



ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

อุปกรณ์การสอนเรื่องโครงกระดูกโค

Teaching Aids on Cow Skelton

โดย

นายชัยวิชิต ไช้กระเรียน

ปีการศึกษา 2539

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ป.พ.

๘ 433๐

2539

สาขา วิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

เลขหม.....

เลขทะเบียน..... 28105

วัน, เดือน, ปี..... 17 ก.ค. 2540

ภาควิชา ครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ

นายชัยวิชิต ไช้กระเรี่ยน

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตสัตว์

ชื่อเรื่อง อุปกรณ์การสอนเรื่องโครงกระดูกโค

Teaching Aids on Cow Skeleton

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สืบเนื่องมาจาก โค กระบือ แพะ แกะ และสุกร จัดได้ว่าเป็นทรัพยากรที่มีชีวิตชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ การที่เราจะเป็นนักเลี้ยงสัตว์ได้นั้น เราจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับระบบโครงร่าง และโครงสร้างของร่างกายสัตว์เลี้ยงเสียก่อน เพื่อเป็นพื้นฐานในการจำแนกสัตว์เลี้ยงได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาทางระบบกายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยงในระดับสูงต่อไปอีกด้วย จากประสบการณ์ของผู้จัดทำได้เคยศึกษาในรายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง พบว่าในรายวิชานี้ นักศึกษาชอบดูและสัมผัสกับของจริงมากกว่าที่จะดูจากรูปภาพ ดังนั้นผู้จัดทำจึงเห็นสมควรที่จะจัดทำอุปกรณ์การสอนในรูปของจริง คือโครงกระดูกโค

การผลิตอุปกรณ์การสอน เรื่องโครงกระดูกโค ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นสื่อช่วยในการสอนใน วิชากายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง (สกส. 2003) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ศึกษาในหัวข้อเรื่องระบบโครงสร้างระบบกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว ในภาคทฤษฎีบทที่ 4 และเรื่องโครงร่างของสัตว์ ในบทปฏิบัติการที่ 3 และเพื่อจัดทำอุปกรณ์ประกอบการสอนในรูปของวัสดุสามมิติ (ของจริง) จากการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จะได้โครงกระดูกโค พร้อมคำบรรยาย ซึ่งจะใช้เป็นอุปกรณ์ช่วยในการสอนในวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง ในหัวข้อเรื่องระบบโครงสร้างระบบกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว ในภาคทฤษฎี และเรื่องโครงร่างของสัตว์ ในภาคปฏิบัติ ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป ปัญหาที่พบในการทำงานได้แก่ ระยะเวลาในการทำงานมีน้อย การจัดเก็บกระดูกเนื่องจากผู้จัดทำศึกษาวิธีการจัดเก็บโครงกระดูกโคไม่ละเอียด จึงทำให้มีกระดูกบางส่วนหายไ้กับการต้ม การต่อโครงกระดูกโคเป็นไปด้วยความยากลำบาก เพราะกระดูกของโคมีน้ำหนักใหญ่ต้องเจาะรูร้อยลวดในส่วนของข้อต่อเกือบทุกข้อทุกชิ้น และปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การขนย้ายโครงกระดูก เนื่องจากในการต่อโครงกระดูกโค

ครั้งนี้ผู้จัดทำได้ไปทำที่บ้านซึ่งมีอุปกรณ์พร้อมในการทำงาน แต่มีระยะทางไกลจากสถาบันที่เอกสารนี้ถูกส่งมา ทำให้การดำเนินงานล่าช้ากว่าที่ควรจะเป็น อย่างไรก็ตามผู้จัดทำขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่านเป็นอย่างสูง และขออภัยในความไม่สะดวกใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งหามิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาอยู่มาก เมื่อต่อโครงการเสร็จแล้วขนย้ายมา ทำให้มีกระดูกบางส่วนเสียหาย

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่ทำสื่อการสอนประเภท ของจริงในครั้งต่อไป ควรจะต้องศึกษาลักษณะกายวิภาคของสัตว์ชนิดนั้น ๆ ให้ละเอียดเสียก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำโครงกระดูกโคนั้นมีกระดูกบางส่วน (กระดูกอก) ที่ไม่สามารถนำไปต้มรวมกับกระดูกชิ้นอื่น ๆ ได้ต้องนำไปแช่ฟอร์มาลดีไฮด์แล้วตากแดดให้แห้งเท่านั้น ศึกษาขั้นตอนการจับเก็บการต่อโครงกระดูกโค และวางแผนให้ละเอียดรอบคอบเพราะถ้าหากเกิดการผิดพลาด ก็จะไม่สามารถแก้ไขในภายหลังได้



กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์สมจิตต์ กล้ากลิ่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้สละเวลาในการให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจในการทำงาน ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนกระทั่งงาน ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี และต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์มาลีวรรณ เหลี่ยมศิริเจริญ อาจารย์ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะสัตวแพทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ช่วยแนะนำขั้นตอนการทำโครงกระดูก ตลอดจนช่วยแนะนำด้านการศึกษา เอกสารที่เกี่ยวกับโครงกระดูกให้อย่างมากมาย

งานปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความสมบูรณ์ ด้วยการช่วยเหลือของ คุณพ่อคุณแม่ และพี่ ๆ ทุกคน ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือทางด้านเงินทุนในการทำงาน และบุคคลอื่น ๆ ที่มีส่วนช่วยให้ปัญหาพิเศษในครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายชัชวิต ไช้กระเรียน

ตุลาคม 2539

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอน	3
2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับระบบภาษวิภาคศาสตร์	10
3 วิธีการสร้างอุปกรณ์	
3.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร	15
3.2 วิเคราะห์เนื้อหาที่นำมาสร้างอุปกรณ์	21
3.3 การกำหนดอุปกรณ์ที่จะจัดทำ	38
3.4 คำบรรยายประกอบอุปกรณ์การสอนเรื่องโครงกระดูกโค	39
3.5 วิธีการดำเนินงาน	43
4 สรุปและข้อเสนอแนะ	
4.1 สรุปผล	46
4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1 แสดงโครงกระดูกของโค

หน้า

26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในการเรียนการสอนของรายวิชาภาควิชาและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง (สกส 2003) นักศึกษา ปวส. 1 ของคณะสัตวศาสตร์ ซึ่งในรายวิชานี้จะให้ให้นักศึกษาได้เรียนรู้ในเรื่องเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ ไม่ว่าจะเป็น เซลล์ เนื้อเยื่อและอวัยวะของสัตว์ ระบบโครงกระดูก ระบบกล้ามเนื้อ ระบบย่อยอาหาร ฯลฯ

จากประสบการณ์ของผู้จัดทำเอง ในขณะที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้น ปวส. 1 ได้ศึกษาในรายวิชา ภาควิชาและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง ได้เห็นถึงความยากของการเรียนในรายวิชานี้ และเรียนไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหา โดยเฉพาะในเรื่องระบบโครงกระดูกในการเรียนไม่มีสื่อเข้ามาช่วยสอน ซึ่งถ้ามีจะช่วยทำให้เข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้น เพราะในการศึกษาเรื่องระบบโครงกระดูกนั้น กระดูกแต่ละส่วน แต่ละชั้นมีลักษณะไม่เหมือนกันและมีชื่อเรียกต่างกันอย่างอีกด้วย

ฉะนั้น ในการเรียนการสอนรายวิชาภาควิชาและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง เรื่องระบบโครงกระดูก ผู้จัดทำเห็นว่าควรใช้อุปกรณ์ประกอบการสอนด้วย จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ไม่ควรสอนในลักษณะการบรรยายเพียงอย่างเดียวจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายกับการเรียน และถ้าหากอุปกรณ์การสอนนั้นเป็นของจริงจะทำให้ นักศึกษามีความสนใจที่จะเรียนที่จะศึกษามากกว่าการศึกษาจากรูปภาพ

ดังนั้น ผู้จัดทำปัญหาพิเศษ จึงเห็นว่าการจัดทำโครงกระดูกโคจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน วิชาภาควิชาและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง (สกส 2003) และวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตอุปกรณ์ประกอบการสอน (ของจริง) เรื่องระบบโครงกระดูกโค ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาภาควิชาและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง (สกส 2003) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2536 ประเภทวิชาเกษตรกรรม สาขาวิชาสัตวศาสตร์ กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. จัดทำโครงกระดูกโค เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ในภาคทฤษฎี บทที่ 4 เรื่องระบบโครงสร้าง ระบบกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว ในบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง โครงร่างของสัตว์ วิชากายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง (สกส 2003)

2. จัดทำคู่มือเพื่อประกอบการศึกษาโครงกระดูกโคซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้คือ

- กระดูกส่วนหัว
- กระดูกส่วนลำตัว
- กระดูกส่วนหาง
- กระดูกส่วนขา
- วิธีการดูแลรักษาโครงกระดูก

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้โครงกระดูกของโค เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน ในภาคทฤษฎี บทที่ 4 เรื่องระบบโครงสร้าง ระบบกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว ในบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง โครงร่างของสัตว์ วิชากายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง (สกส 2003)

2. ผู้จัดทำได้ประสบการณ์ในการจัดทำโครงกระดูกโค และสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดทำโครงกระดูกสัตว์ชนิดอื่น ๆ ต่อไป หรืออาจจะสามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ครั้งนี้ให้กับผู้อื่น เพื่อใช้ในการสร้างโครงกระดูกของสัตว์ชนิดต่าง ๆ และนำไปใช้ในการศึกษาในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำอุปกรณ์การสอนในครั้งนี้เป็นการจัดทำอุปกรณ์ เพื่อใช้ประกอบการสอน ในหัวข้อ เรื่องโครงกระดูกสัตว์ โครงสร้างและโครงร่างของสัตว์เลี้ยง เพื่อใช้ประกอบการสอนวิชา กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง รหัสวิชา สกส. 2003 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของกรมอาชีวศึกษา พ.ศ. 2536 ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้า หนังสือและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการผลิตสื่อประกอบการสอน ในครั้งนี้ ซึ่งเอกสารที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็นสองส่วน คือ

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2536 หน้า 75) กล่าวว่า สื่อการสอนนับว่าเป็นสิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอนนับแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจความหมายของเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ ไม่ว่าสื่อนั้นจะเป็นรูปแบบใดก็ตาม ล้วนแต่เป็นทรัพยากรที่สามารถอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น ในการใช้สื่อการสอนนั้นผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะเฉพาะ และคุณสมบัติของสื่อแต่ละชนิด เพื่อเลือกสื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์การสอนและสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบในการใช้สื่อด้วย ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ณรงค์ สมพงษ์ (ม.ป.ป. หน้า 42) กล่าวว่า สื่อการสอน เป็นสื่อที่มุ่งเน้นการนำไปใช้ทางด้านการเรียนการสอน ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เช่น การใช้สไลด์และภาพยนตร์ ประกอบการสอน การใช้ตำราเรียน บทเรียนโปรแกรม รายการวิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น และเนื่องมาจากระบบการสอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบการศึกษา จึงอาจกล่าวได้ว่า สื่อการสอนก็เป็นส่วนหนึ่งของสื่อการศึกษานั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมหญิง กลั่นศิริ (2525 หน้า 32) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการที่ผู้สอนนำไปใช้ในการสอนเพื่อสื่อความหมายที่ผู้สอนประสงค์จะส่งหรือถ่ายทอดไปยังผู้เรียน สื่อการสอนทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและบรรลุผลตามที่ได้ตั้งเป้าหมายได้เที่ยงตรงรวดเร็ว

และยังกล่าวต่อไปอีกว่า สื่อการสอนมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากจำนวนผู้เรียนเพิ่มขึ้นมาก ถ้าครูใช้วิธีการสอนแบบบอกเล่าหรือความรู้จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ยาก สื่อการสอนจึงมีบทบาทดังนี้

1. สื่อการสอนช่วยจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนมากขึ้น
2. สื่อการสอนช่วยให้ครูจัดเนื้อหาวิชาได้อย่างมีความหมาย
3. สื่อการสอนช่วยครูในการแนะนำและควบคุมผู้เรียนให้มีพฤติกรรมในทางที่พึงปรารถนา
4. สื่อการสอนช่วยครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
5. สื่อการสอนช่วยให้ครูสอนได้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
6. สื่อการสอนช่วยให้ครูสอนเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
7. สื่อการสอนช่วยให้ครูสอนได้รวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

กิตานันท์ มลิทอง (2536 หน้า 76) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำและถ่ายทอดข้อมูลความรู้จากผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เป็นสิ่งช่วยอธิบายและขยายเนื้อหาบทเรียนให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้

กิติมา ปรีดีดีล (2532 หน้า 88) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึง วัตถุ สิ่งของ ภาพ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนหมายถึงตัวบุคคล วิธีการ สถานที่ต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนบังเกิดผลดี สื่อการสอนมีชื่อเรียกแตกต่างกันไป เช่น อุปกรณ์การสอน อุปกรณ์การศึกษา เทคโนโลยีการสอน เทคโนโลยีทางการศึกษา วัสดุทัศนศึกษา วัสดุทัศนูปกรณ์ สื่อการเรียน แต่ในปัจจุบันนิยมใช้คำว่าสื่อการสอนมากกว่า เพราะมีความหมายกว้างขวาง มิใช่หมายถึงเพียงสิ่งของที่ใช้ประกอบการสอน แต่หมายถึงทุกอย่างไม่ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ตาม หากนำมาประกอบการเรียน

เอกสารนี้เป็นการนำเอกสารที่เผยแพร่แล้วให้เกิดความเข้าใจอย่างรวดเร็วชัดเจนขึ้น เรียกว่าสื่อการสอนทั้งสิ้นใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประหยัด จิระวารพงษ์ (2522 หน้า 43) สรุปแล้วสื่อการสอนเป็นตัวถ่ายทอดความรู้จากแหล่งความรู้ ไปยังผู้ศึกษาหาความรู้ซึ่งอยู่ในรูปแบบของวัตถุ หรือวิธีการ

วาสนา ชาวหา (2525 หน้า 15) สรุปว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เป็นอย่างดี

วรรณมา เจียมทะวงษ์ (2532 หน้า 1) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึง สิ่งซึ่งใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ และเจตคติให้แก่ผู้เรียน หรือทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ มนุษย์รู้จักนำเอาสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ มาใช้เป็นสื่อการสอน ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1930 เป็นต้นมา ด้วยความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ทำให้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ตลอดจนวิธีการแปลก ๆ ถูกนำมาใช้เป็นสื่อการสอนกันอย่างกว้างขวาง เช่น การใช้โทรทัศน์เพื่อการศึกษาทั้งในระบบวงจรปิด และในระบบทางไกล หรือการใช้ชุดการสอนเพื่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เป็นต้น

สมบูรณ์ สงวนญาตี (2534 หน้า 43) กล่าวว่า การเรียนอาจเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องมีผู้สอน ผู้เรียนอาจกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเรียกว่า สื่อการเรียน แต่เมื่อใดก็ตามที่มีการสอนจะต้องมีการเรียนเกิดขึ้น ถ้าสื่อการสอนและสื่อการเรียนสอดคล้องสัมพันธ์กัน การเรียนการสอนจะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ครูใช้แผนภูมิแบบอธิบายภาพสอนเรื่องอวัยวะต่าง ๆ ของปลา ประกอบคำอธิบาย และครูพิมพ์ภาพปลาในแผนภูมิแจกนักเรียนคนละแผ่น นักเรียนฟังคำอธิบายของครู และบันทึกคำบรรยายส่วนต่าง ๆ ลงในภาพปลาสภาพเช่นนี้จะช่วยให้การเรียนรู้ดำเนินไปด้วยความสะดวกและรวดเร็ว เราเรียกแผนภูมิว่าเป็นสื่อการสอนและเรียกภาพปลาในกระดาษว่า สื่อการเรียน

สรุปแล้วสื่อการเรียนการสอนจึงหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ผู้สอนและผู้เรียนนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของที่มีอยู่ในธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นมา

จึงเห็นได้ว่า สื่อการเรียนการสอนมีความกว้างขวางครอบคลุมสิ่งต่าง ๆ ทั้งวัสดุ

สอนไปให้ผู้เรียน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการเรียนการสอน

