตของส่วนใดส่วนหนึ่ง ควบคู่ไปกับการสอนรายละเอียดของส่วนนั้นไปด้วย โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์ อันถือเป็นการเรียนการสอนแบบผสมผสานก่อนแห่งอื่น ซึ่งได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจ

ระยะนี้มีการเปลี่ยนแปลงระบบการเรียนการสอนใหม่ โดยสามารถทำการสอนวิชากายวิภาคได้ถึง 5 แขนงใหญ่ คือ

1. มหกายวิภาคศาสตร์ (Gross anatomy)
2. จุลกายวิภาคศาสตร์ (Histology)
3. เอมบริย์โอวิทยา (Embryology)
4. ประสาทกายวิภาคศาสตร์ (Neuro-anatomy)
5. กายวิภาคศาสตร์โทโปกราฟฟิค หรือ
   กายวิภาคเฉพาะส่วน (Topographic anatomy)

โดยแบ่งการสอนเป็นชั้นปรีคลีนิคที่ 1 และ 2 ในปีที่ 1 เป็นการสอนแบบบรรยายหรือปาฐกถาที่สมบูรณ์ เช่น วิชาเอมบริย์โอวิทยา จุลกายวิภาคศาสตร์ และกายวิภาคศาสตร์ระบบประสาท ส่วนในชั้นปรีคลีนิคที่ 2 จะเน้นการสอนปฏิบัติเป็นสำคัญ วิชากายวิภาคศาสตร์โทโปกราฟฟิคสอนเทอมต้น เป็นการสอนฝึกปฏิบัติจาก Serial sections ของศพที่ตัดตามขวางหนา 1 นิ้ว โดยมุ่งหมายให้นักศึกษาได้เรียนรู้ถึงความสัมพันธ์ของ Structure ต่างๆ และความสำคัญบางประการที่เกี่ยวข้องกับทางคลีนิค เป็นต้น มีการประเมินผล โดยการสอบ 1

Copyright by Mahidol University

ครั้ง ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ นักศึกษาจะต้องทำคะแนนได้เกิน 60% ขึ้นไป จึงจะมีสิทธิ์เลื่อนชั้นได้

พ.ศ. 2489 ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุด แสงวิเชียร ได้ดำรงตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชา มาจนถึง พ.ศ. 2512 นับเป็นระยะที่การเรียนการสอนและงานวิจัยได้เจริญก้าวหน้าไปอีกมาก ท่านได้วางแนวการสอนและงานวิจัย ซึ่งเป็นหลักของภาควิชาฯ ให้เหมาะสมและได้สร้างเครื่องมือ เครื่องใช้ รวมทั้งอุปกรณ์การสอนให้ได้ผลดี คอยดัดแปลงแก้ไขให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าของแขนงวิชาที่กล่าวแล้ว โดยเฉพาะการเพิ่มความรู้ทางเอ็กซเรย์ อนาโตมี (X-ray anatomy) ในการสอนวิชา Topographic Anatomy และได้ขอให้อาจารย์ทางคลีนิค มาช่วยสอนเพื่อนำวิชานี้ไปประยุกต์ (ถนอมฤดี ภูมิภักดิ์ 2521:184)

ในด้านสื่อการเรียนการสอน มีการปรับปรุงสื่อเกือบทุกประเภทให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น แม้จะเป็นช่วงที่ประเทศไทยกำลังอยู่ในภาวะฝืดเคือง แต่ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุด ก็ยังคงพัฒนาด้านการศึกษาของนักเรียนแพทย์มาโดยตลอด เช่น ทดลองฝึกร้อยกระดูกเพื่อประกอบเป็นโครงสำหรับใช้ในการเรียน วิชามหกายวิภาคศาสตร์ (Gross Anatomy)

การตัดศพตามแนวขวางเพื่อนำไปประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy นั้น แต่เดิมใช้ตัดโดยวิธีควบคุมด้วยเลื่อยมือ ซึ่งผู้ตัดจะต้องมีความพยายามอย่างสูง เพื่อให้ได้ชิ้นเนื้อที่เรียบและบาง จากเหตุนี้จึงได้ปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยนำเลื่อยไฟฟ้าสำหรับตัดลำตัวสัตว์มาประยุกต์ใช้ จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ (คณาจารย์ศิริราช 2534:869)

ต่อมาได้เริ่มนำหุ่นจำลองทางการแพทย์ ที่ผลิตจากต่างประเทศเข้ามาใช้สอนร่วมกับบทเรียนทางด้านกายวิภาคแต่ละแขนง หุ่นจำลองเหล่านี้ส่วนใหญ่จะทำมาจากปูนปลาสเตอร์ผสมเยื่อกระดาษ จำลองอวัยวะและส่วนประกอบต่างๆ ด้วยวิธีปั้นและหล่อแบบ พร้อมทั้งแสดงสีประกอบเพื่อให้ดูเข้าใจง่ายและสวยงาม เช่น หุ่นจำลองกายวิภาคมนุษย์ ทั้งเต็มตัวและครึ่งตัว โดยบางชิ้น จะย่อส่วนให้เล็กกว่าของจริง หุ่นจำลองหัวใจ ปอด โครงสร้างของตา หู และอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีหุ่นจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ขี้ผึ้ง (Wax) เป็นวัสดุหลัก เช่น หุ่นจำลองวิวัฒนาการของตัวอ่อน (Embryo) เป็นต้น

พ.ศ. 2513 ได้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงด้านการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงหลักสูตรตามนโยบายของคณะ โดยลดชั่วโมงการสอนลงเกือบทุกสาขาวิชาทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ โดยยกวิชา Topographic Anatomy ไปเรียนรวมกับวิชา มหกายวิภาคศาสตร์ (Gross Anatomy) ของแต่ละตอนเพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้มีเวลาเรียนด้วยตัวเองมากขึ้น

ในปี พ.ศ. 2516-2517 งดการสอนวิชา Topographic Anatomy ทั้งบรรยายและปฏิบัติ โดยเอา Topographic sections มาประกอบการเรียนกับวิชามหกายวิภาคศาสตร์ แต่ยังคงมีการบรรยายกายวิภาคศาสตร์ประยุกต์ ซึ่งเลื่อนไปสอน ในชั้นปรีคลีนิค 2 เทอมปลาย สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง โดยภาควิชากายวิภาคศาสตร์เป็นแกนประสานงานให้อาจารย์ฝ่ายคลีนิคทุกสาขาวิชา มาเป็นผู้บรรยาย (วิเชียร ดิลกสัมพันธ์ 2526:71)

Copyright© by Mahidol University

ปัจจุบันได้นำวิชา Topographic Anatomy กลับมาทำการสอนอีก โดยบรรจุเข้าเป็นวิชาบังคับพื้นฐาน ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เวชนิทัศน์) คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล มีจำนวน 4 หน่วยกิต แบ่งเป็นบรรยาย 1 หน่วยกิต และปฏิบัติการอีก 3 หน่วยกิต โดยศึกษาร่างกายมนุษย์จากการตัดตามขวาง เพื่อดูความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ และอวัยวะภายในร่างกาย เพื่อทำการวาดภาพและทำหุ่นจำลองเหมือนของจริง

จากแนวความคิดของการเรียนการสอน ที่เน้นให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงและคุณค่าของหุ่นจำลอง ซึ่งเป็นสื่อการสอนที่ให้ประสบการณ์ในรูปธรรมที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด สิ่งดังกล่าวมีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนทางสาขาวิชากายวิภาคศาสตร์ ที่ต้องมีการฝึกปฏิบัติการควบคู่ไปกับการทำความเข้าใจในเนื้อหานั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความ จำเป็นในการผลิตสื่อหุ่นจำลองมาใช้ประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy เพื่อให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง จากการเรียนรู้ทั้งระบบและโครงสร้างที่ตัดออกเป็นส่วนๆ ทำให้ง่ายที่จะศึกษาในรายละเอียดของแต่ละส่วนนั้น โดยการสัมผัสที่สะดวกกว่าสื่อประเภทอื่นๆ และเนื่องจากหุ่นจำลองได้เคยมีบทบาทอย่างสูงต่อการเรียนการสอนของนักศึกษา ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้จากการสร้างสื่อในครั้งนี้ เพราะจะเป็นการเพิ่มประสบการณ์ที่มีผลต่อความเข้าใจ ความจำ และการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมทั้งการนำคุณสมบัติของหุ่นจำลองดังกล่าวนี้ไปเสริมการเรียนการสอนให้มีบทบาทในสาขาวิชาอื่นๆ ต่อไปอีกด้วย

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอน การดำเนินการวิจัยออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบโครงสร้างหุ่นจำลอง Topographic sections of 7 month male fetus
2. การเตรียม Specimens และวัสดุในการผลิต
3. การถ่ายภาพ Specimens
4. การผลิตหุ่นจำลอง
5. การสร้างแบบสอบถาม และเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การประเมินประสิทธิภาพสื่อ

<u>การออกแบบโครงสร้างหุ่นจำลอง Topographic sections of 7 month male fetus</u>

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของหุ่นจำลองที่หล่อแบบมาจาก Specimens หรือตัวอย่างของจริงโดยทั่วไป ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยและรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อให้สะดวกและคล่องตัวต่อการนำไปใช้งาน โดยกำหนดโครงสร้าง ลักษณะ และวัสดุที่ใช้จากกฎเกณฑ์และแนวทางต่อไปนี้

1. การจัดองค์ประกอบ (Composition) กำหนดรูปแบบของ Fetus ให้อยู่ในลักษณะที่สะดวกแก่การใช้เป็นสื่อประกอบการสอน โดยออกแบบให้อยู่ในท่านอนราบ ส่วนหลังสัมผัสกับฐานรองรับ ตัวหุ่นจำลองจะประกอบขึ้นจากการเรียงชิ้น Sections จำนวน 20 ชิ้น เข้าด้วยกันตามรูปแบบเดิมของ Specimens

2. ออกแบบฐาน (Base) เนื่องจากโครงสร้างของหุ่นจำลองได้ถูกกำหนดให้แสดงรายละเอียดส่วน posterior surface ของ fetus ซึ่งจำเป็นจะต้องมีตัวบังคับให้ชิ้นส่วนทั้งหมดประกอบเป็นโครงสร้างตามรูปแบบเดิม ดังนั้นการออกแบบฐาน จึงต้องคำนึงถึงคุณสมบัติดังนี้

- สามารถรองรับ (Support) ตัวหุ่นจำลองได้อย่างมั่นคงแข็งแรง และเป็นตัวเสริมให้หุ่นจำลองเด่นชัดขึ้น

- ทำหน้าที่ยึดชิ้น sections แต่ละชิ้นให้อยู่ได้ด้วยตัวเอง สามารถถอดและใส่ประกอบเข้าที่เดิมได้อย่างสะดวก

Copyright by Mahidol University

3. กำหนดวัสดุ (Material) ที่จะใช้ผลิตหุ่นจำลองตามความเหมาะสม โดยพิจารณาจากกฎเกณฑ์ ดังนี้

- เป็นวัตถุดิบที่หาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
- มีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนยุ่งยาก
- มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการนำมาผลิตเป็นหุ่นจำลองตามวัตถุประสงค์
- ราคาไม่สูงจนเกินไป

การจำแนกประเภทของวัสดุที่ใช้ในการผลิต

ผู้วิจัยได้แบ่งประเภทของวัสดุที่ใช้ผลิตไว้ 2 ประเภท คือ

- วัสดุทำแบบพิมพ์ ได้แก่ ยางผงสำหรับสร้างแบบพิมพ์, ยางซิลิโคน, ปูนปลาสเตอร์
- วัสดุหล่อแบบ ได้แก่ ปูนปลาสเตอร์, โพลีเอสเตอร์ เรซิน

4. กำหนดประเภทและคุณสมบัติของสีที่ใช้ประกอบหุ่นจำลอง

ผู้วิจัยได้กำหนดประเภทของสีที่ใช้ประกอบหุ่นจำลองดังกล่าว โดยแบ่งตามลักษณะการใช้งานออกเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 Pigment Colour คือแม่สี resin ใช้สำหรับผสมกับ Polyester resin ให้ได้โครงสีส่วนรวมหรือสีรองพื้นขั้นที่ 1

4.2 สีอครีย์ลิค (Acrylic colour) เป็นสีพลาสติกประเภทหนึ่ง มีคุณภาพสูง ใช้สำหรับระบายส่วนต่างๆ และเก็บรายละเอียดในขั้นที่ 2

<u>การเตรียม Specimens และวัสดุในการผลิต</u>

การเตรียม Specimens

ผู้วิจัยได้รับชิ้น Specimens ทารกในครรภ์ (Fetus) อายุ 7 เดือน ที่ผ่านการแช่ดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน (Formalin) 20% ในสภาพที่ตัดตามขวาง (Transverse Sections) อย่างประณีตสวยงามตั้งแต่ศีรษะถึงส่วนท้ายของลำตัว จากภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล โดยความอนุเคราะห์ของรองศาสตราจารย์ นายแพทย์สรรใจ แสงวิเชียร หัวหน้าภาคฯ เพื่อใช้กำหนดเป็นต้นแบบ (Original) สำหรับทดลองสร้างเป็นหุ่นจำลองด้วยวิธีหล่อแบบให้เป็น Polyester resin เนื่องจากการตัดหรือเลื่อย Specimens เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยประสบการณ์ ความชำนาญ และความพิถีพิถันเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งผู้วิจัยได้

Copyright by Mahidol University

เรียบเรียงวิธีการนี้ไว้ จากคำบอกเล่าของคุณสอน คอนรัตน์ เจ้าหน้าที่ผู้ทำการตัด Specimens ดังกล่าว ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกศพ หรือ Specimen ต้องคัดเลือกศพที่มีสภาพสมบูรณ์ มีอวัยวะครบและเพิ่งเสียชีวิตไม่นาน (ไม่เกิน 24 ชม.)

