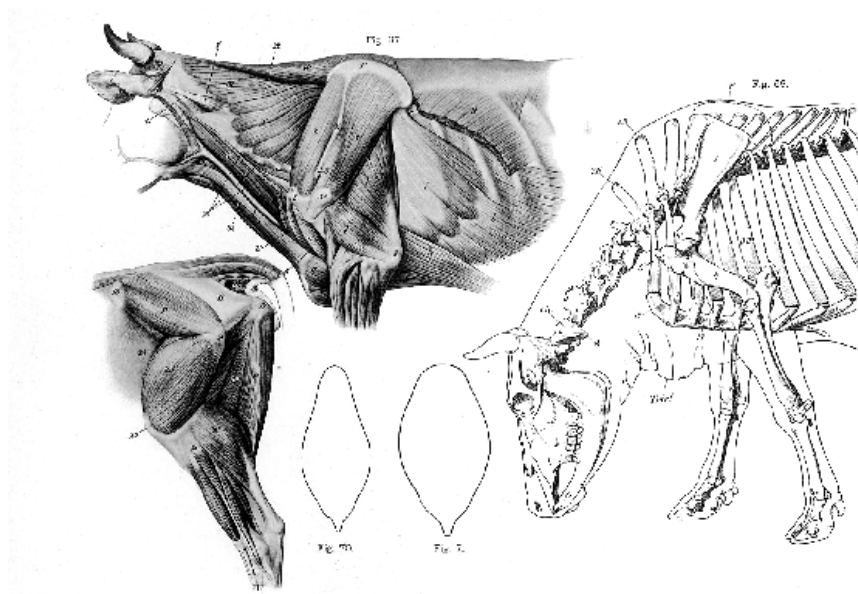




บทปฏิบัติการ
กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง
Anatomy and Physiology of Domestic Animal



ผศ.น.สพ.ดร.ชำนาญวิทย์ พรหมโคตร
สาขาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ชำนาญวิทย์ พรมโคตร
สิงหาคม 2557

สารบัญ

หน้า

คำนำ.....	i
ความมุ่งหมายหลักสูตร.....	iii
ลักษณะรายวิชา.....	iv
การแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ.....	V
วัตถุประสงค์การสอน.....	vii
กำหนดการสอน.....	xi
รายการเอกสารอ่านประกอบ.....	xiii
บทปฏิบัติการที่ 1 บทนำ (Introduction)	1
บทปฏิบัติการที่ 2 องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition).....	7
บทปฏิบัติการที่ 3 เซลล์ (Cells).....	13
บทปฏิบัติการที่ 4 เนื้อเยื่อร่างกาย (Body tissues).....	19
บทปฏิบัติการที่ 5 ระบบประสาท (nervous system).....	27
บทปฏิบัติการที่ 6 ระบบต่อมไร้ท่อ (the endocrine system).....	37
บทปฏิบัติการที่ 7 ผิวหนังและขน (skin and Hair)	47
บทปฏิบัติการที่ 8 ระบบโครงร่าง (skeletal system).....	55
บทปฏิบัติการที่ 9 ระบบกล้ามเนื้อ (muscular system)	73
บทปฏิบัติการที่ 10 ระบบไหลเวียนเลือด (The blood vascular system).....	83
บทปฏิบัติการที่ 11 หัวใจ (heart).....	95
บทปฏิบัติการที่ 12 ระบบน้ำเหลือง (The Lymphatic System).....	103
บทปฏิบัติการที่ 13 ระบบภูมิคุ้มกัน (The immune system).....	109
บทปฏิบัติการที่ 14 ระบบหายใจ (respiratory system).....	113
บทปฏิบัติการที่ 15 ระบบย่อยอาหาร (digestive system).....	121
บทปฏิบัติการที่ 16 ระบบขับถ่าย (The Urinary System).....	139
บทปฏิบัติการที่ 17 ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (male reproductive).....	147
บทปฏิบัติการที่ 18 ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive).....	155
บทปฏิบัติการที่ 19 ศัพพะวิทยา (embryology).....	165
บทปฏิบัติการที่ 20 หู (Ear).....	171
บทปฏิบัติการที่ 21 ลิ้น (tongue) การรับรส (Taste) และกลิ่น (smell).....	177
บทปฏิบัติการที่ 22 ตา (Eye).....	181

ความมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรระดับ ปริญญาตรี

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

คณะ ทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

1. มีความสามารถในการนำเทคโนโลยีทางสัตวศาสตร์ ไปปฏิบัติทางวิชาการเกี่ยวกับการผลิตและการดำเนินงานในเชิงธุรกิจได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ปฏิบัติงานในหน้าที่ของนักวิชาการเกษตร ครูเกษตร หรือนักวิชาการเกษตรตามสาขาและลักษณะวิชาที่ได้เลือกศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ปฏิบัติงานอย่างมีคุณภาพ ด้วยหลักวิชาที่ได้มีการวางแผนและมีระบบด้วยความรอบคอบ ประหยัด รวดเร็ว ตรงต่อเวลา และมีความรับผิดชอบต่อน้ำที่
4. มีคุณธรรม ระเบียบวินัย และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ปรับปรุงตนเองให้ก้าวหน้าอยู่เสมอ ขยันหมั่นเพียร ซื่อสัตย์สุจริต สำนึกในจรรยาของนักวิชาการเกษตรที่ดี และมีความรับผิดชอบต่อการพัฒนาสังคม และเสริมสร้างเอกลักษณ์ของไทย

ลักษณะรายวิชา

1. รหัสวิชาและชื่อวิชา 03-014-201 กายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง (Anatomy and Physiology of Domestic Animals)
2. สภาพรายวิชา วิชาชีบบัณฑิต
3. ระดับวิชา ภาคการศึกษาที่ 1 ชั้นปีที่ 3
4. พื้นฐาน -
5. เวลาศึกษา 75 คาบเรียนตลอด 15 สัปดาห์
ทฤษฎี 2 คาบต่อสัปดาห์
ปฏิบัติ 3 คาบต่อสัปดาห์ และ
นักศึกษาจะต้องใช้เวลาศึกษาค้นคว้านอกเวลา 5 ชั่วโมงต่อสัปดาห์
6. จำนวนหน่วยกิต 3 หน่วยกิต
7. จุดมุ่งหมายของรายวิชา
 1. ทราบขอบข่ายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาสัตว์เลี้ยง
 2. รู้ความหมายของคำศัพท์เฉพาะทางกายวิภาค
 3. ทราบโครงสร้างของอวัยวะของร่างกายสัตว์เลี้ยง
 4. เข้าใจการทำงานที่เป็นปกติของระบบต่าง ๆ ในร่างกายของสัตว์เลี้ยง
8. คำอธิบายรายวิชา ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของร่างกายสัตว์ทั้งในระดับที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและระดับเนื้อเยื่อ ตลอดจนหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ในร่างกายสัตว์ ทั้งกายภาพและทางเคมี

การแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ

ภาคปฏิบัติ บทที่	เนื้อหา	เวลา (คาบ)
1.	บทนำ (Introduction)	1.5
2.	องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)	1.5
3.	เซลล์ (Cells)	1.5
4.	เนื้อเยื่อร่างกาย (Body tissues)	1.5
5.	ระบบประสาท (nervous system)	3
6.	ระบบต่อมไร้ท่อ (the endocrine system)	3
7.	ผิวหนังและขน (skin and Hair)	3
8.	ระบบโครงร่าง (skeletal system)	3
9	ระบบกล้ามเนื้อ (muscular system)	3
10	ระบบไหลเวียนเลือด (The blood vascular system)	1.5
11	หัวใจ (heart)	1.5
12	ระบบน้ำเหลือง (The Lymphatic System)	1.5
13	ระบบภูมิคุ้มกัน The immune system	1.5
14	ระบบหายใจ (respiratory system)	3
15	ระบบย่อยอาหาร (digestive system)	3
16	ระบบขับถ่ายThe Urinary System	3
17	ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (male reproductive)	2
18	ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive)	2
19	คัพภวิทยา (embryology)	1
20	หู (Ear)	1
21	ลิ้น (tongue) การรับรส (Taste) และกลิ่น (smell)	1.5
22	ตา (Eye)	1.5

การแบ่งหน่วย / บทเรียน / หัวข้อ

ภาคทฤษฎี บทที่	เนื้อหา	เวลา (คาบ)
1.	ขอบเขตวิชา คำศัพท์เทคนิคบอกทิศทาง ผังร่างกายสัตว์ และช่องว่างร่างกาย	1
2.	องค์ประกอบร่างกาย เซลล์และเนื้อเยื่อ	3
3.	ระบบควบคุมร่างกาย: ประสาท และระบบต่อมไร้ท่อ	4
4.	ระบบปกคลุมร่างกาย ระบบโครงร่าง และระบบกล้ามเนื้อ	6
5.	ระบบไหลเวียนเลือด และน้ำเหลือง	4
6.	ระบบหายใจ	2
7.	ระบบทางเดินอาหาร	2
8.	ระบบขับถ่าย	2
9	ระบบสืบพันธุ์	4
10	อวัยวะรับความรู้สึพิเศษ	2

วัตถุประสงค์การสอน

ภาคปฏิบัติ			
บทที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
1.	บทนำ (Introduction)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัด จากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 1 ในเรื่องเกี่ยวกับ ขอบข่ายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยา ของสัตว์เลี้ยงชีพเทคนิคที่สำคัญในการเรียนวิชากายวิภาคของสัตว์ เลี้ยง และผังร่างกายสัตว์ 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
2	องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 2 ในเรื่องเกี่ยวกับ ส่วนประกอบทางเคมีของร่างกาย น้ำ ในร่างกาย อะตอม ไอออน และอิเล็กโทรไลต์ (atoms, ions and electrolytes) กลไกการควบคุมสมดุลของร่างกาย (Homeostatic mechanism) ขบวนการเมตาโบลิซึม (metabolism) ของร่างกาย 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
3.	เซลล์ (Cells)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 2 ในเรื่องเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่โดยทั่วไปของ เซลล์ ขบวนการที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ (cellular processes) การแบ่ง เซลล์ (cell division) 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
4.	เนื้อเยื่อร่างกาย (Body tissues)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 2 ในเรื่องเกี่ยวกับ เนื้อเยื่อบุผิว (epithelial tissue) และ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		

วัตถุประสงค์การสอน (ต่อ...)

ภาคปฏิบัติ			
บทที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
5.	ระบบประสาท (nervous system)		3
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 3 ในเรื่องเกี่ยวกับ เนื้อเยื่อประสาท (nerve tissue) ระบบประสาทส่วนกลาง(central nervous system) และโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง ระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral nervous system) รีเฟล็กซ์ (reflexes) 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
6.	ระบบต่อมไร้ท่อ (the endocrine system)		3
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 3 ในเรื่องเกี่ยวกับ ระบบต่อมไร้ท่อ 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
7.	ผิวหนังและขน (skin and Hair)		3
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 4 ในเรื่องเกี่ยวกับผิวหนัง และขน 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
8.	ระบบโครงร่าง (skeletal system)		3
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 4 ในเรื่องเกี่ยวกับกระดูก 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
9	ระบบกล้ามเนื้อ (muscular system)		3
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 4 ในเรื่องเกี่ยวกับ เนื้อเยื่อหรือระบบกล้ามเนื้อ 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
10	ระบบไหลเวียนเลือด (The blood vascular system)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 5 ในเรื่องเกี่ยวกับ น้ำเลือด เซลล์เม็ดเลือด และเส้นเลือด 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		

วัตถุประสงค์การสอน (ต่อ...)

ภาคปฏิบัติ			
บทที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
11	หัวใจ (heart)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 5 ในเรื่องเกี่ยวกับ หัวใจ 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
12	ระบบน้ำเหลือง (The Lymphatic System)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 5 ในเรื่องเกี่ยวกับน้ำเหลือง และท่อน้ำเหลือง 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
13	ระบบภูมิคุ้มกัน The immune system		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 5 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกัน 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
14	ระบบหายใจ (respiratory system)		3
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 6 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบหายใจ 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
15	ระบบย่อยอาหาร (digestive system)		3
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 7 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
16	ระบบขับถ่ายThe Urinary System		3
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 8 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบขับถ่าย 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
17	ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (male reproductive)		2
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 9 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์เพศผู้ 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		

วัตถุประสงค์การสอน (ต่อ...)

ภาคปฏิบัติ			
บทที่	รายการ	เวลา (คาบ)	
		ท	ป
18	ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive)		2
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 9 ในเรื่องเกี่ยวกับ ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
19	คัพพะวิทยา (embryology)		1
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 9 ในเรื่องเกี่ยวกับการพัฒนาของตัวอ่อนในครรภ์ 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
20	หู (Ear)		1
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 10 ในเรื่องเกี่ยวกับ การได้ยิน 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
21	ลิ้น (tongue) การรับรส (Taste) และกลิ่น (smell)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 10 ในเรื่องเกี่ยวกับ การรับรสและการดมกลิ่น 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		
22	ตา (Eye)		1.5
	1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียน ภาคทฤษฎีที่ 10 ในเรื่องเกี่ยวกับ การมองเห็น 2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด		

กำหนดการสอน

ภาคปฏิบัติ

สัปดาห์ที่	วัน / เดือน	คาบที่	รายการ	หมายเหตุ
1	21/8/2557	3	บทนำ (Introduction) และองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)	
2	28/8/2557	3	เซลล์ (Cells) เนื้อเยื่อร่างกาย (Body tissues)	
3	4/9/2557	3	ระบบประสาท (nervous system)	
4	11/9/2557	3	ระบบต่อมไร้ท่อ (the endocrine system)	
5	18/9/2557	3	ผิวหนังและขน (skin and Hair)	
6	25/9/2557	3	ระบบโครงร่าง (skeletal system)	
7	2/10/2557	3	ระบบกล้ามเนื้อ (muscular system)	
8	9/10/2557	3	ระบบไหลเวียนเลือด (The blood vascular system) หัวใจ	
9	16/10/2557 สอบกลางภาค			
10	23/10/2557	3	วันหยุด	
11	30/10/2557	3	ระบบน้ำเหลือง (The Lymphatic System) ระบบภูมิคุ้มกัน (The immune system)	
12	6/11/2557	3	ระบบหายใจ (respiratory system)	
13	13/11/2557	3	ระบบย่อยอาหาร (digestive system)	
14	20/11/2557	3	ระบบขับถ่ายThe Urinary System	
15	27/11/2557	3	ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (male reproductive) ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive)	
16	4/12/2557	3	ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive) คัพพะวิทยา (embryology) หู (Ear)	
17	11/12/2557	3	ลิ้น (tongue) การรับรส (Taste) และ กลิ่น (smell) ตา (Eye)	
18	23-27กุมภาพันธ์ 2552สอบปลายภาคเรียน			

กำหนดการสอน (ต่อ...)

ภาคทฤษฎี

สัปดาห์ที่	วัน / เดือน	คาบที่	รายการ	หมายเหตุ
1	20/8/2557	2	ขอบเขตวิชา คำศัพท์เทคนิคบอกทิศทาง ผังร่างกาย สัตว์ และช่องว่างร่างกาย องค์ประกอบร่างกาย	
2	27/8/2557	2	เซลล์และเนื้อเยื่อ	
3	3/9/2557	2	ระบบควบคุมร่างกาย: ประสาท	
4	10/9/2557	2	ระบบควบคุมร่างกาย: ระบบต่อมไร้ท่อ	
5	17/9/2557	2	ระบบปกคลุมร่างกาย	
6	24/9/2557	2	ระบบโครงร่าง	
7	1/10/2557	2	ระบบกล้ามเนื้อ	
8	8/10/2557	2	ระบบไหลเวียนเลือด: เส้นเลือด	
9	15/10/2557 สอบกลางภาค			
10	22/10/2557	2	ระบบไหลเวียนเลือด: หัวใจน้ำเหลือง และภูมิคุ้มกัน	
11	29/10/2557	2	ระบบหายใจ	
12	5/11/2557	2	ระบบทางเดินอาหาร	
13	12/11/2557	2	ระบบขับถ่าย	
14	19/11/2557	2	ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย	
15	26/11/2557	2	ระบบสืบพันธุ์ผู้ คัพพะ	
16	3/12/2557	2	อวัยวะรับความรู้สึก	
17	10/12/2557		วันหยุด	
18	23-27กุมภาพันธ์ 2552		สอบปลายภาคเรียน	

บทปฏิบัติการที่ 1 บทนำ (Introduction)

เนื้อหา

1. ขอบข่ายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง
2. ศัพท์เทคนิคที่สำคัญในการเรียนวิชากายวิภาคของสัตว์เลี้ยง (technical terms in anatomy)
3. ผังร่างกายสัตว์ (plan of animal body)

วัตถุประสงค์การเรียนการสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัด จากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 1 ในเรื่องเกี่ยวกับ ขอบข่ายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยงศัพท์เทคนิคที่สำคัญในการเรียนวิชากายวิภาคของสัตว์เลี้ยง และผังร่างกายสัตว์
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 1 และโมเดลสัตว์ ในการค้นหาคำตอบจากคำถามในแบบฝึกหัด ในบทปฏิบัติการนี้

เนื้อหา

ขอบข่ายวิชากายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง

กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์เลี้ยง ประกอบด้วย สาขาวิชา กายวิภาควิทยา (anatomy) และ สรีรวิทยา (physiology)

1. สาขาวิชากายวิภาควิทยา เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับ ส่วนประกอบโครงสร้างและหน้าที่ของร่างกาย ทั้งในระดับที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้น จึงแยกแขนงวิชากายวิภาควิทยาออกเป็น 2 สาขาวิชาย่อย ตามการมองเห็นโครงสร้างร่างกาย ดังนี้

1.1 มหากายวิภาควิทยา (macroscopic anatomy หรือ gross anatomy) เป็นแขนงวิชาที่ศึกษาถึงโครงสร้างและหน้าที่ของร่างกายสัตว์ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

1.2 จุลกายวิภาควิทยา (microscopic anatomy หรือ histology) เป็นแขนงวิชาที่ศึกษาถึงโครงสร้างร่างกายที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

2. สาขาวิชาสรีรวิทยา เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับขบวนการและกลไกการทำงานของร่างกายทั้งทางกายภาพและเคมี

แบบฝึกหัดที่ 1.1 โครงสร้างร่างกายสัตว์ส่วนไหนบ้างที่มองเห็นและไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

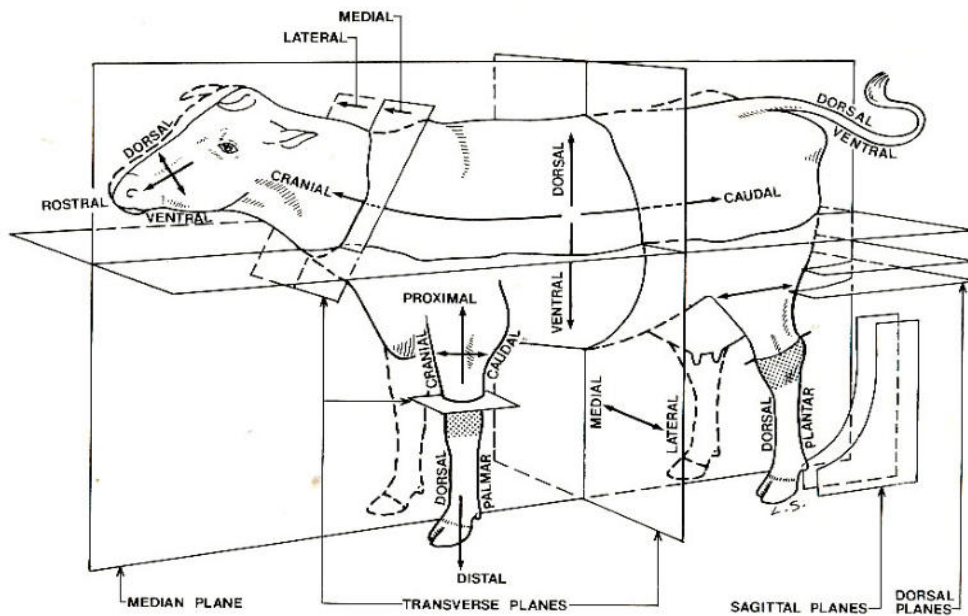
ศัพท์เทคนิคที่สำคัญในการเรียนวิชากายวิภาคของสัตว์เลี้ยง

(Technical terms in domestic anatomy)

การบอกตำแหน่งโครงสร้างร่างกายสัตว์นั้น ต้องมีตำแหน่งอ้างอิงที่เป็นสากลและสามารถเข้าใจได้ คำศัพท์บอกตำแหน่งของโครงสร้างร่างกายจะใช้ส่วนต่างๆ ของร่างกายเป็นจุดอ้างอิง เช่น ด้านหน้า, ด้านหลัง, ด้านข้าง, ด้านบน ด้านใน ด้านนอก ด้านลึก ด้านผิว ด้านโคน, ด้านปลาย หลังเท้า และฝ่าเท้า เป็นต้น

ตัวอย่างคำศัพท์เทคนิคที่ใช้ในสาขาวิชากายวิภาค

คำศัพท์	ความหมาย
cranial	ส่วนหัวหรือด้านหน้าของสัตว์ หรือส่วนที่ค่อนข้างไปทางด้านหน้าของสัตว์
caudal	ส่วนท้ายหรือด้านหลังของสัตว์ หรือส่วนที่ค่อนข้างไปทางด้านหลังของสัตว์
ventral	ด้านล่างหรือด้านที่ค่อนข้างไปทางด้านท้องของสัตว์
dorsal	ด้านบนหรือหลังของร่างกายสัตว์
proximal	ด้านที่อยู่สูงกว่าหรือเหนือกว่าหรืออยู่ใกล้กับเส้นกลางตัวมากกว่าหรือใกล้แนวกระดูกสันหลังมากกว่า
distal	ด้านที่อยู่ต่ำกว่าหรือไกลกว่าแนวกระดูกสันหลัง
superior	ส่วนบนเหนือหัวหรือส่วนหัว
inferior	ส่วนล่างของร่างกาย
median	ส่วนที่อยู่ในแนวกลางตัวพอดี
medial	อยู่ใกล้กับแนวกลางตัว
lateral	ส่วนที่อยู่ห่างจากแนวกระดูกสันหลังหรือเส้นแนวกลางตัวออกไปทางด้านข้าง
intermediate	ส่วนที่อยู่ตรงกลางระหว่างสองสิ่ง
superficial	ส่วนที่อยู่ใกล้ผิวหรืออยู่ตื้น
deep	ส่วนที่อยู่ลึกลงไป
external	ส่วนที่อยู่ด้านนอกของผนัง(มักใช้กับอวัยวะที่มีโพรง)
internal	อยู่ข้างในของผนัง(มักใช้กับอวัยวะที่มีโพรง)
central	อยู่ใกล้ศูนย์กลางหรือใกล้อวัยวะมากกว่า
peripheral	อยู่ห่างจากศูนย์กลางหรือไกลอวัยวะมากกว่า
visceral	ชั้นที่แนบติดกับผิวอวัยวะภายใน
parietal	ชั้นที่บุผนังด้านในของช่องว่างในร่างกาย



ภาพที่ 1.1. แสดงคำศัพท์บอกทิศทางตำแหน่งของโครงสร้างร่างกายสัตว์และแนวระนาบ ร่างกายสัตว์ (planes of animal body)

แบบฝึกหัดที่ 1.2 จงอธิบายความหมายของคำศัพท์บอกตำแหน่งทิศทางและแนวระนาบร่างกายสัตว์ ดังต่อไปนี้

- Rostral.....
- Cranial.....
- Dorsal.....
- Caudal.....
- Palmar.....
- Ventral.....
- Proximal.....
- Distal.....
- Medial.....
- Lateral.....
- Median plane.....
- Transverse planes
- Sagittal plane.....

ผังร่างกายสัตว์

1. สัตว์เลี้ยงทุกชนิดเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง และโครงสร้างร่างกายเป็นลักษณะสมมาตร กล่าวคือ ด้านซ้ายและด้านขวาเป็นเงาในกระจกของกันและกัน

2. อวัยวะและโครงสร้างร่างกายที่เป็นคู่ จะวางอยู่ในตำแหน่งซ้ายขวาของร่างกายในลักษณะสมมาตร ตัวอย่าง เช่น ตา กล้ามเนื้อ กระดูกซี่โครง เป็นต้น

3. อวัยวะและโครงสร้างที่มีอันเดียว จะวางอยู่ในตำแหน่งแนวกลางลำตัว ตัวอย่าง เช่น จมูก หลอดลม หัวใจ และ แนวกระดูกสันหลัง เป็นต้น

4. ร่างกายสัตว์สามารถแบ่งช่องว่างภายในได้ 2 ช่องใหญ่ๆ โดยอาศัย ตัวของแนวกระดูกสันหลังเป็นตัวแบ่ง คือ

4.1 ช่องว่างด้านบน (dorsal cavity) เป็นช่องทางด้านบนเหนือตัวของกระดูกสันหลัง (body of vertebrae) เป็นที่อยู่ของสมองและไขสันหลัง

4.2 ช่องว่างด้านล่าง (ventral cavity) ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้อีกโดยใช้กล้ามเนื้อกระบังลมเป็นตัวแบ่ง (ศึกษารายละเอียดในบทที่ 5)

4.2.1 ช่องว่างด้านหน้ากระบังลม เรียก ช่องอก (thoracic cavity)

4.2.2 ช่องทางด้านหลังกระบังลมเรียกว่า ช่องท้องร่วมเชิงกราน (abdominopelvic cavity) หรือ ช่องท้อง (abdominal cavity) และช่องเชิงกราน (pelvic cavity)

แบบฝึกหัดที่ 1.3 จงบอกชื่ออวัยวะที่อยู่ใน ช่องอก ช่องท้อง และ ช่องเชิงกราน (ใช้ภาษาอังกฤษ)

Thoracic cavity.....

.....

Abdominal cavity.....

.....

Pelvic cavity.....

.....

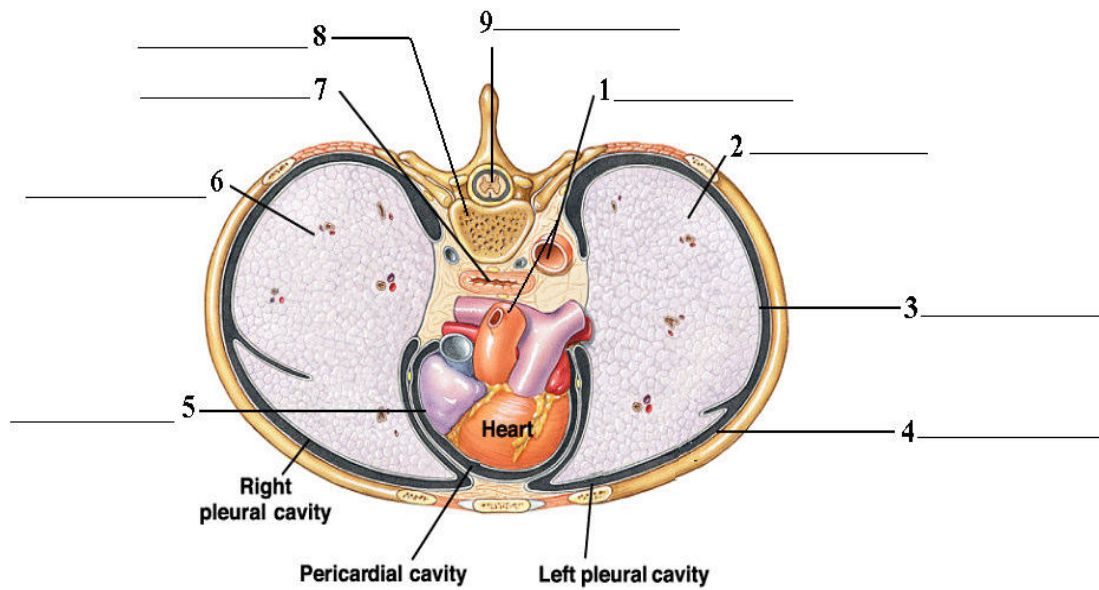
แบบฝึกหัดที่ 1.4 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

Abdominal cavity	mesothelium	parietal pleura
parietal peritonium	Visceral peritonium	Parietal serous membrane
Pelvic cavity	Pericardial sac	Pleural sacs
Thoracic cavity	visceral pericardium	Visceral pleura
Visceral serous membrane		

ช่องอก เรียกว่า 1..... มีเยื่อหุ้มบางๆ เรียกว่า Serous membrane
 ล้อมรอบหัวใจ และปอดเป็นลักษณะเป็นถุง ประกอบด้วย ถุงเยื่อหุ้มหัวใจ เรียกว่า
 3..... และ ถุงหุ้มปอด เรียกว่า 4..... ซึ่งมี
 2 ข้างแยกจากกัน ลักษณะของเยื่อหุ้มบาง ๆ ดังกล่าวมีโครงสร้างทางจุลกายวิภาค เป็นเนื้อเยื่อบุผิว
 ชนิดที่มีเซลล์บุผิวรูปร่างคล้ายกระสวยเรียงกันชั้นเดียว (simple squamous epithelium) ซึ่ง
 เนื้อเยื่อบางนี้ยังสามารถพบได้ในช่องท้องและช่องเชิงกราน อีกด้วย บางครั้งอาจเรียกเนื้อบุผิวชนิดนี้
 ที่บุในช่องว่างร่างกายว่า 5..... 6.....เป็นช่องว่าง
 ร่างกายที่มีอวัยวะภายในหลายอวัยวะบรรจุอยู่ ได้แก่ ไต (kidney) อวัยวะระบบทางเดินอาหาร
 เกือบทั้งหมด และบางส่วนของอวัยวะระบบสืบพันธุ์ ส่วน 7.....เป็นช่องว่าง
 ร่างกายที่มีอวัยวะส่วนปลายของระบบทางเดินอาหาร ลำไส้ตรง (rectum) และอวัยวะในระบบ
 ขับถ่ายทั้งหมดยกเว้นไต serous membrane หรือ mesothelium ในช่องว่างร่างกายนั้นมีลักษณะ
 เป็นแผ่นบาง ๆ สองชั้น ชั้นแรกบุผิวด้านในของช่องว่างร่างกาย และอีกชั้นหุ้มอวัยวะภายในทำ
 หน้าที่สร้างสารเหลวใส (serous fluid) เพื่อมาหล่อลื่นอวัยวะ ป้องกันการกระแทก และเสียดสีกัน
 ของอวัยวะ เยื่อบางที่หุ้มอวัยวะภายในเรียกว่า 8.....ประกอบด้วยเยื่อหุ้มอวัยวะใน
 ช่องอก ได้แก่ เยื่อหุ้มหัวใจ เรียกว่า 9..... และเยื่อหุ้มปอด เรียกว่า
 10.....เยื่อหุ้มอวัยวะในช่องท้องซึ่งเรียกรวมว่า 11..... ส่วนเยื่อบางที่บุผิว
 ด้านในของช่องว่างร่างกายนั้นเรียกว่า 12..... ซึ่งประกอบด้วยเยื่อบุผิวในช่องอก
 เรียกว่า 13..... และ ช่องท้องเรียกว่า 14.....

แบบฝึกหัดที่ 1.5 ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างในรูปให้ถูกต้อง

Aorta	Abdominal cavity	Body of vertebra
Dorsal cavity	Esophagus	Left lung
Large intestine	Left liver	Periatal peritonium
Periatal pleula	Right liver	Right lung
Spinal cord	Small intestine	Visceral pericardiam
Visceral pleula	Visceral peritonium	Pulmonary artery



ภาพที่ 1.2 ภาพตัดขวางช่องอก

บทปฏิบัติการที่ 2

องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

เนื้อหา

1. ส่วนประกอบทางเคมีของร่างกาย
2. น้ำในร่างกาย
3. อะตอม ไอออน และอิเล็กโทรไลต์ (atoms, ions and electrolytes)
4. กลไกการควบคุมสมดุลของร่างกาย (Homeostatic mechanism)
5. ขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของร่างกาย

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 2 ในเรื่องเกี่ยวกับ ส่วนประกอบทางเคมีของร่างกาย น้ำในร่างกาย อะตอม ไอออน และอิเล็กโทรไลต์ (atoms, ions and electrolytes) กลไกการควบคุมสมดุลของร่างกาย (Homeostatic mechanism) ขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) ของร่างกาย
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีการปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 1 โมเดลสัตว์ และ อภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ส่วนประกอบทางเคมีของร่างกายสัตว์

ประเด็นสำคัญ:

1. ร่างกายสัตว์ประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์
2. สารอนินทรีย์ที่เป็นส่วนประกอบในร่างกาย ได้แก่
 - a. น้ำ
 - b. แร่ธาตุต่างๆ
3. สารอินทรีย์ ที่เป็นส่วนประกอบในร่างกาย ได้แก่
 - a. เซลล์ (ศึกษาเพิ่มเติมในบทที่ 3)
 - b. เนื้อเยื่อ (ศึกษาเพิ่มเติมในบทที่ 4)

ค้นคว้าเพิ่มเติม

แบบฝึกหัดที่ 2.1 จงอธิบายความหมายของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

น้ำในร่างกาย

ประเด็นสำคัญ:

1. น้ำคือส่วนประกอบที่สำคัญในร่างกายสัตว์และมีความจำเป็นต่อชีวิต
2. น้ำในร่างกายสัตว์ทำหน้าที่หลายอย่าง ได้แก่
 - เป็นของเหลวที่ทำให้สารอื่นๆละลายหรือแขวนลอยอยู่ได้
 - มีความจำเป็นสำหรับการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในร่างกาย
 - เป็นของเหลวที่นำพาสารอาหารต่างๆในร่างกาย
 - เป็นตัวที่อำนวยความสะดวกในการนำพาสารพิษหรือของเสียออกจากร่างกาย
 - เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในสารคัดหลั่งต่างๆ เช่น น้ำลาย เป็นต้น

เติมคำลงในช่องว่าง

แบบฝึกหัดที่ 2.2 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

cutaneous	interstitial fluid	compartments	higher
lacrimation	intracellular fluid	60-70	respiration
urinary	obese	extracellular fluid	insensible
gastrointestinal	lower	intravascular fluid	

ร่างกายมีน้ำเป็นส่วนประกอบ 1 _____ % โดยในสัตว์ที่อายุน้อยมีน้ำเป็นส่วนประกอบของน้ำที่ 2 _____ สัดส่วนที่กล่าวข้างต้น ในขณะที่สัตว์ที่อายุมาก หรือ สัตว์ที่มีลักษณะ 3 _____ มี สัดส่วนที่ 4 _____ สัดส่วนดังกล่าว น้ำกระจายอยู่ทั่วไปในร่างกาย โดยทั่วร่างกายถูกแบ่ง ออกเป็นส่วนๆเรียกว่า body 5 _____

ภายในร่างกายแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่คือ ส่วนที่อยู่ภายในเซลล์ร่างกาย และ ส่วนที่อยู่นอกเซลล์ โดยน้ำที่พบอยู่ภายในเซลล์ เรียกว่า 6 _____ หรือ ICF หรือของเหลวภายในเซลล์นั่นเอง ซึ่งคิด เป็นสัดส่วน 2 ใน 3 ของน้ำในร่างกายทั้งหมด ส่วนน้ำที่พบอยู่นอกเซลล์เรียกว่า 7 _____ หรือ ECF หรือของเหลวนอกเซลล์ ของเหลวนอกเซลล์ยังแบ่งออกเป็น ส่วนต่างๆได้อีก 3 ส่วนคือ

- ของเหลวที่อยู่ระหว่างเซลล์เรียกว่า 8 _____

- ของเหลวที่เป็นส่วนประกอบของเลือดและน้ำเหลืองในระบบไหลเวียนโลหิตเรียกว่า 9 _____
- ของเหลวที่อยู่ในช่องว่างของร่างกายและระบบท่อต่างๆเรียกว่า transcellular fluid

น้ำในร่างกายในส่วนต่างๆมีการไหลเข้าออกส่วนต่างๆได้ตามแรงดัน ออสโมซิส (osmosis) และนอกจากนั้นยังมีการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายอยู่ทุกวันโดยสามารถสูญเสียน้ำออกได้หลายทาง ได้แก่

- 10 _____ ซึ่งสูญเสียน้ำออกขณะหายใจ
 11 _____ คือการระเหยออกเมื่อมีการขับเหงื่อ
 12 _____ สูญเสียน้ำออกกับมูล หรือการอาเจียน

Urinary tract คือการสูญเสียน้ำออกทางท่อทางเดินปัสสาวะในรูปของปัสสาวะ นอกจากนี้การสูญเสียน้ำในปริมาณเล็กน้อยออกทางการขับสารคัดหลั่งทางอวัยวะเพศ (vaginal discharge) และ 13 _____ ปริมาณน้ำในส่วนต่างๆของร่างกายมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นเมื่อมีการสูญเสียน้ำในส่วนต่างๆ ของร่างกาย สัตว์จึงมีการทดแทนโดยการดื่มน้ำให้เพียงพอในแต่ละวัน ร่างกายมีการควบคุมการสูญเสียน้ำโดยทางระบบ 14 _____ และระบบทางเดินอาหาร ในขณะการสูญเสียน้ำออกทางระบบทางเดินหายใจและผิวหนังไม่สามารถควบคุมได้ เรียกว่า 15 _____

กิจกรรม

คำถามที่ 2.3 จงบอกปริมาณการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายสัตว์ทางต่างๆในหนึ่งวัน (24 ชม.)

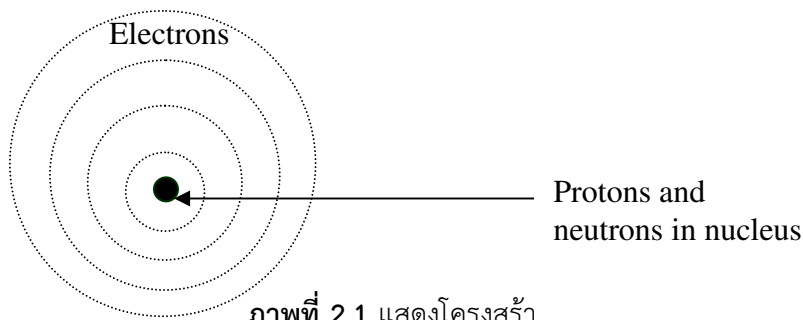
ดังต่อไปนี้ ในหน่วย มิลลิลิตร ต่อ น้ำหนักสัตว์ 1 กิโลกรัม

ทางสูญเสียน้ำ	มิลลิลิตร ต่อน้ำหนักสัตว์ 1 กิโลกรัม ต่อวัน
Breathing	_____
Sweating	_____
Feces	_____
Urine	_____

ประเด็นสำคัญ:

1. แร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของร่างกายนั้น อยู่ในรูปของ ประจุ หรือ ไอออน (ions)
2. ตัวอย่างแร่ธาตุที่พบในร่างกายเช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียม (calcium, phosphorus, potassium and sodium)
3. ไอออน คือ อะตอมที่มีประจุ
4. อะตอม ประกอบด้วย นิวเคลียส (nucleus) ภายในนิวเคลียสเป็น นิวตรอน (Neutrons) และประจุบวกที่เรียกว่า โปรตอน (Protons) และวงรอบนอกนิวเคลียส 1 วงหรือมากกว่า โดยวงรอบนอกเป็นวงจรประจุลบของ อิเล็กตรอน (electrons)
5. ถ้าอะตอมใด ๆ มีจำนวนอิเล็กตรอน มากกว่าจำนวนโปรตอน อะตอมนั้นจะมีประจุเป็นลบ เรียกว่า แอนไอออน(anion)

6. ถ้าอะตอมใด ๆ มีจำนวนโปรตอนมากกว่าจำนวนอิเล็กตรอน อะตอมนั้นมีประจุเป็นบวก เรียกว่า แคตไอออน (cation)
7. สารที่ละลายน้ำและแตกตัวให้ประจุ เรียกสารนั้นว่า อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte)



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้าง

จับคู่

คำถามที่ 2.4 จงเลือกหมายเลขทางด้านขวามือเติมลงหน้าข้อความทางด้านซ้ายมือ ที่มีความสัมพันธ์กัน

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| _____ แร่ธาตุ คือ | 1. อะตอมที่มีประจุบวก |
| _____ ไอออน คือ | 2. อะตอมที่มีประจุลบ |
| _____ Cations คือ | 3. สารที่แตกตัวให้ประจุเมื่อละลายน้ำ |
| _____ Anions คือ | 4. อะตอมที่มีประจุ |
| _____ electrolytes คือ | 5. พบในร่างกายในรูปของไอออน |

กิจกรรม

คำถามที่ 2.5 จงเขียนสัญลักษณ์ ทางเคมีของ ไอออน ที่กำหนดให้พร้อมทั้งบอกชนิดของประจุ(+ หรือ -)

ไอออน	สัญลักษณ์	ชนิดประจุ (+ หรือ -)
Sodium	_____	
Chlorine	_____	
Potassium	_____	
Calcium	_____	
Phosphorus	_____	
Magnesium	_____	

กลไกการควบคุมสมดุลของร่างกาย (Homeostatic mechanism)

ประเด็นสำคัญ:

1. Homeostasis คือ การควบคุมสภาวะต่างๆในร่างกายให้อยู่ในจุดที่เหมาะสมที่สุดในการทำงานของร่างกายให้ดีที่สุด
2. กลไกการควบคุมสภาวะต่างๆของร่างกายให้เหมาะสมนั้นมีกลไกหลายอย่าง เช่น
 - a. การควบคุมสมดุลของของเหลวในร่างกายใน ทุกๆส่วน เรียก homeostasis นี้ว่า osmoregulation
 - b. การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้เหมาะสมและคงที่ เรียกว่า thermoregulation
 - c. การขับของเสียออกจากร่างกายป้องกันการสะสมพิษในร่างกาย
 - d. การควบคุมสมดุลกรด- ด่าง (pH) ในร่างกายให้คงที่ เรียกว่า buffer systems
 - e. การควบคุมความดันเลือดให้คงที่
 - f. การควบคุมขบวนการเมตาโบลิซึมต่างๆของร่างกายให้เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมและถูกต้องตามความจำเป็นของร่างกาย
3. มีขบวนการควบคุมสมดุลของร่างกายดังกล่าวข้างต้นหลายอย่างที่ เป็นการทำหน้าที่ของไต
4. การควบคุมสมดุลของร่างกายดังกล่าวยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมแบบย้อนกลับจากระบบร่างกายระบบหนึ่งไปยังอีกระบบหนึ่งเพื่อเป็นการส่งข้อมูลให้กัน โดยอาศัย ระบบฮอร์โมนหรือระบบต่อมไร้ท่อ (endocrine system) และระบบประสาท (nervous system)

กิจกรรม		
แบบฝึกหัดที่ 2.6 จงเติมคำตอบที่ถูกต้องเกี่ยวกับค่าปกติที่ร่างกายสัตว์จะต้องควบคุมไว้ให้คงที่		
ค่าที่วัด	โค	สุกร
อุณหภูมิของร่างกาย		
pH ของของเหลวในร่างกาย		
ปริมาณการขับออกของปัสสาวะ(urine output)		
ค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ		
ปริมาณของเหลวที่สัตว์กินต่อวัน		

เมตาโบลิซึม (Metabolism)

ประเด็นสำคัญ :

1. เมตาโบลิซึม คือ ขบวนการหรือปฏิกิริยาทางเคมีทั้งหมดที่เกิดขึ้นในร่างกาย
2. ปฏิกิริยาทางเคมีในร่างกายประกอบด้วย:
 - a. ปฏิกิริยาแอนนาโบลิก(Anabolic reaction)) ได้แก่ ปฏิกิริยาการสร้างหรือสังเคราะห์สารจากที่มีความซับซ้อนน้อยให้ได้สารที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น โดยใช้พลังงาน หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นขบวนการสร้างหรือสังเคราะห์นั่นเอง

- b. ปฏิกิริยาคาตาโบลิก (Catabolic reaction) เป็นปฏิกิริยาการสลายสารที่มีความซับซ้อนมากให้ได้สารที่มีความซับซ้อนน้อยลง โดยมีการปลดปล่อยพลังงาน
3. สารต่างๆที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาทั้งสองดังกล่าวข้างต้น เรียกว่า เมตาโบไลต์ (metabolite) ซึ่งได้จากสารอาหารนั่นเอง
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือ การเกิดขบวนการเมตาโบลิซึม ในขณะที่สัตว์อยู่ในสภาวะพักปกติ ไม่เจ็บป่วย ไม่เครียด อากาศไม่ร้อน และหนาวเกินไป เรียกว่า basal metabolic rate หรืออักษรย่อคือ BMR

อักษรไขว้

แบบฝึกหัดที่ 2.7 จงเลือกเติมอักษรภาษาอังกฤษลงในช่องสี่เหลี่ยมเพื่อให้ได้คำที่มีความหมายตามกำหนดในแต่ละข้อ

1					B									
2					O									
3					D									
4					Y									
5					C									
6					O									
7					M									
8					P									
9					O									
10					S									
11					I									
12					T									
13					I									
14					O									
15					N									

- ช่องว่างของร่างกายที่มีของเหลวในร่างกายที่เรียกว่า transcellular fluid
- แร่ธาตุจัดอยู่ในกลุ่มของสารนี้
- สภาวะที่ pH ในร่างกายต่ำกว่าปกติ
- pH ย่อมาจาก per _____
- functional unit ที่เล็กที่สุดในร่างกาย
- จำนวนเปอร์เซ็นต์ของ ICF ที่พบในร่างกาย
- Magnesium และ potassium จัดอยู่ในกลุ่มนี้
- หน่วยวัดความเป็นกรดและด่างของสาร

- ขบวนการเคลื่อนที่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของน้ำ
- ชื่อแร่ธาตุ Na
- ทางสูญเสียน้ำที่เกิดจากการขับออกจากไต
- คำศัพท์ที่มีความหมายว่า นอกเซลล์
- ชื่อแร่ธาตุ Ca
- มีของเหลวที่เรียกว่า Plasma
- อะตอมที่มีประจุ

บทปฏิบัติการที่ 3

เซลล์ (Cells)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเซลล์
2. โครงสร้างและหน้าที่โดยทั่วไปของเซลล์
3. ขบวนการที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ (cellular processes)
4. การแบ่งเซลล์ (cell division)

ในท้ายบทจะเป็นแบบฝึกหัดทบทวนความรู้เกี่ยวกับเซลล์ทั้งหมด

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 2 ในเรื่องเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่โดยทั่วไปของเซลล์ ขบวนการที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ (cellular processes) การแบ่งเซลล์ (cell division)
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 1 กระดาษสไลด์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

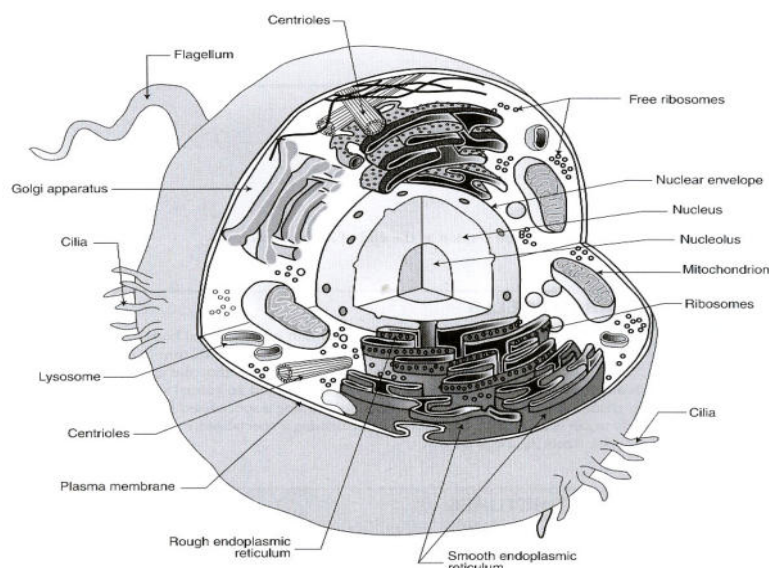
ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเซลล์ (facts about cells) ประเด็นสำคัญ :

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. เซลล์คือหน่วยที่ทำหน้าที่(functioning unit)ในร่างกายที่เล็กที่สุด 2. เซลล์มีขนาดเล็กและไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ในการดู ขนาดของเซลล์แต่ละชนิดแตกต่างกันไป แต่โดยเฉลี่ยแล้วมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.02 มิลลิเมตร 3. เซลล์มีอายุการทำงานที่แน่นอน และมีการตายหรือถูกทำลาย | <ol style="list-style-type: none"> 4. เซลล์ในร่างกายสัตว์มีการตายและการสร้างขึ้นมาทดแทนอยู่ตลอดเวลา และตลอดอายุขัยของสัตว์ 5. เซลล์หลายๆ เซลล์รวมกันกลายเป็นเนื้อเยื่อเพื่อทำหน้าที่เฉพาะ และทำหน้าที่หลายๆอย่าง 6. เนื้อเยื่อหลายๆเนื้อเยื่อรวมกันกลายเป็นอวัยวะ เพื่อทำหน้าที่เฉพาะ หรือหลายหน้าที่ที่ซับซ้อนขึ้น 7. คำนำหน้าคำศัพท์เทคนิค ที่มีความหมายว่าเซลล์ คือ cyte- |
|--|--|

โครงสร้างและหน้าที่โดยทั่วไปของเซลล์ ประเด็นสำคัญ :

1. ร่างกายสัตว์ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิดและทำหน้าที่แตกต่างกันไป แต่อย่างไรก็ตามส่วนมากแล้วมีโครงสร้างพื้นฐานที่คล้ายกัน
2. ส่วนหนึ่งของโครงสร้างภายในเซลล์ที่มีความสำคัญต่อการทำหน้าที่ของเซลล์เรียกว่า organelles หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นอวัยวะ (organs) ของเซลล์ นั่นเอง (organ + cell = organelles)

3. โครงสร้าง อื่นที่อาจพบได้ภายในเซลล์นอกเหนือจาก organelles เรียกว่า inclusion bodies ซึ่งอาจเป็นโครงสร้างที่ปกติ เช่น เม็ดสี melanin ในเซลล์ melanocyte ของผิวหนัง หรืออาจเป็นเชื้อโรค เช่น Negri body (ไวรัส) ซึ่งพบในเซลล์สมองของสัตว์ที่เป็นโรคพิษสุนัขบ้า



ภาพที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

แบบฝึกหัดที่ 3.1 จงเลือกอักษรหมายเลขทางด้านขวามือเติมลงหน้าข้อความทางด้านซ้ายมือ ที่มี ความสัมพันธ์กัน

___ สร้าง centrioles ขึ้น 2 centrioles และเกี่ยวข้องกับการเจริญพันธุ์ หรือการแบ่งเซลล์	a. Cell membrane
___ ช่องว่างในไซโทพลาสซึม , เกิดขึ้นเนื่องจากการโอบล้อมอนุภาคภายในเซลล์	b. Mitochondria
___ ชั้นรอบนอกและหุ้มเซลล์ ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่าน สารเข้าออกเซลล์ซึ่งสามารถเข้าออกเซลล์โดยผ่านขบวนการแพร่หลาย ๆ แบบ	c. Centrosome
___ เยื่อ ที่ทำหน้าที่ล้อมรอบ และเอาสิ่งแปลกปลอมที่เป็นอันตรายภายในเซลล์ออกนอกเซลล์	d. Golgi complex
___ ระบบท่อที่ทำหน้าที่เก็บสารต่างๆ	e. Nucleus
___ ชนิดหยาบ- เป็นตำแหน่งที่มีการสังเคราะห์โปรตีน โดยมีไรโบโซมเกาะติด ชนิดเรียบ- เป็นตำแหน่งที่มีการสังเคราะห์ไขมัน	f. Lysosome
___ เป็นลักษณะคล้ายวุ้น (Jelly-like substance) ทำให้เซลล์คงรูปร่างอยู่ได้ บรรจุ นิวเคลียส และ สารต่างๆ เช่น กลูโคส และ เกลือแร่	g. Endoplasmic reticulum
___ เยื่อที่ทำหน้าที่ปลดปล่อยพลังงานให้เซลล์	h. Cytoplasm
___ ภายในบรรจุ โครโมโซม ที่ทำหน้าที่เก็บรหัสข้อมูลพันธุกรรม และ มีเยื่อหุ้มที่เป็นโรงงานผลิต ไรโบโซ ไม่พบในเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่แล้ว	i. Vacuole

ขบวนการที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ (cellular processes)

ประเด็นสำคัญ:

1. มีหลายขบวนการของสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ ทั้งนี้ขบวนการที่เกิดขึ้นเป็นการทำหน้าที่ของเซลล์แต่ละเซลล์ และมีความจำเป็นต้องใช้พลังงาน มีการขับของเสีย การหายใจ และสืบพันธุ์
2. สภาวะปกติมีการนำสารเข้าออกเซลล์ตลอดเวลาทั้งนี้เพื่อให้เซลล์นั้นๆ คงสภาพที่เหมาะสมและทำหน้าที่ได้ตลอดเวลา และยาวนาน สำหรับการนำสารเข้า-ออกเซลล์นั้นมีหลายวิธีที่เกิดขึ้นได้ ได้แก่
 - a. การแพร่ผ่านโดยไม่ใช้พลังงาน เรียกว่า passive transport mechanism ได้แก่
 - i. การออสโมซิส (Osmosis) เป็นการแพร่ของน้ำจากสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ (มีน้ำมาก) ผ่านเยื่อเลือกผ่าน (semipermeable membrane) ไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นมาก (มีน้ำน้อย)
 - ii. การแพร่ (Diffusion) เป็นการแพร่ของอนุภาคในสารละลายจากที่มีความเข้มข้นมากผ่านเยื่อเลือกผ่านไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นของอนุภาคในสารละลายนั้น
 - iii. การแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของโมเลกุลโดยอาศัยตัวพา (carrier) เรียกการแพร่ผ่านนี้ว่า facilitated transport
 - b. การขนส่งสารเข้า-ออกเซลล์โดยใช้พลังงาน เรียกว่า active transport mechanism :
 - i. เป็นการขนส่ง อนุภาคของสารละลายจากที่มีความเข้มข้นของอนุภาคนั้นต่ำผ่านเยื่อเลือกผ่านไปยังสารละลายที่มีความเข้มข้นของอนุภาคนั้นสูงโดยอาศัยพลังงานในการปั๊ม ตัวอย่างเช่น ในสภาวะปกติ ความเข้มข้นของ Na^+ นอกเซลล์จะสูงกว่าภายในเซลล์ เสมอ ในขณะที่ ความเข้มข้นของ K^+ ภายในเซลล์จะสูงกว่านอกเซลล์เสมอเช่นกัน ซึ่งเยื่อหุ้มต้องปั๊มเอา Na^+ ในเซลล์ออกนอกเซลล์ และ K^+ นอกเซลล์ เข้าในเซลล์ อยู่เสมอ เพื่อการรักษาลักษณะปกติอย่างนี้อยู่ได้
 - c. การนำสารเข้าเซลล์ที่เรียกว่า endocytosis เป็นการนำสารเข้าเซลล์โดยอาศัยการเข้าโอบล้อมของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งเกิดขึ้นได้ในกรณีของการนำสารจำพวก ฮอร์โมน (hormones) สารภูมิคุ้มกัน (immunoglobulins) และ สิ่งแปลกปลอม (foreign body) เช่น ไวรัส
 - i. การนำสารที่เป็นของแข็งเข้าเซลล์จะยื่นเยื่อหุ้มเซลล์ออกมาโอบล้อม เรียกว่า phagocytosis หรือการใช้เท้าเทียม
 - ii. การนำสารชนิดเหลวเข้าเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์จะเหว้าเข้า เพื่อโอบล้อม เรียกว่า pinocytosis
 - d. การนำสารออกจากเซลล์ ที่เรียกว่า exocytosis เป็นการนำสารออกจากเซลล์การหุ้มล้อมสารนั้นโดยเยื่อหุ้มเซลล์ก่อนปลดปล่อยออกนอกเซลล์ กรณีนี้เกิดขึ้นได้ในการนำสารสื่อประสาทและ ฮอร์โมนออกจากเซลล์ผลิต

แบบฝึกหัดที่ 3.2 เติมคำลงในช่องว่าง

Concentrate	Higher
Less	Equalize
Gradient	Hypotonic
Water	Isotonic
Hypertonic	Cell membranes
Diffusion	More

เยื่อเลือกผ่าน หรือ semipermeable membrane จะยอมให้โมเลกุลของสารที่มีขนาดเล็กๆ ผ่านได้เท่านั้น (ให้นักศึกษานึกถึงกระดาษกรองที่ยอมให้อนุภาคของสารขนาดเล็กๆ เท่านั้นผ่านไปได้ เยื่อหุ้มเซลล์ หรือ 1.....มีคุณสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่านด้วย ถ้ามีสารละลายอยู่ทั้งสองด้านของเยื่อเลือกผ่าน โดยด้านหนึ่งมีปริมาณของโมเลกุลของสารสูงกว่าอีกด้านตรงข้าม ถือว่าสารละลายนั้นมี 2.มากกว่า ซึ่งตามกฎหมายฟิสิกส์ที่ว่าสารละลาย 2 ส่วนที่มีความเข้มข้นต่างกันจะมีการปรับ 3.....เพื่อให้ความเข้มข้นของทั้งสองข้างเท่ากัน ดังนั้นถ้าโมเลกุลของสารมีขนาดเล็กพอ โมเลกุลสารนั้นก็จะเคลื่อนที่ผ่านเยื่อเลือกผ่านจากด้านที่มีปริมาณของสารมากกว่าไปยังด้านที่มีปริมาณสารน้อยกว่า จนกว่าความเข้มข้นของสารนั้นจะเท่ากันทั้งสองข้าง ลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านของโมเลกุลของสารแบบนี้ว่า ขบวนการ 4.....การปรับให้สารละลายทั้งสองข้างมีความเข้มข้นของสารเท่ากันนอกจากขบวนการดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังสามารถเกิดการเคลื่อนที่ผ่านของ 5.....จากด้านที่มีความเข้มข้นของสาร 6.....ผ่านเยื่อเลือกผ่านไปทางด้านที่มีความเข้มข้นของสาร 7.....จนกระทั่งความเข้มข้นของสารละลายทั้งสองข้างเท่ากัน การเคลื่อนผ่านเยื่อเลือกผ่านลักษณะเรียกว่า osmosis แรงแดันออสโมซิส หรือ osmosis pressure คือแรงดันที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเข้มข้นของสารละลาย สารละลายที่มีความเข้มข้นมากจะมีแรงแดันออสโมซิส 8.....ซึ่งต่างจากแรงดันที่เกิดจากความแตกต่างของความเข้มข้นของสารละลายสองชนิด เป็นแรงดันเนื่องจาก 9..... สารละลายสองชนิดที่มีแรงแดันออสโมซิสเท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบกับเรียกว่า เป็นสารละลาย 10..... ในขณะที่สารละลายที่มีแรงแดันออสโมซิสสูงกว่า อีกสารละลายหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับ เรียกว่า สารละลายนั้นว่า สารละลาย 11.....หรือสารละลายที่มีแรงแดันออสโมซิสต่ำกว่าอีกสารละลายหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ เรียกว่า สารละลาย 12.....