วาสนา ชำวหา (2533 หน้า 22) กล่าวว่า ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมากที่สุด สามารถเรียนรู้ได้ถูกต้อง ลึกซึ้งและประทับใจมากที่สุด นั่นคือ ประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์จริงที่ตรงกับจุดมุ่งหมายหรือเจตนา (Direct Purposeful Experiences) ซึ่ง เอเดการ์ เดล ได้เสนอเป็นลำดับแรกอยู่ฐานของกรวยประสบการณ์ การเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเป็นการเรียนรู้ด้วยการสัมผัสหลาย ๆ ด้านด้วยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน วิธีหนึ่งคือ การเรียนรู้จาก "วัสดุสามมิติ" หรือ "วัสดุมีทรง" ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถสัมผัสได้ด้วยการมอง การจับต้องลูบคลำ การฟัง และบางครั้งก็อาจจะเรียนรู้ได้โดยการดมและการชิม

ณรงค์ สมพงษ์ (ม.ป.ป. หน้า 141) ได้กล่าวถึงสื่อการสอนประเภทของจริงไว้ว่า สื่อที่ทำให้เกิดการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือสื่อประเภทของจริง เนื่องจากผู้เรียนสามารถมองเห็น ได้ยิน ได้กลิ่น ได้ลิ้มรส และได้สัมผัสกับของจริงด้วยตนเอง ดังนั้นถ้าหากสามารถใช้ของจริงเข้ามาช่วยในการสอนได้แล้ว ก็ควรนำมาใช้ทันที เจ้าหน้าที่ส่งเสริมก็สามารถเลือกใช้ของจริงจำนวนมากที่มีอยู่แล้วในท้องถิ่นมาใช้เป็นสื่อได้ เช่น การนำเครื่องมือตอขวี่ที่เรียกว่า "เบอดิสไซ" มาให้เกษตรกรได้ดูและทดลองใช้ด้วยตนเองของจริงจะช่วยสร้างประสบการณ์ตรงให้เกิดการเรียนรู้ที่ใด อย่างไรก็ตามของจริงบางอย่าง ก็ไม่เหมาะที่จะนำมาให้ดูกันได้ หากเป็นสิ่งของที่เล็กหรือใหญ่เกินไป หรือสิ่งของที่เป็นอันตราย เป็นต้น

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2533 หน้า 91) กล่าวถึงสื่อประเภทของจริงว่าได้แก่

1. วิทยากร ผู้ชำนาญการ สามารถจูงใจให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มให้ตั้งใจและรับความรู้ได้ดียิ่งขึ้น
2. วัสดุสิ่งของและเครื่องมือต่าง ๆ ช่วยในการเรียนฝึกปฏิบัติให้สามารถใช้เครื่องมือเหล่านั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาสนา ชาวทา (2525 หน้า 18) กล่าวถึงสื่อประเภทของจริงว่า ของจริง หรือวัตถุเป็นสื่อการเรียนการสอนที่เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างดี เพราะเป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้ประสบโดยตรงด้วยตนเอง อาจเป็นไปในลักษณะต่าง ๆ เช่น ได้เห็น ได้ชิม ได้กลิ่น ได้จับต้องลูกคล่า เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจและจดจำได้นาน ของจริง อาจแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. วัตถุหรือของจริง (Object) ที่นำมาทั้งหมดมิใช่นำมาแต่ส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น นั่นก็หมายความว่าวัตถุหรือสิ่งของนั้นจะต้องไม่ลำบากต่อการนำเข้ามาในห้องเรียน เช่นไม้ใหญ่เกินไป เป็นต้น

2. ของตัวอย่าง (Specimen) เป็นเพียงส่วนใดส่วนหนึ่งเท่านั้น หรือเป็นเพียงตัวแทนของสิ่งนั้น เช่น ตัวอย่างผ้า ตัวอย่างหิน เป็นต้น

ของจริงหรือของตัวอย่างที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ควรจะได้มาจากการร่วมมือของนักเรียนในการมีส่วนร่วมหามา และควรมีขนาดใหญ่พอสมควรที่ทุกคนสามารถมองเห็นได้ทั่วถึง ถ้าเล็กเกินไปอาจจะต้องใช้เครื่องฉายวัสดุทึบแสง (Opaque Projector) ขยายให้มีขนาดใหญ่ปรากฏที่จอ เพื่อนักเรียนจะได้เห็นสิ่งนั้นได้ทั่วถึงทุกคน

ลัดดา ศุภปรีดี (2523 หน้า 69) กล่าวว่า ของจริง คือสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์โดยตรงด้วยตนเอง โดยวิธีการต่าง ๆ เช่นการมองเห็น ได้ยินเสียง ได้สัมผัส ได้ลิ้มรสและได้ดมกลิ่น เป็นต้น

สมบูรณ์ สงวนญาติ (2534 หน้า 44) กล่าวถึงคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน เรื่องคุณค่าของสื่อการเรียนการสอน เป็นผลสืบเนื่องมาจากการวิจัยสื่อ ซึ่งหาอ่านได้จากเอกสารการวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนโดยทั่ว ๆ ไปจึงขอนำผลการวิจัยเกี่ยวกับคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนมากล่าวสรุปดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตั้งจากประสบการณ์ที่มีความหมายในรูปแบบต่าง ๆ
2. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้มากขึ้น โดยใช้เวลาน้อยลง
3. ช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน และมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 4. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจ มั่นใจ และจดจำได้นานไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาในการเรียนรู้
6. ช่วยให้ผู้สามารถเอาชนะข้อจำกัดต่าง ๆ ในการเรียนรู้ได้
 - 6.1 ทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น
 - 6.2 ทำสิ่งที่เป็นามธรรมให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น
 - 6.3 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง
 - 6.4 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงช้าให้ดูเร็วขึ้น
 - 6.5 ทำสิ่งที่ใหญ่มาให้เล็กเหมาะแก่การศึกษา
 - 6.6 ทำสิ่งที่เล็กมากให้มองเห็นชัดเจนขึ้น
 - 6.7 นำสิ่งที่เกิดในอดีตมาศึกษาในปัจจุบัน
 - 6.8 นำสิ่งที่อยู่ไกลมาศึกษาในห้องเรียนได้
7. ช่วยลดการบรรยายของผู้สอน แต่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น
8. ช่วยลดการสูญเปล่าทางการศึกษาลง เพราะช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้เรียนสอบตกน้อยลง

สื่อนั้นที่ สิ่งข้อ่ง (2526 หน้า 15) บทบาทของสื่อการสอนในขบวนการเรียน
การสอน

สื่อการสอนมีความสำคัญและเป็นส่วนหนึ่งในขบวนการเรียนการสอน ทั้งนี้เพราะ
สื่อการสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในหลาย ๆ ด้านด้วยกันดังนี้

1. สื่อการสอนช่วยครูในการเพิ่มพูนประสบการณ์ความรู้ให้แก่ักเรียน ตัวอย่าง
เช่น การใช้ฟิล์มภาพยนตร์ เรื่องการท่องเท่ยวป่า ราชการวิทยุ และภาพยนตร์เกี่ยวกับพื้น
ผิวของดวงจันทร์ เป็นต้น
2. สื่อการสอนช่วยให้ครูจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้หลายรูปแบบ ตัวอย่าง
เช่น การใช้ฟิล์มภาพยนตร์ การใช้บทเรียนวิทยุ การใช้สไลด์เทป
3. สื่อการสอนช่วยให้ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตอบสนองตามที่คาดหวังจะ
ให้เกิดในตัวนักเรียนได้ เช่น จัดทำสไลด์และบัตรงานประกอบเป็นชุดการสอนให้นักเรียน
เรียนหรือให้นักเรียนเรียนจากบทเรียนด้วยเทปบันทึกเสียง ให้นักเรียนคิดคำนวณและทำ
การทดลองจากบทเรียนโปรแกรมเพื่อสอนเนื้อหาเฉพาะอย่าง
4. สื่อการสอนช่วยครูในการส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมหลาย ๆ รูปแบบตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
อย่างอื่น เช่น ใช้ภาพยนตร์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอภิปราย ใช้ชุดการสอนเพื่อให้นักเรียนทำ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมเป็นรายบุคคล

5. สื่อการสอนช่วยครูในการสอนสิ่งที่ไม่อาจนำมาให้นักเรียนดูได้โดยตรง เช่น สไลด์แสดงส่วนประกอบของอะตอม หรือการ์ตูนแสดงเรื่องราวการเดินทางไปโลกพระจันทร์ เป็นต้น

6. สื่อการสอนช่วยครูในการเกิดการสื่อความหมายกับนักเรียน

7. สื่อการสอนช่วยครูในการวินิจฉัย หรือซ่อมเสริมให้นักเรียนได้

จันทร์ฉาย เตมิษาคาร (2533 หน้า 7-9) คุณค่าของสื่อทางการศึกษา

สื่อกับผู้สอน

1. ทั่วแบ่งเบาภาระของผู้สอน ทั้งแรงงานและเวลาที่ทุ่มเทโดยเปล่าประโยชน์ ในบางครั้ง แทนที่ครูผู้สอนจะต้องเตรียมการสอนอย่างหนักแทบทุกชั่วโมงอย่างที่เป็นอย่างที่เป็นอย่างก็มักใช้เวลาเตรียมงานอย่างมีหลักเกณฑ์และคุณค่า เช่น การเตรียมเป็นชุดการสอน การสะสมวัสดุเอาไว้เสมอ โดยที่หลักเกณฑ์การผลิตและการซ่อมแซมรักษาที่ถูกต้อง เป็นต้น

2. ผู้สอนสนุกสนานไปกับการสอน เนื่องจากบรรยากาศในห้องเรียนจะเปลี่ยนแปลงไปจากครุ่นพุดหน้าชั้นแต่อย่างเดี๋ยวนั้น มาเป็นครูรู้จักใช้วัสดุอุปกรณ์ และเทคนิคการเรียนการสอนอยู่เสมอ ก็จะทำให้ผู้เรียนมีชีวิตชีวา ยิ่งหากครูเห็นผู้เรียนตื่นตัวอยากเรียนรู้ ผู้สอนก็จะเกิดกำลังใจและความภูมิใจให้กับผู้เรียนและตนเอง

3. เมื่อผู้สอนเห็นคุณค่าของสื่อ และเทคนิคที่จะใช้กับนักเรียน ก็จะเป็นแรงผลักดันให้ผู้สอนตื่นตัวอยู่เสมอในการผลิตอุปกรณ์ ค้นคว้าหาวิธีการใหม่ ๆ ตลอดจนเป็นผู้ไม่หาความรู้ใหม่ ๆ อยู่เสมอ อันจะทำให้บรรยากาศทางการศึกษาไม่ซบเซาอย่างแต่ก่อน

4. ครูที่พูดไม่เก่งก็จะมี ความเชื่อมั่นในการสอนมากขึ้น เพราะการเรียนการสอนจะไม่ใช้ครูเป็นผู้พูดคนเดียวอีกต่อไป แต่ผู้เรียนจะเข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนโดยการแสดงความคิดเห็น การใช้อุปกรณ์นอกจากจะใช้เพื่อช่วยประกอบในการสอนแล้ว ครูผู้สอนยังสามารถใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วยอีกด้วย ดังนั้น เราก็พอจะกล่าวได้ว่า เทคโนโลยีทางการศึกษา จะช่วยสร้างความเชื่อมั่นให้กับครูผู้สอน ไม่ว่าครูผู้สอนจะพูดเก่งหรือไม่ก็ตาม

5. ช่วยให้ผู้สอนมีโอกาสสร้างประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนสามารถนำเอาประสบการณ์แปลก ๆ นอกชั้นเรียนมาเสนอกับนักเรียนได้เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อกับผู้เรียน

1. กระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ชั้นเรียนมีอะไรใหม่ ๆ อยู่เสมอ ตลอดจนทำให้ผู้เรียนตื่นตัวอยู่เสมอ และติดตามว่าจะมีอะไรใหม่ ๆ ให้ศึกษาอีก ในชั้นเรียนหรือแม้แต่บางครั้งยังมีโอกาสออกไปศึกษาตามสถานที่ต่าง ๆ นอกชั้นเรียน ซึ่งการจัดชั้นเรียนในแบบดังกล่าวย่อมเป็นการทำทาสีให้ผู้เรียนอยากหรืออยากเห็นมากขึ้น
2. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งยุ่งยากซับซ้อนในเนื้อหาวิชาบางวิชาได้ง่ายยิ่งขึ้น ทั้งช่วยให้เกิดมโนทัศน์ในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
3. ช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคล ในแง่ความสนใจ บุคลิกภาพ ทั้งความสนใจในการเรียนรู้ เข้าใจปัญหา และศักยภาพแห่งความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแม้ว่าบุคคลมีความคิดต่างก็ต่างกันก็ตาม แต่หากเราสามารถหาสื่อมาใช้ให้เหมาะสม ผู้เรียนก็อาจเรียนในเรื่องนั้น ๆ ได้ดีเท่าเทียมกัน
4. ผู้เรียนมีโอกาสเข้าไปมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผู้สอนใช้เทคนิคและสื่อที่นอกเหนือไปจากครูพูดบรรยายเพียงอย่างเดียว เช่น การใช้เกม ใช้บัตรคำ การใช้กระเป๋าทรง เป็นต้น ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมได้อย่างเต็มที่
5. ช่วยดึงประสบการณ์ภายนอกชั้นเรียนหรือนอกโรงเรียนเข้ามาให้ผู้เรียนได้รับรู้ได้และเรียนรู้ได้โดยไม่จำเป็นต้องเสียเวลาเดินทางไปยังที่ไกล ๆ เช่น การนำเอาภาพยนตร์เกี่ยวกับสภาพใต้ท้องทะเลลึกแปลก ๆ ก็จะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ในการเรียนที่ใกล้เคียงกับความจริง โดยที่ไม่จำเป็นต้องพาผู้เรียนไปดูของจริงก็ได้ ดังนั้นเป็นต้น

2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับระบบกายวิภาคศาสตร์

นิตย ค่ำอุไร (2524 หน้า 1) การศึกษาเกี่ยวกับกระดูก หมายถึง ศึกษา ลักษณะของโครงร่างที่เกิดจากอวัยวะที่เป็นของแข็ง ซึ่งได้แก่ กระดูกและกระดูกอ่อนที่ประกอบขึ้นเป็นโครงร่างของร่างกาย

บุญธรรม จงเจริญ (2539 หน้า 10) Skeleton หมายถึงส่วนของโครงสร้างที่เป็นของแข็ง ซึ่งทำหน้าที่พยุง และป้องกันเนื้อเยื่ออ่อน ๆ (soft tissue)

เอกสารของร่างกายสัตว์ในทางกายวิภาคศาสตร์ของสัตว์ชั้นสูง (สัตว์เลี้ยง) รวมถึงกระดูก, กระบวนการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดูกอ่อนและลิแกเมนต์ (bone, cartilage และ ligament) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอยู่อย่างธรรมชาติ

จำเนียร สัตยาพันธ์ (2534 หน้า 17) กระดูกในร่างกายมีน้ำหนัก 1/3 ของกระดูกทั้งหมดที่เป็นโครงร่างประกอบไปด้วย Framework ของ Fibrous tissue และ cell 2/3 ของกระดูกร่างกายประกอบด้วยอนินทรีย์วัตถุ (Inorganic Substance) ส่วนใหญ่เป็นแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่เข้าไปเกาะอยู่ในอินทรีย์ (Organic Substance) ซึ่งเป็นเซลล์กระดูกที่ประกอบกันเป็นกรอบขี้ส (Framework) ซึ่งจะทำให้เกิดการแข็งเป็นกระดูกขึ้น ดังนั้นถ้าร่างกายได้รับอนินทรีย์วัตถุไม่เพียงพอ ก็จะทำให้เกิดการสร้างส่วนของโครงร่างที่เป็นกระดูกเสียไป เช่นในโรคกระดูกอ่อน (Ricket) และการผิดปกติของกระดูกในลักษณะอื่น ๆ (Bone abnormality)