2. การตรึง (Fixation) คือการจัดท่าหรือกำหนดรูปแบบของศพให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการ ศพที่ยังสดจะสามารถปรับท่าทางของร่างกายให้คงที่ โดยใช้ฟอร์มัลดีฮัยด์ หรือน้ำยาฟอร์มาลีน 20% (formalin 20%) ฉีดเข้าบริเวณสมอง (Brain) และสายสะดือ (Navel cord) ในเด็ก สำหรับในศพผู้ใหญ่ (Adult) จะฉีดเข้า Vein บริเวณขาหนีบ โดยเดินน้ำยาให้ต่อเนื่องและสม่ำเสมอ จนทั่วถึงตลอดร่างกาย การตรึงด้วยน้ำยานี้ก่อนอื่นจะต้องยึดตัวศพให้อยู่ในลักษณะที่ต้องการ ด้วยการยึดกับพื้นรองด้วยเข็มหมุด, สายรัด หรือล็อคด้วย clamp หนีบ ตามขนาดและลักษณะของ Specimens นั้นๆ ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชม. จึงนำไปแช่ในฟอร์มาลีน 20% ให้ท่วมเป็นเวลา 4-6 เดือน เพื่อให้น้ำยาแทรกซึมทุกส่วนอย่างเต็มที่ (Tompsett : 1970:4-8)

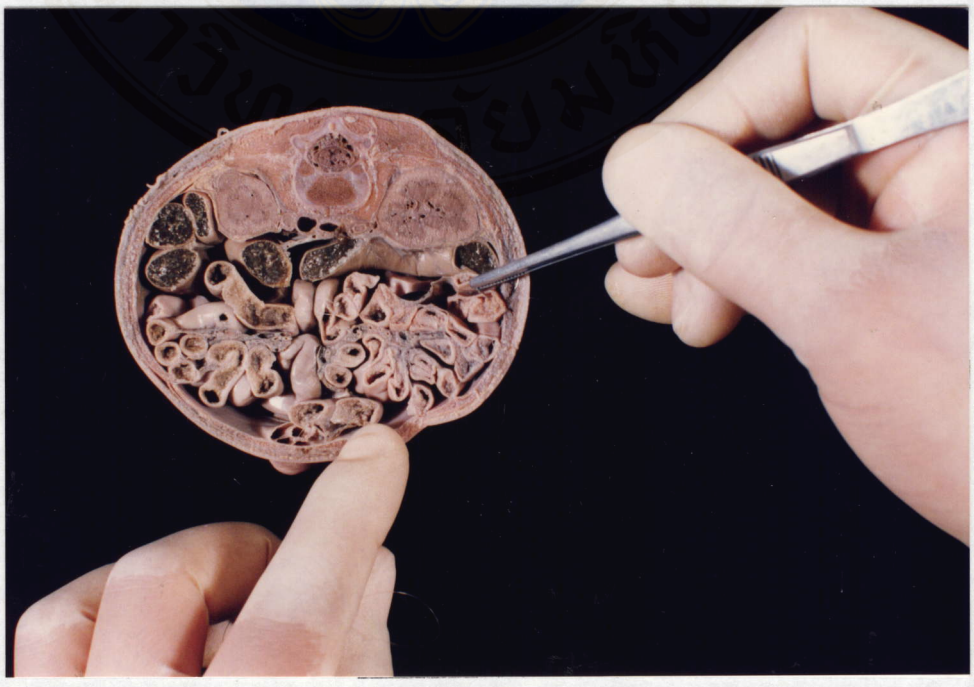
3. การตัด นำศพหรือชิ้น Specimen ที่ผ่านการตรึง (fixation) และแช่ด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน 20% ตามกำหนดแล้ว ไปชำระล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อให้น้ำยาเจือจาง แล้วนำไปแช่ในตู้ทำความเย็น (Freezer) ให้แข็งตัว เพื่อสะดวกต่อการตัด จากนั้นจึงนำไปเข้าแท่นเพื่อตัดโดยเลื่อยไฟฟ้าที่ผู้ตัดสามารถปรับระยะและล็อคใบเลื่อยได้ ในขั้นแรกจะกำหนดความหนาของ sections โดยวัดหาความยาวของ fetus จากศีรษะถึงลำตัวช่วงล่างได้เท่ากับ 25.2 ซม. เมื่อนำไปคำนวณหาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกับ ขนาดของ fetus แล้ว จะได้ความหนาของแต่ละ section เท่ากับ 1.2 ซม. เป็นจำนวนทั้งสิ้น 21 ชิ้น

เมื่อได้ความหนาโดยเฉลี่ยของ sections แล้ว จึงล็อคใบเลื่อยให้ได้ระยะห่าง 1.2 ซม. กับผนังของแท่น แล้วเริ่มตัดด้วยความประณีตและระมัดระวัง ผู้ตัดจะต้องคอยบังคับและควบคุมชิ้นเนื้อให้เป็นไปตามแนวของคมเลื่อย ขั้นตอนนี้จะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ชิ้นงานที่ได้จึงจะมีความคมและเรียบทั่วถึงกัน ข้อสังเกตในช่วงนี้คือชิ้นเนื้อยิ่งแช่เย็นจนแข็งมากเท่าใดคมเลื่อยจะยิ่งตัดได้เรียบและบางมากขึ้นเท่านั้น และเนื่องจากตัวอย่าง Specimen ที่นำมาทดลองตัดครั้งนี้ พบว่าส่วนที่เป็นเนื้อสมองเกือบทั้งหมด เกิดปัญหาจากการ Fix น้ำยาไม่เต็มที่ทำให้ไม่แข็งตัว มีสภาพเปื่อยยุ่ยไม่สามารถควบคุมให้อยู่ใน position ที่ถูกต้องได้ เพื่อความเหมาะสม ผู้วิจัยจึงได้ลดจำนวนชิ้นส่วนของศีรษะจากบนสุดออกไป 3 sections เพื่อให้หุ่นจำลองมีความถูกต้องและไม่ทำให้เกิดความสับสน ดังนั้นองค์ประกอบทั้งหมดคือ จำนวน sections ที่ประกอบเป็นตัว fetus ที่สมบูรณ์จึงมีเพียง 20 ชิ้น ทั้งนี้โดยนับชิ้นที่ 4 และ 5 ช่วงปากบนและล่างอันเป็นชิ้นลอยในระนาบเดียวกันกับส่วนคอและช่วงไหล่ด้วย (ภาพประกอบที่ 2)

Copyright by Mahidol University

ภาพประกอบที่ 2 แสดงองค์ประกอบทั้งหมดของ Specimens

เมื่อตัดชิ้นเนื้อได้ครบตามจำนวนแล้ว นำมาล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง เพื่อล้างเศษชิ้นส่วนที่ไม่ต้องการออก พยายามอย่าให้อวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งหลุดออกจากกัน ถ้ามีส่วนใดหลุดจำเป็นจะต้องเย็บตรึงให้ชิ้นส่วนนั้นอยู่ในตำแหน่งเดิม (ภาพประกอบที่ 3) แล้วนำชิ้นส่วนทั้งหมดลงแช่ใน Formalin 10% ให้ท่วม เพื่อรอดำเนินการหล่อแบบในขั้นต่อไป



ภาพประกอบที่ 3 การเย็บชิ้นส่วนที่หลุดออกจากกันให้อยู่ในตำแหน่งเดิม

Copyright by Mahidol University

การเตรียมวัสดุในการผลิต

วัสดุที่ใช้ในการผลิต จะต้องมีจำนวนและปริมาณสัมพันธ์กับ Specimens ที่เตรียมไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดประเภทและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิตหุ่นจำลองไว้ ดังนี้

1. ยางผงสำหรับสร้างแบบพิมพ์ (Non-reversible Hydrocolloid) หรือมีชื่อเรียกตามผลิตภัณฑ์ที่หาซื้อได้จากร้านอุปกรณ์ทันตกรรมเช่น Jeltrate, Nu-gel, Odon-gel และ Ruthinium Alginate เป็นต้น มีคุณสมบัติเป็น Deltal impression material หรือ Elastic impression powder โดยปกติเป็นวัสดุสำหรับทำ cast ของฟันและเหงือก เป็นผงมีกลิ่นหอมผสมน้ำเป็นของเหลวข้นเหนียว (Thick liquid) ผู้วิจัยได้เลือกวัสดุนี้มาประยุกต์ ทำเป็นวัสดุหล่อแบบจาก Specimens ต่างๆ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

2. ปูนปลาสเตอร์ (plaster) หาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป ควรเลือกชนิดแห้งเร็วและมีความแข็งแกร่งพอสมควร ใช้สำหรับหล่อเป็นชิ้นงานต้นแบบและพิมพ์ครอบยางซิลิโคน

3. ยางซิลิโคน (Silicone Rubber) เป็นพลาสติกสังเคราะห์ชนิดหนึ่งมีลักษณะเหลวข้นคล้ายกาวลาเทกซ์ ไม่มีกลิ่น โดยปกติจะมีสีขาว ราคาค่อนข้างแพง ใช้เป็นแม่แบบยางสำหรับชิ้นงาน มีคุณสมบัติดังนี้

- ทนความร้อนได้สูงประมาณ 500°F (260°C)
- ไม่ติดกับวัสดุอื่น
- มีความยืดหยุ่นคล้ายยางธรรมชาติ สามารถหล่อชิ้นงานที่มีรูปร่างเว้าลึก (Undercut) ได้ดี ที่สำคัญคือสามารถเก็บรายละเอียด (Detail) บนผิวหน้า (Texture) ได้ดีมาก
- ทนต่อสารเคมีและกรดด่างได้ดี (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ 2525:5)

ผู้วิจัยได้เลือกยางซิลิโคนมาเป็นแม่แบบถาวร เพื่อทำการหล่อแบบให้ได้คุณภาพและปริมาณตามที่กำหนดไว้

4. พลาสติกเหลวหรือโพลีเอสเตอร์เรซิ่น (Unsaturated Polyester Resin) เป็นพลาสติกประเภทคงรูปชนิดหนึ่ง เมื่อประกอบเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว จะกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ (ชวลิต ดาบแก้ว 2525:4) นิยมนำไปหล่อเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อชนิดต่างๆ มีลักษณะเหลวข้นคล้ายน้ำมันเครื่อง กลิ่นฉุน มีสีต่างๆกันแล้วแต่ชนิดของการใช้งาน โดยทั่วไปมีสีเนื้อ สีชมพูและสีฟ้าอ่อน โพลีเอสเตอร์เรซิ่น มีอายุการเก็บประมาณ 3-6 เดือน การกำหนดวัสดุนี้ให้เป็นวัสดุหลักในการผลิต เพราะพิจารณาจากคุณสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น

- ราคาไม่แพง
- ขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยาก สามารถตกแต่งเพิ่มเติมส่วนที่ขาดได้

Copyright by Mahidol University

- จัดหาได้สะดวก (หาซื้อได้ง่าย)
- แข็งแรง ทนทาน ไม่แตกง่าย
- ทนความร้อนได้ระหว่าง 250°-350° F
- สามารถรับแรงดึง แรงอัดและแรงบิดงอได้ดี
- เก็บรายละเอียดและติดสีได้ดี

5. แม่สี (Pigment) ใช้ผสมกับโปลีเอสเตอร์เรซิ่น เพื่อให้เนื้อชิ้นงานมีสีต่างๆ ตามต้องการ มีลักษณะข้นคล้ายจาระบี มีสีหลักอยู่ 6 สีคือ แดง เหลือง น้ำเงิน ขาว ดำ และเขียว

6. สีอครีย์ลิค (Acrylic colour) เป็นสีพลาสติกประเภทหนึ่ง มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการนำไประบายวัตถุต่างๆ มีลักษณะเป็นของเหลวข้น บรรจุอยู่ในหลอด เนื้อสีละเอียดและใช้สะดวกโดยผสมกับน้ำธรรมดา มีให้เลือกหลายสี ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ระบายแยกแยะรายละเอียดต่างๆ โดยกำหนดโครงสีให้เป็นไปตามความเป็นจริง คุณสมบัติที่ดีอีกอย่างหนึ่งของสีนี้คือ สามารถทาทับได้ เมื่อแห้งสนิท จะไม่ละลายน้ำและจะติดแน่นกับวัตถุทั่วไป โดยเฉพาะ Polyester resin

7. ดินน้ำมัน (Artificial clay) เป็นวัสดุที่ใช้สำหรับกั้นแนวและอุดขอบแม่พิมพ์ให้ติดแน่นกับพื้น

8. กระดาษทราย (Sandpaper) ใช้สำหรับขัดแต่งผิวด้านหลังของชิ้นงาน เพื่อปรับขนาดความหนาให้ได้เท่ากับความหนาของ Specimens

อุปกรณ์ประกอบในการผลิต

การสร้างสื่อหุ่นจำลองครั้งนี้ บางขั้นตอนจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชนิดมาช่วยเสริมให้การผลิตดังกล่าวสะดวกและคล่องตัวขึ้น ดังนี้ :

- แท่นขัดกระดาษทรายไฟฟ้า เพื่อใช้ขัดแต่งผิวของชิ้นงานที่หล่อจาก Polyester resin ให้เรียบ
- สว่านไฟฟ้า ใช้เจาะแต่งส่วนลึกและร่องรอยต่างๆ ให้ต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

<u>การถ่ายภาพ Specimens (Specimen Photography)</u>

เนื่องจากการวิจัยโครงการนี้ จำเป็นต้องเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหุ่นจำลองและภาพถ่าย จากต้นแบบ Specimens ที่มีเนื้อหาเดียวกัน ดังนั้นก่อนที่ผู้วิจัยจะได้ดำเนินการสร้างหุ่นจำลองตามกระบวนการที่ได้กำหนดไว้นั้น ขั้นตอนต่อไปคือการถ่ายภาพชิ้น Specimens ทั้งหมด โดยแสดงรายละเอียดด้าน Superior surface และ Inferior surface

Copyright by Mahidol University

จากด้านตัดของ Specimens ทุกชิ้น โดยเรียงลำดับตั้งแต่ชิ้นบนสุดจนถึงล่างสุดด้วยฟิล์มเนกาตีฟ (Negative) 35 มม. ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากคุณชัยยุทธ บัววัฒนา และคุณวิชา สุขพัทธี เจ้าหน้าที่จากภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัย มหิดล ที่ช่วยเป็นธุระและดำเนินการให้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ซึ่งเทคนิคขั้นตอนการดำเนินการถ่ายภาพ Specimens ดังกล่าว ผู้วิจัยได้เรียบเรียงไว้ดังนี้ (วิชา สุขพัทธี 2533:26-27)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพ

1. กล้องถ่ายภาพชนิดสะท้อนแสงเลนส์เดียว (Single Lens Reflex) และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ คือ
   - Micro lens
   - Close-up lens
   - Extension Tube
2. ฉากหลัง (Blackground Plate)
3. โต๊ะถ่ายภาพพร้อมแสตนด์
4. ไฟถ่ายภาพ

การดำเนินการถ่ายภาพ

ใช้กล้องถ่ายภาพชนิดสะท้อนแสงเลนส์เดี่ยว (Single Lens Reflex) ที่สามารถถอดเปลี่ยนเลนส์หรือสวมเลนส์ได้ เพื่อถ่ายภาพในระยะใกล้ โดยเลือกใช้ฟิล์มขนาด 35 มม. (Kodacolor Gold 100) เลนส์ที่ใช้แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

- เลนส์ปกติ (Normal lens)

เป็นเลนส์ที่ติดมากับกล้องถ่ายภาพ ชนิดสะท้อนแสงเลนส์เดี่ยว สร้างขึ้นเพื่อใช้ถ่ายภาพทั่วไป มีทางยาวโฟกัส (Focus length) 50 มม. ถ้าต้องการถ่ายภาพระยะใกล้น้อยกว่า 1 ฟุต จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์ถ่ายภาพระยะใกล้ดังต่อไปนี้

- Supplementary lens ได้แก่ เลนส์ถ่ายใกล้ (Close–up lens) มีหลายขนาดให้เลือกใช้ ส่วนมากเป็นเบอร์ 1, 2, 3 เป็นต้น เลขมากก็ถ่ายได้ใกล้มาก