การแบ่งเซลล์

ประเด็นสำคัญ

1. การแบ่งเซลล์ แบบ Mitosis เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนและสร้างเซลล์ของร่างกายใหม่ขึ้นมา ยกเว้นเซลล์สืบพันธุ์ ผลที่ได้จากการแบ่งเซลล์คือ เซลล์ลูก 2 เซลล์ และแต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมในนิวเคลียสเท่ากับกับจำนวนโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์แม่ เรียก จำนวนโครโมโซมลูกที่ได้เท่ากับของแม่ว่า diploid number
2. การแบ่งเซลล์แบบ Meiosis เป็นการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เกิดขึ้นในอวัยวะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เท่านั้น (อัณฑะและรังไข่) ผลที่ได้จากการแบ่งเซลล์คือ ได้เซลล์สืบพันธุ์ 4 เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมในนิวเคลียส เป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนโครโมโซมในนิวเคลียสเซลล์แม่ เรียก จำนวนโครโมโซมลักษณะนี้ว่า haploid number ซึ่งเมื่อเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียรวมกัน หรือ เกิดปฏิสนธิกัน จำนวนโครโมโซมก็จะกลับมาเท่ากับของเซลล์พ่อแม่
3. การแบ่งเซลล์แบบ mitosis เป็นลักษณะการแบ่งเซลล์รอบเดียว ในขณะที่ meiosis เป็นการแบ่งเซลล์ สองรอบ
4. การแบ่งเซลล์แบบ meiosis มีการไขว่กันของโครโมโซมเพื่อแลกเปลี่ยนพันธุกรรม เรียกการไขว่กันนี้ว่า 'crossing over'
5. การที่เซลล์ลูกหรือเซลล์สืบพันธุ์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์แบบ meiosis มีจำนวนโครโมโซมลดลงเป็น haploid บางครั้งอาจเรียกการแบ่งเซลล์แบบ meiosis ได้อีกอย่างหนึ่งว่า การแบ่งเซลล์แบบ 'reduction division'
6. เซลล์สืบพันธุ์ 4 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งเซลล์ในสัตว์เพศเมีย มีเพียงเซลล์เดียวเท่านั้นที่เจริญและกลายเป็นไข่ เพื่อปฏิสนธิ ในขณะที่ อีก 3 เซลล์จะฝ่อไป กลายเป็น polar bodies

หลักการจำ

ไมโทซิสเกิดขึ้นที่ ตัว

ไมโอซิสเกิดขึ้นที่โอวารี (ovary) และ อัณฑะ

บทปฏิบัติการที่ 4

เนื้อเยื่อร่างกาย (Body tissues)

เนื้อหา

- ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับหน้าที่ของเนื้อเยื่อร่างกาย
- เนื้อเยื่อบุผิว (epithelial tissue)
- เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue)
- เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Muscle tissue) (ศึกษาเพิ่มเติมในบทที่ 4 ระบบกล้ามเนื้อ)
- เนื้อเยื่อประสาท (nerve tissue) (ศึกษาเพิ่มเติมในบทที่ 3 ระบบประสาท)

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 2 ในเรื่องเกี่ยวกับ เนื้อเยื่อบุผิว (epithelial tissue) และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue)
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 2 กระดาษสไลด์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับหน้าที่ของเนื้อเยื่อร่างกาย

ประเด็นสำคัญ:

1. เนื้อเยื่อร่างกายเป็นการรวมของเซลล์หลายเซลล์ เพื่อทำหน้าที่ที่ซับซ้อนและเฉพาะมากขึ้น
2. เนื้อเยื่อหลายเนื้อเยื่อรวมกันทำหน้าที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นและเฉพาะยิ่งขึ้นกลายเป็นอวัยวะ
3. เนื้อเยื่อร่างกายของสัตว์มี 4 ชนิดคือ
 - a. เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (muscle tissue)
 - b. เนื้อเยื่อประสาท (nerve tissue)
 - c. เนื้อเยื่อบุผิว (epithelial tissue)
 - d. เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue)
4. เนื้อเยื่อในร่างกายทั้งหมด จะถูกจัดอยู่ใน 1 ใน 4 กลุ่มนี้

วิธีการจำ

Mum never eats cake

Muscle

Nerve

Epithelial

Connective

เนื้อเยื่อผิวหนัง (epithelial tissue)

ประเด็นสำคัญ:

1. เนื้อเยื่อผิวหนังจะบุหรือ คลุมอยู่ที่ผิวของอวัยวะ และช่องว่าง
2. ประกอบด้วยสองชนิดคือ
 - a. เนื้อเยื่อผิวหนังแบบง่าย (simple) คือ ชนิดที่กลุ่มเซลล์เรียงกันชั้นเดียว มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน เรียก simple epithelial
 - b. เนื้อเยื่อผิวหนังที่มีโครงสร้างซับซ้อน (compound) คือ ชนิดที่กลุ่มเซลล์วางซ้อนกันมากกว่า 1 ชั้น เรียก stratified epithelial
3. ต่อมต่างๆในร่างกายมีโครงสร้างเป็น เนื้อเยื่อผิวหนังชนิดหนึ่ง
4. เยื่อเมือกเหนียว (mucous membrane) ในระบบท่อต่างๆของร่างกาย เช่น ระบบทางเดินอาหาร ระบบสืบพันธุ์ เป็นเนื้อเยื่อผิวหนัง ที่ทำหน้าที่สร้างเมือกเหนียวเพื่อเคลือบผิวป้องกันการเสียดสี
5. เยื่อเมือกใสคล้ายซีรัม (สื่อน้ำฟางข้าว) (serous membrane) ในเยื่อผิวหนังช่องว่างในร่างกายทำหน้าที่สร้างน้ำเหลวใสคล้ายซีรัมมาหล่อลื่นอวัยวะภายในป้องกันการยึดติดกัน และลดแรงเสียดสี
6. เนื้อเยื่อผิวหนังในร่างกายส่วนมากแล้ว เรียกว่า *epithelium* แต่ เยื่อผิวหนังที่บุผิวของหัวใจ หลอดเลือด และ ท่อน้ำเลือด เรียกเรียกว่า *endothelium*

เติมคำลงในช่องว่าง

แบบฝึกหัดที่ 4.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

foot pads	alveoli
reduced	ureter
keratin	urine
cilia	liver
basement	oviduct
genital	goblet

Simple Epithelial Tissue

Simple epithelial tissues เป็นเนื้อเยื่อผิวหนังที่มีกลุ่มเซลล์เรียงเป็นแถวเดียวบน (1)..... membrane ซึ่งมี ทั้งหมด 3 ชนิด คือ simple squamous, cuboidal และ columnar โดยเนื้อเยื่อผิวหนังชนิด simple squamous epithelial เป็นเนื้อเยื่อผิวหนังที่บาง เซลล์ชั้นเดียวมีลักษณะคล้ายรูปกระสวย บูดุตามผิวอวัยวะที่ไม่ให้เกิดการยึดติดกันของอวัยวะ ตลอดจนอวัยวะที่มีสสารไหลผ่าน เช่น เนื้อเยื่อผิวหนังของเยื่อผนังช่องท้อง (peritonium membrane) ช่องอก (pleural membrane) และ เยื่อหุ้มอวัยวะภายใน (visceral membrane) หรือพบได้ที่ผนังเส้นเลือด และ (2)..... Cuboidal หรือ cubical epithelial tissue เป็นเนื้อเยื่อผิวหนังชนิดพิเศษ และพบได้ที่ ท่อน้ำลาย และ (3)..... โดยเซลล์มีรูปร่างคล้ายลูกบาศก์ เรียงกันชั้นเดียว

(Cubic) ส่วน simple columnar epithelial tissue นั้นเซลล์มีลักษณะเป็นทรงสูง ส่วนมากที่ผิวเซลล์มีขนเล็กๆ เรียกว่า (4)..... จึงเรียกว่า ciliated columnar epithelial tissue และนอกจากนี้อาจพบเป็นเซลล์ที่เรียกว่า (5).....ในเนื้อเยื่อ ซึ่งเซลล์นี้เป็นเซลล์เดี่ยวและเป็นต่อม (single-celled glands) ผลิตน้ำเมือกเหนียว (mucus) ปล่อยออกสู่ผิวนอกและถูกพัดโบกให้เคลื่อนที่กระจายทั่วผิวโดย ซีเลีย (cilia) ลักษณะการมีน้ำเมือกและการพัดโบกของ ซีเลียเช่นนี้นับว่าเป็นประโยชน์ ตัวอย่างเช่น ที่เยื่อช่องจมูก มีซีเลีย และเยื่อเมือกคอยพัดและนำพาเอาสิ่งแปลกปลอมไม่ให้ลงสู่ระบบท่อทางหายใจส่วนล่าง ระบบการนำพาลักษณะนี้คล้ายกับระบบ สายพาน นอกจากนี้ยังพบเนื้อเยื่อผิวหนังชนิดนี้ได้ที่ (6)ซึ่งคอยพัดโบกให้ไข่ หรือเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียเคลื่อนที่ไปตามท่อได้ และพบได้ในระบบทางเดินอาหารด้วยเช่นกัน

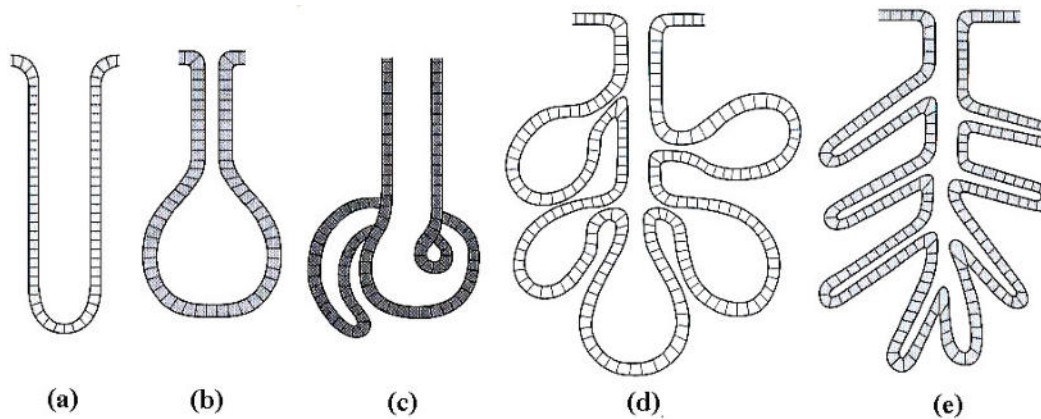
Compound Epithelial Tissue

Compound epithelial tissues คือเนื้อเยื่อผิวหนังที่มีกลุ่มเซลล์เรียงซ้อนกันมากกว่าหนึ่งแถวบน basement membrane ซึ่งมี 2 ชนิด ได้แก่ stratified squamous และ transitional โดย stratified squamous epithelial tissue มีเซลล์แถวชั้นบนสุดด้านผิวของเนื้อเยื่อมีลักษณะคล้ายกระสวย พบได้ที่ บริเวณที่จะเกิดการหลุดลอกของผิวจากการเสียดสีได้ เช่น ช่องปาก และ (7)..... เนื้อผิวหนังด้านนอก ก็จัดเป็น เนื้อเยื่อผิวหนัง ชนิด stratified squamous epithelial tissue แต่ด้านบนมีสารโปรตีนแข็งและเหนียว เรียกว่า (8)..... เคลือบอยู่ ในปริมาณที่แตกต่างกันในผิวหนังแต่ละที่ ซึ่งเป็นเหตุผลให้ผิวมีลักษณะปรากฏแตกต่างกัน บริเวณที่พบมีโปรตีนดังกล่าวในปริมาณที่มากได้แก่ (9).....ของสุนัข ส่วน transitional epithelial tissue รูปร่างของเซลล์ไม่แน่นอนขึ้นกับการยืดและหดของเนื้อเยื่อ พบได้ที่ (10)..... กระเพาะและท่อทางเดินปัสสาวะ ซึ่งเนื้อเยื่อนี้สามารถหดและขยายได้อย่างมาก ซึ่งเป็นประโยชน์ในการเก็บกัก (11).....ในกระเพาะปัสสาวะได้มากเมื่อมีการกั้นปัสสาวะ เมื่อมีปัสสาวะในกระเพาะอย่างมากจำนวนชั้นของเซลล์ของเนื้อเยื่อก็คือ (12).....

กิจกรรม

แบบฝึกหัด 4.2 ต่อมต่างๆในร่างกายเป็นถือเป็นโครงสร้างเนื้อเยื่อผิวหนังที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์และหลั่งสารเหลว โดยคำศัพท์เทคนิคที่ใช้นำหน้า (prefix) คำอื่นที่มีความหมายเกี่ยวกับต่อม คือ adeno-ซึ่งต่อมในร่างกายแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ ต่อมมีท่อ (exocrine gland) และ ต่อมไร้ท่อ (edocrine gland) จงเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ลักษณะ	ต่อมมีท่อ	ต่อมไร้ท่อ
สารที่หลั่งจากต่อม		
การนำสารคัดหลั่งสู่อวัยวะเป้าหมาย		
ความห่างของต่อมกับอวัยวะเป้าหมาย		



ภาพที่ 4.1 แสดงชนิดของต่อมมีท่อ แบ่งตามลักษณะโครงสร้างทางจุลกายวิภาค ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆคือ ต่อมที่มีโครงสร้างแบบง่าย (simple) และมีโครงสร้างซับซ้อน (compound) จากรูป (a), (b) และ (c) เป็นชนิด โดย (a) เรียกว่า simple ซึ่ง (a) เรียกว่า simple tubular gland พบได้ที่ ต่อมที่กระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก, (b) เรียกว่า simple alveolar (saccular) gland พบได้ที่ ต่อมไขมัน (sebaceous glands) ใต้ผิวหนัง ส่วน (c) เรียกว่า simple coiled gland พบได้ที่ ต่อมเหงื่อที่ จมูก และ ฝ่าเท้า ของสุนัข ในขณะที่ (d) และ (e) เป็นชนิด compound ซึ่ง (d) เรียกว่า compound alveolar glands พบได้ที่ ต่อมน้ำลาย และ (e) เรียกว่า compound tubular gland พบได้ในต่อมที่ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenal glands)

เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue)

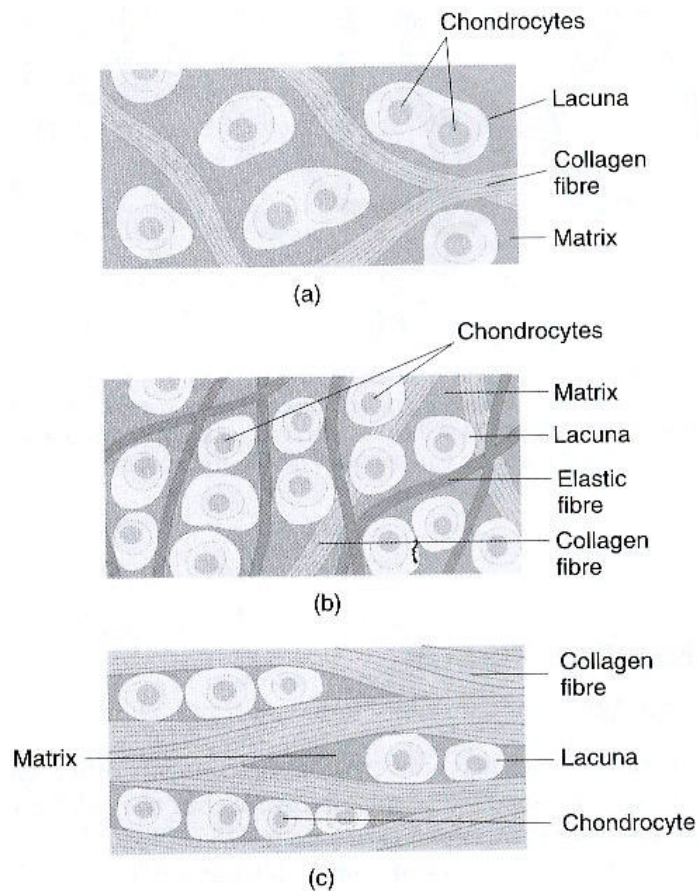
ประเด็นสำคัญ :

- เนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ในการยึดเหนี่ยวเนื้อเยื่ออื่นๆให้ติดอยู่ด้วยกัน ตามชื่อที่เรียก ว่าเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
- เป็นเนื้อเยื่อที่มีโครงสร้างเหนียว ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ๆ คือ
 - เซลล์ ซึ่งส่วนใหญ่คือ เซลล์สร้างเส้นใยเรียกว่า fibroblast และอาจมีเซลล์อื่น เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาว เซลล์ไขมัน (adipose cell)
 - เส้นใย (fiber) ได้แก่ เส้นใยคอลลาเจน (collagen fiber) และเส้นใย อีลาสติน (elastic fiber)
 - สารพื้น หรือ เรียกว่า Matrix ซึ่งเป็นสารเหนียว โดยมีเซลล์และเส้นใยกระจายอยู่
- อาจแบ่งชนิดของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันตามความหนาแน่นของโครงสร้างภายในได้ 5 ชนิดคือ
 - เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดโปร่งบาง (loose connective tissue) มีโครงสร้าง บางๆ ไม่หนาแน่นมาก เส้นใยสร้างจาก fibroblast เป็น collagen fiber มีไม่มาก ได้แก่

พังผืดขาวไต้ผิวน้ำ (fascia) ที่เรียกว่า superficial fascia และพังผืดหุ้มอวัยวะต่างๆ

- b. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดแน่นทึบ (Dense connective tissue) มีส่วนประกอบของเส้นใย collagen fiber จำนวนมาก สร้างจาก fibroblast ทำให้เนื้อเยื่อแข็งแรงและเหนียวมาก พบได้ในเอ็นของกล้ามเนื้อยึดกระดูก (tendons) , เอ็นของกระดูกยึดกระดูก (ligaments) เยื่อพังผืดหนาที่หุ้มกล้ามเนื้อ เรียกว่า deep fascia
- c. กระดูกอ่อน (cartilage) เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มี matrix แข็งกว่า 2 ชนิดแรก เป็นเนื้อเยื่อที่สร้างจากมีเซลล์กระดูกอ่อนที่เรียกว่า chondrocyte โครงสร้างเนื้อเยื่อถูกล้อมรอบด้วย เยื่อหุ้มกระดูกอ่อน เรียกว่า perichondrium เส้นเลือดมาเลี้ยงเนื้อเยื่อสิ้นสุดที่ เยื่อหุ้มนี้ ภายในเนื้อเยื่อจึงได้รับอาหารจากการแพร่ผ่านจากเยื่อหุ้มเข้าสู่ภายใน แบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ
 - i. Hyaline cartilage พบได้เป็นส่วนมาก
 - ii. Fibrous cartilage พบได้ในกระดูกอ่อนส่วนที่ต้องการความแข็งแรง
 - iii. Elastic cartilage พบได้ในกระดูกอ่อนที่ต้องการความยืดหยุ่นสูง
4. เลือด (blood) (อ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในบทที่ 10 ระบบไหลเวียนโลหิต)
5. กระดูก (bone) (อ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้ในบทที่ 6 ระบบโครงร่าง)

Adipose tissue คืออะไร เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อเยื่ออะไรพบได้ที่ไหน
และสัตว์มีลักษณะอย่างไรจึงจะพบ adipose tissue ในปริมาณที่มาก



ภาพที่ 4.2 โครงสร้างของกระดูกอ่อนชนิดต่างๆ (a) กระดูกอ่อนชนิด Hyaline (b) กระดูกอ่อนชนิด Elastic (c) กระดูกอ่อนชนิด Fibrocartilage

แบบฝึกหัดที่ 4.3 จงเลือกกระดูกอ่อนที่ให้จัดลงในกลุ่มของกระดูกอ่อนให้ถูกต้อง

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| 1 epiglottis | 2 Pinnae |
| 3 Costal cartilage | 4 Early fetal skeleton |
| 5 Intervertebral disc | 6 Joint sockets |
| 7 Articular surfaces of joints | 8 Rhinarium |

Hyaline	Fibro	Elastic

แบบฝึกหัดที่ 4.4 ปริศนาอักษรไขว้

1		2			3					4	
5											
									6		
			7				8				
					9						10
11											
					12						
13											

ขวาง

- เนื้อเยื่อบุผิวที่บุด้านในของห้องหัวใจ เส้นเลือด และท่อน้ำเหลือง
- เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ที่มีลักษณะแข็ง (rigid matrix)
- เนื้อเยื่อร่างกายที่ทำหน้าที่ในการส่งคลื่นกระแสประสาท หรือ impulses
- ชื่ออีกชื่อหนึ่งของ เนื้อเยื่อ cubical epithelial tissue
- โปรตีนแทรกที่ผิวหนัง
- เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดแน่น (dense connective tissue)ที่เกิดขึ้นหลังจากแผลหาย

ลง

- โครงสร้างที่เป็นกระดูกอ่อนชนิด hyaline
- เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่พบได้ใน เอ็น ligaments
- สารที่หลั่งจากต่อมไร้ท่อ (edocrine)
- คำแนะนำคำศัพท์ที่มีความหมายเกี่ยวกับกล้ามเนื้อ
- อวัยวะที่บุด้วยเนื้อเยื่อบุผิวชนิด transitional epithelial tissue
- เอ็นที่ยึดระหว่างกล้ามเนื้อกับกระดูก
- ชื่ออีกชื่อหนึ่งของ loose connective tissue
- ชนิดของกระดูกอ่อนที่พบได้เป็นส่วนมากในร่างกาย

บทปฏิบัติการที่ 5

ระบบประสาท (nervous system)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบประสาท
2. เนื้อเยื่อประสาท (nerve tissue)
3. ระบบประสาทส่วนกลาง(central nervous system) และโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง
4. ระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral nervous system)
5. รีเฟล็กซ์ (reflexes)

วัตถุประสงค์การสอน

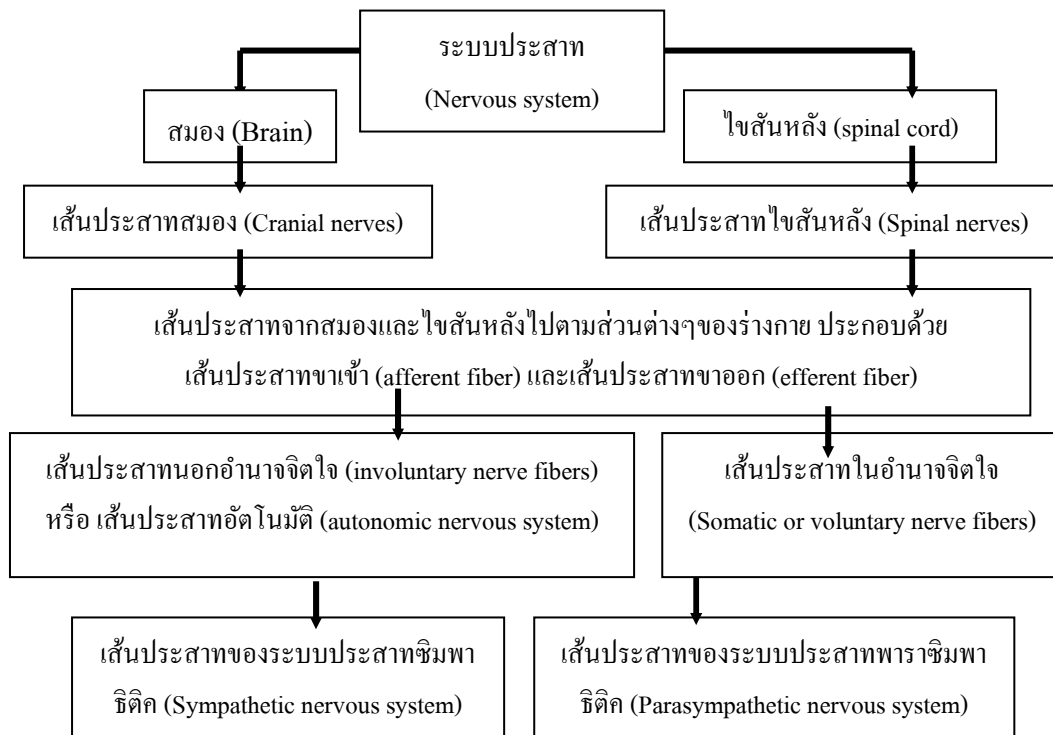
1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 3 ในเรื่องเกี่ยวกับ เนื้อเยื่อประสาท (nerve tissue) ระบบประสาทส่วนกลาง(central nervous system) และโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง ระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral nervous system) รีเฟล็กซ์ (reflexes)
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 3 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบประสาท

1. คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทจะขึ้นต้นด้วย neur-
2. หน้าที่หลักของระบบประสาทมี 4 ข้อดังนี้
 - a. รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายในร่างกาย เช่น จากระบบอื่นๆของร่างกาย
 - b. รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกในร่างกายสัตว์
 - c. ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ
 - d. ตอบสนองอย่างเหมาะสมต่อข้อมูลที่ได้รับ
3. ระบบประสาทแบ่งออกเป็นสองส่วนตามบริเวณที่อยู่ในร่างกาย คือ
 - a. ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมองและไขสันหลัง
 - b. ระบบประสาทส่วนปลาย ได้แก่ เส้นประสาทที่ออกจากสมองและไขสันหลัง ที่ไปเลี้ยงร่างกายส่วนต่างๆ



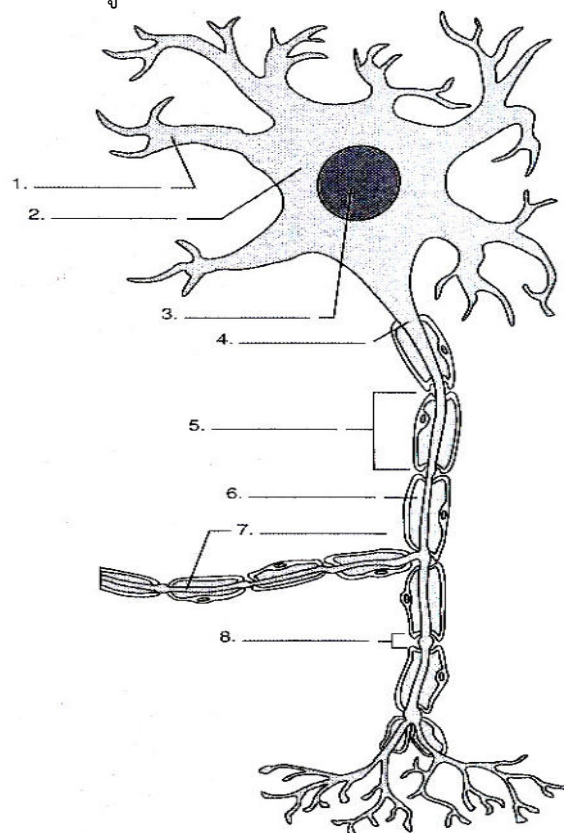
ภาพที่ 5.1 แผนผังแสดงโครงสร้างของระบบประสาท

เนื้อเยื่อประสาท

- เนื้อเยื่อประสาทเหมือนเนื้อเยื่ออื่นๆ คือ ประกอบด้วยเซลล์ ซึ่งเรียกว่า นิวรอน neurons ซึ่งเป็นเซลล์ประสาท
- เซลล์จะอยู่เป็นเครือข่ายและมีการประสานการทำงานโดยอาศัย คลื่นประสาท หรือ อิมเพรา (impulses)
- คลื่นประสาทจะส่งข้อมูลจากเซลล์ประสาทเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์ประสาทเซลล์หนึ่ง เพื่อส่งข้อมูลไปที่ต่างๆ ของร่างกาย
- เส้นใยประสาท (nerve fibers) คือ สายแอกซอน (axon) ที่ยื่นออกจากตัวเซลล์ประสาท
- เส้นประสาท(nerves) คือ กลุ่ม หรือมัดของเส้นใยประสาทที่รวมอยู่ด้วยกัน โดยมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหุ้มรอบ (connective tissue sheath)
- เส้นใยประสาทส่งความรู้สึก (sensory หรือ afferent nerve fiber) คือเส้นใยประสาทที่รับความรู้สึกหรือข้อมูลจาก
- เส้นใยประสาทส่งความรู้สึก (efferent nerve fiber) คือเส้นใยประสาทที่ส่งความรู้สึก หรือข้อมูลจากระบบประสาทส่วนกลางไปยังระบบประสาทส่วนปลาย

8. เส้นประสาท (nerves) แต่ละเส้น อาจรวมเอาเส้นใยประสาทส่งความรู้สึก
เส้นใยประสาทรับความรู้สึก หรือ ทั้งสองอย่าง
9. Grey matter คือ บริเวณที่มีสีเทา ในระบบประสาทส่วนกลาง
ซึ่งเป็นบริเวณที่ตัวเซลล์อยู่จำนวนมาก
10. white matter คือ บริเวณที่มีสีขาว ในระบบประสาทส่วนกลาง
ซึ่งเป็นบริเวณที่เส้นใยประสาทอยู่เป็นจำนวนมาก

แบบฝึกหัดที่ 5.1 จงเลือกคำตอบเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้องตามโครงสร้างของเซลล์ประสาท
ที่ให้มาตามรูปที่ 5.2



Nucleus	Schwann cell	Node of Ranvier	Cell body
Myelin sheath	Dendrite	Axon	Axon branch (collateral axon)

ภาพที่ 5.2 แสดงโครงสร้างของเซลล์ประสาท (Neuron)

แบบฝึกหัดที่ 5.2 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

- | | |
|---|------------------------|
| 1. ส่วนที่มีขนาดสั้นยื่นออกจากตัวเซลล์ประสาท ทำหน้าที่นำคลื่นกระแสประสาทเข้าสู่ตัวเซลล์ | Schwann cells |
| 2. ส่วนที่มีขนาดยาวยื่นออกจากตัวเซลล์ประสาท ทำหน้าที่นำคลื่นกระแสประสาทออกจากตัวเซลล์ | Nodes of Ranvier |
| 3. เซลล์ที่ทำหน้าที่สร้างเยื่อหุ้ม myelin sheath | Neuromuscular junction |
| 4. ช่องของ myelin sheath ที่ ยอมให้ออกซิเจน และสารอาหารผ่านเข้าออกได้ | Dendrites |
| 5. ส่วนของเซลล์ประสาทที่มี นิวเคลียส | Neuroglia |
| 6. เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท | Ganglion |
| 7. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดแน่นที่หุ้มรอบเส้นใยประสาทไว้ด้วยกัน | Synapse |
| 8. กลุ่มของตัวเซลล์ประสาทที่พบอยู่บริเวณระบบประสาทส่วนปลาย | Axons |
| 9. ช่องว่างระหว่างเซลล์ประสาทกับเซลล์ประสาท | Neurilemma |
| 10. ช่องว่างระหว่างเซลล์ประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อ | Neurotransmitter |
| 11. สารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นสารสื่อประสาท | Cell body |

ระบบประสาทส่วนกลาง(central nervous system) และโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง

1. คำย่อของระบบประสาทส่วนกลางคือ CNS
2. CNS ประกอบด้วยสมอง (brian) และไขสันหลัง (spinal cord) เท่านั้น
3. CNS ทำหน้าที่รวบรวม ประมวลผล และสั่งการให้เกิดการตอบสนองอย่างเหมาะสม ของกิจกรรมทางประสาททั้งหลาย

แบบฝึกหัดที่ 5.3 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

● cerebrospinal fluid ● hypothalamus ● cardiovascular ● cerebellum ● temperature control ● pons	● four ● cerebrum ● two ● cranial ● brainstem ● meninges	● ventricles ● thalamus ● pituitary gland ● longitudinal sulcus
--	---	--

ศูนย์กลางควบคุมร่างกาย คือสมอง โดยสมองอยู่ในช่องว่าง ที่เรียกว่า (1)..... cavity และถูกล้อมรอบด้วย เยื่อหุ้มสามชั้น เรียกว่า (2)..... นอกจากนี้แล้วยังมีช่องว่าง ภายในสมอง จำนวน (3)..... เรียกว่า (4)..... โดยภายในช่องว่างมีการสังเคราะห์ ของเหลวที่เรียกว่า (5)..... สมองส่วน (6)..... มีขนาดใหญ่กว่าสมองส่วนอื่นๆ และแบ่งออกเป็น (7)..... ส่วน ที่เรียกว่า cerebral hemispheres โดยอาศัย (8).....เป็นตัวแบ่ง ทำหน้าที่รับ ประมวลผล เก็บข้อมูลจากทั่วร่างกาย ส่วน โครงสร้างที่เรียกว่า (9).....เป็นโครงสร้างที่อยู่ทางด้านในส่วนของ cerebral hemispheres และทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงการนำเข้าสู่ข้อมูลสู่ cerebrum โครงสร้างที่ต่อจาก โครงสร้างนี้ไปทางด้านล่างเรียกว่า (10)..... ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับสรีรวิทยาพื้นฐาน ของร่างกาย เช่น ควบคุมความหิว ระบบสืบพันธุ์ และ (11).....นอกจากนี้ยัง เชื่อมโยงกับระบบต่อมไร้ท่อที่ต่อลงไทางด้านล่างของโครงสร้างนี้ และควบคุมการหลัง (12)..... โครงสร้างทางด้านหลังของสมองเรียกว่า(13).....ทำหน้าที่ ร่วมและประสานงานกับกิจกรรมการทำงานของกล้ามเนื้อ ส่วนโครงสร้างที่เรียกว่า (14).....และ medulla oblongata อยู่ทางด้านล่างเยื้องไปทางด้านหลัง ต่อเชื่อมกับไขสันหลัง โครงสร้างทั้งสองส่วนนี้อาจเรียกว่า(15).....โครงสร้างส่วน medulla oblongata เป็นศูนย์กลางควบคุมการหายใจ เป็นส่วนควบคุมการทำงานของระบบ หายใจและระบบ(16).....

ข้อสังเกต :

ในบางครั้งอาจแบ่งสมองออกเป็นสมองส่วนหน้า ส่วนกลาง และส่วนหลัง ซึ่งเป็นการแบ่งในทาง กายวิภาค โดยทั่วไป ถ้าแบ่งเป็นสามส่วนดังกล่าวข้างต้นสมองส่วนต่างๆจะอยู่ในส่วนต่างๆดัง ตารางที่ 8.1

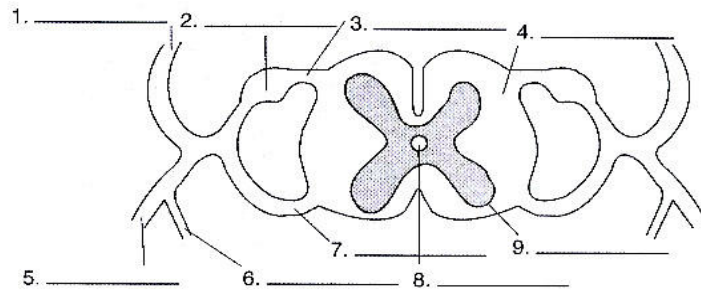
ตารางที่ 5.1 แบ่งสมองออกเป็นสมองส่วนหน้า กลาง และหลังตามการแบ่งแบบทั่วไป

สมองส่วนหน้า (Forebrain)	สมองส่วนกลาง (Midbrain)	สมองส่วนหลัง (Hindbrain)
Cerebrum	ตำแหน่งที่อยู่ระหว่าง	Pons
Thalamus	โครงสร้างอื่นๆ และทำหน้าที่	Cerebellum
Hypothalamus	เชื่อมโยงข้อมูลเชื่อมต่อกับ โครงสร้างอื่น	Medulla oblongata

ไขสันหลัง (The spinal cord)

1. ไขสันหลังทำหน้าที่ประสาน และเชื่อมโยง ข้อมูลจากทุกพื้นที่ของระบบประสาทในร่างกาย
2. ไขสันหลังอยู่ในส่วนของ แนวช่องกระดูกสันหลังที่เรียกว่า vertebral column
3. ไขสันหลังเป็นส่วนที่ยื่นต่อจากก้านสมอง (brainstem) ออกจากกระดูกศีรษะตรงช่อง foramen magnum
4. ไขสันหลังสิ้นสุดที่บริเวณกระดูกสันหลังช่วงเอว 2-3 ขึ้นสุดท้าย หลังจากนั้นจะแตกแยกย่อยออกเป็นเส้นประสาทเล็ก ดูแล้วมีลักษณะคล้ายปลายพู่ของหางม้า จึงเรียกส่วนนี้ว่า caudal equina
5. ไขสันหลังมีเยื่อหุ้ม สามชั้นเช่นเดียวกับสมอง เรียกว่า เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง (meninges)
6. เส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerve) จะแยกออกจากไขสันหลังด้านซ้ายและขวา เป็นคู่ บริเวณช่องว่างของรอยต่อกระดูกสันหลังแต่ละชิ้น

แบบฝึกหัดที่ 5.4 จากรูปวาดภาพตัดขวางของไขสันหลัง รูปที่ 8.3 ให้เลือกคำตอบที่ให้มาเติมในรูปภาพให้ถูกต้องตามโครงสร้างนั้น



Dorsal root	Grey matter	Ventral root	Nerve to epaxial region	To sympathetic chain
White matter	Nerve to hypaxial muscles, body wall and limbs	Central canal	Dorsal root ganglion	

ภาพที่ 5.3 รูปวาดแสดงภาพตัดขวางของไขสันหลัง

เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง (Meninges)

เยื่อหุ้มสมองและไขสันหลัง แบ่งออกเป็นสามชั้น ทำหน้าที่หุ้ม และป้องกันอันตรายจากการโดนทำลายของสมองและไขสันหลัง

แบบฝึกหัดที่ 5.5 เลือกลักษณะต่างๆที่ให้มาเติมลงในตารางให้ตรงตามเยื่อหุ้มสมองและสันหลัง

1. เยื่อหุ้มชั้นในสุด	2. ทางด้านล่างเป็นช่องว่างเรียกว่า subarchnoid space และมี น้ำสมองและไขสันหลัง (cerebrospinal fluid) บรรจุอยู่
3. ไม่เชื่อมติดสนิทกับช่องแนวกระดูกสันหลัง แต่จะมีช่องว่าง เรียกว่า epidural space	4. อาจเรียกว่า vascular membrane
5. โครงสร้างคล้ายใยเครือข่าย (web-like)	6. ชั้นนอกสุด
7. โค้งเว้าตามรอยหยักของสมอง	8. ชั้นกลาง
9. เยื่อบาง สองชั้น	

Dura mater	Arachnoid mater	Pia mater

แบบฝึกหัดที่ 5.6 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับของเหลวสมองและไขสันหลัง

Blood	cushions	protein
Ventricles	Subarachnoid space	Central canal
Cisterna magna	Atlanto-occipital	CSF

ของเหลวสมองและไขสันหลัง มีอักษรย่อเป็นภาษาอังกฤษ คือ (1)..... ซึ่งสีและองค์ประกอบของของเหลวสมองและไขสันหลังมีลักษณะคล้ายกับ (2)..... แต่มีส่วนประกอบของ (3)..... ต่ำกว่า ของเหลวสมองและไขสันหลังสังเคราะห์จากช่องว่างในสมอง เรียกว่า (4)..... และพบของเหลวได้ทั้งในส่วน (5).....ของไขสันหลัง และบริเวณ (6).....ของระบบประสาท CNS ของเหลวสมองและไขสันหลังทำหน้าที่ป้องกันและ (7)..... สมองและไขสันหลัง การสุมเก็บตัวอย่างของเหลวสมองและไขสันหลังในสัตว์สามารถเก็บได้จาก (8)..... โดยปักเข็มตรงบริเวณ(9).....ของสัตว์

ระบบประสาทส่วนปลาย (The Peripheral Nervous System)

1. ระบบประสาทส่วนปลายคือ ส่วนของเส้นประสาทและเซลล์ประสาททั้งหมดในร่างกายที่อยู่นอกสมองและไขสันหลัง หรืออาจกล่าวได้ว่า ส่วนของระบบประสาททั้งหมดที่ไม่ใช่สมองและไขสันหลัง
2. ระบบประสาทส่วนปลายมีอักษรย่อเป็นภาษาอังกฤษคือ PNS
3. ระบบประสาทส่วนปลายเป็นเครือข่ายของเส้นประสาท ทั้งเส้นประสาทขาเข้า (นำกระแสประสาทเข้าสู่ CNS) เรียกว่า efferent หรือ sensory nerve fiber และ ขาออก (นำกระแสประสาทออกจาก CNS สู่ระบบอวัยวะแสดงผลได้แก่ กล้ามเนื้อและต่อมต่างๆ) เรียกว่า afferent หรือ motor nerve fiber โดยเส้นประสาทต่างๆจะเชื่อมต่อกับสมองและไขสันหลัง โดยเส้นประสาทที่ต่อเข้าสมองก็เรียกว่าเส้นประสาทสมอง (cranial nerves) ต่อเข้าไขสันหลังก็เรียกเส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerves)
4. เส้นประสาทที่ทำหน้าที่นำกระแสประสาทภายใต้อำนาจจิตใจไปเลี้ยงอวัยวะที่ควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ ก็เรียกว่า เส้นประสาทภายใต้อำนาจจิตใจ (somatic nerves)
5. เส้นประสาทที่ทำหน้าที่นำกระแสประสาทนอกอำนาจจิตใจไปเลี้ยงอวัยวะที่ถูกควบคุมนอกอำนาจจิตใจ ก็เรียกว่า เส้นประสาทนอกอำนาจจิตใจ (visceral nerves)
6. เส้นประสาทนอกอำนาจจิตใจ อาจเรียกว่า ระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system, ANS)

เส้นประสาทสมองและไขสันหลัง (The spinal and cranial nerves)

ระบบประสาทส่วนปลายเชื่อมต่อระบบประสาทส่วนกลางโดยผ่านทางเส้นประสาทสมองและไขสันหลัง โดยส่วนใหญ่จะผ่านทางเส้นประสาทไขสันหลัง แต่อย่างไรก็ตามสัตว์มีเส้นประสาทสมองทั้งหมด 12 คู่โดยเชื่อมกับสมองตรงก้านสมอง (brain stem) โดยส่วนมากจะเลี้ยงอวัยวะบริเวณหัวและคอ

ระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nervous System)

ระบบประสาทอัตโนมัติเป็นชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งของระบบประสาทส่วนปลายที่ทำหน้าที่นอกอำนาจจิตใจ แบ่งออกเป็นสองระบบที่ทำหน้าที่ตรงข้ามกัน คือ ระบบประสาทอัตโนมัติ ซิมพาธิก (sympathetic) และ ระบบประสาทอัตโนมัติ พาราซิมพาธิก (parasympathetic)

รีเฟล็กซ์ (Reflexs)

1. รีเฟล็กซ์ คือ การตอบสนองต่อสิ่งเร้าอัตโนมัติ ที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ
2. รีเฟล็กซ์ที่ง่าย ที่สุดคือ รีเฟล็กซ์ไขสันหลัง (spinal reflexs) เป็น รีเฟล็กซ์ที่มีการส่งการที่ไขสันหลัง โดยสมองไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง

แบบฝึกหัดที่ 5.7 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง เกี่ยวกับเส้นประสาทสมองและอวัยวะที่เส้นประสาทไปเลี้ยง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

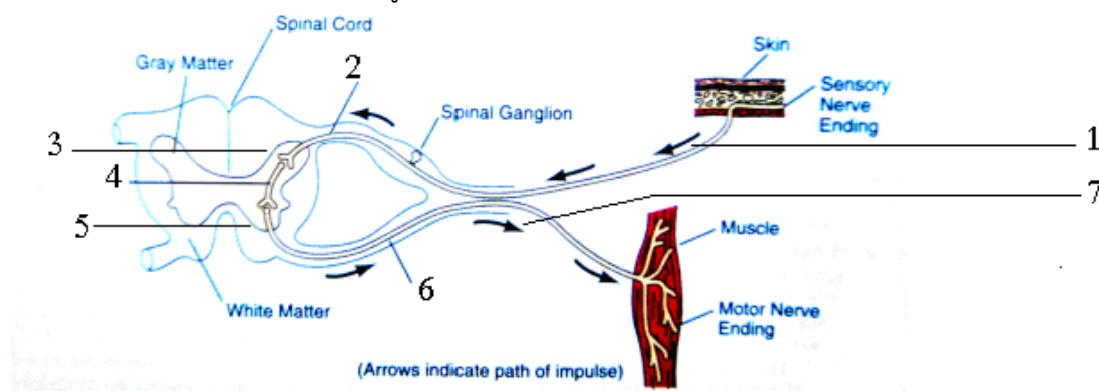
1. I. Olfactory	กล้ามเนื้อขากรรไกร
2. II. Optic	การได้ยินและการทรงตัว
3. III. Oculomotor	กล้ามเนื้อลูกตา
4. IV. Trochlear	ปากและคอหอย
5. V. Trigeminal	คอหอย กล่องเสียง คอ ออก และ ท้อง
6. VI. Abducens	กล้ามเนื้อลูกตา
7. VII. Facial	การมองเห็น
8. VIII. Vestibulocochlear	คอ
9. IX. Glossopharyngeal	การได้กลิ่น
10. X. Vagus	การแสดงสีหน้า
11. XI. Accessory	ลิ้น
12. XII. Hypoglossal	กล้ามเนื้อลูกตา

แบบฝึกหัดที่ 5.8 ให้นักศึกษาบอกถึงผลของการสั่งการระบบประสาทอัตโนมัติทั้งสองต่อหัวข้อที่ให้มาต่อไปนี้

	Sympathetic	Parasympathetic
อัตราการเต้นของหัวใจ		
อัตราการหายใจ		
เส้นเลือด		
การบีบตัวและเคลื่อนไหวของลำไส้		
รูม่านตา		

กิจกรรม

ให้นักศึกษา เขียนวงจร รีเฟล็กซ์ ตามรูปที่ 8.4 ข้างล่างนี้ลงในกระดาษ A4 และเขียน วิธีประสาท (pathway) ให้ถูกต้อง โดยเลือกคำตอบที่ให้มา



ภาพที่ 5.4 แสดงวงจรรีเฟล็กซ์อย่างง่าย

Efferent pathway

Afferent pathway

Motor nerve

Sensory nerve

Ventral root of spinal nerve

Dorsal root of spinal nerve

Intercalating neuron

บทปฏิบัติการที่ 6

ระบบต่อมไร้ท่อ (the endocrine system)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบต่อมไร้ท่อ
2. ต่อมใต้สมอง (pituitary gland)
3. ต่อมไทรอยด์ (thyroid gland)
4. ต่อมพาราไทรอยด์ (parathyroid glands)
5. ต่อมหมวกไต (adrenal glands)
6. ตับอ่อน (pancreas)
7. ต่อมในระบบสืบพันธุ์ (gonads)
8. ต่อมไร้ท่อในเนื้อเยื่ออื่นๆ

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 3 ในเรื่องเกี่ยวกับ ระบบต่อมไร้ท่อ
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 3 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบต่อมไร้ท่อ

1. ระบบต่อมไร้ท่อ ประกอบด้วย
 - a. ต่อมไร้ท่อ (endocrine glands) ซึ่งโครงสร้างของต่อมเป็นเนื้อเยื่อบุผิว ทำหน้าที่ผลิตสารที่เรียกว่า ฮอรโมน (hormones)
 - b. เนื้อเยื่ออื่นๆ ของร่างกายที่สามารถหลั่งสารฮอรโมนได้
 - c. เลือด ซึ่งทำหน้าที่นำเอาฮอรโมนจากต่อม ไปยังอวัยวะที่ฮอรโมนนั้นๆ จะออกฤทธิ์หรืออวัยวะเป้าหมาย (target organs)
2. สารฮอรโมน แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ
 - a. ฮอรโมนที่เป็นสาร สเตอรอยด์ (steroid hormones)
 - b. ฮอรโมนที่เป็นสารโปรตีน (protein hormones)
3. ระบบต่อมไร้ท่อ มีหน้าที่คือ ควบคุมระบบต่างๆ ของร่างกาย โดยอาจแบ่งหน้าที่ของระบบต่อมไร้ท่อตามผลที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้
 - a. ควบคุม และรักษาสมดุลของขบวนการเมตาบอลิซึม หรือปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย (metabolic function)

- b. ควบคุมการไหล หรือเคลื่อนที่ต่างๆ ของสารภายในร่างกาย (kinetic function)
 - c. ควบคุมพฤติกรรมของสัตว์ (behavioural function)
 - d. การเปลี่ยนรูปร่าง หรือโครงสร้างของเนื้อเยื่อในร่างกาย (morphogenetic function)
4. ฮอร์โมนหลายชนิด อาจทำหน้าที่ และก่อให้เกิดผลต่างๆ มากกว่า 1 ข้อ ดังที่กล่าวข้างต้น
5. การกระตุ้นให้เกิดการหลั่งของฮอร์โมน เกิดได้จากการกระตุ้นของ
- a. ระบบประสาท
 - b. ฮอร์โมนชนิดอื่นๆ
 - c. สภาวะแวดล้อมนอกเซลล์
6. การควบคุมการหลั่งของฮอร์โมน เป็นไปในลักษณะที่เรียกว่า การควบคุมแบบ ย้อนกลับ (feedback control) กล่าวคือ ผลที่เกิดขึ้นจากการทำงานของฮอร์โมนจะย้อนกลับไปควบคุมระดับการหลั่งฮอร์โมนนั้นๆ
7. การควบคุมย้อนกลับที่มีผลทำให้ฮอร์โมน หดหล่น หรือหล่นน้อยลง เรียกว่า negative feedback ซึ่งการควบคุมแบบนี้พบได้มากในสัตว์ เป็นระบบที่ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
8. การควบคุมย้อนกลับที่มีผลทำให้ฮอร์โมน หล่นมากขึ้น เรียกว่า positive feedback ซึ่งพบได้บ้างในร่างกายสัตว์ โดยเมื่อมีความจำเป็นในการเพิ่มระดับฮอร์โมนให้สูงถึงจุดที่จะผล เช่น การกระตุ้นให้เกิดการตกไข่

ต่อมใต้สมอง (pituitary gland)

1. ต่อมใต้สมองอยู่ที่บริเวณฐาน ใต้สมอง โดยต่อกับไฮโปธาลามัส (hypothalamus) บางครั้งอาจเรียกว่า master gland
2. ต่อมใต้สมองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน
 - a. ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary หรือ adenohypophysis) สร้างและหลั่งฮอร์โมน 6 ชนิดดังนี้
 - i. follicle-stimulating hormone (FSH) ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของกระเปาะไข่ (follicle) ในรังไข่ ของสัตว์เพศเมีย และกระตุ้นการเจริญเติบโตของอสุจิ (spermatogenesis) ในสัตว์เพศผู้
 - ii. adrenocorticotrophic hormone (ACTH) ทำหน้าที่ กระตุ้นต่อมหมวกไตส่วน cortex ให้สร้างและหลั่งฮอร์โมน
 - iii. growth hormone หรือ somatotrophin ทำหน้าที่ กระตุ้นการเจริญเติบโต โดยมีผลที่เนื้อเยื่อกระดูก
 - iv. thyroid-stimulating hormone หรือ thyrotrophin (TSH) ทำหน้าที่ กระตุ้นการหลั่งฮอร์โมน thyroid จากต่อมไทรอยด์
 - v. luteinizing hormone (LH) ทำหน้าที่ กระตุ้นให้ไข่ตก จากกระเปาะไข่ในรังไข่ ของสัตว์เพศเมีย และในสัตว์เพศผู้ บางครั้งเรียกฮอร์โมนนี้ว่า interstitial cell-

stimulating hormone (ICSH) ทำหน้าที่ กระตุ้นเนื้อเยื่อในอัณฑะให้สร้างและหลั่งฮอร์โมนเพศผู้ หรือ testosterone

- vi. prolactin ทำหน้าที่ กระตุ้นการเจริญของเนื้อเยื่อเต้านมและการสร้างน้ำนมในสัตว์อุ้มท้องระยะปลาย

follicle-stimulating hormone (FSH) และ luteinizing hormone (LH) เป็นฮอร์โมนที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ ดังนั้นจึงเรียกฮอร์โมนทั้ง 2 ตัวนี้ว่า gonadotrophin (Gonad = ระบบสืบพันธุ์)

- b. ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (posterior pituitary หรือ neurohypophysis) โดยต่อมนี้ทำหน้าที่ เป็นที่เก็บของฮอร์โมนที่สร้างและหลั่งจากสมองส่วน hypothalamus ซึ่งมีฮอร์โมนดังต่อไปนี้
 - i. Antidiuretic hormone หรือ vasopressin (ADH) อวัยวะเป้าหมายคือ ท่อหน่วยไต (renal tubules) ทำหน้าที่ เพิ่มการดูดน้ำกลับ จากท่อหน่วยไตสู่เนื้อเยื่อท่อปัสสาวะ มีความเข้มข้นมากขึ้น (มีน้ำน้อย)
 - ii. Oxytocin อวัยวะเป้าหมายคือ กล้ามเนื้อเรียบที่ เต้านม และมดลูก โดยมีผลกระตุ้น ให้กล้ามเนื้อเรียบบีบตัว ทำให้เกิดการหลั่งน้ำนมและการคลอด

แบบฝึกหัดที่ 6.1 ให้นักศึกษา วาดภาพเป็นแผนผังแสดงตำแหน่งของ ต่อมใต้สมอง ชนิดฮอร์โมน อวัยวะเป้าหมาย และ ผลที่เกิดขึ้นจากการทำงานของฮอร์โมน

ต่อมไทรอยด์ (The thyroid gland)

1. ต่อมไทรอยด์ เป็นต่อมคู่ อยู่ทางด้านข้างทั้งสองข้าง ทางด้านบนสุดของหลอดลม
2. ทำหน้าที่สร้างและหลั่งฮอร์โมน 3 ชนิด ได้แก่
 - a. Thyroxin หรือ T4
 - b. Tri-iodothyronine หรือ T3
 - c. Thyrocalcitonin หรือ calcitonin
3. T4 และ T3 ทำหน้าที่เหมือนกันคือ ควบคุม ขบวนการเมตาโบลิซึมในเซลล์ร่างกาย
4. thyrocalcitonin อยุ่วะเป้าหมายคือ กระดูก ทำหน้าที่ ลดการสลายกระดูกในการเพิ่มแคลเซียมในกระแสเลือด ดังนั้นฮอร์โมนนี้ จะหลั่งเมื่อ ระดับของแคลเซียมในกระแสเลือดสูงเกินไป

แบบฝึกหัดที่ 6.2 สภาวะที่ร่างกายสัตว์ มีการสร้างฮอร์โมนจาก ต่อมไทรอยด์ มากกว่าปกติ เรียกว่า hyperthyroidism ซึ่งพบได้บ่อยในแมว ส่วนกรณีที่ การสร้างที่ต่ำกว่าปกติ เรียกว่า hypothyroidism ให้นักศึกษาเปรียบเทียบอาการในสัตว์ ที่เป็นโรค hyperthyroidism และ hypothyroidism ในอาการที่พบดังต่อไปนี้

อาการ	hyperthyroidism	hypothyroidism
อัตราการเต้นของหัวใจ (ช้า เร็ว ปกติ)		
อัตราการหายใจ (ช้า เร็ว ปกติ)		
น้ำหนักตัว (เพิ่ม ลด ไม่เปลี่ยนแปลง)		
ลักษณะความแสดงออกทั่วไป (ตื่นเต้น กระฉับกระเฉง หรือ เศร้าซึม)		

ต่อมพาราไทรอยด์ (The parathyroid glands)

1. ต่อมพาราไทรอยด์ เป็นต่อมขนาดเล็ก 4 ต่อม อยู่บนต่อมไทรอยด์ทั้งสองข้าง
2. ต่อมไทรอยด์ แต่ละข้าง มีต่อมพาราไทรอยด์ 2 ต่อม โดยต่อมหนึ่งจะอยู่ที่ผิว อีกต่อมหนึ่งจะฝังลึกลงในต่อมไทรอยด์
3. ต่อมพาราไทรอยด์ทำหน้าที่สร้างและหลั่งฮอร์โมน parathyroid หรือ เรียกว่า parathormone (PTH)
4. PTH ทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการสลายกระดูก เพื่อนำแคลเซียมจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือด เพิ่มความเข้มข้นของแคลเซียมในกระแสเลือด ซึ่งฮอร์โมน PTH จะทำงานตรงกันข้ามกับฮอร์โมน thyrocalcitonin

ต่อมหมวกไต (adrenal glands)

1. ต่อมหมวกไต มีสองต่อม อยู่ที่ไต โดยวางอยู่บนผิวทางด้านหน้าในของไตทั้งสองข้าง ในคนโตวางตัวในแนวตั้ง แต่ในสัตว์ ไตวางตัวในแนวนอน ต่อมหมวกไต ในคนก็เหมือน กับว่า ไตมีหมวกคลุมอยู่ข้างบน จึงเรียก adrenal glands ว่าต่อมหมวกไต
2. โครงสร้างของต่อมหมวกไต ประกอบด้วย โครงสร้างด้านนอกเรียก cortex และโครงสร้างที่อยู่ด้านในใจกลางต่อม เรียก medulla
3. โครงสร้างทั้งสองก็จะสร้างและหลั่งฮอร์โมนที่ต่างกัน
4. ต่อมหมวกไตส่วน cortex สร้างและหลั่งฮอร์โมนดังต่อไปนี้
 - a. Glucocorticoid ได้แก่ cortisol และ corticosterone ทำหน้าที่ดังนี้
 - i. กระตุ้นให้เกิดขบวนการสังเคราะห์น้ำตาลกลูโคส (gluconeogenesis) เพื่อเพิ่มน้ำตาลในกระแสเลือด การสังเคราะห์ น้ำตาลกลูโคสสามารถสังเคราะห์ได้จาก กลีเซอรอลที่ได้จากการสลายไขมัน กรดอะมิโน หรือ ในสัตว์เคี้ยวเอื้องใช้กรดไขมันระเหยได้ชนิด propionate (C3)
 - ii. กระตุ้นความอยากกินอาหาร
 - iii. กระตุ้นการสลายไขมันในร่างกาย
 - iv. ปริมาณฮอร์โมนมากๆ มีผลต้านขบวนการอักเสบ
 ฮอร์โมน glucocorticoid จะหลั่งมากในสภาวะที่สัตว์เครียด
 - b. Mineralocorticoids มีหลายชนิด ที่สำคัญ คือ aldosterone ทำหน้าที่ควบคุมระดับแร่ธาตุต่างๆ ในร่างกาย ที่สำคัญคือ โซเดียม (Na) และ โพแทสเซียม (K)
5. ต่อมหมวกไตส่วน medulla สร้างและหลั่งฮอร์โมน adrenalin หรือ epinephrine และ noradrenaline หรือ norepinephrine โดยฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้ทำหน้าที่เหมือนกัน คือ จะหลั่งออกมามากในสภาวะฉุกเฉิน มีผลทำให้ ระดับของน้ำตาลในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมาก เพิ่มอัตราการหายใจและการเต้นของหัวใจ การขยายหลอดเลือดแดง
6. นอกจากนี้ต่อมหมวกไตยังสามารถสร้างฮอร์โมนเพศได้ด้วย แต่ปริมาณเล็กน้อย