อาจ แจ่มเมฆ (2529 หน้า 155) สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังแต่ละชนิดได้แสดงวิวัฒนาการของระบบโครงร่างให้เห็นว่า เริ่มจากมีโครงร่างภายนอกซึ่งทำหน้าที่หลักเกี่ยวกับการป้องกันตัวขึ้นมาก่อน แล้วจึงมีโครงร่างภายในซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการพยุงค้ำจุนอวัยวะต่าง ๆ เช่น กล้ามเนื้อเกิดตามมาทีหลัง

ชาติชาย อีสรัมย์ (2520 หน้า 25) กระดูก (Bone หรือ Osseous tissue) เป็น connective tissue ที่หนาที่บเนื้อกระดูกเต็มไปด้วยเกลือแคลเซียม (calcium salts) มีลักษณะแข็งเป็นเนื้อเดียวกัน เซลล์ของกระดูก (bone cells) จะเรียงกันเป็นชั้น ๆ ลักษณะเป็น Intercellular substance ซึ่งประกอบด้วย เซลล์กระดูกช่องว่างพรุนและเนื้อกระดูก ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่น ๆ

กระดูกพรุน (spongy bone) เมื่อกระดูกชนิดนี้เรียงตัวเป็นรูปแหลมซึ่งจะมีช่องว่างอยู่ระหว่างกลางซึ่งจะจุเต็มไปด้วยไขกระดูก (bone marrow) spongy bone จะพบบริเวณหัวและท้ายของกระดูกชนิดยาวและภายในของกระดูกชนิดอื่น ๆ มันจะทำให้กระดูกเบา โดยมันจะแผ่ให้น้ำหนักกระจายไปทั่ว

กระดูกทึบ (compact bone) เนื้อของกระดูกชนิดนี้จะเรียงตัวกันเป็นแผ่นทึบ และซึ่งจะเห็นที่ว่างก็ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบได้ในบริเวณภายนอกของกระดูก หน่วยของแผ่นชั้นที่บนี้ เรียกว่า haversian system

ภายในกระดูกยาวจะมีช่องว่างตรงกลาง เรียกว่า medullary cavity หรือ central canal กระดูกจะมีหลอดเลือด, หลอดน้ำเหลืองทอดขนานไป และในบางแห่งมีเส้นประสาทด้วย

พจนศักร์ ประถมบุตร (2532 หน้า 17) ระบบโครงกระดูก คือระบบที่ประกอบด้วยกระดูก (bone) กระดูกอ่อน (cartilage) ข้อต่อ (joint) และเอ็นยึดกระดูก (ligament) ซึ่งประกอบกัน ทำให้ร่างกายของคนเราเป็นรูปร่างขึ้นมาได้

การกำเนิดของกระดูก เริ่มแรกกระดูกที่เกิดขึ้นเป็นกระดูกอ่อนแล้วจึงเปลี่ยนเป็นกระดูกแข็งในระยะต่อมาโดยมีโลหิตไปเลี้ยงและนำแคลเซียมเข้าไปสะสมในศูนย์กลาง (ossification center) ศูนย์กลางที่เกิดขึ้นในขั้นแรก (diaphysis) ได้แก่ ตรงส่วนกลางของกระดูกกับศูนย์กลางที่เกิดขึ้นทีหลัง (epiphysis) ได้แก่ ส่วนปลายของกระดูก แล้วส่วนทั้งสองนี้จะเจริญขึ้นไปจนบรรจบกัน

อนันต์ อัดชู (2521 หน้า 11) กล่าวถึงองค์ประกอบเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของกระดูก มีดังนี้

1. วิตามินดี ช่วยให้กระดูกแข็งแรง และเจริญเติบโต
2. คัลเซียม ทำให้กระดูกแข็งแรง ซึ่งการที่กระดูกจะเก็บคัลเซียมได้นั้น ต้องพาราไธรอยด์มีส่วนช่วยให้การเก็บคัลเซียมได้ดียิ่งขึ้น
3. ฟอสฟอรัส ช่วยให้กระดูกมีความเจริญเติบโต กระดูกสามารถปรับโครงสร้างได้เหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ ได้ ฉะนั้นการให้น้ำหนักแก่กระดูกทำให้กระดูกแข็งแรง และเจริญเติบโต ถ้าเราไม่ทำให้กระดูกทำงาน กระดูกอาจไม่แข็งแรงและอ่อนแอได้ เนื่องจากคัลเซียมออกมาจากกระดูกมาก ถ้ากระดูกได้ทำงานอยู่เสมอ คัลเซียมจะสะสมไว้ในกระดูกมาก พันจะไม่พุง

และการที่กระดูกมีปุ่มหรือแอ่งหรือแง่นั้น ก็เพื่อให้กล้ามเนื้อจับหรือยึดได้มั่นคงยิ่งขึ้นหรือเพื่อเป็นข้อต่อที่ประกบได้สนิทมั่นคงหรือป้องกันอวัยวะต่าง ๆ สำหรับให้เลือด ประสาทและเอ็นผ่านรอดไปได้

วรรณดา สุจริต (2529 หน้า 122) เนื้อเยื่อกระดูก จัดว่าเป็นเนื้อเยื่อกลุ่มหนึ่งของ connective และ supporting tissues แม้ว่าลักษณะโครงสร้างจะแตกต่างจากการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย สารที่หลั่งจากเซลล์กระดูกทุกชนิด หรือ bone matrix มีความคล้ายคลึงกัน อันเป็นลักษณะและหน้าที่เฉพาะของเนื้อเยื่อกระดูก

เนื้อเยื่อกระดูก ประกอบไปด้วย กระดูกอ่อน (cartilage) และกระดูกแข็ง (bone) สาร matrix ในกระดูกอ่อนจะประกอบไปด้วย glycoprotein ซึ่งมี chondroitin sulfate เป็นจำนวนมากรวมอยู่กับโปรตีน ส่วนในกระดูกแข็งจะมีแคลเซียมเข้าไปสะสมอยู่ด้วย เซลล์กระดูกดูดซึม raw material จากกระแสโลหิต สะสมและเปลี่ยนแปลงสภาพใน cytoplasm แล้วจึงหลั่งออกมาเป็น matrix หรือ intercellular substances

สมชาย พงศ์จรยุทธกุล (2529 หน้า 136)

กระดูกอ่อน (Cartilage) จัดเป็นเนื้อเยื่อโครงร่าง ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นเนื้อเยื่อผูกพันชนิดพิเศษมีลักษณะเหมือนเนื้อเยื่อผูกพันทั่ว ๆ ไป คือประกอบด้วย เซลล์, Fibers และ Ground substances กระดูกอ่อนแตกต่างจากเนื้อเยื่อผูกพันทั่ว ๆ ไปคือมีความแข็งพวก fibers และ ground substances จัดเป็น Intercellular substances หรือ Matrix

กระดูกอ่อนแตกต่างจากกระดูกคือ Ground substances ของกระดูกอ่อนประกอบด้วย Chondromucoid ซึ่งเป็น Glycoprotein มี Chondroitin sulfate เป็นองค์ประกอบส่วน Ground substances ของกระดูกประกอบด้วยเกลือของสารอนินทรีย์ ซึ่งมี Calcium phosphate เป็นองค์ประกอบ

กระดูก (Bone) กระดูกเป็นเนื้อเยื่อผูกพันที่มีเซลล์และ Fibers ผังตัวอยู่ในสารที่แข็ง กระดูกทำหน้าที่เป็นโครงสร้างภายในของร่างกาย และเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อและเอ็น (Tendon) ทำหน้าที่ป้องกันสมองและอวัยวะที่อยู่ในช่องอก และทำหน้าที่สร้างไขกระดูก (Bone marrow) นอกจากนั้นกระดูกยังส่งแร่ธาตุแคลเซียมเข้าไปในเลือดเพื่อรักษาปริมาณธาตุแคลเซียมในเลือดให้คงที่ กระดูกเป็นเนื้อเยื่อที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดชีวิตในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

กระดูกมีลักษณะพิเศษ 3 ประการ ซึ่งต่างจากกระดูกอ่อน คือ

1. Canalicular system
2. มีเส้นเลือดมาเลี้ยงโดยตรง

3. การเจริญเติบโตแตกต่างจากกระดูกอ่อน

นงลักษณ์ ตันติลีปกร (2532 หน้า 68) โครงกระดูกแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. กระดูกแกนกลาง (Axial skeleton) ได้แก่
 - 1.1 กระโหลกศีรษะ skull
 - 1.2 กระดูกสันหลัง vertebral column
 - 1.3 กระดูกอก sternum
 - 1.4 กระดูกซี่โครง rib
2. กระดูกระยางค์ (Appendicular skeleton) ได้แก่
 - 2.1 pectoral girdle และ pectoral limbs
 - 2.2 pelvic girdle และ pelvic limbs

สุมลยา กาญจนะพิงคะ (2532 หน้า 1) ข้อต่อ (articulations, joints) คือบริเวณที่กระดูก 2 ท่อน ขึ้นมาต่อกันโดยมีเนื้อเยื่อเยื่อหุ้ม fibrous, elastic หรือ cartilaginous ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดรวมกันมายึดปลายทั้งสองไว้ อาจแบ่งข้อต่อตามลักษณะโครงสร้างได้ 3 ชนิดคือ

1. Fibrous joint ข้อต่อแบบนี้จะเคลื่อนที่เกือบไม่ได้เลย แบ่งเป็นข้อต่อแบบ Syndesmoses sutures และ gomphoses
2. Cartilaginous joint ข้อต่อชนิดนี้จะเคลื่อนไหวได้น้อยมาก เช่นการหด (compression) หรือยืด (stretching) เท่านั้น
3. Synvial joint เป็นข้อต่อที่แท้จริง (true joint) สามารถเคลื่อนไหวได้เป็นวงกว้าง

บทที่ 3

วิธีสร้างอุปกรณ์

3.1 ผลการวิเคราะห์หลักสูตร

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นการจัดทำในลักษณะอุปกรณ์ประกอบการสอน ในรูปของจริง ในรายวิชาภาควิชาและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง (สกส 2003) เป็นวิชา ชั้นบังคับ ในสาขาวิชาสัตวศาสตร์ ประเภทวิชาเกษตรกรรม ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2536 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มีจำนวน 3 หน่วยกิต เรือน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน โดยแบ่งเป็น ภาคทฤษฎี 2 คาบ/สัปดาห์ ภาคปฏิบัติ 2 คาบ/สัปดาห์

คำอธิบายรายวิชา

ความหมายและความสำคัญของวิชาภาควิชาวิทยา สรีรวิทยา เซลล์ เนื้อเยื่อ และอวัยวะของสัตว์ ระบบโครงกระดูก ระบบกล้ามเนื้อ ระบบย่อยอาหาร ระบบการไหลเวียนของโลหิต ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ ระบบประสาท ระบบฮอร์โมน และระบบภูมิคุ้มกันโรค

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์
2. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของระบบต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์

รายละเอียดการสอน

ภาคทฤษฎี

บทที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
1	ลักษณะทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยง	1
	1.1 ขนาดของสัตว์	
	1.2 ชีวิตและความเป็นอยู่ของสัตว์	
	1.3 ความสำคัญและประโยชน์ของสัตว์	
2	การแบ่งกลุ่มและประเภทของสัตว์เลี้ยง	2
3	ลักษณะภายนอกของสัตว์เลี้ยง	1
	3.1 การแบ่งส่วนของตัวสัตว์	
	3.2 การวัดขนาดและสัดส่วนของสัตว์	
	3.3 รูปทรงของสัตว์	
	3.4 สิ่งปกคลุมตัวสัตว์	
4	ระบบโครงสร้างระบบกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว	4
	4.1 ระบบโครงสร้าง	
	4.2 กระดูกส่วนหัว	
	4.3 กระดูกสันหลัง	
	4.4 กระดูกส่วนคอ	
	4.5 กระดูกส่วนอก	
	4.6 กระดูกส่วนเอว	
	4.7 กระดูกเชิงกราน	
	4.8 กระดูกส่วนหาง	
	4.9 กระดูกส่วนขา	
	4.10 ระบบกล้ามเนื้อลำตัว	
	4.11 ระบบกล้ามเนื้อส่วนหัว	
	4.12 ระบบกล้ามเนื้อเรียวและกล้ามเนื้อหัวใจ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในสถานศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

-17-

รายละเอียดการสอน

ภาคทฤษฎี	เรื่อง	จำนวนคาบ
5	ระบบทางเดินอาหาร	2
	5.1 การกินอาหารของสัตว์	
	5.2 ส่วนประกอบทางเดินอาหาร	
	5.3 ริมฝีปาก ปาก	
	5.4 ฟัน	
	5.5 ลิ้น ช่องคอ	
	5.6 หลอดคอ	
	5.7 ลำไส้เล็ก	
	5.8 ลำไส้ใหญ่ ไส้ติ่ง	
6	ระบบทางเดินโลหิต	2
	6.1 ระบบเส้นเลือด	
	6.2 หัวใจ	
	6.3 เม็ดเลือดแดงและขาว	
	6.4 การสร้างเลือด	
7	ระบบหัวใจ	1
	7.1 กลไกและกระบวนการหายใจ	
8	ระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก	2
	8.1 ระบบประสาท	
	8.2 สมองและไขสันหลัง	
	8.3 ระบบประสาทอัตโนมัติ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28105

รายละเอียดการสอน

ภาคทฤษฎี	เรื่อง	จำนวนคาบ
บทที่ 9	ระบบถ่ายภาพและรักษาสมดุลของน้ำ	1
	9.1 ระบบถ่ายภาพ	
	9.2 การรักษาสมดุลของน้ำ	
	9.3 การควบคุมฮอร์โมน	
บทที่ 10	ระบบสืบพันธุ์	2
	10.1 ระบบสืบพันธุ์เพศผู้	
	10.2 ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย	
	10.3 วงจรการสืบพันธุ์	
บทที่ 11	ระบบต่อมไร้ท่อ	2
	รวม	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการสอน

ภาคปฏิบัติ

บทปฏิบัติการที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
1	ลักษณะภายนอกของสัตว์ 1.1 ศึกษาลักษณะภายนอกของสัตว์	2
2	รูปร่างและอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว 2.1 ศึกษาอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว	2
3	โครงสร้างของตัวสัตว์ 3.1 ศึกษาโครงสร้างของสัตว์ - กระดูกส่วนหัว - กระดูกส่วนลำตัว - กระดูกส่วนหาง - กระดูกส่วนขา	4
4	การหายใจของสัตว์เลี้ยง 4.1 ศึกษาอวัยวะที่ใช้ในการหายใจ	2
5	การกินอาหารและการย่อยอาหาร 5.1 ศึกษาระบบทางเดินอาหารของสัตว์ 5.2 ศึกษาส่วนประกอบทางเดินอาหารของสัตว์	2
6	การหมุนเวียนโลหิตของสัตว์ 6.1 ศึกษารูปร่างเม็ดเลือดแดง-ขาวของสัตว์ 6.2 ศึกษาหัวใจของสัตว์เลี้ยง	2
7	การสืบพันธุ์และการขับถ่าย 7.1 ศึกษาอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ 7.2 ศึกษาอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการสอน

ภาคปฏิบัติ

บทปฏิบัติการที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
8	ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก	4
	8.1 ศึกษาลักษณะรูปร่างและสมองของสัตว์	
	8.2 ศึกษาเส้นประสาทไขสันหลัง	
	รวม	20

จากเนื้อหารายละเอียดต่าง ๆ ของรายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์ เลี้ยง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2536 ประเภทวิชาเกษตรกรรม โดยนำเนื้อหา ในภาคทฤษฎี บทที่ 4 เรื่องระบบโครงสร้างระบบกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว จำนวน 4 คาบ ในบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องโครงร่างของสัตว์ จำนวน 4 คาบ มาจัดทำอุปกรณ์ประกอบการสอนในรูปแบบของจริงมีรายละเอียดดังนี้

ภาคทฤษฎีในบทที่ 4 เรื่องระบบโครงสร้างระบบกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว จำนวน 4 คาบ

- 4.1 ระบบโครงสร้าง
- 4.2 กระดูกส่วนหัว
- 4.3 กระดูกสันหลัง
- 4.4 กระดูกส่วนคอ
- 4.5 กระดูกส่วนอก
- 4.6 กระดูกส่วนเอว
- 4.7 กระดูกเชิงกราน
- 4.8 กระดูกส่วนหาง
- 4.9 กระดูกส่วนขา
- 4.10 ระบบกล้ามเนื้อลำตัว
- 4.11 ระบบกล้ามเนื้อส่วนหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูผู้สอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 4.12 ระบบกล้ามเนื้อเรือบและกล้ามเนื้อหัวใจ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องโครงร่างของสัตว์ จำนวน 4 คาบ