- Extension tubes หรือข้อต่อระหว่างฐานเลนส์กับตัวกล้องมี 3-4 ขนาด

การใช้ Supplementary lens และ Extension tubes จะต้องเปิดรูรับแสงกว้างขึ้น ในการถ่ายภาพเพื่อชดเชยแสง ซึ่งอาจมีผลต่อการถ่ายภาพ Specimens ซึ่งจะทำให้เสียความชัดลึกของภาพไป

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

- เลนส์ถ่ายใกล้ (Micro lens)

ในการถ่ายภาพระยะใกล้ให้ได้ภาพที่ดี ควรใช้เลนส์ถ่ายใกล้ (Micro lens) เป็นเลนส์ที่เหมาะสำหรับการถ่ายภาพ Specimens หรือวัตถุอื่นๆ ที่มีขนาดเล็กมากๆ คือมีระยะห่างระหว่าง Specimens กับตัวเลนส์อยู่ใกล้กันมาก เลนส์ชนิดนี้ใช้ถ่ายภาพได้คมชัดมากที่ระยะ 25 ซม. จนถึง infinity โดยไม่ต้องใช้ส่วนประกอบ (Accessories) อื่นใด สำหรับการถ่ายชิ้น Specimens ดังกล่าวนี้ จำเป็นจะต้องถ่ายโดยใช้กล้องยึดติดกับ stand ดังนั้นควรเลือกใช้เลนส์ถ่ายใกล้ (Micro lens) ขนาด 50 มม. จึงจะได้ผลดี

และเนื่องจาก Specimens ที่นำมาใช้ถ่ายนี้ เป็น Specimens ที่ผ่านการแช่ดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน 10% มาแล้วเป็นระยะเวลา 4-6 เดือน ซึ่งจะมีผลทำให้สีของ Specimens เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากอ่อนจนถึงเข้ม ดังนั้นการกำหนดฉากหลัง (Back-ground) จึงควรคำนึงถึงความถูกต้องของสี และ contrast ของภาพ การใช้ฉากหลังสีดำจะทำให้สีของ Specimens ถูกต้องมากที่สุด อีกทั้งยังสามารถแสดงลักษณะรูปร่างของ specimens ได้เด่นชัดขึ้น

เมื่อเตรียมฉากหลังเรียบร้อยแล้วใช้ฟองน้ำชุบน้ำยา Hibitane ลูบบนผิวของฉากหลังให้เรียบ น้ำยาจะมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อและช่วยลดการสะท้อนของแสง (Reflex) ได้ดี

ก่อนถ่ายภาพ ควรแช่ Specimens ในน้ำไหลรินให้หมดกลิ่นฟอร์มาลินก่อน เพราะไอของฟอร์มาลีนจะทำลายเยื่อบุตา ระบบทางเดินหายใจ และมีผลเสียต่อเลนส์ของกล้องถ่ายภาพด้วย

ในการถ่ายภาพ Specimens นี้ ผู้ถ่ายภาพควรมีความรู้ด้านกายวิภาคเพียงพอที่จะเข้าใจตำแหน่ง ที่อยู่ และหน้าที่การทำงานของอวัยวะคนในสภาวะปกติ เพราะจะทำให้การจัดวางตำแหน่ง ที่จะถ่ายเป็นไปอย่างถูกต้อง โดยเฉพาะการกำหนด Sections ของ Specimens ดังกล่าวนี้ เป็นการนำเสนอในรูปแบบของ Anatomycal Standard ซึ่งจะต้องแสดงตำแหน่งและการวางให้ถูกต้องตามหลักสากลทั่วไป

สิ่งที่ขาดไม่ได้ในการถ่ายภาพ Specimens คือการระบุ Scale บอกขนาดเป็นเซนติเมตรในทุกๆ Sections โดยวางแผ่นป้าย Scale นั้น ตามแนวล่างของ Specimens (ภาพประกอบที่ 4) และพยายามรักษาระดับผิวหน้าให้ขนานกับผิวของ Specimens โดยใช้ดินน้ำมันรองรับด้านล่าง เพื่อลดการสะท้อนของแสงและให้มองเห็นได้ชัดเจน

เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการถ่ายภาพครบถ้วนทุกขั้นตอนตามวัตถุประสงค์แล้ว ต้อง ดำเนินการล้างและอัดขยายภาพ โดยให้สัดส่วนของภาพมีขนาดใกล้เคียงกับของจริง คือ 10 x 15 ซม. โดยประมาณ จากนั้นนำภาพทั้งหมดไปประกอบเป็นรูปเล่มเรียงตามลำดับ

Copyright by Mahidol University

23369 I 1134816

Sections ในทำนองเดียวกันกับ Specimens โดยแสดงส่วนของ Superior surface และ Inferior surface ของแต่ละชิ้นให้อยู่ในหน้าเดียวกัน เพื่อความสะดวกในการใช้เป็นสื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับหุ่นจำลองต่อไป

ภาพประกอบที่ 4 แสดงภาพถ่ายชิ้น Specimen

<u>การผลิตหุ่นจำลอง</u>

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนดำเนินงานไว้ดังนี้

1. ถอดแบบ specimens
2. สร้างแม่พิมพ์ยางซิลิโคน
3. หล่อแบบโพลีเอสเตอร์เรซิ่น
4. สร้างฐานรองรับหุ่นจำลอง
5. ลงสีประกอบ

1. ถอดแบบ Specimens

การถอดแบบ Specimens คือการจำลองชิ้นงานต้นแบบจากของจริงให้เป็นปูนปลาสเตอร์หรือวัสดุอื่นๆ ผู้วิจัยได้ทดลองหล่อแบบดังกล่าวนี้ด้วยวิธีต่างๆ กัน ในที่สุดพบว่าวิธีทำทีละด้านโดยหล่อด้านบน (Superior surface) ก่อน แล้วจึงหล่อด้านล่าง (Inferior surface) ในทำนองเดียวกัน เมื่อนำมาปรับระดับโดยการขัดผิวด้านหลังแล้วประกบกันให้ได้

Copyright by Mahidol University

ความหนาเท่ากับ ชิ้น Specimen ที่เป็นต้นแบบจะเป็นวิธีที่ดีที่สุด กล่าวคือ จะเป็นการลดขั้นตอนการตกแต่งรายละเอียดและมีความผิดพลาดน้อยกว่าวิธีหล่อแบบอื่น

ขั้นตอนปฏิบัติ

- นำชิ้น Specimen ที่ผ่านการเตรียมอย่างดีแล้ว มาซับด้วยกระดาษเช็ดมือให้แห้ง แล้วจัดวางให้เข้าที่บนแผ่นกระจก โดยหงายด้านบน (Superior surface) ขึ้น ทาน้ำสบู่ให้ทั่วชิ้น Specimen และแผ่นกระจก จากนั้นนำพิมพ์ครอบวงแหวนที่ตัดจากแผ่นโฟมครอบ ลงบนชิ้น Specimen โดยให้ Specimen นั้น อยู่กลาง พิมพ์ครอบนี้จะต้องมีความสูงและห่างจากชิ้น Specimen ราว 1 ซม. ใช้ดินน้ำมันอุดแนวขอบฐานโดยรอบให้สนิท ตรวจดูความเรียบร้อยของ Specimen ให้อยู่ในตำแหน่งและท่าที่ถูกต้อง (ภาพประกอบ ที่ 5)

ภาพประกอบที่ 5 เตรียมการหล่อชิ้น Specimen

Copyright by Mahidol University

- ผสมยางสังเคราะห์ (Nu-gel) ในอัตราส่วน 35% และน้ำเย็น 65% ให้เข้ากันดี ภาชนะที่ใช้ผสมควรมีปากกว้าง เพื่อความสะดวกในการกวนให้เข้ากัน ขั้นตอนนี้จะต้องคำนวณดูปริมาตรของช่องว่างระหว่างชิ้น Specimen กับเนื้อที่ภายในพิมพ์ครอบวงแหวน ให้สัมพันธ์กับปริมาณของยางที่จะใช้ โดยจะต้องผสมยางสังเคราะห์นี้ให้ได้ตามส่วนในคราวเดียวเท่านั้น เพราะถ้าผสมทีละครั้ง ยางจะไม่ติดประสานเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อผสมเข้ากันดีแล้ว ค่อยๆ เทยางลงบนชิ้น Specimen ให้ต่อเนื่อง อย่าให้เกิดฟองอากาศ จนระดับของยางเสมอกับขอบด้านบนของพิมพ์ จึงทิ้งไว้ให้แข็งตัวประมาณ 1-2 นาที (ภาพประกอบที่ 6)

ภาพประกอบที่ 6 เทยางสังเคราะห์ลงบนชิ้น Specimen

- เมื่อยางสังเคราะห์แข็งตัว หงายพิมพ์ขึ้นใช้ปากคีบค่อยๆ ดึง ชิ้น Specimen ออกอย่างระมัดระวัง พยายามอย่าให้ชิ้นส่วนของชิ้นเนื้อหรือยางขาดออกจากกัน (ภาพประกอบที่ 7)

ในกรณีที่ยางติดกับแง่มุมของชิ้นเนื้อ จนไม่สามารถดึงออกได้ให้ใช้มีดหรือ cutter บรรจงตัดยางส่วนที่ติดยึดให้ขาด ค่อยๆ ดึงชิ้นเนื้อออก แล้วพยายามประกบรอยต่อของยางที่ถูกตัดออกจากกันให้กลับเข้าไปสนิทยังตำแหน่งเดิม เมื่อนำชิ้น Specimen ออกจากพิมพ์ยางแล้ว ตรวจดูความเรียบร้อยของพิมพ์ แล้วผสมปูนปลาสเตอร์ในอัตราส่วน 40% กับน้ำ 60% กวนให้เข้ากันดี แล้วเทลงในแม่พิมพ์โดยระวังฟองอากาศที่อาจเกิดขึ้น ใช้ช้อนหรือพู่กันเกลี่ย

Copyright by Mahidol University

ปูนปลาสเตอร์ให้ไหลเข้าทุกซอกมุม และเพิ่มปริมาณขึ้นจนระดับของปูนสูงเสมอกับขอบพิมพ์ แล้วทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 20-30 นาที (ภาพประกอบที่ 8)

ภาพประกอบที่ 7 นำชิ้น Specimen ออกจากแม่พิมพ์

ภาพประกอบที่ 8 ใส่ปูนปลาสเตอร์ในแม่พิมพ์

Copyright by Mahidol University

ระหว่างรอให้ปูนปลาสเตอร์แข็งตัว นำชิ้น Specimen มาตรวจดูความเรียบร้อย แล้วดำเนินการหล่อด้านตรงข้าม คือ ด้าน Inferior surface ในทำนองเดียวกัน โดยจัดวางให้ตำแหน่งของ Specimen อยู่ใน position เดียวกันกับการถอดแบบครั้งแรก แล้วเริ่มขั้นตอนการถอดแบบในลักษณะเดิม จนได้ชิ้นงานปูนปลาสเตอร์ ชิ้นที่ 2

เมื่อนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ยางสังเคราะห์ (Nu-gel) แล้ว ถ้าแม่พิมพ์ยังอยู่ในสภาพที่ดี ควรผสมปูนปลาสเตอร์แล้วหล่อทิ้งไว้อีก ก่อนที่พิมพ์นั้นจะเสื่อมคุณภาพ เพื่อเก็บชิ้นงานไว้สำรองกรณีที่มีการเสียหายเกิดขึ้น

ขั้นตอนต่อไป คือการปรับความหนาและตกแต่งรายละเอียดของชิ้นงานปูนปลาสเตอร์ โดยนำกระดาษทรายน้ำ เบอร์ 200 มาติดกับแผ่นกระจก แล้วขัดด้านหลังของชิ้นงาน (ส่วนที่ไม่มีรายละเอียด) ทั้ง 2 ชิ้น พยายามควบคุมจังหวะการขัดให้สัมพันธ์กับแนวระนาบตามชิ้นเนื้อ Specimen จริง ทั้งนี้จะต้องคอยหมั่นตรวจสอบระดับความหนาของชิ้นงานปูนปลาสเตอร์จนได้เท่ากับความหนาของ Specimen การขัดควรขัดวนเป็นวงกลม สลับไปทั้งซ้ายและขวา โดยใช้น้ำเป็นตัวหล่อลื่นจะทำให้สะดวกขึ้น (ภาพประกอบที่ 9) เมื่อปรับขนาดจนได้ที่แล้วนำชิ้นปูนทั้งสองมาประกบกัน โดยปรับรอยต่อให้สัมพันธ์และสนิทเป็นรอยเดียว ผสมปูนปลาสเตอร์ 30% กับน้ำเพื่อใช้เป็นตัวประสานรอยต่อนี้ (ภาพประกอบที่ 10)

ภาพประกอบที่ 9 แสดงการขัดชิ้นงานปูนปลาสเตอร์

Copyright by Mahidol University

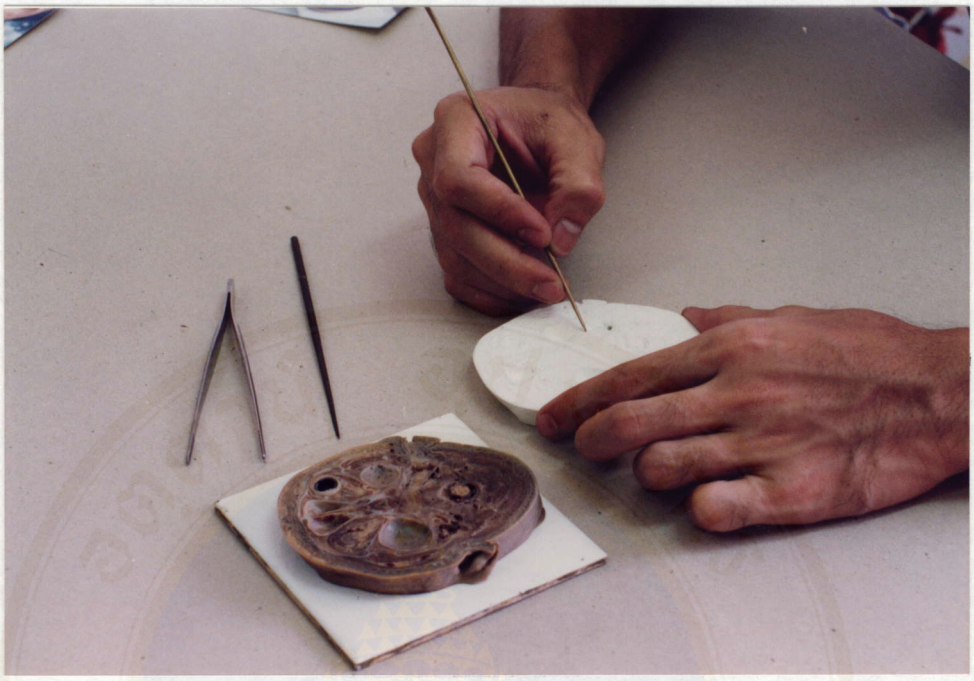
ภาพประกอบที่ 10 ตรวจสอบระดับความหนาของชิ้นงาน

การตกแต่งชิ้นงานนับเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นการตรวจสอบข้อมูลและรายละเอียดให้ถูกต้อง โดยเปรียบเทียบกับชิ้น Specimens ทุกชิ้น ที่ใช้เป็นต้นแบบ (ภาพประกอบที่ 11)