แบบฝึกหัดที่ 6.3 ให้นักศึกษาวาดแผนผัง บอกถึงตำแหน่งต่อมหมวกไต ชนิดฮอร์โมน อวัยวะเป้าหมาย และผลที่เกิดขึ้นจากการทำงานของฮอร์โมน

ตับอ่อน (pancreas)

1. ตับอ่อน เป็นอวัยวะที่มีรูปร่างเป็นรูปตัว V วางอยู่ตรงด้านข้างติดกับลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) และกระเพาะอาหาร
2. ตับอ่อน ถือเป็น Mixed gland คือ เป็นต่อมที่เป็นทั้งต่อมไร้ท่อ (endocrine) และต่อมมีท่อ (exocrine)
3. บริเวณที่ทำหน้าที่เป็นต่อมมีท่อ ในตับอ่อน จะสร้างน้ำย่อยที่เรียกว่า pancreatic juice ทำหน้าที่เกี่ยวกับการย่อยอาหารในระบบย่อยอาหาร (อ่านเพิ่มเติมในบทที่ 15)
4. ส่วนบริเวณที่ทำหน้าที่เป็นต่อมไร้ท่อ หรือ สร้างฮอร์โมนนั้นเรียกว่า Islets of langerhans ซึ่งสร้างฮอร์โมนดังต่อไปนี้
 - a. Glucagon สร้างจาก แอลฟาเซลล์(alpha cells) ใน Islets of langerhans ทำหน้าที่ตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของกลูโคสในกระแสเลือดต่ำ กล่าวคือ เมื่อระดับของกลูโคสในกระแสเลือดลดลง ฮอร์โมนนี้จะหลั่งเพื่อ เพิ่ม การสังเคราะห์กลูโคสจาก ไกลโคเจน (glycogen) ในตับ และปลดปล่อยออกสู่กระแสเลือดมากขึ้น
 - b. Insulin สร้างจาก เบตาเซลล์ (beta cells) ทำหน้าที่ ตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดสูง กล่าวคือ เมื่อระดับกลูโคสในกระแสเลือดมากขึ้น ฮอร์โมน insulin จะหลั่งมีผลทำให้เซลล์ดูดซึม หรือนำเอาน้ำตาลกลูโคสเข้าเซลล์มากขึ้น และในขณะเดียวกันมีผลลดการสลายไกลโคเจน เป็นน้ำตาลกลูโคส และลด ขบวนการสังเคราะห์กลูโคสด้วย
 - c. Somatostatin สร้างจาก เดลตาเซลล์ (delta cells) ทำหน้าที่ควบคุม ยับยั้งการหลั่ง ฮอร์โมน insulin และ glucagon เพื่อ ควบคุมไม่ให้เกิดการหลั่งมากเกินไป

แบบฝึกหัดที่ 6.4 โรคเบาหวานเป็นโรคที่มักเกิดขึ้นได้เสมอ ในสุนัข สาเหตุ คือระดับของฮอร์โมน insulin ต่ำ หรือ ไม่มี เพื่อความเข้าใจของนักศึกษาถึงหน้าที่ของฮอร์โมน insulin ให้ นักศึกษาอธิบายอาการของสุนัขที่เป็นโรคเบาหวาน พร้อมทั้งอธิบายถึงเหตุผลว่าทำไม เกิดอาการดังกล่าว

อาการ	เหตุผล
ความอยากกินอาหาร (เพิ่มขึ้น/ลดลง)	
น้ำหนักตัว (เพิ่ม/ลด)	
สภาวะระดับน้ำตาลในเลือด (มาก/น้อย)	
ปัสสาวะ (บ่อย/ไม่บ่อย และ มี/ไม่มีน้ำตาล)	
ความกระหายน้ำ (มากขึ้น/ลดลง)	

ต่อมในระบบสืบพันธุ์ (Gonads)

1. โครงสร้างของต่อมในระบบสืบพันธุ์ ซึ่งได้แก่ อัณฑะในสัตว์เพศผู้ และรังไข่ ในสัตว์เพศเมีย จะได้กล่าวในบทที่ 17 และ 18 ตามลำดับ ในลำดับต่อไป
2. รังไข่ในสัตว์เพศเมียสร้างและหลั่งฮอร์โมนดังต่อไปนี้
 - a. Oestradiol ที่สำคัญคือ estrogen ซึ่งสร้างจากเซลล์ในกระเปาะไข่ (follicular cells) ทำให้สัตว์แสดงอาการเป็นสัด (estrus) และเตรียมความพร้อมของระบบสืบพันธุ์เพื่อ การได้รับการผสมพันธุ์
 - b. Progesterone สร้างจากเซลล์ในเนื้อเยื่อเหลือง หรือ corpus luteum ซึ่งเป็นกระเปาะไข่ที่ไข่ตกแล้วออกจากกระเปาะแล้ว ซึ่งกระเปาะไข่ หรือ follicle ก็ จะเปลี่ยนเป็นเนื้อเยื่อเหลือง หรือ corpus luteum ฮอร์โมนนี้ทำหน้าที่รักษาการอุ้มท้อง ให้อยู่ได้ตลอดจนกว่าจะคลอด
 - c. Relaxin สร้างจากเซลล์ในเนื้อเยื่อเหลืองเช่นกัน แต่ จะหลั่งออกมาในระยะปลายของ การอุ้มท้อง ทำหน้าที่คลาย หรือผ่อนคลายความตึงของเอ็น เพื่อเตรียมความพร้อมใน การคลอด
3. อัณฑะในสัตว์เพศผู้ (testis) สร้างและหลั่งฮอร์โมนดังต่อไปนี้
 - a. Testosterone ที่สำคัญคือ androgen สร้างจากเซลล์ Leydig ทำหน้าที่กระตุ้น การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (spermatogenesis) และ การพัฒนาทางเพศ
 - b. Estrgen สร้างจากเซลล์ Sertoli ทำหน้าที่ถ่วง หรือ ปรับการทำงานของฮอร์โมน testosterone ให้สมดุล

แบบฝึกหัดที่ 6.5 ให้นักศึกษาวาดแผนผัง บอกถึงต่อมในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย และเพศผู้ ชนิดฮอร์โมน อวัยวะเป้าหมาย และผลที่เกิดขึ้นจากการทำงานของฮอร์โมน

ต่อมไร้ท่อในเนื้อเยื่ออื่นๆ

1. นอกจากต่อมไร้ท่อที่สำคัญๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังมีเนื้อเยื่อในอวัยวะต่างๆ ที่ทำหน้าที่เป็นต่อมไร้ท่ออีกด้วย ได้แก่
 - a. เนื้อเยื่อที่ผนังของกระเพาะอาหาร (stomach) สร้างและหลั่งฮอร์โมน gastrin ทำหน้าที่กระตุ้นให้เซลล์ที่ผนังกระเพาะอาหารหลั่ง กรด ไฮโดรคลอริก (HCL)
 - b. เนื้อเยื่อที่ผนังลำไส้เล็ก (small intestine) สร้างและหลั่งฮอร์โมน secretin ทำหน้าที่กระตุ้นให้เซลล์ที่ผนังลำไส้สร้างและหลั่งน้ำย่อยย่อยอาหาร
 - c. รก (placenta) สร้างและหลั่งฮอร์โมน chorionic gonadotrophin ทำหน้าที่รักษาเนื้อเยื่อเหลืองที่รังไข่ให้คงอยู่จนกว่าจะคลอด

แบบฝึกหัดที่ 13.7 จงลากเส้นวงเป็นคำศัพท์ชื่อฮอร์โมน ที่กำหนดให้ในตารางตัวอักษรข้างล่างนี้ พร้อมทั้ง บอกชื่ออวัยวะเป้าหมาย และหน้าที่ของฮอร์โมนนั้นๆ

Hormone	Target organ	Function
Gastrin		
Prolactin		
Thyroxin		
Vasopressin		
Relaxin		
Oxytocin		
Glucagon		
Aldosterone		

V	A	S	O	P	R	E	S	S	I	N
A	L	G	I	O	L	U	I	G	O	S
S	D	T	L	X	E	C	N	A	X	T
N	O	S	H	U	N	A	O	S	Y	E
I	S	X	T	Y	C	G	T	X	T	R
T	T	H	A	T	R	A	I	T	O	X
C	E	Y	L	O	O	O	G	A	C	T
A	R	I	O	C	Y	N	X	O	I	H
L	O	N	G	A	S	T	R	I	N	R
O	N	R	E	L	A	X	I	N	N	Y
R	E	S	R	I	H	C	C	A	O	O
P	A	O	P	N	T	A	L	L	D	S

แบบฝึกหัดที่ 6.8 จงกาเครื่องหมายถูกหน้าข้อที่ถูก และกาเครื่องหมายผิดหน้าข้อที่ผิด และแก้ไขข้อที่ถูกต้องโดยเขียนลงในช่องว่างข้างล่างแต่ละข้อที่ให้มี

	1. ต่อมใต้สมองส่วนหน้ามีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า neurohypophysis
	2. ต่อมไทรอยด์เป็นต่อมที่มีลักษณะเป็นพูสองพู
	3. พาราธอร์โมน ทำหน้าที่เพิ่มความเข้มข้นของแคลเซียมในกระแสเลือด
	4. ต่อม อตินอลส่วนคอร์เทค ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมน อะดินาลิน
	5. Islets of Langerhans ในตับอ่อนทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย หรือ pancreatic juice
	6. ฮอร์โมน testosterone สร้างจาก Leydig cells
	7. ฮอร์โมนเอสโตรเจน สร้างจาก corpus luteum
	8. รก สร้างฮอร์โมน gonadotrophin

บทปฏิบัติการที่ 7

ผิวหนังและขน (skin and Hair)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของผิวหนังและขน
2. โครงสร้างของผิวหนัง
3. โครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงของผิวหนัง
4. ส่วนประกอบและโครงสร้างของขน

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 4 ในเรื่องเกี่ยวกับผิวหนัง และขน
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 4 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของผิวหนังและขน

1. ผิวหนังและขน เป็นระบบปกคลุมร่างกาย และเชื่อมต่อกับส่วนเยื่อเมือกที่บุตามช่องเปิดของร่างกาย เช่น ช่องปาก ทวารหนัก จมูก ระบบสืบพันธุ์ ตา เป็นต้น
2. ผิวหนังบางบริเวณมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (modified) เพื่อทำหน้าที่เฉพาะ เช่น ฝ่าเท้าสุนัข ที่หนาตัวขึ้น เรียกว่า digital pads
3. ขนมีหลายชนิดกระจายอยู่ทั่วร่างกาย โดยมีบางบริเวณของร่างกายมีขนมาก และน้อยแตกต่างกัน
4. หน้าที่ของผิวหนังและขนสามารถสรุปได้ดังนี้
 - a. ปกคลุมป้องกันอันตรายสู่ร่างกาย
 - b. รับความรู้สึก
 - c. ขับหลั่งสารต่าง ๆ
 - d. เก็บสะสมวิตามิน ดี
 - e. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

แบบฝึกหัดที่ 7.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง เกี่ยวกับหน้าที่ของผิวหนัง

หน้าที่ป้องกันอันตรายสู่ร่างกายของผิวหนัง

ผิวหนังทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่ร่างกาย ทั้งอันตรายทางกายภาพ และทางเคมี เช่น แสงอาทิตย์ ลม ป้องกันการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ ก่อโรค เช่น 1. การทำหน้าที่ป้องกันอันตรายต่อร่างกายของผิวหนังนั้น ผม และผิวหนังเปรียบเสมือนหลังคาป้องกันน้ำระเหยออก โดยเคลือบด้วยน้ำมัน ซึ่งเรียกว่า 2..... ในการต่อสู้ตัวใช้เล็บ ซึ่งเป็นส่วนที่เปลี่ยนแปลงมาจากชั้นเนื้อเยื่อผิวหนัง เป็นโปรตีนที่เหนียว เรียกว่า 3..... ในสถานการณ์ที่สัตว์ต่อสู้กัน ขนที่ปกคลุมอาจช่วย4.....ศัตรู หรือ เป็นสัญญาณเตือนบอกสัตว์ ตัวอื่น ๆ ได้

หน้าที่รับความรู้สึกของผิวหนัง

ชั้นหนังแท้(dermis) ของผิวหนังมีปลายประสาทรับความรู้สึกหลายชนิด เช่น รับแรงกด เจ็บปวด ความร้อน ความเย็น เป็นต้น เรียกปลายประสาทเหล่านี้ว่า ตัวรับความรู้สึก (receptor) ตัวรับความรู้สึกแต่ละชนิดตอบสนองการกระตุ้นที่เฉพาะเท่านั้น เช่น ที่ผิวหนังหนังแท้มีตัวรับความรู้สึก ที่รับแรงกด เรียกว่า 5..... ตัวรับความรู้สึก Meissner's corpuscle ทำหน้าที่รับสัมผัส Krause's receptors รับความรู้สึกเย็น และ Ruffini's corpuscle รับความรู้สึกร้อน Whiskers หรือ 6.....ซึ่งอยู่ที่ปลายประสาททำหน้าที่ตรวจสอบการเคลื่อนไหว และทำหน้าที่หลักในการรับความรู้สึกโดยเฉพาะในแมว

หน้าที่ขับหลั่งสารต่าง ๆ

ที่ผิวหนังมีต่อมมีท่อสองชนิด คือ ต่อมไขมัน เรียกว่า sebaceous glands ทำหน้าที่ผลิตและขับไขมัน หรือ ซีบัม (sebum) เคลือบเส้นขนป้องกันน้ำ ซีบัมมีกลิ่นที่เฉพาะในสัตว์ซึ่งทำหน้าที่เป็นดั่งบังชีสสัตว์ตัวนั้น ๆ ได้ พบสาร 7.....ในซีบัม ซึ่งเป็นสารที่ช่วยดึงดูดเพศตรงข้าม และต่อมเหงื่อ (sweat gland) หรือ 8..... ซึ่งพบอยู่ในชั้นหนังแท้ มี 2 ชนิด คือ Eccrine gland และ apocrine โดย eccrine gland พบเฉพาะที่ฝ่าเท้าหรือ9..... pads ในสุนัขและแมว ซึ่งช่วยในการสร้างความชุ่มชื้นของฝ่าเท้าขณะวิ่ง ส่วน apocrine glands พบกระจายอยู่ทั่วร่างกาย โดยเหงื่อที่ขับออกมาปนกับ ซีบัม เคลือบขน ทำให้ขนเป็นมันสวยในสัตว์สุขภาพดี ต่อมเหงื่อทั้งสองชนิดในสุนัขและแมวไม่ได้ช่วยในการระบายความร้อน

หน้าที่เก็บสะสมวิตามิน ดี

ที่ผิวหนังสามารถพบ สารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามิน ดี คือ 10..... และ สาร dehydrocholesterol ซึ่งเมื่อผิวหนังได้รับแสง UV เช่น แสงอาทิตย์ สารตั้งต้นดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นวิตามิน ดี โดย ergosterol ถูกเปลี่ยนเป็น ergocalciferol หรือ วิตามิน ดี 2 และ สาร dehydrocholesterol ถูกเปลี่ยนเป็น cholecalciferol หรือวิตามิน ดี 3

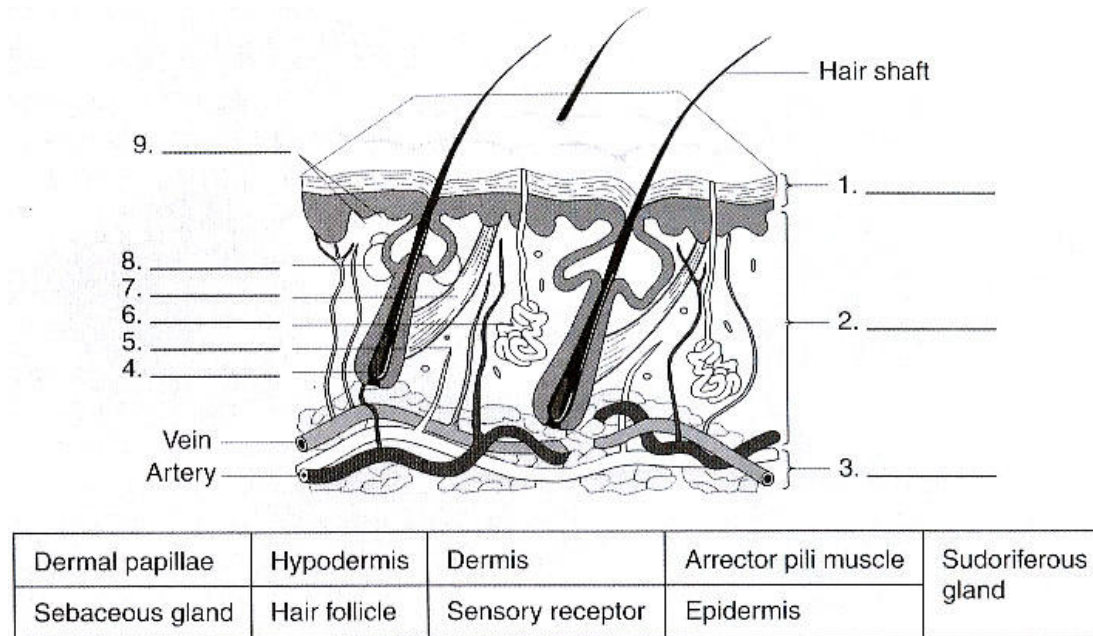
หน้าที่ในการควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

ไขมันใต้ผิวหนังช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนในช่วงอากาศหนาว นอกจากนี้ ถ้าอากาศหนาว กล้ามเนื้อที่ขน เรียกว่า 11.....pili จะหดตัวทำให้ขนตั้ง และเกิดถุงอากาศอุ่นในผิวหนัง เส้นเลือดใต้ผิวหนังหดตัว (12.....) หรือขยายตัว (13.....) เพื่อตอบสนองต่ออากาศเย็น หรือร้อน ตามลำดับ ทั้งนี้ เพื่อลด หรือเพิ่มปริมาณเลือดที่มาที่ผิวหนังในการควบคุมความร้อนในร่างกาย การระเหยของเหงื่อช่วยระบายความร้อนได้บ้างแต่ไม่ใช่วิธีการหลักในสุนัขและแมว แต่การระเหยของน้ำออกจากปากและลิ้นโดยการ 14.....เป็นวิธีระบายความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงในสุนัขและแมว

โครงสร้างของผิวหนัง

1. ผิวหนังประกอบด้วย 3 ชั้น คือ
 - a. ชั้นหนังกำพร้า (epidermis)
 - b. ชั้นหนังแท้ (dermis)
 - c. ชั้นใต้ผิวหนัง (hypodermis)
2. ชั้นหนังกำพร้าเป็นชั้นที่ไม่มีเส้นเลือดมาเลี้ยง ประกอบด้วย เซลล์เรียงชิดติดกัน เป็นเนื้อเยื่อผิวหนัง มี 4 ชั้น ดังนี้
 - a. ชั้นลึกที่สุด เป็นชั้นที่เซลล์มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวน เรียกชั้นนี้ว่า สตาร์ตัม เจอมีเนติวัม (stratum germinativum)
 - b. ชั้นที่ตื้นขึ้นมามากเป็นชั้นที่เรียกว่า สตาร์ตัม แกรนูโลซัม (stratum granulosum)
 - c. ชั้นที่ตื้นขึ้นมามาก เซลล์ในชั้นนี้นิวเคลียสเริ่มหายไป เรียกชั้นนี้ว่า สตาร์ตัม ลูซิเดียม (stratum lucidum)
 - d. ชั้นบนสุด เรียกว่า สตาร์ตัม คอร์เนียม (stratum corneum) เซลล์ในชั้นนี้มีรูปร่างแบนไม่มีนิวเคลียส และจะลอกหลุดตลอดเวลา และเซลล์ในชั้น สตาร์ตัม ลูซิเดียม จะขึ้นมาทดแทนตลอดเวลาเช่นกัน
3. เซลล์ในชั้นบนสุดจะมีโปรตีนแทรกเข้าไปในเซลล์ทำให้เกิดก้อนโปรตีน เรียก เคอราติน (Keratin) ที่ผิวช่วยป้องกันอันตรายให้แก่ผิวหนัง ที่ฝ่าเท้าสุนัข และแมว (footpads) มีสารเคอราตินจำนวนมาก และแข็ง
4. ชั้นหนังแท้ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดแน่นทึบ (dense connective tissue) มีเส้นเลือด ปลายประสาทรับความรู้สึก ต่อม ๆ และกระเปาะรูขุมขน (hair follicle)
5. รอยต่อของชั้นหนังแท้กับชั้นหนังกำพร้ามีลักษณะเหมือนนิ้วมือนูนเข้าไปในชั้นหนังกำพร้า เรียกว่า dermal papillae
6. ชั้นใต้ผิวหนัง (hypodermis) เป็นชั้น เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหลวม (loose connective tissue) ไขมันสะสมอยู่ในชั้นนี้

แบบฝึกหัดที่ 7.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในภาพที่ 7.1 รูปวาดโครงสร้างของผิวหนัง

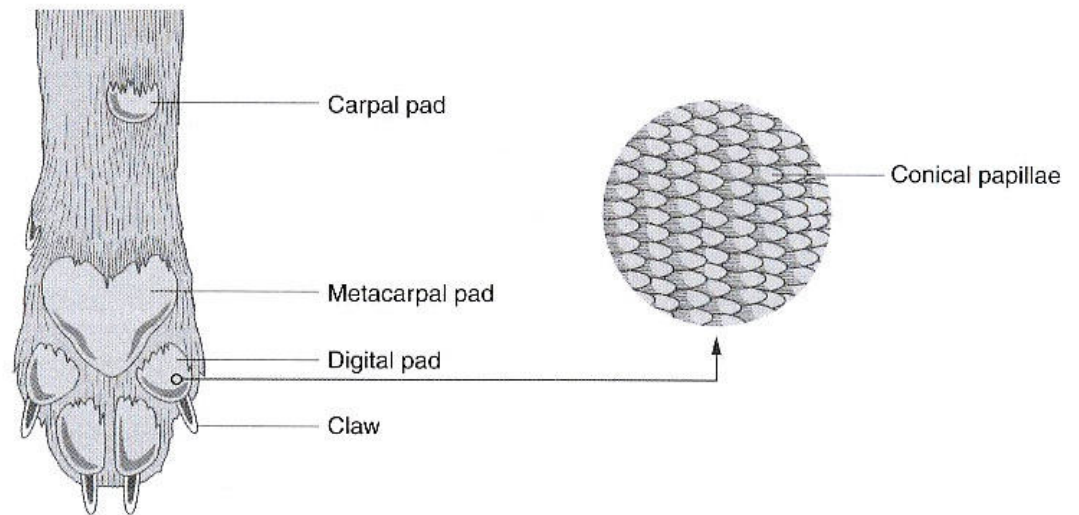


ภาพที่ 7.1 รูปวาดโครงสร้างของผิวหนัง

โครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงของผิวหนัง

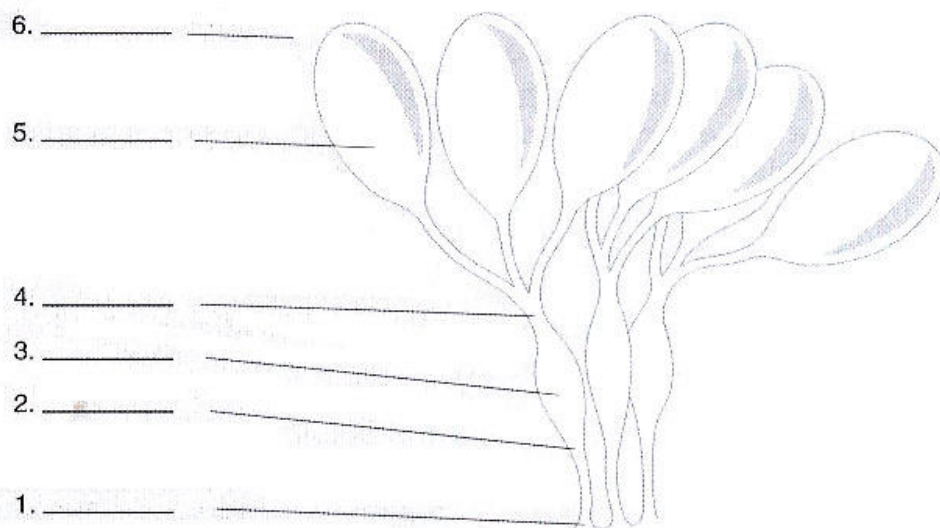
1. มีโครงสร้างหลาย ๆ ที่ในร่างกายที่ผิวหนังมีการเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่
 - a. จมูก หรือ โรนาเรียม (rhinarium) ชั้นหนังกำพร้าไม่มีชั้น สตาร์ทัม แกรนูโลซัม และ สตาร์ทัม ลูซิเดียม ถึงแม้ว่าชั้นหนังกำพร้าจะค่อนข้างหนาก็ตาม ไม่มีรูขุมขน เป็นพื้นที่ที่มีเมดสีมาก มีความชื้นจากต่อมในรูจมูก สุนัขแต่ละตัวมีจมูกที่เฉพาะ จึงเรียกว่า nose print เปรียบได้กับในคนคือลายนิ้วมือนั่นเอง
 - b. ฝ่าเท้า (digital pads) ชั้นสตราตัม คอร์เนียม หนา มีโปรตีนเคราตินหนามาก เพื่อทำหน้าที่เป็นเหมือนเบาะกันกระแทก ในแมวฝ่าเท้าค่อนข้างนุ่ม ในสุนัขจะหยาบ กระด้าง เพราะมี โคนิคอล ปาปิลเล (Conical apillae) (ภาพที่ 7.2) ในชั้นใต้ ผิวหนังมีไขมันมากทำหน้าที่เป็นเหมือนเบาะกันกระแทก
 - c. เล็บ (claws) เกิดขึ้นบริเวณรากเล็บโดยเซลล์ในชั้นคอร์เนียมผลิตเคราตินที่มีความแข็งแรงมาก ดันเลื้อนออกมาเป็นเล็บ
2. มีต่อมต่าง ๆ ที่ผิวหนังที่เปลี่ยนแปลง ในร่างกายหลายส่วน ได้แก่
 - a. ต่อมน้ำนม (mammary glands) พัฒนาเปลี่ยนแปลงมาจากต่อมเหงื่อ สุนัข มีต่อมน้ำนมประมาณ 4-6 คู่
 - b. ต่อมที่ช่องหู ต่อมไขมันและต่อมเหงื่อที่ช่องหูหลังไขมันและเหงื่อผสมกันกลายเป็นซีหู (earwax)
 - c. ต่อมที่ทวารหนัก พัฒนามาจากต่อมไขมัน ทำหน้าที่ ทำให้มูลมีกลิ่นหอม

- d. ต่อมไขมันที่หนังตา (meibomian glands) ทำหน้าที่หลั่งไขมันเพื่อรวมกับน้ำตา เป็นฟิล์มเคลือบตา ป้องกันตาแห้ง



ภาพที่ 7.2 แสดงฝ่าเท้าสุนัข

แบบฝึกหัดที่ 7.2 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในภาพที่ 7.3 รูปวาดโครงสร้างของต่อมน้ำนมในสุนัข

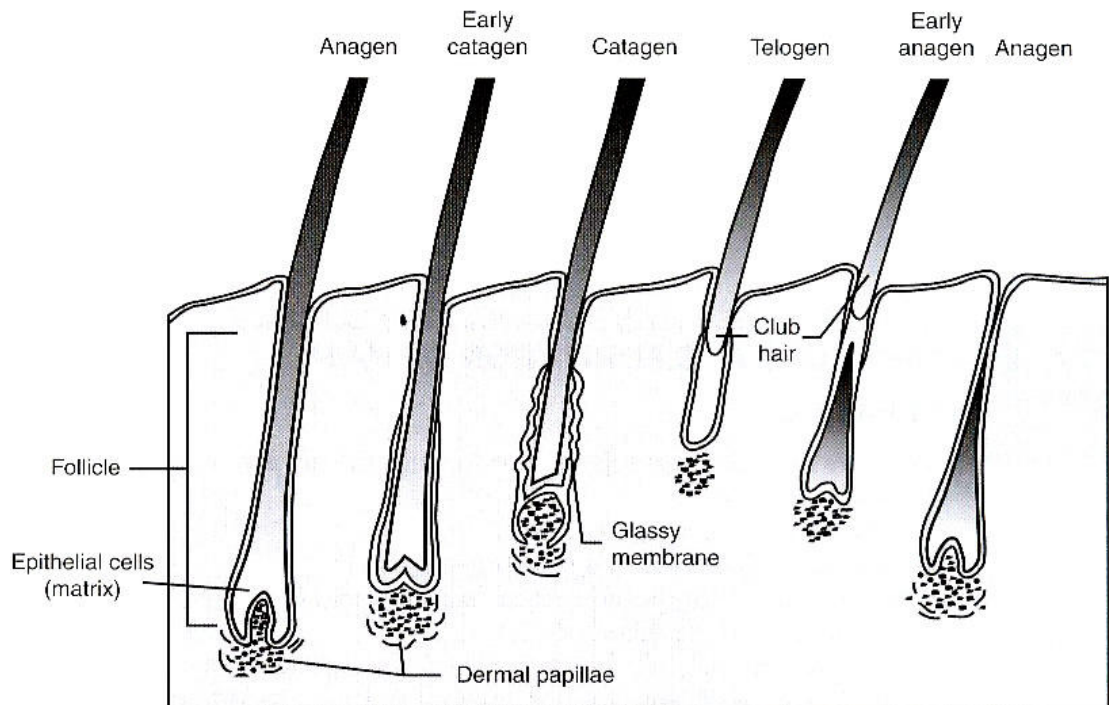


Lobules of glandular tissue	Connective tissue	Teat sinus	Teat orifice	Gland sinus	Teat canal
-----------------------------	-------------------	------------	--------------	-------------	------------

ภาพที่ 7.3 รูปวาดโครงสร้างของต่อมน้ำนมในสุนัข

ส่วนประกอบและโครงสร้างของขน

1. โครงสร้างของขนมีหลายส่วนถึงแม้ว่ารูปร่างภายนอกมีลักษณะเหมือนกัน ได้แก่
 - a. ผิวเคลือบขน เรียก คิวติเคิล (cuticle)
 - b. เนื้อขนส่วนนอก เรียก คอร์เท็กซ์ (cortex) เป็นส่วนที่มีเม็ดสี ทำให้ขนมีสีต่าง ๆ
 - c. เนื้อขนส่วนใน หรือใจกลางของขน เรียก เมดัลลา (medulla)
 - d. รากขน คือส่วนที่ขยายเป็นกระเปราะ หรือปุ่ม เป็นจุดกำเนิดของการสร้างขน
2. ในส่วนของกระเปราะหุ้มขนในชั้นหนังแท้ มีต่อมไขมัน (sebaceous gland) และกล้ามเนื้อขมขน เรียกว่า กล้ามเนื้อ อาเรคเตอร์ พิล (arrector pili muscle)
3. ขนมีการสร้าง เจริญ และหลุดร่วงตลอดเวลา การเจริญของขนมี 3 ระยะ (ภาพที่ 20.4) คือ
 - a. ระยะเจริญ เรียกว่า แอนาเจน (anagen)
 - b. ระยะหลุดร่วง เรียกว่า คาตาเจน (catagen)
 - c. ระยะพัก เรียกว่า เทโลเจน
4. การสร้างขนใหม่ขึ้นมาเริ่มจากการเจริญของชั้นหนังกำพร้าที่รากขนเจริญไปปกคลุมส่วนหนังแท้ใต้ปุ่มรากขน และสร้างเป็นกรวย เรียกว่า กรวยผม (hair cone) และขนจะเริ่มพัฒนาและโตขึ้นจาก hair cone ผ่านเข้าสู่ปุ่มขมขน
5. ขน มี 3 ชนิด ดังนี้
 - a. ขนปกคลุมร่างกาย หรือ การ์ด แฮร์ (guard hair) หรือ ท็อปโคท แฮร์ (topcoat hairs) เป็นขนที่เปรียบเสมือนหลังคาป้องกันน้ำ และปกคลุมร่างกาย
 - b. ขนอ่อน (wool) หรือ ไร เป็นขนอ่อนที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนฉนวนกันความร้อนของร่างกาย
 - c. ขนที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า (vibrissae) เป็นขนพิเศษที่ติดกับปลายประสาท พบได้ในร่างกายบริเวณ ริมฝีปากบน ขนตา ขนคิ้ว แก้ม คาง ในแมวยังพบขนชนิดนี้ที่บริเวณข้อเท้า ขาหน้า (carpus) ด้วย
6. ปริมาณขนในร่างกายนั้นกระจายไม่เท่ากัน แขนงคอด้านบนจะมีขนหนากว่าปกติ ในขณะที่ท้องขนน้อย และที่อวัยวะ ไม่มีขนอ่อน เพราะ อวัยวะไม่ต้องการความร้อน แต่ต้องการให้อุณหภูมิต่ำ เพื่อการเจริญและพัฒนาของอสุจิ
7. ความยาวของขนสั้นขึ้นขึ้นอยู่กับพันธุกรรม และสิ่งแวดล้อมเช่น ฤดูกาล อุณหภูมิ
8. อัตราการเจริญของขน เปลี่ยนแปลงได้ อุณหภูมิจะโตเร็วกว่าฤดูร้อน แต่โดยเฉลี่ยแล้ว อัตราการเติบโตของเส้นขน ประมาณ 0.04 มิลลิเมตร ต่อวัน
9. การผลัดขน เกิดขึ้นได้ ขึ้นกับอุณหภูมิ และความยาวของแสงในหนึ่งวัน



ภาพที่ 7.4 แสดงขบวนการเจริญเติบโตของขน ซึ่งมี 3 ระยะ คือ ระยะเจริญ (Anagen) ระยะหลุดร่วง (catagen) และระยะพัก (telogen)

แบบฝึกหัดที่ 7.3 จงเลือกคำตอบที่ให้มาที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. ระบบ integument คือ
 - a. ผิวหนังส่วนที่มีขนน้อย
 - b. ระบบปกคลุมร่างกายได้แก่ ผิวหนัง รวมทั้ง เล็บ ขน และเขา
 - c. ผิวหนังส่วนที่มีขนมาก
 - d. ส่วนของผิวหนังที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น เล็บ เขา ฟาเท้าสุนัข
2. สารเคมีที่หลังจากต่อมไขมัน sebaceous เพื่อดึงดูดเพศตรงข้าม คือสารใด
 - a. Sebum b. Pheromone c. Sweat d. Tear film
3. ตัวรับรู้ความรู้สึกสัมผัส ที่ผิวหนังเรียกว่าอะไร
 - a. Pacinian corpuscles b. Meissner 's corpuscles
 - c. Krause's end-bulb receptors d. Ruffini's corpuscles
4. Submental vibrissae คือ ขนที่ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหว พบได้ที่ใด
 - a. คิ้ว b. ข้อมือหน้า (carpus) ของแมว c. แก้มและคาง d. แก้ม

5. ต่อมเหงื่อชนิด Eccrine gland พบได้ที่ไหนของสุนัข
 - a. ฝ่าเท้า (foot pads)
 - b. ขนตา
 - c. ผิวด้านบนของลิ้น
 - d. หาง
6. กล้ามเนื้อ arrector pili muscle ทำหน้าที่อะไร
 - a. เป็นตัวรับรู้ความรู้สึก
 - b. ผลิตวิตามิน D
 - c. การเคลื่อนไหวของร่างกาย
 - d. การควบคุมอุณหภูมิ
7. ชั้น hypodermis ประกอบด้วยโครงสร้างใด
 - a. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิด แน่นทึบ
 - b. เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ
 - c. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดโปร่งบาง
 - d. ต่อมไขมัน
8. ชั้นฐาน (basement) ของหนังกำพร้าคือ ชั้นใด
 - a. Stratum corneum
 - b. Stratum granulosum
 - c. Stratum germinativum
 - d. Stratum lucidum

บทปฏิบัติการที่ 8

ระบบโครงร่าง (skeletal system)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบโครงร่าง
2. เนื้อเยื่อและการสร้างกระดูก
3. การสร้างกระดูกยาวจากกระดูกอ่อน (endochondral ossification in the long bones)
4. โครงสร้างและชนิดของกระดูก
5. ข้อน่ารู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบโครงร่าง
6. กระดูกกะโหลก (skull)
7. กระดูกสันหลัง (vertebrae)
8. กระดูกซี่โครงและสันอก (rib and sternum)
9. กระดูกเชิงกราน (pelvis)
10. กระดูกยาวส่วนขา (limbs)
11. กระดูกส่วน manus และ pes
12. ข้อต่อ (joints)
13. ขอบเขตในร่างกายสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับกายวิภาคของกระดูก

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 4 ในเรื่องเกี่ยวกับกระดูก
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 4 กระดูกสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบโครงร่าง

1. ระบบโครงร่างทำหน้าที่ค้ำจุนร่างกายให้มีรูปทรงอยู่ได้
2. เป็นส่วนที่กล้ามเนื้อเกาะติดและทำหน้าที่เป็นคานเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวและการเคลื่อนไหว
3. กระดูกบางส่วนทำหน้าที่ป้องกันอวัยวะถูกทำลายหรือกระทบกระเทือน
4. ทำหน้าที่เก็บสะสมแร่ธาตุ เช่น แคลเซียม
5. คำศัพท์ที่มีความหมายเกี่ยวกับกระดูกจะขึ้นต้นด้วย ost-

เนื้อเยื่อและการสร้างกระดูก

ประเด็นสำคัญ

1. กระดูกมีส่วนประกอบต่างๆดังต่อไปนี้
 - a. น้ำ 25 เปอร์เซ็นต์
 - b. สารอินทรีย์ 45 เปอร์เซ็นต์
 - c. แร่ธาตุ 30 เปอร์เซ็นต์ (ส่วนมากเป็น Ca และ P)
2. เนื้อเยื่อกระดูกประกอบด้วยเซลล์ 4 ชนิด
 - a. Osteoprogenitor cells คือเซลล์เริ่มต้นของ osteoblasts เซลล์นี้จะอยู่บริเวณผิวด้านในของเยื่อหุ้มกระดูก (periosteum)
 - b. Osteoblasts เป็นเซลล์ที่เมื่อเจริญเต็มวัยแล้วจะกลายเป็นเซลล์ osteocytes ในการเจริญนั้นจะมีการสร้างสารพื้น matrix และนำเอาแคลเซียมมายึดเกาะ และกลายเป็นกระดูกที่แข็งต่อไป
 - c. Osteocytes เป็นเซลล์กระดูกที่โตเต็มวัยและรักษาโครงสร้าง matrix ไว้
 - d. Osteoclasts เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ทำลายเซลล์กระดูก ทำให้เกิดช่องว่างตรงกลางของกระดูกยาว (medullary cavity)
3. เนื้อเยื่อกระดูกเมื่อโตเต็มที่แล้วประกอบด้วยเซลล์กระดูก osteocytes ที่วางเรียงกันเป็นวงหลายวงซ้อนกัน และล้อมรอบด้วย matrix ที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ เรียกราวงตัวของเซลล์กระดูกลักษณะนี้ว่า haversian system
4. กระดูกชนิดแน่น (compact bone) ระบบ haversian จะเรียงตัวเป็นระเบียบและขนานใกล้ชิดกัน
5. กระดูกชนิดฟองน้ำ (cancellous or spongy bone) ระบบ haversian จะเรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบ และไม่ขนานกัน
6. ลักษณะการสร้างกระดูก (ossification) มี 3 ชนิด คือ
 - a. Heteroplastic ได้แก่ กระดูกที่ถูกสร้างในเนื้อเยื่ออื่นที่ไม่ใช่ในตัวกระดูก ได้แก่ กระดูก os penis ซึ่งเป็นกระดูกที่พบได้ที่อวัยวะเพศของสุนัขเพศผู้ มีรูปร่างเป็นรูปตัวยู (U-shaped bone)
 - b. Intramembranous ได้แก่ กระดูกที่ถูกสร้างขึ้นภายใน (Intra) เยื่อหุ้ม (membranous) ตัวอย่าง เช่น กระดูกแบนทั้งหลาย ที่พบที่กระดูกโกลน
 - c. Endochondral ได้แก่ กระดูกที่มีการสร้างหรือเจริญจากภายในกระดูกอ่อน ที่ยึดยาวและมีแคลเซียมมาเกาะติด (calcified) เช่น กระดูกยาวของขา

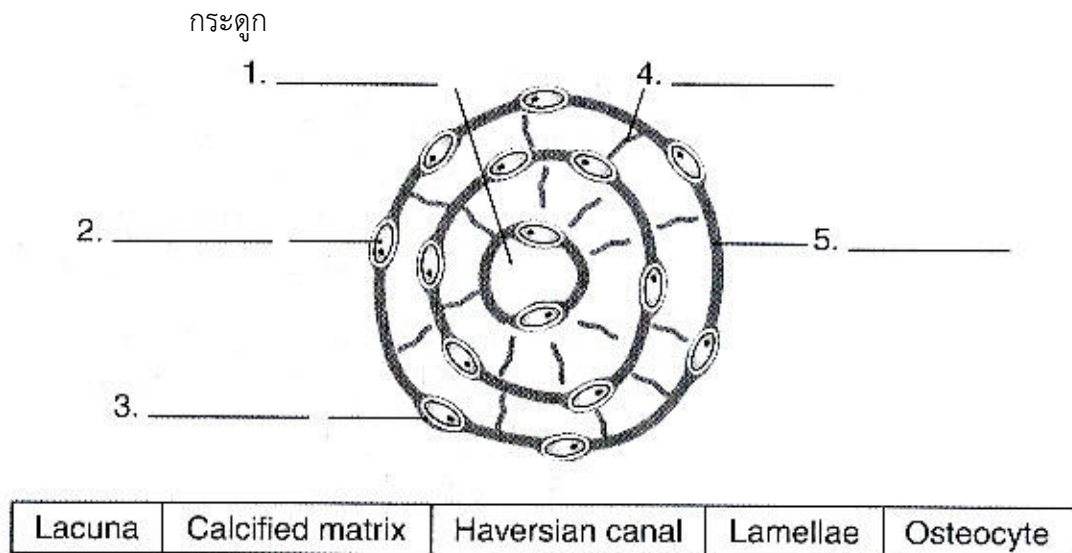
การสร้างกระดูกยาวจากกระดูกอ่อน

(endochondral ossification in the long bones)

ประเด็นสำคัญ

1. ส่วนใหญ่จะเสร็จสมบูรณ์ก่อนเกิด
2. การเจริญต่อหลังเกิด จะเกิดที่บริเวณแผ่นกระดูกอ่อน (cartilage plates หรือ growth plate) ทางด้านปลายด้านบนของกระดูก บริเวณที่อยู่ระหว่าง diaphysis และ epiphyses
3. การเจริญจะเสร็จสมบูรณ์ เมื่อสัตว์โตเต็มวัยแล้ว ซึ่งช่วงอายุที่โตเต็มวัยจะแปรเปลี่ยนแล้วแต่พันธุ์
4. บริเวณ proximal epiphyseal plate คือบริเวณทางด้านปลายด้านบนของกระดูกเป็นบริเวณ ที่จะเกิดการสร้างกระดูกต่อ และจะปิดเมื่อกระดูกเจริญเต็มที่แล้ว

แบบฝึกหัดที่ 8.1 จงเลือกคำตอบเติมลงในช่องว่างในภาพที่ 6.1 ที่แสดงระบบ haversian ของ



ภาพที่ 8.1 แสดงระบบ harversian ของกระดูก

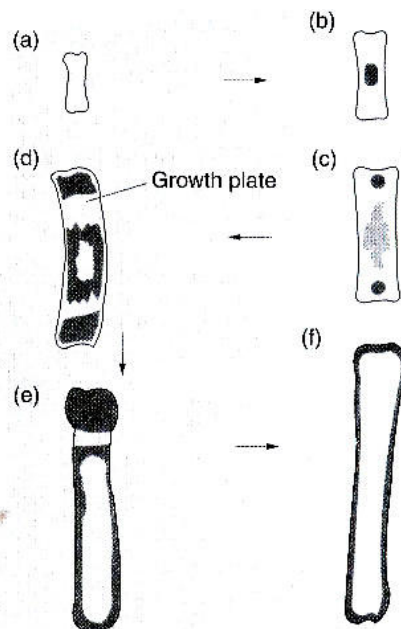
โครงสร้างและชนิดของกระดูก

ประเด็นสำคัญ

1. โดยทั่วไปโครงสร้างของกระดูกเรียงจากด้านนอกเข้าด้านใน ประกอบด้วย เยื่อหุ้มกระดูก ด้านนอก เรียก periosteum กระดูกแน่น (compact bone) และ กระดูกกลวง หรือ ฟองน้ำ (cancellous หรือ spongy bone)
2. ถ้าแบ่งกระดูกตามรูปร่างสามารถแบ่งออกได้ดังนี้
 - a. กระดูกแบน (flat bone) ได้แก่ กระดูกกะโหลกทั้งหมด
 - b. กระดูกสั้น (short bone) ได้แก่ กระดูกที่บริเวณ ข้อขา เช่น carpal bone

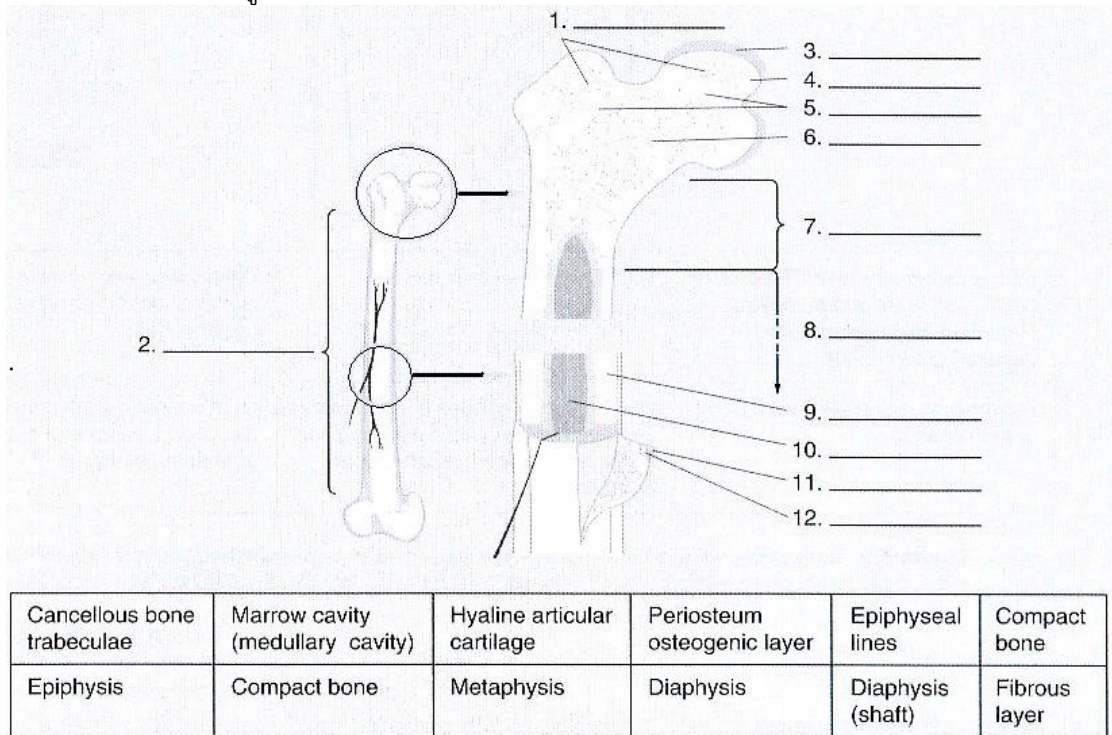
- c. กระดูกที่รูปร่างไม่แน่นอน (irregular bone) ได้แก่ กระดูกสันหลัง
- d. กระดูก sesamoid bone ได้แก่ กระดูกที่หุ้มด้วยเอ็น หรือ ligament เช่น กระดูกสะบ้า ที่หัวเข่า (patella)
- e. กระดูกยาว ได้แก่ กระดูกกระยางขาหน้า และหลัง ภายในช่องว่างตรงกลางกระดูก (medulla cavity) มีไขกระดูก (bone marrow) บรรจุอยู่ และบริเวณ epiphyses จะเป็นกระดูกอ่อนชนิด hyaline ที่จะมีการเจริญและยืดยาวของกระดูกต่อไป

แบบฝึกหัดที่ 8.2 จงอธิบายลำดับเหตุการณ์การสร้างกระดูกยาวจากกระดูกอ่อนตามลำดับ ขั้นตอน ดังรูปที่ 8.2 ให้ถูกต้อง



ภาพที่ 8.2 แสดงการสร้างกระดูกยาวจากกระดูกอ่อน

แบบฝึกหัดที่ 8.3 จงเลือกคำตอบเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้องตามโครงสร้างของกระดูกยาว ที่ให้มาตามรูปที่ 8.3



ภาพที่ 8.3 โครงสร้างกระดูกยาว

แบบฝึกหัดที่ 8.4 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

ชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งของรอยต่อระหว่างกระดูกแบน
บริเวณล่องตื้นๆ เล็กบนกระดูกที่เป็นบริเวณที่มีกล้ามเนื้อมายึดเกาะ
ปุ่มเล็กๆ กลมมนูนขึ้นบนกระดูก
ปุ่มกลมมนูนทางด้านปลายกระดูกที่จะเป็นส่วนเชื่อมต่อกับกระดูกชิ้นอื่น
ร่องบนกระดูก
ส่วนที่ยื่นยาวออกจากกระดูก
บริเวณที่เป็นร่องลึก ที่จะเป็นส่วนเชื่อมต่อกับกระดูกชิ้นอื่น
รูของกระดูกที่เป็นทางเข้าของเส้นเลือดเส้นประสาท
สันเล็กๆ ที่นูนขึ้นเป็นแนวยาวในกระดูก
ช่องภายในกระดูกที่มีอากาศอยู่ภายใน

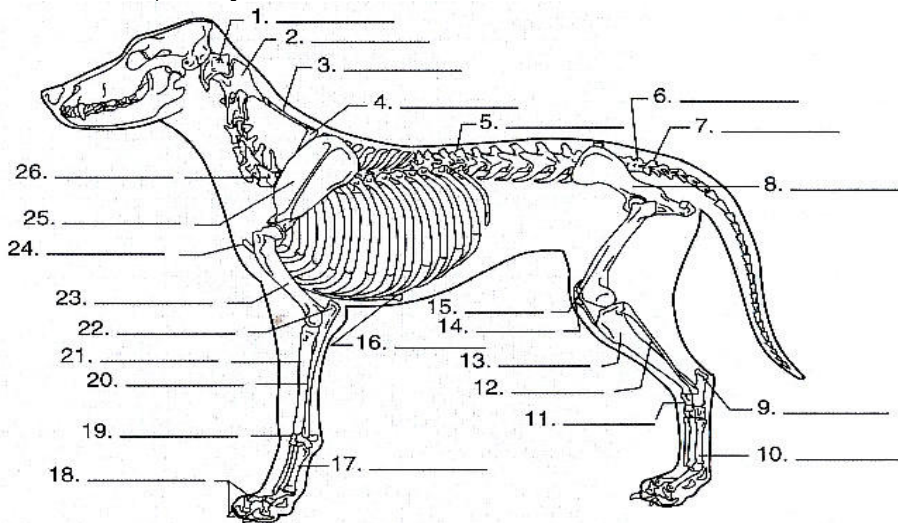
Process
Foramen
Sulcus
Notch
Fossa
Condyle
Sinus
Tubercle
Suture
Crest

ข้อนำรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบโครงร่าง

ประเด็นสำคัญ

1. ระบบโครงร่างมีหน้าที่ คือ ปกป้อง ค้ำจุน และการเคลื่อนไหวของร่างกาย
2. ไขกระดูก (bone marrow) ทำหน้าที่สร้างเซลล์เม็ดเลือด พบที่ช่องตรงกลางด้านใน (medulla cavity) ระหว่างกระดูกกลาง ของกระดูกยาว
3. กระดูกในระบบโครงสร้างที่เป็นแกนหลัก หรือเรียกว่า axial skeleton ประกอบด้วย กระดูกกะโหลกศีรษะ (skull) กระดูกขากรรไกร (mandible) กระดูกไฮอยบริเวนคอคอย (hyoid bone) กระดูกสันหลัง (vertebrae) กระดูกซี่โครงและสันอก (ribs and sternebrae)
4. กระดูกในระบบโครงสร้างที่เป็นระยาง หรือเรียกว่า appendicular skeleton ประกอบด้วย กระดูกขาหน้า (forelimb หรือ thoracic limb) กระดูกขาหลัง (hindlimb หรือ pelvic limb)
5. กระดูกโครงร่างที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะอื่นๆ หรือ splanchnic skeleton ประกอบด้วย กระดูก os penis เป็นกระดูกที่อยู่ทอวัยวะเพศผู้ (penis) ในสุนัข

แบบฝึกหัดที่ 8.5 จงเติมชื่อกระดูกหรือส่วนต่างๆในระบบโครงร่างในภาพที่ 6.4 ที่แสดงโครงร่างของสุนัขให้ถูกต้อง



Patella	Ligamentum nuchae	Radius	Sacrum
Metatarsal bones	Scapula	Metacarpal bones	Femur
Humerus	Tarsal bones	L1 first lumbar vertebra	Ulna
C7 last cervical vertebra	Cy1 first vertebra (coccygeal)	Carpal bones	C2, axis
Calcaneus (point of hock)	Os coxae (pelvis)	T1 first thoracic vertebra	Tibia
Cranial end of sternum (manubrium)	Proximal, middle, and distal phalanges	Caudal end (xiphoid) of sternum	C1, atlas
Fibula	Olecranon (point of elbow)		

ภาพที่ 8.4 แสดงระบบโครงร่างของสุนัข

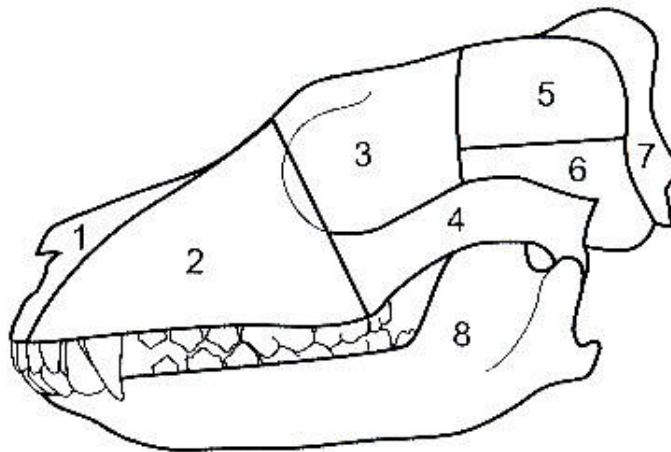
กระดูกกระโหลก (skull)

ประเด็นสำคัญ

1. กระดูกกระโหลกประกอบด้วยกระดูกแบนทั้งหมด
2. แบ่งออกเป็น 2 บริเวณย่อย ได้แก่ บริเวณสมอง (cranium) และบริเวณขากรรไกร (jaws)
3. บริเวณ cranium ทำหน้าที่ป้องกันสมอง ตา และหู
4. บริเวณขากรรไกรเป็นที่เกาะของกล้ามเนื้อและฟัน
5. ที่กระดูกขากรรไกรบน (maxillary bone) และ กระดูกหน้าผาก (bone) มีโพรงกระดูก (sinus) เรียกว่า paranasal sinuses
6. ทางด้านหลังของกระดูกกระโหลกมีรูเปิด เรียกว่า foramen magnum ซึ่งเป็นช่องเปิดให้ไขสันหลัง (spinal cord) เข้าเชื่อมต่อกับสมองในกระโหลกศีรษะ

กิจกรรม

1. ให้นักศึกษาใช้กระดาษแข็งวาดรูปกระดูกกระโหลกของสัตว์ตามแบบรูปที่ 6.5 และแบ่งขอบเขตกระดูก พร้อมทั้งท่องจำชื่อกระดูกต่างๆให้ได้



- | | | | |
|---------------------------|-------------|---------------------|-------------------|
| 1. Incisive or premaxilla | 2. Maxilla | 3. Frontal | 4. Zygomatic arch |
| 5. Parietal | 6. Temporal | 7. Occipital region | 8. Mandible |

ภาพที่ 8.5 แสดงกะโหลกของสัตว์

2. ให้นักศึกษาวาดรูปกระดูกกระโหลกศีรษะของโค เปรียบเทียบกับ สุนัข และสัตว์ปีก (ไก่ หรือ เป็ด) พร้อมทั้งบอกขอบเขตและชื่อกระดูกแต่ละส่วนด้วย และให้นำมาส่งท้ายชั่วโมง