3.1 ศึกษาโครงร่างของสัตว์

- กระดูกส่วนหัว
- กระดูกส่วนลำตัว
- กระดูกส่วนหาง
- กระดูกส่วนขา

ภาคทฤษฎีในบทที่ 4 เรื่องระบบโครงสร้างระบบกล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาบอกถึงระบบโครงสร้างของสัตว์เลี้ยงได้
2. นักศึกษาบอกลักษณะกระดูกส่วนต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงได้

บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่องโครงร่างของสัตว์ จำนวน 4 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. แยกประเภทระบบโครงร่างของสัตว์เลี้ยงได้
2. แยกระบบต่าง ๆ ของโครงร่างของสัตว์เลี้ยงได้

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาที่น่าสนใจอุปกรณ

โค, กระบือ, แพะ, แกะ และสุกร จัดเป็นทรพีซากที่มีชีวิตชนิดหนึ่ง และยังเป็นสัตว์ที่ให้ประโยชน์แก่มนุษย์ การที่มนุษย์จะทำการปศุสัตว์ชนิดใดก็ควรจะได้มีการศึกษาถึงชีววิทยาสัตว์ชนิดนั้น ๆ ให้มีความรู้พอเสียก่อนเพราะระบบต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงจะมีพื้นฐานของการดำรงชีวิตที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งการที่จะทำให้ผลดีมากขึ้นเพียงใดต้องเข้าใจ และศึกษาให้ละเอียด ซึ่งในการศึกษาระบบโครงสร้างและโครงร่างของสัตว์เลี้ยง มีความจำเป็นอย่างมาก เพราะจะนำไปใช้เป็นพื้นฐานของการเรียนในวิชาอื่น ๆ ต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิโรจน์ จันทรัตน์ (2535 หน้า 245) ระบบโครงร่างของสัตว์ที่มีชีวิตอยู่ประกอบด้วยกระดูก กระดูกอ่อน ชนิดต่าง ๆ เป็นส่วนมากมายึดต่อกันด้วยเนื้อเยื่อที่เรียกว่า ligament ทำให้เกิดเป็นข้อต่อเพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยมีกล้ามเนื้อที่มายึดเกาะอยู่เป็นตัวช่วย ตัวกระดูกจัดว่าเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มี inter cellular substance อยู่ในรูปของแข็ง เนื้อกระดูกประกอบด้วยเซลล์ osteocytes และ inter-cellular substance ที่มีธาตุแคลเซียมมาเกาะอยู่

ส่วนประกอบของกระดูก

เนื้อกระดูกประกอบด้วยสารอินทรีย์ ประมาณ 1 ใน 3 โดยน้ำหนักที่เหลือประมาณ 2/3 เป็นพวกอินทรีย์สารพวกอินทรีย์สาร ยกเว้น osteocytes แล้วประกอบไปด้วย collagen fibers และสาร polysaccharidea ที่เรียกว่า glycosaminoglycans ซึ่งประกอบด้วย chondroitin sulfate collagefibers ทำให้กระดูกเหนียวไม่เปราะ ถ้าเอาแท่งกระดูกไปแช่ในกรดเจือจาง กรดจะละลายพวกอินทรีย์สารออกหมด เหลือแต่อินทรีย์สาร (ส่วนมากได้แก่ collagenousfibers) ทำให้กระดูกโค้งงอได้ แต่ยังรักษาความเหนียวและรูปทรงไว้

พวกอินทรีย์สารส่วนใหญ่ประกอบด้วย calcium phosphate (85 %) และ calcium (10 %) ที่เหลือเล็กน้อยอยู่ในรูปสารประกอบของ magnesium hydroxide, fluoride และ sulfate สารเหล่านี้ทำให้กระดูกมีความแข็ง ถ้าเอากระดูกไปเผาไฟให้พวกอินทรีย์สารไหม้ไฟหมดไปกระดูกจะเปราะ แตกง่าย

หน้าที่ของระบบโครงร่าง

1. ทำหน้าที่เป็นโครงร่างเพื่อค้ำจุนร่างกายให้คงอยู่ได้เป็นรูปร่าง
2. ช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทั้งนี้เพราะว่ากระดูกมักมาต่อกันเป็นข้อต่อ และมีกล้ามเนื้อร่างกายมายึดเกาะที่กระดูกโครงร่าง เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวก็จะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย
3. ช่วยหล่อหุ้มและป้องกันอวัยวะที่สำคัญของร่างกาย เช่น สมอง หัวใจ ปอด ฯลฯ
4. เป็นแหล่งสะสมหรือเก็บแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โซเดียม โบแทสเซียม และธาตุอื่น ๆ ในระหว่างสัตว์ท้อง แคลเซียม จะถูกดึงออกมาใช้จากเนื้อกระดูกของแม่สัตว์ เพื่อนำไปสร้างกระดูกของลูก

5. เป็นแหล่งสร้างเม็ดเลือด (Hemopoiesis organ) เกิดขึ้นในกระดูกสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ส่งไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แดง หลังจากคลอดแต่ในขณะกลักในท้องแม่ อวัยวะที่สร้างเม็ดเลือดแดงก็คือ ตับ และม้าม ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เป็นที่อยู่ของเนื้อเยื่อหรือไขกระดูก (bone marrow) ซึ่งเป็นแหล่งผลิตเม็ดเลือดแดงให้กับสัตว์

พานิช ทินนิมิตร (2525 หน้า 40) หน้าที่เฉพาะของกระดูกบางชนิด เช่น

1. กระดูกยาว เช่น กระดูกแขน ขา มีหน้าที่รับน้ำหนัก เป็นเครื่องค้ำจุน พองทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวไปมาได้ และเป็นโรงงานผลิตเม็ดเลือดแดงและขาวบางชนิด
2. กระดูกสั้น เช่น กระดูกที่เข้า ข้อศอก มีหน้าที่รับน้ำหนัก จากการกระทบกระแทกของแขน ขา ช่วยให้ข้อพับงอเข้าออกได้ง่าย
3. กระดูกแบน เช่น กระโหลกศีรษะ กระดูกสันหลัง มีหน้าที่ห่อหุ้มอวัยวะที่สำคัญ (มันสมอง) และเป็นที่ยึดของกล้ามเนื้อ
4. กระดูกที่มีรูปร่างต่าง ๆ เช่น กระดูกสันหลัง มีหน้าที่แตกต่างกันบ้าง แต่ส่วนใหญ่เป็นที่ยึดของกล้ามเนื้อ

การแบ่งชนิดกระดูก

กระดูกในร่างกายสัตว์เลี้ยงแบ่งออกได้หลายแบบดังนี้

ก. แบ่งตามการเจริญเติบโต แบบหนึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด

1. Membranous bone เป็นกระดูกที่เจริญมาจากแผ่น membrane มีลักษณะแบนและบางพบที่กระดูกกระโหลกศีรษะ เช่น Frontal bone, parietal bone เป็นต้น

2. Cartilagenous bone เป็นกระดูกที่เจริญมาจากกระดูกอ่อน มักเป็นกระดูกชนิดยาว พบที่กระดูกขา ได้แก่ humerus, femur, radius, tibia เป็นต้น

ข. แบ่งตามลักษณะเนื้อและความหนาแน่นของกระดูก แบ่งได้เป็น 2 ชนิด

1. Compact bone (dense bone) เป็นกระดูกชนิดเนื้อแน่น พบตามส่วนที่เป็น shaft และตามขอบกระดูกแบนทั่วไป

2. Spongy bone (cancellous bone) เป็นกระดูกที่มีรูอยู่ทั่วไป ทำให้พรุนและโปร่ง พบอยู่ตามหัวท้ายของ long bone

ค. แบ่งตามลักษณะรูปร่างภายนอก

1. กระดูกชนิดยาว (long bone) โครงสร้างประกอบด้วย ส่วนตัวกระดูก และปลายทั้งสองข้างเรียกว่า epiphysis และส่วน metaphysis จะอยู่ระหว่าง epiphysis แต่ละข้างกับส่วน diaphysis กระดูกยาวของร่างกายจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
เจริญอกตามความยาวที่ส่วน epiphyseal cartilage ซึ่งอยู่ในส่วน metaphysis ที่
ไม่ว่าการณ์ใดๆ หงสน อีกทงหามมิเหตดแปลงเนอหา และดองอองงถึงเจาของเอกสารทุกคร้งทมีการนำไปใช้

ปลากระดูกทั้งสองปลา จนกระทั่งสัตว์เจริญเต็มวัย ตัวอย่างกระดูกชนิดนี้ มักเป็นกระดูกที่ยื่นออกมาจากแกนกลาง ทั้งส่วนขาหน้าและขาหลัง เช่น pectoral limb, humerus, radius, ulna, metacarpals, phalanges, pelvic limb, femur, tibia, fibula, metatarsal phalanges

2. กระดูกชนิดสั้น (short bones) กระดูกชนิดนี้มีรูปเหลี่ยมคล้ายลูกเต๋า ภายในไม่มี marrow หรือ medullary cavity แต่เนื้อภายในกระดูกเป็นเนื้อคล้าย ๆ ฟองน้ำมีรูพรุนเล็ก ๆ เรียกว่า marrow spaces บริเวณขอบนอกจะเป็นกระดูกชนิดแน่น (compact bone) บาง ๆ

3. กระดูกชนิดแบน (flat bones) มีรูปร่างแบนประกอบไปด้วยแผ่นกระดูก compact bone 2 แผ่น ประกบอยู่เกือบประชิดกันทางด้านนอกเหมือนเช่นวีฬ ภายในเป็นเนื้อกระดูก คล้ายฟองน้ำ เรียกว่า diploe ภายในเนื้อ spongy bone มี red bone marrow บรรจุอยู่

หน้าที่กระดูกชนิดแบนคือ ช่วยป้องกันอวัยวะที่สำคัญ เช่น สมอง หัวใจ และปอด และอวัยวะภายในช่องเชิงกราน และยังให้เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ เช่น กระดูกสะบ้า และกระดูกกะโหลกศีรษะ

4. Sessamoid bones เป็นกระดูกที่พบอยู่ใต้ต่อ tendon ที่ตำแหน่งของข้อต่อต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อลดการเสียดสีหรือทำให้เกิดการเปลี่ยนทิศทางของ tendon เช่น กระดูกสะบ้าหัวเข่า จัดว่าเป็น sessamoid bone ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของร่างกายสัตว์

5. Pneumatic bones เป็นกระดูกที่มีโพรงอากาศ (air spaces or sinuses) อยู่ภายในและติดต่อกับอากาศภายนอกได้ เช่น frontal bone และ maxillary bones ของกระดูกกะโหลกศีรษะ เป็นต้น

6. Irregular bones เป็นกระดูกที่ไม่ได้มีอยู่เป็นคู่ พบเรียงอยู่ตามแนวแกนกลางลำตัว เช่น กระดูกสันหลัง และกระดูกบางชิ้นของกระดูกกะโหลกศีรษะที่มีอยู่ชิ้นเดียว ๆ มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้องกัน ค้ำจุน และเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อ

การเจริญของกระดูก (Development of bone)

การเจริญมี 2 แบบ คือ

1. Intramembranous bone formation

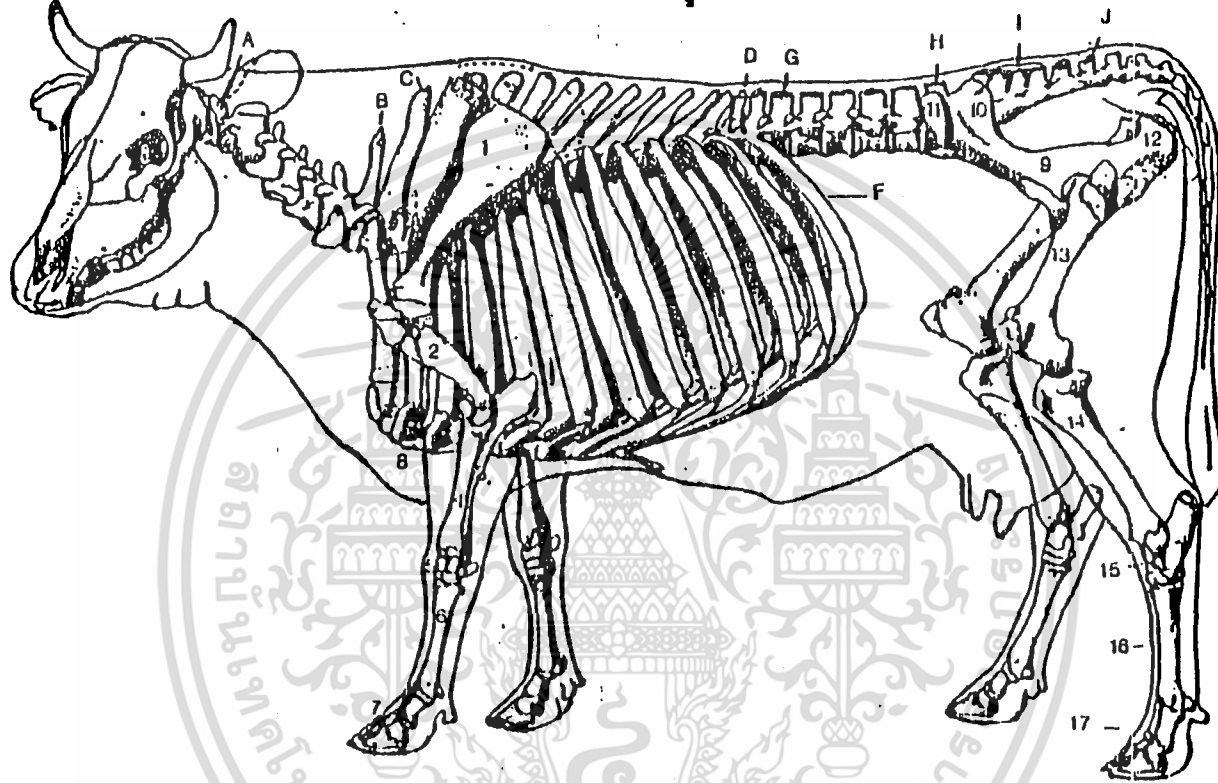
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เป็นการเจริญของกระดูกชนิดแบน เช่น กระดูกกะโหลก โดยเกิดจากกลุ่มเซลล์ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

mesenchymal cells ที่จับตัวเป็นแผ่น ต่อมาเซลล์เหล่านี้เปลี่ยนไปเป็น osteoblast ซึ่งจะไปสร้างเป็น collagenous fibers และ inter cellular matrix ต่อมาจึงมีแคลเซียมจากเลือดมาเกาะแทรกเข้าไป ก็จะเกิดเป็นเนื้อกระดูก

2. Intracartilagenous bone formation

เป็นการเกิดเนื้อกระดูกที่มักเกิดกับเนื้อกระดูกที่เป็นแท่ง กล่าวคือ ลูกสัตว์ที่เป็นตัวอ่อนอยู่ในท้องแม่ กระดูกชนิดที่เป็นแท่งต่าง ๆ ในร่างกายจะเกิดเป็นแท่งกระดูกอ่อนชนิด hyaline cartilage ทั้งหมด ต่อมาหลังจากท้องระยะหนึ่งก็จะเกิดการสร้างกระดูกขึ้นที่บริเวณกึ่งกลางแท่งกระดูกอ่อนเรียกว่า primary center of ossification โดย chondrocyte ของกระดูกอ่อนจะสลายตัวไปแล้ว mesenchymal cells จาก periosteum จะแทรกเข้าไปแทนที่และเปลี่ยนเป็น osteoblast แล้วเกิดเป็นเนื้อกระดูกเหมือนวิธีแรก การเกิดเนื้อกระดูกจะแผ่ขยายไปยังปลายกระดูกทั้งสองข้าง ในขณะที่เดียวกันจะเริ่มมีการสลายตัวของกระดูก โดยเริ่มที่บริเวณตอนกลางแท่งกระดูกและขยายตัวตามการเจริญของกระดูกออกไป ทำให้เกิดเป็นโพรงในแท่งตรงกลางของแท่งกระดูกเรียกว่า marrow หรือ medullary cavity หลังคลอดจะเริ่มมีการสร้างกระดูกขึ้นใหม่อีกที่บริเวณตอนกลางของปลายทั้งสองแท่ง กระดูกอ่อนเรียกว่า secondary center of ossification การเจริญของกระดูกทั้งสามแท่ง จะขยายตัวไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะเหลือเนื้อกระดูกอ่อนเป็นบริเวณแคบ ๆ แทรกอยู่ระหว่างกระดูกที่กำลังเจริญ เรียกว่า epiphyseal plate หรือ cartilage กระดูกอ่อนที่เหลืออยู่นี้จะแบ่งตัวต่อไปจนถึงระยะโตเต็มวัย ส่วน epiphyseal plate ก็จะหายไป เนื่องจากเกิดเป็นเนื้อกระดูกมาแทนที่เหลือเป็น epiphyseal line ในระยะนี้กระดูกจะหยุดการเจริญออกตามยาว