การถอดแบบ Specimens ชิ้นต่อๆ ไป จะดำเนินการในทำนองเดียวกันนี้จนครบทั้ง 20 ชิ้น (ภาพประกอบที่ 12)

จากนั้นจะนำชิ้นงานทั้งหมดมาทดลองประกอบเรียงชิ้น sections ให้ต่อเนื่องกันตามลำดับ เพื่อปรับองค์ประกอบส่วนรวมเข้าด้วยกัน โดยใช้วิธีเปรียบเทียบกับภาพถ่าย Specimens จริง (ภาพประกอบที่ 13) และใช้กระดาษ ทรายเบอร์ 200 และ 500 ขัดตกแต่งผิวงานให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ที่สุด เพื่อใช้กำหนดเป็นต้นแบบการหล่อด้วยโพลีเอสเตอร์เรซิ่นต่อไป

Copyright by Mahidol University



ภาพประกอบที่ 11 ตรวจสอบความถูกต้องและตกแต่งชิ้นงาน

ภาพประกอบที่ 12 แสดงจำนวนชิ้นงานทั้งหมด ที่หล่อเป็นปูนปลาสเตอร์แล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยมหิดล Copyright by Mahidol University

ภาพประกอบที่ 13 ปรับองค์ประกอบส่วนรวมให้สมบูรณ์

2. สร้างแม่พิมพ์ยางซิลิโคน

เมื่อได้ชิ้นงานต้นแบบปูนปลาสเตอร์ที่จำลองมาจาก Specimens และตกแต่งรายละเอียดเรียบร้อยแล้ว นำชิ้นงานทั้งหมดมาทาน้ำสบู่ให้ทั่วทุกซอกมุม (ภาพประกอบที่ 14) เพื่อช่วยให้การถอดพิมพ์สะดวกขึ้น จากนั้นนำชิ้นงานทุกชิ้นมากั้นขอบด้วยดินน้ำมันโดยรอบให้ส่วนสูงและผนังของขอบห่างจากชิ้นงานประมาณ 1 ซม. ขั้นตอนนี้ควรเตรียมการให้แล้วเสร็จทุกชิ้นในคราวเดียวเพื่อความสะดวก คล่องตัวและประหยัดเวลา (ภาพประกอบที่ 15)

จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการสร้างแม่พิมพ์ยางซิลิโคนจากชิ้นงานปูนปลาสเตอร์นี้ จะมีรายละเอียดและวิธีการคล้ายคลึงกับขั้นตอนของการถอดแบบ Specimens ที่กล่าวมาแล้ว เพียงแต่วัสดุที่ใช้จะแตกต่างกันคือ ยางสังเคราะห์ (Nu-gel) จะเป็นวัสดุที่ใช้ถอดแบบได้ชั่วคราว เพราะมีอายุการใช้งานสั้นมาก แต่สะดวกและคล่องตัว เพราะใช้เวลาไม่นาน สำหรับยางซิลิโคนนั้น จัดเป็นวัสดุหลักและใช้เป็นแม่พิมพ์ถาวร เพราะมีอายุการใช้งานสูง มีคุณภาพดี แต่มีระยะเวลาในการปฏิบัติงานนานกว่าและราคาค่อนข้างแพง อย่างไรก็ตามการนำยางซิลิโคนมาใช้เป็นแม่พิมพ์ในขั้นตอนนี้ นับว่าเหมาะสมและสอดคล้องต่อนโยบายการผลิตที่ต้องการชิ้นงานจำนวนมากต่อไป

Copyright by Mahidol University

ภาพประกอบที่ 14 ทาน้ำสบู่เพื่อความสะดวกในการถอดแบบ

ภาพประกอบที่ 15 กั้นขอบดินน้ำมันเพื่อการถอดแบบยางซิลิโคน

Copyright by Mahidol University

ขั้นตอนการทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคน

เนื่องจากการทำแม่พิมพ์ยางซิลิโคน จะใช้วิธีผสมยางในคราวเดียวแล้วทำพิมพ์ให้ครบตามจำนวนของชิ้นงานปูนปลาสเตอร์ ดังนั้นเพื่อความเหมาะสมและไม่ทำให้สับสน ผู้วิจัยจึงแบ่งขั้นตอนการทำออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

- ขั้นตอนแรกทำพิมพ์ด้าน Superior surface ให้ครบทุกชิ้น
- ขั้นตอนที่สองพลิกต้นแบบกลับแล้วทำพิมพ์ด้าน Inferior surface ตามลำดับ

โดยใช้วิธีดำเนินการคล้ายคลึงกันกับการถอดแบบ Specimens ทุกประการ

- เมื่อกั้นขอบดินน้ำมันชิ้นงานและทาน้ำสบู่เรียบร้อยแล้ว ก่อนจะทำพิมพ์ยาง ควรพ่นน้ำมัน Aerosol ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้ถอดแบบง่ายขึ้น (Silicone Release Agent AK) แล้วผสมยางซิลิโคน (Wacker Silicone RTV M533) กับตัวทำให้แข็ง (Hardener) ในอัตราส่วนยางซิลิโคน 100 กรัมต่อตัวทำให้แข็ง 1-4 ซีซี. ส่วนผสมนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ทำและลักษณะของชิ้นงาน เช่น ยางซิลิโคน 100 กรัมต่อตัวทำให้แข็ง 1 ซีซี. ยางจะแข็งตัวในเวลาประมาณ 6-8 ชม. ถ้ายางซิลิโคน 100 กรัมต่อตัวทำให้แข็ง 4 ซีซี. ยางจะแข็งตัวในเวลาประมาณ 1-2 ชม. (สมศักดิ์ คงรัตนสมบูรณ์ 2535:29) ดังนั้น เพื่อความเหมาะสมผู้วิจัยจึงเลือกวิธีผสมตามแบบที่สองเพื่อควบคุมให้ยางแข็งตัวได้ในเวลาไม่นานนัก ขั้นตอนนี้ควรผสมให้พอดีในแต่ละแม่พิมพ์ เพราะจะทำให้การคำนวนปริมาณยางแต่ละครั้งสะดวกขึ้น การเทยางลงบนชิ้นงานต้องคอยควบคุมฟองอากาศ และใช้พู่กันเกลี่ยเนื้อยางให้เข้าซอกละเอียดให้ทั่ว โดยเฉพาะในส่วนที่ซับซ้อนและมีแง่มุม เมื่อระดับของยางเสมอกับขอบดินน้ำมัน จึงผสมใหม่แล้วเทลงในแบบตามลำดับจนครบทิ้งไว้ประมาณ 2 ซม. (ภาพประกอบที่ 16) เมื่อยาง Silicone แข็งตัวแล้ว ดึงดินน้ำมันที่กั้นขอบแนวออก แล้วกั้นขอบดินน้ำมันอีกครั้งหนึ่งให้มีช่องว่างห่างจากพิมพ์ยางโดยรอบประมาณ 1 ซม. เช่นเดิม จากนั้นผสมปูนปลาสเตอร์ในอัตราส่วน 50% กับน้ำให้เข้ากัน แล้วเทลงในช่องว่างระหว่างขอบดินน้ำมันกับพิมพ์ให้ท่วม ทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 30 นาที

- หงายพิมพ์ขึ้นดึงชิ้นงานต้นแบบปูนปลาสเตอร์ออกอย่างระมัดระวัง แล้วนำไปดำเนินการทำพิมพ์ตามลักษณะนี้อีกในด้านตรงกันข้ามคือ Inferior surface ต่อไป

Copyright by Mahidol University

ภาพประกอบที่ 16 แสดงการเทยางซิลิโคนลงในชิ้นงาน

3. หล่อแบบโพลีเอสเตอร์เรซิ่น

โพลีเอสเตอร์เรซิ่นเป็นพลาสติกเหลวประเภทหนึ่ง การนำวัสดุนี้มาใช้ผลิตนั้นจำเป็นต้องอาศัยเคมีภัณฑ์ประกอบคือ

- ตัวเร่งปฏิกิริยา (Accelerator หรือ promoter) ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ โคบอลท์ (Cobalt Naphthenate) มีลักษณะเป็นของเหลวสีม่วง ความเข้มข้นที่เหมาะกับการใช้งานคือ 4-6%

- ตัวทำปฏิกิริยาหรือตัวทำให้แข็ง (Catalyst หรือ Hardener) เป็นตัวทำให้เรซิ่นแข็งตัวโดยต้องใช้ร่วมกับตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวทำให้แข็งนี้ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ M.E.K.P. (Methyl Ethyl Ketone Peroxide) อัตราส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งานคือ 0.5-4%

ขั้นตอนการหล่อแบบ

- เมื่อเตรียมแม่พิมพ์ยางเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการหาปริมาตรของเรซิ่นโดยกำหนดเอาจากชิ้นงานต้นแบบที่หล่อเป็นปูนปลาสเตอร์ แล้วเพิ่มจำนวนเพื่อเอาไว้สำรองอีก 30-40% ซึ่งรวมแล้วจะเท่ากับ 2.5 กก. โดยประมาณ

นำผงหินแคลเซียม (calcium powder) หรือผงทัลคัม (Talcum powder) อย่างใดอย่างหนึ่งมาผสมโดยใช้อัตราส่วนประมาณ 40% ของเรซิ่น พร้อมทั้งใส่สี (pigment)

ให้ดูคล้าย สีเนื้อลงไปด้วย โดยใช้สีแดงและสีเหลืองอย่างละ 0.5 กรัม ค่อยๆ ผสมจากน้อยไปมาก อาจลดความจัดของสีโดยการเติมสีเขียวลงไปประมาณ 0.2 กรัม เพื่อควบคุมโครงสีให้ใกล้เคียงกับสีผิวของทารกมากที่สุด แล้วกวนให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี ทิ้งพักไว้เพื่อไล่ฟองอากาศให้หมด (ประมาณ 24 ชม.)

- การหล่อแบบโพลีเอสเตอร์เรซิ่น ก็มีวิธีและขั้นตอนคล้ายคลึงกับการหล่อแบบด้วยปูนปลาสเตอร์ ต่างกันตรงที่ต้องผสมตัวเร่งปฏิกิริยา (Cobalt) ลงในเรซิ่นที่เตรียมไว้แล้วในอัตราส่วน 5% ของน้ำหนักยางแล้วกวนผสมให้เข้ากัน แล้วจึงใส่ตัวทำให้แข็ง (Hardener) ในอัตราส่วน 4% ของเรซิ่นกวนให้เข้ากันดี ใช้แปรงหรือพู่กันทาเรซิ่นแล้วเกลี่ยเก็บรายละเอียดเพื่อควบคุมไม่ให้เกิดฟองอากาศบริเวณผิวงานชั้นแรกให้ทั่วถึง ให้ครบทุกแม่พิมพ์ แล้วค่อยๆ เพิ่มปริมาณให้มากขึ้นทีละน้อย (ภาพประกอบที่ 17) การใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวทำให้แข็งในอัตราส่วนดังกล่าวนี้ ไม่ควรเพิ่มปริมาณเรซิ่นให้เต็มแบบพิมพ์ในคราวเดียว เพราะจะเกิดปฏิกิริยา ทำให้มีความร้อนสูง ชิ้นงานอาจแตกหรือบิดงอได้

ภาพประกอบที่ 17 แสดงการหล่อแบบโพลีเอสเตอร์เรซิ่น

เมื่อหล่อแบบจนครบตามจำนวนทั้งหมดแล้วทิ้งพักไว้ให้เรซิ่นแข็งตัวเต็มที่ (ประมาณ 2 ชั่วโมง) จึงนำออกจากแบบพิมพ์

Copyright by Mahidol University

นำชิ้นงานที่หล่อเรียบร้อยแล้วมาขัดด้านหลังให้บาง เพื่อปรับระดับให้เท่ากับต้นแบบด้วยวิธีประกบ 2 ด้านเช่นเดิม โดยใช้เครื่องขัดไฟฟ้า (ภาพประกอบที่ 18) จากนั้นจึงตกแต่งรายละเอียดด้วยเครื่องมือและสว่านไฟฟ้าให้สมบูรณ์ขึ้น โดยเฉพาะรายละเอียดต่างๆ นั้น จะต้องเปรียบเทียบกับ Specimens จริงในทุกๆ Sections ให้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด การประกบชิ้น Sections ให้ติดกัน ทำโดยใช้กาว Epoxy หรือเรซิ่นอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นตัวเชื่อมประสาน (ภาพประกอบที่ 19)

ภาพประกอบที่ 18 แสดงการปรับความหนาของชิ้นงานโพลีเอสเตอร์กับแท่นขัดไฟฟ้า

4. สร้างฐานรองรับหุ่นจำลอง

- ผู้วิจัยได้ออกแบบฐานรองรับหุ่นจำลอง โดยได้กำหนด position ที่เหมาะสมและมีคุณสมบัติ ดังนี้

  - ทำหน้าที่รองรับและเสริมให้ตัวหุ่นจำลองเด่นชัดขึ้น
  - ทำหน้าที่ยึด Sections แต่ละชิ้นให้ติดอยู่กับฐาน โดยสามารถดึงออกและใส่กลับที่เดิมได้อย่างสะดวก

Copyright by Mahidol University

ภาพประกอบที่ 19 ชิ้นงานทั้งหมดหลังจากปรับความหนาและประกบกันเรียบร้อยแล้ว

ขั้นตอนการผลิต

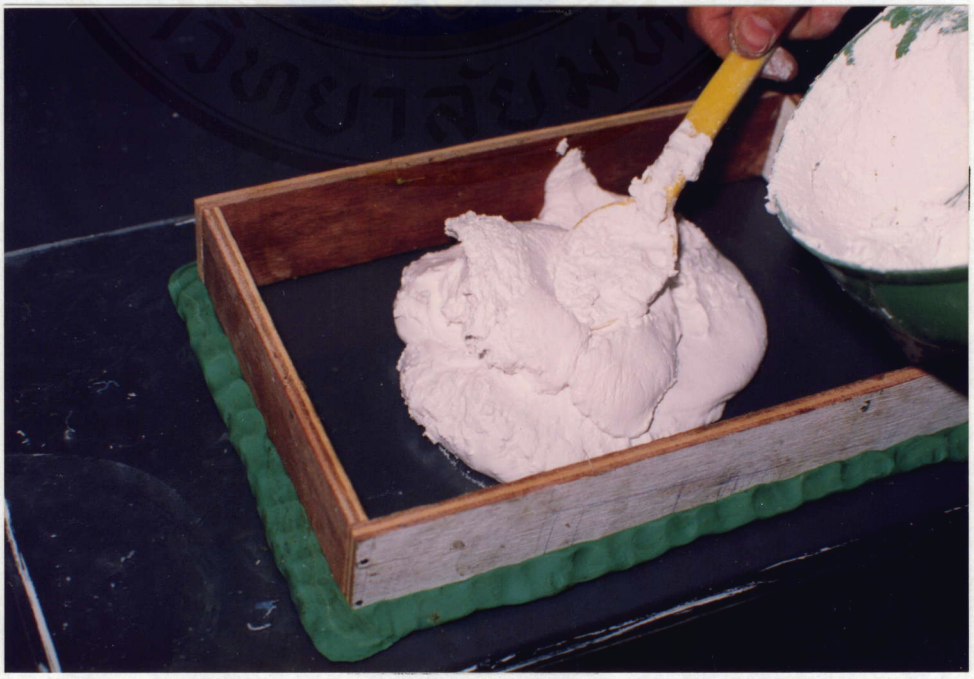
- นำเทปกาวสองหน้าที่มีความหนาประมาณ 2 มม. มาติดเชื่อมต่อเนื่องระหว่างชิ้น Sections แต่ละชิ้น โดยเรียงลำดับตามโครงสร้างและรูปร่างของ Fetus เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดสัดส่วนและความยาวของส่วนเว้าด้านหลังตลอดแนว จากนั้นปิดกระดาษกาวกั้นรอยต่อแต่ละชิ้นให้ทั่วบริเวณด้านหลัง เพื่อกันไม่ให้ปูนปลาสเตอร์ไหลแทรกเข้าไปในส่วนละเอียดของแต่ละ Sections ได้ (ภาพประกอบที่ 20)