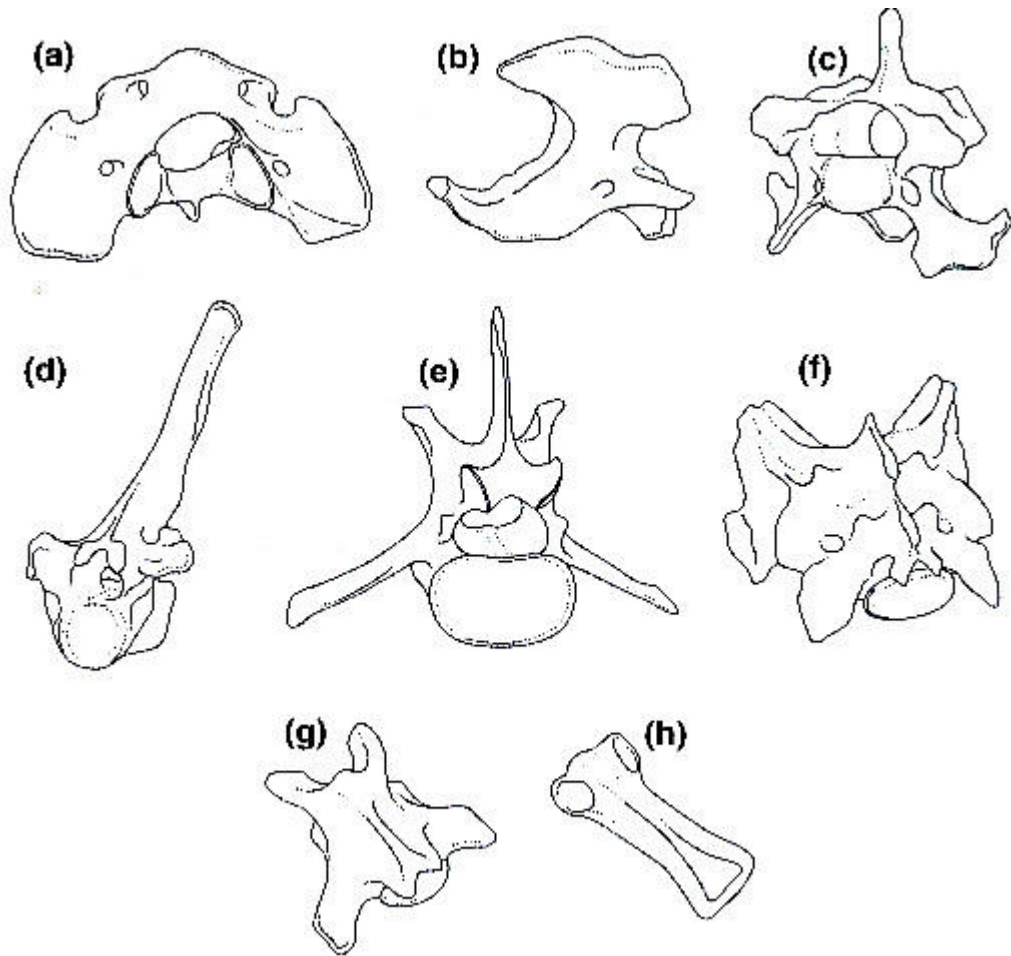
กระดูกสันหลัง (vertebrae)

ประเด็นสำคัญ

1. กระดูกสันหลังแบ่งออกเป็น 5 ส่วนตามตำแหน่งที่อยู่
2. กระดูกสันหลังแต่ละส่วนมีโครงสร้างที่คล้ายกันและเรียงต่อกันเป็นแถวยาวต่อจาก กระโหลก ไปทางหางเรียก vertebral column แต่จะต่างกันในเรื่องของขนาดและ รูปร่างทั้งนี้ ขึ้นกับตำแหน่งที่อยู่ และ หน้าที่ของกระดูกนั่นเอง
3. กระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical vertebrae) ท่อนที่1 และ 2 เรียกว่า atlas (C1) และ axis (C2) ตามลำดับมีรูปร่างที่แตกต่างอย่างชัดเจนกับกระดูกสันหลังท่อนอื่นๆ ทั้งนี้ เนื่องจากเป็นกระดูกที่ต้องรับน้ำหนักหัวและในขณะเดียวกันเพื่อการเคลื่อนไหวด้วย
4. กระดูกสันหลังแต่ละชั้นจะมีหมอนรองกระดูก (intervertebral disc) ขึ้น เพื่อทำหน้าที่เป็นโช้คอัพ ลดการกระแทก และเสียดสีระหว่างกระดูกสันหลัง และเพิ่มการเคลื่อนที่ของ ข้อต่อกระดูกสันหลัง ได้มากขึ้น และโดย intervertebral disc เป็น กระดูกอ่อนชนิด fibrocartilage รอบนอกและภายในเป็น สารคล้ายเจล (gel-like) อาจเรียกกระดูกอ่อนรอบนอกว่า anulus fibrosus และ สารคล้ายเจลภายในว่า nucleus pulposus
5. ตรงกลางของ vertebral column เป็นรูทางยาวเรียก vertebral foramen ซึ่งเป็นที่อยู่ของ ไขสันหลัง หรือ spinal cord ที่ต่อออกจากสมองและยาวเรื่อย เล็กลงถึงกระดูกสันหลังส่วนก้นกบ (sacral vertebrae)

แบบฝึกหัดที่ 8.6 ให้นักศึกษาเลือกอักษรภาษาอังกฤษของกระดูกสันหลังส่วนต่างๆ ตามรูปที่ 6.7 เติมลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับชนิดของกระดูกสันหลังชิ้นนั้นๆ

Cervical	Thoracic	Lumbar	Sacral	Coccygeal
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)



ภาพที่ 8.6 แสดงรูปร่างกระดูกสันหลังแต่ละชนิด

กระดูกซี่โครงและสันอก (rib and sternum)

ประเด็นสำคัญ

1. กระดูกซี่โครงและสันอกทำหน้าที่ป้องกันอวัยวะภายในช่องอก และทำหน้าที่ช่วยในการหายใจ
2. สัตว์เศรษฐกิจส่วนใหญ่มีกระดูกซี่โครง 13 คู่ โดยในแต่ละคู่จะสัมผัสติดกับกระดูกสันหลังส่วนอกท่อนที่ 1 ถึง 13 ตามลำดับ
3. กระดูกซี่โครงแต่ละซี่มี 2 ส่วน คือ ส่วนบนด้านต่อกับกระดูกสันหลังเป็นกระดูก ส่วนด้านล่างทางสันอก เป็นกระดูกอ่อน โดยทั้งสองส่วนเชื่อมติดกันที่จุดเชื่อมเรียกว่า costochondral junction
4. ทางด้านล่างของกระดูกซี่โครง ซี่ที่ 1-9 เชื่อมต่อกับกระดูกสันอก (sternum)
5. กระดูกซี่โครงซี่ที่ 9 ยาวที่สุด
6. ทางด้านล่างของกระดูกซี่โครงซี่ที่ 10-12 จะสัมผัสทางด้านหน้าของกระดูกซี่โครงซี่ถัดไป
7. ปลายด้านล่างของกระดูกซี่โครงซี่ที่ 13 เป็นอิสระไม่เชื่อมติดกับอะไร
8. กระดูกสันอกมีทั้งหมด 8 ชิ้น

แบบฝึกหัดที่ 8.7 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำศัพท์เทคนิคเกี่ยวกับ กระดูกซี่โครง และ สันอก ทางด้านขวามือให้ถูกต้องโดยการลากเส้น เชื่อมโยงกัน

คำศัพท์ใช้เรียกกระดูกสันอกที่ 1
คำศัพท์ใช้เรียกกระดูกซี่โครง คู่ที่ 13
ชื่อกล้ามเนื้อที่อยู่ระหว่างกระดูกซี่โครง
คำศัพท์ที่ใช้เรียกกระดูกซี่โครง คู่ที่ 1-9
คำศัพท์ใช้เรียกกระดูกสันอกที่ 8
คำศัพท์ที่ใช้เรียกกระดูกซี่โครง คู่ที่ 10-13

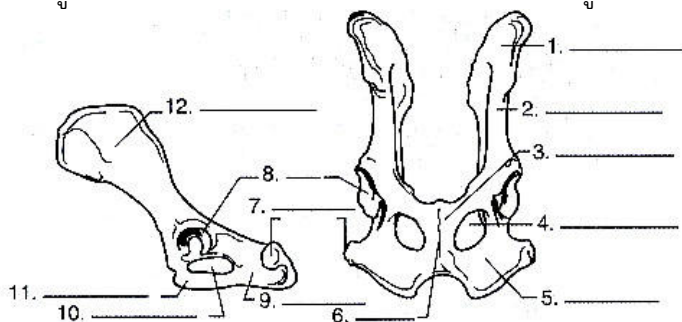
Sternal or true ribs
Xiphoid process or xiphisternum
Asternal or false ribs
Manubrium
Floating rib
Intercostal

กระดูกเชิงกราน (pelvis)

ประเด็นสำคัญ

1. กระดูกเชิงกราน เป็นการรวมกัน 2 ข้าง ของ os coxae โดย เชื่อมต่อกันตรง pelvic symphysis
2. โดย os coxae แต่ละข้างเป็นชิ้นกระดูกใหญ่ที่มีการเชื่อมต่อกันของกระดูก 4 ชิ้น ดังนี้ ilium, ischium, pubis และ acetabular bone
3. Os coxae แต่ละข้างมีรูขนาดใหญ่ เรียก obturator foramen ซึ่งเป็นช่องทางผ่านของเส้นเลือด เส้นประสาท และกล้ามเนื้อ
4. บริเวณทางด้านล่างด้านข้างของ os coxae จะมีแอ่งที่เรียกว่า acetabulum ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ หัวกระดูกของกระดูกท่อนขา (femoral head) มาเชื่อมต่อ และเป็นข้อต่อสะโพกนั่นเอง

แบบฝึกหัดที่ 8.8 จากรูปที่ 8.8 แสดงกระดูกเชิงกรานของสุนัข ให้นักศึกษาเลือกคำตอบในตาราง ที่ถูกต้องเติมลงในช่องว่าง ให้ตรงตามโครงสร้างในรูป



Obturator foramen	Wing of ilium	Ischial tuberosity	Ilium	Ischium	Pubic symphysis
Acetabulum	Pubis	Ischium	Pubis	Obturator foramen	Wing of ilium

ภาพที่ 8.8 แสดงกระดูกเชิงกรานของสุนัข

กระดูกยาวส่วนขา (limbs)

ประเด็นสำคัญ

1. ภายในช่องว่างกลางกระดูก (medullary cavity) และช่องว่างภายในกระดูกพรุน (cancellous bone) มีไขกระดูก ทำหน้าที่ สร้างเซลล์เม็ดเลือด
2. กระดูกยาวส่วนขาถือเป็นกระดูกที่มีการสร้าง หรือมีเจริญเสร็จที่สุด

แบบฝึกหัดที่ 6.9 จงเขียนชื่อกระดูกลงในช่องว่างด้านขวามือที่ตรงตามลักษณะที่อธิบายด้านซ้ายมือ

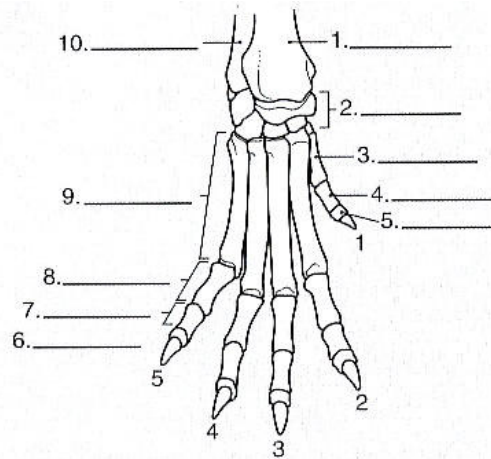
กระดูกขาหน้า ปลายด้านบนเป็นส่วนของข้อศอก (elbow joint) ด้านล่าง มีปุ่มที่เรียกว่า styloid process ยื่นลงไปถึงข้อ carpal	1.
กระดูกค่อนข้างตรงและใหญ่ ด้านบน มีสันนูนออกด้านข้างทั้งสองข้าง เรียกว่า greater trochanter ด้านล่าง มี condyles ใน-นอก ต่อกับข้อต่อ stifle joint	2.
กระดูกเมื่อตัดด้านบนตามขวางจะมีลักษณะเป็นสามเหลี่ยม และด้านบนยังมีสันกระดูกยื่นออกไปทางด้านหน้า ส่วนทางด้านล่างจะเชื่อมต่อกับข้อต่อ tarsus	3.
กระดูกชิ้นใหญ่ ตรงกลางกระดูก (diaphysis) บิดเล็กน้อย ด้านล่างกระดูกมี รูหรือหลุม (supracondylar foramen) สำหรับเป็นช่องให้ปุ่มกระดูกทางด้านหน้าของกระดูก ulna ใส่เชื่อมต่อ	4.
กระดูกค่อนข้างเรียวบาง ทางด้านบนวางอยู่ในตำแหน่งหลังกระดูก tibia ในขณะที่เมื่อลงมาทางด้านล่าง จะอยู่ทางด้านข้างของกระดูก tibia	5.
เป็นกระดูกที่ยาวที่สุดในร่างกาย วางอยู่ด้านหลังของขาหน้า และทางด้านล่างจะเยื้องออกด้านข้าง ผิวสัมผัสทางด้านบนต้องข้อต่อข้อศอกมีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว เรียกว่า trochlear notch	6.

กระดูกส่วน manus และ pes

ประเด็นสำคัญ

1. กระดูกส่วน manus หมายถึง กลุ่มกระดูกขนาดเล็กที่ขาหน้าบริเวณ carpus, metacarpus และ นิ้วของขาหน้า
2. กระดูกส่วน pes หมายถึง กลุ่มกระดูกขนาดเล็กที่ขาหลังบริเวณ tarsus, metatarsus และ นิ้วของขาหลัง
3. การนับลำดับที่ของนิ้วจะนับจากด้านในออกสู่ด้านนอกเสมอ นิ้วตั้ง (dew-claw) ทางด้านในจะนับเป็นนิ้วที่ 1 เสมอ ถึงแม้จะไม่มีก็ตาม

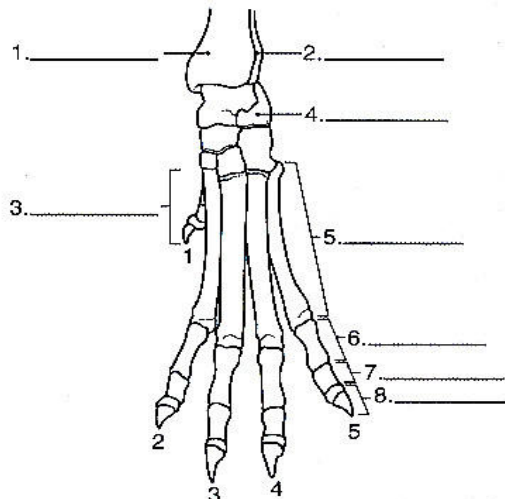
แบบฝึกหัดที่ 8.10 จากรูปที่ 8.9 ข้างล่างแสดง manus ให้นักศึกษาเลือกคำตอบจากตารางที่ให้มา
เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



Proximal phalanges	Medial phalanx of digit 1	Medial phalanges	Radius	Distal phalanges
Proximal phalanx of digit 1 (sometimes labelled metacarpal 1)	4 Metacarpal bones (numbered 2–5)	Distal phalanx of digit 1 with the ungual process that forms the nail core	Ulna	2 Rows of carpal bones

ภาพที่ 8.9 แสดงกระดูกส่วน manus

แบบฝึกหัดที่ 8.11 จากรูปที่ 8.10 ข้างล่างแสดง pes ให้นักศึกษาเลือกคำตอบจากตารางที่ให้มา
เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



Distal phalanges (with ungual process)	Proximal phalanges	Fibular tarsal of calcaneus which makes point of hock	Fibula
Phalanges of dew claw attached to tarsus	Tibia	Medial phalanges	Metatarsals

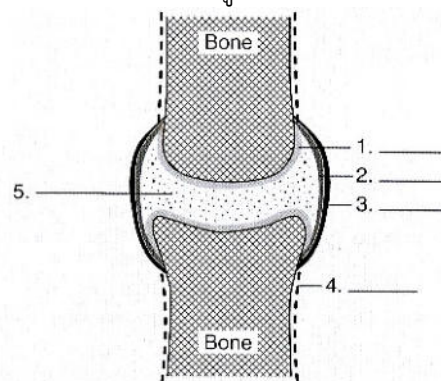
ภาพที่ 8.10 แสดงกระดูกส่วน pes

ข้อต่อ (joint)

ประเด็นสำคัญ

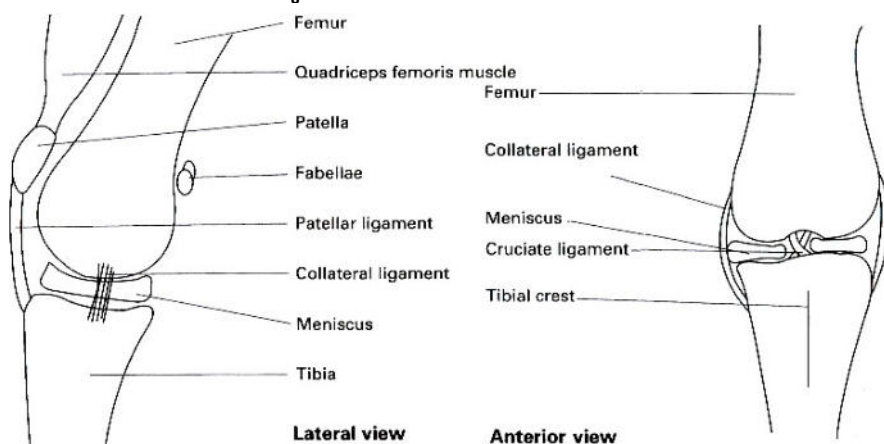
1. ข้อต่อหมายถึง บริเวณที่กระดูกสองชิ้น หรือมากกว่า มาพบกัน
2. คำศัพท์เทคนิคที่มีความหมายเกี่ยวกับ ข้อต่อ จะขึ้นต้นด้วย arth-
3. ชนิดของข้อต่อมักจะแบ่งตามโครงสร้างของข้อ หรือบางครั้งอาจแบ่งตามลักษณะการเคลื่อนไหว ของข้อต่อนั้นๆ เช่น แก้ว หรือข้อพับ (hinge)

แบบฝึกหัดที่ 8.12 จากรูปที่ 8.11 ข้างล่างแสดงข้อต่อ ชนิด synovial joint ให้นักศึกษาเลือกคำตอบจากตารางที่ให้มา เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

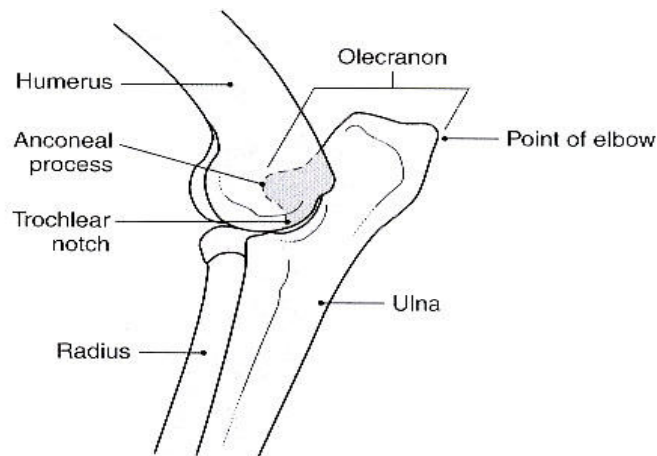


Fibrous membrane (outer)	Periosteum	Articular cartilage
Synovial fluid	Synovial membrane (inner)	

รูปที่ 8.11 แสดงข้อต่อชนิด synovial joint



รูปที่ 8.12 แสดงโครงสร้างของข้อต่อ stifle joint



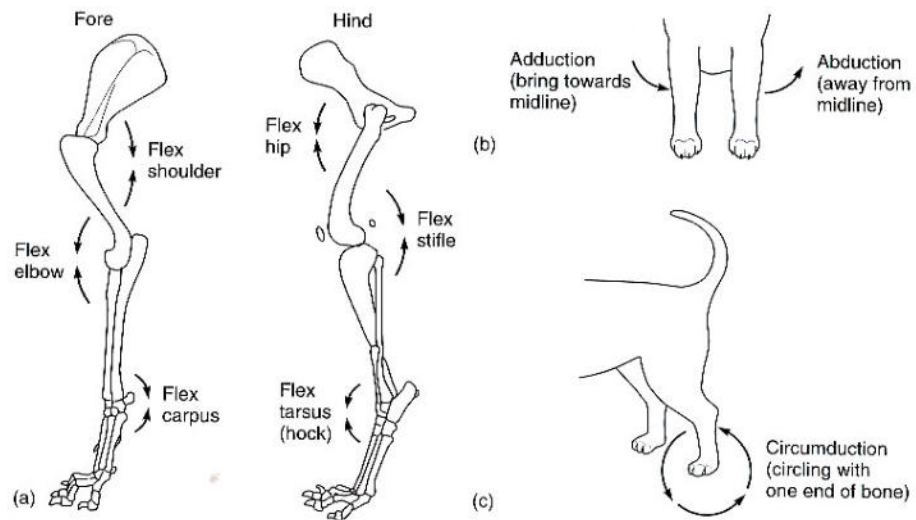
รูปที่ 8.13 แสดงโครงสร้างของข้อต่อ ข้อศอก (elbow joint)

แบบฝึกหัดที่ 8.13 จงบอกชนิดของข้อต่อ ดังต่อไปนี้

รอยต่อกระดูกแบนของกระดูกโหลก (sutures)	1.
Temporomandibular junction	2.
Atlanto-occipital joint	3.
Junction of L2 and L3	4.
Junction of L5 and L6	5.
Elbow	6.
Hip	7.
Pelvic symphysis	8.
Stifle	9.

การเคลื่อนไหวของข้อต่อ (movement of joints)

1. การงอ (flexion) และ การยืด (extension) ข้อต่อ หมายถึง การลด และเพิ่มขนาดของมุมของข้อต่อ ตามลำดับ
2. การกาง (abduction) และ การหุบ (adduction) ข้อต่อ การดึงเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายไกลออก และเข้าใกล้แนวกลางลำตัว ตามลำดับ
3. การเหวี่ยงเป็นวงกลม (circumduction) ข้อต่อ หมายถึง การเคลื่อนไหวปลายด้านหนึ่งของกระดูก เป็นวงกลม
4. การหมุน (rotation) คือ การ twisting กระดูก



ภาพที่ 6.14 แสดงการหมุนของข้อต่อ

แบบฝึกหัดที่ 8.14 ให้นักศึกษาเขียนชื่อกระดูก ที่ทำให้เกิด ข้อต่อ ที่กำหนดให้ ตามข้างล่างนี้

Shoulder	Elbow	Carpus	Hip	Stifle	Hock
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

ขอบเขตในร่างกายสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับกายวิภาคของกระดูก

ประเด็นสำคัญ

การรู้ขอบเขตในร่างกายสัตว์ที่เกี่ยวข้องกับกายวิภาคของกระดูกนั้นเพื่อให้รู้ถึงตำแหน่งในการที่จะปฏิบัติการเกี่ยวกับตัวสัตว์ เช่น การประเมินค่าคะแนนร่างกายสัตว์ การเข้า ตรวจร่างกายสัตว์ เป็นต้น

กิจกรรม

ให้นักศึกษา ดูรูปโค และหาขอบเขตต่าง ๆ ในตัวโค และอธิบายขอบเขต ดังต่อไปนี้

Sagittal crest

Atlanto-occipital junction

Thoracolumbar junction

Costal arch

Xiphisternum

Manubrium

Spine of scapula

Olecranon

Accessory carpal

Wing of ilium

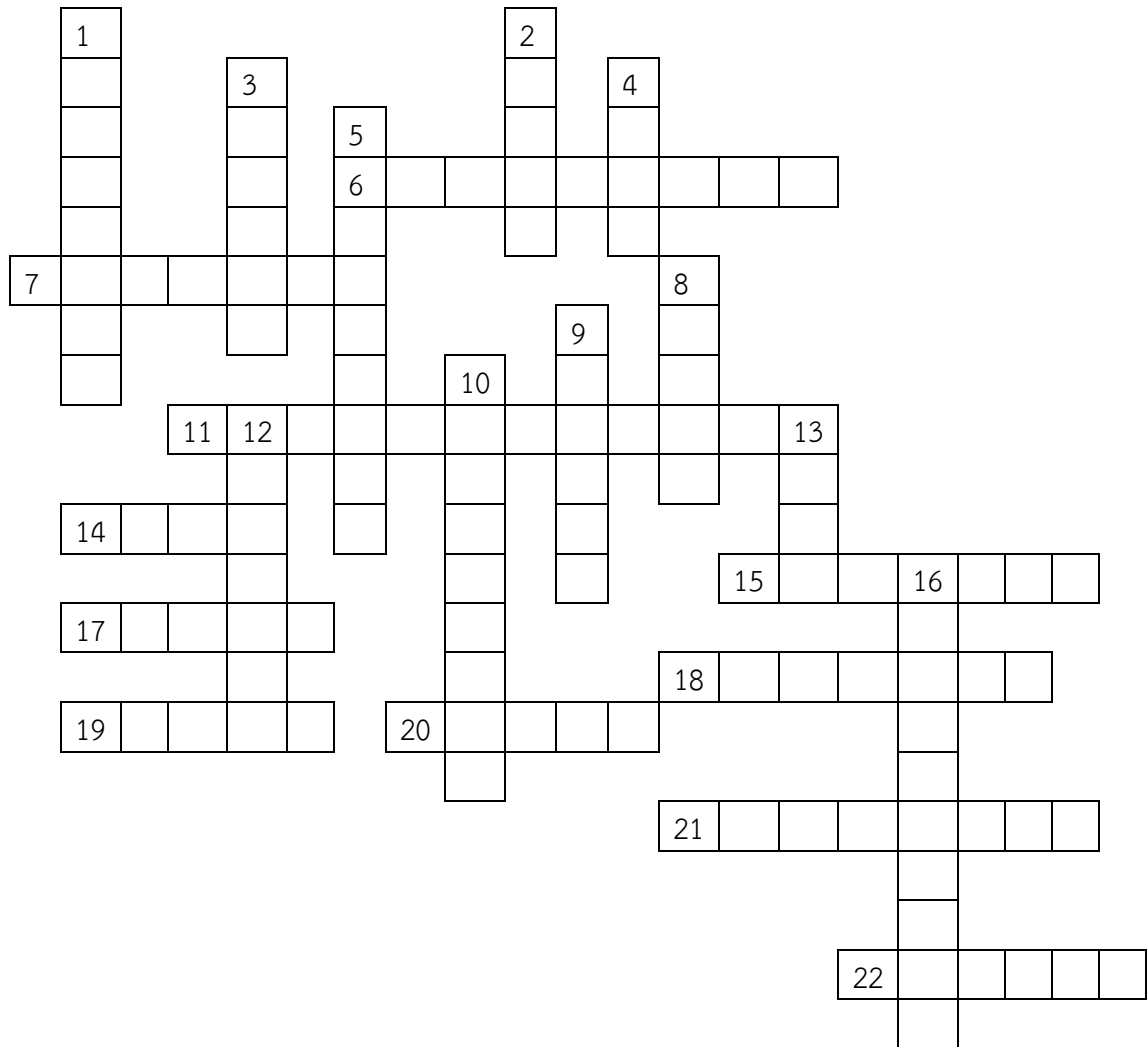
Ischial tuberosity

Calcaneus

แบบฝึกหัดที่ 6.16 จงกาเครื่องหมายถูก (/) หน้าหัวข้อที่ถูก และกาเครื่องหมายผิด (X) หน้าหัวข้อที่ผิด

	ขาหน้าแขวนติดกับร่างกายโดยไม่มีกระดูกส่วนไหนติดกับแนวกระดูก Axial skeleton เลย
	รอยต่อของกระดูกกรามล่าง (mandible) ทั้งสองข้าง ที่เรียกว่า mandibular symphysis เป็นข้อต่อชนิด synovial joint
	สุนัข โค และสุกร ไม่มีกระดูกไหปลาร้า (clavicle)
	กระดูกสันอกมีทั้งหมด 9 ชิ้น
	กระดูก tibial tarsal หรือ กระดูก talus คือ อันเดียวกัน
	กระดูก os penis คือ จัดเป็นกระดูกในกลุ่มกระดูกกระยาง (appendicular skeleton)
	Tympanic bullae คือ พบได้ที่บริเวณทางด้านล่างของกระดูก

แบบฝึกหัดที่ 6.17



แนวนอน

6. การเคลื่อนของส่วนร่างกายออกจากแนวกลางลำตัว
7. ชื่อเรียกกระดูกซี่โครงและสันอก
1. ขบวนการสร้างกระดูกเรียกว่า...
14. กระดูกชิ้นที่ยาวที่สุดในสุนัข
15. นิ้วที่ 1 ของสุนัข เรียกว่า
17. กระดูกที่มีหัวกระดูกต่อตรงตำแหน่ง acetabulum ของ os coxae
18. กระดูกซี่โครงที่ปลายด้านล่างต่อเชื่อมกับกระดูกสันอก มีชื่อ เรียกว่า true rib หรืออีกชื่อหนึ่งคือ...
19. สีของน้ำไขข้อ (synovial fluid) มีสีคล้ายสีน้ำฟางข้าว เรียกว่า ...
20. จำนวนของกระดูกสันอก
21. ข้อต่อของกระดูก scapula และ humerus หรือข้อต่อหัวไหล่ ภาษาอังกฤษ เรียกว่า...
22. กระดูกสันหลังส่วนเอวหรือส่วนท้องเรียกว่า...

แนวตั้ง

1. กระดูกที่อยู่ด้านหน้าของกระดูกกลามบน
2. เป็นกระดูกชิ้นหนึ่งของกระดูกเชิงกราน
3. คำศัพท์ที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับซี่โครง
4. คำขึ้นต้นคำศัพท์ที่มีความหมายเกี่ยวกับข้อต่อ
5. การเรียงตัวของเซลล์กระดูกอย่างเป็นระบบ เรียกระบบนั้นว่า...
8. อวัยวะที่ปกคลุมหรือป้องกันโดยกระดูกกระโหลกส่วน cranium
9. คำศัพท์ที่มีความหมายว่า เป็นทางผ่าน หรือทางเปิด
10. บริเวณส่วนตัวของกระดูกยาวที่เรียกว่า shaft เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า...
2. กระดูกขาหน้าชิ้นบนสุด
3. จำนวนของกระดูกซี่โครงที่แท้จริง (true rib หรือ sternal rib)
16. กระดูกพรุน spongy bone มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า...

กิจกรรม

ให้นักศึกษาแบ่งเป็นกลุ่ม 4 กลุ่มเท่าๆกัน โดยแต่ละกลุ่มให้ศึกษาถึง anatomy ของ ระบบโครงร่างดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1. ศึกษากระดูกกระโหลก กระดูกสันหลังส่วนคอ และส่วนอก และข้อต่อของกระดูกนั้นๆ

กลุ่มที่ 2 ศึกษากระดูกสันหลังส่วนท้อง หรือเอว และส่วนก้นกบ และกระดูกเชิงกราน และข้อต่อของกระดูกนั้นๆ

กลุ่มที่ 3 ศึกษากระดูกกระยางส่วนขาหน้า และข้อต่อของขาหน้า

กลุ่มที่ 4 ศึกษากระดูกกระยางส่วนขาหลัง และข้อต่อของขาหลัง

บทปฏิบัติการที่ 9 ระบบกล้ามเนื้อ (muscular system)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ
2. การหดตัวของกล้ามเนื้อลาย
3. กล้ามเนื้อลาย หรือกล้ามเนื้อโครงร่าง
4. กล้ามเนื้อกระบังลม
5. เอ็น (tendons)

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 4 ในเรื่องเกี่ยวกับ เนื้อเยื่อหรือระบบกล้ามเนื้อ
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 4 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ

ประเด็นสำคัญ

1. คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อจะขึ้นต้นด้วย myo-
 2. กล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ
 - a. กล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) เป็นเนื้อเยื่อชนิดพิเศษ และเป็นโครงสร้างของผนังหัวใจ อาจเรียกกล้ามเนื้อหัวใจว่า myocardium โดยการสั่งการการปิดตัวของหัวใจ เป็นการสั่งการโดยระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic nervous system (ANS) และมีการควบคุมการบีบตัวเป็นจังหวะโดยเซลล์ประสาทที่อยู่ในกล้ามเนื้อหัวใจ ที่เรียกว่า pacemaker cells
 - b. กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กล้ามเนื้อนอกอำนาจจิตใจ (involuntary muscle) พบได้ในอวัยวะภายในทั้งหลาย (internal organs หรือ viscera) และผนังของเส้นเลือด
- การหดตัวของกล้ามเนื้อถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ
การหดตัวของตัวของกล้ามเนื้อเรียบบางครั้งจะหดตัวเป็นจังหวะคล้ายลูกคลื่นเพื่อบีบไล่สารในท่อให้เคลื่อนที่ เช่น ในระบบทางเดินอาหาร

การบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่ผนังลำไส้เล็ก เป็นลักษณะ ที่เรียกว่า peristalsis คือการบีบไล่อาหารในลำไส้เป็นจังหวะคลื่น

c. กล้ามเนื้อลาย (striated muscle)

เป็นกล้ามเนื้อที่ติดอยู่กับกระดูกบางครั้งอาจเรียกว่า กล้ามเนื้อโครงร่าง (skeletal muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ

คือสามารถสั่งการให้หดตัวได้ภายใต้อำนาจจิตใจ อาจเรียกกล้ามเนื้อ

ภายใต้อำนาจจิตใจ (voluntary muscle)

เป็นกล้ามเนื้อที่พบที่โครงร่างของร่างกายทั้งหมด ทำหน้าที่ค้ำจุนร่างกาย

การเคลื่อนไหว การสร้างความร้อนให้แก่ร่างกาย การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

เช่น กรณีที่ร่างกายหนาว กล้ามเนื้อจะเกิดการสั่น ที่เรียกว่า shivering

เพื่อสร้างความร้อนให้ร่างกาย

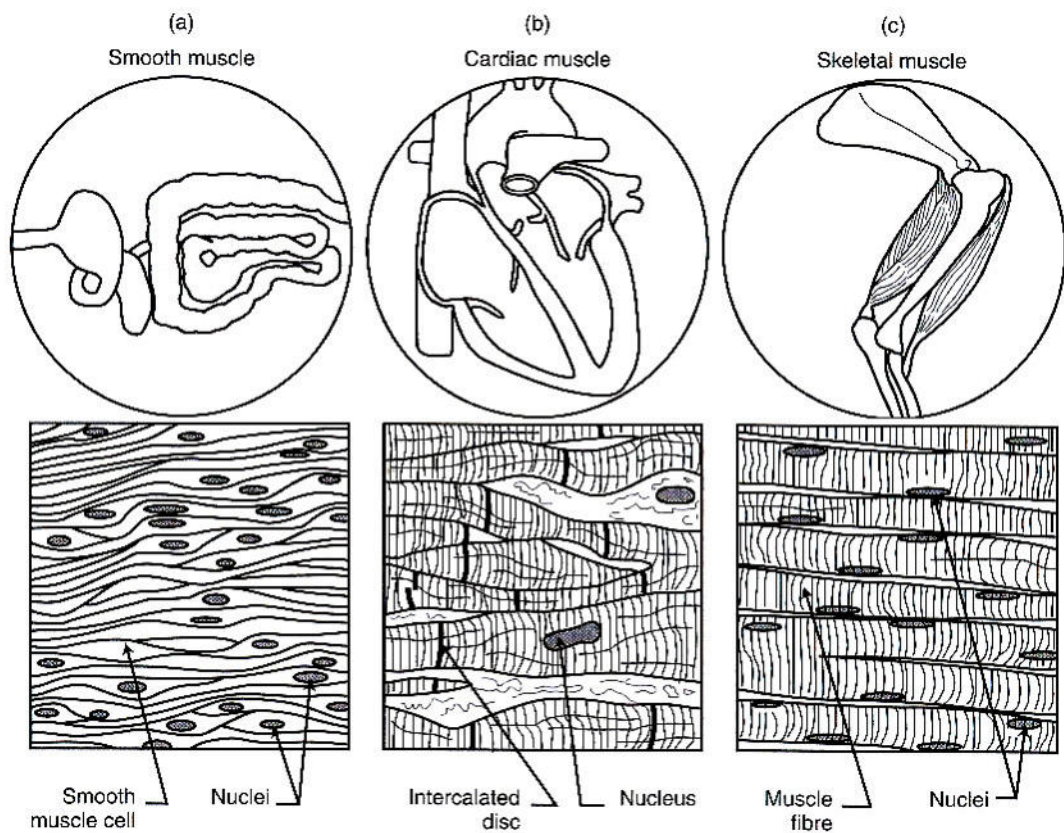
แบบฝึกหัดที่ 9.1 จงเลือกเอา อวัยวะต่อไปนี้ลงในช่องสี่เหลี่ยมให้ถูกต้องตามชนิดของกล้ามเนื้อ ที่พบในอวัยวะนั้นๆ

1. ผนังของกระเพาะปัสสาวะ (Bladder wall)	2. ผนังของกระเพาะอาหาร (stomach wall)	3. เส้นเลือดดำที่คอ jugular vein
4. กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอข้อต่อ stifle (stifle flexor)	5. เส้นเลือดที่ขาหลัง cephalic vein	6. กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอข้อต่อ calpal (carpal flexor)
7. Myocardium	8. ลำไส้เล็ก (small intestine)	9. กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่แสดงสีหน้า

Cardiac	Smooth muscle	Striated muscle

หลักการแยกชนิดของกล้ามเนื้อ

เพียงถามตัวเองว่าสามารถสั่งให้กลุ่มนื่อนั้นๆหดตัวได้หรือไม่ถ้าได้เป็นกล้ามเนื้อลายถ้าไม่ได้เป็นกล้ามเนื้อเรียบส่วนกล้ามเนื้อหัวใจมีที่เดียวคือที่หัวใจตัวอย่าง เช่น การยกขา เป็นการสั่งการให้กล้ามเนื้อที่ขาหดตัว ถ้าเราสามารถสั่งให้ตัวเองยกขาได้ แสดงว่า กล้ามเนื้อที่ขาเป็นกล้ามเนื้อลาย หรือ เราไม่สามารถสั่งให้กระเพาะอาหารบีบตัว หรือหยุดบีบตัวได้นั้นแสดงว่ากล้ามเนื้อที่ กระเพาะอาหารเป็นกล้ามเนื้อเรียบ



ภาพที่ 9.1 แสดงข้อแตกต่างของกล้ามเนื้อแต่ละชนิด (a) กล้ามเนื้อเรียบ (b) กล้ามเนื้อหัวใจ (c) กล้ามเนื้อลาย

การหดตัวของกล้ามเนื้อลาย (contraction of skeletal muscle)

ประเด็นสำคัญ

1. การหดตัวของกล้ามเนื้อลายถูกกระตุ้นโดยกระแสประสาท (nerve impulse) เส้นประสาท 1 เส้น จะมีแขนงไปควบคุมหรือต่อกับกล้ามเนื้อหลายๆ มัด เรียก 1 motor unit (เส้นประสาท 1 เส้นและเซลล์กล้ามเนื้อทั้งหมดที่ปลายประสาทนั้นไปเชื่อมต่อหรือควบคุม)
2. ขนาดของ motor unit (จำนวนของเซลล์กล้ามเนื้อ ที่ปลายประสาท 1 เส้นไปเชื่อมต่อ) ขึ้นอยู่กับ ความซับซ้อนของการหดตัวของกล้ามเนื้อ บริเวณที่ต้องอาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อในปริมาณที่มาก หรือหลายๆ เซลล์ ขนาดของ motor unit ก็จะมีมาก
3. การทำงานหรือสั่งการของ motor unit เป็นลักษณะ หดตัว และไม่หดตัวเท่านั้น หมายความว่า จะไม่การกระตุ้นให้เกิดการหดตัวลงเล็กน้อย หรือ มาก ถ้าเกิดการหดตัวก็หดตัวเลย ไม่เกิดก็ไม่เกิดเลย
4. ความแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ขึ้นกับ จำนวนของ motor unit

แบบฝึกหัดที่ 9.2 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง
โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

- | | |
|--|------------|
| 1. เส้นใยประสาทหนึ่งเส้นไปเชื่อมต่อกับเซลล์กล้ามเนื้อหลายเซลล์ | Epaxial |
| 2. การหดตัวของกล้ามเนื้อในลักษณะทำให้ความกว้างของกล้ามเนื้อเปลี่ยน แต่ความแข็ง (tone) ของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยน | Motor unit |
| 3. กล้ามเนื้อที่จำกัดอยู่เพียงส่วนเดียวหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายเท่านั้น เมื่อกล้ามเนื้อนั้น ๆ หดตัวจะให้ส่วนของร่างกายส่วนนั้นเปลี่ยนขนาด แต่ไม่ได้เปลี่ยนตำแหน่ง เรียกกล้ามเนื้อนั้น | Sarcolemma |
| 4. ศัพท์เทคนิคที่ใช้กับกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้แนวกระดูกสันหลัง | Sarcomere |
| 5. การหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำให้ความแข็งของกล้ามเนื้อเปลี่ยนไป แต่ขนาดของกล้ามเนื้อเท่าเดิม | Intrinsic |
| 6. หน่วย หรือ unit ที่เกิดการหดตัวของเซลล์กล้ามเนื้อ โดยเมื่อเซลล์กล้ามเนื้อหดตัว unit นี้จะมีขนาดเล็กลง | Extrinsic |
| 7. คำศัพท์เทคนิคที่ใช้เรียกกล้ามเนื้อที่อยู่เหนือแนวกระดูกสันหลัง | Isometric |
| 8. กล้ามเนื้อที่ขยายเชื่อมกับหลายส่วนของร่างกาย และจะทำให้ส่วนนั้นๆ ของร่างกายเปลี่ยนตำแหน่ง เมื่อกล้ามเนื้อหดตัว | Hypaxial |
| 9. เยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อ เรียกว่า อะไร | Isotonic |

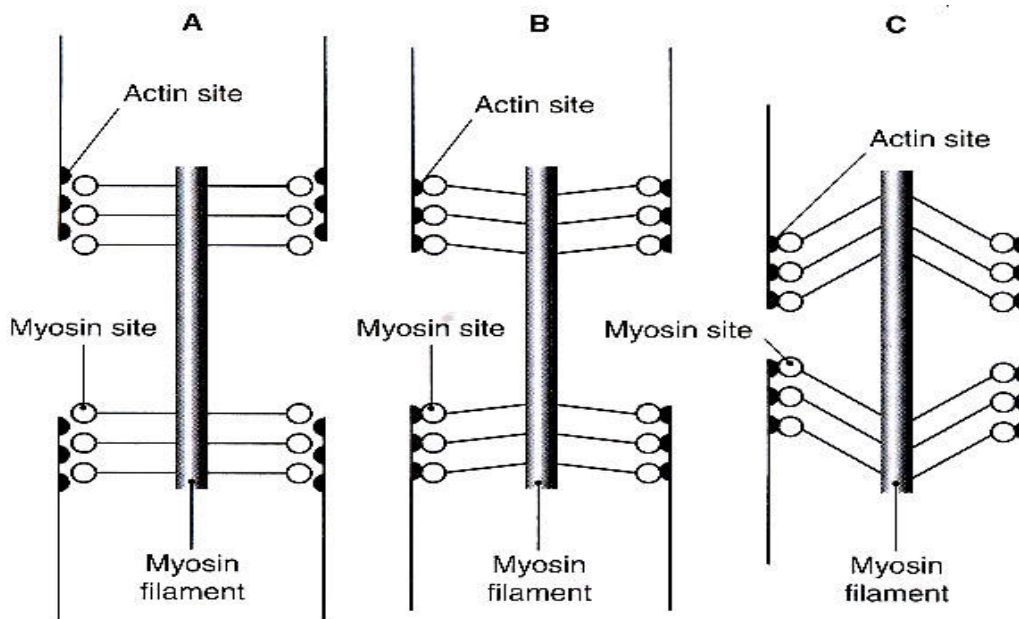
การหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นอย่างไร

1. sarcomere ประกอบด้วยส่วนเป็นแถบมืด (บริเวณที่เป็นโปรตีน myosin) และ แถบสว่าง (หรือ บริเวณที่เป็นโปรตีน actin) ในเซลล์กล้ามเนื้อลาย
2. ในสภาวะที่กล้ามเนื้อคลายตัว เป็นขบวนการทางเคมีป้องกันไม่ให้เกิด การเกาะตัวกันของ actin และ myosin
3. ขบวนการเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อจะเริ่มเกิดขึ้นเมื่อ คลื่นกระแสประสาทเดินทางมาถึง รอยต่อระหว่าง ปลายประสาทกับเซลล์กล้ามเนื้อ (neuromuscular junction) และเป็นผลให้ แคลเซียมไอออนถูกปลดปล่อยออกจากปลายประสาท ขบวนการต่างๆ ก็จะเริ่มเกิดขึ้นเป็นห่วงโซ่
4. แคลเซียมไอออน มีผลต่อสภาวะแวดล้อมของ actin และ myosin โดยทำให้เกิดการเกาะกันและเกิดหดตัวของกล้ามเนื้อขึ้น ขนาดของ sarcomere เล็กลง
5. การหลุดออกจากการเกาะกันของ actin และ myosin อาศัยพลังงาน ในรูป adenosine triphosphate (ATP)
6. ในสัตว์ที่ตายพลังงานในรูป ATP จะค่อยลดลงและหมดในที่สุด เป็นสาเหตุ actin และ myosin ไม่หลุดออกจากกันทำให้ กล้ามเนื้อแข็งตัวตลอดเวลา เป็นการแข็งตัวหลังตายที่เรียกว่า rigor mortis

กล้ามเนื้อลาย

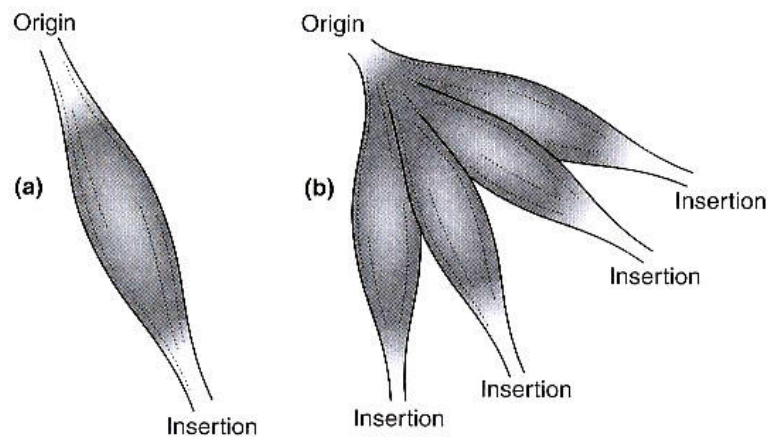
ประเด็นสำคัญ

1. กล้ามเนื้อลายในร่างกายสัตว์ เป็นกล้ามเนื้อที่ถูกควบคุมการหดตัวภายใต้อำนาจจิตใจ
2. กล้ามเนื้อลายทุกมัดมีโครงสร้างทางกายภาพที่เหมือนกันคือ
 - a. มีจุดกำเนิดที่ติดกับกระดูก (origin) กล่าวคือ ปลายมัดกล้ามเนื้อจะเป็นเอ็น เรียกว่า tendon จะติดกับกระดูก เมื่อกล้ามเนื้อหดตัว กระดูกส่วนนั้นจะเคลื่อนที่เพียงเล็กน้อย ปกติปลายด้านจุดกำเนิด จะมีเพียง 1-2 เอ็นเท่านั้น
 - b. มีตัวมัดกล้ามเนื้อ เรียกว่า belly มัดกล้ามเนื้อแต่ละมัดอาจมีหลาย belly
 - c. มีจุดเกาะที่กระดูก (insertion) กล่าวคือ ปลายเอ็นของกล้ามเนื้ออีกด้านหนึ่ง ที่เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวมีผลทำให้กระดูกที่กล้ามเนื้อนั้นไปเกาะเกิดการเคลื่อนไหวได้มากกว่า จุดกำเนิด กล้ามเนื้อมัดหนึ่งอาจมีจุดเกาะกระดูกหลายจุด
3. จุดกำเนิดและจุดเกาะของกล้ามเนื้อลายแต่ละมัดติดอยู่กับกระดูกเสมอ โดยอาจติดกับกระดูกชิ้นเดียว หรือหลายชิ้น ก็ได้

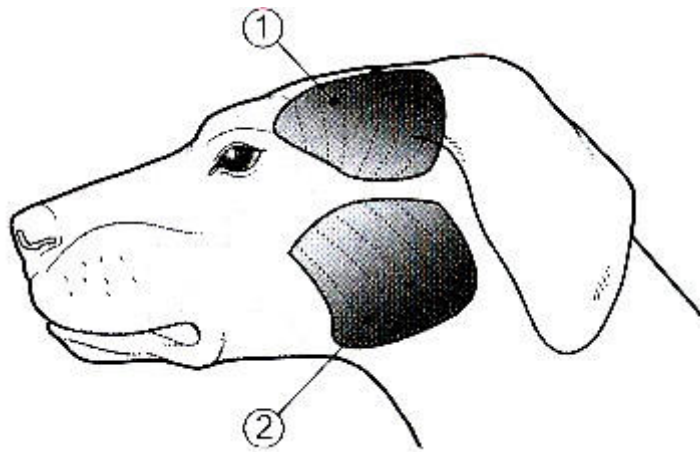


ภาพที่ 9.2 การคลายและหดตัวของ sarcomere actin และ myosin

มีตำแหน่งเกาะกันและกันเรียกว่า active site โดย บนactin และ myosin เรียก actin site และ myosin sit ตามลำดับ ในสภาวะที่กล้ามเนื้อคลายตัว (A) active site จะไม่เกาะติดกัน เมื่อกล้ามเนื้อจะเริ่มมีการหดตัว active site จะเกาะกัน (B) กล้ามเนื้อหดตัวเมื่อมีการเคลื่อนที่ของ actin เข้าหากัด (เข้าหาตรงกลางของ sarcomere) (C)



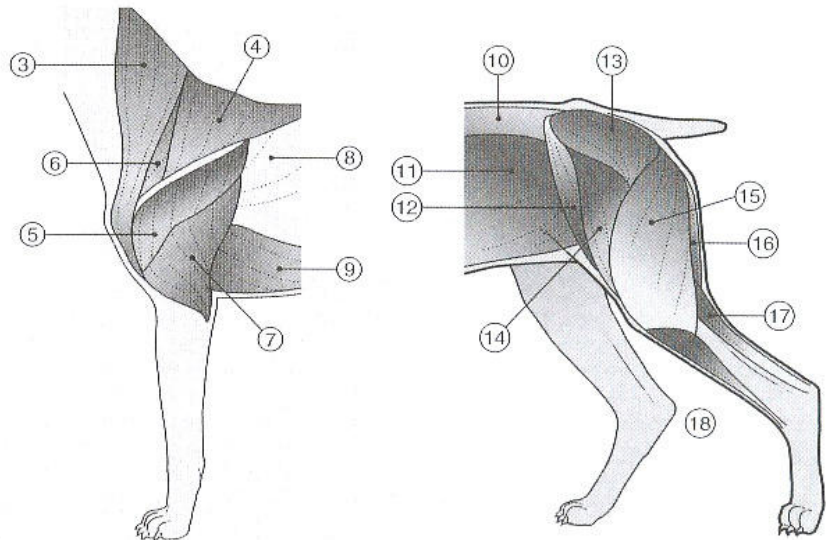
ภาพที่ 9.3 แสดงมัดกล้ามเนื้อที่อาจมีจุดเกาะจุดเดียว (simple skeletal muscle) หรือ หลายจุด (compound skeletal muscle)



ภาพที่ 9.4 แสดงกล้ามเนื้อที่หัวของสุนัข 1. temporal muscle 2. Masseter muscle

กิจกรรม

ให้นักศึกษาใช้กระดาษแข็งขนาดกระดาษ A4 แล้ววาดรูปกล้ามเนื้อลำตัวและขา ตามรูปที่ 7.5 ข้างล่างนี้ และปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด



3. Brachiocephalicus.

4. Trapezius. 5. Deltoid (trichoid). 6. Infraspinatus and supraspinatus. 7. Triceps brachii. 8. Latissimus dorsi.

9. Pectoral. 10. Lumbar epaxial. 11. Abdominal oblique. 12. Sartorius. 13. Gluteal. 14. Quadriceps femoris.

15. Biceps femoris. 16. Semitendinosus and semimembranosus. 17. Gastrocnemius. 18. Anterior tibialis.

Note that the biceps brachii and brachialis are on the dorso-medial aspect of the elbow region.