ภาพที่ 1 แสดงโครงกระดูกของโค



1. Scapula
2. Humerus
3. Ulna
4. radius
5. Carpus
6. Metacarpus
7. Phalanges
8. Sternum

10. Sacral tuber
11. Coxal tuber
12. Ischiatic tuber
13. Femur
14. Tibia
15. Tarsus
16. Metatarsus
17. Phalanges

- A Atlas
- B Seventh cervical vertebra
- C First thoracic vertebra
- D Twelfth thoracic vertebra
- F last rib
- G, H First and last lumbar vertebra
- I Sacrum
- J First coccygeal vertebra

กระดูกโครงร่างกายสัตว์เลี้ยง

กระดูกของโครงร่างในร่างกายสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิดอาจจะมีจำนวนแตกต่างกันได้เหมือนกัน ในการศึกษาจึงจัดแบ่งกระดูกเหล่านี้ออกเป็นพวกได้เป็น (1)กระดูกของโครงร่างส่วนแกนร่างกาย (Axial skeleton) และ (2)กระดูกของโครงร่างที่เป็นส่วนยื่นออกจากแกน (Appendicular skeleton) (3) Splanchnic หรือ Visceral skeleton ประกอบด้วย กระดูกที่เจริญอยู่ในเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่มของอวัยวะบางแห่ง พบได้ในสัตว์เลี้ยงบางชนิดเท่านั้น เช่น os-cardis (ลาติน os - กระดูก, cordis - ของหัวใจ) พบอยู่รอบ ๆ โคน aorta และ pulmonary artery ในหัวใจของสัตว์เลี้ยงพวกโค, ควายที่มีอายุมากกว่า 5 ปีขึ้นไป, กระดูก os penis พบอยู่ภายในตัวลึงค์ (penis) ของสุนัข, แมว, หนู, ช้าง, ตัว raccons, ตัว mink และพวกสัตว์แทะ, กระดูก os rostri พบในเนื้อเยื่อที่นุ่มของช่องจมูกภายนอกของสุกร

กระดูกแกนกลางของร่างกาย (Axial skeleton)

ประกอบด้วยกระดูกที่อยู่ในแนวกลางตัวของร่างกาย เช่น skull, Vertebral, column, ribs, sternum กระดูกเหล่านี้ประกอบกันเป็นส่วนที่ช่วยค้ำจุนร่างกาย และป้องกันระบบประสาทส่วนกลาง และอวัยวะในช่องอก

กระดูกกะโหลกศีรษะ (Skull)

กระดูกกะโหลกศีรษะประกอบด้วย (1) cranial part ซึ่งหุ้มสมอง (2) facial part (กระดูกที่ประกอบเป็นส่วนหน้า)

กระดูก cranium เป็นกระดูกชนิดแบน จำนวน 7-8 ชิ้น เชื่อมต่อกันแบบข้อต่อชนิด suture ส่วนล่างมีรูสำหรับเป็นทางออกของเส้นประสาทสมอง ผนังทางส่วนท้ายและด้านบน จะประกอบไปด้วย occipital, parietal, interparietal, และ frontal bone สำหรับแกนเขา เจริญอยู่บน frontal bone ในสัตว์ที่มีเขา

ทางด้านผนังด้านข้าง และล่างจะประกอบไปด้วย temporal bones ซึ่งหุ้มล้อมรอบ หู ชั้นกลาง และ หู ชั้นใน และ sphenoid bones ซึ่งค้ำจุนเนื้อสมองและต่อมใต้สมองไว้

ทางด้านหน้าเป็นกระดูก ethmoid bone ซึ่งทางเปิดออกของ olfactory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนหน้า (facial bones) แบ่งได้เป็น ผนังกระบอกตา, ส่วนจมูก และ ส่วนช่องปาก ส่วนมากเป็นกระดูกรูปร่างไม่แน่นอน

กระบอกตา (orbit) ประกอบด้วยกระดูกหลายชิ้นมาเชื่อมติดกันเพื่อป้องกัน ลูกตา เช่น frontal, lacrimal, และ Zygomatic (malar) bones

กระดูกส่วนจมูกและช่องปากของกระดูกศีรษะอาจจะรูปร่างยาว เช่น ในม้า, โด ฯลฯ แต่ในมนุษย์จะสั้น สั้นขเป็นสัตว์ที่มีความไม่เหมือนกันในแต่ละพันธุ์

ทางเดินของอากาศที่เป็นส่วนกระดูก ทางด้านบนเป็น nasal bones ทาง ด้านข้างเป็น maxillary และ premaxilla และทางด้านล่างเป็น palatine process ของ maxilla, premaxilla และ palatine bones ทางเดินของ ช่องจมูกถูกแยกออกตามความยาวโดย Vomer bones และ Cartilage septum กระ ดูก conchae (turbinate bones) มีขนาดอยู่คล้ายหอยนั้นติดอยู่กับผนังด้านข้างของ ช่องจมูก และยื่นเข้าไปทางเดินอากาศกระดูก conchae เหล่านี้ ทำหน้าที่เป็นที่สิ้นสุด ของความรู้สึกสัมผัสในการรับกลิ่น และช่วยดักจับฝุ่นละอองเชื้อโรคตลอดจนทำให้อากาศที่ ผ่านเข้ามาอุ่นขึ้น

ช่องจมูกมีทางติดต่อกับโพรงอากาศ (sinuses) ในกระดูกบางชิ้นได้ เช่น frontal, maxillary, nasal, sphenoid และ palatine bones โพรงอากาศ ในกระดูก frontal bone อาจจะถูกเปิดออกให้เห็นได้หลังการตัดเขาในโคที่โตเต็มที่แล้ว

ส่วนช่องปากของกระดูกศีรษะทางหลังเป็น maxillae และ premaxillae (ซึ่งมีฟันเกาะอยู่) และ palatine bone ทางด้านล่างค่อนไปด้านข้างเป็น mandible กระดูกขากรรไกรล่าง (mandible) จะไปรวมอยู่กับกระดูก temporal ตรงส่วนหน้าต่อ หู และมีฟันล่างเกาะอยู่ทั้งหมด และยังเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อบางมัดที่เกี่ยวกับการ เคี้ยวและการกลืน

กระดูก hyoid เป็นกระดูกของแกนสันประกอบด้วยกระดูกหลายชิ้น

กระดูกของหู (ear ossicles) มี 3 คู่ คือ malleus incus และ stapes มีขนาดเล็กมาก เชื่อมต่อกันในช่องหูชั้นกลาง

หัวกระดูกของโค (Skull of the OX)

กระดูก Occipital ประกอบขึ้นเป็นส่วนล่างทางพื้นที่ด้านหลังของหัวกระดูก

เอกสาร แยกออกจากส่วนที่สูงที่สุด เรียกว่าขัง intercornual ทำ protuberance มาหรือ frontal เป็นการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

eminence ด้วยกระดูก interparietal และกระดูก parietal, supraoccipital
 กระดูก interparietals และกระดูก parietals มันจะรวมกันก่อนที่จะเกิดหรือหลัง
 จากเกิดมาแล้วไม่นานนัก กลุ่มของกระดูก 3 ชั้นนี้แยกออกจากทางด้านข้างของกระดูก
 occipital ด้วย transverse suture ในหัวกระดูกโกลกของลูกโค ทางบนของ
 suture นี้ มีปุ่มกระดูกอยู่ตรงกลางเรียกว่า external occipital protuberance
 สำหรับเป็นที่เกาะยึดของ nuchal ligament บนพื้นที่แต่ละข้างของปุ่มกระดูกนี้มีรอยกด
 และหยาบ สำหรับให้กล้ามเนื้อมาเกาะยึดยังมี external occipital crest
 อยู่ตรงกลางมีขอบเขตจาก protuberance ไปยังทางล่าง ทางล่าง suture ลงมากระดูก
 บริเวณนี้มีเนื้อที่กว้างกว่าของม้า

กระดูกสันหลัง (Vertebral colum or Vertebrae)

กระดูกสันหลังตั้งอยู่แนวกลางลำตัวประกอบไปด้วย กระดูกชั้นเดียว ๆ

รูปร่างไม่แน่นอน เรียกว่า Vartebrae

C : cervical vertebrae -ส่วนคอ

T : Thoracic or dorsal -ส่วนอก

L : Lumba -ส่วนเอว

S : Sacral -ส่วนเชิงกราน

LS : Fused lumber and sacral

CY : Caudal (coccygeal) -ส่วนหาง

สูตรคำนวณกระดูกสันหลังแต่ละส่วน

จำนวนกระดูกสันหลังแต่ละส่วนเป็นสัตว์เลี้ยงชนิดต่าง ๆ และในมนุษย์เปรียบเทียบ

เทียบกัน ดังนี้

ม้า : C₇ T₁₈ L₆ S₅ CY₁₅₋₂₀

โค : C₇ T₁₃ L₆ S₅ CY₁₈₋₂₀

แกะ : C₇ T₁₃ L₆₋₁₀ S₄ CY₁₆₋₁₈

แพะ : C₇ T₁₃ L₇ S₇ CY₁₂

สกร : C T₁₄₋₁₅ L₆₋₇ S₄ CY₂₀₋₂₃

มนุษย์ : C₇ T₁₃ L₇ S₅ CY₂₀₋₃₀

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไก่ : C₁₄ T₇ LS₁₄ CY₆

มนุษย์ : C₇ T₁₂ L₅ CY₄

Typical Vertebrae รูปร่างไม่แน่นอน ประกอบด้วยส่วน body, arch และ processes

ส่วน body จะอยู่ทางส่วนล่างทางด้านบน จะเป็นส่วน arch โค้งประกบกันเกิดเป็นช่อง เรียกว่า Vertebral foramen ซึ่งมีไขสันหลังบรรจุอยู่ทางด้านบนของ arch จะมีส่วนยื่น เรียกว่า spinous processes สำหรับ transverse processes จะยื่นออกไปด้านข้างจาก arch

สำหรับ intervertebral foramina อยู่ทางด้านข้างทั้งสองข้างระหว่างกระดูกสันหลังที่เชื่อมติดกัน ซึ่งเป็นทางผ่านของเส้นประสาท ไขสันหลัง กระดูกสันหลังแต่ละอันจะมี fibrocartilage สอดให้ติดกัน เรียกว่า intervertebraldisc

Cervical Vertebrae มีข้อสังเกตดังนี้ คือ

1. มี articular processes ที่เจริญดีมาก ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้มากสำหรับ process อื่น ๆ เจริญน้อยมาก
2. สัตว์เลี้ยงทุกชนิด มีกระดูกสันหลังส่วนคอเพียง 7 อัน
3. กระดูกสันหลังส่วนคออันแรกเรียก Atlas ไม่มี spinous process และ body เชื่อมกับ axis ที่ส่วน dens
4. Axis เป็นกระดูกสันหลังส่วนคอชิ้นที่สอง ส่วน spinous process กว้าง

Thoracic Vertebrae มีข้อสังเกตดังนี้ คือ

1. Spinous process เจริญดีมาก
2. Spinous process บริเวณไหล่จะยาวมาก ทำให้เกิดเป็นส่วน withers
3. มีกระดูกซี่โครงมาเชื่อมติดทางด้านข้าง

Lumbar Vertebrae มีข้อสังเกตดังนี้ คือ

Transverse process แบนใหญ่ (ซึ่งเป็นส่วนที่เนื้อ T-bone steak เกาะอยู่)

Sacral Vertebrae มีข้อสังเกตดังนี้ คือ

มีการเชื่อมต่อกันเป็นชิ้นเดียวเรียกว่า Sacrum ซึ่งยึดติดกับ lumbar ทางด้านหน้า และ coccygeal ทางด้านหลัง และกับปีกของ ilium bone ทางด้านข้าง Intervertebral foramina ที่กระดูกส่วน sacrum เรียกชื่อใหม่ว่า sacral foramina อยู่แต่ละด้านของ sacrum

Coccygeal Vertebrae มีข้อสังเกตดังนี้

เป็นกระดูกหาง รูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์และแต่ละตัวในชนิดเดียวกัน ขนาดจะเล็กลงไปทางส่วนท้าย ขึ้นสุดท้ายมีลักษณะเป็นแท่งเฉย ๆ

กระดูกอกและกระดูกซี่โครง (Sternum and ribs)

กระดูกหน้าอกประกอบเป็นส่วนหนึ่งของทรวงอก และเป็นที่ยึดเกาะของ costal cartilages ของ sternal (true) ribs ในขณะที่เดียวกันก็เป็นจุดเกาะต้นของกล้ามเนื้ออก ส่วนหน้าสุดของกระดูกหน้าอก เรียกว่า manubrium ส่วนขึ้นตรงกลาง เรียกว่า body และส่วนปลายเรียกว่า Xiphoid process กระดูกหน้าอกประกอบด้วยกระดูกชิ้นต่าง ๆ (segments) แต่ละชิ้นเรียกว่า sternebrae ซึ่งเชื่อมติดกันในสัตว์ที่มีอายุมาก ๆ จำนวนของ sternebrae จะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ เช่น สุนัขและแกะมี 6 ชิ้น, โคนและกระบือมี 7 ชิ้น สำหรับม้าและสุนัขมี 8 ชิ้น

กระดูกซี่โครงซึ่งมีอยู่เป็นคู่จะประกอบผนังด้านข้างของทรวงอก ปกติแล้วจำนวนคู่ของกระดูกซี่โครงจะเท่ากับจำนวนกระดูกสันหลังส่วนอก บางครั้งอาจมีกระดูกซี่โครงคู่พิเศษอยู่ทางด้านหน้าหรือทางส่วนท้ายของกระดูกซี่โครงส่วนอก Sternal (true) ribs จะเชื่อมกระดูกสันหลัง ส่วนอกติดกับกระดูก Sternum โดยอาศัย costal cartilage เป็นตัวเชื่อม จำนวนของ sternal ribs จะมีจำนวนสัมพันธ์กับจำนวนของ sternebrae ในสัตว์เลี้ยง กระดูกซี่โครงที่อยู่ท้ายต่อ sternal ribs เรียกว่า asternal (false) ribs เพราะว่ามันไม่ได้เชื่อมกับ sternum โดยตรง costal cartilage ที่ปลายล่างของ asternal ribs จะอยู่เหลื่อมกัน ทำให้เชื่อมอยู่กับ asternal และ sternal ribs โดยทางอ้อม บางครั้งซี่โครง 1 หรือ 2 คู่สุดท้าย มีการเชื่อมติดกับกระดูกสันหลังส่วนอกเท่านั้น ซี่โครงนี้เรียกว่า floating ribs ช่องว่างระหว่างซี่โครงซี่โครง เรียกว่า intercostal spaces และจำนวนจะสัมพันธ์กับ

จำนวนของซี่โครงที่อยู่หน้าต่อช่องว่าง

โครงกระดูกระยางค์ (Appendicular skeleton)

กระดูกระยางค์หน้า (Rectoral limbs)

กระดูกระยางค์หน้าประกอบไปด้วย ส่วน Pectoral girdle 2 ข้างแต่ละข้างประกอบไปด้วย กระดูก 3 ชิ้น คือ scapula, coracoid และ clavicle ซึ่งทำหน้าที่เป็นแกนยึดกับกระดูกในส่วนแกน เพื่อเป็นที่ยึดเกาะของกระดูกขาหน้า สำหรับใช้รับน้ำหนักร่างกายในสัตว์เลี้ยง สำหรับในสัตว์เลี้ยงจะเห็นได้ pectoral girdle แต่ละข้างมีกระดูก scapula เหลืออยู่เพียงอันเดียวเท่านั้น แต่ในสัตว์ปีกจะมีอยู่ครบทั้ง 3 ชนิด คือ scapula, coracoid และ clavicle ในมนุษย์เหลืออยู่เพียง scapula และ clavicle เท่านั้น ไม่มี coracoid