- สร้างโครง Block จากไม้ให้มีขนาดกว้าง, ยาวและสูงกว่าหุ่นจำลองด้านละ 1 นิ้วโดยประมาณ ทาน้ำสบู่ด้านในและแผ่นกระจกรองให้ทั่ว ผสมปูนปลาสเตอร์ในอัตราส่วน 60% ต่อน้ำ 40% แล้วใส่ลงใน Block (ภาพประกอบที่ 21) คะเนดูความเข้มข้นของปูนให้เพียงพอที่จะวางหุ่นจำลองที่ทาน้ำสบู่ไว้แล้ว กดหุ่นลงใน block ให้จมลงประมาณ 1/4 ของลำตัว แล้วทิ้งไว้ให้ปูนแห้ง (ภาพประกอบที่ 22)

เมื่อปูนปลาสเตอร์แห้งสนิทดีแล้ว ดึงหุ่นจำลองออก แล้วตกแต่งรายละเอียดด้านในรวมทั้งเน้นแนวรอยต่อระหว่างชิ้น Sections แต่ละชิ้นให้ชัดเจน เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดในการทำร่องฝังแผ่นพลาสติก (p v c) แต่ละช่องต่อไป

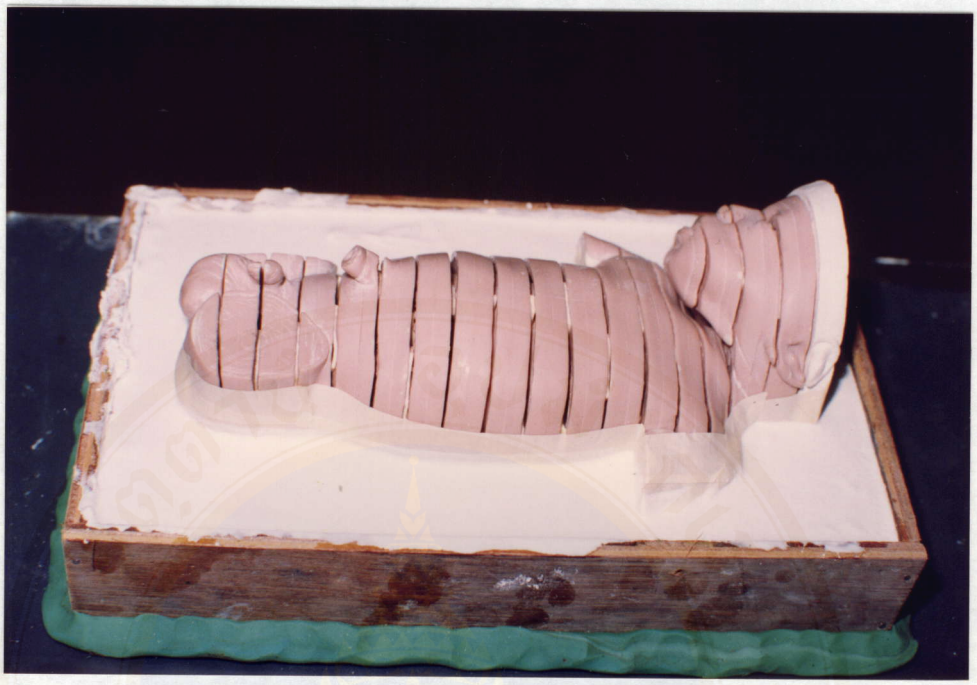
Copyright by Mahidol University

ภาพประกอบที่ 20 แสดงการเตรียมหุ่นจำลองก่อนการหล่อแบบฐาน



ภาพประกอบที่ 21 ใส่ปูนปลาสเตอร์ลงใน Block

Copyright© by Mahidol University



ภาพประกอบที่ 22 แสดงการวางหุ่นจำลองลงในปูนปลาสเตอร์

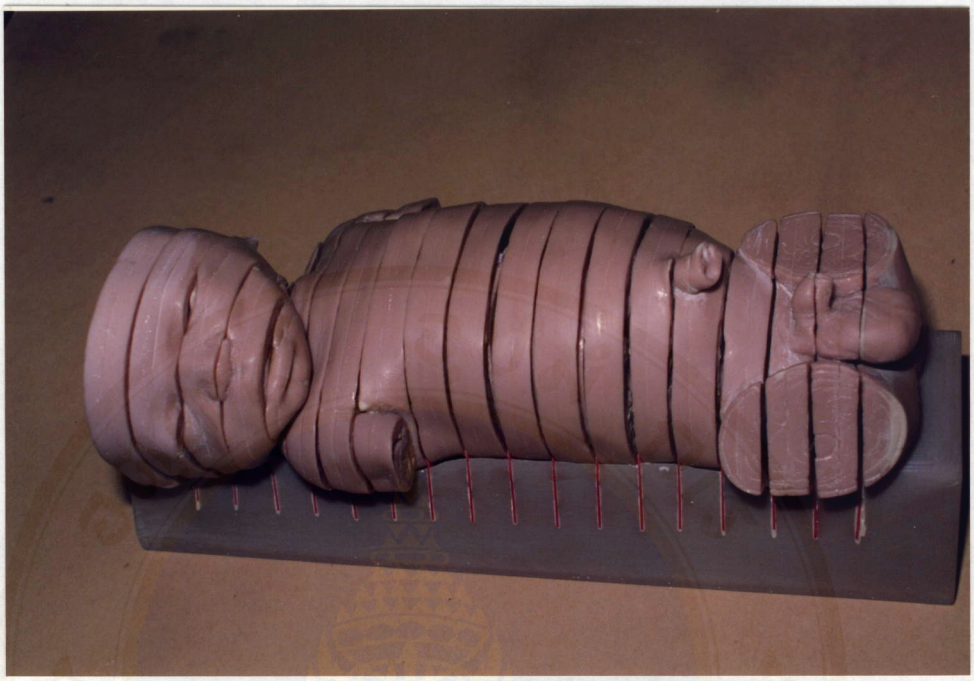
- จากนั้นนำ Block ปลาสเตอร์ที่ได้ไปตกแต่งขนาดให้ได้สัดส่วนรับกับตัวหุ่นจำลองโดยใช้เลื่อยและเครื่องขัดไฟฟ้า จนได้ผลงานที่เรียบร้อย

- เมื่อได้งานต้นแบบฐานรองรับหุ่นจำลองแล้ว ผสมยางซิลิโคนโดยใส่ตัวทำให้แข็ง (Hardener) ในอัตราส่วน 3% ของน้ำหนักยาง แล้วใช้พู่กันทาลงบนฐานปูน โดยทาครั้งแรกให้บาง เพื่อควบคุมฟองอากาศไม่ให้เกิดขึ้น แล้วจึงผสมใหม่ เพื่อทาทับต่อไปจนได้ความหนาของเนื้อยาง โดยเฉลี่ยประมาณ 1/2 cm. จึงทิ้งไว้ให้แห้ง (ประมาณ 3 ชม.)

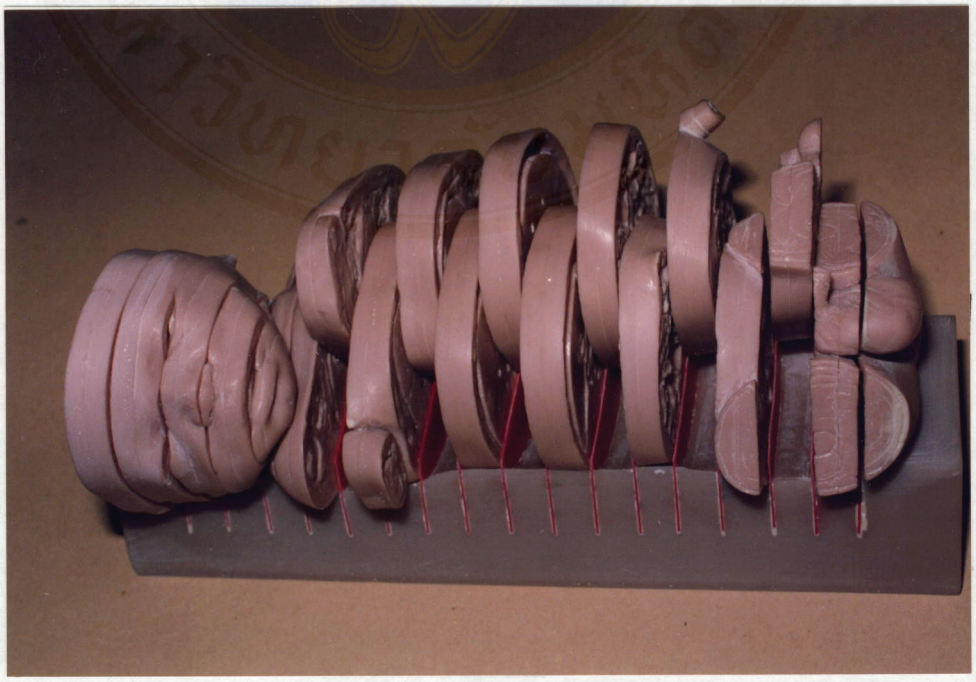
- ผสมปูนปลาสเตอร์ 40% กับน้ำ 60% ให้เข้ากันแล้วเทคลุมพิมพ์ยางให้ทั่ว จนได้ความหนา 1 ซม. โดยประมาณ เมื่อพิมพ์ครอบแห้งแล้ว นำต้นแบบปูนออกจากพิมพ์ แล้วผสมเรซิ่นในอัตราส่วนเดียวกันกับขั้นตอนหล่อแบบหุ่นจำลอง ใช้พู่กันทาเรซิ่นให้ทั่วภายในพิมพ์ยาง ค่อยๆ เพิ่มปริมาณเรซิ่น จนได้ระดับขอบพิมพ์ จึงทิ้งไว้ให้แห้ง

- นำฐานที่ได้มาทำช่องตรงแนวรอยต่อระหว่างชิ้น Sections ที่ได้กำหนดไว้โดยใช้ใบเลื่อยตัดเหล็ก เพราะมีความหนาของคลองเลื่อยใกล้เคียงกับแผ่นพลาสติกที่เตรียมไว้สำหรับกั้นแนวแต่ละช่อง (ประมาณ 1.5 มม.) เมื่อผ่าแนวจนครบได้ทุกช่องแล้ว ค่อยๆ สอดแผ่นพลาสติกอ่อน (p v c) เข้าไปในร่อง โดยใช้กาว Epoxy เป็นตัวเชื่อมให้ติดกัน จนครบทุกช่อง ทิ้งไว้ให้แห้ง ประมาณ 1 ชม. จึงนำมาขัดเครื่องขัดไฟฟ้าให้เรียบร้อย เสร็จแล้วทดสอบการใช้งาน ด้วยการนำหุ่นจำลองมาวางตามแนวและทดลองดึงชิ้นงาน Sections ออก แล้วนำกลับ ที่เดิม จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ (ภาพประกอบที่ 23, 24)

Copyright by Mahidol University



ภาพประกอบที่ 23 ทดลองปรับชิ้นงานให้รับกับฐาน



ภาพประกอบที่ 24 ทดสอบการทำงานของช่องยึดชิ้น Sections

Copyright by Mahidol University

5. ลงสีประกอบ

ขั้นตอนนี้ นับเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตหุ่นจำลอง ผู้วิจัยได้ข้อมูลสีอวัยวะสดของทารกจากคุณวิชา สุขพัทธี เจ้าหน้าที่ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้เอื้อเฟื้อให้ยืม สไลด์ตัวอย่าง Specimens อวัยวะสดของทารกในรูปแบบต่างๆ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการลงสีให้ถูกต้องตามความเป็นจริง นอกจากนั้นยังได้ศึกษาหาความแตกต่างของสีแต่ละ Organ จากหนังสือ Sectional Human Anatomy และ Primer of Sectional Anatomy with MRI and CT Scan Correlation ที่เปรียบเทียบสีกับแสดงตำแหน่งที่ชัดเจนและถูกต้องในผู้ใหญ่ (Adult) เพื่อเน้นรายละเอียดบางส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน

การลงสีประกอบเพื่อให้หุ่นจำลองแสดงรายละเอียดของสีแต่ละ Organ ให้ดูเหมือนขณะที่ยังสดนั้น นับเป็นการทดลองเพื่อให้สื่อนี้มีลักษณะพิเศษที่สามารถแสดงข้อมูลตามความเป็นจริง หรือใกล้เคียงของจริงให้มากที่สุด ซึ่ง Specimens ไม่อาจนำเสนอได้ เพราะปกติการตัดชิ้นเนื้อออกเป็น sections ในลักษณะนี้ จำเป็นต้องผ่านกระบวนการแช่ดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน 20% จนทำให้สีเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนั้นการใช้โครงสีที่ตัดกันอย่างเห็นได้ชัดนั้น จะทำให้ง่ายต่อการใช้เป็นสื่อประกอบความเข้าใจอีกส่วนหนึ่งด้วย

ขั้นตอนการลงสี

หลังจากกำหนดลักษณะและความแตกต่างของสีแต่ละ organ ตามข้อมูลที่ได้แล้ว จะต้องผสมสีอครีย์ลิค โดยวิธีเปรียบเทียบกับสีจริงจนได้ใกล้เคียงตัวอย่างมากที่สุด ควรบันทึกส่วนผสมของสีที่ได้รวมทั้งเก็บสีที่ผสมแล้วใส่ภาชนะที่มีฝาปิดอย่างแน่นหนา เพื่อเตรียมไว้ระบายในขั้นต่อไป เมื่อผสมสีได้ครบตามชิ้นส่วนในทุกๆ sections แล้ว นำชิ้นงานที่ผ่านการตกแต่งรายละเอียดมาระบายสีด้วยพู่กัน โดยเลือกขนาดให้สัมพันธ์กับบริเวณเนื้อที่ของชิ้นงาน ขั้นแรกเป็นการระบายพื้นที่ในส่วนใหญ่ๆ ก่อน เช่น กล้ามเนื้อ (Muscle) ให้ครบทุก sections ในคราวเดียว โดยจะต้องเปรียบเทียบรายละเอียดของหุ่นกับชิ้น Specimens และจากหนังสือประกอบให้มีความถูกต้องใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด (ภาพประกอบที่ 25) เมื่อเสร็จส่วนใดส่วนหนึ่งแล้ว จึงเริ่มในส่วนของ organ อื่นๆ ต่อไปจนครบทุก sections จากนั้นจะเก็บรายละเอียดอีกครั้งหนึ่งด้วยพู่กันเบอร์เล็ก โดยใช้วิธีเกลี่ยน้ำหนักและเน้นร่องรอยตามสภาพความเป็นจริง ทิ้งไว้ให้สีแห้งสนิท แล้วนำมาพ่นเคลือบด้วยน้ำมันวานิช (Spray Final Varnish) เพื่อรักษาสีให้คงทน สวยงาม พร้อมจะนำไปใช้งานได้ในที่สุด