ภาพที่ 9.5 แสดงกล้ามเนื้อลำตัวและขาของสุนัข

1. วาดภาพและขอบเขตกล้ามเนื้อตามรูป และระบุหมายเลขลงกล้ามเนื้อแต่ละมัด
2. ระบายสีกล้ามเนื้อแต่ละมัด
3. ตัดมัดกล้ามเนื้อแต่ละมัดออกเป็นชิ้นๆ
4. เก็บชิ้นกล้ามเนื้อที่ตัดออกไว้ เพื่อที่จะนำมาต่อเป็น jigsaw หน้าห้อง

กล้ามเนื้อกระบังลม (DIAPHRAGM)

ประเด็นสำคัญ

1. กล้ามเนื้อกระบังลมแบ่งช่องอกและช่องท้อง
2. มีลักษณะแบนและเป็นรูปโค้งคล้ายโดม
3. รอบนอกเป็นกล้ามเนื้อ บริเวณตรงกลางเป็น เอ็น (tendon)
4. เกาะติดอยู่กับกระดูกสันหลังส่วนเอวทางด้านหน้า กระดูกซี่โครงและกระดูกสันอก
5. มีโครงสร้างร่างกายหลายส่วนที่ผ่านทะลุกล้ามเนื้อกระบังลม

แบบฝึกหัดที่ 9.3 ให้นักศึกษาเลือกโครงสร้างร่างกายที่ให้มา ลงในช่องสี่เหลี่ยมที่ตรงกับบริเวณหรือช่องในกล้ามเนื้อกระบังลม ที่โครงสร้างนั้นๆ ผ่านทะลุ

Aorta	Oesophagus	Caudal vena cava
Vagus nerve	Thoracic duct	Azygos vein

Aortic hiatus	Oesophageal hiatus	Caval foramen

เอ็น (Tendons)

ประเด็นสำคัญ

- เอ็นเป็น เนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดแน่นทึบ (dense connective tissue)
- ยึดกล้ามเนื้อติดกับกระดูก
- อย่าสับสนกับ เอ็นชนิด ที่เรียกว่า ligament ซึ่งยึดกระดูกกับกระดูก (ยกเว้น เนื้อเยื่อพังผืดบางที่ยึดกับอวัยวะ)
- Tendons มีรูปร่างไม่แน่นอน แล้วแต่ตำแหน่งที่พบและกล้ามเนื้อที่เอ็นนั้นๆ ยึดอยู่
- กล้ามเนื้อที่มีรูปร่างบาง เอ็นยึดกล้ามเนื้อก็มีรูปร่างบางด้วยเช่นกัน เอ็นที่บางๆ บางที่เรียกว่า aponeuroses
- เมื่อเอ็นพาดผ่านข้อต่อจะทำให้เกิดเป็นถุง (sac หรือ bursa) ภายในถุงมีของเหลวเรียกว่า น้ำไขข้อ (synovial fluid) การเกิดถุงลักษณะเช่นนี้เพื่อเพิ่มการเคลื่อนที่ได้ของข้อต่อ

แบบฝึกหัดที่ 9.4 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำศัพท์เทคนิคเกี่ยวกับเอ็นทางด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

เอ็นที่ทำหน้าที่ค้ำจุนส่วนช่องท้องและยังทำหน้าที่พยุงมดลูกในสัตว์ที่อุ้มท้อง	Linea alba
เอ็นที่เกาะที่ปุ่มกระดูก ulna ตรง olecranon	Prepubic tendon
แผ่นเอ็นบาง ๆ (aponeurosis) แนวกึ่งกลางท้อง	Achilles tendon
เอ็นที่เกิดจากการรวมกันของเอ็นกล้ามเนื้อ gastrocnemius, biceps femoris, semitendinosus และ digital flexors	Tendon of triceps brachii

แบบฝึกหัดที่ 9.5 ให้นักศึกษาเติมอักษรในช่องสี่เหลี่ยมที่เป็นคำตามความหมายที่กำหนดด้านล่าง

1								M											
2								U											
3								S											
								C											
5								L											
6								E											
7								S											
8								O											
9								F											
10								D											
11								O											
12								G											
13								S											
14								A											
15								N											
16								D											
17								C											
18								A											
19								T											
20								S											

1. คำแรกของชื่อกล้ามเนื้อที่มีลักษณะบาง ๆ ทางด้านข้างของลำตัวและมีจุดเกาะที่กระดูก humerus
2. คำศัพท์ที่หมายถึง เส้นใยประสาท 1 เส้น
กับกลุ่มของเซลล์กล้ามเนื้อที่เส้นประสาทนั้นไปเลี้ยง
3. กล้ามเนื้อที่มีลักษณะละเอียด และเมื่อเกิดการหดตัวทำให้อวัยวะนั้นเปลี่ยนรูปร่าง
4. กล้ามเนื้อข้อศอก พบทางด้านหน้าของขาหน้า
5. จุดเกาะของกล้ามเนื้อ triceps brachii
6. กล้ามเนื้อที่อยู่ระหว่างกระดูกซี่โครง ทำหน้าที่เกี่ยวกับการหายใจ
7. กล้ามเนื้อยึดไหล่ พบที่ supraspinous fossa ของกระดูก scapula
8. ชื่อกล้ามเนื้อที่เมื่อหดตัวทำให้มุมระหว่างกระดูกเพิ่มขึ้น
9. ชื่อกล้ามเนื้อที่เมื่อหดตัวทำให้มุมระหว่างกระดูกลดลง
10. โครงสร้างที่ต่อเชื่อมระหว่างกล้ามเนื้อกับกระดูก
11. เอ็นที่มีลักษณะบางๆ

12. กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ยึดข้อสะโพก และขาหลัง
13. กล้ามเนื้อขนาดใหญ่ที่อยู่ทางด้านข้างของขาหลัง
14. ชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งของกล้ามเนื้อ voluntary muscle
15. จุดที่กล้ามเนื้อเกาะกับกระดูก ทำให้กระดูกเคลื่อนที่เพียงเล็กน้อยเมื่อมีการหดตัว
16. กล้ามเนื้อที่มีเอ็นปกคลุมกระดูกสะบ้า หรือหัวเข่า
17. ชนิดของกล้ามเนื้อที่มี pacemaker cells
18. คำที่สองของชื่อกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหน้าของกระดูก tibia
19. กล้ามเนื้อที่มีลักษณะบางปกคลุมบริเวณกระดูกสันส่วนคอและอกลงมาถึง scapula
20. จุดเกาะของกล้ามเนื้อบนกระดูกที่ทำให้กระดูกเคลื่อนที่ได้มากเมื่อมีการหดตัว

แบบฝึกหัดที่ 9.6 จงบอกชื่อกล้ามเนื้อที่มีลักษณะตามข้อต่อไป

1. เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านข้าง ramus ของกระดูกกรามล่าง และทำหน้าที่ในการหุบปาก
2. เป็นกล้ามเนื้อมัดที่ใหญ่ที่สุดที่หัว และอยู่บริเวณกระดูก parietal bone เกือบทั้งมัด
3. เป็นกล้ามเนื้อที่มีลักษณะแบนๆ และ อยู่ทางด้านข้างทั้งสองข้างของแนวกลางท้อง (linea alba) เอ็นของกล้ามเนื้อวางตัวในแนวยาวขนานกับแนวเส้น linea alba
4. กล้ามเนื้อขาหน้า อยู่บนกระดูก scapular และแผ่ลงไปถึงข้อต่อหัวไหล่ และมีจุดเกาะที่หัวกระดูก humerus
5. กล้ามเนื้อขาหลังที่มีลักษณะยาว มีจุดกำเนิดที่ ischial tuberosity และมีจุดเกาะที่ตรงกลางทางด้านหลังของกระดูก tibia

ตอบ

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

บทปฏิบัติการที่ 10

ระบบไหลเวียนเลือด (The blood vascular system)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเลือด
2. น้ำเลือด (blood plasma) และส่วนประกอบต่างๆในน้ำเลือด
3. เซลล์เม็ดเลือดแดง (red blood cells หรือ erythrocyte)
4. เซลล์เม็ดเลือดขาว (white blood cells หรือ leucocytes)
5. เกล็ดเลือด (blood platelets หรือ thrombocytes) และ กลไกเลือดแข็งตัว
6. โครงสร้างของระบบเส้นเลือด
7. การไหลเวียนเลือด
8. เส้นเลือดที่สำคัญหลักๆ ในร่างกาย

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 5 ในเรื่องเกี่ยวกับ น้ำเลือด เซลล์เม็ดเลือด และเส้นเลือด
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 5 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเลือด

1. เลือดจัดเป็นเนื้อเยื่อประสาน (connective tissue)
2. เลือดมีสีแดงเนื่องจากมีเม็ดสี haemoglobin ในเซลล์เม็ดเลือดแดง
3. ร่างกายสัตว์มีเลือดเป็นองค์ประกอบประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัว
4. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเลือด ประมาณ 7.4
5. คำศัพท์เทคนิคที่มีความหมายเกี่ยวกับเลือด จะขึ้นต้นด้วย haem-
6. หน้าที่ของเลือดมีดังนี้
 - a. การขนส่งสารในร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย
 - i. ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์
 - ii. สารอาหาร
 - iii. ของเสียต่างๆ
 - iv. ฮอร์โมน และเอ็นไซม์
 - v. นำความร้อนจากตับ และกล้ามเนื้อกระจายทั่วร่างกาย
 - b. ป้องกันร่างกาย ได้แก่

- i. ระบบภูมิคุ้มกัน คือ antibody ซึ่งเป็นสารโปรตีนที่ทำหน้าที่จับกับเชื้อโรค (antigens) สังเคราะห์จาก เซลล์เม็ดเลือดขาว
 - ii. เซลล์เม็ดเลือดทำหน้าที่เก็บกินสิ่งแปลกปลอมโดย การกลืนกิน (phagocytosis)
 - iii. การแข็งตัวของเลือดป้องกันการสูญเสียเลือดเมื่อเกิดบาดแผล ซึ่งการแข็งตัวของเลือดอาศัยการทำงานของเกล็ดเลือด และโปรตีนหลายชนิดใน น้ำเลือด
- c. รักษาสมดุลของของเหลวในร่างกายและ pH
- i. ช่วยรักษาระดับของเหลวระหว่างเซลล์ (interstitial fluid) (น้ำเลือดเป็นของเหลวนอกเซลล์, extracellular fluid)
 - ii. โปรตีนในน้ำเลือด ได้แก่ โปรตีน albumin ช่วยรักษาแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ในน้ำเลือด
 - iii. เกลือแร่ ต่างๆในน้ำเลือด ทำหน้าที่เป็น บัฟเฟอร์ ช่วยรักษา สมดุลกรด-ด่าง ของของเหลวภายในร่างกาย

แบบฝึกหัดที่ 10.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

transport	haemoglobin	defence	albumin	hormones
7.4	heat	clotting	5-10	oxygen

ร่างกายสัตว์มีเลือดเป็นองค์ประกอบประมาณ 1..... % ของน้ำหนักตัว และมีค่า pH ประมาณ 2..... เลือดมีสีแดงทั้งนี้เนื่องจากสีของ 3..... ที่อยู่ในเซลล์เม็ดเลือดแดง ซึ่งจะมีสีแดงเข้มมากขึ้นเมื่อมีส่วนประกอบของออกซิเจนมาก หน้าที่ย่อยหนึ่งของเลือดคือ 4..... สารต่างๆ ภายใน ของร่างกาย ซึ่งได้แก่ 5..... คาร์บอนไดออกไซด์ สารอาหาร และของเสียต่างๆ และยังนำสารที่หลังจากต่อมไร้ท่อ ได้แก่ 6..... ไปยังอวัยวะเป้าหมาย และนอกจากนี้ ยังนำเอา 7..... จาก กล้ามเนื้อและตับ กระจายไปทั่วร่างกาย เลือดยังประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดขาว ที่สังเคราะห์ antibody ทำหน้าที่ 8..... ร่างกาย เมื่อเส้นเลือดฉีกขาดหรือโดนทำลาย ระบบเลือดจะมีกลไกการ 9..... เพื่อป้องกันการสูญเสียเลือด ในน้ำเลือดยังมีการควบคุมความดัน osmotic ให้คงที่โดยอาศัยโปรตีน 10..... เป็นสำคัญ

น้ำเลือด (blood plasma)

1. น้ำเลือด เรียกว่า พลาสมา (plasma) ซึ่งมีเซลล์เม็ดเลือด และเกล็ดเลือดแขวนลอยอยู่
2. พลาสมา ประกอบด้วย น้ำ เกลือแร่ (โซเดียม โพรแตสเซียม และอื่นๆ) โปรตีน และสสารอื่นๆ
3. พลาสมาที่ปกติจะมีสีน้ำฟางข้าว ไส
4. ซีรัม (serum) คือ พลาสมาที่ไม่มีโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด

แบบฝึกหัดที่ 10.3 จงหาคำศัพท์ ที่ให้มา ในตารางตัวอักษรภาษาอังกฤษ แล้ววงให้เป็นคำ

Albumin	leucocytes	Thrombocytes
Clotting factors	Erythrocytes	Urea
Immunoglobulins	Water	Nutrients
Minerals	Hormones	

E	L	E	Y	A	U	T	F	L	B	W	T	B	U	I
R	E	R	R	H	N	O	A	A	U	R	A	R	T	M
T	U	Y	C	Y	U	L	S	S	N	O	E	T	H	M
H	C	T	S	K	T	C	L	E	I	H	R	E	A	U
C	O	H	E	E	R	H	A	A	L	B	U	M	I	N
U	C	M	T	L	I	E	R	T	C	U	H	I	W	O
R	Y	B	Y	H	E	U	E	O	L	Q	R	M	A	G
Q	T	M	C	T	N	B	N	Y	C	W	O	O	T	L
U	E	I	O	G	T	R	I	C	O	Y	M	R	E	O
L	S	N	B	W	S	U	M	I	T	U	T	H	R	B
U	E	I	M	R	O	B	C	M	T	B	B	E	E	U
R	B	H	O	R	M	O	N	E	S	O	O	T	S	L
S	U	M	R	J	T	L	T	S	F	L	N	Y	T	I
T	I	M	H	F	H	A	O	R	A	G	E	R	P	N
C	L	O	T	T	I	N	G	F	A	C	T	O	R	S

เซลล์เม็ดเลือดแดง (erythrocytes)

1. erythrocytes คือ เซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่แล้ว
2. erythrocytes ถือเป็นเซลล์ที่เล็กที่สุด ของบรรดาเซลล์ในกระแสเลือด เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7 ไมครอน (μm) และมีปริมาณมากที่สุด คือ 7,000,000 เซลล์ ต่อ เลือด 1 ไมโครลิตร (μL)
3. เซลล์เม็ดเลือดแดงมีรูปร่างลักษณะบวมตรงกลางทั้งสองด้าน และไม่มีนิวเคลียส ยกเว้นเม็ดเลือดแดงของสัตว์ปีก และสัตว์เลื้อยคลาน
4. ก๊าซออกซิเจน จะรวมกับ haemoglobin ในเม็ดเลือด กลายเป็น oxyhaemoglobin นั้นหมายความว่า การนำออกซิเจนของเลือด เกิดขึ้นได้โดยการรวมกับ haemoglobin ดังกล่าวข้างต้น

การสร้างเม็ดเลือดแดง (Erythrocyte Production)

ขบวนการสร้างเม็ดเลือดแดงเรียกว่า erythropoiesis โดย ลูกสัตว์ขณะเป็น ฟักตัว จะสร้างเม็ดเลือดที่ ตับ(liver) ม้าม (spleen) และไขกระดูก(bone marrow) หลังจากเกิดแล้วจะสร้างที่ ไขกระดูก (myeloid tissue) อย่างเดียว

กิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 10.4 จงเรียงลำดับเหตุการณ์เกิดก่อน-หลัง ของการสร้างเม็ดเลือดแดง ตามเหตุการณ์ต่างๆ ที่ให้มาให้ถูกต้อง

1. เม็ดเลือดแดงถูกสร้างและเข้าสู่กระแสเลือด เพิ่มขึ้น ทำ hemoglobin เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน	
2. erythropoietin factor กระตุ้นให้ โปรตีนในน้ำเลือดเปลี่ยนเป็น erythropoietin ซึ่งเป็นฮอร์โมนกระตุ้นการสร้างเม็ดเลือดแดง	
3. ปริมาณ ออกซิเจนในกระแสเลือดที่ลดลงกระตุ้นให้ erythropoietin factor จากไต หลั่ง	
4. สภาวะการขาดออกซิเจนบรรเทาลง	
5. ฮอร์โมน erythropoietin กระตุ้นให้เนื้อเยื่อ myeloid tissue หรือ ไขกระดูก สร้างเม็ดเลือดเพิ่มขึ้น	
6. ระดับของออกซิเจนในร่างกายสัตว์ลดลง	
7. เซลล์เม็ดเลือดแดงถูกทำลาย	

การพัฒนาของเซลล์เม็ดเลือดแดง (erythrocyte Development)

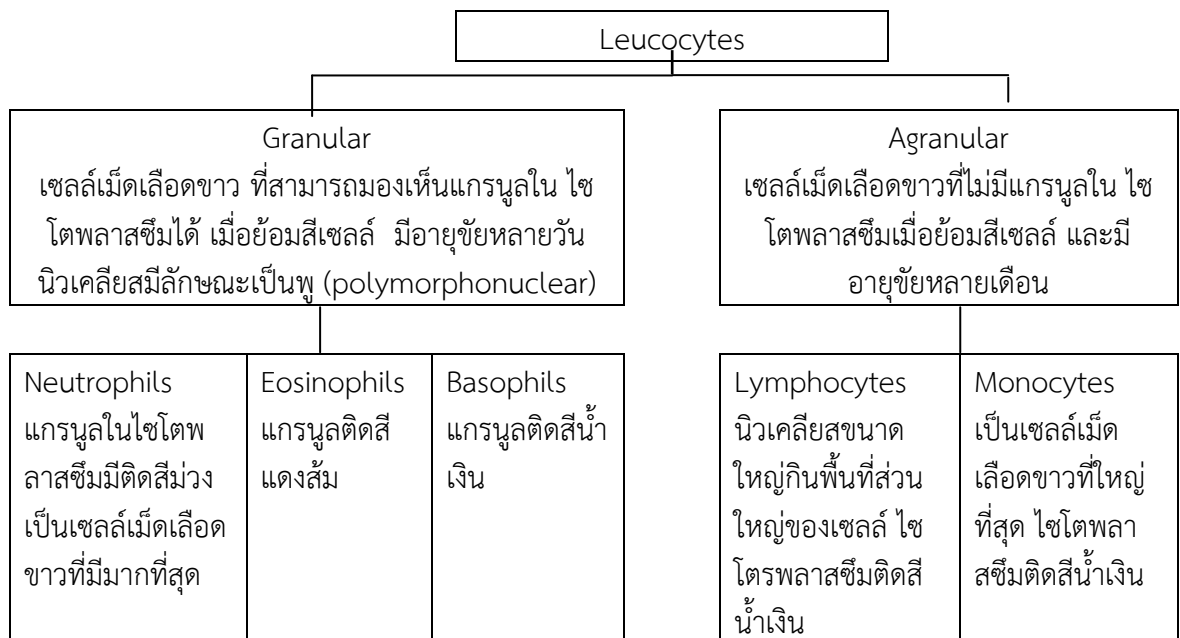
1. เซลล์ erythroblasts พัฒนาเป็น normoblasts ซึ่งเป็นเซลล์ที่มี hemoglobin
2. Normoblast พัฒนาต่อเป็น reticulocytes ซึ่งเป็นเซลล์ที่นิวเคลียสเริ่มถูกทำลาย
3. reticulocytes พัฒนาเปลี่ยนเป็น erythrocytes ซึ่งเป็นเซลล์ที่นิวเคลียสหายไปอย่างสมบูรณ์ และ เซลล์ก็ถูกขับออกสู่กระแสเลือด กลายเป็นเซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่แล้ว
4. ในสภาวะปกติอาจพบเซลล์ reticulocytes ในกระแสเลือดได้บ้างเล็กน้อย แต่ถ้าพบในปริมาณมาก แสดงว่ามีการสร้างเลือดขึ้นมาก จากสภาวะ โลหิตจาง ชนิด regenerative anemia
5. ม้ามเป็นอวัยวะที่เก็บสำรองเซลล์เม็ดเลือดแดง
6. เซลล์เม็ดเลือดแดง มีอายุขัยต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด ในสุนัขประมาณ 110 วัน เมื่อถึงอายุขัย เซลล์เม็ดเลือดแดงจะถูกทำลายที่ ม้าม องค์กรประกอบบางส่วนของเซลล์เม็ดเลือดแดง จะถูกนำมาใช้ใหม่ เช่น เหล็ก แต่บางอย่างเช่น bilirubin ซึ่งเกิดจากการทำลาย hemoglobin จะถูกขับออกทางปัสสาวะ และมูล

เซลล์เม็ดเลือดขาว (Leucocytes)

1. Leucocyte คือ เซลล์เม็ดเลือดขาว
2. เซลล์เม็ดเลือดขาวมีขนาดใหญ่ และปริมาณน้อยกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดง
3. เซลล์เม็ดเลือดขาวแบ่งออกเป็น 5 ชนิด และทุกชนิดทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันร่างกายจากเชื้อโรค และสิ่งแปลกปลอม
4. เซลล์เม็ดเลือดขาวทุกชนิดสร้างจาก เนื้อเยื่อ myeloid หรือไขกระดูก อย่างไรก็ตามเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocytes เจริญ และเปลี่ยนแปลง ที่ ต่อม้ำน้ำเหลือง

ชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาว (Types of Leucocyte)

ชนิดของเม็ดเลือดขาวสามารถแบ่งออกได้เป็นตามแผนผังดังรูปที่ 10.1



ภาพที่ 10.1 แสดงแผนผังชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาว

แบบฝึกหัดที่ 10.5 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือที่ตรงกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

1. มีสองชนิด คือ T-cells และ B-cells โดย T-cells ทำหน้าที่ทำลายเซลล์เชื้อโรค ในขณะที่ B-cells ทำหน้าที่สร้างภูมิคุ้มกัน (antibodies)		Neutrophil
2. เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่เก็บกินสิ่งแปลกปลอมโดยใช้เท้าเทียม เรียกว่า phagocytic cell ซึ่งอาจพบเซลล์นี้ในเนื้อเยื่อร่างกายส่วนอื่นๆได้ ซึ่งเรียกว่า macrophage		Eosinophil
3. เป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่เก็บกินสิ่งแปลกปลอม เช่น แบคทีเรียโดยใช้เท้าเทียม และพบปริมาณมากใน น้ำ หนอง		Basophil
4. เป็นเซลล์ที่กินสิ่งแปลกปลอมโดยใช้เท้าเทียม และพบปริมาณมากเมื่อเกิดการแพ้ หรือ ติดพยาธิ		Lymphocyte
5. เซลล์ที่สามารถผลิตสาร histamine และปริมาณ มากขึ้นเมื่อร่างกายติดพยาธิ หรือ เกิดการแพ้		Monocyte

เกล็ดเลือด (blood platelets หรือ thrombocytes) และ กลไกเลือดแข็งตัว

1. เกล็ดเลือด ศัพท์เทคนิคเรียกว่า thrombocytes
2. thrombocytes จริงๆ แล้วไม่ใช่เซลล์แต่เป็นเศษเซลล์ ของเซลล์ในไขกระดูก หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นเศษเซลล์ของเซลล์ต้นกำเนิดเซลล์เม็ดเลือดแดง ดังนั้นจึงเรียก thrombocytes ว่า เกล็ดเลือด
3. เกล็ดเลือดทำหน้าที่สำคัญคือเป็นส่วนของขบวนการแข็งตัวของเลือด ซึ่งทำงานร่วมกับสาร โปรตีนอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด เรียกสารโปรตีนเหล่านั้นว่า clotting factor โดยส่วนใหญ่สังเคราะห์จากเซลล์ตับ
4. การทำงานของ clotting factor อาศัยวิตามิน K
5. สาร heparin ในกระแสเลือดทำหน้าที่ป้องกันเลือดแข็งตัว เมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะปกติ กล่าวคือไม่ให้เกิดการแข็งตัวของเลือดในเส้นเลือดนั่นเอง

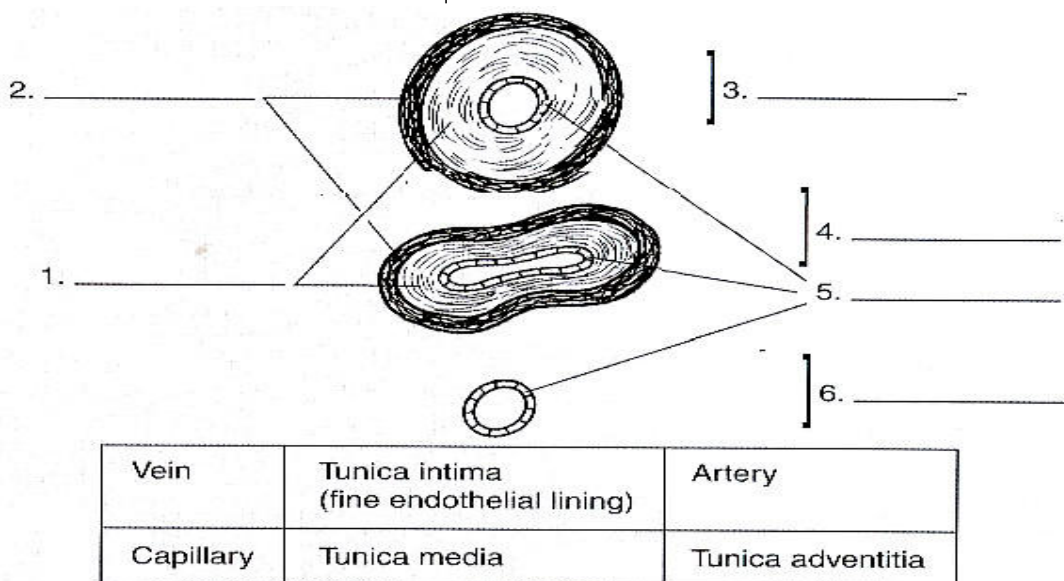
แบบฝึกหัดที่ 10.6 จงเรียงลำดับเหตุการณ์ ของขบวนการแข็งตัวของเลือด ที่ให้มาให้อีกต้องตามเหตุการณ์ เกิดก่อน-หลัง

1. เลือดแข็งตัวภายใน 2.5 ถึง 5 นาทีในสุนัขและแมว	
2. Thrombin กระตุ้นให้ fibrinogen เปลี่ยนเป็น fibrin	
3. เส้นเลือดถูกทำลาย เนื่องจากเกิดบาดแผล	
4. เกล็ดเลือดเข้าติดกับบริเวณบาดแผล และผลิตเอ็นไซม์ thromboplastin	
5. fibrin เข้ายึดติดกับเกล็ดเลือด และสร้างเป็นตาข่ายคลุมบาดแผล	
6. Thromboplastin ร่วมกับ แคลเซียม กระตุ้น โปรตีน prothrombin เปลี่ยนเป็น เอ็นไซม์ thrombin	

โครงสร้างของระบบเส้นเลือด

- ระบบเส้นเลือดแบ่งออกเป็น 3 ชนิดคือ
 - เส้นเลือดแดง (arteries)
 - เส้นเลือดดำ (veins)
 - เส้นเลือดฝอย (capillaries)
- เส้นเลือดแดง นำเลือดออกจากหัวใจ ในขณะที่เส้นเลือดดำนำเลือดเข้าสู่หัวใจ
- เส้นเลือดฝอยเป็นเส้นเลือดบริเวณเนื้อเยื่อ และเป็นบริเวณที่เกิดการแลกเปลี่ยน ออกซิเจน กับคาร์บอนไดออกไซด์ ระหว่างเลือดกับเนื้อเยื่อ
- ระบบเส้นเลือดดังกล่าว มีการติดต่อเชื่อมโยงกัน กระจายไปทั่วร่างกาย

แบบฝึกหัดที่ 10.7 จากรูปที่ 10.2 แสดงโครงสร้างของเส้นเลือดทั้งสามชนิด จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ตรงตามโครงสร้างนั้นๆ



ภาพที่ 10.2 แสดงโครงสร้างของเส้นเลือดแดง เส้นเลือดดำ และเส้นเลือดฝอย

แบบฝึกหัดที่ 10.8 จงจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือที่ตรงกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

1.เส้นเลือดดำขนาดเล็ก ที่เลือดจากเนื้อเยื่อต่างของอวัยวะนั้นไหลมารวมกัน	Artery
2. เส้นเลือดขนาดเล็กผนังเส้นเลือดบาง เป็นตำแหน่งที่เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซ	Vein
3. เส้นเลือดที่มีผนังเส้นเลือดหนา นำเลือดออกจากหัวใจ	Capillary
4. แขนงเล็กๆของเส้นเลือดแดงที่พบได้เฉพาะที่ สมอง หัวใจ และไต	Arteriole
5. เส้นเลือดที่มีผนังบาง นำเลือดเข้าสู่หัวใจ	Venule
6. เส้นเลือดแดงขนาดเล็ก ที่นำเลือดไปเลี้ยงเนื้อเยื่อในอวัยวะนั้นๆ	End artery

แบบฝึกหัดที่ 10.9 จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างเส้นเลือดแดง และเส้นเลือดดำ ตามหัวข้อที่ให้มา

ลักษณะ	เส้นเลือดแดง (arteries)	เส้นเลือดดำ (Veins)
1. โครงสร้างของผนังเส้นเลือด (หนา/บาง)		
2. ลื่นเส้นเลือด (มี /ไม่มี)		
3. บริเวณที่พบได้ในร่างกาย (ผิว/ลึก)		
4. ทิศทางการไหลของเลือดเทียบกับหัวใจ (เข้า/ออก)		
5. เลือด (oxygenated/deoxygenated blood)		

การไหลเวียนเลือด

1. เส้นเลือดแดง คือเส้นเลือดที่นำเลือดที่มีออกซิเจนมากไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย
2. เส้นเลือดดำ คือเส้นเลือดที่นำเอาเลือดที่มีออกซิเจนน้อยออกจากส่วนต่างๆของร่างกาย
3. การแลกเปลี่ยนก๊าซ เกิดขึ้นที่ เส้นเลือดฝอยเท่านั้น

ชนิดของการไหลเวียนเลือด

1. การไหลเวียนเลือดผ่านปอด (the pulmonary circulation) คือ การไหลของเลือดเข้าสู่ปอดเพื่อขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออก และนำเข้าก๊าซออกซิเจนสู่เลือด และ ไหลย้อนกลับสู่หัวใจ
2. ระบบไหลเวียนเลือด (the systemic circulation) คือ การไหลของเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย และไหลกลับสู่หัวใจ
3. การไหลเวียนเลือดในฟัตัส (fetal circulation) คือ การไหลเวียนในลูกสัตว์ขณะอยู่ในครรภ์แม่ ซึ่งแตกต่างกับสัตว์ที่เกิดแล้ว (รายละเอียดในบทที่ 19)

4. การไหลเวียนเลือดผ่านตับ (Portal circulation) คือ การไหลเวียนเลือดในเส้นเลือดดำผ่านเข้าตับ

เส้นเลือดที่สำคัญหลักๆ ในร่างกาย

กิจกรรม ให้นักศึกษาเขียนชื่อเส้นเลือดที่สำคัญที่พบได้ตามส่วนต่างๆของร่างกาย

เส้นเลือดแดง (arteries)

Head and neck	Thorax	Abdomen	Forelimbs	Hindlimbs
---------------	--------	---------	-----------	-----------

เส้นเลือดดำ (veins)

Head and neck	Thorax	Abdomen	Forelimbs	Hindlimbs
---------------	--------	---------	-----------	-----------

แบบฝึกหัดที่ 10.10 จงเขียนชื่อเส้นเลือดเป็นภาษาอังกฤษลงในช่องว่างด้านขวามือ ให้ถูกต้องตามคำอธิบายลักษณะของเส้นเลือดนั้นที่ให้มี

ลักษณะ	ชื่อเส้นเลือด
1. เส้นเลือดที่นำเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ	
2. เส้นเลือดที่นำเลือดออกจากบริเวณเนื้อเยื่อระหว่างกระดูกซี่โครง โดยเส้นเลือดวางตัวอยู่ช่องอก และเชื่อมต่อกับเส้นเลือดดำใหญ่ (vena cava) และ ทางด้านมุมขวาของหัวใจห้องบนขวา	
3. เส้นเลือดที่แยกออกจากเส้นเลือดแดงใหญ่ (aorta) ตรงบริเวณช่องท้อง เพื่อนำเลือดไปเลี้ยง ตับ(liver) ม้าม(spleen) และกระเพาะอาหาร(stomach)	
4. เส้นเลือดแดงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในร่างกาย	
5. เส้นเลือดดำที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในร่างกาย	
6. เส้นเลือดที่ออกจากลำไส้เล็กไปที่ตับ เพื่อนำสารอาหารที่ดูดซึมโดยลำไส้เข้าตับ	
7. เส้นเลือดขาหลังวางอยู่ในตำแหน่งด้านในของขา และเป็นเส้นเลือดที่ใช้วัดการเต้นของชีพจร	
8. เส้นเลือดที่ต่อมาจากเส้นเลือด axillary artery และต่อลงไปทางด้านในของขาหน้า	
9. เส้นเลือดที่แยกออกจากเส้นเลือด brachiocephalic artery และวิ่งไปตามลำคอ ไปทางหัว	
10. เส้นเลือดดำค่อนข้างใหญ่อยู่บริเวณผิวทางด้านหน้าของขาหน้า	

แบบฝึกหัดทบทวน

แบบฝึกหัดที่ 10.11 จงเลือกคำตอบที่ให้มีที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

- pH ของเลือด คือ
 - 4.4
 - 4.7
 - 7.4
 - 7.7
- โปรตีนในน้ำเลือดที่ทำหน้าที่สำคัญในการควบคุมแรงดัน osmotic ของเลือด
 - Albumin
 - Keratin
 - Fibrin
 - Myosin
- เลือด 1 ไมโครลิตร มีเซลล์เม็ดเลือดโดยประมาณกี่ล้านเซลล์
 - 1
 - 3
 - 7

- d. 9
4. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดใดต่อไปนี้มี แกรนูล ในไซโตพลาสซึม
 - a. Lymphocyte
 - b. Basophil
 - c. Monocyte
 - d. Neutrophil
 5. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดใดที่พบมากที่สุด
 - a. Lymphocyte
 - b. Basophil
 - c. Monocyte
 - d. Neutrophil
 6. ในฟัตัส เส้นเลือด pulmonary artery เชื่อมต่อกับเส้นเลือด aorta โดยเส้นเลือดใดต่อไปนี
 - a. Foramen ovale
 - b. Ductus arteriosus
 - c. Falciform ligament
 - d. Umbilical vein
 7. อวัยวะที่เส้นเลือดแดงสิ้นสุด
 - a. liver, kidney and spleen
 - b. brain, heart and spleen
 - c. liver, kidney and brain
 - d. brain, heart and kidney
 8. เส้นเลือด hepatic portal vein เชื่อมระหว่างอวัยวะใด
 - a. Small intestine and liver
 - b. Heart and spleen
 - c. Small intestine and heart
 - d. Spleen and liver
 9. การเจาะเก็บเลือดนิยมเก็บจากเส้นเลือดใดต่อไปนี้
 - a. Hepatic artery
 - b. Jugular vein
 - c. Carotid artery
 - d. Renal
 10. การไหลเลือดในส่วนใดต่อไปนี้เป็น การนำเอาออกซิเจนเข้าสู่เซลล์เม็ดเลือดแดง
 - a. Systemic circulation
 - b. Fetal circulation
 - c. Pulmonary
 - d. Portal circulation

บทที่ 11

หัวใจ (heart)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของหัวใจ
2. กายวิภาคของหัวใจ
3. การไหลของเลือดผ่านหัวใจ
4. การเต้นของหัวใจ
5. วงจรการเต้นของหัวใจ (cardiac cycle) และความดันเลือด (blood pressure)

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 5 ในเรื่องเกี่ยวกับ หัวใจ
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

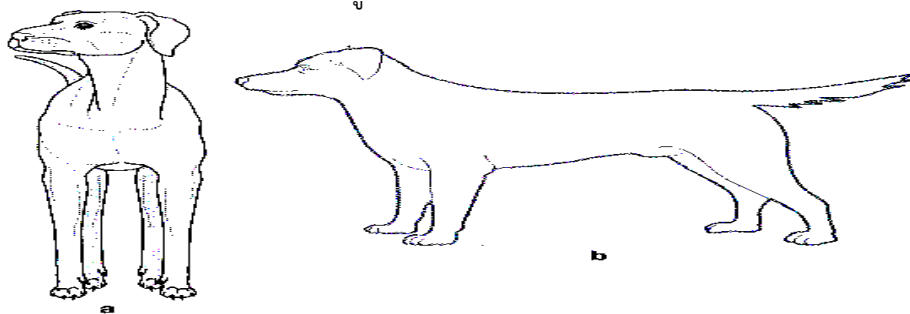
ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 5 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของหัวใจ

1. หน้าที่ของหัวใจคือการสูบฉีดเลือด ไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย (systemic circulation) และ ไปที่ปอดเพื่อรับออกซิเจน (pulmonary circulation)
2. หัวใจวางอยู่ทางด้านล่างในช่องอก บริเวณช่องว่างที่เรียกว่า mediastinum โดยวางเอียงไปทางซ้ายของแนวกลางลำตัวเล็กน้อย และคู่ขนานกับกระดูกซี่โครงคู่ที่ 3-6
3. เส้นเลือดหลักที่เข้าและออกหัวใจจะอยู่ทางด้านบนบริเวณขั้วของหัวใจ โดยปลายด้านล่างของหัวใจ (the apex) จะชี้ไปทางด้านหลังเล็กน้อย
4. ศัพท์เทคนิคที่แสดงความหมายเกี่ยวข้องกับหัวใจจะขึ้นต้นด้วย cardio-

กิจกรรม

จงวาดรูปหัวใจให้ตรงตำแหน่งจริง ลงในรูปที่ 9.1

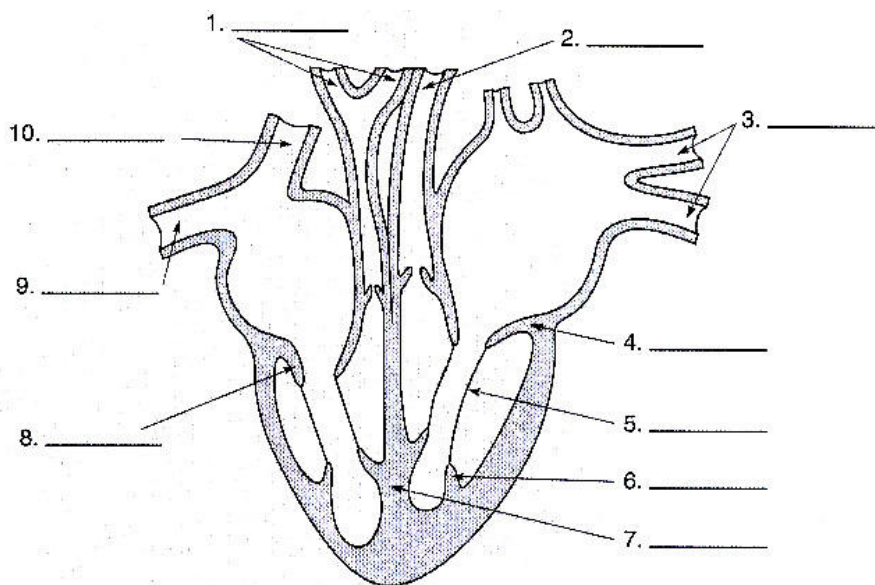


ภาพที่ 11.1 แสดงโครงสร้างตัวสุนัขด้านหน้า (a)และด้านข้าง (b)

กายวิภาคของหัวใจ

1. หัวใจมีรูปร่างคล้ายกรวย มีโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อหัวใจ (myocardium)
2. ถุงหุ้มหัวใจ pericardium จะหุ้มรอบหัวใจ และจะเชื่อมต่อกับกล้ามเนื้อหัวใจทางด้านซ้าย หัวใจ กลายเป็น epicardium
3. ภายในหัวใจมีช่องว่าง 4 ห้อง ทางด้านซ้าย 2 และ ขวา 2 โดยมี cardiac septum เป็นตัวแบ่งซ้ายขวา
4. ทางด้านบนมีสองห้อง (singular, atrium) คือ บนซ้าย (left atrium) และบนขวา (right atrium)
5. ทางด้านล่างสองห้อง (ventricle) คือ ล่างซ้าย (left ventricle) และ ล่างขวา (right ventricle)
6. ลิ้นหัวใจ เป็นแผ่นบาง กั้นระหว่าง หัวใจห้องบนและห้องล่างทั้งสองข้าง โดยมีส่วนที่เรียกว่า cordae tendinae ซึ่งเป็นเส้นเอ็นบางเชื่อมลิ้นหัวใจกับผนังด้านในตรงตำแหน่งที่เรียกว่า papillary muscles ของหัวใจห้องล่าง

แบบฝึกหัดที่ 11.1 จากภาพที่ 11.2 แสดงโครงสร้างหัวใจ จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ตรงตามโครงสร้างนั้นๆ ของหัวใจ

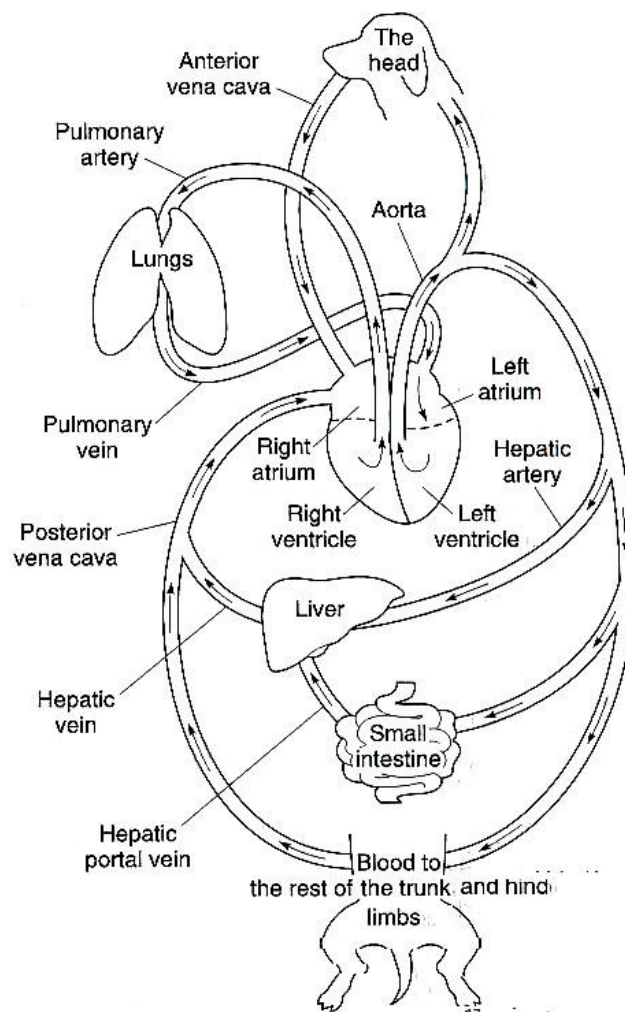


Anterior vena cava	Chorda tendina	Aorta	Right atrioventricular valve
Pulmonary arteries	Papillary muscle	Interventricular septum	Pulmonary veins
Posterior vena cava	Left atrioventricular valve		

ภาพที่ 11.2 แสดงโครงสร้างหัวใจ

การไหลของเลือดผ่านหัวใจ

1. การไหลของเลือดผ่านหัวใจเป็นการไหลทางเดียว
2. เลือดที่ไหลเข้าสู่ห้องหัวใจ ไม่ใช่เลือดไปเลี้ยงหัวใจ
3. เลือดที่ไปเลี้ยงหัวใจจะผ่านทางเส้นเลือดแดงที่เรียกว่า โคโรนารี (coronary arteries)
4. ลิ้นหัวใจทำหน้าที่ป้องกันการไหลย้อนกลับของเลือด ทำให้เลือดไหลไปทางเดียว
5. เลือดในห้องหัวใจทั้งสองข้างไม่มีการปนกัน โดยเลือดในห้องขวา เป็นเลือดที่มี ออกซิเจน น้อย และเลือดในห้องซ้ายเป็นเลือดที่มีออกซิเจนมาก



ภาพที่ 11.3 แสดงทิศทางการไหลเวียนเลือดผ่านหัวใจ และระบบไหลเวียนเลือดไปทั่วร่างกาย

แบบฝึกหัดที่ 11.2 จงเขียนแผนผังการไหลเวียนเลือด ไปส่วนต่างๆ ตามรายชื่อโครงสร้าง และคำอธิบายที่ให้มาให้ถูกต้อง โดยเริ่ม จาก เส้นเลือด ดำใหญ่ vena cava

Vena cava	Pulmonary vein	Left ventricle
Right atrioventricular valve	Aorta	Pulmonary artery
Lung to be oxygenated	Left atrium	Aortic semilunar valve
Pulmonary semilunar valve	Right atrium	
Left atrioventricular valve	Right ventricle	Around the body to distribute oxygen

การเต้นของหัวใจ

- การควบคุมการเต้นของหัวใจให้เป็นจังหวะนั้น ควบคุมโดย pacemaker
 - ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเต้นหัวใจ คือ
 - การกระตุ้นของระบบประสาทอัตโนมัติ
 - การเปลี่ยนแปลงทางสรีระของสัตว์ และ สภาวะการเกิดโรค
 - การตอบสนองของตัวรับ (receptors) ที่หัวใจ ที่เรียกว่า stretch receptors ต่อการเปลี่ยนแปลงความดันเลือด
- อัตราการเต้นหัวใจในสัตว์ ที่สุขภาพสมบูรณ์ เป็น ดังตารางที่ 9.1

ตารางที่ 11.1 แสดงอัตราการเต้นหัวใจในสัตว์ ที่สุขภาพสมบูรณ์

ชนิด สัตว์	อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) (ครั้ง ต่อ นาที)
ม้า	32-44 (23-70)
โค	60-80
แกะ	60-80 (60-120)
สุกร	58-86
สุนัข (ขึ้นกับสายพันธุ์)	100-130 (60-180)
แมว	110-140 (110-180)
ไก่	200-400
คน	60-90 (58-104)

แบบฝึกหัดที่ 11.3 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

Systole	fibrillation	diastole	bundle
Atrium	pacemaker	Purkinje tissue	myocardium

กล้ามเนื้อหัวใจ หรือ 1..... มีบริเวณพิเศษสามอย่างภายในกล้ามเนื้อ และมีระบบประสาทเชื่อมโยงประสานงานของบริเวณทั้งสาม ทำให้เกิดเนื้อเยื่อประสาทภายในกล้ามเนื้อหัวใจ เรียกว่า 2.....

พื้นที่ลักษณะพิเศษภายในกล้ามเนื้อหัวใจคือ

- sinuatrial node, พบได้ที่บริเวณผนังด้านบนห้องขวา ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมจังหวะการเต้นหัวใจ ซึ่งอาจเรียกว่า 3.....
- atrioventricular node
- atrioventricular 4.....

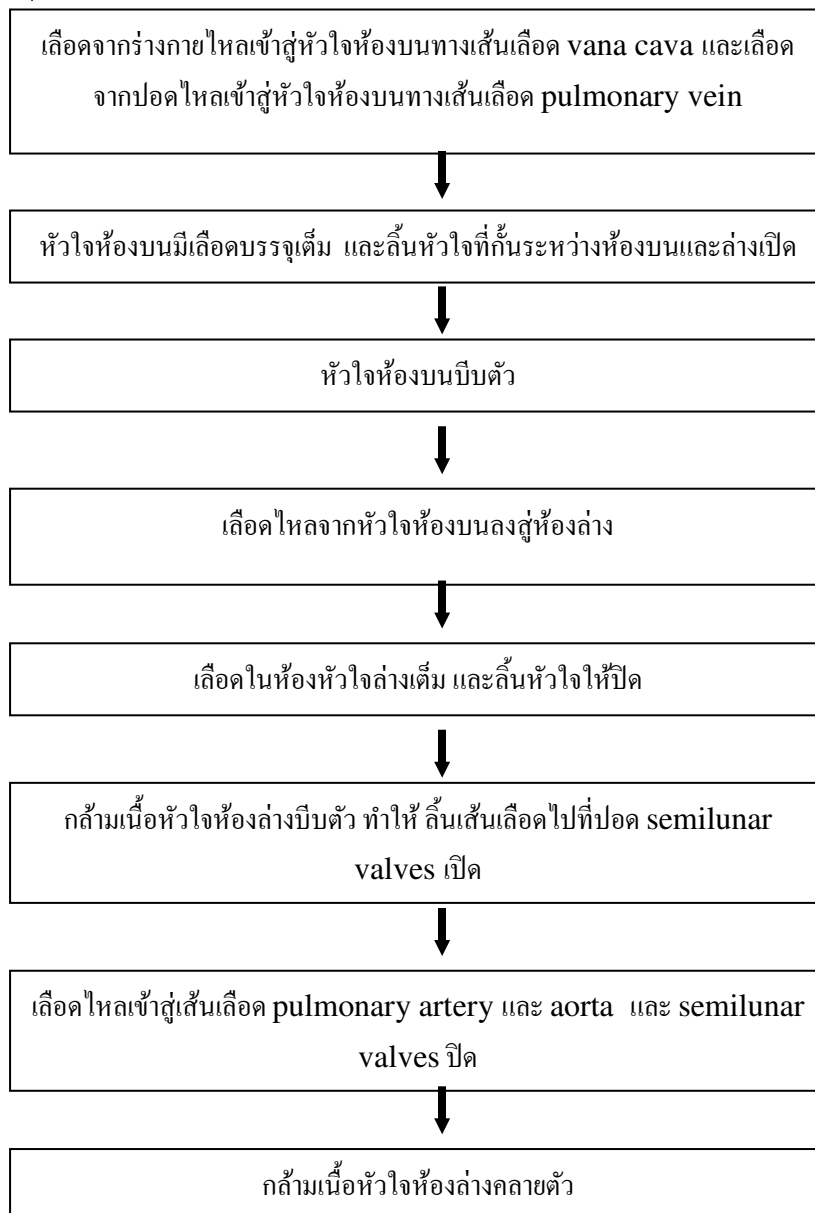
โครงสร้างในข้อ b และ c พบได้ที่บริเวณรอยต่อระหว่างห้อง บนกับห้องล่าง และกล้ามเนื้อหัวใจส่วนห้องล่างทั้งหมด กระแสประสาทจาก sinuatrial node ผ่านเข้ามาสู่ หัวใจห้องบน หรือ 5..... ทำให้หัวใจห้องบนบีบตัว หลังจากนั้นกระแสประสาทจะผ่านลงสู่ atrioventricular node และ atrioventricular bundle ทำให้หัวใจห้องล่างบีบตัว การบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า 6..... และการคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า 7..... ในสัตว์ที่มีหัวใจที่ปกติ การบีบและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องบนและล่างจะเป็นลักษณะตรงข้ามกันกล่าวคือ เมื่อกล้ามเนื้อหัวใจห้องบนบีบตัว กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างจะคลาย ในทางกลับกัน ถ้ากล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างบีบตัวกล้ามเนื้อหัวใจห้องบนจะคลายตัวอย่างไรก็ตามในบางกรณีสัตว์ป่วยเป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจ อาจส่งผลให้ระบบการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจไม่เป็นไปตามดังกล่าวข้างต้น ทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่า 8.....

วงจรการเต้นของหัวใจ (cardiac cycle) และความดันเลือด (blood pressure)

- หนึ่งวงจรการเต้นของหัวใจคือ การเต้นของหัวใจหนึ่งครั้ง ดังนั้น ขบวนการที่เกิดขึ้นในการเต้นของหัวใจหนึ่งครั้ง คือขบวนการที่เกิดขึ้นภายในวงจรการเต้นหัวใจ นั่นเอง
- การเต้นของหัวใจหนึ่งครั้ง จะเกิดเสียงสองเสียงคือ เสียง แรก เป็น ‘lub’ และ เสียงที่สอง เป็น ‘dub’ ซึ่งเกิดจากการปิดของลิ้นหัวใจและลิ้นของเส้นเลือดไปที่ปอด
 - เสียงแรก ‘lub’ เกิดลิ้นหัวใจ atrioventricular valves ปิด ในจังหวะที่กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างบีบตัว (ventricular systole)
 - เสียงที่สอง ‘dub’ เป็นเสียงปิดของลิ้นเส้นเลือดจากหัวใจห้องล่างขวาไปที่ปอด ที่เรียก semilunar valves ในจังหวะที่กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างคลายตัว (ventricular diastole)

3. ความดันเลือด (blood pressure) เป็นความดันที่เกิดขึ้นภายในเส้นเลือด โดยทั่วไปจะเป็นเส้นเลือดแดง
4. ความดันเลือดจะสูงสุดในจังหวะที่กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างบีบตัว เรียก systolic pressure และจะต่ำสุดในจังหวะที่กล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างคลายตัว เรียก diastolic pressure โดยในการรายงานความดันเลือดจะรายงานเป็น หน่วย มิลลิเมตรปรอท (mmHg) และรายงานเป็น systolic pressure ต่อ diastolic pressure
5. ในสุนัขและแมว มีค่าความดันเลือดใกล้เคียงกับความดันของมนุษย์ คือ 120/80
6. ความดันเลือดถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ และระบบฮอร์โมน

เหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นในหนึ่งวงจรการเต้นหัวใจ เป็นดังแผนผังข้างล่างนี้



แบบฝึกหัดทบทวน

แบบฝึกหัดที่ 11.4 จงเติมชื่อโครงสร้างช่องว่างทางด้านขวามือ ที่ตรงกับคำอธิบายทางด้านซ้ายมือที่ให้มา ให้ถูกต้อง

เส้นเลือดที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา	1
ลิ้นหัวใจที่มีโครงสร้างประกอบด้วยแผ่นเอ็นบางสองแผ่น อีกชื่อหนึ่งเรียกว่า ลิ้น mitral	2
โครงสร้างที่แยกห้องหัวใจออกเป็นด้านซ้ายและขวา โดยโครงสร้างนี้เมื่อยังเป็น fetus จะไม่สมบูรณ์	3
ห้องหัวใจที่ส่งเลือดออกจากหัวใจเข้าสู่เส้นเลือด aorta	4
เส้นเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจไปสู่ปอด เพื่อปลดปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และนำเอาออกซิเจนเข้ามา	5
เส้นเลือดของลูกสัตว์ในครรภ์แม่ ที่นำเลือดไหลผ่านตรง โดยไม่ผ่านเข้าสู่ปอด	6
ด้านปลายของหัวใจตรงข้ามกับขั้ว หรือ ฐานของหัวใจเรียกว่าอะไร	7
ชั้นนอกสุดของโครงสร้างทางจุลกายวิภาคของหัวใจ	8
โครงสร้างที่ทำหน้าที่เป็น pacemaker หรือ ตัวควบคุมจังหวะการเต้นของหัวใจ	9
คลื่นความดัน เป็นจังหวะในเส้นเลือดแดงที่เกิดจากการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย	10

แบบฝึกหัดทบทวน

แบบฝึกหัดที่ 11.5 จงเลือกคำตอบที่ให้มาที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

- หัวใจอยู่ในตำแหน่งใด
 - ภายในช่องอกทางด้านขวา และวางในแนวเอียงชี้ขึ้นด้านบนไปทางด้านหลัง
 - ภายในช่องอกทางด้านซ้าย และวางในแนวเอียงชี้ลงด้านล่างไปทางด้านหลัง
 - ภายในช่องอกทางด้านขวา และวางในแนวเอียงชี้ลงด้านล่างไปทางด้านหลัง
 - ภายในช่องอกทางด้านซ้าย และวางในแนวเอียงชี้ขึ้นด้านบนไปทางด้านหลัง
- โครงสร้างทางจุลกายวิภาคของหัวใจ ด้านในเรียกว่า
 - Endocardium
 - Perkinje tissue
 - Epicardium
 - Pulmonary tissue

3. ลิ้นหัวใจที่กั้นระหว่างห้องหัวใจห้องบนกับล่างขวา เรียกว่า
 - a. Bicuspid valve
 - b. Aortic semilunar valve
 - c. Tricuspid valve
 - d. Pulmonary semilunar valve
4. เส้นแผ่นเอ็นบางๆที่ยึดเชื่อมต่อระหว่างปุ่มกล้ามเนื้อที่ยื่นออกจากผนังด้านในของห้องหัวใจ (papillary muscles) กับลิ้นหัวใจ เรียกว่า
 - a. Myofibrils
 - b. Chordae tendinae
 - c. Microfibres
 - d. Chorda tympani
5. เลือดออกจากหัวใจห้องล่างขวาทางเส้นเลือดใด
 - a. Coronary artery
 - b. Pulmonary artery
 - c. Coronary vein
 - d. Pulmonary vein
6. เลือดไหลเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาทางเส้นเลือดใด
 - a. Vena cava
 - b. Jugular vein
 - c. Aorta
 - d. Pulmonary circulation
7. ข้อใดต่อไปนี้เป็นทำหน้าที่ควบคุมความดันเลือด
 - a. ระบบประสาท และระบบฮอร์โมน
 - b. ระบบหายใจ และระบบประสาท
 - c. ระบบขับถ่ายปัสสาวะ และฮอร์โมน
 - d. ระบบฮอร์โมน และระบบหายใจ
8. การเกิด systole ส่งผลให้เกิดข้อใดต่อไปนี้
 - a. ห้องหัวใจว่าง
 - b. อากาศเข้าปอด
 - c. ห้องหัวใจมีเลือดเต็ม
 - d. อากาศออกจากปอด

บทที่ 12

ระบบน้ำเหลือง (The Lymphatic System)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบน้ำเหลือง (facts and function of the lymphatic system)
2. น้ำเหลือง (lymph)
3. ท่อน้ำเหลือง (lymph vessels)
4. ต่อมน้ำเหลือง (lymph nodes)
5. เนื้อเยื่ออื่นๆในร่างกายที่มีเนื้อเยื่อน้ำเหลือง

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 5 ในเรื่องเกี่ยวกับน้ำเหลือง และท่อน้ำเหลือง
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 5 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบน้ำเหลือง (facts and function of the lymphatic system)

1. ศัพท์เทคนิคที่มีความหมายเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง จะขึ้นต้นด้วย *lymph-*
2. ระบบน้ำเหลืองมีหน้าที่ดังนี้
 - a. นำเอาของเหลวที่ตกค้างในเนื้อเยื่อกลับเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือด
 - b. ขนส่งไขมันที่ดูดซึมจากระบบย่อยอาหาร ในรูปของ chylomicrons
 - c. กรองแบคทีเรีย และสารอันตรายต่างๆในของเหลวของเนื้อเยื่อ
 - d. สร้างเซลล์เม็ดเลือดขาว ชนิด lymphocytes

แบบฝึกหัดที่ 12.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

small intestine	fat	oedema
fluid	macrophages	interstitial
protein	proteins	lymphocytes
antigens	lacteals	bacteria

ของเหลว และ 1.....ขนาดโมเลกุลเล็ก มีการไหลหรือเคลื่อนที่ออกจากเส้นเลือดฝอยเข้าสู่ช่องว่างเซลล์ (2.....) อยู่ตลอดเวลา และของเหลวระหว่างเซลล์บางส่วนไหลกลับสู่

ระบบไหลเวียนเลือดทางเส้นเลือดฝอย แต่ส่วนใหญ่ไหลกลับทางระบบท่อน้ำเหลือง 3..... ก็กลับเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดทางท่อน้ำเหลืองเช่นกัน ซึ่งระบบการไหลกลับของของเหลวระหว่างเซลล์สู่ระบบไหลเวียนเลือด เช่นนี้ ทำให้ระดับของ 4..... ระหว่างเซลล์อยู่ในระดับที่เหมาะสม ถ้าระบบท่อน้ำเหลืองถูกทำลายไม่ว่าด้วยสาเหตุใดก็ตาม จะทำให้เกิด 5..... ในส่วนต่างๆของร่างกายได้ นอกจากนี้แล้ว สารอาหาร 6..... ที่ถูกย่อยสลายก็จะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบท่อน้ำเหลืองใน 7..... เช่นกัน โดยเรียกท่อน้ำเหลืองนี้ว่า 8..... ระบบน้ำเหลืองยังทำหน้าที่ป้องกันร่างกายจากการโดนทำลายอีกด้วย โดยในท่อน้ำเหลืองจะมีเซลล์ที่ทำหน้าที่กินสิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับน้ำเหลือง สิ่งแปลกปลอม เช่น 9..... โดยเรียกเซลล์ที่ทำหน้าที่กินสิ่งแปลกปลอมในท่อน้ำเหลืองนี้ว่า phagocytic cell (10.....) ท่อน้ำเหลืองยังทำหน้าที่ในการสร้างเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ชื่อว่า 11..... โดยเซลล์เม็ดเลือดขาวดังกล่าวนี้จะไหลออกสู่น้ำเหลืองหรือเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดทำหน้าที่สร้างสารภูมิคุ้มกันเพื่อมาต่อสู้กับ 12.....