กระดูก scapula (กระดูกสะบัก) ในสัตว์ทุกชนิดมีรูปร่างค่อนข้างแบน รูปสามเหลี่ยม ส่วนปลายล่างจะไปเชื่อมอยู่กับกระดูก humerus ทำให้เกิดเป็นข้อต่อชนิด synovial joint (shoulder joint) ในมนุษย์เราข้อต่อนี้จะเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ แต่ในสัตว์เลี้ยงเคลื่อนไหวไม่ได้เลย ในสัตว์ตระกูลลิง สัตว์ปีก และแมว จะมี clavicle bone (collar bone) มาร่วมมีส่วนเชื่อมกับ scapula ทำให้เกิดเป็นข้อต่อดังกล่าว ในสัตว์เลี้ยงเล็กเข้าส่วนมาก กระดูก clavicle จะถูกแทนที่โดยส่วน clavicular tendon เป็นแถบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่พบอยู่ภายใน brachiocephalic muscle ในสัตว์ปีก กระดูก clavicles 2 ข้าง จะมาเชื่อมกันตรงกลาง เกิดเป็นกระดูกที่เรียกว่า furcula หรือ wish bone สำหรับกระดูก coracoid ในมนุษย์และสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ จะลดขนาดลงมากจนเหลือเป็น coracoid process (ส่วนนูนของกระดูก) ซึ่งยื่นไปทางด้านใน จาก scapula ทางส่วนล่าง

ทางผิวด้านข้างของ scapula จะมีสันกระดูกแหลมยาว แบ่งผิวด้านข้างออกเป็น ส่วน supraspinous fossa ทางด้านหน้า และ infra spinous fossa อยู่ทางด้านท้าย

ทางด้านผิวใน (costal surface) ของ scapula จะให้เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อหลายมัดที่ยึดส่วนขาหน้าให้ติดกับลำตัว

กระดูก humerus (arm bone) จัดว่าเป็น typical bone มีความแตกต่างในเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งผ่านไปว่าสำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ส่วนรายละเอียดในสัตว์แต่ละชนิด ประกอบไปด้วยส่วน shaft และส่วน proximal และไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

distal ends ทำให้เกิดเป็นข้อต่อหัวไหล่ และข้อต่อข้อศอก (elbow joint) ตามลำดับ

กระดูก radius เป็นกระดูกของ forearm ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่สุดในพวกสัตว์เลี้ยง ยกเว้นในสัตว์ปีก กระดูกเจริญได้ดีมากในสัตว์ทุกชนิด และจัดให้เป็นกระดูกชนิดยาวที่อยู่ทางด้านในของ forearm

กระดูก ulna มีขนาดแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์เลี้ยง ประกอบไปด้วยส่วน olecranon process ซึ่งมีปลายแหลมของข้อศอก พบในสัตว์ทุกชนิด ในม้ากระดูกนี้ส่วนปลายบนของ shaft จะเชื่อมอยู่ติดกับ radius แต่ในโค, แกะ, แพะ, และสุนัข กระดูกส่วนนี้ถูกแยกออกอย่างชัดเจนจาก radius แต่ไม่มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นแต่อย่างใด สำหรับในสุนัขและแมว สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้มากกว่ากระดูกทั้งสองนี้ แต่ไม่เท่ากันกับในมนุษย์

กระดูก carpus ในสัตว์ทุกชนิด เป็นบริเวณที่ประกอบด้วยกระดูกหลายชิ้นเรียงกันอยู่ 2 แถว แถวบนนับจากทางด้านในออกมาข้างนอกคือ radial, intermediate และ ulnar carpal bones ในขณะที่แถวล่าง มีชั้นที่ 1, 2, 3 และ 4 นอกจากนี้ อาจมี accessory carpal bones ยื่นทางหลังจากทางด้านข้างของกระดูก carpus

กระดูก metacarpal หรือ (cannon) bone ในม้ากระดูก metacarpal bone ชั้นใหญ่ที่สุดก็คือ third metacarpal bone โดยมี metacarpal bones ขนาดเล็ก (splint bones) 2 ชั้น เชื่อมติดอยู่ทางด้านในซึ่งเป็น second metacarpal bones การเชื่อมติดกันของกระดูกเล็ก ๆ เหล่านี้ที่ cannon bone จึงมักมีปัญหาในเรื่องการเดินขากะเพลาได้ง่ายในม้า

สำหรับ cannon bone ของโคและแกะ เกิดจากการเชื่อมติดกันเป็นชั้นเดียวของ metacarpal bones ชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 โดยมีร่องรอยทางด้านหน้าของกระดูก cannon ให้สังเกตเห็นได้

ในสุนัขกระดูก metacarpal bones มีอยู่ 4 ชั้น อันแรกหายไป อันที่สองและอันที่ห้าจะเล็กลง และอันที่ 3 และ 4 จะทำหน้าที่รับน้ำหนักร่างกายสุนัขมากที่สุด

ในสุนัขและแมวมีกระดูก metacarpal bones ครบทั้ง 5 ชั้น และแยกให้เห็นชัดเจน แต่ละชั้นจะทำหน้าที่เป็นแกนกระดูกของนิ้ว (digit or toe) metacarpal bone ชั้นแรกเหลืออยู่เล็กน้อย โดยมีนิ้วตั้ง (dew claw) มาชิดเกาะอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดูกนิ้ว (digits, toes หรือ fingers) จำนวนของมันจะเปลี่ยนแปลงได้มาก ตั้งแต่จำนวน 1 อัน จนถึง 5 อัน ในม้ามีเพียง 2 นิ้ว คือ นิ้วที่ 3 นิ้วประกอบไปด้วย phalanges 3 ชิ้น คือ proximal phalanx, middle phalanx และ distal phalanx กระดูก proximal phalanx เรียกว่า long pastern bone middle phalanx เรียกว่า short pastern bone และ distal phalanx เรียกว่า coffin bone ระหว่างกระดูก metacarpal bone กับ proximal phalanx จะมี sesamoid bones อยู่ 2 ชิ้น และมี distal sesamoid bone อยู่ระหว่าง middle และ distal phalanges

ในโค, แกะ และแพะ มีนิ้วเหลือเพียงนิ้วที่ 3 และนิ้วที่ 4 เท่านั้น ในขณะที่นิ้วที่ 2 และนิ้วที่ 5 จะเหลือให้เห็นเพียงนิ้วต่งเล็ก ๆ ที่ด้านหลังของ pastern ในสักรส่วนของ dewclaws เจริญให้เห็นชัดเจน ในสุนัขและแมว นิ้วของมันมี 5 นิ้ว โดสนิ้วแรกเหลือเป็นเพียงนิ้วต่งซึ่งเทียบได้กับ นิ้วหัวแม่มือในมนุษย์เรา

กระดูกกระชางคหลัง (Pelvic limb)

pelvic girdle ประกอบไปด้วยกระดูก 3 ชิ้น ในแต่ละข้าง ซึ่งจะเชื่อมติดกันเป็นกระดูกที่มีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular bones) เรียกว่า os-coxae (hip bone) กระดูก os-coxae แต่ละข้างจะมาเชื่อมติดกันทางด้านล่างเกิดเป็นส่วน symphysis ทำให้เกิดเป็นกระดูกชิ้นเดียว เรียกว่า pelvis (ossa coxarum) และยังไปเชื่อมติดอยู่กับ กระดูกแกนกลางด้านบนตรงส่วนปีกของ ilium ทั้งสองข้างเกิดเป็นข้อต่อที่แข็งแรง เรียกว่า sacroiliac articulations กระดูก os-coxae ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้น คือ ilium, ischium และ pubis โดสทั้งสามชิ้นจะมาเชื่อมติดกันที่ส่วน acetabulum (socket) ของ hip joint

กระดูก ilium มีขนาดใหญ่ที่สุดในขบวนการกระดูกของ os-coxae มีรูปลักษณ์สามเหลี่ยมไม่แน่นอน ทางด้านบนมีรูปร่างแผ่เป็นปีกแบนกว้าง ซึ่งอยู่ระหว่างส่วน tuber sacrale และ tuber coxae (hook bone) เรียกว่า wing of the ilium

กระดูก ischium เป็นส่วนที่ขึ้นไปทางด้านหลังและด้านล่างจาก acetabulum และเป็นส่วนหนึ่งของ pelvis เป็นส่วนใหญ่ มีส่วนเนื้อกระดูกทางส่วนท้ายสุดที่นูนออกมา มีขนาดใหญ่เห็นชัดเจน เรียกว่า tuber ischii (tuber ischiadicum) ซึ่งโดยปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เรียกว่า pin bone

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดูก pubis มีขนาดเล็กที่สุดโดยอยู่ทางส่วนหน้าของพื้นส่วน pelvis และไปเชื่อมติดกับ pubis อีกข้างหนึ่งของ os-coxae ที่ symphysis กระดูก pubis และ ischium จะเชื่อมกันทำให้เกิดเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ที่สุดในร่างกาย เรียกว่า obturator foramen ให้เป็นทางผ่านของเส้นประสาทขา (sciatic nerve)

กระดูก femur (thigh bone) เป็นกระดูกอยู่ระหว่างข้อต่อสะโพก (hip joint) ส่วนหัวเข่า (stifle joint) ส่วนปลายบนของ femur เกือบกลม เชื่อมต่อกับ acetabulum ของ os-coxae ทำให้เกิดเป็นข้อต่อสะโพก นอกจากนั้นยังมีส่วนเนื้อกระดูกขรุขระที่นูนเด่น เรียกว่า trochanters ให้เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อขนาดใหญ่และกล้ามเนื้อสะโพกหลายมัด ปลายล่างมีส่วน condyles ไปเชื่อมกับกระดูก tibia และส่วน trochlea ไปเชื่อมกับกระดูกสะบ้าหัวเข่า (patella) ซึ่งเป็นกระดูก sesamoid bone ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของร่างกาย

กระดูก tibia และ fibula เทียบได้กับกระดูก radius และ ulna ของขาหน้า กระดูก tibia มีขนาดใหญ่กว่า fibula มาก โดย fibula จะเกาะอยู่กับ tibia ทางด้านข้าง มีขนาดเล็กมาก ปลายบนจะเชื่อมกับกระดูก femur เกิดเป็น stifle joint และปลายล่างเชื่อมกับ tibial tarsal bones (talus) ทำให้เกิดเป็นข้อต่อที่เรียกว่า hock joint

กระดูก fibula ในสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิดจะมีขนาดเล็กและความยาวแตกต่างกัน กระดูกข้อเท้าหลัง (tarsus or hock) ประกอบไปด้วย กระดูกเล็กมาก เหมือนกับที่ข้อเท้าขาหน้า กล่าวคือ แถวนประกอบด้วย กระดูกข้อเท้าหลังขนาดใหญ่ 2 ชิ้น คือ tibial tarsal bone (talus) และ fibula tarsal bone (calcaneus) สำหรับ calcaneus ทำหน้าที่เหมือนตัวคานสำหรับกล้ามเนื้อที่ยึดอยู่ที่ข้อเท้า (hock) เปรียบเสมือนกับส่วนสันเท้าของมนุษย์

ในม้า แถวกลางมีชิ้นเดียวคือ central tarsal bone ในแถวล่างมีกระดูก 4 ชิ้น คือ 1st, 2nd, 3rd และ 4th tarsal bones กระดูกทั้งสามแถวนจะถูกยึดอยู่ด้วย ligaments ที่เหนียวสั้น ๆ สำหรับ 4th tarsal bones และ central tarsal bones ในสัตว์เคี้ยวเอื้องและสุกรจะเชื่อมติดกัน

กระดูกฝ่าเท้าหลัง (metatarsals) จัดเป็นกระดูกชนิดยาวอยู่ระหว่างกระดูกข้อเท้าแถวล่างสุดกับกระดูกนิ้วเท้าชั้นบนสุด กระดูกฝ่าเท้าหลัง (metatarsals) รูปร่างคล้าย ๆ กับกระดูกฝ่าเท้าหน้าเหมือนกัน กล่าวคือ กระดูกฝ่าเท้าหลัง (metatarsal)

ที่มีอยู่คือ metatarsal bone อันที่สาม สำหรับ metatarsal bone อันที่สี่ มีเหลือติดอยู่ทางขอบด้านข้างตรงส่วนบนสุดของ metatarsal bone อันที่สาม

กระดูกนิ้วเท้าหลัง (digits) มีส่วนประกอบและโครงสร้างคล้าย ๆ กับของกระดูก นิ้วเท้าหน้าเหมือนกัน นิ้วเท้าหลังของสัตว์ที่มี 5 นิ้ว เช่น สุนัข, แมว โดยทั่วไปจะมี 5 นิ้ว ของนิ้วเท้าหน้า และ 4 นิ้วของนิ้วเท้าหลัง กล่าวคือ นิ้วที่ 5 บางครั้งอาจพบมีเหลืออยู่เป็นนิ้วตั้งได้ในบางตัว โดยปกติแล้วมักตัดออกหลังจากคลอด เพื่อป้องกันการเกิดบาดแผลที่อาจเกิดขึ้นได้

ข้อต่อ (Joints or Articulations)

ข้อต่อบริเวณที่กระดูก 2 ชิ้น หรือมากกว่ามาชิดกัน โดยมี ligments และ cartilage มาช่วยยึดเหนี่ยวไว้ เพื่อให้เกิดเป็นโครงร่างหรือสะดวกต่อการเคลื่อนไหว การศึกษาเกี่ยวกับข้อต่อของร่างกาย เรียกว่า arthrology ข้อต่อในร่างกายมีทั้งชนิดที่เคลื่อนไหวไม่ได้ เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย และเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระและมีชื่อเรียกว่า synarthroses amphiarthroses และ diarthroses

การแบ่งประเภทข้อต่อ

การแบ่งชนิดข้อต่อตามโครงสร้างของมันและสิ่งที่เชื่อมยึดอยู่ระหว่างกระดูกที่เชื่อมกันเป็นข้อต่อ ได้เป็น 3 ชนิดคือ

1. Fibrous joints (Synarthroses)

เป็นข้อต่อที่ติดกระดูกไว้ด้วย fibrous connective tissue และไม่มีช่องว่างภายในเกิดขึ้น ตลอดจนไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ ข้อต่อชนิดนี้มี 3 ชนิดย่อยคือ

1.1 Sutures เป็นข้อต่อซึ่งเกิดขึ้นตรงรอยต่อระหว่างกระดูกแบนของกะโหลกศีรษะส่วนที่หุ้มสมอง มีลักษณะคล้ายพินเลื่อยและจะถูกเชื่อมยึดด้วย fibrous connective tissue ในระยะแรกของชีวิตและจะกลายเป็นเนื้อกระดูกในที่สุด

1.2 Syndesmosis ชนิดนี้ปลายกระดูกอยู่ห่างกัน โดยมากจะยึดต่อกันด้วย fibrous connective tissue ข้อต่อชนิดนี้เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย

1.3 Gomphosis เป็นข้อต่อที่เกิดขึ้นระหว่างตัวรากฟันกับซอกหรือแอ่งของกระดูกขากรรไกรบนและขากรรไกรล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Cartilagenous joints (Amphiarthroses)

เป็นข้อต่อที่ยึดกระดูก 2 ชิ้นไว้ด้วยกระดูกอ่อน ข้อต่อชนิดนี้เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย และมี 3 ชนิดย่อยคือ

2.1 Synchondrosis เป็นข้อต่อที่ยึดกระดูก 2 ชิ้นไว้ด้วย hyaline cartilage ข้อต่อชนิดนี้มักเป็นข้อต่อที่อยู่อย่างชั่วคราว และเกิดมีกระดูกมาแทนที่เมื่อสัตว์โตเต็มที่แล้ว และเป็นข้อต่อที่สามารถเคลื่อนไหวได้