Copyright by Mahidol University

สรุประยะเวลาการดำเนินการวิจัยในช่วงนี้ นับตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างหุ่นจำลอง จนเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต ผู้วิจัยได้ใช้เวลาในการดำเนินการทั้งสิ้น ดังนี้

- ออกแบบโครงสร้าง	ใช้เวลา	1	สัปดาห์
- เตรียม Specimens และวัสดุ	"	2	สัปดาห์
- ถ่ายภาพ Specimens	"	1	สัปดาห์
- ผลิตหุ่นจำลอง	"	14	สัปดาห์

ภาพประกอบที่ 25 แสดงการลงสีประกอบหุ่นจำลอง

<u>การสร้างแบบสอบถามและเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

1. การสร้างแบบสอบถาม

แบบสอบถามนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของสื่อหุ่นจำลอง และสื่อภาพถ่ายประกอบการเรียนการสอนวิชา Topographic Anatomy โดยให้อาจารย์ที่อยู่ในกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ประเมิน

Copyright by Mahidol University

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นอาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 32 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรอาจารย์ทั้งหมดของคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

การสร้างแบบสอบถามมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาประสิทธิภาพของสื่อประเภทต่างๆ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของสื่อ

1.2 นำประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของสื่อที่รวบรวมได้ มาสร้างเป็นแบบสอบถาม โดยมีข้อคำถามจำนวน 16 ข้อ (ดูตัวอย่างในภาคผนวก ก หน้า 75)

1.3 ข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ให้ผู้ตอบอ่านข้อความทีละข้อ แล้วตอบว่าสื่อที่ผู้วิจัยนำไปให้ดูมีประสิทธิภาพในด้านนั้นๆ มากน้อยเพียงใด โดยเขียนเครื่องหมาย √ ลงในช่องที่กำหนดไว้ 3 ระดับคือ มีประสิทธิภาพมาก ปานกลาง และน้อย

1.4 การให้คะแนนทำโดย

- มีประสิทธิภาพมาก ให้คะแนน 3
- มีประสิทธิภาพปานกลาง ให้คะแนน 2
- มีประสิทธิภาพน้อย ให้คะแนน 1

1.5 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้มีความรู้เกี่ยวกับเรื่องการสร้างสื่อ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องในเรื่องของภาษาและความครอบคลุมของเนื้อหาในข้อคำถาม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ผู้วิจัยนำสื่อที่สร้างขึ้นทั้งสองประเภท คือ สื่อหุ่นจำลองและสื่อภาพถ่าย ไปให้อาจารย์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง พิจารณาเปรียบเทียบกันว่าสื่อทั้งสองประเภทนั้น มีประสิทธิภาพในแต่ละด้านสอดคล้องกับการใช้เป็นสื่อประกอบวิชา Topographic Anatomy มากน้อยเพียงใด

Copyright by Mahidol University

2.2 หลังจากที่อาจารย์ได้พิจารณาสื่อทั้งสองประเภทแล้ว ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์ ความคิดเห็นของอาจารย์ร่วมกับการใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นในการประเมินประสิทธิภาพของสื่อทั้งสองประเภท ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นี้ นับเป็นข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย

2.3 นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนประสิทธิภาพสื่อทั้งสองประเภท แล้วนำค่าเฉลี่ยทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ค่าสถิติ t-test แบบ dependent samples

2.4 ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยใช้วิธีการจดบันทึก แล้วนำมาเรียบเรียงเสนอแบบบรรยาย ตามประเด็นที่สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 16 มีนาคม 2535 ถึงวันที่ 10 เมษายน 2535 รวม 4 สัปดาห์

<u>การประเมินประสิทธิภาพสื่อ</u>

การประเมินประสิทธิภาพสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่ายนั้น ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยประสิทธิภาพของสื่อทั้งสองประเภทมาเปรียบเทียบกัน สื่อที่มีประสิทธิภาพสูงหมายถึงสื่อที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสื่ออีกประเภทหนึ่ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. คะแนนเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524:71)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
ΣX	แทน	คะแนนรวม
N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

Copyright by Mahidol University

2. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยประสิทธิภาพสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่ายใช้สูตร t-test แบบ dependent samples (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2524:99) ดังนี้

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

ที่ $df = n-1$

เมื่อ t แทน ค่าความแตกต่างระหว่างคะแนนของสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่าย
ΣD แทน ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนในแต่ละคู่
ΣD^2 แทน ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนในแต่ละคู่ยกกำลังสอง
$(\Sigma D)^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนในแต่ละคู่ทั้งหมดยกกำลังสอง
n แทน จำนวนคู่ของคะแนนจากสื่อหุ่นจำลองและสื่อภาพถ่าย

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อดำเนินการสร้างหุ่นจำลองสำหรับนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนวิชา Topographic Anatomy และทำการประเมินประสิทธิภาพโดยเปรียบเทียบกับภาพถ่ายที่มีเนื้อหาเดียวกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คืออาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ลักษณะเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง
2. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่าย
    2.1 ประสิทธิภาพโดยส่วนรวม
    2.2 ประสิทธิภาพเฉพาะด้าน
3. อภิปรายผลการวิจัย

1. ลักษณะเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นอาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวนทั้งสิ้น 32 คน ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 1

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 1 จำนวนอาจารย์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำแนก ตามเพศ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ ภาควิชา สื่อที่ใช้และสื่อที่มีบทบาทต่อการสอนมากที่สุด

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
เพศ		
ชาย	19	59
หญิง	13	41
รวม	32	100
วุฒิการศึกษา		
แพทยศาสตร์บัณฑิต	24	75
ปริญญาโท	3	9
ปริญญาตรี	5	16
รวม	32	100
ตำแหน่งทางวิชาการ		
ศาสตราจารย์	4	13
รองศาสตราจารย์	6	19
ผู้ช่วยศาสตราจารย์	17	53
อาจารย์	3	9
อื่น ๆ	2	6
รวม	32	100
ภาควิชา		
กายวิภาคศาสตร์	6	19
พยาธิวิทยา	5	16
อายุรศาสตร์	5	16
รังสีวิทยา	4	13
สูตินรีเวช	3	9
เวชนิทัศน์	3	9
ศัลยศาสตร์	2	6
กุมารเวชศาสตร์	2	6
การพยาบาล	1	3
การศึกษา	1	3
รวม	32	100

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 1 (ต่อ) จำนวนอาจารย์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำแนก ตามเพศ วุฒิการศึกษา ตำแหน่งทางวิชาการ ภาควิชา สื่อที่ใช้และสื่อที่มีบทบาทต่อการสอนมากที่สุด

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	ร้อยละ (%)
สื่อที่เคยใช้ประกอบการสอน		
ภาพถ่าย	14	-
สไลด์	31	-
แผนภูมิ	13	-
แผ่นใส	24	-
หุ่นจำลอง	7	-
วิดีโอเทป	20	-
คอมพิวเตอร์	5	-
อื่น ๆ	5	-
สื่อที่มีบทบาทต่อการสอนมากที่สุด		
สไลด์	17	-
แผ่นใส	10	-
วิดีโอเทป	5	-
ภาพถ่าย	4	-
อื่นๆ (ชอล์ค กระดานดำ ของจริง)	2	-
หุ่นจำลอง	1	-
แผนภูมิ	-	-
คอมพิวเตอร์	-	-

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายร้อยละ 59 และ เพศหญิงร้อยละ 41 วุฒิการศึกษาจบแพทยศาสตร์บัณฑิตมากที่สุด คือร้อยละ 75 ระดับปริญญาโทร้อยละ 9 ปริญญาตรีร้อยละ 16 ตำแหน่งทางวิชาการ คือผู้ช่วยศาสตราจารย์จะมีจำนวนมากที่สุดคือ ร้อยละ 53 สังกัดภาควิชากายวิภาคศาสตร์มากที่สุดคือร้อยละ 19 สื่อที่นิยมใช้และมีบทบาทมากที่สุดคือ สไลด์

Copyright by Mahidol University

2. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่ายจากความคิดเห็นของอาจารย์

2.1 ประสิทธิภาพโดยส่วนรวม

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสื่อระหว่างหุ่นจำลองกับภาพถ่าย

ประเภทของสื่อ	N	$\bar{X}$	t
หุ่นจำลอง	32	41.15	9.18**
ภาพถ่าย	32	32.54	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 2 ปรากฏว่า สื่อหุ่นจำลองได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าสื่อภาพถ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ อาจารย์มีความคิดเห็นว่า สื่อหุ่นจำลองมีประสิทธิภาพโดยส่วนรวมสูงกว่าภาพถ่าย

Copyright by Mahidol University

2.2 ประสิทธิภาพของสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่ายโดยจำแนกเป็นรายเฉพาะด้าน

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละด้านของสื่อหุ่นจำลองกับสื่อภาพถ่าย

ประสิทธิภาพรายเฉพาะด้าน	N	$\overline{X}$		t
		หุ่นจำลอง	ภาพถ่าย	
1. เร้าความสนใจ	32	2.84	2.03	8.60**
2. เน้นความสัมพันธ์ของระบบ	32	2.71	1.96	5.56**
3. เป็นตัวแทนของจริง	32	2.78	1.84	6.99**
4. เรียนเข้าใจง่าย	32	2.75	2.06	6.56**
5. จำได้นาน	32	2.53	1.93	5.26**
6. ให้ความเข้าใจจากนามธรรมสู่รูปธรรม	32	2.68	1.91	6.87**
7. สื่อความหมายได้ถูกต้อง	32	2.56	2.03	4.18**
8. ให้ความเข้าใจได้ด้วยการสัมผัส	32	2.75	1.34	10.53**
9. ลดความสับสนของเนื้อหาที่ยาก	32	2.40	1.81	5.05**
10. สะดวกและคล่องตัวในการใช้งาน	32	2.34	2.96	-2.26**
11. ขนาดเหมาะสม	32	2.40	2.46	-0.44
12. อายุการใช้งานนาน	32	2.65	2.09	3.62**
13. สะดวกในการเก็บรักษา	32	2.34	2.65	-2.06*
14. นำไปประยุกต์ใช้กับการสอนได้	32	2.34	2.09	1.85*
15. สีถูกต้องใกล้เคียงของจริง	32	2.28	2.00	1.46
16. ช่วยในการสอนบรรลุวัตถุประสงค์	32	2.68	2.12	5.14**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 ปรากฏว่า สื่อหุ่นจำลองได้คะแนนประสิทธิภาพสูงกว่าภาพถ่ายเกือบทุกด้าน ยกเว้นด้านขนาดที่เหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อประกอบการสอนและด้านสีของสื่อมีความถูกต้องใกล้เคียงของจริง ที่พบว่าสื่อหุ่นจำลองกับภาพถ่ายมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกัน แต่ในด้านความสะดวกและคล่องตัวในการใช้งานและด้านความสะดวกในการเก็บรักษา ภาพถ่ายมีประสิทธิภาพสูงกว่าหุ่นจำลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

Copyright by Mahidol University

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยส่วนรวม พบว่า ประสิทธิภาพของสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน ในวิชา **Topographic Anatomy** นั้น หุ่นจำลองได้รับคะแนนสูงกว่าสื่อภาพถ่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่า

1. อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล มีความเห็นว่า สื่อหุ่นจำลองมีประสิทธิภาพโดยส่วนรวมสูงกว่าสื่อภาพถ่ายในด้านต่อไปนี้

- เร้าความสนใจ
- เน้นความสัมพันธ์ของระบบ
- เป็นตัวแทนของจริง
- เข้าใจง่ายต่อการเรียนรู้
- จดจำได้นาน
- ให้ความเข้าใจจากนามธรรมสู่รูปธรรม
- สื่อความหมายได้ถูกต้อง
- ให้ความเข้าใจได้ด้วยการสัมผัส
- ลดความสับสนของเนื้อหาที่ยาก
- มีอายุการใช้งานนาน
- นำไปประยุกต์ใช้กับการสอนได้
- ช่วยในการสอนบรรลุวัตถุประสงค์

การที่อาจารย์มีความเห็นว่าสื่อหุ่นจำลองมีประสิทธิภาพมากกว่าสื่อภาพถ่ายนั้น อธิบายเหตุผลได้ดังนี้

หุ่นจำลองที่สร้างขึ้น เป็นสื่อที่มีคุณลักษณะพิเศษเฉพาะตัว คือจัดเป็นวัสดุสามมิติประเภทหนึ่ง สามารถแสดงโครงสร้างและรายละเอียดของเนื้อหาได้ด้วยตัวของมันเอง ใช้ประกอบการเรียนการสอนแทนของจริง หรือใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุดและยังมีส่วนช่วยเร้าความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

การกำหนดรูปแบบหุ่นจำลองในลักษณะนี้ นับเป็นการนำความคิดที่จะพัฒนาการเรียนการสอนด้านกายวิภาคของมนุษย์ไปสู่การใช้สื่อมีประสิทธิภาพมาประกอบการศึกษา เพื่อเสริมทักษะในด้านความเข้าใจให้ดีขึ้น โดยเฉพาะการลดความสับสนของเนื้อหาที่ยุ่งยากซับซ้อนเกี่ยวกับระบบและความสัมพันธ์ของอวัยวะต่าง ๆ ลงได้ และสามารถแสดงรายละเอียดในส่วนนี้ได้ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด การใช้หุ่นจำลองเป็นสื่อควบคู่กับการเรียนการสอนในภาคปฏิบัตินั้น นอกจากจะเป็นการเน้นความเข้าใจจากการใช้เปรียบเทียบกับของจริงแล้วยังเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ที่จะศึกษาและค้นคว้าด้วยตัวเองอีกด้วย

Copyright by Mahidol University

ข้อมูลส่วนรวมที่ผู้วิจัย ได้รวบรวมมาจากการประเมินของอาจารย์ดังกล่าว โดยเฉพาะในกลุ่มของอาจารย์ทางด้านกายวิภาคศาสตร์และพยาธิวิทยา ได้สนับสนุนความคิดในการที่จะพัฒนารูปแบบของสื่อนี้ในมนุษย์ผู้ใหญ่ต่อไป เพราะตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ ด้วยคุณสมบัติของหุ่นจำลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น และจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยส่วนรวม ชี้ให้เห็นว่าการนำหุ่นจำลองมนุษย์ตัดตามระนาบขวาง โดยวิธีหล่อแบบจากของจริงนั้น มีบทบาทและประสิทธิภาพเพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน ในวิชา **Topographic Anatomy** ตามที่ผู้วิจัยได้คาดหวังไว้