น้ำเหลือง (lymph)

1. น้ำเหลืองคือของเหลวในระบบน้ำเหลือง หรือน้ำเลือดที่ไหลออกนอกเส้นเลือดที่เส้นเลือดฝอย นั่นเอง
2. น้ำเหลืองมีส่วนประกอบที่คล้ายกับน้ำเลือด ต่างกันที่ น้ำเหลืองมีโปรตีนน้อยกว่าน้ำเลือด ทั้งนี้เพราะ โปรตีนโมกุลขนาดใหญ่ในน้ำเลือด ไม่สามารถ ไหลออกนอกเส้นเลือดฝอยได้อย่างไรก็ตาม ในอวัยวะแต่ละส่วน องค์ประกอบของน้ำเหลืองอาจแตกต่างกันได้ เช่น
 - a. ในลำไส้เล็ก
 - b. ในตับ
3. โดยทั่วไปแล้ว น้ำเหลืองมีสีเหลืองอ่อน หรือสีน้ำตาลฟาง อย่างไรก็ตามน้ำเหลืองในส่วนของลำไส้เล็กมีสีขาวขุ่นทั้งนี้เพราะ มีปริมาณไขมัน ที่ดูดซึมจากท่อทางเดินอาหาร มาก บางครั้งเรียกน้ำเหลืองจากลำไส้เล็กว่า “chyle”

ท่อน้ำเหลือง (lymphatic vessels)

1. ระบบท่อน้ำเหลืองไม่เหมือนกับระบบเส้นเลือดซึ่งมีการไหลของเลือดสองทาง (เข้า-ออก หัวใจ) แต่เป็นระบบที่ไหลทางเดียว คือเข้าสู่หัวใจ โดยน้ำเหลืองจะเริ่มที่ระดับเนื้อเยื่อ ท่อน้ำเหลืองจะจุ่มที่เนื้อเยื่อ ท่อปลายตัน และเป็นท่อต่อไปจนถึงหัวใจ ระหว่างทางก็จะเป็นท่อน้ำเหลือง
2. ท่อน้ำเหลืองทั้งหมดจะไหลเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองขนาดใหญ่ lymphatic duct ท่อใดท่อหนึ่ง ของสองท่อดังนี้
 - a. cisterna chyli หรือ thoracic duct ซึ่งวิ่งผ่านช่องอก
 - b. right lymphatic duct
3. ท่อน้ำเหลืองใหญ่จะไปเปิดต่อกับเส้นเลือดดำใหญ่ cranial vena cava บริเวณใกล้ทางเข้าหัวใจห้องขวาบน

4. ลักษณะของผนังท่อน้ำเหลืองจะเหมือนกับเส้นเลือดดำ แต่จะมีลิ้นภายในท่อ มากกว่าเส้นเลือดดำ และไม่มีกล้ามเนื้อเรียบ
5. ท่อน้ำเหลืองฝอยกระจายอยู่ทั่วเนื้อเยื่อ และมีมากกว่ากว่า เส้นเลือดฝอย

แบบฝึกหัดที่ 12.2 จงบอกความแตกต่างของเส้นเลือด กับท่อน้ำเหลือง ตามลักษณะต่างๆ ที่ให้มา

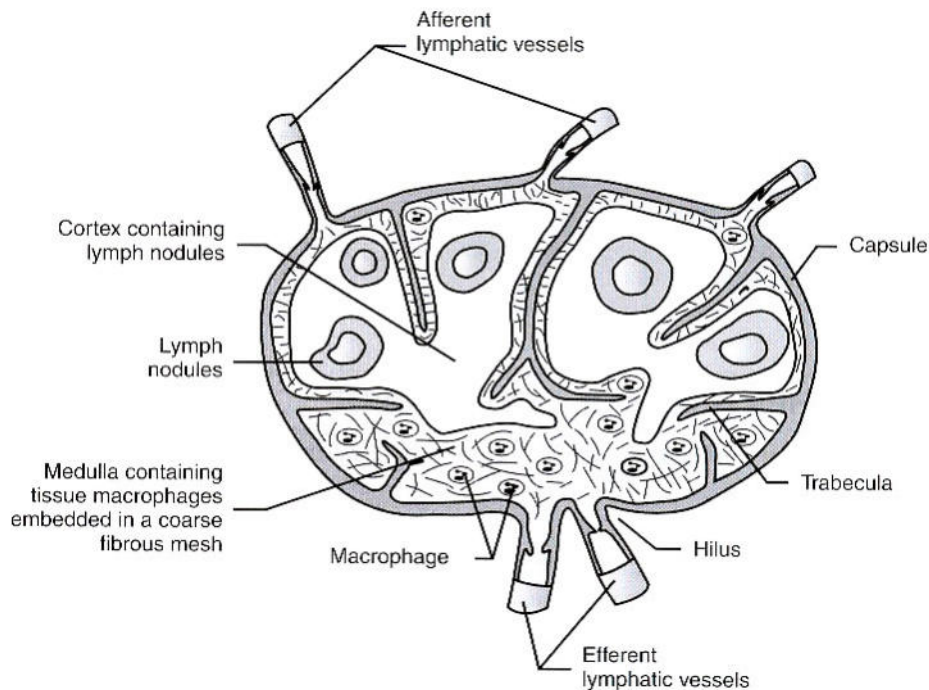
ลักษณะ	Lymph vessels	Blood vessels
1. จำนวนของเส้นเลือด/ท่อน้ำเหลืองฝอย		
2. ทิศทางการไหลของของเหลว(เลือด/น้ำเหลือง) กับหัวใจ		
3. การมีลิ้นภายในท่อ/เส้นเลือด		
4. การมีกล้ามเนื้อเรียบที่ผนังท่อ/เส้นเลือด		

แบบฝึกหัดที่ 12.3 ให้ขีดเครื่องหมายถูกตรงช่องของท่อน้ำเหลืองใหญ่ ที่น้ำเหลืองไหลเข้าจากอวัยวะ หรือบริเวณต่างๆ ของร่างกายที่ให้มา

	Cisterna chyli/thoracic duct	Right lymphatic duct
Head and neck		
Right forelimb		
Left forelimb		
Thorax		
Abdomen		
Right hindlimb		
Left hindlimb		

ต่อมน้ำเหลือง (lymph nodes)

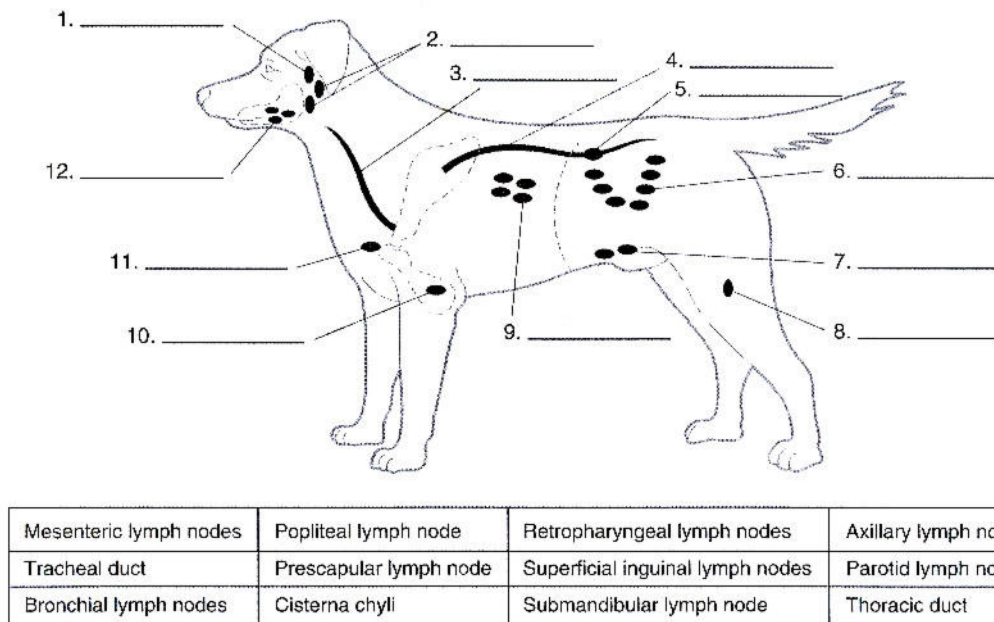
1. ต่อมน้ำเหลืองมีลักษณะกลม เล็ก ภายในเป็นเนื้อเยื่อน้ำเหลือง lymphoid tissue และ พบได้กระจายทั่วไปในร่างกาย ระหว่างทางของท่อน้ำเหลืองจากเนื้อเยื่อสู่หัวใจ



ภาพที่ 12.1 แสดงโครงสร้างของต่อมน้ำเหลืองตัดตามขวาง

2. น้ำเหลืองจากเนื้อเยื่อเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองและไหลผ่านต่อมน้ำเหลืองระหว่างทางก่อนเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือด
3. เซลล์ macrophages ที่อยู่ในท่อน้ำเหลืองจะทำหน้าที่ทำลายและเก็บกินสิ่งแปลกปลอมที่จะทำอันตรายต่อร่างกาย เช่น แบคทีเรีย โดยขบวนการ phagocytosis ก่อนที่น้ำเหลืองจะไหลเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือด
4. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด lymphocyte สร้างภายในต่อมน้ำเหลืองจากเซลล์ต้นกำเนิดที่ได้จาก myeloid จะไหลเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองและเข้าสู่กระแสเลือดต่อไป

แบบฝึกหัดที่ 12.4 จงเลือกชื่อต่อมและท่อน้ำเหลืองที่ให้มาเติมลงในรูปที่ 11.2 ให้ถูกต้อง



ภาพที่ 12.2 แสดงต่อมน้ำเหลืองในสุนัข

เนื้อเยื่ออื่นๆในร่างกายที่มีเนื้อเยื่อน้ำเหลือง

ในร่างกายสัตว์นอกจากระบบน้ำเหลืองที่กระจายทั่วร่างกายแล้ว ยังสามารถพบเนื้อเยื่อน้ำเหลืองได้ในอวัยวะต่างๆดังต่อไปนี้

1. Thymus ซึ่งอยู่ที่ mediastinum พบได้ในสัตว์อายุน้อย เมื่อโตเต็มที่แล้ว thymus จะหายไปและถูกแทนที่ด้วย ไขมัน
2. ต่อม tonsils ซึ่งอยู่ที่บริเวณด้านข้างของช่องคอหอย
3. ม้าม (spleen) อยู่ใกล้กับกระเพาะอาหาร ม้ามยังทำหน้าที่เก็บสำรองเม็ดเลือดแดง และเป็นจุดทำลายเม็ดเลือดแดงด้วย
4. เนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่ ระบบทางเดินอาหาร (Gut-associated lymphoid tissue; GALT) พบที่ชั้น mucosa ของผนังลำไส้เล็ก บางครั้งเรียกเนื้อเยื่อน้ำเหลืองนี้ว่า Peyer's patches

แบบฝึกหัดทบทวน

แบบฝึกหัดที่ 12.5 จงเลือกคำตอบที่ให้มาที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. เมื่อเปรียบเทียบน้ำเหลืองกับน้ำเลือด พบว่า
 - a. มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบน้อยกว่า
 - b. มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบมากกว่าเล็กน้อย
 - c. มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบปริมาณเท่ากัน
 - d. มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่มากกว่ามาก
2. น้ำเหลืองที่พบที่ lacteals เรียกว่า
 - a. Chyle
 - b. Intestinal juice
 - c. Chyme
 - d. Gastric juice
3. เนื้อเยื่อน้ำเหลืองที่พบในลำไส้เล็ก
 - a. Tonsils
 - b. Peyer's patches
 - c. Thymus
 - d. Lacteals
4. ต่อมน้ำเหลืองที่อยู่ทางด้านหลังของขาหลัง ชื่อว่า
 - a. Inguinal
 - b. Parotid
 - c. Axillary
 - d. Popliteal
5. น้ำเหลืองในท่อน้ำเหลืองจะไหลเข้าสู่ท่อใดต่อไปนี้
 - a. Lymphatic vessels
 - b. Cranial vena cava
 - c. Lymph nodes
 - d. Caudal vena cava

บทที่ 13

ระบบภูมิคุ้มกัน (The immune system)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริง และหน้าที่เกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกัน
 2. ระบบภูมิคุ้มกันแบบใช้สารภูมิคุ้มกัน (humoral immunity)
 3. ระบบภูมิคุ้มกันแบบใช้เซลล์
 4. การเก็บกินสิ่งแปลกปลอมแบบ phagocytosis
- ท้ายบทมีแบบฝึกหัดทบทวนทั้งหมด

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 5 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกัน
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 5 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในระบบปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริง และหน้าที่เกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกัน

1. ระบบภูมิคุ้มกัน คือระบบป้องกันร่างกายไม่ให้ถูกทำลายโดยสิ่งแปลกปลอมต่างๆ เช่น จุลินทรีย์ก่อโรค
2. ร่างกายมีระบบป้องกันร่างกายหลายวิธี เช่น การสร้างสารเมือกในระบบทางเดินหายใจ อย่างไรก็ตาม ถ้ากล่าวถึงระบบภูมิคุ้มกัน (immunity) ปกติจะหมายถึงระบบป้องกันร่างกายโดย เม็ดเลือดขาว
3. เซลล์เม็ดเลือดขาวทุกชนิด มีบทบาทที่สำคัญต่อระบบภูมิคุ้มกัน

ระบบภูมิคุ้มกันแบบใช้สารภูมิคุ้มกัน(Humoral immunity)

1. ระบบภูมิคุ้มกันแบบนี้พบได้ในของเหลวต่างๆในร่างกาย เช่น ในเลือด, ช่องว่างร่างกาย หรือเยื่อเมือกต่างๆ
2. ภูมิคุ้มกันชนิดนี้เกี่ยวกับการทำงานของสารภูมิคุ้มกัน ที่เรียกว่า immunoglobulins หรือ แอนติบอดี (antibody)
3. สารภูมิคุ้มกัน แอนติบอดี สร้างจาก เซลล์เม็ดเลือดขาว lymphocyte ชนิดที่เรียกว่า B-cell (lymphocyte มี 2 ชนิด คือ B-cell และ T-cell)

4. B-cell มีต้นกำเนิดจาก เซลล์ ในไขกระดูก และไหลเข้าสู่เนื้อเยื่อน้ำเหลือง และเจริญเต็มที่ในน้ำเลือด และถูกเรียกว่า พลาสมาเซลล์ (plasma cells)
5. สารภูมิคุ้มกัน ถูกสร้างขึ้นเมื่อมีสารแปลกปลอมเข้ามาทำลายร่างกาย สารแปลกปลอมนั้นเรียกว่า แอนติเจน (antigen)

แบบฝึกหัดที่ 13.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

antigen	colostrum	passive
antiserum	virus	vaccine
antibodies	active	Plasma cell

ระบบภูมิคุ้มกันแบบใช้สารภูมิคุ้มกัน เป็นระบบภูมิคุ้มกันที่เกี่ยวข้องกับสารภูมิคุ้มกัน (immunoglobulins) หรือ 1..... ซึ่งสร้างจากเซลล์เม็ดเลือดขาว lymphocyte ชนิด B-cell ซึ่ง เรียกว่า 2..... เมื่อเซลล์เจริญเต็มที่แล้ว สารภูมิคุ้มกัน แอนติบอดีนี้ จะถูกสร้างขึ้นเมื่อมีสารแปลกปลอมเข้าสู่ร่างกาย สารแปลกปลอมนั้นเช่น แบคทีเรีย หรือ 3..... ซึ่งเรียกว่า สารแปลกปลอมที่เข้ามาทำลายร่างกายนี้ว่า 4..... ซึ่งสารภูมิคุ้มกัน แอนติบอดี จะเฉพาะต่อแอนติเจน กล่าวคือ แอนติบอดี ที่ต่อต้านเชื้อโรคปากเท้าเปื่อย จะไม่สามารถต่อต้านเชื้อโรคอื่นได้นอกจากโรคปากเท้าเปื่อยเท่านั้น การทำงานของแอนติบอดีเป็นไปได้หลายลักษณะ เช่น โดยแอนติบอดีจะจับกับแอนติเจน เพื่อยับยั้งไม่ให้แอนติเจนเข้าทำลายเซลล์ร่างกาย หรือส่งเสริมให้เกิดขบวนการเก็บกินแอนติเจนโดยของเม็ดเลือดได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นจุดเริ่มต้นให้เกิดขบวนการอักเสบ เพื่อให้เม็ดเลือดขาวต่างมาบริเวณที่มีแอนติเจนมากขึ้นด้วย

สารแอนติบอดีในร่างกายที่เกิดจากการกระตุ้นให้สร้าง ทำให้สัตว์มีภูมิคุ้มกัน เรียกภูมิคุ้มกันแบบนี้ว่า 5..... ซึ่ง สารที่กระตุ้นให้เกิดภูมิคุ้มกัน เป็นแอนติเจน แต่ไม่ได้ก่อให้เกิดโรค เรียกว่า 6..... ในกรณีที่สัตว์ได้รับสารภูมิคุ้มกัน แอนติบอดีโดยตรง เรียกภูมิคุ้มกันแบบนี้ว่า 7..... ตัวอย่างสารภูมิคุ้มกันที่สามารถให้สัตว์ได้โดยตรง เช่น 8..... เมื่อ ร่างกายมีการสร้าง สารแอนติบอดีที่เกิดจากการกระตุ้นให้ นอกจากนี้ ภูมิคุ้มกันที่มีอยู่ในน้ำนม ที่เรียกว่า 9..... เมื่อลูกสัตว์กินก็จะได้ สารภูมิคุ้มกันโดยตรง ลักษณะเช่นนี้ก็เป็นภูมิคุ้มกันแบบใช้ passive เช่นกัน

ภูมิคุ้มกันแบบใช้เซลล์ (cellular immunity)

1. ระบบภูมิคุ้มกันแบบใช้เซลล์ เกี่ยวข้องกับเซลล์เม็ดเลือดขาว lymphocyte ชนิด T-cell ซึ่งมีต้นกำเนิดจากไขกระดูก แต่เจริญเติบโตใน thymus เรียก T-cell ว่า T-lymphocyte
2. T-lymphocyte จะเข้าจับกับ แอนติเจนและ ทำลายแอนติเจน 2 วิธี ดังนี้
 - a. ปลดปล่อยสารที่เรียกว่า lymphokines เพื่อกระตุ้น หรือดึงดูดเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่เก็บกินสิ่งแปลกปลอมเข้ามาทำลายแอนติเจน และเพื่อกระตุ้นให้เกิดขบวนการอักเสบอีกด้วย
 - b. T-lymphocyte ทำลายแอนติเจนโดยตรง

ขบวนการเก็บกินสิ่งแปลกปลอมแบบ phagocytocyte

1. phagocytocyte คือขบวนการกินสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดใหญ่ ของเซลล์เม็ดเลือดขาว โดยการยื่นเยื่อหุ้มเซลล์โอบล้อมและ กลืนกินสิ่งแปลกปลอม
2. เซลล์เม็ดเลือดขาวที่เก็บกินสิ่งแปลกปลอมแบบ phagocytocyte เรียกว่า phagocytic cell ซึ่งมีสองชนิด ได้แก่ neutrophils และ macrophages
3. ในสุนัข และแมว เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด neutrophils มีมากที่สุด
4. เซลล์เม็ดเลือดขาว macrophages อาจเรียกชื่อได้หลายชื่อ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่พบ
 - a. ถ้าอยู่ในกระแสเลือด เรียก monocytes
 - b. ถ้าอยู่ในเซลล์ตับเรียก kupffer cells
 - c. ถ้าพบในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน์ เรียก histiocytes
5. เนื่องจาก มีชื่อหลายชื่อ บางครั้งจึงเรียกเป็น ระบบของเซลล์ macrophages (macrophage system) ซึ่งเรียกระบบของ macrophages ได้หลายแบบ เช่น mononuclear phagocytic system หรือ reticuloendothelial system

แบบฝึกหัดทบทวน

แบบฝึกหัดที่ 13.2 จงเลือกคำตอบที่ให้มาที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

1. B-cell ที่เจริญเต็มที่แล้ว เรียกว่า
 - a. Phagocyte
 - b. Macrophage
 - c. Plasma cell
 - d. Lymphokine
2. T-cell ที่เจริญเต็มที่ที่ อวัยวะใด
 - a. Myeloid tissue
 - b. Thymus
 - c. Lymph nodes
 - d. Blood stream
3. สารภูมิคุ้มกัน immonoglobulins เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า
 - a. Antigens
 - b. Antisera
 - c. Antibodies
 - d. Antitoxins
4. ข้อใดต่อไปนี้เป็น passive immunity
 - a. การฉีดวัคซีนเชื้อเป็น
 - b. การสร้างภูมิเมื่อสัตว์ติดเชื้โรค
 - c. ได้รับภูมิทางนมแม่เหลือง
 - d. การฉีดวัคซีนเชื้อตาย

5. เซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดใดต่อไปนี้ไม่ใช่ phagocytic cell
- a. Monocyte b. Neutrophil
 - c. Basophil d. Histiocyte

บทที่ 14

ระบบหายใจ (respiratory system)

ในบทเรียนนี้จะได้ทบทวนเกี่ยวกับ

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบหายใจ
2. จมูก (nose) ช่องจมูก(nasal cavity) และโพรงกระดูกข้างช่องจมูก (paranasal sinus)
3. คอหอย(pharynx) และกล่องเสียง (larynx)
4. หลอดลมคอ(thachea) หลอดลมใหญ่ (bronchi) และหลอดลมฝอย (bronchioles)
5. ฤงลมและการแลกเปลี่ยนก๊าซ
6. ปอด และโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง
7. การหายใจเพื่อนำอากาศเข้าสู่ปอด (Breathing)

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 6 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบหายใจ
2. เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 6 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบหายใจ

1. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทุกชนิดมีระบบหายใจที่ทำหน้าที่เหมือนกันคือ การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอาศัยปอด
2. หน้าที่อื่นๆ ของระบบหายใจ นอกเหนือจากการแลกเปลี่ยนก๊าซ คือ
 - a. การหอบเพื่อระบายร้อน (panting)
 - b. Phonation
 - c. Purring
3. ระบบหายใจมีระบบป้องกันการโดยทำลายจากสิ่งแปลกปลอมหลายแบบ ได้แก่
 - a. ที่เยื่อหุ้มของท่อทางเดินหายใจเป็น เซลล์บุผิวที่สร้างเมือก ทำหน้าที่ดักจับสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่มากับอากาศ
 - b. ช่องจมูกมีระบบกรองอากาศ
 - c. การสำลัก หรือรีเฟรคการไอ
4. ศัพท์เทคนิคที่ ขึ้นต้น pulmo- มีความหมายเกี่ยวข้องกับ ปอด
5. ศัพท์เทคนิคที่ ขึ้นต้น pneumo- มีความหมายเกี่ยวข้องกับ อากาศ
6. ศัพท์เทคนิคที่ ขึ้นต้น pnoea- มีความหมายเกี่ยวข้องกับ การหายใจ

แบบฝึกหัดที่ 14.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

environment	adenosine triphosphate	carbon dioxide
body tissues	bloodstream	lungs
gasses	oxygen	carbon dioxide

การหายใจเป็นขบวนการที่จำเป็นเพื่อการมีชีวิตอยู่ได้ โดยเป็นขบวนการแลกเปลี่ยน
 1..... (Gaseous exchange) ระหว่าง 2.....และ3.....
 การหายใจภายนอก(External respiration) คือการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างร่างกายสัตว์กับ
 4.....ซึ่งเกิดขึ้นที่ 5..... การหายใจภายใน (Internal respiration) คือ การ
 แลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นระหว่าง 6.....และ
 7..... ก๊าซออกซิเจนมีความจำเป็นต่อการหายใจระดับเซลล์เพื่อให้พลังงานในรูป
 ของ 8.....(ATP) และการหายใจระดับเซลล์นี้ผลิตที่ได้นอกจากพลังงานแล้วยังเกิด
 9.....ซึ่งต้องมีการกำจัดออกจากเซลล์

จมูก (nose) ช่องจมูก(nasal cavity) และโพรงกระดูกข้างช่องจมูก (paranasal sinus)

1. หน้าที่ของจมูก (nose) ช่องจมูก(nasal cavity) และโพรงกระดูกข้างช่องจมูก (paranasal sinus) เตรียมอากาศก่อนนำลงสู่ทางเดินหายใจส่วนล่าง โดยทำหน้าที่กรองอากาศ ทำให้อากาศอุ่น และชื้นขึ้น
2. โครงสร้างส่วนนี้มีการเพิ่มพื้นที่สัมผัสของอากาศโดยภายในช่องจมูกมีกระดูก เทอบิเนต (terbinate bone) เป็นลักษณะ scolloped และมีโพรงกระดูกข้างช่องจมูก
3. มีเยื่อผิวที่สร้างเมือก ทำหน้าที่ดักจับฝุ่นละออง และเพิ่มความชื้นให้อากาศ

แบบฝึกหัดที่ 14.2 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

1. โครงสร้างที่แบ่งช่องจมูกออกเป็นช่องด้านซ้าย และช่องด้านขวา
2. เป็นเนื้อเยื่อบุผิวของ กระดูกเทอบิเนต
3. ศัพท์ที่มีความหมายเหมือน nostrils
4. กระดูกกระดูกโหลที่มีโพรงกระดูกข้างช่องจมูก (paranasal sinus) ขนาดใหญ่
5. กระดูกที่แยกช่องจมูก และช่องที่อยู่ของสมอง
6. โครงสร้างที่แยกช่องจมูกและช่องปาก
7. โครงสร้างที่เป็นรอบพับของกระดูกอ่อนบริเวณทางเข้ารูเปิดช่องจมูก
8 ชนิดของกระดูกอ่อนที่ปลายจมูก

Frontal
Alar fold
Ethmoid
Ciliated columnar epithelium
Nasal septum
Elastic cartilage
Hard palate
Nares

คอหอย(pharynx) และกล่องเสียง (larynx)

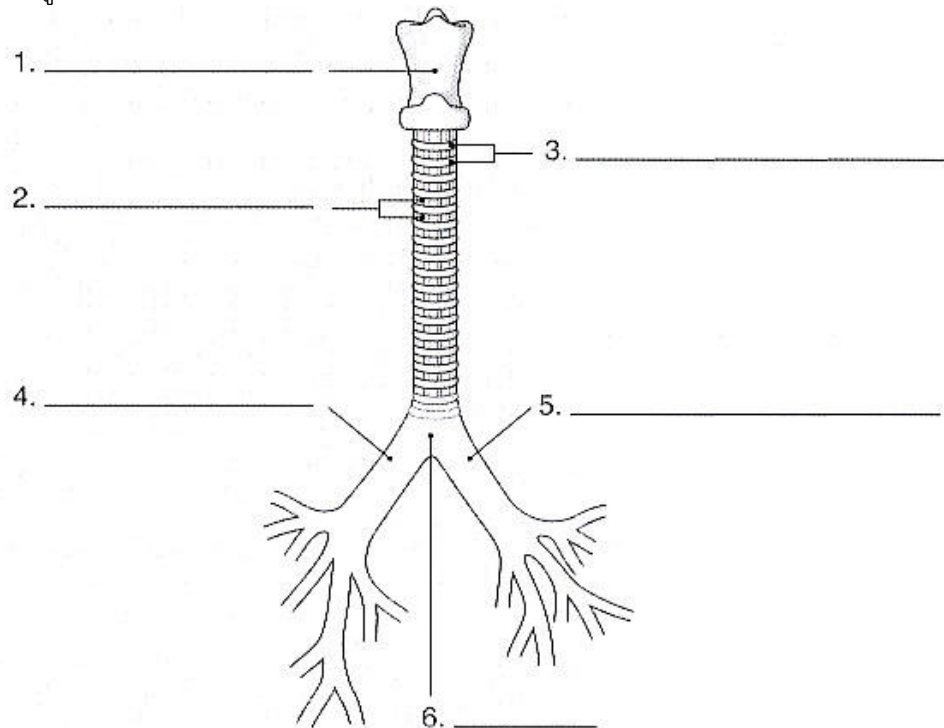
1. คอหอยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ
 - a. คอหอยร่วมช่องจมูก (nasopharynx) คือคอหอยบริเวณต่อจากช่องจมูก
 - b. คอหอยร่วมช่องปาก (oropharynx) คือคอหอยบริเวณต่อจากช่องปาก
2. คอหอยเป็นส่วนร่วมกันของทางเดินอาหารและทางเดินหายใจ
3. กล่องเสียง อยู่ระหว่าง คอหอย และหลอดลม โดยกล่องเสียงถูกแขวนด้วยกระดูกไฮอยด์ (hyoid) จากฐานของกระดูกกระดูกโกลน ทำให้กล่องเสียงสามารถเคลื่อนขึ้นลงได้ไม่ยึดติดกับคอ
4. โครงสร้างของกล่องเสียงประกอบด้วยกระดูกอ่อนชนิด ไฮยาลิน (hyaline cartilage) ที่ประกอบกัน ช่องเปิดที่เรียกว่า ก๊อสตีส (glottis)
5. ฝาปิดกล่องเสียง (epiglottis) เป็นกระดูกอ่อนที่พัฒนาเพื่อปิด และเปิด ช่องเปิด (glottis) ของกล่องเสียง
6. ทางด้านข้างทั้งสองข้างภายในช่องกล่องเสียงจะมีเอ็น (ligament) ยื่นออกมาจากกระดูกอ่อน อิริทีนอยด์ (erytenoid cartilage) เรียกว่า vocal fold หรือ vocal cords
7. Vocal fold หรือ vocal cord ทำหน้าที่เป็น เส้นเสียง ทำให้เกิดเสียง

แบบฝึกหัดที่ 14.3 จงบอกชื่อกระดูกอ่อนของกล่องเสียง

หลอดลม(thachea) ท่อลม (bronchi) และท่อลมฝอย (bronchioles)

1. หลอดลมคอประกอบด้วยวงของกระดูกอ่อนที่ไม่ได้เชื่อมเป็นวงที่สมบูรณ์ (thachea ring) วางเรียงกันตลอดแนวยาวของหลอดลม ทำให้หลอดลมรักษาโครงสร้างที่เป็นท่ออากาศอยู่ได้
2. ระหว่าง thachea ring จะมี เอ็นเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และกล้ามเนื้อชั้นอยู่
3. หลอดลมต่อจากกล่องเสียง และวางตัวยาวลงไปเข้าช่องอกและเมื่อเกือบถึงหัวใจ จะแบ่งออกเป็น 2 ข้าง เรียกว่า ท่อลม หรือ bronchus (เอกพจน์เรียก bronchus, พหูพจน์เรียก bronchi)
4. หลอดลมใหญ่ หรือ บรอนคัส แต่ละข้างจะแตกแขนงออกเป็นท่อหลายๆ ท่อจนกลายเป็นท่อที่เล็กลงเรียกว่า หลอดลมฝอย หรือ bronchiole
5. หลอดลมฝอย หรือ bronchiole ก็แตกแขนงเล็กลงไปเรื่อยๆ เช่นกัน จนสิ้นสุดแขนงเรียกว่า ปลายหลอดลมฝอยหรือ เทมินอล บลอนชีโอน (terminal bronchioles)
6. หลอดลมคอ หลอดลมใหญ่ และหลอดลมฝอย ภายในท่อนี้มีเนื้อเยื่อบุผิวที่สร้างเมือก และป้องกันสิ่งแปลกปลอมลงสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างลงไปได้ หรือการขับสิ่งแปลกปลอมที่ตกลงไปกลับสู่คอหอยได้ โดยการไอ

แบบฝึกหัดที่ 14.4 จงเลือกคำตอบเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้องตามโครงสร้างของหลอดลมและท่อลมที่นำมาในรูปที่ 14.1

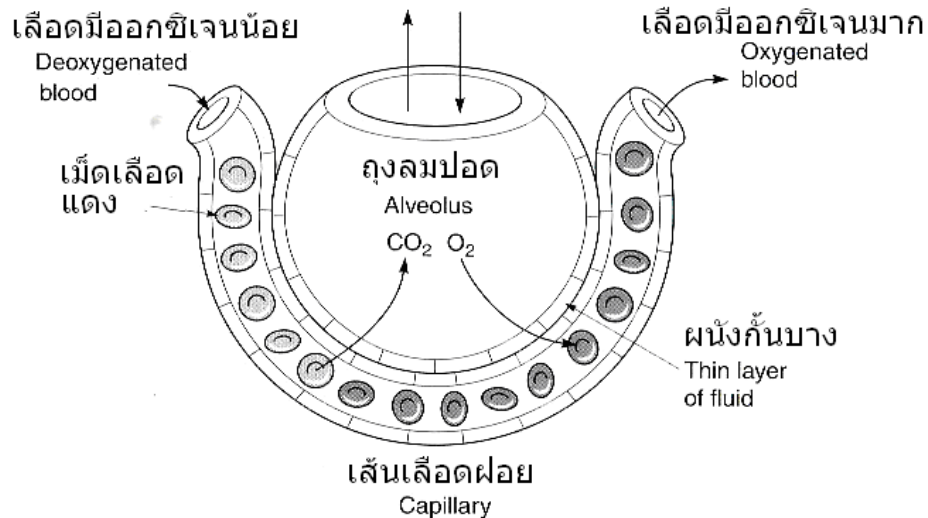


Bifurcation of the trachea	Hyaline cartilage rings	Right principal bronchus
Annular ligaments	Left principal bronchus	Larynx

ภาพที่ 14.1 โครงสร้างของหลอดลม ท่อลม และท่อลมฝอย

ถุงลมและการแลกเปลี่ยนก๊าซ

1. ปลายหลอดลมฝอย หรือ เทอมินอล บลอนซีโอน จะแคบลงจนกลายเป็นท่อของถุงลม หรือ แอลวีโอลาร์ ดัก (Alveolar duct)
2. แอลวีโอลาร์ ดัก แคบลงไปอีกกลายเป็น แอลวีโอลาร์ แซค (alveolar sac) และแตกแขนงต่อกลายเป็นถุงลมหลายถุง (alveoli) (ถุงลมเดี่ยว หรือเอกพจน์ เรียก alveolus)
3. เนื้อเยื่อบุผิวถุงลมเป็นชนิดเซลล์เรียงกันชั้นเดียวรูปร่างเซลล์คล้ายกระสวย (simple squamous epithelial tissue) ทำให้ผนังถุงลมบางมาก และล้อมรอบด้วยเส้นเลือดฝอย
4. การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างสัตว์กับสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นที่ถุงลมนี้เอง



ภาพที่ 14.2 การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างถุงลมปอดและหลอดเลือดฝอย (capillary)

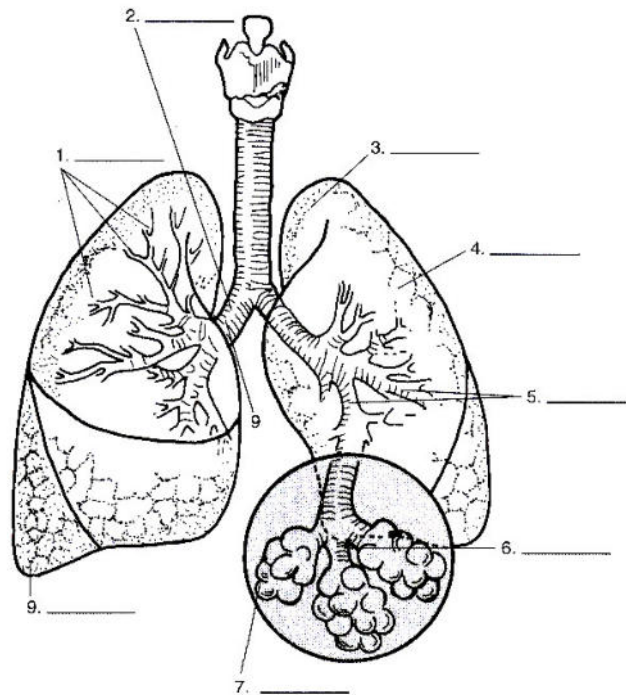
Deoxygenated blood คือ เ ที่มียออกซิเจนในเม็ดเลือดแดง (Red blood cell) น้อย และคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดมาก ออกซิเจน (O_2) จากถุงลมปอด (alveolus) จะผ่านชั้นบาง (Thin layer) เข้าสู่เส้นเลือดฝอยในขณะที่คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จะออกจากเส้นเลือดฝอยเข้าสู่ถุงลมปอด ทำให้เลือดที่ได้รับออกซิเจนจากปอดมีออกซิเจนในเม็ดเลือดมาก เรียก ออกซิเจนเตต บลัด (Oxygenated blood)

ปอด และโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง

1. สัตว์มีปอดสองข้างซ้าย-ขวา ในช่องอก (Thoracic cavity)
2. ปอดแต่ละข้างมีโครงสร้างระบบท่อนำอากาศที่แตกแขนงแยกย่อยเป็นท่อเล็กกระจายทั่วไปในปอดคล้ายกิ่งไม้ เรียกว่า บลอนชีแยลทรี (Bronchial tree) ได้แก่ บลอนไค (bronchi , เอกพจน์ เรียก bronchiole) บลอนคลีโอล (Bronchiole) และตำแหน่งแลกเปลี่ยนก๊าซ ได้แก่ ปลายหลอดลมฝอย และถุงลมปอด
3. ปอดแต่ละข้างมีลักษณะเป็นพู (lobe) โดยแบ่งออกเป็น 3 พู
 - a. พูด้านหน้า เรียกว่า เครเนียล โลบ (Cranial lobe) หรือ เอพิคอลโลบ (apical lobe)
 - b. พูตรงกลาง เรียกว่า มิดเดิล โลบ (Middle lobe) หรือ พูที่ติดกับหัวใจ เรียกว่า คาร์ดิแอค โลบ (Cardiac lobe)
 - c. พูทางด้านหลัง เรียกว่า คอดอล โลบ (caudal lobe) หรือพูที่ติดกับกระบังลม เรียกว่า ไดอะแฟมมาติก โลบ (Diaphragmatic lobe)
4. เส้นเลือดแดง พัลโมนารี (pulmonary artery) (นำเลือดจากหัวใจสู่ปอด) เส้นเลือดดำ พัลโมนารี (pulmonary vein) (นำเลือดจากปอดเข้าหัวใจ) เส้นประสาท และท่อน้ำเหลืองเข้าและออกจากปอดบริเวณแอ่งหลุม (hilus) ที่ขั้วปอด

5. ในช่องอกจะแยกออกเป็นสองส่วน คือ ช่องปอดซ้าย (pleural cavity) และช่องปอดขวา (pleural cavity) โดยอาศัยโครงสร้างที่เรียกว่า มีไดแอสตินัม (mediastinum) กั้นกลาง โครงสร้างส่วน มีไดแอสตินัม เป็นางผ่านของเส้นเลือดแดงใหญ่ (aorta) หลอดลมคอ และหลอดอาหาร
6. ผิวปอด ผนังช่องอก มีมีไดแอสตินัม และกระบังลม มีเนื้อเยื่อบางใส (serous membrane) บูอยู่ เพื่อป้องกันการโดยทำลาย เนื้อปอดเนื่องจากการเสียดสี

แบบฝึกหัดที่ 14.5 จงเติมคำตอบในตารางที่ให้มาลงในช่องว่างในรูปที่ 14.3 ปอด ที่ให้มานี้ ให้ถูกต้อง



Principal bronchus	Bronchi	Hilus	Alveolus	Cardiac lobe
Accessory lobe	Bronchioles	Alveolar duct	Apical lobe	

ภาพที่ 14.3 รูปปอด

แบบฝึกหัดที่ 14.6 จงเขียนชื่อโครงสร้างที่พบใน มีไดแอสตินัม ลงในช่องว่างด้านล่างนี้

การหายใจเพื่อนำอากาศเข้าสู่ปอด (Breathing)

1. การหายใจเพื่อนำอากาศเข้าสู่ปอด (Breathing) หรือ บริหติง (breathing) คือการนำเอาอากาศเข้าปอดผ่านทางจมูก (หรือปาก) และนำเอาคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากปอดผ่านทางจมูก (หรือปาก) เช่นกัน
2. การหายใจเพื่อนำอากาศเข้าสู่ปอดมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเอาอากาศหรือออกซิเจนเข้าสู่ถุงลมปอดซึ่งเป็นตำแหน่งเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซกับเลือด
3. มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่ออัตราการหายใจ (Respiratory rate) ศูนย์ควบคุมการหายใจมีสามศูนย์อยู่ในก้านสมอง (Brain stem) ส่วนเมดัลลลา(Medulla) และพอน(Pons)

โครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเพื่อนำอากาศเข้าสู่ปอด

การหายใจเข้า(Inhalation) : กระบังลม(diaphragm) และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (Intercostal muscle) หดตัวพร้อมกัน ทำให้กระบังลมแบนเรียบ และกระดูกซี่โครงพลิกออก ทำให้ช่องอกมีปริมาตรมากขึ้น ปอดขยาย และความดันในปอดลดลงต่ำกว่าภายนอก ทำให้อากาศเข้าปอด เป็นการหายใจเข้า

การหายใจออก (Exhalation) : กล้ามเนื้อกระบังลม และกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงคลายตัว ปริมาตรช่องอกลดลง และทำให้อากาศออกจากปอด

แบบฝึกหัดที่ 14.7 จงบอกเปอร์เซ็นต์ของปริมาณก๊าซแต่ละชนิดในการหายใจเข้า และออก ในตาราง

ส่วนประกอบ	อากาศหายใจเข้า	อากาศหายใจออก
ก๊าซไนโตรเจน		
ก๊าซออกซิเจน		
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์		
ไอน้ำ	ปริมาณไม่แน่นอน	ปริมาณมากกว่าในการหายใจเข้า
ก๊าซอื่น ๆ	จำนวนน้อย	จำนวนน้อย

แบบฝึกหัดที่ 14.8 จงลากเส้นจับคู่ข้อความด้านซ้ายมือที่สัมพันธ์กับข้อความด้านขวามือ ให้ถูกต้อง

อากาศที่หายใจเข้าและออกตามปกติ	Total lung capacity
ปริมาณอากาศที่หายใจเข้า ซึ่งปกติวัดในหน่วย มิลลิลิตร ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัม	Residual volume
ปริมาณอากาศทั้งหมดที่อยู่ในปอด	Tidal air
ปริมาณอากาศที่สามารถนำออกจากปอดได้	Anatomical dead space
ปริมาณอากาศที่หลงเหลือในปอดหลังจากหายใจออกเต็มที่	Functional residual capacity
บริเวณท่อทางเดินหายใจที่ไม่เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซ	Vital capacity
อากาศที่ยังหลงเหลือในปอดหลังจากหายใจออกปกติ ซึ่งทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง	Tidal volume

แบบฝึกหัดที่ 14.9 จงบอกอัตราการหายใจปกติใน สุนัข แมว โค สุกร ในหน่วย ครั้งต่อนาที และบอกปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจมา 3 ปัจจัย

แบบฝึกหัดที่ 14.0 จงเติมตัวอักษรในช่องให้เติมคำ ที่สัมพันธ์คำอธิบายที่ให้มา ในแต่ละข้อด้านล่าง

1	R													
2	E													
3	S													
4	P													
5	I													
6	R													
7	A													
8	T													
9	I													
10	O													
11	N													

1. ปริมาตรอากาศที่เหลืออยู่ในปอดหลังจากหายใจออกเต็มที่
2. กระดูกที่กั้นระหว่างช่องจมูก และช่องสมอง
3. ชนิดของเยื่อบาง pleura ที่บุผนังช่องอก และหุ้มปอด
4. เส้นเลือดแดงที่นำเลือดดำ (เลือดที่มีออกซิเจนน้อย) เข้าสู่ปอด
5. กระดูกที่กลองเสียงขึ้นที่เล็กที่สุด
6. การตอบสนองทางระบบประสาทอัตโนมัติ เช่น การตอบสนองของการขยายตัวของปอด เมื่อปอดขยายจะกระตุ้นตัวรับรู้ความรู้สึกที่กล้ามเนื้อเรียบที่ปอด ตัวรับส่งกระแสประสาทไปที่สมองและสมองสั่งการให้มีการหายใจเข้าน้อยลง เรียกว่าการตอบสนอง Hering-Breuer
7. พู (lobe) ของปอดข้างขวา ที่ไม่มีในปอดข้างซ้าย
8. กระดูกที่อยู่ในช่องจมูก
9. การหายใจเอาอากาศเข้าปอด
10. อวัยวะหรือท่อที่วางอยู่ทางด้านบนของหลอดลม
11. รูเปิดช่องจมูก

บทปฏิบัติการที่ 15

ระบบย่อยอาหาร (digestive system)

ในบทเรียนนี้จะได้ทบทวนเกี่ยวกับ

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ระบบย่อยอาหาร
2. ช่องปาก (oral cavity)
3. ฟัน (teeth)
4. คอหอย (pharynx)
5. หลอดอาหาร (esophagus)
6. กระเพาะอาหารในสัตว์กระเพาะเดี่ยว
7. กระเพาะอาหารในสัตว์เคี้ยวเอื้อง
8. ลำไส้เล็ก
9. ลำไส้ใหญ่
10. ตับอ่อน
11. ตับ และถุงน้ำดี
12. สรีรการย่อยอาหาร
13. เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร
14. อูจจาระและการถ่ายอุจจาระ

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 7 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 7 กระเจกสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ระบบย่อยอาหาร

1. ระบบย่อยอาหาร คือระบบที่เกี่ยวข้องกับการย่อย และดูดซึมอาหาร ซึ่งถ้าร่างกายไม่มีระบบนี้ จะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้
2. ระบบย่อยอาหารประกอบด้วย ท่อทางเดินอาหาร เรียกว่า แกสโตรอินเทสติวัล แทรคต์ (Gastrointestinal tract) และประกอบด้วยอวัยวะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ตับ ตับอ่อน
3. อวัยวะท่อทางเดินอาหารในสัตว์แต่ละชนิดมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างให้เหมาะสมกับอาหารที่สัตว์กิน ทำให้สัตว์กินเนื้อ และสัตว์กินพืช มีท่อทางเดินอาหารที่จำเพาะแตกต่างกัน เช่น

สัตว์เคี้ยวเอื้อง ซึ่งเป็นสัตว์กินพืช ท่อทางเดินอาหารจะมีกระเพาะหมักสำหรับย่อยผนังเซลล์พืช ในขณะที่สุนัข แมว สุนัข ไม่มี

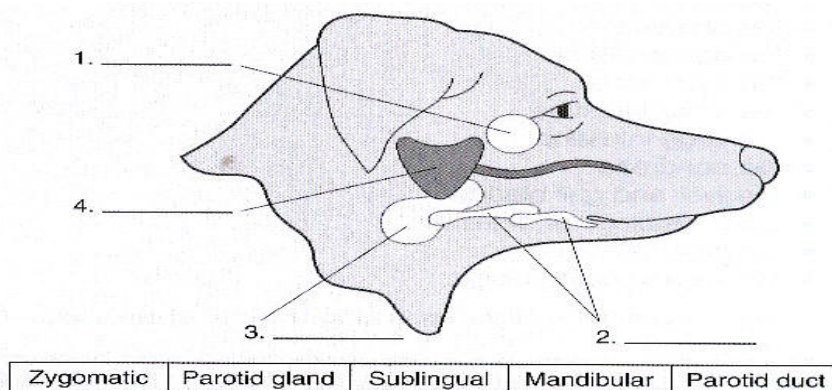
4. ทางเดินอาหารเป็นท่อเปิดหัว ท้าย เริ่มจากปาก จนถึงทวารหนัก

ให้นักศึกษาพิจารณาระบบย่อยอาหารของ สุนัข แมว กระต่าย ม้า สุนัข และโค ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

ช่องปาก (Oral cavity)

1. ช่องปาก เป็นช่องเปิดระบบท่อทางเดินอาหาร ที่มีเนื้อเยื่อบุผิว ชนิด Stratified squamous mucous epithelium
2. ช่องปากประกอบด้วย 2 ส่วนคือ
 - a. กระพุ้งปากหรือแก้ม (oral vestibule) คือบริเวณระหว่าง ริมฝีปาก กระพุ้งแก้ม กับฟัน
 - b. ช่องปากที่แท้จริง (true oral cavity) คือ บริเวณตั้งแต่ฟันจนถึงคอหอย
3. ผนังด้านบนของช่องปากคือ เพดานแข็ง (Hard palate) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่แยกช่องจมูกกับช่องปากออกจากกัน
4. ต่อมน้ำลายในสัตว์ประกอบด้วยต่อมจำนวน 4 คู่ และมีท่อต่อจากต่อมมาเปิดที่ช่องปาก
5. ลิ้นยึดติดกับผนังด้านล่างของช่องปากโดยอาศัยโครงสร้างเรียกว่า ลิ้นกอล ฟรียูลัม (lingual frenulum)

แบบฝึกหัดที่ 15.1 จงเลือก ชื่อต่อมน้ำลาย และโครงสร้างที่เกี่ยวข้องที่ให้มาด้านล่างเติมลงในภาพวาดหัวสุนัขในภาพที่ 15.1 ให้ถูกต้อง



ภาพที่ 15.1 ภาพแสดงตำแหน่งของต่อมน้ำลายในสุนัข

แบบฝึกหัดที่ 15.2 จงบอกหน้าที่ของลิ้นในสัตว์ มาให้ถูกต้อง

.....

.....

.....

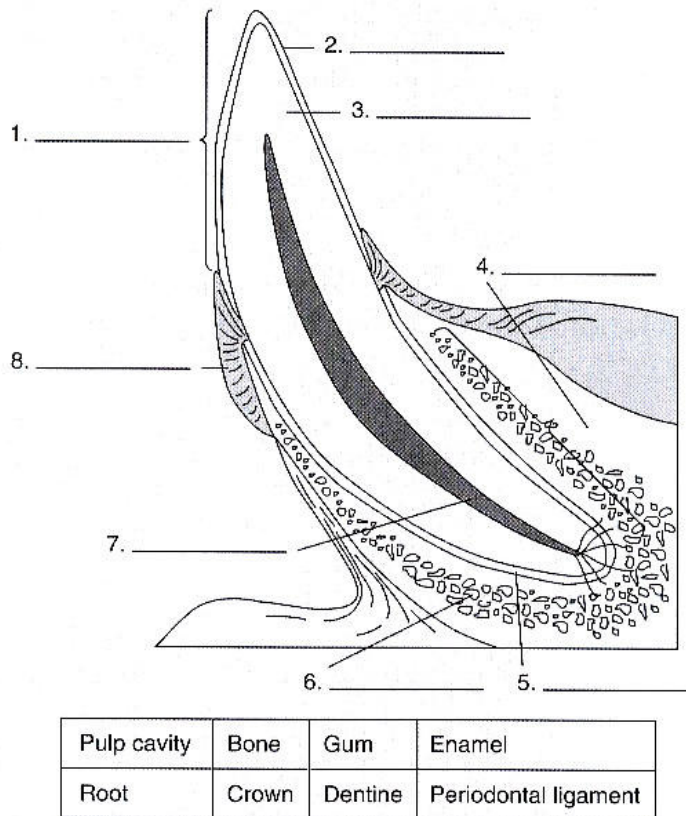
.....

.....

ฟัน (The teeth)

1. ในสุนัข และแมว และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ในหนึ่งช่วงชีวิตประกอบด้วย ฟัน 2 ชุด
2. ฟันน้ำนม เรียกว่า ดีซิดัส ทิส (deciduos teeth) ซึ่ง ในสุนัขและแมว จะงอกเมื่ออายุได้ 1 เดือน หรือ 4 สัปดาห์
3. ฟันแท้ เรียกว่า เพอร์มาเนนท์ ทิส (permanent teeth) ซึ่งในสุนัข และแมวจะงอกมาแทนที่ ฟันน้ำนม เมื่ออายุ ประมาณ 4 เดือน
4. ฟันแต่ละซี่ อยู่ในเบ้ากระดูกกราม ล่าง และบน เรียกว่า โพรงรากฟัน หรือ อัลวีโอลา คาวิตี (alveolar cavity) โดยถูกยึดด้วยเอ็น เรียกว่า ไฟบรัส เพอริโอดอนทอล ลิกกาเมนต์ (fibrous periodontal ligament)
5. ฟันในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมสามารถแบ่งตามหน้าที่ ออกได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่
 - a. ฟันตัด เรียก อินซิเซอร์ (incisor) ฟันขนาดเล็ก ด้านหน้า ทำหน้าที่จับเหยื่อ หรือ กัด
 - b. ฟันเขี้ยว เรียกว่า เคโนน (canine) ฟันลักษณะแหลมอยู่ถัดจากฟันตัด ฟันชนิดนี้ไม่มีในม้าและสัตว์เคี้ยวเอื้อง ทำหน้าที่ กัดทำลายเหยื่อ
 - c. ฟันกรามหน้า เรียกว่า พรีเมอลาร์ (premolar) และฟันกรามหลัง เรียกว่า โมลาร์ (molar) อยู่ถัดจากฟันเขี้ยวเข้าไปด้านใน ทำหน้าที่บดเคี้ยวอาหาร ฟันกรามหลังไม่มีฟันน้ำนม
6. ฟันกรามหน้าด้านบนซี่สุดท้าย รากฟันเป็นลักษณะ 3 แฉก เรียกคาร์นัสเซียล (carnassial)
7. การรายงานจำนวนฟันในสัตว์ มีการรายงานที่เป็นมาตรฐาน เรียกว่า สูตรฟัน (dental formular)

แบบฝึกหัดที่ 15.3 จงเลือกคำตอบที่ให้มาด้านล่างเติมลงในภาพวาดโครงสร้างฟันในภาพที่ 15.2 ให้ถูกต้อง



ภาพที่ 15.2 ภาพวาดตัดขวางของรากฟันในสัตว์

คอหอย (Pharynx)

1. คอหอยคือจุดพบกันระหว่างอาหาร และอากาศ
2. คอหอยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนโดยอาศัยเพดานอ่อน (soft palate) เป็นตัวแบ่ง คือ
 - a. คอหอยร่วมช่องจมูก หรือ นาโซฟาริงซ์ (nasopharynx) คือ คอหอยส่วนที่ต่อกับช่องจมูก
 - b. คอหอยร่วมช่องปาก หรือ ออโรฟาริงซ์ (oropharynx) คือคอหอยส่วนที่ต่อกับช่องปาก
3. ที่ผนังด้านข้างทั้ง 2 ข้าง ของคอหอยเป็นแอ่งที่อยู่ของต่อมทอนซิล (Tonsil) เรียกบริเวณที่อยู่ของคอหอยว่า ทอนซิล ฟอสซา (tonsillar fossa)

แบบฝึกหัด 15.4 จงบอกโครงสร้างอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือเชื่อมต่อกับคอกอหอยมาให้ถูกต้อง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หลอดอาหาร (esophagus)

1. หลอดอาหารเป็นอวัยวะที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ เป็นท่อต่อเชื่อมจากคอกอหอยถึงกระเพาะอาหาร (กรณีสัตว์เคี้ยวเอื้อง ถึงกระเพาะหมักร่วมรังผึ้ง(reticulo-rumen))
2. หลอดอาหารแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ตามตำแหน่งที่อยู่ ได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่
 - a. หลอดอาหารส่วนคอ เรียกว่า เซอวิคอล อีโซฟากัส (cervical esophagus) คือหลอดอาหารส่วนที่ต่อจากคอกอหอยจนถึงก่อนเข้าสู่ช่องอก
 - b. หลอดอาหารส่วนอก เรียกว่า โทราซิก อีโซฟากัส (thoracic esophagus) คือหลอดอาหารส่วนที่อยู่ในช่องอก ต่อจากหลอดอาหารส่วนคอถึงกระบังลม
 - c. หลอดอาหารส่วนท้อง เรียก แอบโดมินอล อีโซฟากัส (abdominal esophagus) คือหลอดอาหารส่วนที่อยู่ในช่องท้องต่อจากส่วนช่องอกตรงกระบังลมจนถึงกระเพาะอาหาร
3. เยื่อบุผิวของผนังด้านในท่อทางเดินอาหาร เป็นชนิด สตราติไฟด์ สแควมัส อีพิทีเลียม (stratified squamous epithelium)
4. ในขณะที่ไม่มีอาหารในหลอดอาหารนั้น หลอดอาหารจะตีบลง แต่เมื่อมีอาหารเข้ามาหลอดอาหารก็จะขยายออก
5. อาหารเคลื่อนที่ในหลอดอาหารอาศัยการบีบตัวของหลอดอาหารแบบ เพอริทอลซิส (peristalsis)

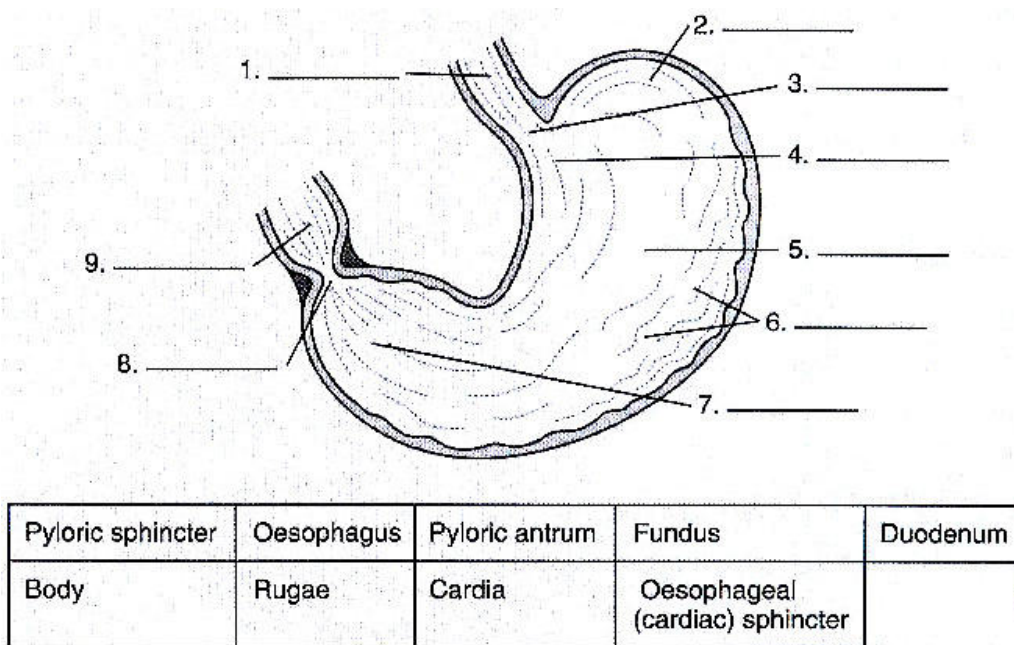
กระเพาะอาหาร (Stomach)

1. กระเพาะอาหารเป็นอวัยวะอยู่ในช่องท้องทางด้านหน้าเยื่อไปทางด้านข้างซ้ายใกล้กับตับ
2. กระเพาะอาหารเป็นถุงขนาดใหญ่ที่ผนังเป็นกล้ามเนื้อเรียบ ต่อเชื่อมระหว่างหลอดอาหารและลำไส้เล็ก
3. เนื้อเยื่อบุผิวของผนังด้านในกระเพาะอาหารประกอบด้วยเซลล์สร้างสารเหนียว หรือเมือกเหนียว (mucus) และต่อมสร้างเอนไซม์
4. ผิวของผนังด้านในกระเพาะอาหารมีลักษณะเป็นรอยพับ ยกนูนขึ้น (fold) ทำให้กระเพาะอาหารสามารถขยายและความจุได้มากขึ้น
5. กระเพาะอาหารมีหน้าที่หลัก 3 ประการคือ
 - a. การย่อยอาหารทั้งวิธีทางกล และทางเคมีโดยใช้เอนไซม์
 - b. เก็บบรรจุอาหาร

c. ควบคุมอัตราการปล่อยอาหารไหลลงสู่ลำไส้เล็ก

6. กล้ามเนื้อหูรูดบริเวณรอยต่อกับหลอดอาหาร เรียกว่า คาร์ดิแอก สฟิงเตอร์ (cardiac sphincter) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อาหารไหลย้อนกลับไปที่หลอดอาหาร กรณีที่สัตว์อาเจียน กล้ามเนื้อหูรูดนี้จะเปิด
7. กล้ามเนื้อหูรูดบริเวณรอยต่อกับลำไส้เล็กเรียกว่า พัยโลริก สฟิงเตอร์ (pyloric sphincter) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของอาหารลงสู่ลำไส้เล็ก ซึ่งใช้เวลา ประมาณ 2-3 ชั่วโมง

แบบฝึกหัดที่ 15.5 จงเลือกคำตอบที่เหมาะสมด้านล่างเติมลงในภาพวาดกระเพาะอาหารในภาพที่ 15.3 ให้ถูกต้อง



ภาพที่ 15.3 ภาพวาดแสดงโครงสร้างของกระเพาะ

แบบฝึกหัดที่ 15.6 จงอธิบายข้อแตกต่างระหว่างการขย้อนอาหารออกมาเคี้ยวเอื้องในสัตว์เคี้ยวเอื้อง กับการอาเจียน

.....

.....

.....

.....