2.2 Symphysis พบตามแนวกลางตัวข้อต่อยึดติดกันด้วย fibrocartilage ที่มีลักษณะเป็นแผ่นจานยึดอยู่ระหว่างกระดูกเชิงกราน และระหว่าง bodies ของกระดูกสันหลัง

2.3 Synostosis หมายถึงแนวหรือร่องรอยที่เคยเป็น suture และ synchondrosis มาก่อน ต่อมาหายไปเนื่องจากมีกระดูกเกิดมาแทนที่ข้อต่อเดิม

3. Synovial joints (Diarthrosis)

ข้อต่อส่วนมากในร่างกายของสัตว์เป็นชนิด synovial joints โครงสร้างโดยทั่ว ๆ ไปของข้อต่อชนิดนี้ที่เหมือนกันมีดังนี้

3.1 ปลายกระดูกทั้งสองปลายมีลักษณะเรียบและถูกปกคลุมด้วย hyaline cartilage ที่เรียกว่า articular cartilage

3.2 ข้อต่อถูกห่อหุ้มโดยรอบ โดย joint capsule ซึ่งเป็น dense fibrous connective tissue

3.3 ภายใน articular capsule ถูกบุด้วย synovial membrane

3.4 synovial membrane จะทำหน้าที่สร้าง synovial fluid ออกมา มีลักษณะเป็นน้ำเมือกใส synovial fluid เคลือบอยู่บาง ๆ อย่งไรก็ตามถ้ามีการอักเสบของ synovial membrane เกิดขึ้น ก็จะทำให้มีการสร้างของเหลวออกมามากกว่าปกติ ทำให้เกิดข้อต่อบวมขึ้นชัดเจน

นอกจากนั้นแล้ว synovial joint บางแห่งจะมี articular discs ซึ่งเป็น fibro cartilage ที่แผ่ขยายเข้าไปใน joint cavity จาก articular capsule ทำให้ articular disc แบ่ง synovial cavity ได้เป็นช่องว่างภายในข้อต่อเป็น 2 ช่อง ตัวอย่างข้อต่อ synovial joint ที่มี articular disc ก็อยู่ใน joint cavity คือ knee joint เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การกำหนดอุปกรณ์ที่จะจัดทำ

ในการสร้างอุปกรณ์การสอน เรื่องโครงกระดูกโคครังนี้จะสร้างโครงกระดูกโคขึ้นมาหนึ่งตัวโดยใช้กระดูกของโคจริง ๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. กระดูกกะโหลกศีรษะ

2. กระดูกสันหลัง

- ส่วนคอ

- ส่วนอก

- ส่วนเอว

- ส่วนเชิงกราน

- ส่วนหาง

3. กระดูกอกและกระดูกซี่โครง

4. กระดูกซี่โครง

- กระดูกซี่โครงหน้า

- กระดูกซี่โครงหลัง



3.4 คำบรรยายประกอบรูปการส่น เรื่องโครงกระดูกโค

หมายเลข	ชื่อกระดูกส่วนต่าง ๆ	คำบรรยาย
	บทนำ	โครงกระดูกสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระดูกชนิดต่าง ๆ ในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังโครงกระดูกมีหน้าที่ 1. เป็นโครงร่างเพื่อค้ำจุนร่างกายให้คงรูปอยู่ได้ 2. ช่วยให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย 3. ช่วยห่อหุ้มและป้องกันอวัยวะที่สำคัญของร่างกาย 4. เป็นแหล่งสะสมหรือเก็บธาตุต่าง ๆ 5. เป็นแหล่งสร้างเม็ดเลือด
1	Cranial cavity	ในสัตว์อ่อนจะเป็นกระดูกชั้นเดียว และจะค่อย ๆ หนาขึ้นเมื่อสัตว์มีอายุมากขึ้นในบริเวณนี้จะได้รับอันตรายได้ง่ายที่สุด
2	Nasal bone	กระดูก nasal ในโคจะยาวกว่าในม้า ลักษณะตรง ความยาว และโค้งจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งอย่างชัดเจน ทางด้านข้างไม่รวมติดกับกระดูกใกล้เคียง ถึงแม้ในสัตว์ที่มีอายุมาก ๆ ก็ตาม
3	Mandible	ตรงกึ่งกลางของส่วนที่กระดูกขากรรไกรล่าง สองข้างมาบรรจบกันนั้น ไม่เชื่อมติดกันสนิทแม้ในโคที่มีอายุมากแล้วก็ตาม
4	Hyoid	กระดูก hyoid ของโคสั้น มีเพียงปุ่มมีขนาดเล็กเท่านั้น ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข	ชื่อกระดูกส่วนต่าง ๆ	คำบรรยาย
5	Scapula	เป็นรูปสามเหลี่ยม ทาง dorsal end กว้างกว่า และแคบทางด้าน ventral end scapula index ประมาณ 1: 0.6 spine ของ scapula เห็นได้ชัดและอยู่ค่อนข้างไปทางด้านหน้า suprascapular fossa จะแคบและก็ไม่ยื่นมาทางส่วนล่างของกระดูก spine จะคดเคี้ยวประมาณกึ่งกลางจะโค้งไปทางด้านหลัง ส่วนทางด้านล่างจะโค้งมาทางด้านหน้าของขอบ spine
6	Humerus	เป็นกระดูกที่ใหญ่ที่สุดของขาหน้าจะเป็นกระดูกที่อยู่ช่วงบนปลายด้านบนจะติดกับ scapula ส่วนปลายด้านล่างจะติดกับ radius
7	Ulna	เป็นกระดูกที่อยู่ทางด้านหลังของขาหน้าช่วงล่างรูปร่างไม่สม่ำเสมอ จะเชื่อมติดกับ radius
8	Radius	กระดูกส่วนนี้จะมียูนิ 2 ท่อนจะไว้กันอยู่อย่างเฉียงๆ ดังนั้นทางปลายสุดจึงอยู่ทางด้านในของกระดูก radius ที่ปลายสุดของกระดูกจะประกอบไปด้วย head และ tuberosity
9	Carpus	carpus ของโคประกอบด้วยกระดูก 6 ชิ้น แถวบนมี 4 ชิ้น แถวล่างมี 2 ชิ้น

หมายเลข	ชื่อกระดูกส่วนต่าง ๆ	คำบรรยาย
10	Metacarpus	กระดูก metacarpus ของโคนมี 2 ชิ้น คือ large metacarpus bone และ lateral small metacarpus bone
11	Digits of the manus	โคนนิ้ว 4 นิ้ว นิ้วอื่นที่ 3 และอื่นที่ 4 เจริญสมบูรณ์ที่สุด แต่ละนิ้วมี 3 phalanges และ 3 sesamoids อื่นที่ 2 และอื่นที่ 5 มีนอตเตียไม่ค่อยเจริญ
12	Sternum	กระดูก sternum ของโคนมี 7 sternabrae มีลักษณะกว้างกว่าและยาวกว่าของม้า ventral crest ไม่มี manubrium คล้ายเป็นรูปลิ้ม ทางด้านข้างถูกกับ base เป็น synovial joint กับ body ของมันทางส่วนบนแต่ละข้างมี notch ใหญ่สำหรับเชื่อมกับ costal cartilage อันแรก
13	Ribs	กระดูกซี่โครงมีอยู่ 13 คู่ แบ่งได้เป็น 2 ส่วน 1. กระดูกที่มีลักษณะโค้งและเฉียงไปทางด้านหลัง 2. กระดูกอ่อน เรียกว่า cartilago ส่วนนี้จะอยู่ทางด้านล่างติดกับ sternum
14	Femur	กระดูก femur ของโค body ค่อนข้างเล็ก ตรงกึ่งกลางลักษณะเป็นทรงกระบอกปลายล่างเป็น prismatic

หมายเลข	ชื่อกระดูกส่วนต่าง ๆ	คำบรรยาย
15	Tibia	กระดูก tibia ของโคคล้ายกับของม้ามาก แต่จะสั้นกว่าของม้า body จะโค้งเห็นได้ชัดแต่ด้านใน convex caudal surface ไม่แบ่งออกเป็นสองส่วน muscular line มี 2-3 เส้น และอยู่ตอนบนมากกว่าของม้า
16	Tarsus	กระดูก tarsus ของโคมี 5 ชิ้น central ติดกับ fourth และ second ติดกับ third แต่อย่างไรก็ตามชิ้นที่ 4 และ central tarsal bones มันจะแยกออกมาจากกันก็ได้
17	Metatarsus	ประกอบด้วยกระดูกสองชิ้น คือ fourth metatarsus bone และ second metatarsus bone
18	Digits of the Pelvic limb	digits ของโค มี 4 นิ้ว นิ้วอื่นที่ 3 และที่ 4 เจริญสมบูรณ์ดี ส่วนนิ้วที่ 2 และที่ 5 ไม่ค่อยเจริญ เหมือนกับขาหน้า
19	Cervical vertebrae	ในสัตว์ทั่ว ๆ ไปมีอยู่ 7 ท่อน 2 ท่อนแรกมีลักษณะที่ผิดไปจากท่อนอื่น ๆ มาก ส่วนท่อนที่ 3,4,5 มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ท่อนที่ 6 และ 7 มีลักษณะแต่ต่างกันไปบ้างเล็กน้อย

หมายเลข	ชื่อกระดูกส่วนต่าง ๆ	คำบรรยาย
20	Thoracic vertebrae	ในส่วนกระดูกสันหลังส่วนอกมีอยู่ทั้งหมด 13 ท่อน ส่วนที่เห็นชัดคือ spinous process จะมี body สั้น กระดูกในส่วนนี้ 9 ท่อนแรก จะมีลักษณะคล้าย คลึงกันมาก ส่วน 4 ท่อนสุดท้ายจะมีลักษณะเฉพาะ คือ จะมี costal fover เหลือเพียงคู่เดียว ใน ท่อนที่ 1-9 จะมี costal fover ท่อนละ 2 คู่
21	Lumbar vertebrae	กระดูกสันหลังส่วนเอวในโคมีจำนวน 6 อัน และ ยาวกว่าของม้า body คอดตรงกลางและขยาย ออกตรงปลายทั้งสองข้าง และจะมี rudimentary ventral crest อันที่ 4 และ 5 จะยาวสุด
22	Sacrum	ส่วนกระดูกเชิงกรานจะมีอยู่ 3 ท่อน เนื่องจาก body และ process เหล่านี้ fuse กันเมื่อสัตว์ โตเต็มที่จะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม body ของท่อน แรกแข็งแรงกว่า 2 ท่อนหลังมาก
23	Coccygeal vertebrae	ยาวกว่าและสมบูรณ์กว่าของม้า 5-6 ท่อนแรกมี arch และ process เห็นได้ชัดเจน ส่วนที่เหลือ จะเป็นเพียง groove เท่านั้น ซึ่ง groove จะมี vertebrae canal เป็นทางผ่านของเส้นประสาท ที่ไป supply ทาง

หมายเลข	ชื่อกระดูกส่วนต่าง ๆ	คำบรรยาย
24	Pelvic girdle	Pelvic girdle ของโคประกอบด้วย ossa coxarum และ sacrum ossa coxarum ประกอบด้วย os coxae ของแต่ละข้างมารวมกันตรงกลางด้วย cartilage ที่ pelvic symphysis และ pelvic symphysis ประกอบด้วย pubic symphysis และ ischiatic symphysis



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการดำเนินงาน

3.5.1 ในการจัดทำอุปกรณ์การสอนครั้งนี้มีดังนี้ คือ

- | | | |
|---------------------|---|---------|
| 1. กระดาษกาว | 1 | ตัว |
| 2. ใส้โครเจน | 2 | ขวด |
| 3. ใส้เตอร์ | 3 | ขวด |
| 4. พวงซีกฟอก | 1 | กล่อง |
| 5. พอร์มาลดีไฮด์ | 1 | ขวด |
| 6. เหล็ก | 1 | เส้น |
| 7. ไม้กระดาน | 1 | แผ่น |
| 8. ลวด | 2 | ชนิด |
| 9. กาว | 3 | กล่อง |
| 10. ดอกสำลี | 2 | ดอก |
| 11. ไม้ขีด | 8 | ตัว |
| 12. แอลกอฮอล์เปอร์ย | 5 | กระป๋อง |

3.5.2 วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในรูปอุปกรณ์การสอน เรื่องโครงกระดูกโคครั้งนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกเรื่องในการทำปัญหาพิเศษที่น่าสนใจ ซึ่งในครั้งนี้นำผู้จัดทำได้เลือกทำเรื่องโครงกระดูกโค เพราะ เป็นเรื่องที่น่าสนใจและยังเป็นอุปกรณ์ของจริงที่จะแสดงให้เห็นโครงร่างของโคได้อย่างชัดเจน
2. ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2536 ประเภทวิชาเกษตรกรรม วิชาภาควิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง (สกส 2003) ในหัวข้อโครงสร้างของสัตว์เลี้ยงในภาคทฤษฎี บทที่ 4 และเรื่องโครงร่างของสัตว์เลี้ยงในภาคปฏิบัติ บทที่ 3
3. ศึกษาวิธีการทำอุปกรณ์ประกอบการสอนเรื่องโครงกระดูกโค
4. เสนอโครงร่างพร้อมขออนุมัติทำปัญหาพิเศษ
5. การวางแผนและการสร้างโครงกระดูกโค

5.1 ติดต่อขอซื้อกระดูกโคที่โรงฆ่าสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ก่อนจะนำออกมาเผยแพร่เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
5.2 เมื่อได้กระดูกโคมาแล้ว ทำการชำแหละเนื้อออกให้มากที่สุด เพื่อเมื่อ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปต้ม เนื้อจะได้ไม่ปนกับกระดูกมากนัก ถ้ามีเนื้อเหลือมากแล้วจะทำให้การคัดกระดูกออกมา นั้นเป็นไปด้วยความยากลำบาก

5.3 นำกระดูกโคที่ได้ไปต้มด้วยน้ำเปล่าจนกว่าเนื้อจะเปื่อยและหลุดออก หลังจากนั้นทำการแยกเนื้อกับกระดูกออกจากกัน นำกระดูกไปล้างด้วยน้ำสะอาดให้เนื้อออกให้หมด

5.4 นำกระดูกมาต้มอีกครั้งด้วยน้ำ, ไซเตอ์, ผงซีกฟอก, ไซโตรเจน เพื่อให้เนื้อและเอ็นที่ยังติดอยู่ออกให้หมด และเป็นการทำให้กระดูกขาวขึ้นด้วย

5.5 ล้างกระดูกด้วยน้ำเปล่าและใช้แปรงเล็ก ๆ ขัดให้เนื้อและเอ็นที่ยังติดอยู่ออกให้หมด หลังจากนั้นนำกระดูกไปตากแดดให้แห้งสนิท

5.6 จัดเรียงกระดูกออกเป็นกลุ่ม เช่น ขาหน้าซ้าย, ขาหลังซ้าย, กระดูกสันหลัง

5.7 จัดเรียงกระดูกสันหลังโดยเริ่มที่กระดูก sacrum ก่อน โดยวางเรียงกระดูกสันหลังตามลำดับจนถึงหัวกระดูก ให้เป็นเส้นตรงบนเหล็กที่ยังไม่ได้ตัดโค้ง เพื่อวัดความยาวเหล็กที่ต้องใช้

5.8 หลังจากเรียงกระดูกสันหลังตามตำแหน่งเรียบร้อยแล้วก็ตัดเหล็กโค้งตามที่ต้องการและเชื่อมข้อต่อกระดูก vertebral ให้ติดกันด้วยการใช้กาว แล้วใช้เหล็กที่ตัดโค้งร้อยเข้า vertebral canal ให้ส่วนโค้งงอตรงตำแหน่งของกระดูกสันหลังให้เหมือนกับโครงสร้างของสัตว์เป็น

5.9 หลังจากแห้งเรียบร้อยแล้ว ก็ต่อกระดูกซี่โครงเข้ากับ vertebral ด้วยกาว และใช้ลวดผูก

5.10 ประกอบกระดูกขาของแต่ละข้างโดยใช้ลวดผูกตรงข้อต่อและใช้กาวติดด้วยเพื่อให้แข็งแรงยิ่งขึ้น

5.11 ยึดต่อแต่ละขาเข้ากับกระดูกลำตัว ซึ่งวางอยู่บนเสาเหล็ก 2 เสาที่ยึดติดกับฐานที่เป็นแท่นไม้