2. อาจารย์ผู้สอนนักศึกษา ในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล มีความเห็นว่า สื่อหุ่นจำลองมีประสิทธิภาพเฉพาะด้านไม่แตกต่างหรือเท่าเทียมกันกับสื่อภาพถ่ายในด้าน

2.1 ขนาดเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อประกอบการสอน ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

สื่อทั้งสองชนิดต่างก็เป็นสื่อที่มีขนาดไม่ใหญ่โตมากนัก เมื่อเทียบกับสื่อประเภทอื่น ๆ ผู้เรียนสามารถทำการศึกษา ค้นคว้าได้ด้วยตนเอง เนื่องจากองค์ประกอบของหุ่นนั้น ผู้วิจัยได้จำลองแบบมาจากตัวอย่างศพทารกในครรภ์ (Fetus) ซึ่งมีขนาดค่อนข้างเล็ก ในทำนองเดียวกันกับภาพถ่าย ซึ่งก็ได้พยายามอัดขยายให้มีขนาดใกล้เคียงกับของจริง เพื่อความสะดวกในการใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพซึ่งกันและกัน

อย่างไรก็ตาม ทั้งหุ่นจำลองและภาพถ่าย ต่างก็มีคุณสมบัติเฉพาะตัวต่างกันออกไป ซึ่งในการพิจารณานำมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนนั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของขนาด ที่สัมพันธ์กับจำนวนของนักศึกษาในห้องเรียน ถ้าสื่อที่ใช้มีขนาดเล็กไม่เพียงพอต่อการศึกษาในกลุ่มผู้เรียนขนาดใหญ่ ก็อาจแก้ปัญหาได้ด้วยการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ให้เป็นสัดส่วนตามความเหมาะสม เพื่อผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันใช้สื่อนี้ อีกประการหนึ่งผู้วิจัยได้กำหนดแนวทาง เพื่อนำผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปปรับปรุงและพัฒนารูปแบบในมนุษย์ผู้ใหญ่ ซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาในเรื่องของขนาดลงได้ส่วนหนึ่ง

2.2 สีของสื่อมีความถูกต้องใกล้เคียงของจริง ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

การใช้สีระบายชิ้นส่วนของอวัยวะต่างๆ ในหุ่นจำลอง จะแตกต่างกับสีของ **Specimens** ในภาพถ่ายอย่างสิ้นเชิง เพราะชิ้น **Specimens** ต้องผ่านกระบวนการแช่ดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน 20% จนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจากอ่อนไปเข้ม ขึ้นอยู่กับลักษณะของอวัยวะนั้นๆ ตามสภาพที่เป็นจริง ส่วนการลงสีในหุ่นจำลองนั้นผู้วิจัยได้กำหนดสีที่ใช้ระบายประกอบให้ดูคล้ายตัวอย่างชิ้นเนื้อในขณะที่ยังสด โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจและคุ้นเคยกับสีของอวัยวะต่างๆ เหมือนในขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ แต่ผู้ประเมินได้ให้คะแนนประสิทธิภาพของสื่อทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกัน แสดงว่า การใช้สีประกอบในหุ่นจำลองนั้นน่าที่จะกำหนดประเภทและรูป

Copyright by Mahidol University

แบบที่นอกเหนือไปจากสภาพความเป็นจริง เช่น การแทนค่าสีในอวัยวะสำคัญๆ เป็น Diagram ง่ายๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ดีขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงความต้องการของอาจารย์ผู้ใช้สื่อประกอบการสอนที่มีต่อสีของสื่อทั้งสองชนิดนั้นว่า การเลียนแบบสีให้เหมือนของจริงเพียงอย่างเดียว อาจจะไม่เพียงพอต่อการนำไปสู่ความเข้าใจของผู้เรียน ดังนั้นจึงควรทดลองแทนค่าสีในลักษณะต่างๆ กัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเร้าใจและตื่นตัวในการเรียนขึ้น ทั้งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพด้านนี้ให้กับสื่อหุ่นจำลองต่อไป

3. อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล มีความเห็นว่าสื่อภาพถ่ายมีประสิทธิภาพเฉพาะด้านสูงกว่าสื่อหุ่นจำลอง ดังนี้

- สะดวกในการเก็บรักษาและคล่องตัวต่อการใช้งาน

เนื่องจากหุ่นจำลองเป็นสื่อประเภทวัสดุสามมิติ จำเป็นจะต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บรักษา จึงไม่สะดวกเท่าภาพถ่าย นอกจากนี้วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตหุ่นจำลอง คือ โพลีเอสเตอร์ เรซิ่น มี Calcium powder เป็นส่วนประกอบ ทำให้มีน้ำหนักค่อนข้างมาก เมื่อพิจารณาถึงข้อจำกัดในส่วนนี้ และเปรียบเทียบกับข้อดีโดยส่วนรวมแล้ว น่าที่จะแก้ปัญหาโดยการจัดระบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับกลุ่มผู้เรียน เช่น การหมุนเวียนผู้เรียนแทนการเคลื่อนย้ายสื่อ เป็นต้น อนึ่งการเก็บรักษาหุ่นจำลองนั้น ผู้วิจัยได้สร้างฐานรองและฝาครอบจากแผ่น Acrylic ชนิดใส เพื่อป้องกันฝุ่นละออง และดูเป็นสัดส่วนเฉพาะตัวขึ้น

จากการสร้างสื่อหุ่นจำลองในลักษณะนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและสังเกตทุกขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย ทำให้พบข้อจำกัดบางประการซึ่งพอจะแยกเป็นประเด็นได้ดังนี้

1. การขัดแต่งผิว เพื่อปรับรูปทรงภายนอกของชิ้นงาน มีส่วนทำให้ขนาดและรูปร่างของหุ่นเล็กลงกว่าเดิมโดยเฉลี่ย 1-2%

2. วัสดุที่ใช้ผลิตคือโพลีเอสเตอร์ เรซิ่น ตามส่วนผสมที่กำหนดไว้ เมื่อแข็งตัวแล้วจะมีขนาดเล็กลงจากของจริงโดยเฉลี่ย 0.5-1%

3. โครงสร้างและรายละเอียดต่างๆ ของอวัยวะบางส่วนจะมีโอกาสเคลื่อนจากตำแหน่งเดิมประมาณ 1-2% แต่โดยส่วนรวมจะคงที่และใกล้เคียงของจริง โดยให้ผลเฉลี่ยเป็นที่น่าพอใจ

หลังจากทดสอบและประเมินประสิทธิภาพแล้ว พบว่าข้อจำกัดดังกล่าวนี้ ไม่เป็นอุปสรรคต่อการใช้เป็นสื่อแทนตัวอย่างของจริงแต่ประการใด ดังนั้นผู้วิจัยจึงเชื่อมั่นว่าหุ่นจำลองที่สร้างขึ้น จะมีคุณสมบัติเหมาะสมและเพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียน วิชา Topographic Anatomy และสามารถใช้เป็นแนวทางการสร้างสื่อนี้ในผู้ใหญ่ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการดำเนินการสร้างสื่อหุ่นจำลองแสดงโครงสร้างของมนุษย์ขนาดเท่าจริง โดยนำรูปแบบและคุณสมบัติที่เหมาะสมของหุ่นจำลองทางการแพทย์มาประยุกต์ให้สัมพันธ์กับวัสดุที่ใช้ เพื่อหาแนวทางพัฒนาสื่อด้านนี้ในรูปแบบของมนุษย์ผู้ใหญ่ให้เหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนวิชา **Topographic Anatomy** สำหรับนักศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ทั่วไป

สื่อหุ่นจำลองนี้เป็นตัวอย่างที่ทดลองสร้างขึ้นจากศพดองน้ำยา ทารกในครรภ์ (Fetus) อายุ 7 เดือน ที่ตัดตามระนาบขวาง (**Transverse Sections**) จำนวน 20 ชิ้น หล่อด้วยโพลีเอสเตอร์ เรซิ่น ให้มีลักษณะโครงสร้างและรายละเอียดต่างๆ ใกล้เคียงตัวอย่างของจริง พร้อมทั้งลงสีประกอบให้ดูคล้ายสภาพที่ยังสด

เมื่อสร้างสื่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้นำไปให้อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 32 คน เป็นผู้ประเมินประสิทธิภาพของสื่อนี้ โดยเปรียบเทียบกับสื่อภาพถ่ายที่มีเนื้อหาเดียวกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากอาจารย์ผู้สอน ใช้วิธีการสัมภาษณ์ร่วมกับการแจกแบบสอบถาม ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบคะแนนประสิทธิภาพของสื่อหุ่นจำลองและสื่อภาพถ่ายใช้สถิติ **t-test** และ **dependent samples**

<u>สรุปผลการวิจัย</u> พบว่า

หุ่นจำลองมีประสิทธิภาพ สูงกว่าภาพถ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังมีรายละเอียดจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ มีความเห็นว่า สื่อหุ่นจำลองมีประสิทธิภาพโดยส่วนรวมสูงกว่าสื่อภาพถ่าย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มีความเห็นว่าสื่อหุ่นจำลองมีประสิทธิภาพแต่ละด้านเท่าเทียมกับสื่อภาพถ่ายในด้านขนาดของความเหมาะสมและสีถูกต้องใกล้เคียงของจริง

Copyright by Mahidol University

3. อาจารย์ผู้สอนนักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มีความเห็นว่าสื่อภาพถ่ายมีประสิทธิภาพแต่ละด้านสูงกว่าสื่อหุ่นจำลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในด้านความสะดวกและคล่องตัวในการใช้งานและการเก็บรักษา

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. ปรับปรุงรูปแบบของสื่อที่สร้างขึ้น

1.1 สี ควรเน้นสี เพื่อแสดงขอบเขตของอวัยวะต่างๆ ให้ชัดเจนกว่าที่เป็นอยู่ เพื่อสะดวกในการ label ชื่อ การลงสีประกอบต้องพิจารณาถึงความถูกต้องให้มากที่สุด เพราะมีส่วนสำคัญกับการแปรความหมาย และน่าที่จะใช้สีประกอบได้หลายๆ แบบ เพื่อเปรียบเทียบและทำการศึกษาได้สะดวกขึ้น

1.2 ขนาด จะต้องสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เรียน โดยปรับวิธีการสอนให้เข้ากับสื่อ และสมควรอย่างยิ่งที่จะสร้างหุ่นลักษณะนี้ในผู้ใหญ่ เพราะจะทำให้การเรียนกายวิภาคศาสตร์มีประสิทธิภาพขึ้น

1.3 รูปร่าง ควรจัดท่าทางของตัวอย่างให้เป็น Anatomical Standard ก่อน fix น้ำยา เพื่อให้ชิ้นส่วนที่ตัดออกมา Symmetry และก่อนตัด sections ควรจะทำ Scan เอาไว้ก่อน เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดแนวการตัด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปเปรียบเทียบในภายหลัง

1.4 รายละเอียด อวัยวะบางส่วน เช่น ลำไส้ควรเน้นรายละเอียดให้มากกว่าที่เป็นอยู่ ก่อนทำการหล่อแบบจะต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่ถูกต้องของชิ้นส่วนต่างๆ เช่น ตับ ไม่ควรห่างจากผนังหน้าท้องมากเกินไป การเรียงชิ้น sections ในหุ่นจำลอง อาจใช้เส้นขีดกำกับใต้ตัวเลขของแต่ละ sections เป็นตัวกำหนด เพื่อให้การเรียงอยู่ใน Alignment เดียวกัน

2. การนำสื่อที่สร้างไปใช้

2.1 ใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการปรับกระบวนการเรียนการสอนให้สัมพันธ์กับสื่อ เพื่อความสะดวกในการค้นคว้าและการศึกษาด้วยตนเอง (Self study)

2.2 ใช้ประจำในห้องปฏิบัติการ เพื่อตัดปัญหาการชำรุดเสียหาย ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการเคลื่อนย้าย

Copyright by Mahidol University

3. การพัฒนาสื่อ

3.1 ควรประยุกต์การสร้างสื่อลักษณะนี้ ในสาขาวิชาอื่นๆ เช่น สร้างหุ่นจำลองมดลูกที่มีเด็กอยู่ข้างในแสดงวิวัฒนาการของการเจริญเติบโตในระยะต่าง ๆ เป็น Idia ในการศึกษาลักษณะของตัวอ่อนที่ผิดปกติ (Embryopathology) และใช้เป็นสื่อประกอบการวินิจฉัยร่วมกับการเอกซเรย์ทารกในครรภ์ (Fetography) รวมทั้งพัฒนาความรู้ด้าน Ultrasound ได้ดี

3.2 งานนี้จะมีประโยชน์มาก ถ้าทำในศพผู้ใหญ่ โดยอาจแยกทำเฉพาะส่วน เช่น Upper extremity, Head & Neck เป็นต้น

3.3 ควรสร้าง Model ในรูปแบบนี้ โดยการตัดตามระนาบ sagittal และระนาบ coronal เพื่อเปรียบเทียบกัน

4. การศึกษาวิจัยต่อไป

ศึกษารูปแบบและโครงสร้างในศพผู้ใหญ่ โดยกำหนดวัตถุประสงค์ให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียนให้มากที่สุด และควรพัฒนาวัสดุที่ใช้ในการผลิตให้มีความแข็งแรงทนทานกว่าที่เป็นอยู่ หลังการสร้างสื่อในผู้ใหญ่แล้ว ควรนำไปใช้ประกอบการสอนวิชา Topographic Anatomy แก่นักศึกษาในคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อประเมินประสิทธิภาพอีกครั้งหนึ่ง

Copyright by Mahidol University

บรรณานุกรม

Copyright by Mahidol University

บรรณานุกรม

คณาจารย์ กายวิภาคศาสตร์. "บทความพิเศษ" สารศิริราช. 2534; ปีที่ 43 ฉบับที่ 11: 870-871.

ชวลิต ดาบแก้ว. งานพลาสติค. กรุงเทพมหานคร : โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์, 2525: 4

ถนอมฤดี ภูมิภักดิ์. "กายวิภาคศาสตร์" เวชชนิสสิต. กรุงเทพมหานคร : อมรินทร์การพิมพ์, 2521: 183-184.

นันทา มาระเนตร์. "สูจิพากย์" สารศิริราช. 2534; ปีที่ 43 ฉบับที่ 11.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยสัมพันธ์, 2528: 9-19.