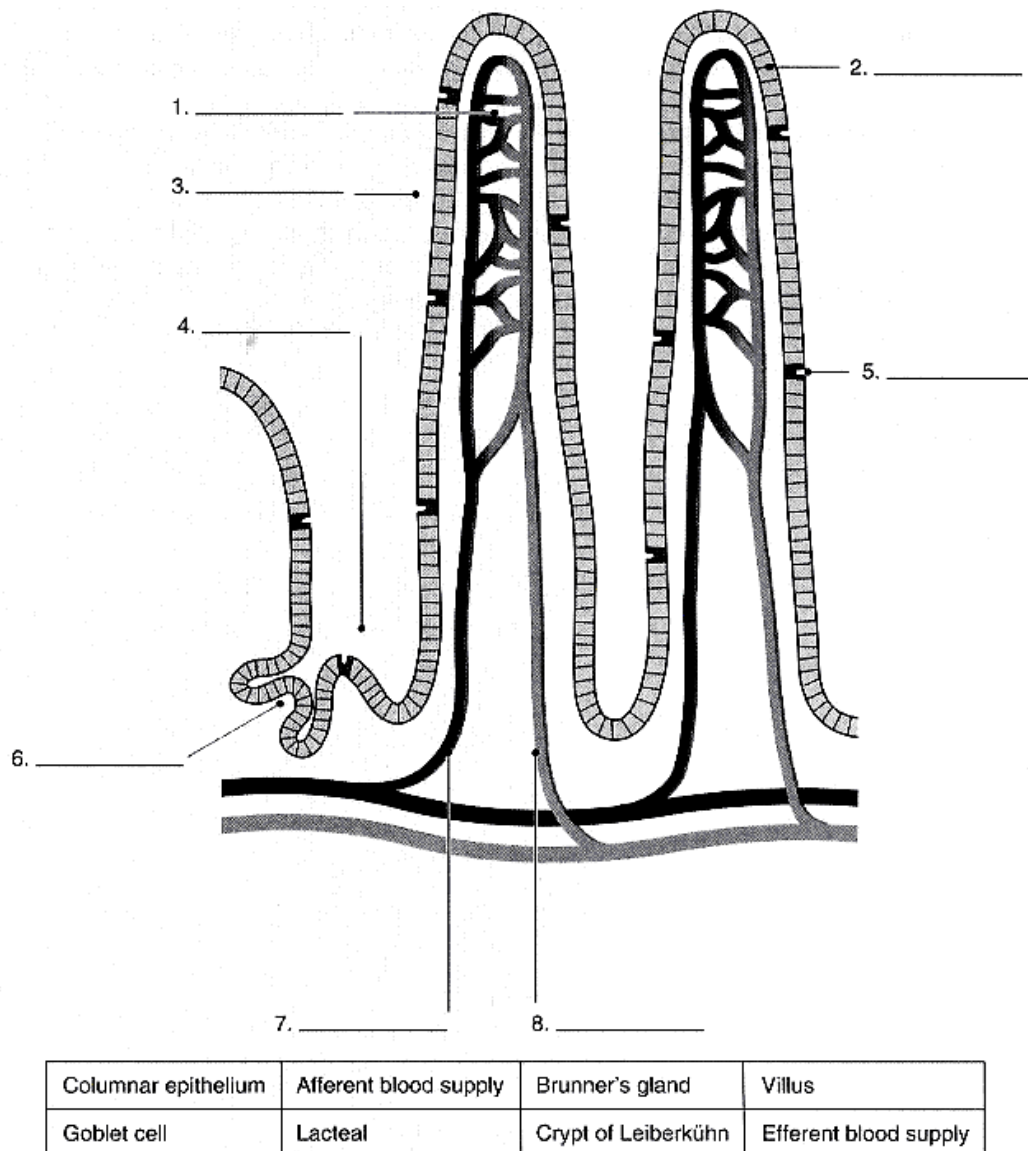
.....

.....

ลำไส้เล็ก (small intestine)

1. ลำไส้เล็กทำหน้าที่ย่อยอาหารทางเคมี และดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วเข้าสู่ร่างกาย
2. ลำไส้เล็กแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ
 - a. ลำไส้เล็กส่วนต้น หรือ ดูโอดินัม (Duodenum) คือส่วนที่ต่อจาก กระเพาะอาหาร
 - b. ลำไส้เล็กส่วนกลาง หรือ เจจูนัม (Jejunum) คือลำไส้เล็กส่วนที่ยาวที่สุดต่อจาก ดูโอดินัม ถึง ไอเลียม (ileum)
 - c. ลำไส้เล็กส่วนปลาย คือ ส่วนที่ต่อกับลำไส้ใหญ่
3. ลำไส้เล็กมีกล้ามเนื้อเรียบเป็นองค์ประกอบ ทำหน้าที่บีบไล่อาหาร แบบ เพอริทอลซิส (peristalsis)
4. เนื้อเยื่อบุผิวด้านในลำไส้เล็ก เป็นชนิด คอลัมน์เอพิทีเลียม (columnar epithelium) และมีเซลล์สร้างสารเหนียวหรือสารเมือก (mucus) และเอ็นไซม์ย่อยอาหาร
5. ผนังด้านในของลำไส้เล็กมีโครงสร้างที่เพิ่มพื้นที่ผิว คือ เป็นรอยพับขนตามยาว และมีโครงสร้างลักษณะเป็นขนเล็ก ๆ ยื่นออกมา เรียก วิลไล (villi)
6. ใน วิลไลแต่ละเส้น มีเส้นเลือด (blood vessel) และท่อน้ำเหลือง (lacteal) ทำหน้าที่ดูดซึมอาหารเข้าสู่ ร่างกาย (ไขมันดูดซึมเข้าสู่ ท่อน้ำเหลือง ส่วนน้ำตาล และกรดอะมิโนดูดซึมเข้าสู่เส้นเลือด)
7. ที่ผนังด้านในของลำไส้เล็กส่วนต้น มีท่อน้ำดี และท่อน้ำจากตับอ่อนมาเปิด ซึ่งทำให้น้ำดีจากตับ และน้ำย่อยจากตับอ่อนไหลเข้าสู่ลำไส้เล็ก
8. ลำไส้เล็กส่วนกลาง หรือ เจจูนัม (jejunum) และลำไส้เล็กส่วนปลาย หรือ ไอเลียม (ileum) เป็นส่วนที่ยาว และเคลื่อนไหวในช่องท้องได้อิสระ และไม่สามารถแยกขอบเขตของลำไส้สองส่วนนี้ด้วยสายตาได้
9. ลำไส้เล็กถูกคลุมด้วยเยื่อบาง ที่เรียกว่า เกรสเตอร์โอเมนตัม (greater omentum)

แบบฝึกหัดที่ 15.6 จงเลือกคำตอบที่เหมาะสมที่สุดให้มาด้านล่างเติมลงในภาพตัดขวางของผนังลำไส้เล็ก ในภาพที่ 15.4 ให้ถูกต้อง



ภาพที่ 15.4 ภาพตัดขวางของผนังลำไส้เล็ก

ลำไส้ใหญ่ (Large intestine)

1. ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ดูดซึม น้ำ เกลือแร่ และวิตามินที่ละลายในน้ำ
2. ลำไส้ใหญ่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ
 - a. ไส้ตัน หรือ ซีกัม (ceacum) ส่วนที่ต่อจาก ไอลีียม มีลักษณะเป็นถุงยื่นออกไป ในคน เรียกไส้ติ่ง ในสุกร ม้า มีขนาดใหญ่ มีจุลินทรีย์ช่วยย่อยใยจากพืช ในขณะที่ในคน สุนัข แมว ไม่มีหน้าที่พิเศษอะไร

- b. ลำไส้ใหญ่ส่วน โคลอน (Colon) ซึ่งทำหน้าที่ดูดซึม น้ำ เกลือแร่ และวิตามินที่ละลายในน้ำ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ
 - i. โคลอนส่วน แอสเซนดิง (ascending colon) คือ ลำไส้ใหญ่ ส่วนที่ทอดยาวด้านขวา ย้อนกลับไปด้านหน้า
 - ii. โคลอนส่วน ทรานสเวส (transverse colon) ลำไส้ใหญ่ ส่วนที่ต่อจากแอสเซนดิง ทอดยาวตามขวางของช่องท้องจากด้านขวามาทางด้านซ้าย
 - iii. โคลอนส่วน เดสเซนดิง (descending colon) คือ ลำไส้ใหญ่ ส่วนที่ต่อจากทรานสเวส ทางด้านซ้ายทอดยาวไปทางด้านหลัง
 - c. ลำไส้ใหญ่ส่วน ไส้ตรง หรือ เรคตัม (Rectum) คือลำไส้ใหญ่ส่วนปลายที่ต่อกับทวารหนัก
3. ในลำไส้ใหญ่มีจุลินทรีย์ เฉพาะถิ่น (gut flora) ทำหน้าที่ ย่อยกากอาหาร เศษอาหาร หรือเยื่อใยที่ยังไม่ย่อยที่ผ่านลงสู่ลำไส้ใหญ่
 4. ต่อจากไส้ตรงคือช่องทวารหนัก (anal canal) และทวารหนัก (Anus) ตามลำดับ
 5. ที่ทวารหนักมีกล้ามเนื้อหูรูด 2 ชนิด กล้ามเนื้อหูรูดด้านใน ที่ควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ (Involuntary internal sphincter) และ กล้ามเนื้อหูรูดด้านปลายทวารหนักที่ควบคุมโดยระบบประสาทภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary external sphincter)
 6. ที่ด้านข้างทวารหนักทั้งสองข้างมีต่อม และถุงข้างทวารหนักเรียกว่า circumanal gland และ anal sacs

ตับอ่อน (Pancreas)

1. ตับอ่อนเป็นอวัยวะที่มีลักษณะเป็น lobe มีสีเทา อมชมพู รูปร่างคล้ายตัววี วางอยู่ติดกับกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กส่วนต้น
2. ตับอ่อนเป็นต่อมผสม คือ มีทั้งต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) และต่อมมีท่อ (exocrine gland)
3. ส่วนที่เป็นต่อมไร้ท่อ ทำหน้าที่ สร้างฮอร์โมนหลายชนิด (ศึกษาเพิ่มเติมในบทที่13 ต่อมไร้ท่อ)
4. ส่วนที่เป็นต่อมมีท่อ ทำหน้าที่ผลิตเอนไซม์ และสารต่าง ๆ คุณสมบัติเป็นต่าง แล้วขับออกไปตามท่อน้ำลำไส้เล็กส่วนต้น

ตับและถุงน้ำดี (The liver and gall bladder)

1. ตับเป็นอวัยวะที่เป็นต่อมขนาดใหญ่ที่สุดในช่องท้อง
2. ตับอยู่ในช่องท้องทางด้านหน้าติดกับกระบังลม และกระเพาะอาหาร
3. ตับมีสีน้ำตาล-แดง มีลักษณะเป็น Lobe 6 เนื้อเยื่อภายในเนื้อตับ เป็นเนื้อเยื่อบุผิว ชนิด cuboidal epithelium และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแทรกอยู่ ระหว่างเซลล์
4. ตับ ถูกยึดติดกับช่องท้อง และอวัยวะใกล้เคียงโดย เอ็น หรือลิกกาเมนต์ (ligament) หลายชนิด เช่น ฟาลซิฟอร์มลิกกาเมนต์ (falciiform ligament) ยึดตับติดกับกระบังลมและผนัง

ช่องท้องด้านล่างไปจนถึงสะดือ ซึ่งในสัตว์ที่ท้อง เส้นเลือดดำจากตับสู่ตัวอ่อน (fetus) จะวิ่งไปตามลิคกาเมนตัม

5. เลือดที่ไหลเข้าสู่ตับมีเส้นเลือด 2 เส้น คือ เส้นเลือดแดง เฮปาทิก (hepatic artery) และเส้นเลือดดำระบบ พอร์ทอล (portal system)
6. เส้นเลือดดำพอร์ทอล เป็นเส้นเลือดที่นำสารอาหารมาจากลำไส้เล็ก เข้าสู่ตับ ส่วนเส้นเลือดแดงเฮปาทิก แยกออกจาก เส้นเลือดแดงใหญ่ นำออกซิเจนไปเลี้ยงตับ
7. ถุงน้ำดี เป็นถุงแทรกอยู่ระหว่างพูของตับทำหน้าที่เก็บน้ำดี และขับออกสู่ลำไส้เล็กส่วนต้นทางท่อน้ำดี คอมมอนไบลด์คัก (common bile duct)

กิจกรรม

ให้นักศึกษา เขียนหน้าที่ของตับ ลงในกระดาษแข็งขนาดใหญ่ (A3) ส่งสัปดาห์หน้า โดยแบ่งหน้าที่เป็น 3 หมวด คือ สะสม ทำลายสารพิษ และผลิต

หน้าที่บางอย่างของตับ

หน้าที่เก็บสะสมได้แก่

1. เก็บสะสมน้ำตาลกลูโคส ในรูปของสารกัลลิโคเจน (glycogen)
2. เก็บสะสมไขมัน และวิตามินที่ละลายในไขมัน
3. เก็บสะสมแร่ธาตุเหล็ก

หน้าที่ในการผลิต ได้แก่

1. ผลิตความร้อน
2. ผลิตน้ำดี
3. ผลิตโปรตีนในน้ำเลือด

หน้าที่ กำจัดหรือทำลายสารพิษ ได้แก่

1. ทำลายสารแอมโมเนีย โดยเปลี่ยนเป็นยูเรีย ขับออกทางปัสสาวะ
2. กำสารพิษที่ถูกดูดซึมจากระบบย่อยอาหารเข้าสู่ตับ
3. กำจัดสารอื่น ๆ

หน้าที่ เมตาโบลิซึม (metabolism) ของโภชนะต่าง ๆ ได้แก่

1. เมตาโบลิซึมของโปรตีน
2. เมตาโบลิซึมของไขมัน
3. เมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรต

สรีรวิทยาระบบย่อยอาหาร

1. การย่อยอาหารมีสองวิธี คือ
 - a. การย่อยทางกล คือ การย่อยอาหารโดยอาศัยฟัน และกล้ามเนื้อเรียบบีบย่อยอาหาร
 - b. การย่อยทางเคมี คือ การย่อยอาหารโดย ใช้เอนไซม์อวัยวะในระบบย่อยอาหารและตับอ่อน

2. การย่อยทางกล เริ่มที่ช่องปาก
3. การย่อยทางเคมี เริ่มที่ กระเพาะอาหาร

แบบฝึกหัดที่ 15.9 จงเรียงลำดับเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นก่อนและหลัง โดยเขียนตัวเลขลำดับเหตุการณ์ลงในช่องด้านขวามือ

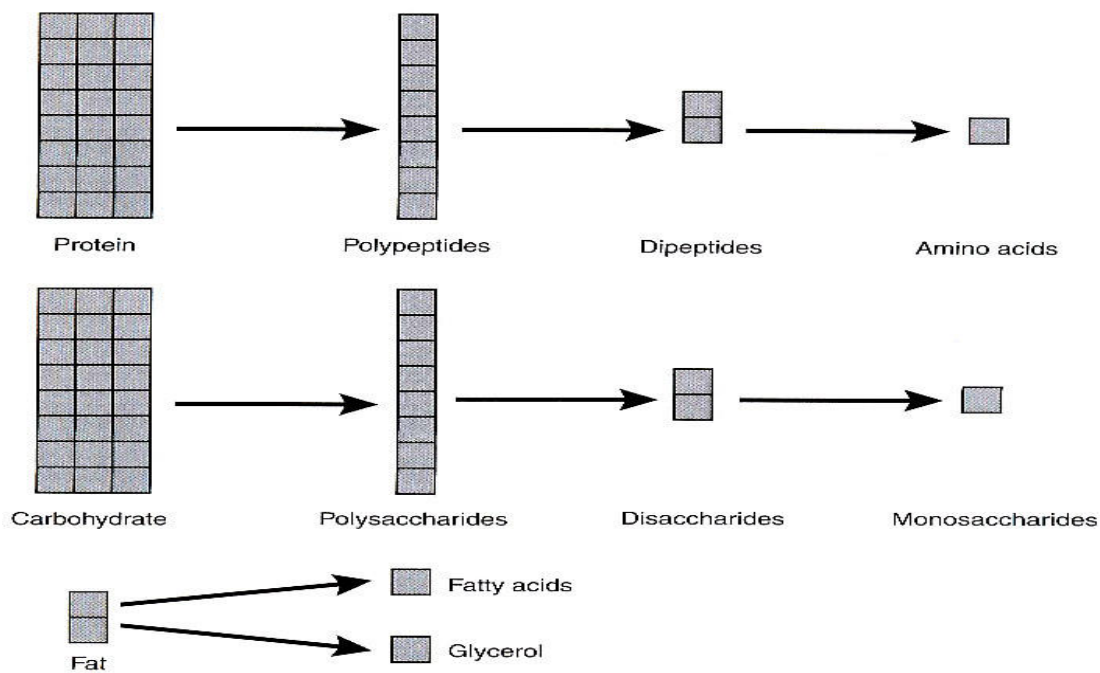
ข้อที่	เหตุการณ์	ลำดับที่
1	กล้ามเนื้อหูรูด คาร์ดีแอก (cardiac sphincter) เปิดให้ อาหารเข้าสู่กระเพาะอาหาร	
2	อาหารถูกดันโดยลิ้นให้ลงสู่คอหอย แล้วเกิดการกลืน (swallowing) โดยอาศัยการสั่งการทั้งระบบประสาทภายใต้อำนาจจิตใจ และรีเฟลค (reflex) อาหารที่ไหลลงสู่คอหอยจะไปดันให้ฝาปิดกล่องเสียงปิด และอาหารไหลต่อลงสู่หลอดอาหาร	
3	อาหารผสมคลุกเคล้ากับของเหลวจากกระเพาะ และน้ำเมือก กลายเป็น chyme	
4	เศษอาหารที่ไม่ย่อยถูกสะสมไว้ที่ลำไส้ใหญ่ส่วนไส้ตรง จนกว่าสัตว์พร้อมที่จะขับออกทางทวารหนักโดยผ่านไปตามช่องทวารหนัก	
5	เมื่อเข้าลำไส้เล็กส่วนต้น สภาพแวดล้อมถูกเปลี่ยนเป็นสถานะเป็นด่างโดยอาศัย สารไบคาร์บอเนต (bicarbonate)	
6	อาหารถูกนำเข้าช่องปากโดยอาศัยฟันและกราม เรียกขบวนการ prehension	
7	เมื่อขบวนการย่อยเสร็จสมบูรณ์อาหารที่ถูกย่อยแล้วจะถูกดูดซึมเข้าสู่ วิลไลและสุ้ กระแสเลือดและน้ำเหลืองต่อไป	
8	ผนังกระเพาะอาหารมีการบีบและคลายตัวเพื่อบีบย่อยอาหารแบบกล	
9	อาหารถูกบีบไล่ให้ไหลไปตามหลอดอาหารโดยอาศัย การบีบไล่อาหารแบบ peristalsis	
10	น้ำดีจากถุงน้ำดีไหลลงสู่ลำไส้เล็กส่วนต้นทาง ท่อ common bile duct	
11	กล้ามเนื้อหูรูด pyloric sphincter เปิดให้อาหารไหลลงสู่ลำไส้เล็ก และอาหารเคลื่อนที่ไปได้โดยการบีบตัวแบบ peristalsis	
12	เศษอาหารหรือกากเยื่อใย ที่ไม่ถูกย่อยในลำไส้เล็กและของเหลวไหลเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ น้ำ เกลือแร่ และวิตามินที่ละลายในน้ำ ถูกดูดซึมที่ผนังของลำไส้ใหญ่ส่วนโคลอน	
13	อาหารถูกเคี้ยวและตัดให้มีขนาดพอเหมาะโดยอาศัยฟัน และลิ้น (สุนัขและแมวไม่มีการบเคี้ยวอาหารที่นานเหมือนสัตว์ กินพืช หรือมนุษย์)	
14	จุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ ย่อยกากอาหารหรือเยื่อใย สิ่งเศษเหลือจากการย่อยโดยจุลินทรีย์ เรียก มูล (faeces)	
15	อาหารถูกคลุกเคล้ากับน้ำลายในปากให้เป็นก้อนอาหาร (bolus) โดยอาศัยลิ้น	
16	น้ำย่อยและสารต่าง ๆ จากตับอ่อนถูกขับออกสู่ลำไส้เล็กส่วนต้นผ่านท่อของตับอ่อน 2 ท่อที่มาเปิดสู่ลำไส้	
17	อาหารผสมกับสารเหนียวและสารอื่นๆ ที่หลังจากต่อมในกระเพาะอาหาร นอกจากนี้ ต่อมที่ผนังกระเพาะอาหารยังหลั่งกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ทำให้สภาวะแวดล้อมในกระเพาะอาหารเป็นกรด	

แบบฝึกหัดที่ 15.10 จงบอกระยะเวลาหลังจากสัตว์(สุนัข-แมว) กินอาหารจนถึงอาหารเดินทางถึงอวัยวะต่าง ๆ ดังนี้

1. กระเพาะอาหาร
2. ลำไส้เล็ก.....
3. ลำไส้ใหญ่ส่วนไส้ตรง (rectum)

เอนไซม์ ในระบบย่อยอาหาร

1. เอนไซม์เป็นสารโปรตีนที่ทำหน้าที่ เร่งการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมี
2. ในทางเดินอาหารมีสารเหลวขับหลั่งเข้าสู่ท่อระบบย่อยอาหารหลายชนิด เรียกว่า digestive juices ซึ่งแต่ละชนิดมีเอนไซม์อยู่ด้วย
3. Digestive juices บางชนิดขับออกจากผนังของอวัยวะท่อทางเดินอาหาร ในขณะที่บางชนิดขับออกมาจากอวัยวะอื่นแล้วไหลมาตามท่อเปิดเข้าสู่ท่อทางเดินอาหาร เช่น สารเหลวจากตับอ่อนเรียก pancreatic juice และน้ำดี เป็นต้น



ภาพที่ 15.6 แสดงการตัดย่อยโมเลกุล โปรตีน (Protein) คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) และไขมัน (Fat) โดยโปรตีนจะถูกย่อยได้เป็น สายโพลีเปปไทด์ (Polypeptides) ไดเปปไทด์ (Dipeptides) และกรดอะมิโน ตามลำดับ ส่วนคาร์โบไฮเดรต จะถูกย่อยเป็นน้ำตาลหลายโมเลกุล (Polysaccharides) น้ำตาลสองโมเลกุล (Disaccharides) และ น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Monosaccharides) ตามลำดับ ไขมันถูกย่อยได้ กรดไขมัน (fatty acids) และกลีเซอรอล (glycerol)

กิจกรรมในชั้นเรียน

ให้นักศึกษา นำกระดาดชาวด ขนาดใหญ่ ตีกรอบเป็น ตารางสี่เหลี่ยม จำนวน 5 แถว 7 คอลัมน์ และตัดกระดาดแต่ละช่องตารางออกเป็นแผ่นกระดาดสี่เหลี่ยมเล็ก จำนวนทั้งหมด 35 แผ่น ($5 \times 7 = 35$) และเขียนข้อความต่อไปนี้ลงในแผ่นกระดาด

น้ำลาย (Saliva)	Gastric Juice	น้ำดี (bile)	Pancreatic Juice	Intestinal juice
ปาก (mouth)	อาหาร (Food)	ตับ (liver)	ไขมัน (Fat)	ตับอ่อน (pancreas)
ผนังลำไส้เล็ก (small intestine wall)	ไม่มี (none)	โปรตีน(Protein) และ ไขมัน (Fat)	ผนังกระเพาะอาหาร	ต่อมน้ำลาย (salivary glands)
เกลือแร่ (Bile salts)	กระเพาะอาหาร (stomach)	ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum)	ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum)	ลำไส้เล็ก (small intestine)
เอนไซม์ย่อยเปปไทด์ (peptidases) และเอนไซม์ ย่อย น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharidases)	โพลีเปปไทด์ (Polypeptides) และ ไขมันเริ่มถูกย่อย	หยดไขมัน ที่แตกตัว (Emulsified fat droplets)	เอนไซม์เปปซิน (pepsin) และ เอนไซม์ ย่อยไขมัน (lipase)	กรดอะมิโน (amino acids) และน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (monosaccharides)
ไดเปปไทด์ (Dipeptides) กรดอะมิโน (amino acids) โพลีเปปไทด์ (Polypeptides) กรดไขมัน (fatty acids) กลีเซอรอล (glycerol)	เอนไซม์ ทริปซิน (Trypsin) เอนไซม์ย่อย เปปไทด์(peptidases) อะไมเลส (amylase) และ เอนไซม์ย่อยไขมัน (lipase)	รงควัตถุของน้ำดี (bile pigment) และไบคาร์บอเนต (bicarbonate)	สายโพลีเปปไทด์ (Polypeptides) ไดเปปไทด์ (Dipeptides) คาร์โบไฮเดรต หยด ไขมัน (Fat droplets)	ไดเปปไทด์ (Dipeptides) และน้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharides)
น้ำ และสารเหนียว(mucus)	กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid)	ไบคาร์บอเนต (bicarbonate)	สารเหนียว(mucus) และไบคาร์บอเนต (bicarbonate)	ช่วยหล่อลื่นอาหารให้ไหลลง ส่งหลอดอาหารอย่างสะดวก

ให้นักศึกษานำแผ่นกระดาดมาเรียงต่อกันในตารางด้านล่างนี้ ให้ถูกต้อง และสัมพันธ์กัน

สารที่หลั่ง (secretion)	แหล่งที่ผลิต สาร	ตำแหน่งที่ สารนั้นขับ หลั่งไป	ชื่อเอนไซม์ใน สารนั้น	ชนิดของ อาหารหรือ โภชนะที่สาร นั้นไปมีผล	ผลผลิต หรือ สิ่งที่ได้	สารอื่น ๆ ที่เป็น ส่วนประกอบใน สารที่หลั่งนั้น
1	6	11	16	21	26	31
2	7	12	17	22	27	32
3	8	13	18	23	28	33
4	9	14	19	24	29	34
5	10	15	20	25	30	35

อุจจาระและการถ่ายอุจจาระ

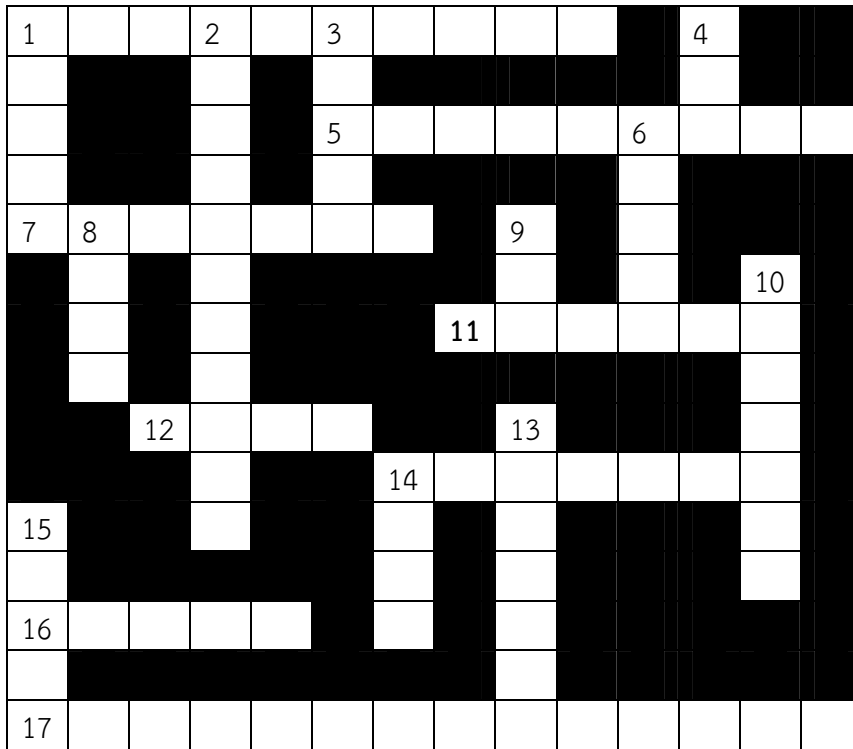
1. การถ่ายอุจจาระ เป็น รีเฟล็กซ์ (reflex) ที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ และควบคุมโดยกล้ามเนื้อหูรูดภายนอก (external sphincter) ซึ่งถูกควบคุมโดยระบบประสาทภายใต้อำนาจจิตใจ หมายความว่า การถ่ายอุจจาระจะเกิดขึ้นอัตโนมัติ แต่การยอมให้อุจจาระออกจากทวารหนัก ควบคุมโดยระบบประสาทภายใต้อำนาจจิตใจ
2. การถ่ายอุจจาระนั้น อุจจาระจะเคลื่อนจากไส้ตรง ช่องทวารหนัก และทวารหนัก ตามลำดับ
3. ในสุนัขและแมว ปกติจะถ่ายอุจจาระวันละ 2-3 ครั้ง
4. ทุกครั้งที่อุจจาระผ่านทวารหนัก ต่อมาที่ทวารหนักจะบีบหลังสารลงอุจจาระเพื่อดันกลับ

องค์ประกอบของอุจจาระ (Constituents of Feces)

อุจจาระมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. น้ำ
2. กากอาหารหรือส่วนที่ไม่ย่อย
3. เยื่อใย ที่ย่อยไม่ได้
4. ของเสีย เช่น รังควาญของน้ำดี
5. จุลินทรีย์จากลำไส้ใหญ่
6. สารเหนียวจากผนังลำไส้
7. เซลล์เยื่อบุผิวของผนังลำไส้
8. สิ่งแปลกปลอมอื่นที่สัตว์กิน เข้าไป และย่อยไม่ได้ เช่น ขน กระดูก
9. กรณีสัตว์เป็นพยาธิ อาจมีพยาธิปนออกมาด้วย

11. ส่วนบนของพินแกรม
12. กล้ามเนื้อหูรูด บริเวณรอยต่อหลอดอาหารกับกระเพาะอาหาร
13. การอาเจียน
14. เปื้ออาหาร หรือกลืนอาหารได้ยาก
15. ชนิดของกล้ามเนื้อในผนังลำไส้
16. ผิวด้านข้างของคอหอย
17. ต่อมน้ำเหลืองที่บริเวณ fossae ของคอหอย
18. ส่วนของลำไส้ใหญ่ส่วนโคลอน ที่ต่อจาก ascending colon
19. กล้ามเนื้อหูรูดที่ควบคุมการไหลของอาหารจากกระเพาะอาหารลงสู่ลำไส้เล็ก
20. จุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดเ็นลำไส้ใหญ่
21. ต่อมของลำไส้เล็กเรียกว่า of Lieberkuh
22. ก้อนอาหาร เรียกว่าอะไร



แนวขวาง

- 1 เสียงท้อร้องที่เกิดจากแก๊สในลำไส้
- 5 หูด
- 7 น้ำตาลโมเลกุลคู่ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคส และฟรุคโตส
- 11 ไล่ตัน หรือไล่ตึง
- 12 โภชนะที่ก่อนจะถูกย่อยต้องอาศัยน้ำดีทำให้แตกตัว
- 14 เอ็นไซม์ที่พบในน้ำลายสัตว์แต่ไม่พบในน้ำลายสุนัข และแมว
- 16 ลำไส้เล็กส่วนปลาย
- 17 การกำจัดพิษ ซึ่งเป็นหน้าที่ของตับ

แนวตั้ง

1. ก้อนอาหาร
2. สารที่ทำให้สภาพแวดล้อมในลำไส้เล็กมีสภาพเป็นด่าง
- 3 การเพิ่มขึ้น
- 4 คำศัพท์ที่หมายถึง ทางเดินอาหาร
6. สภาวะเสียดท้อง พบได้ในม้า คือ อาการปวดท้องอย่างแรง
8. สารที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแอมโมเนียในตับ
- 9 อักษรย่อที่หมายถึงกรดไขมันที่จำเป็น
- 10 สารพิษที่เกิดขึ้นในร่างกาย ที่เกิดจากขบวนการดั่งหมู เอมีนจากกรดอะมิโน
- 13 ส่วนของกระเพาะอาหารที่ติดกับลำไส้เล็กส่วนต้น

- 14 พฤติกรรมการกินอาหารแปลก ๆ เช่น เคี้ยวกระดูก หิน
- 15 การบดเคี้ยวอาหารโดยฟันในปาก ซึ่งไม่เกิดขึ้นในสุนัขและแมว

บทปฏิบัติการที่ 16

ระบบขับถ่าย (The Urinary System)

ในบทเรียนนี้นักศึกษาจะได้ทบทวนเกี่ยวกับ

- 1) ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบขับถ่าย
- 2) มหากายวิภาคของไต (Gross anatomy of the kidney)
- 3) หน่วยทำงานหน่วยไต (nephron)
- 4) การเลือกสารดูดกลับที่ท่อหน่วยไต (selective absorption)
- 5) หน้าที่อื่นๆของไต
- 6) กระเพาะปัสสาวะและโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง
- 7) การผลิตและการขับปัสสาวะ

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 8 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบขับถ่าย
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติการ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 8 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของระบบขับถ่าย

1. ศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับระบบขับถ่ายขึ้นต้นด้วย urin-
2. ศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับไต ขึ้นต้นด้วย nephr-
3. renal หมายถึง สัมพันธ์กับไต
4. อวัยวะหรือโครงสร้างของระบบขับถ่ายประกอบด้วย 4 ส่วน คือ
 - a. ไต ทั้ง 2 ข้าง (Kidneys)
 - b. ท่อไตทั้งสองข้าง (ureters)
 - c. กระเพาะปัสสาวะ (urinary bladder)
 - d. ท่อปัสสาวะ (urethra)
5. หน้าที่ของระบบขับถ่ายคือ
 - a. ขับของเสียที่เกิดจากขบวนการเมตาโบลิซึมในร่างกาย (metabolic wastes) และควบคุมของเหลวออกเซลล์ โดยการขับปัสสาวะ (urin)
 - b. เปลี่ยนวิตามิน D ให้อยู่ในรูปที่ใช้ประโยชน์ได้
 - c. ผลิตเอนไซม์ เรนิน (renin)
 - d. ผลิตฮอร์โมน สร้างเม็ดเลือดแดง (erythropoietin hormone)

e. เก็บปัสสาวะในกระเพาะปัสสาวะ

6. ไตทำหน้าที่ในข้อ a-d ส่วนข้อ e เป็นหน้าที่ของกระเพาะปัสสาวะ

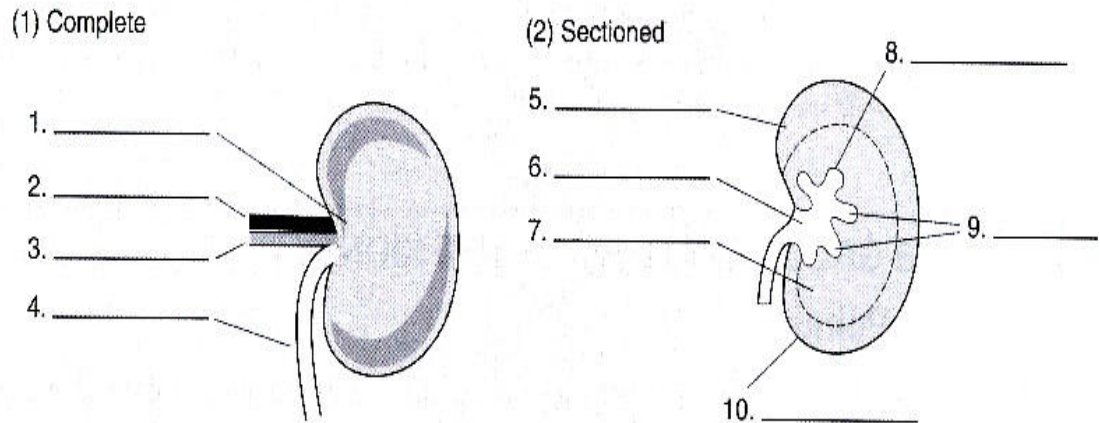
มหากายวิภาคของไต (Gross anatomy of the kidney)

1. ไตมีรูปร่างคล้าย ถั่วในสุนัข แมว และสุกร มีรูปร่างคล้ายรูปหัวใจนม้า และคล้ายพวงองุ่นในโค กระบือ ไตสีน้ำตาลแดง มี 2 ข้าง ซ้ายและขวา วางอยู่ด้านบนติดกับกระดูกสันหลังส่วนเอวที่ 2-3
2. ไตด้านขวาอยู่ด้านหน้ากว่าไตด้านซ้ายเล็กน้อย
3. ไตทั้ง 2 ข้าง แขนงอยู่ในช่องท้องทางด้านบน และหุ้มด้วยเยื่อผนังช่องท้อง (peritoneum) แต่ไตจะแยกจากอวัยวะที่อยู่ในช่องท้องอื่น ๆ จึงเรียกเยื่อผนังช่องท้องที่ห่อหุ้มไตว่า retroperitoneal
4. เส้นเลือดแดงที่นำเลือดมาเลี้ยงไต คือ renal arteries ซึ่งแยกออกจากเส้นเลือดแดงใหญ่ aorta และเส้นเลือดดำที่นำเลือดออกจากไต คือ renal vein เข้าสู่เส้นเลือดดำใหญ่ caudal vena cava
5. ภายในไตมีหน่วยทำงาน (functional unit) จำนวนหลายพันอัน เรียกว่า หน่วยไต หรือ เนฟรอน (nephrons) ถูกยึดรวมกันโดยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

แบบฝึกหัดที่ 16.1 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

1. โครงสร้างในเนื้อไตที่รวมเอาน้ำปัสสาวะจากท่อหน่วยไตรวม (collecting tubule) ก่อนเข้าสู่กรวยไต(pelvis) และลงสู่ท่อไต (ureter) ต่อไป	Renal cortex
2. แผ่นผนังผิวด้านนอกของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่หุ้มรอบไต เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับไต	Renal hilus
3. ส่วนที่ทำหน้าที่รับน้ำปัสสาวะทั้งหมดจากท่อหน่วยไตเพื่อส่งต่อไปท่อไต (ureter)	Renal crest
4. เนื้อไตส่วนนอก เป็นที่อยู่ของหน่วยไตส่วน คอร์ปัสเคิล (renal corpuscle)	Renal medulla
5. โครงสร้างที่มีรูปร่างคล้ายโคน (cone shaped หลาย ๆ อัน ทำให้เกิดโครงสร้างเนื้อไตส่วนใน (renal cortex)	Ureter
6. เส้นเลือดแดงที่แยกออกจากเส้นเลือดแดงใหญ่ เพื่อนำเลือดไปเลี้ยงไต	Calyces
7. เนื้อไตส่วนใน เป็นบริเวณที่พบท่อหน่วยไต loops of Henle	Renal pelvis
8. ขั้วไต บริเวณที่มีเส้นเลือด และท่อไต เข้าออกไต	Renal pyramid
9. ท่อที่รับปัสสาวะจากกรวยไตและนำปัสสาวะสู่กระเพาะปัสสาวะ	Renal artery
10. บริเวณรอยต่อของท่อหน่วยไตรวมกับ renal Calyces	Renal capsule

แบบฝึกหัดที่ 16.2 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในรูปวาดไตสุนัข

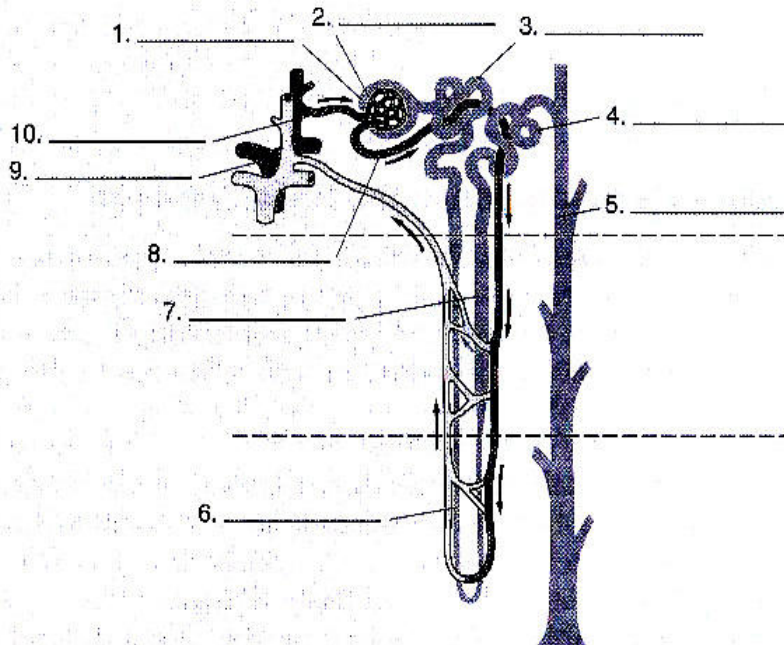


Ureter	Renal pelvis	Calyces	Hilus	Renal crest
Renal artery	Renal capsule	Renal cortex	Renal vein	Medulla

หน่วยทำงานหน่วยไต (nephron)

1. หน่วยที่ทำหน้าที่ในไต คือ หน่วยไต หรือ เนฟรอน (nephron)
2. หน่วยไตในสุนัขมีประมาณ 400,000 อัน และ ในแมวมีประมาณ 200,000 อัน
3. ในแต่ละหน่วยไต มีกระเปาะของเส้นเลือดแดง เรียกว่า โกลเมอรูลัส (Glomerulus) ทำหน้าที่ กรองน้ำเลือด
4. เรียกของเหลวที่กรองผ่าน โกลเมอรูลัส ว่า โกลเมอรูลาร์ ฟิลเตรต (glomerular filtrate) หรือ อัลตราฟิเตรตของน้ำเลือด (ultrafiltrate of plasma) ของเหลวนี้อาจไหลเข้าสู่ บราวแมน แคปซูล (Bowman's capsule) และเข้าสู่ท่อหน่วยไตจนในที่สุดออกมาเป็นปัสสาวะ
5. โกลเมอรูลาร์ ฟิลเตรต เกือบทั้งหมดจะถูกดูดกลับเข้าสู่กระแสเลือด มีบางส่วนเท่านั้นที่จะกลายเป็นปัสสาวะ
6. มีเพียง 0.5 – 15 เปอร์เซ็นต์ของ โกลเมอรูลาร์ ฟิลเตรต เท่านั้นที่กลายเป็นปัสสาวะ
7. ถ้ามีหน่วยไตโดยทำลายลาย หน่วยไตที่ยังทำงานได้ปกติจะช่วยทำงานทดแทนส่วนที่ถูกทำลายได้ โดยพบว่าแม้มีหน่วยไตที่ทำงานได้ปกติ แค่ 25 เปอร์เซ็นต์ของหน่วยไตทั้งหมด ยังสามารถทำงานทดแทนหน่วยไตที่เสียแล้วได้ และสัตว์ไม่แสดงอาการผิดปกติเลย

แบบฝึกหัดที่ 16.3 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในรูปวาดหน่วยไต



Efferent arteriole	Afferent arteriole	Collecting duct	Glomerulus
Proximal convoluted tubule	Bowman's (glomerular) capsule	Descending loop of Henle	Distal convoluted tubule
Ascending loop of Henle	Renal artery		

แบบฝึกหัดที่ 16.4 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง เกี่ยวกับหน้าที่ของหน่วยไต

Bowman's	proteins	collecting	urea
selective	ECF	glomerulus	ultrafiltrate

ที่ 1)..... ของเหลวจากเลือดจะถูกกรองผ่านผนังเส้นเลือดฝอย ไหลลงสู่
 2).....capsule. ของเหลวนี้เรียกว่า 3).....ของน้ำเลือด (glomerular filtrate) ของเหลวนี้มีลักษณะคล้ายน้ำเลือด(plasma) ต่างกับน้ำเลือดตรงที่ไม่มีเซลล์เม็ดเลือด และ
 4).....โมเลกุลใหญ่ ของเหลวที่กรองผ่านแคปซูลออกมานี้จะไหลไปตามท่อหน่วยไต และสารที่อยู่ในของเหลวจะถูกเลือกให้ถูกดูดกลับจากท่อหน่วยไตเข้ากระแสเลือด เรียกการเลือกดูดกลับสารในของเหลวนี้ว่า 5).....reabsorption สารต่าง ๆ ในของเหลวนี้ที่ถูกดูดกลับเป็นสารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น น้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโน และสารที่จำเป็นต่อการปรับสภาพสมดุลของของเหลว 6)..... เช่น โซเดียม และน้ำ ของเสียที่เกิดขึ้นจากขบวนการเมตาโบลิซึมในร่างกาย เช่น 7)..... น้ำ และโซเดียม ยังคงอยู่ในของเหลวนี้ในท่อหน่วยไตจนถึงท่อ 8) และไหลต่อเข้าสู่ท่อไต และกระเพาะปัสสาวะต่อไป

การเลือกสารดูดกลับที่ท่อหน่วยไต (selective reabsorption)

1. การดูดกลืนน้ำจากท่อหน่วยไตเข้าสู่เส้นเลือด

การดูดกลืนน้ำจากท่อหน่วยไต อาศัยขบวนการ ออสโมซิส (osmosis) คือการแพร่ผ่านของน้ำจากของเหลวที่มีแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ต่ำ หรือมีความเข้มข้นต่ำ (น้ำมาก) ไปยังของเหลวที่มีแรงดันออสโมซิส สูง หรือมีความเข้มข้นสูง (น้ำน้อย) ซึ่งในน้ำเลือดมีความเข้มข้นมากกว่า ฟิเลตเรต น้ำจากฟิเลตเรตจึงซึมผ่านเข้าสู่เส้นเลือด ความแตกต่างของความดัน เรียกว่า pressure gradient

2. การดูดสารอื่นจากท่อหน่วยไตเข้าสู่เส้นเลือด

การดูดกลืนสารต่าง ๆ จากท่อหน่วยไตเข้าสู่เส้นเลือด อาศัยขบวนการแพร่ผ่าน (diffusion) โดยการที่สารใด ๆ จะถูกดูดกลืนหรือไม่ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของของเหลวนอกเซลล์ (Extracellular fluid; ECF) ณ ขณะนั้น โดยสารที่ถูกดูดกลืนนั้นเพื่อปรับภาวะสมดุลของของเหลวนอกเซลล์ อย่างไรก็ตาม น้ำตาลกลูโคส และกรดอะมิโนในฟิเลตเรต จะถูกดูดกลืนเข้าเส้นเลือดจนหมด

3. การควบคุมการดูดกลืนสาร

การควบคุมการดูดกลืนสารจากท่อหน่วยไต อาศัยกลไกหลายอย่าง เช่น แรงดันเลือด (blood pressure) ซึ่งมีผลต่ออัตราการกรองผ่านสารที่โกลเมอรูลัส และสารที่บางอย่างที่ควบคุม เช่น เอนไซม์เรนิน (rennin) และฮอร์โมน ADH

กิจกรรม

ให้นักศึกษา อธิบาย พร้อมทั้งวาดภาพประกอบ การเกิด ยูเรียในร่างกาย และให้เขียนเส้นทางการขับยูเรียออก จากร่างกาย

หน้าที่อื่นๆของไต

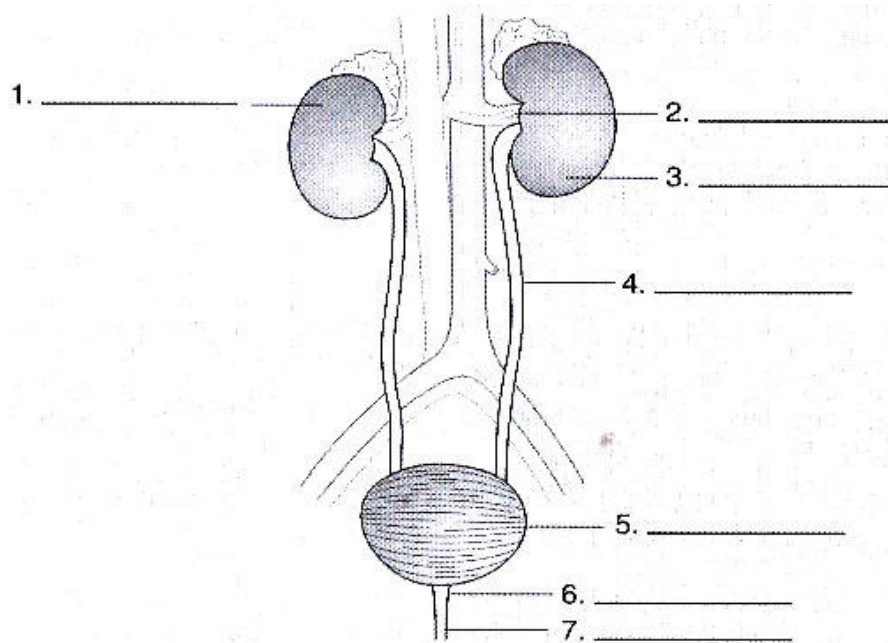
1. ไตทำหน้าที่เปลี่ยนวิตามิน ดี ที่ละลายในไขมันซึ่งอยู่ในรูปใช้ประโยชน์ไม่ได้ ให้ได้วิตามิน ดี ที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งใช้ประโยชน์ได้
2. ผลิตเอนไซม์ เรนิน (rennin) เพื่อเพิ่มความดันเลือด โดยเมื่อความดันเลือดลดลง ไตจะผลิตเอนไซม์ เรนิน เพื่อเร่งขบวนการผลิตสาร แองจิโอเทนซิน (angiotensin) ซึ่งช่วยในการเพิ่มความดันเลือด
3. ผลิตอีริโทรพอยอีติน แฟคเตอร์ (erythropoietin factor) ซึ่งสารนี้จะไปเปลี่ยนโปรตีนในเลือดเป็น สารอีริโทรพอยอีติน ซึ่งจะช่วยให้ไขกระดูกสร้างเม็ดเลือดแดง ไตจะผลิตแฟคเตอร์นี้เมื่อร่างกายต้องการเม็ดเลือดเพิ่มขึ้น หรือเมื่อร่างกายขาดออกซิเจน

กระเพาะปัสสาวะและโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง

1. ท่อไต (ureter) กระเพาะปัสสาวะ (bladder) และท่อปัสสาวะ (urethra) ผนังบุด้วยเนื้อเยื่อบุผิวชนิด transitional epithelium และมีกล้ามเนื้อเรียบเป็นองค์ประกอบ
2. ท่อไตแต่ละข้าง (ต่อออกจากไตด้านซ้ายและขวา) ไปต่อเชื่อมกับกระเพาะปัสสาวะด้านบน ออกไปทางด้านข้าง บริเวณรอยต่อกับกระเพาะปัสสาวะมีลิ้นปิดเปิดป้องกันปัสสาวะไหลย้อนจากกระเพาะปัสสาวะกลับเข้าสู่ท่อไต เรียกลิ้นนี้ว่า ureterovesicular valve

3. ปัสสาวะไหลในท่อไตโดยอาศัยการบีบตัวของท่อไตแบบ เพอริทาลซิส (peritalsis)
4. กระเพาะปัสสาวะอยู่ในช่องเชิงกรานทางด้านล่าง เมื่อมีปัสสาวะ กระเพาะปัสสาวะยื่นเข้าไปทางด้านหน้าเข้าสู่ช่องท้อง
5. ความจุของกระเพาะปัสสาวะขึ้นกับน้ำหนักตัว สุนัขหนัก 12.5 กิโลกรัม มีขนาดความจุของกระเพาะปัสสาวะประมาณ 120 มิลลิลิตร
6. กล้ามเนื้อเรียบที่ผนังกระเพาะปัสสาวะ เรียกว่า detrusor muscle
7. เมื่อลากเส้นบนกระเพาะปัสสาวะเชื่อมระหว่างจุดต่อกับท่อไตทั้งสองข้าง และจุดต่อกับท่อปัสสาวะ (neck of bladder) ทำให้เกิดเป็นสามเหลี่ยม เรียกบริเวณสามเหลี่ยมนั้นว่า trigone
8. รอยต่อกระเพาะปัสสาวะกับท่อปัสสาวะ มีกล้ามเนื้อหูรูด 2 อัน เพื่อควบคุมการปล่อยน้ำปัสสาวะจากกระเพาะปัสสาวะ คือ กล้ามเนื้อหูรูดด้านใน (internal involuntary sphincter) ทำงานนอกอำนาจจิตใจ และกล้ามเนื้อหูรูดด้านนอก (external voluntary sphincter) ทำงานภายใต้อำนาจจิตใจ
9. ท่อปัสสาวะในสัตว์ตัวเมีย กับตัวผู้ ต่างกันคือ ตัวผู้ท่อปัสสาวะเริ่มตั้งแต่ออกจากกระเพาะปัสสาวะจนถึงปลายลิ้ง (tip of penis) ในขณะที่ตัวเมียเริ่มตั้งแต่ ออกจากกระเพาะปัสสาวะไปจนถึงรูเปิดช่องคลอด (vagina) และ ปากช่องคลอด (vestibule)
10. ท่อปัสสาวะในตัวผู้ยาวและโค้ง ในขณะที่ในตัวเมียตรงและสั้น ในสุนัขตัวผู้ที่ลิ้งยังมีกระดูกเรียกว่า os penis ซึ่งท่อปัสสาวะอยู่ในร่องกระดูก os penis ด้วยโครงสร้างทางกายวิภาคของท่อปัสสาวะทั้งสองอย่าง (โค้ง และมีกระดูก) ของสุนัขตัวผู้ ทำให้ง่ายต่อการอุดตันเมื่อเกิดนิ่วในท่อปัสสาวะ

แบบฝึกหัดที่ 16.5 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในรูปไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะ และท่อปัสสาวะ



Ureters	Neck of bladder	Urethra	Renal artery and vein
Left kidney	Right kidney	Bladder neck	

การผลิตและการขับปัสสาวะ

1. ตัวรับแรงตึง (stretch receptor) ที่ผนังของกระเพาะปัสสาวะจะตอบสนองเมื่อกระเพาะปัสสาวะมีปัสสาวะเต็มแล้วเกิดแรงตึง
2. กล้ามเนื้อหูรูดด้านใน จะคลายตัวเพื่อขับปัสสาวะภายใต้การทำงานอัตโนมัติ หรือปฏิกิริยาสะท้อนของไขสันหลัง (spinal reflex) ในขณะที่กล้ามเนื้อหูรูดด้านนอกควบคุมโดยสมองและอยู่ภายใต้จิตใจ นั่นคือตัวสัตว์เป็นผู้ควบคุม
3. มีหลายปัจจัยที่ควบคุมปริมาณการขับปัสสาวะ เช่น แรงดันเลือด การสูญเสียน้ำ ดังนั้นปริมาณ และองค์ประกอบปัสสาวะในแต่ละวันจึงแปรเปลี่ยนได้

แบบฝึกหัดที่ 16.6 จงเปรียบเทียบลักษณะของปัสสาวะสุนัข และแมว ในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

	ปัสสาวะของสุนัข	ปัสสาวะของแมว
สี		
กลิ่น		
ความคงตัว		
ค่า pH		
ค่าความถ่วงจำเพาะ		
ปริมาณขับออกต่อชั่วโมง (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/ชั่วโมง)		

บทปฏิบัติการที่ 17

ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ (Male reproductive)

ในบทเรียนนี้นักศึกษาจะได้ทบทวนเกี่ยวกับ

1. ข้อเท็จจริง และหน้าที่ของระบบสืบพันธุ์เพศผู้
2. ถุงหุ้มอัณฑะ (scrotum) อัณฑะ (testicles) และท่อเก็บอสุจิ (epididymis)
3. สเปิร์มาติก คอร์ด (spermatic cord) และ ท่อปัสสาวะ (urethra)
4. หนังหุ้มลึงค์ (prepuce) และ ลึงค์ (penis)
5. ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ (accessory glands)
 - a. ลูกหมาก (prostate gland)
 - b. ต่อมคาวเปอร์ (cowper's gland) หรือ ต่อมบัลโบยูริทาล (bulbo-urethral gland)
 - c. ต่อมเซมินัลเวสิเคิล (seminal vesicle)

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 9 ในเรื่องเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์เพศผู้
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 9 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริง และหน้าที่ของระบบสืบพันธุ์เพศผู้

1. อวัยวะและโครงสร้างในระบบสืบพันธุ์เพศผู้ประกอบด้วย
 - a. อัณฑะ (testicles) 1 คู่
 - b. ท่อเก็บอสุจิ (epididymis)
 - c. ถุงหุ้มอัณฑะ (scrotum) 1 คู่
 - d. สเปิร์มาติก คอร์ด (spermatic cord)
 - e. ท่อปัสสาวะ (urethra) (ใช้ร่วมกับระบบขับถ่าย)
 - f. ลึงค์ (penis)
 - g. หนังหุ้มลึงค์ (prepuce)
 - h. ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ (accessory sex glands) ได้แก่
 - i. ต่อมลูกหมาก (prostate gland)

- ii. ต่อมคาวเปอร์ (cowper's gland) หรือ ต่อมบัลโบยูรีทรัล (bulbo-urethral gland)
 - iii. ต่อมเซมินัลเวสิเคิล (seminal vesicle) (มีในสัตว์ใหญ่ เช่น โค ม้า สุกร ส่วนสุนัขและแมวไม่มี)
2. หน้าที่ของระบบสืบพันธุ์เพศผู้ คือ
- a. สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ คือ อสุจิ (spermatozoon) หรือ สเปิร์ม (sperm) ผลิตน้ำเลี้ยงอสุจิ
 - b. ช่วยในการผสมพันธุ์
3. กายวิภาคของอวัยวะในระบบสืบพันธุ์ในสัตว์แต่ละชนิดค่อนข้างแตกต่างกัน
4. คำนำหน้าคำศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับอวัยวะ คือ orchi-
5. คำนำหน้าคำศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับอสุจิ หรือ สเปิร์ม (sperm) คือ spermat-

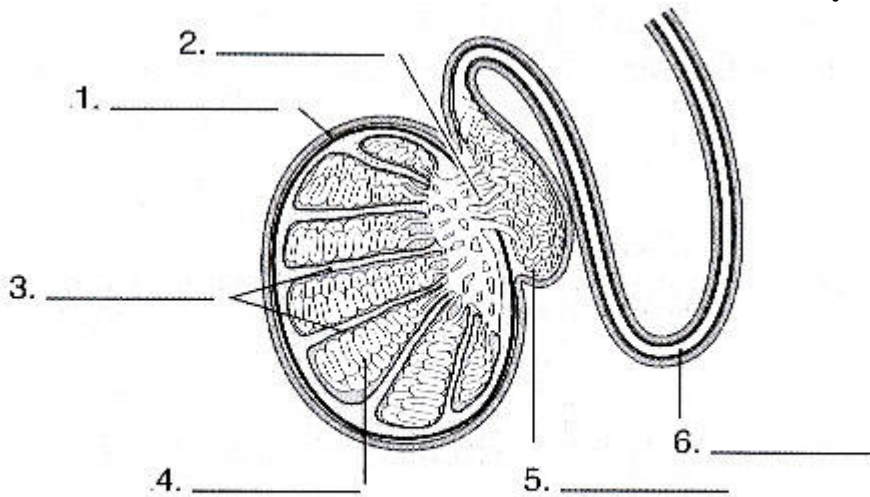
ถุงหุ้มอัณฑะ (scrotum) อัณฑะ (testicles) และท่อเก็บอสุจิ (epididymis)

1. ถุงหุ้มอัณฑะ เป็นผิวหนังที่ห่อหุ้มอัณฑะไว้ มีลักษณะบางและมีขนน้อย บริเวณถุงหุ้มอัณฑะมีต่อมเหงื่อจำนวนมาก ทั้งนี้เพื่อช่วยระบายความร้อนให้กับอัณฑะ
2. ถุงหุ้มอัณฑะห่อหุ้มอัณฑะอยู่นอกช่องท้อง เพื่อให้อุณหภูมิของอัณฑะเหมาะสมในการสร้างอสุจิ (spermatogenesis) ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกายเล็กน้อย
3. อัณฑะในสัตว์มี 1 คู่ ตั้งอยู่ภายในถุงหุ้มอัณฑะ มีผนังกันระหว่างอัณฑะ เรียกว่า เทสติคูลาร์ เซปตัม (testicular septum) อัณฑะของสัตว์แต่ละชนิดมีรูปร่าง ขนาด และตำแหน่งแตกต่างกัน เช่น ในสุนัขอัณฑะห้อยอยู่ระหว่างขาหลัง ในขณะที่แมวติดกับท้องอยู่ระหว่างทวารหนักและหนังหุ้มลิ้น และอัณฑะของสุนัข ค่อยข้างเคลื่อนที่ได้ในถุงหุ้มอัณฑะได้มากกว่าอัณฑะของแมว
4. อัณฑะด้านซ้ายของสุนัขค่อนข้างไปทางด้านหลังมากกว่าด้านขวา
5. อัณฑะแต่ละข้างมี มีเส้นเลือดแดง ชื่อ เทสติคูลาร์ อาร์เตอรี (testicular artery) ที่แยกออกจากเส้นเลือดแดงใหญ่ เอออร์ตา (Aorta) โดยตรง เลือดที่ไหลเข้าอัณฑะ จะถูกทำให้เย็นลงโดยเลือดที่ไหลออกจากอัณฑะ ทั้งนี้เนื่อง จากเส้นเลือดดำที่ออกจากอัณฑะจะพันขดไปมาเป็นตาข่ายล้อมรอบเส้นเลือดแดง เทสติคูลาร์ อาร์เตอรี เรียกตาข่ายเส้นเลือดนี้ว่า พามพินิฟอร์ม เพลคซัส (pampiniform plexus)
6. หน้าที่ของ อัณฑะ คือ
 - a. สร้างเซลล์สืบพันธุ์ จากเซลล์ สเปิร์มาโตโกเนีย (spermatogonia)
 - b. สร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen hormone) และสารอาหารเลี้ยงอสุจิ จากเซลล์ เซอร์โตไล (Sertoli cell)
 - c. สร้างฮอร์โมน เทสโตสเตอโรน (testosterone) จากเซลล์ เลย์ดิก (Leydig cells)
7. ท่อเก็บอสุจิ เป็นท่อที่อยู่ภายในถุงหุ้มอัณฑะรับอสุจิทางท่อเอฟเฟอเรนต (efferent duct) ที่ต่อมาจากอัณฑะ

แบบฝึกหัดที่ 17.1 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่าง คำด้านซ้ายมือกับข้อความด้านขวามือให้ถูกต้อง

Seminiferous tubules	เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่แยกอัณฑะที่กั้นระหว่างอัณฑะทั้งสองข้าง
Epididymis	โครงสร้างที่ประกอบด้วย deferent duct
Septa	ตำแหน่งที่มีการสร้าง อสุจิ
Spermatic cord	เยื่อผนังช่องท้อง 2 ชั้น ที่บุอยู่ที่อัณฑะ
Efferent tubules	ตำแหน่งที่เก็บอสุจิ
Tunica vaginalis	ท่อที่นำอสุจิจากอัณฑะเข้าสู่ epididymis

แบบฝึกหัดที่ 17.2 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในรูปวาดอัณฑะ



Seminiferous tubules	Septa	Efferent tubules
Epididymis	Spermatic cord	Tunica vaginalis

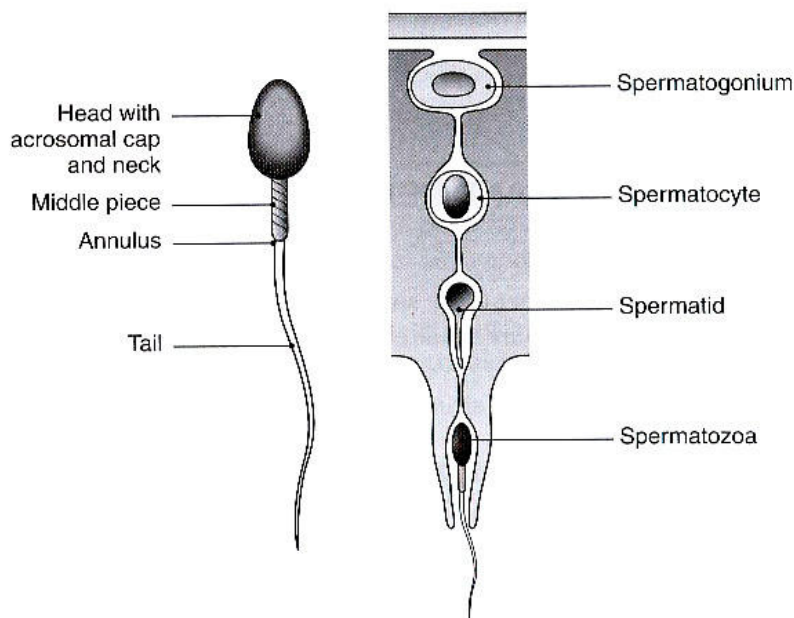
แบบฝึกหัดที่ 17.3 โดยปกติขณะที่ลูกสัตว์เพศผู้เป็นตัวอ่อนในท้องแม่ อัณฑะมีการเจริญพัฒนาในช่องท้อง และจะออกจากช่องท้องลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะโดยมีเอ็นหรือพังผืดยึด เรียก เอ็นกูเบอร์นา คูลัม (fibrous gubernaculum) ช่วงตั้งอัณฑะลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะ บางครั้งอาจพบว่าอัณฑะค้างอยู่ในช่องท้องไม่ลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะ ซึ่งเรียกว่า คริปโตคิต (cryptorchid) จงบอกอายุในลูกสุนัข และแมวที่อัณฑะลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะแล้ว

สุนัข.....