5.12 ยึดหัวกระดูกเข้ากับกระดูกคอโดยใช้ลวดผูก

5.13 เจาะกระดูกหางตามยาวใช้ลวดร้อย แล้วผูกติดกับ sacrum

5.14 จัดโครงกระดูกที่ประกอบเสร็จแล้วด้วยแอลกอฮอล์เปอร์เซ็นต์

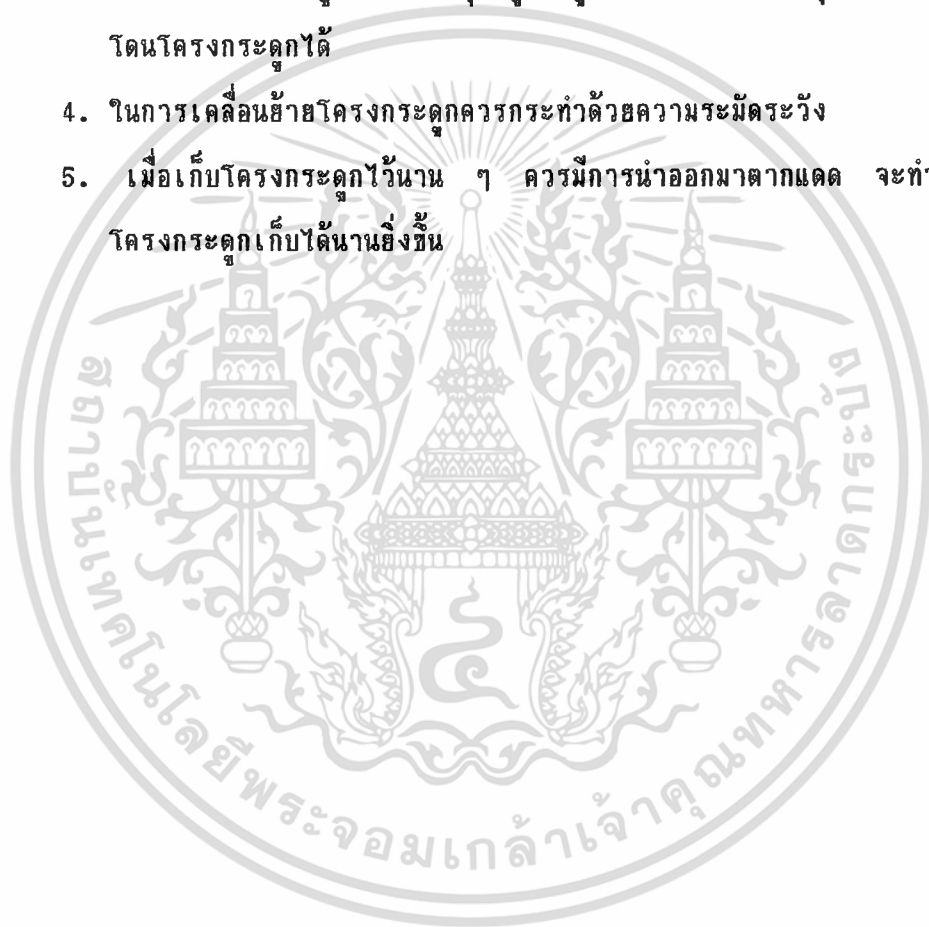
6. ตรวจสอบความสมบูรณ์โดยอาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำภาคเอกสารและจัดพิมพ์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนการดำเนินการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. นำปัญหาพิเศษที่สมบูรณ์เสนอต่อคณะกรรมการประเมินผลปัญหาพิเศษและขอ
สอบปัญหาพิเศษ

3.5.3 การดูแลรักษาโครงกระดูก

1. เก็บโครงกระดูกไม่ให้อยู่ในที่อับชื้น เพราะจะทำให้กระดูกขึ้นราได้
2. เก็บโครงกระดูกไว้ในที่ ๆ มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก
3. อธิบายวางโครงกระดูกใกล้กับวัตถุที่อยู่ในที่สูง เพราะจะทำให้วัตถุนั้นตกลงมา
โดนโครงกระดูกได้
4. ในการเคลื่อนย้ายโครงกระดูกควรกระทำด้วยความระมัดระวัง
5. เมื่อเก็บโครงกระดูกไว้นาน ๆ ควรมีการนำออกมาตากแดด จะทำให้
โครงกระดูกเก็บได้นานยิ่งขึ้น



สรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผล

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตอุปกรณ์การสอน เรื่อง โครงกระดูกสัตว์ (โค) เพื่อใช้สอนในรายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2536 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2536 ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาในหัวข้อ เรื่องโครงสร้างสัตว์เลี้ยง ซึ่งมีขอบเขตในการจัดทำคือ จัดทำโครงกระดูกโคแสดงกระดูกส่วนหัว ลำตัว ส่วนหาง และส่วนขา การดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2536 ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2536 ศึกษาเนื้อหาวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง ขั้นตอนการผลิตของจริงในเรื่องโครงกระดูกสัตว์เลี้ยง จากนั้นวางแผนที่จะทำโครงกระดูกโคโดยเริ่มจาก ติดต่อขอซื้อโครงกระดูกโคจากโรงฆ่าสัตว์เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการผลิต เมื่อได้โครงกระดูกมาแล้วทำการชำแหละให้มึเนื้อติดกระดูกน้อยที่สุด หลังจากนั้นนำกระดูกไปต้มด้วยน้ำเปล่าจนกว่าเนื้อจะเปื่อยและยุบหลุดออก นำกระดูกไปล้างน้ำให้เนื้อออกให้หมด นำกระดูกไปต้มอีกครั้งในน้ำผสมโซเดียมไฮดรอกไซด์ เติมน้ำ และผงซักฟอก เพื่อให้เนื้อหรือเอ็นที่ยังติดอยู่หลุดออกให้หมด และเป็นการทำให้กระดูกขาวขึ้นด้วย แล้วนำกระดูกทั้งหมดไปตากแดดให้แห้งสนิท อย่างน้อย 2-3 วัน เพื่อเป็นการป้องกันรา หลังจากนั้นนำกระดูกมาแยกเป็นกลุ่ม ๆ เช่น ขาหน้าซ้าย ขาหลังซ้าย กระดูกสันหลัง นำกระดูกประกอบเข้าด้วยกันโดยเริ่มจากกระดูกสันหลังก่อน ซึ่งกระดูกส่วนนี้จะร้อยด้วยเหล็ก ประกอบส่วนของกระดูกที่โครงเข้ากับกระดูกสันหลัง ติดต่อกระดูกส่วนหน้าอก และกระดูกขาเข้ากับกระดูกลำตัว ซึ่งวางอยู่บนเสาเหล็ก 2 เสาที่ยึดติดกับฐานที่เป็นแท่นไม้ ยึดหัวกระดูกโกลกเข้ากับกระดูกคอโดยใช้ลวด ในการทำโครงกระดูกครั้งนี้เนื่องจากโคเป็นสัตว์ มีระบบโครงกระดูกที่ใหญ่เพราะฉะนั้นจะต้องยึดข้อต่อทุกข้อด้วยกาวและลวด เมื่อต่อกระดูกทุกส่วนเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงพ่นโครงกระดูกด้วยแล็คเกอร์ จัดทำคำบรรยายประกอบของจริงเพื่อให้ประกอบการสอน ตรวจสอบความสมบูรณ์ของอุปกรณ์โดยอาจารย์ที่ปรึกษา จัดทำภาคเอกสารให้เรียบร้อยและนำปัญหาพิเศษที่สมบูรณ์เสนอต่อคณะกรรมการประเมินผลปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำอุปกรณ์การสอนในรูปของจริง เรื่องโครงกระดูกโค เพื่อนำไปประกอบ การสอน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้นต้องขึ้นอยู่กับวินิจฉัยของผู้ใช้ เทคนิควิธีการใช้ โดยต้องระลึกลู่เสมอว่า ถ้าของจริงประกอบการสอนชุดนี้เป็นเพียงอุปกรณ์ที่ช่วยในการถ่ายทอดอย่างหนึ่งเท่านั้น อุปกรณ์ชุดนี้ไม่ได้เป็นตัวแทนของครู แต่เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม หรือทำเรื่องยุ่งยากซับซ้อนให้เป็นเรื่องที่ยั่งยืนต่อการจดจำของนักเรียน นอกจากนี้การใช้อุปกรณ์การสอนจะสอนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ควรใช้ร่วมกับวิธีการสอนอย่างอื่น ๆ ด้วย เช่น การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบค้นคว้า ก็จะทำให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเอกสารข้างต้น พบว่าโสตทัศนศึกษามีส่วนสำคัญอย่างยิ่ง ในการพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอน ดังนั้น ผู้จัดทำจึงคาดว่าอุปกรณ์การสอนชุดนี้จะเกิดประโยชน์ เกิดผลดีต่อผู้ใช้และผู้ที่ได้รับการถ่ายทอด หรือผู้ที่ศึกษา ได้มากพอสมควร

สำหรับการทำอุปกรณ์การสอนชุดนี้นอกจากจะก่อให้เกิดผลดีต่อการเรียนการสอนแล้ว ยังเป็นผลดีก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตัวผู้จัดทำเองเป็นอย่างดี คือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับกระดูกชิ้นส่วนต่าง ๆ ของกระดูกโคมากขึ้น และยังได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการวางแผนการดำเนินงานที่จะผลิตของจริง ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่พบ ตลอดจนวินิจฉัยการแก้ปัญหาเหล่านั้น ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่หาไม่ได้จากในตำรา เรียนแต่ได้จากการปฏิบัติจริง จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งผู้จัดทำคิดว่าประโยชน์ที่ได้รับในครั้งนี้มีคุณค่าอย่างมาก จะได้นำไปเผยแพร่และถ่ายทอดให้แก่ผู้สนใจคนอื่น ๆ ต่อไป

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

4.2.1 ปัญหาที่พบในการทำอุปกรณ์การสอน เรื่องโครงกระดูกโค ในครั้งนี้คือ

1. ปัญหาในด้านระยะเวลาในการดำเนินงาน เนื่องจากในการทำงานครั้งนี้ตรงกับในช่วงการฝึกสอน ทำให้การมีเวลาในการทำงานน้อย

2. ปัญหาในด้านการจัดเก็บกระดูก เนื่องจากผู้จัดทำศึกษาวิธีการจัดเก็บกระดูกไม่ละเอียดเท่าที่ควร ทำให้มีกระดูกบางส่วนที่นำไปต้มแล้วมีบางส่วนหายไป

3. ปัญหาในด้านการต่อโครงกระดูก เนื่องจากกระดูกโคมีขนาดใหญ่ทำให้การต่อเป็นไปด้วยความยากลำบาก

4. ปัญหาในด้านการขนย้ายโครงกระดูก เนื่องจากในการต่อโครงกระดูกโคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ขนาดใหญ่ทำให้การเคลื่อนย้ายเป็นไปด้วยความยากลำบาก

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับผู้ที่ทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนในรูปของ ๆ จริงควรที่จะศึกษาวิธีการทำขั้นตอนการทำให้ละเอียดเสียก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการต่อโครงกระดูกโค ซึ่งมีการต่อกบางส่วน เช่น กระดูกอก ที่ไม่สามารถนำไปต้มได้ ต้องนำไปแช่ฟอร์มาลดีไฮด์แล้วตากแดดให้แห้งเท่านั้น เพราะถ้านำกระดูกส่วนนี้ไปต้มรวมกับกระดูกชิ้นอื่น ๆ แล้วจะทำให้กระดูกส่วนนี้เปื่อยยุ่ยได้
2. ในการทำโครงกระดูกนั้นต้องใช้ระยะเวลา และต้องใช้ความอดทนในการทำงานด้วย
3. เมื่อเกิดปัญหาควรปรึกษาอาจารย์ หรือผู้มีประสบการณ์ เพื่อให้ช่วยแนะนำการทำงานให้



บรรณานุกรม

กิตานันท์ มลิทอง 2536 เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย 3,000 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 2

กรุงเทพมหานคร : บริษัท เอ็ดดิสันเพรส โพรดักส์ จำกัด

กิติมา ปรีดีดิถ 2532 การบริหารและการนิเทศการศึกษาเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 1

กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัด อักษรบัณฑิต

จันทร์ฉาย เตมีษาคาร 2533 การเลือกใช้สื่อทางการศึกษา 2,000 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 2

กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

จำเนียร สัตยาพันธุ์ 2534 กายวิภาคสัตว์เลี้ยง พิมพ์ครั้งที่ 5 ภาควิชาสัตวบาล

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชาติชาย อีสรัมย์ 2520 ANATOMY AND PHYSIOLOGY กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัย

รามคำแหง

เนิดชัย รัตนเศรษฐากุล และเลอชาติ บุญเอก 2528 คู่มือปฏิบัติการ กายวิภาคศาสตร์

ของสัตว์เลี้ยง ขอนแก่น : ขอนแก่นการพิมพ์

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ 2533 เทคโนโลยีการสอน: การออกแบบและพัฒนา 2,000 เล่ม

พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

ณรงค์ จึงสมานญาติ ม.ป.ป. กายวิภาคศาสตร์ประยุกต์ทางสัตวแพทย์ นครปฐม :

ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยา

เขตกำแพงแสน

ณรงค์ สมพงษ์ ม.ป.ป. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่ 1,000 พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : งานการพิมพ์ฝ่ายสื่อการศึกษา สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นงลักษณ์ ตันตลีปกรณ์ 2532 คัพภะวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นิตย์ คำอุไร 2524 กายวิภาคศาสตร์ของสุนัข ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บุญธรรม จงเจริญ 2539 กระดูกวิทยาของสัตว์เลี้ยง ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประยัด จีระวรพงศ์ 2522 เทคโนโลยี 301 เทคโนโลยีทางการสอน พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษรวิวัฒนา

พานิช ทินนิมิตร 2525 กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

พนศีกดิ์ ประถมบุตร 2532 กายวิภาคและสรีรวิทยา 2,000 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : โอ. เอส. พริ้นติ้งเฮาส์

ลัดดา ศุภปรีย์ 2523 เทคโนโลยีการเรียนการสอน กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิษณุเศศ

วรรณดา สุจริต 2529 คัพภะวิทยาของสัตว์ พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรรณภา เจียมทะวงษ์ 2532 ทักษะพื้นฐานของการผลิตสื่อการสอน 1,000 เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา
วิทยาลัยครูพระนคร

วาสนา ชำหา 2525 เทคโนโลยีทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร :
สำนักพิมพ์กราฟิคอาร์ต

_____ 2533 สื่อการเรียนการสอน 2,000 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพ
มหานคร : โอ. เอส. พรินติ้งเฮ้าส์

วิโรจน์ จันทร์รัตน์ 2535 ภาควิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง 300 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 2
ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว คณะผลิตกรรมทางการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี
การเกษตรแม่โจ้

สมชาย พงศ์จรรยากุล 2529 จุลภาควิภาคศาสตร์ทางสัตวแพทย์ 300 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 1
กรุงเทพมหานคร : โครงการตำราสโมสรนิสิต คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์

สมบูรณ์ ส่วงนญาตี 2534 เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์การศาสนากรมการศาสนา

สมหญิง กล่อมศิริ 2525 เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 3 นครปฐม :
แผนกบริการกลาง สำนักงานอธิการบดี พระราชวังสนามจันทร์ มหาวิทยาลัย
ศิลปากร

สุนันท์ สังข์อ่อง 2526 สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา 2,000 เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : โอ. เอส. พรินติ้งเฮ้าส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุมลยา กาญจนะพิงคะ 2532 กายวิภาคศาสตร์ของสุนัข : ส่วนข้อต่อ ภาควิชากาย
วิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อนันต์ อัฐ 2521 กายวิภาคและสรีรวิทยา 2,000 เล่ม พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพ
มหานคร : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด

อาจ แจ่มเมฆ 2529 กายวิภาคเปรียบเทียบ ของ คอर्टเดท เล่มที่ 2

Nickel R. 1983 The Locomotor System of the Domestic Mammals
Verlag Paul Parey Berlin Hamburg

Sisson S. 1938 The Anatomy of the Domestic Animals Philadelp
and London W.B. SAUNDERS COMPANY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้