เปรื่อง กุมุท. การวิจัยสื่อและนวกรรมการสอน. กรุงเทพมหานคร : 2519, อัดสำเนา: 1-4

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. พลาสติคหล่อ. กรุงเทพมหานคร : มิตรนราการพิมพ์, 2525: 5-7

ภุชงค์ อังคปรีชาเศรษฐ์. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : แสงจันทร์การพิมพ์, 2527 : 16-29

มั่นใจ จรัสรุ่งรวีวร. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดยใช้หุ่นจำลองและแผนภูมิแบบอธิบายในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาโสตทัศนศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2526: 45-47

มุกดา สีตลานุชิต. การศึกษาผลของการสอนโดยใช้หุ่นจำลองประกอบ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนของความจำเรื่องการวัดความดันเลือดส่วนกลาง ในนักศึกษาพยาบาลที่มีระดับความสามารถต่างกัน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531: 83

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร : ทวีกิจการพิมพ์, 2524: 71-99

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์กราฟฟิคอาร์ต, 2525: 15

วาสนา ชาวหา. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2533: 11

วิชา สุขพัทธี. "เทคนิคการถ่ายภาพอวัยวะสด" วารสารเวชนิทัศน์ 2533; ปีที่ 2 ฉบับที่ 4: 26-27

Copyright by Mahidol University

วิเชียร ดิลกสัมพันธ์. "กายวิภาคศาสตร์" เวชชนิสสิต. กรุงเทพมหานคร : ยูนิตี้พับลิเคชั่น, 2527: 67-71

ศักดา ประจุศิลป์. "แนวคิดการใช้สื่อการศึกษาในคณะแพทยศาสตร์" วารสารเวชนิทัศน์ 2535: ปีที่ 2 ฉบับที่ 5: 29

สมศักดิ์ คงรัตนสมบูรณ์. "เทคนิคการผลิตหุ่นขี้ผึ้ง" วารสารเวชนิทัศน์ 2535: ปีที่ 4 ฉบับที่ 9: 29

สมาน ชาติยานนท์. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2522: 20-22

สรรใจ แสงวิเชียรและคณะ. "ไบโอพลาสติก" สารศิริราช 2534: ปีที่ 43 ฉบับที่ 11: 862-863

สุด แสงวิเชียร. "คำนำ" พิพิธภัณฑ์ศิริราช. กรุงเทพมหานคร : บริษัทสารมวลชน จำกัด, 2525: 4

Barrett, Charles P. Poliakoff, Steven J. Holder, Lawrence E. Primer of Sectional Anatomy with MRI and CT Correlation. William & Wilkins., Baltimore, Maryland, USA, 1990.

Brown, James W. and other. A.V. Instruction Technology and Methods. 4th ed., McGrow-Hill Book Company, 1973: 2

Dale, Edgar. Autio-Visual Methods in Teaching. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1961: 65-71

Dale, Edgar. Audio-Visual Methods in Teaching. 3rd. ed., New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1969: 105-324

De Kieffer, R.E. and Cochran, Lee W. Manual of Audio Visual Techniques 2nd ed., New Dehli : Prentice- Hall of India Private Limeted, 1966: 6

Erickson, Carlton W.H. Adminstering Instructional Media Programs. New York : The Mc. millan Company, 1971 :108-132

Gerlach, Vernon S. and Ely, Donald P. Teaching and Media : A Systematic Approach. New Jersey : Prentice-Hall, Eglewood Cliffs, 1971: 247-249

Copyright by Mahidol University

Han/Kim. Sectional Human Anatomy correlated with CT and MRI. Pyung Hwa Dang Printing Co., Ltd., Seoul, Korea, 1989.

Hass, Kenneth B. and Parker, Harry G. Preparation and Use of Audio-Visual Aids. 3rd. ed., New York : Prentice Hall, Inc, 1955: 18

Kinder, J.S. Audio-Vusial Materials and Techniques. 2nd. ed., New York, American Book Company, 1959 42-45

Tompsett, D.H. Anatomycal Techniques. 2nd. ed., E. & S. Living stone Edinburgh and London, Great Britain, 1970 4-8

Copyright by Mahidol University

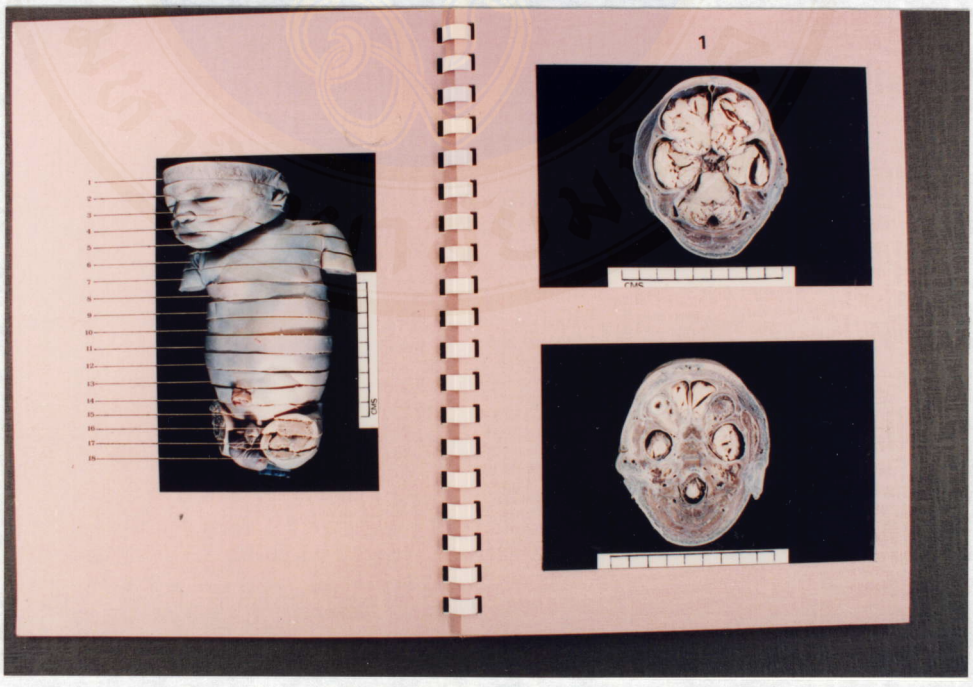
ภาคผนวก

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

Copyright by Mahidol University

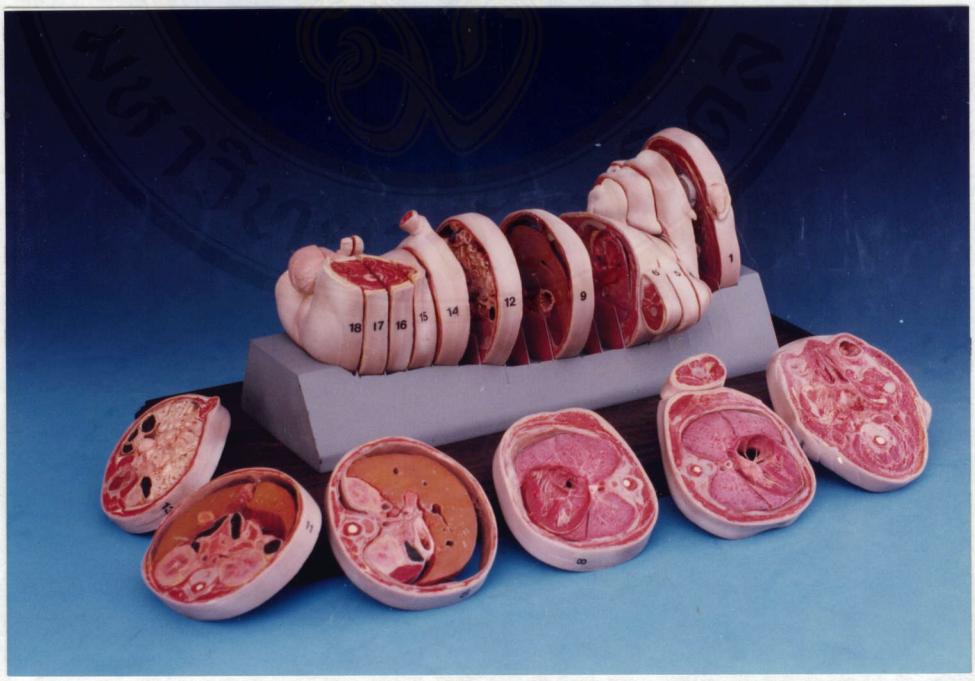
หุ่นจำลอง



ภาพถ่าย Specimen

Copyright by Mahidol University

แสดงรายละเอียดของหุ่นจำลอง



Copyright by Mahidol University

แบบสอบถามการประเมินประสิทธิภาพสื่อ

เรียน ท่านอาจารย์ที่เคารพ

แบบสอบถามนี้ สร้างขึ้นมาเพื่อใช้สำรวจความคิดเห็นของอาจารย์ในการประเมินประสิทธิภาพของสื่อ หุ่นจำลอง TOPOGRAPHIC SECTIONS OF 7 MONTH MALE FETUS ที่ทดลองสร้างขึ้น โดยเปรียบเทียบกับสื่อภาพถ่าย (PHOTOGRAPH) ในเนื้อหาเดียวกัน สื่อนี้ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนของวิชา TOPOGRAPHIC ANATOMY ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งในหมวดวิชากายวิภาคศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกมาศึกษาโดยเฉพาะ

ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษา วิจัย เพื่อหาแนวทางปรับปรุงรูปแบบของสื่อการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านอาจารย์ได้โปรดตอบแบบสอบถามนี้ให้ครบทุกข้อ ตามความคิดเห็นที่แท้จริง โดยพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านต่างๆ ของสื่อทั้งสองประเภทดังกล่าว

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาให้แก่การตอบแบบประเมินในการวิจัยครั้งนี้

นายผดุงศักดิ์ ศิลากรณ์
นักศึกษาปริญญาโท สาขาเวชนิทัศน์
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

คำชี้แจงในการตอบ

แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 *ถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของท่าน*

ตอนที่ 2 *ถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของท่าน ที่มีต่อประสิทธิภาพของสื่อหุ่นจำลอง โดยเปรียบเทียบกับสื่อภาพถ่าย*

ตอนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

คำแนะนำในการตอบ โปรดกรอกข้อความลงในช่องว่างหรือกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่กำหนดไว้

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. วุฒิสูงสุดทางการศึกษาของท่าน .....

3. ตำแหน่งทางวิชาการ

☐ ครู ☐ อาจารย์ ☐ ผศ. ☐ รศ. ☐ ศ. ☐ อื่นๆ .....

4. สังกัดภาควิชา/สาขาวิชา/แผนก .....

5. คณะ ..... มหาวิทยาลัยมหิดล

6. ภาระงานสอนที่ท่านรับผิดชอบในปัจจุบัน

.....

.....

.....

7. สื่อที่ท่านเคยใช้ประกอบการสอน

☐ ภาพถ่าย (Photograph) ☐ สไลด์ (Slide)

☐ แผนภูมิ (Chart) ☐ แผ่นใส (Transparency)

☐ หุ่นจำลอง (Model) ☐ วิดีโอเทป (Video)

☐ คอมพิวเตอร์ (Computer) ☐ อื่นๆ .....

8. จากข้อ 7 สื่อข้อใดที่มีบทบาทต่อการสอนของท่านมากที่สุด

.....

.....

.....

Copyright by Mahidol University

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสื่อหุ่นจำลองและสื่อภาพถ่าย
ให้ท่านพิจารณาเปรียบเทียบว่า สื่อทั้งสองประเภท มีประสิทธิภาพในด้านต่างๆ มากน้อยเพียงใด

กรุณากาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเห็นสมควร

หัวข้อในการประเมิน	หุ่นจำลอง			ภาพถ่าย		
	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. เร้าความสนใจของผู้เรียน						
2. สามารถศึกษาโครงสร้าง รายละเอียด และความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องของระบบต่างๆ						
3. เป็นตัวแทนของจริงที่ให้ความรู้ในด้านรูปร่าง ขนาด และสี						
4. เข้าใจง่าย ต่อการเรียนรู้						
5. จดจำได้นาน						
6. ให้ความเข้าใจจากนามธรรมสู่รูปธรรม						
7. สื่อความหมายได้ชัดเจนถูกต้องตรงกับความเป็นจริง						
8. ให้ความเข้าใจได้ด้วยการสัมผัส						
9. ลดความสับสนในเนื้อหาที่ยุ่งยากซับซ้อน						
10. สะดวกและคล่องตัวในการใช้งาน						

Copyright by Mahidol University

หัวข้อในการประเมิน	หุ่นจำลอง			ภาพถ่าย		
	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย
11. ขนาดเหมาะสมกับการใช้เป็นสื่อประกอบการสอน						
12. มีอายุการใช้งานสูง ทนทาน						
13. สะดวกในการเก็บรักษา						
14. รูปแบบของสื่อ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานสอนของท่านได้						
15. สีของสื่อมีความถูกต้องใกล้เคียงของจริง						
16. ช่วยในการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ (วิชา TOPOGRAPHIC ANATOMY)						

ข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

ผู้วิจัยขอขอบคุณท่านอาจารย์ทุกท่าน ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้เป็นอย่างสูง

Copyright by Mahidol University

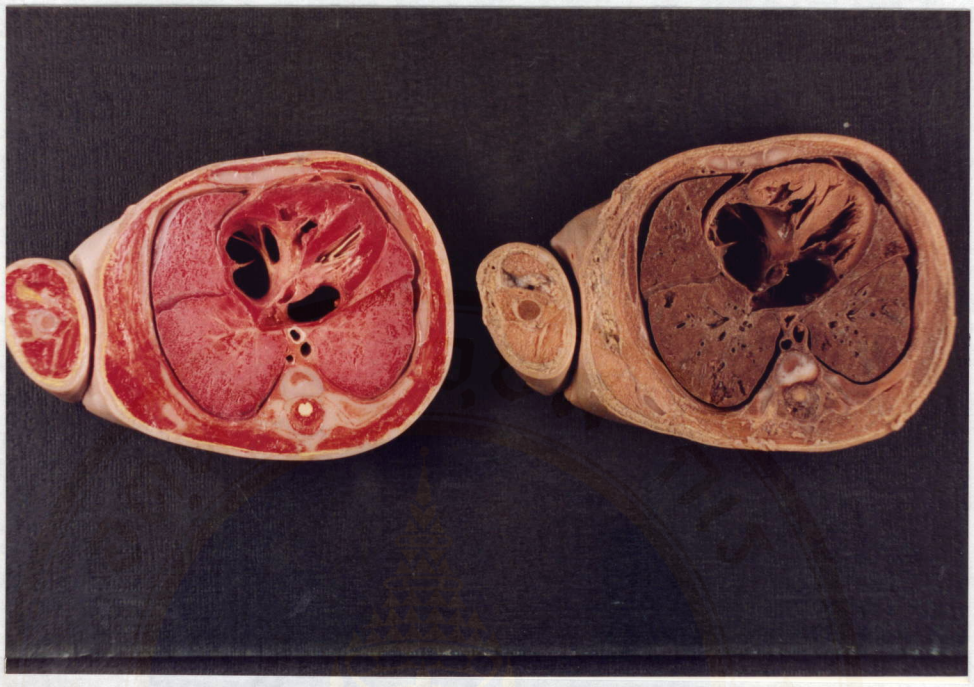
ภาคผนวก ข

เปรียบเทียบหุ่นจำลองกับ Specimen

Copyright by Mahidol University

หุ่นจำลองกับต้นแบบ Specimen

Copyright by Mahidol University



หุ่นจำลองกับต้นแบบ Specimen

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล อุตตาย อุปม กเร

Specimen ชิ้นงานปูนปลาสเตอร์ ชิ้นงานโพลีเอสเตอร์

หุ่นจำลอง Topographic sections of 7-month male fetus

Copyright by Mahidol University

23369