แมว.....

การสร้างอสุจิและโครงสร้างของอสุจิ (Spermatogenesis and Sperm structure)

อสุจิถูกสร้างจากเซลล์สืบพันธุ์เริ่มต้น สเปอ์มาโตโกเนียม (spermatogonium) หรือ เจอรั่มเซลล์ (germ cell) ในบริเวณขอบของท่อสร้างอสุจิ (seminiferous tubules) แบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนโดยวิธีแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) หลังจากนั้นจึงแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส (Meiosis) ได้อสุจิที่ยังไม่เจริญเต็มที่เรียก สเปอ์มาติด (spermatids) หลังจากนั้น สเปอ์มาติดเจริญเป็นอสุจิ (spermatozoa) ในกลางท่อสร้างอสุจิ การสร้างอสุจิ และโครงสร้างอสุจิเป็นได้ภาพด้านล่างนี้



ภาพแสดงการสร้างอสุจิ และโครงสร้างของตัวอสุจิ

สเปอ์มาติก คอร์ด (spermatik cord) และ ท่อปัสสาวะ (urethra)

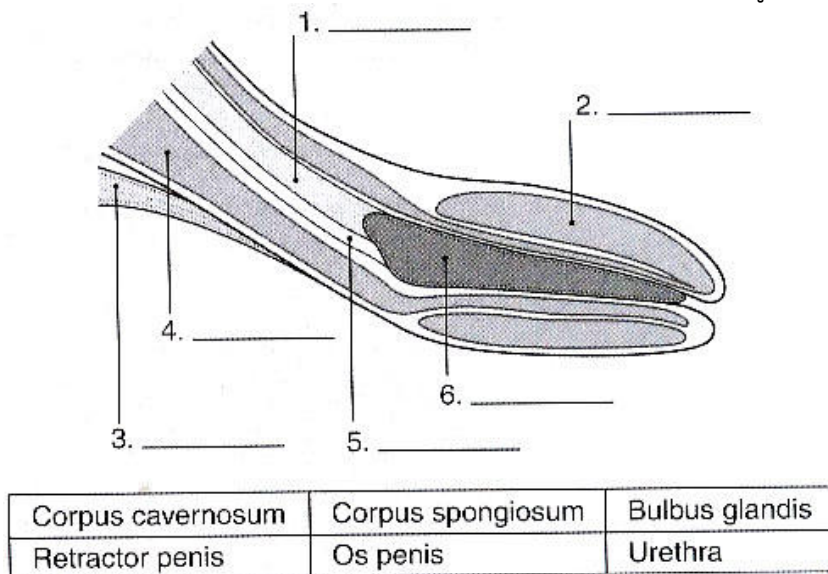
1. สเปอ์มาติก คอร์ด เป็นโครงสร้างเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีลักษณะคล้ายท่อ ซึ่งภายในท่มี เส้นเลือด ท่อน้ำเหลือง เส้นประสาท และท่อนำอสุจิ ที่ออกมาจากช่องท้องลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะ ดังนั้นใน สเปอ์มาติก คอร์ด จึงประกอบด้วย
 - a. ท่อนำอสุจิ (vas deferens) ที่ต่อออกจากท่อพักอสุจิ
 - b. เส้นเลือดแดงที่มาเลี้ยงอัณฑะ (testicular artery) และเส้นเลือดดำที่ออกจากอัณฑะ (testicular vein)
 - c. เส้นประสาทที่มาเลี้ยงอัณฑะ(nerve)
 - d. ท่อน้ำเหลือง (lymphatic vessel)

- e. กล้ามเนื้อเรียบ ครีมาสเตอร์ (cremaster muscle) ยึดถุงหุ้มอัณฑะกับผนังท้อง ทำหน้าหด และคลายตัวเพื่อดีดถุงหุ้มอัณฑะขึ้นติดลำตัว หรือยัดถุงหุ้มอัณฑะไกลลำตัว เพื่อควบคุมอุณหภูมิอัณฑะ
2. ส่วนประกอบทั้งหมดของ สเปิร์มาติก คอร์ด นั้นอยู่ภายในถุง ทูนิกา วาจิnalis (tunica vaginalis)
3. สเปิร์มาติก คอร์ด ต่อเข้าสู่ช่องท้องทางช่อง อินกัวนอล (inguinal)
4. ท่อนำอสุจิ เปิดเข้าสู่ท่อนำปัสสาวะ
5. ท่อปัสสาวะในสัตว์แต่ละชนิดมีรูปร่างและขนาดที่ต่างกัน คือ ม้า สุน์ข มีลักษณะโค้ง และยาว แมวมีลักษณะตรงและสั้น ในขณะที่สุกร โค มีลักษณะโค้ง ยาว และมีลักษณะงอ เป็นรูปตัวเอส เรียก ซิกมอย เฟลกเซอร์ (sigmoid flexure)

ลึงค์ (Penis) และหนังหุ้มลึงค์ (prepuce)

1. ภายในลึงค์เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่สานกันเป็นร่างแหคล้ายฟองน้ำ โดยมีแอ่งเลือดแทรกอยู่
2. เนื้อเยื่อในลึงค์ประกอบด้วย คอร์ปัสคาร์เวอร์โนซัม (corpus carvenosum) ขนาดใหญ่อยู่ทางด้านบนของท่อปัสสาวะ เนื้อเยื่อ คอร์ปัสสปองจิโอซัม (corpus spongiosum) มัดเนื้อเยื่อรอบท่อปัสสาวะ
3. ลึงค์สามารถแข็งตัวและคลายตัวได้
4. ในสภาวะที่ลึงค์ไม่แข็งตัว หรือสภาวะปกติ ปริมาณเลือดที่ไหลเข้าและออกจากแอ่งเลือดเหล่านี้ มีปริมาณเท่ากัน
5. ในสภาวะที่ลึงค์แข็งตัว ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงผสมพันธุ์ ปริมาณเลือดที่ไหลเข้าสู่แอ่งเลือดในลึงค์จะมากกว่าปริมาณที่ไหลออก ทั้งนี้เนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อรอบลึงค์รัดเส้นเลือดดำไว้ เลือดที่เพิ่มขึ้นทำให้แอ่งเลือดขยายตัว และทำให้ลึงค์ขยายและแข็งตัวตามมา เรียกการแข็งตัวของลึงค์ว่า Erection of the penis
6. หนังหุ้มลึงค์เป็นปลอกนอกของผิวหนังที่หุ้มปิดลึงค์ไว้เมื่อไม่มีการแข็งตัวและจะเปิดออกเมื่อลึงค์แข็งตัว
7. ผนังด้านนอกของหนังหุ้มลึงค์มีลักษณะเหมือนผิวหนังปกติทั่วไป ขณะที่ผนังด้านในที่อยู่ติดกับส่วนของลึงค์เป็นเนื้อเยื่อที่มีลักษณะเรียบและเปียกชื้น
8. หนังหุ้มลึงค์ของสุกรมีลักษณะเป็นถุงเล็ก ๆ (preputial pouch) ซึ่งเป็นที่สะสมน้ำปัสสาวะและเซลล์ที่ลอกหลุด ทำให้เกิดกลิ่นเฉพาะตัวในพ่อสุกร

แบบฝึกหัดที่ 17.4 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในรูปวาดลิงค์ของสุนัข

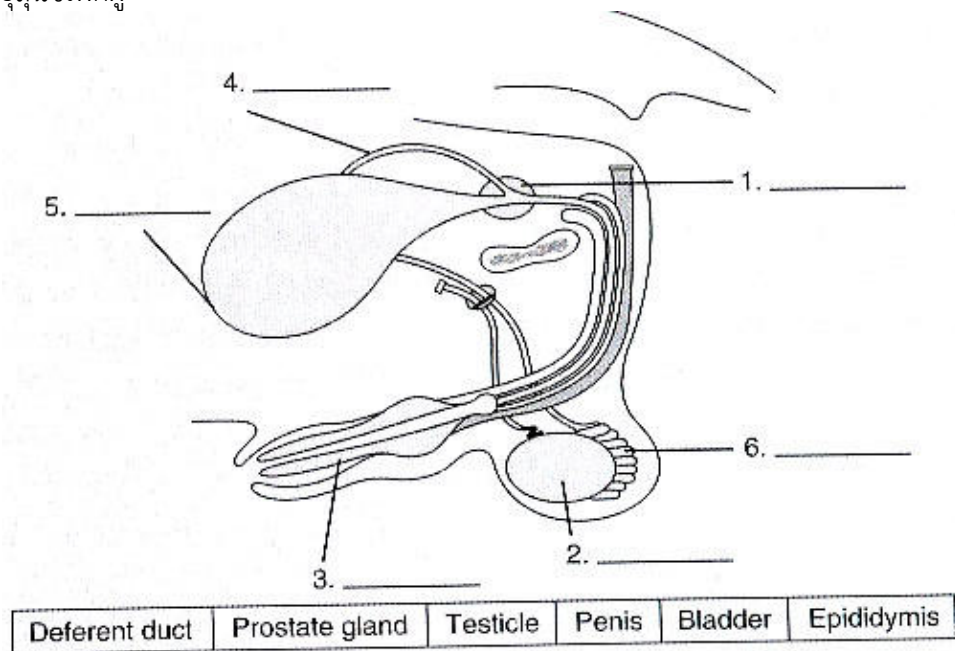


ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ (Accessory glands)

- ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิทำหน้าที่หลั่งของเหลวที่เรียกว่า ซีมินัล ฟลูอิด (seminal fluid) ซึ่งหลั่งออกมาพร้อมอสุจิ รวมเรียกว่า น้ำเชื้อ (semen)
- ของเหลวที่หลั่งออกมาพร้อมน้ำเชื้อ มีส่วนผสมของอาหาร เช่น น้ำตาลฟรุกโตส กรด แอสคอร์บิก และอิเล็กโทรไลต์ต่าง ๆ ช่วยให้อสุจิมีชีวิตรอดได้ภายในอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย
- ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิประกอบด้วย
 - ต่อมเซมินัลเวซิคูล (Seminal vesicle)
 - ต่อมลูกหมาก (Prostate gland)
 - ต่อมคาวเปอร์ (Cowper's gland) หรือ ต่อมบัลโบยูริทรีล (bulbo-urethral gland)
- ในสัตว์ส่วนมากมีทั้ง 3 ต่อม ยกเว้นในสุนัข และแมว ไม่มีต่อมต่อมเซมินัลเวซิคูล และในสุนัขมีต่อมเดียวคือ ต่อมลูกหมาก
- ต่อมเซมินัลเวซิคูล (Seminal vesicle)
 - เป็นต่อมคู่อยู่บริเวณส่วนปลายของท่อนำอสุจิบริเวณคอของกระเพาะปัสสาวะ ท่อของต่อมเปิดบริเวณท่อปัสสาวะใกล้กับรอยต่อของท่อนำอสุจิกับท่อปัสสาวะ
 - พบในสัตว์เลี้ยงทุกชนิด แต่ไม่พบในสุนัข และแมว
- ต่อมลูกหมาก (Prostate gland)
 - เป็นต่อมเดี่ยวอยู่ถัดจากต่อมเซมินัลเวซิคูล และอยู่ล้อมรอบท่อปัสสาวะที่อยู่ในช่องเชิงกราน
 - ในสุนัขมีขนาดใหญ่และยาวหุ้มรอบท่อปัสสาวะ ตรงกลางต่อมเป็นช่อง
- ต่อมคาวเปอร์ (Cowper's gland) หรือ ต่อมบัลโบยูริทรีล (bulbo-urethral gland)

- a. เป็นต่อมคู่อยู่ในตำแหน่งท้าย ๆ มากกว่าต่อมอื่น ท่อของต่อมไปเปิดเข้าทางตอนท้ายของท่อปัสสาวะส่วนที่อยู่ในช่องเชิงกราน
- b. ไม่พบต่อมนี้ในสุนัข ในสุกรมีขนาดใหญ่ทำหน้าที่ผลิตสารวุ้นที่มีลักษณะคล้ายเม็ดสาหร่าย โดยพบในช่วงท้ายของการหลั่งน้ำเชื้อ

แบบฝึกหัดที่ 17.5 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในรูปวาดอวัยวะระบบสืบพันธุ์สุนัขเพศผู้



บทปฏิบัติการที่ 18

ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย (Female reproductive)

ในบทเรียนนี้นักศึกษาจะได้ทบทวนเกี่ยวกับ

1. ข้อเท็จจริง และหน้าที่ของระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
2. รังไข่ (ovary)
3. ท่อนำไข่ (oviduct)
4. มดลูกและปากมดลูก (uterus and cervix)
5. ช่องคลอด และปากช่องคลอด (vagina and vestibule)
6. อวัยวะเพศภายนอก (vulva) และ ครีตอริส (clitoris)
7. วงรอบการเป็นสัด (estrus cycle)
8. การตกไข่ (ovulation)

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 9 ในเรื่องเกี่ยวกับ ระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

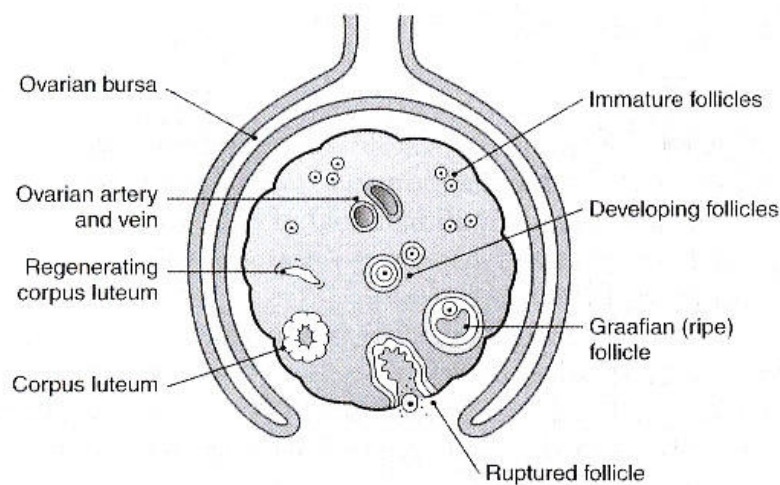
ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 9 กระดาษสไลด์ โมเดลสัตรี์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริง และหน้าที่ของระบบสืบพันธุ์เพศเมีย

1. หน้าที่ของระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
 - a. สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือ ไข่ (ovum)
 - b. ช่วยในการผสมพันธุ์
 - c. เป็นที่เหมาะสมสำหรับการปฏิสนธิ และการเจริญพัฒนาของตัวอ่อน
 - d. ทำให้เกิดการคลอดเมื่ออายุครรภ์ครบตามกำหนด
 - e. สร้างน้ำนมเพื่อเลี้ยงลูกอ่อน
2. คำนำหน้าคำศัพท์เทคนิค (prefixes) ที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับ ไข่ คือ ovi- หรือ oo-
3. คำนำหน้าคำศัพท์เทคนิค (prefixes) ที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับ มดลูก คือ metr-

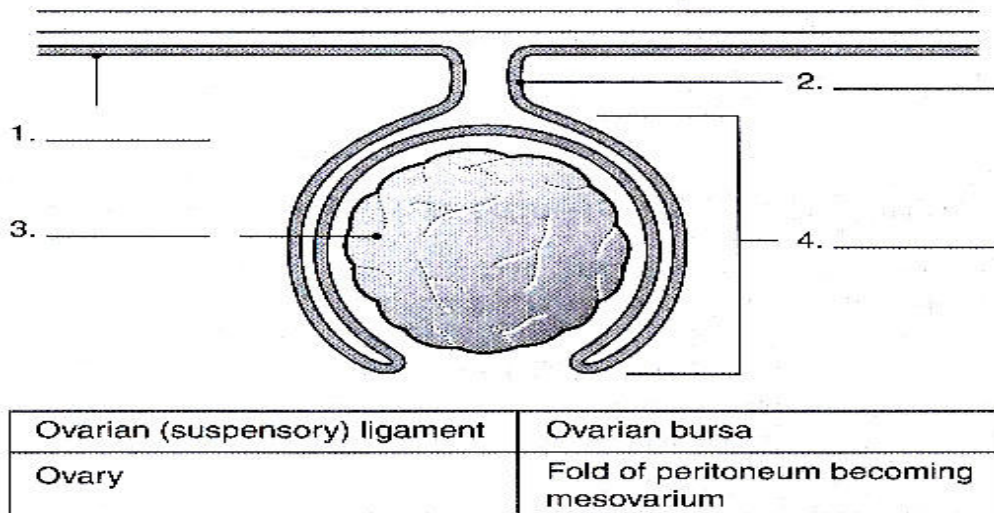
รังไข่ (Ovary)

1. รังไข่ เป็นอวัยวะที่สำคัญของระบบสืบพันธุ์เพศเมีย ทำหน้าที่เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย คือไข่ (ovum)
2. รังไข่ของสัตว์แต่ละชนิด มี 1 คู่อยู่ในช่องท้องเหนือกระดูกเชิงกราน ตั้งเฉียง ๆ กับไตทางด้านหลัง ในสุนัข รังไข่อยู่ใกล้และทางด้านหลังไต รังไข่แต่ละข้างถูกยึดติดกับด้านบนของผนังช่องท้อง ด้วยเยื่อยึดรังไข่ เรียก มีโซวาเรียม (mesovarium) ซึ่งเป็นเยื่อบุผนังช่องท้อง (peritoneum) ที่พับโอบล้อมรังไข่ ส่วนของ มีโซวาเรียม ส่วนที่แขวนรังไข่ เรียกว่า เรียกว่า ซัสเพนซอรี ลิกาเมนต์ (suspensory ligament) ส่วนของ มีโซวาเรียม ที่โอบล้อมรังไข่ ซึ่งไม่ล้อมรอบรังไข่ทั้งหมด แต่มีช่องเปิดอยู่ เรียก มีโซวาเรียม ส่วนนี้ว่า โอวาเรียนเบอร์ซา (ovarian bursa)
3. รังไข่มีรูปร่างกลมถึงรีเล็กน้อย ในสัตว์แต่ละชนิด รูปร่างรังไข่ก็ต่างกัน ขนาดขึ้นกับอายุสัตว์ การตั้งครรภ์ และช่วงการเป็นสัด
4. เส้นเลือดแดงที่มาเลี้ยงรังไข่แยกออกจากเส้นเลือดแดงใหญ่ (aorta) โดยตรง คือ ovarian artery
5. รังไข่เป็นอวัยวะที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และมีกระเปาะไข่ หรือ ฟอลลิเคิล (ovarian follicle) จำนวนมากมาย
6. ฟอลลิเคิล เป็นถุงภายในมีไข่ที่ยังไม่เจริญเต็มที่ เรียกฟอลลิเคิลที่มีไข่ยังไม่เจริญเตว่า immature follicle หรือ primary follicle (ภาพที่ 18.2) ไข่จะเจริญเต็มที่เมื่อได้รับอิทธิพลของฮอร์โมน คือช่วงระยะที่เป็นสัด
7. เมื่อลูกสัตว์เกิดมาจะมีฟอลลิเคิล และไข่ที่ยังไม่เจริญเต็มที่ จำนวนมาก แต่มีเพียงจำนวนน้อยเท่านั้น ที่เจริญจนเต็มวัย ในช่วงการเป็นสัด
8. เมื่อฟอลลิเคิลและไข่ที่เจริญเต็มที่แล้ว เรียก กราเฟียน ฟอลลิเคิล (graafian follicle) ฟอลลิเคิลจะสร้างและหลั่งฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) และไข่จะตกออกจากฟอลลิเคิล ลงสู่ท่อนำไข่ ฟอลลิเคิลที่ไม่มีไข่ก็จะพัฒนาเปลี่ยนเป็น เนื้อเยื่อเหลือง หรือ คอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum) สร้างและหลั่งฮอร์โมน โปรเจสเตอโรน (Progesterone)



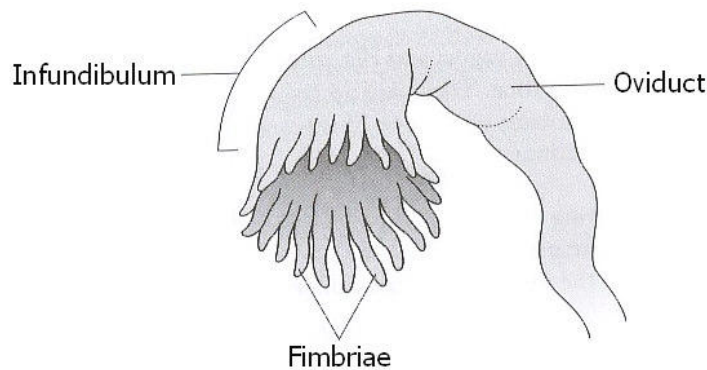
ภาพที่ 18.1 รูปวาดแสดงลักษณะทางจุลกายวิภาคของรังไข่ในสัตว์

แบบฝึกหัดที่ 18.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในภาพที่ 18.2 รูปวาดรังไข่



ท่อนำไข่ (Oviduct)

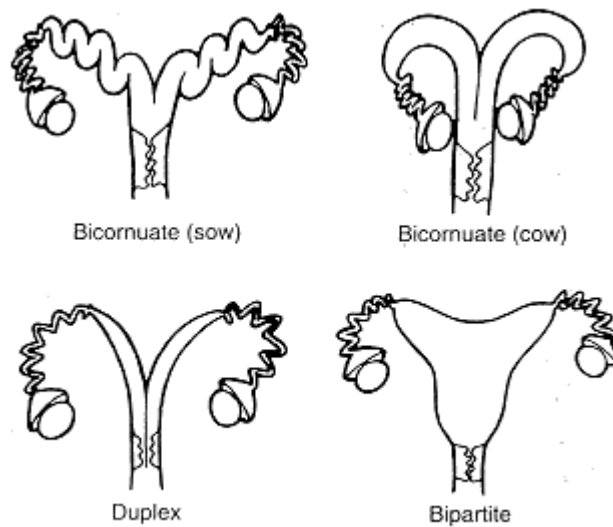
- คำศัพท์ที่หมายถึงท่อนำไข่ คือ
 - โอวิด์ัก (oviduct),
 - ฟอลโลเปียน ทูบ (fallopian tube)
 - ยูเทอริน ทูบ (uterine tube)
- ท่อนำไข่ต่อจากรังไข่แต่ละข้างไปจนถึงมดลูก เยื่อที่แขวนท่อนำไข่ติดกับผนังช่องท้องเรียกว่า มีโซซาลพินซ์ (mesosalpinx)
- ท่อนำไข่ ด้านที่ต่อกับรังไข่ไม่ได้เชื่อมติดกับรังไข่ แต่มีลักษณะปลายท่อนำไข่ออกคล้ายปากแตร เรียกว่า อินฟันดิบูลัม (infundibulum) โอบล้อมรังไข่ (ภาพที่ 18.3)
- ขอบของปากแตรมีลักษณะคล้ายนิ้วมือ ยื่นออกมา เรียกว่า ฟิมเบรีย (fimbriae) คอยรองรับไข่ที่ตกออกจากรังไข่เพื่อให้ไข่เข้าไปในท่อนำไข่
- ท่อนำไข่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ปากแตร หรือ อินฟันดิบูลัม แอมพูลลา (ampulla) และอิสทมัส (isthmus)
- เยื่อบุผิวในท่อนำไข่ มีลักษณะที่มีขนเล็ก ๆ เรียกว่า ซีเรีย ช่วยในการโบกพัดไข่ให้เคลื่อนไปในท่อนำไข่ได้
- ท่อนำไข่เป็นจุดที่อสุจิและไข่ เกิดปฏิสนธิกัน



ภาพที่ 18.3 รูปร่างท่อนำไข่

มดลูกและปากมดลูก (uterus and cervix)

1. มดลูกทำหน้าที่เป็นที่ฝังตัวและพัฒนาของตัวอ่อนที่ปฏิสนธิแล้ว โดยมดลูกจะปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเจริญของตัว
2. สัตว์แต่ละชนิดมีรูปร่างมดลูกที่แตกต่างกัน สุกร โค มดลูกรูปร่างคล้ายเขาสัตว์หรือตัว Y คือ มีปีกมดลูกยาว (ในสุกร ปีกมดลูกยาวขดไปมา) ตัวมดลูกสั้น เรียกมดลูกรูปร่างแบบนี้ว่า ไบคอร์นูเอต (Bicornuate)
3. ในสุนัข และแมว มดลูกมีรูปร่างคล้ายตัว Y ที่มีปีกมดลูก (uterine horn) ยาว ไม่มีตัวมดลูก เรียก มดลูกรูปร่างแบบนี้ว่า ดูเพลกซ์ (Duplex) (ภาพที่ 18.4)
4. ในม้า ปีกมดลูกเล็ก และตัวมดลูกใหญ่ ทำให้มดลูก เรียกมดลูกรูปร่างแบบนี้ว่า ไบพาร์ไทต์
5. มดลูกต่อเชื่อมระหว่างท่อนำไข่ และช่องคลอด (vagina) ประกอบด้วย ปีกมดลูก (uterine horn) ตัวมดลูก (uterine body) และ ปากมดลูก (cervix)
6. ในสภาวะปกติ มดลูกสุนัขและแมวจะค่อนไปทางด้านบนของช่องท้อง และเมื่อท้องมดลูกจึงค่อนลงไปทางด้านล่างของช่องท้อง
7. เยื่อยึดมดลูกที่ยึดมดลูกแขวนกับผนังด้านบนของช่องท้อง เรียกว่า มีโซมิเทรียม (mesometrium)
8. เยื่อยึดรังไข่ ท่อนำไข่ และมดลูก รวมเรียกว่า บรอดลิกาเมนต์ (broad ligament)
9. ผนังของมดลูกมีส่วนประกอบของกล้ามเนื้อเรียบหลายชั้น กล้ามเนื้อเรียบที่ผนังมดลูก เรียกว่า มัยโอเมเทรียม (myometrium)
10. ชั้นบุผิวด้านในของมดลูก เรียก เอ็นโดเมเทรียม (endometrium) ซึ่งมีต่อมจำนวนมาก ความหนา และองค์ประกอบภายในชั้น เอ็นโดเมเทรียม ขึ้นกับอายุตัวสัตว์ อายุครรภ์ และระยะของวงจรการเป็นสัด
11. ปากมดลูก ทำหน้าที่ป้องกันการเข้า-ออกของสารต่าง และอสุจิสู่มดลูก ลักษณะของปากมดลูก คือมีกล้ามเนื้อเรียบที่หนา เป็นกล้ามเนื้อหูรูด รูเปิดปากมดลูกแคบ และจะขยายใหญ่เพิ่มขึ้นเมื่อใกล้คลอด หรือเป็นสัด



ภาพที่ 18.4 ชนิดมดลูกแบ่งตามรูปร่าง

ช่องคลอดและปากช่องคลอด (vagina and vestibule)

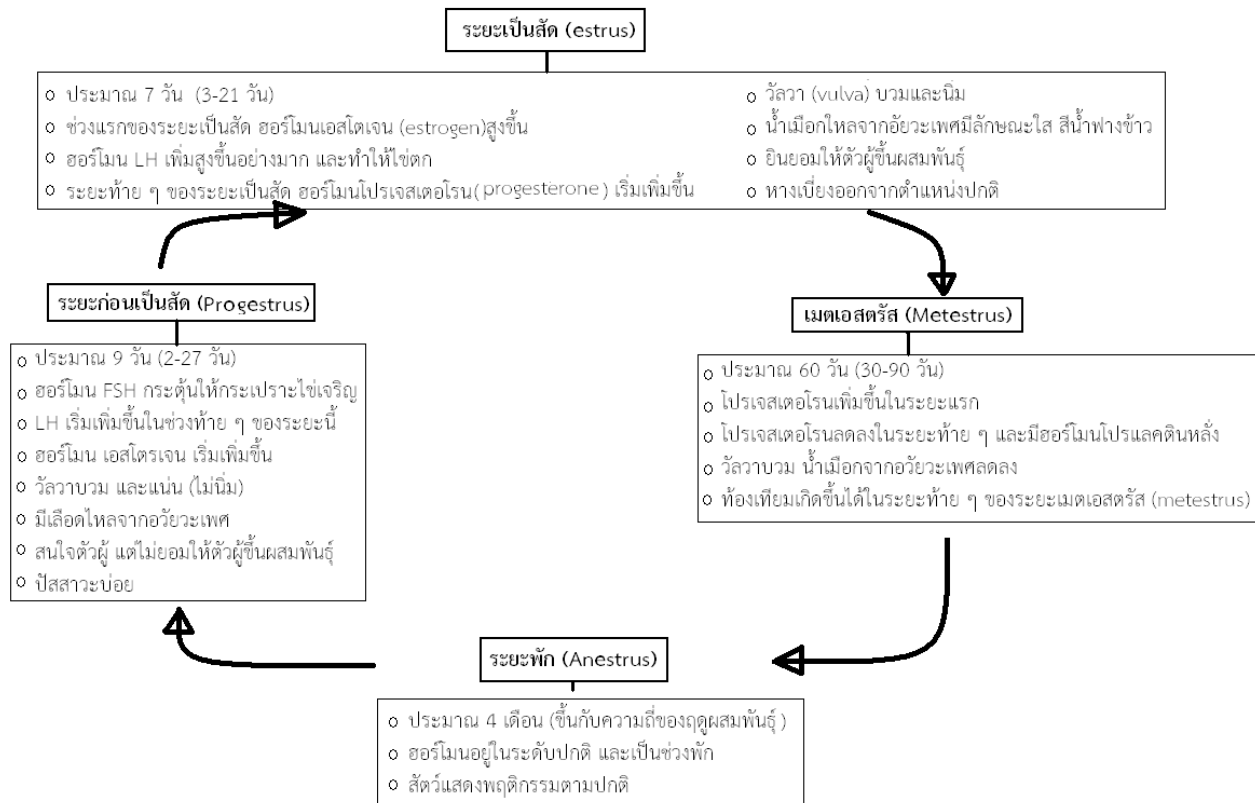
1. ช่องคลอดต่อระหว่างปากมดลูกกับ ปากช่องคลอด
2. ทั้งช่องคลอดและปากช่องคลอดต่อเชื่อมเป็นท่อนส่วนเดียวกัน โดยขอบเขตของช่องคลอดต่อจากปากมดลูกมาจนถึงรูเปิดของท่อปัสสาวะจากกระเพาะปัสสาวะ ส่วนปากช่องคลอดเริ่มจากบริเวณรูเปิดของท่อปัสสาวะออกมาสู่อวัยวะเพศภายนอกซึ่งเรียกว่า วัลวา (vulva) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ปากช่องคลอดคือ ท่อปัสสาวะนั้นเอง
3. พื้นผิวของช่องคลอดจะมีรอยพับตามยาว ในขณะที่ส่วนของปากช่องคลอดไม่มี
4. ในสุนัข เนื้อเยื่อบุผิวของช่องคลอด มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเป็นสัตว์
5. ทั้งช่องคลอดและปากช่องคลอดทำหน้าที่
 - a. เป็นทาง ผ่านของอสุจิ
 - b. เป็นทางผ่านของลูกอ่อนขณะคลอด
 - c. เป็นทางผ่านของปัสสาวะ
 - d. เป็นตำแหน่งที่อยู่ของลึงค์ขณะผสมพันธุ์

อวัยวะเพศภายนอก (vulva) และ ครีตอริส (clitoris)

1. อวัยวะเพศภายนอก หรือ วัลวา คือส่วนปลายสุดของอวัยวะระบบสืบพันธุ์เพศเมีย
2. วัลวา ประกอบด้วยแคมใหญ่ เรียก เลเบีย เมเจอร์ (labia majora) และแคมเล็ก เรียกว่า เลเบีย ไมเนอร์ (labia minora) ในขณะเกิดการเป็นสัตว์อวัยวะเพศภายนอกจะมีการขยายใหญ่ มีการบวมและมีสีแดงเรื่อ ลักษณะดังกล่าวสังเกตได้ชัดในสุนัขที่เป็นสัตว์
3. ด้านในของวัลวา มีตุ่มหรือติ่งเรียกว่า คลิตอริส (clitoris) ซึ่งมีปลายประสาทรับความรู้สึกจำนวนมาก ในสุนัขเพศเมียส่วนนี้อาจเป็นกระดูกชิ้นเล็ก ๆ เรียกว่า ออส คลิตอริดิส (os clitoridis)

วงรอบการเป็นสัด (estrus cycle)

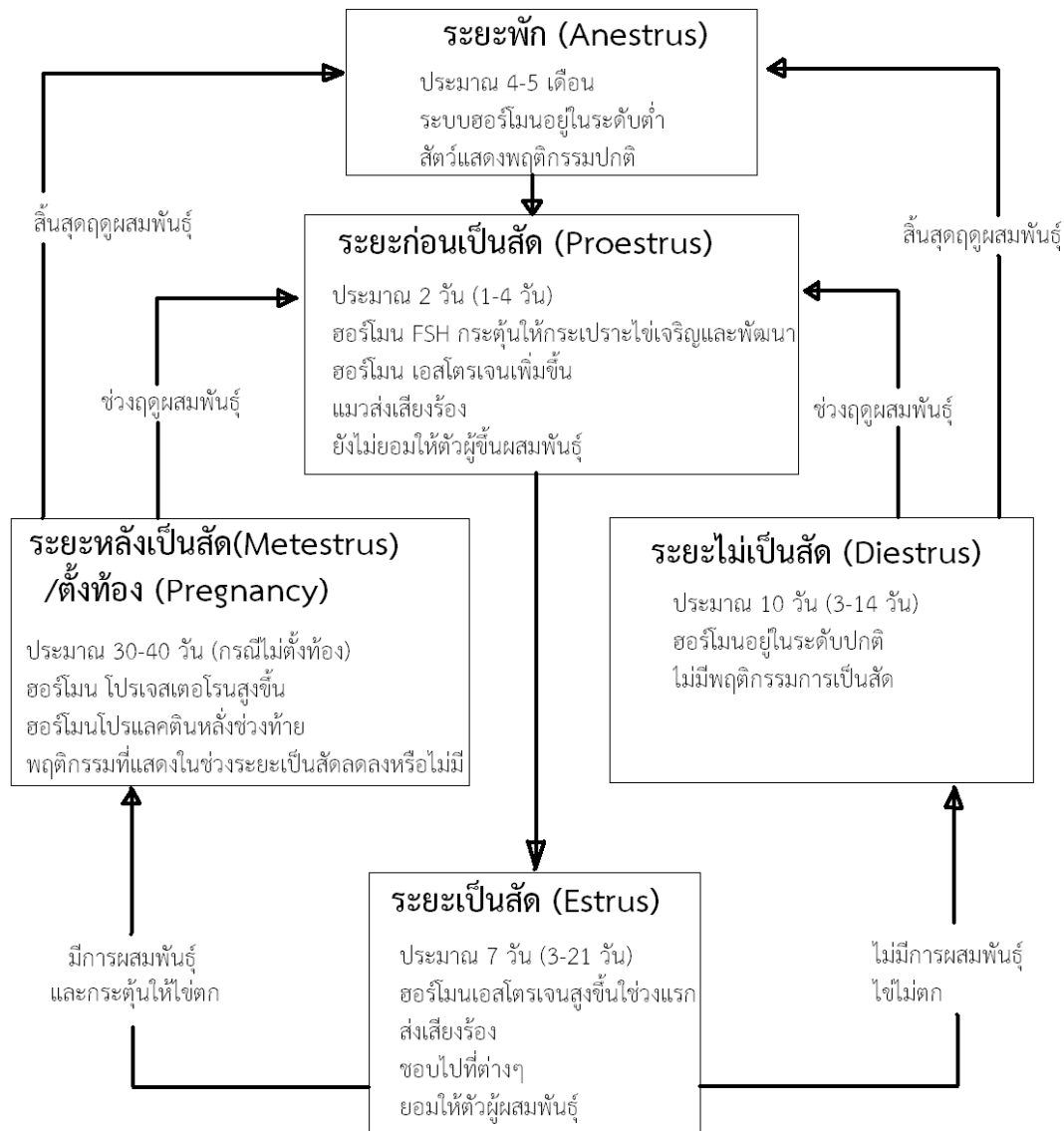
1. สุนัข เป็นสัตว์ที่มีวงรอบการเป็นสัดแบบเป็นสัดตามฤดูกาลและเป็นครั้งเดียว (seasonally monoestrus) ส่วนใน ม้า แพะ และแกะ เป็นสัดตามฤดูกาลและเป็นสัดหลายครั้ง และโค สุกร เป็นสัดหลายครั้งตลอดปี (nonseasonally polyestrus)
2. ในรอบหนึ่งปี สุนัขมีฤดูผสมพันธุ์ ประมาณ 2 ครั้ง และแต่ละครั้งสุนัขเป็นสัดครั้งเดียว ฤดูผสมพันธุ์ขึ้นอยู่กับความยาวของช่วงแสงใน 1 วัน การได้รับการกระตุ้นจากแม่สุนัขด้วยกัน
3. ในแมวมีวงรอบการเป็นสัดตามฤดูกาล และเป็นสัดหลายครั้ง (seasonally polyestrus) แมวเป็นฤดูการเป็นสัดในแมวคือ ช่วงเดือน หนาวร้อน (ในต่างยุโรป เดือน กุมภาพันธ์ ถึง กันยายน) ซึ่งเป็นอิทธิพลของช่วงแสงในตอนกลางวัน
4. วงรอบการเป็นสัดในสุนัข และแมว มี 4 ระยะ ดังนี้
 - a. ระยะก่อนเป็นสัด เรียก โปรเอสตัส (proestrus) เป็นระยะที่ตัวเมียสนใจตัวผู้ แต่ยังไม่ยอมให้ตัวผู้เข้าผสมพันธุ์ ระยะนี้ วัฒนา จะบวม และมีเลือดไหลออกจากอวัยวะเพศ
 - b. ระยะเป็นสัด เรียกว่า เอสตัส (estrus) เป็นระยะที่ตัวเมื่อยินยอมให้ตัวผู้ผสมพันธุ์ได้ และเป็นช่วงที่ไข่ตก วัฒนายังบวมอยู่และเริ่มอ่อนตัวลง และไม่มีเลือดไหลจากอวัยวะเพศ แต่จะมีน้ำเมือกมีลักษณะเหนียวเหมือนน้ำล้างฟางขาว
 - c. ระยะหลังเป็นสัด เรียก เมทเอสตัส (metestrus) สัตว์ไม่สนใจตัวผู้ และวัฒนา ไม่บวมแล้วและไม่มีของเหลวหรือเมือกไหลจากอวัยวะเพศแล้ว เต้านมเริ่มพัฒนา และเป็นระยะที่ท้องเทียมในสุนัข
 - d. ระยะพัก หรือระยะไม่เป็นสัด เรียก แอนเอสตัส (anestrus) คือระยะสัตว์ไม่แสดงอาการเป็นสัด และดำรงชีวิตตามปกติ



ภาพที่ 18.5 วงรอบการเป็นสัดในสุนัข

แบบฝึกหัดที่ 18.2 จงอธิบายลงในช่องว่าง เกี่ยวกับวงจรการเป็นสัดในสุนัข

ระยะ	จำนวนวัน	ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง	พฤติกรรมและอาการที่เห็น
Proestrus			
Estrus			
Metestrus			
Anestrus			



ภาพที่ 18.6 วงรอบการเป็นสัดในแมว

การตกไข่ (Ovulation)

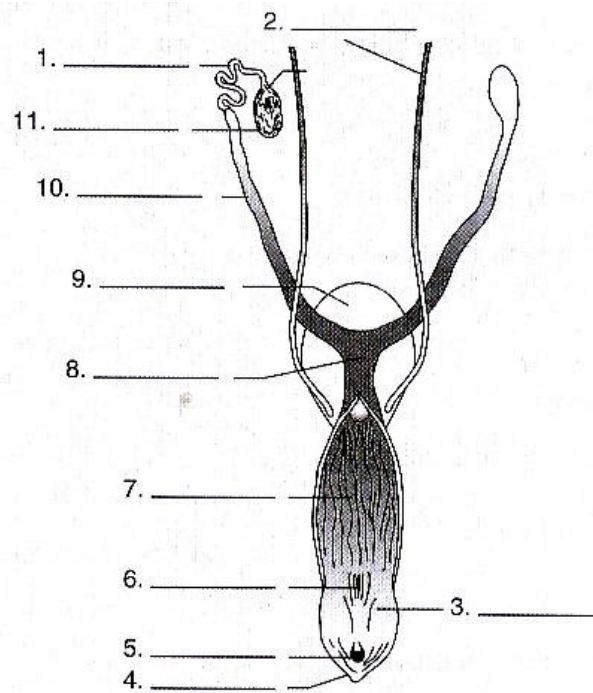
1. การตกไข่ หมายถึง ขบวนการที่ไข่ในกระเปาะไข่ ที่เจริญเต็มที่ (graafian follicle) ถูกปลดปล่อยออกมาและลงสู่ท่อำไข่
2. ในสุนัขและแมว ไข่เริ่มตกครั้งแรกในสัตว์อายุประมาณ 6 เดือน และหลังจากนั้นก็ตกไข่ตลอดอายุวัยเจริญพันธุ์
3. การตกไข่เกิดขึ้นในช่วงระยะเป็นสัด ซึ่งอาศัยฮอร์โมน LH (Luteinizing hormone) ที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก (surge)
4. ในสุนัข การตกไข่จะเกิดขึ้นได้เองในระยะเป็นสัด แต่ในแมวจะต้องได้รับการกระตุ้นไข่จึงจะตก

5. ปริมาณไข่ตกในแต่ละวงจรการเป็นสัดขึ้นกับชนิดสัตว์ ในสุนัขและแมว ไข่ตกประมาณ 5-12 ฟอง ซึ่งมาจากรังไข่ทั้งสองข้าง
6. ไข่ที่ตกจากรังไข่ สามารถมีชีวิตรอดในท่อระบบสืบพันธุ์ ได้ประมาณ 3-4 วัน

แบบฝึกหัดที่ 18.3 จงเรียงลำดับเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงที่รังไข่ ในหนึ่งวงจรการเป็นสัดให้ถูกต้อง โดยใส่หมายเลขลำดับเหตุการณ์ไว้ด้านหน้า

	ในสุนัขตั้งท้องหรือไม่ก็ตาม จะเกิดวงจรเช่นนี้
	คอร์ปัสลูเตียมยังคงอยู่ในรังไข่ ในสุนัข แมว ประมาณ 30 วัน เรียกรังไข่ระยะนี้ว่า ระยะ ลูเทรียเฟส (luteal phase)
	ภายในฟอลลิเคิลมีเลือดออกเล็กน้อย และต่อมามีเซลล์เจริญแทรกเข้าทำให้ฟอลลิเคิลแข็งขึ้น ซึ่งทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมน โปรเจสเตอโรน
	ฟอลลิเคิลที่ยังไม่เจริญเต็มที่ในรังไข่ เริ่มเจริญพัฒนาให้โตเต็มที่โดยอาศัยฮอร์โมน FSH (follicle stimulating hormone) และ LH (Luteinizing hormone)
	ไข่ที่ตกออกจากฟอลลิเคิล ตกลงสู่ท่อหน้าไข่ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดปฏิสนธิระหว่างไข่กับอสุจิ ถ้ามีการผสมพันธุ์
	ฟอลลิเคิลที่เจริญเต็มที่แล้ว ภายในมีของเหลว เคลื่อนที่ไปที่ขอบของรังไข่
	ฟอลลิเคิลที่แข็งขึ้นนี้ เรียกว่า คอร์ปัสลูเตียม (corpus luteum)
	คอร์ปัสลูเตียมสลายทำให้ไม่สามารถผลิตฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนได้ ซึ่งเกิดขึ้นหลังไข่ตก ประมาณ 63-65 วัน
	ฟอลลิเคิลที่เจริญเต็มที่ไหลนูนออกจากขอบรังไข่ และฮอร์โมน LH ที่เพิ่มขึ้นอย่างมาก กระตุ้นให้ฟอลลิเคิลแตกออก ทำให้ไข่ตกออกจากฟอลลิเคิล

แบบฝึกหัดที่ 18.5 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในรูปวาดอวัยวะระบบสืบพันธุ์สุนัขเพศเมีย



Urinary bladder	Clitoris	Uterine body	External urethral orifice	Uterine horn	Infundibulum
Ovary	Vestibule	Oviduct	Vulva	Vagina	

บทปฏิบัติการที่ 19 คัพพะวิทยา (Embryo)

ในบทเรียนนี้นักศึกษาจะได้ทบทวนเกี่ยวกับ

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของวิชาคัพพะวิทยา
2. การปฏิสนธิ (fertilization)
3. การพัฒนาของไซโกท (zygote) ซึ่งเป็นเซลล์ที่เกิดจากการปฏิสนธิแล้ว
4. เนื้อเยื่อสามชั้นและการฝังตัวของตัวอ่อน
5. เยื่อหุ้มดำนนอกของตัวอ่อน
6. รก (placenta)
7. ระบบไหลเวียนเลือดในตัวอ่อน
8. การพัฒนาของตัวอ่อน และขนาดตัวอ่อนช่วงอายุ ต่าง ๆ

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 9 ในเรื่องเกี่ยวกับการพัฒนาของตัวอ่อนในครรภ์
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 10 กระจกสไลด์ โมเดลสัตร์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ทำยบหมี่แบบฝึกหัดทบทวนทั้งหมด

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของวิชาคัพพะวิทยา

1. วิชา คัพพะวิทยา หรือ เอ็มบริโอ (Embryology) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาของไข่หลังปฏิสนธิจนกลายเป็นตัวอ่อนที่มีอวัยวะครบ (fetus)
2. ในสุนัขระยะที่เป็น เอ็มบริโอ สิ้นสุดเมื่อ ไตรมาสแรกของการตั้งครรภ์ (20 วัน)
3. การเจริญพัฒนาของเอ็มบริโอ เกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมที่จำเพาะมาก
4. การเจริญขึ้นอยู่กับอาหารที่ผ่านมาจากรก เท่านั้น
5. การพัฒนาของตัวอ่อนมีหลายระยะ

การปฏิสนธิ (fertilization)

1. การปฏิสนธิในสุนัขเกิดขึ้นหลังจากไข่ตก 2-3 วัน
2. อสุจิจะต้องผ่านทะเลอสุจิชั้นที่หุ้มไข่ถึง 2 ชั้น (ชั้นโคโรนา เรดิเอตา(corona radiata) และ โซนาเพลลูซิดา (zona pellucida)) เมื่อเกิดการปฏิสนธิแล้ว จะปฏิกิริยาป้องกันไม่ให้อสุจิตัวอื่น ๆ เข้ามาปฏิสนธิกับไข่ได้อีก เรียกว่า fertilization reaction
3. เมื่อเกิดปฏิสนธิ ไข่รวมกับอสุจิ เซลล์ที่ได้เรียกว่า ไซโกท (zygote) หรือ คอนเซ็ปตัส (conceptus)

การพัฒนาของไซโกท (zygote) ซึ่งเป็นเซลล์ที่เกิดจากการปฏิสนธิแล้ว

1. ไซโกท เคลื่อนที่ลงสู่มดลูก โดยอาศัยการบีบตัวของท่อไข่ แบบ เพอริสทอลซิส (peristalsis)
2. ไซโกท เกิดการแบ่งเซลล์ แบบไมโทซิส เพิ่มจำนวนแต่ไม่เพิ่มขนาด หมายความว่า ไซโกท ขนาดเท่าเดิมแต่ภายในมีเซลล์เพิ่มขึ้น เรียกไซโกท ว่า โมรูลา (morula)
3. เซลล์ในไซโกทเพิ่มขึ้นถึง 64 เซลล์ เรียกไซโกท นั้นว่า โมรูลา (morula)
4. ประมาณวันที่ 7 เซลล์ในไซโกท รวมตัวกันที่ขอบของไซโกทด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้เกิดเป็นช่องว่างภายในไซโกท เรียกไซโกท ระยะนี้ว่า บลาสโตซิสต์ (blastocyst) เรียกกลุ่มเซลล์ว่า inner cell mass เรียกเซลล์เรียงกันรอบขอบช่องว่างว่าโทรโฟบลาส (trophoblast)

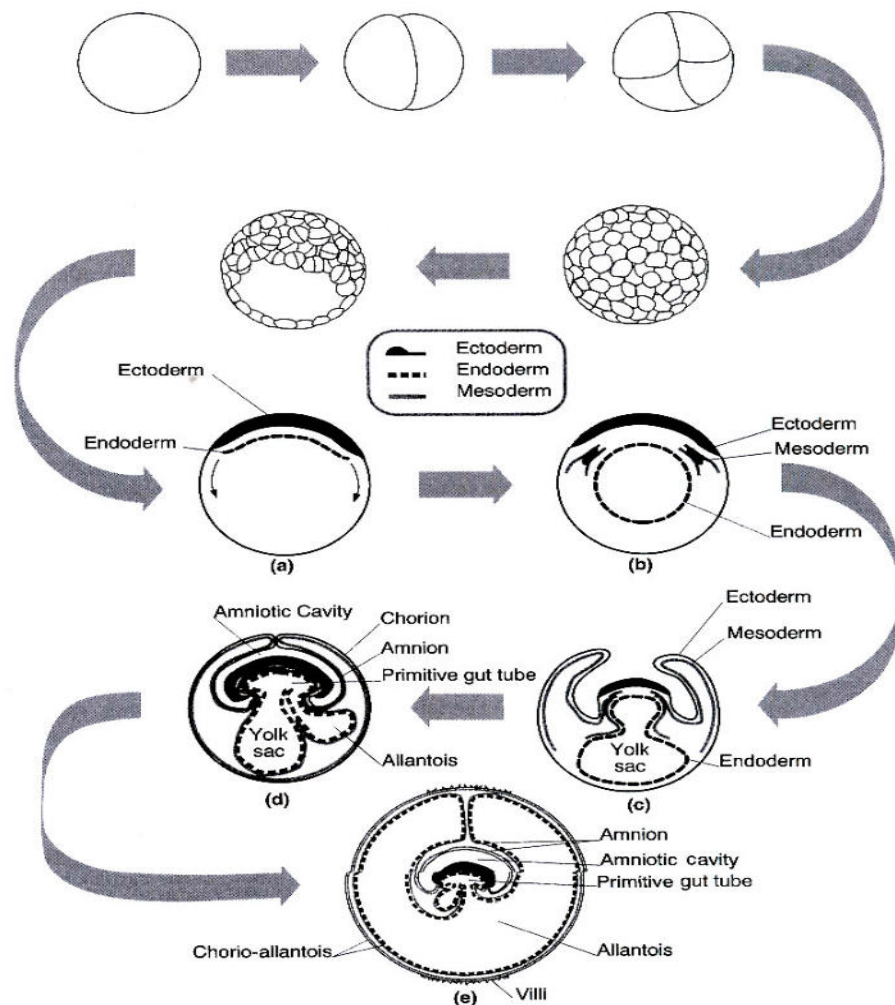
เนื้อเยื่อสามชั้นและการฝังตัวของตัวอ่อน

1. เนื้อเยื่อสามชั้นเริ่มพัฒนาใน บลาสโตซิสต์ ซึ่งเนื้อเยื่อสามชั้นนี้จะพัฒนาเป็นอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เนื้อเยื่อสามชั้นได้แก่
 - a. เนื้อเยื่อชั้นนอก เรียกว่า เอกโตเดิร์ม (Ectoderm) ซึ่งจะพัฒนาเป็นผิวหนังและระบบประสาท
 - b. เนื้อเยื่อชั้นกลาง เรียกว่า มีโซเดิร์ม (Mesoderm) ซึ่งจะพัฒนาเป็นกล้ามเนื้อ กระดูก และอวัยวะภายในบางอัน
 - c. เนื้อเยื่อชั้นใน เรียกว่า เอ็นโดเดิร์ม (Endoderm) ซึ่งจะพัฒนาเป็นระบบย่อยอาหาร และอวัยวะภายในบางอัน
2. เนื้อเยื่อชั้นในมีการสร้างช่องว่างภายในเรียกว่า ถุงไข่แดง หรือ โยคแซค (Yolk sac)
3. ในระยะนี้เมื่อถึง มดลูก บลาสโตซิสต์ยังมีขนาดเล็กมาก คือขนาดยาวประมาณ 0.5 ถึง 1 มิลลิเมตร
4. ในส่นขและแมว บลาสโตซิสต์จะกระจายไปตามปีกมดลูก และฝังตัว
5. การฝังตัวเกิดขึ้นหลังจากปฏิสนธิ ในวันที่ 14-20 ในส่นข และ 11-16 ในแมว
6. การพัฒนาตัวอ่อนในช่วงแรก เรียกตัวอ่อนว่า เอ็มบริโอ (Embryo) และเมื่อพัฒนาไปจนตัวอ่อนมีอวัยวะครบ (ประมาณ สัปดาห์ที่ 5 ในส่นข) เรียกตัวอ่อนหลังจากนี้ไปว่า ฟีตัส (fetus)

เยื่อหุ้มตัวอ่อน

1. เยื่อหุ้มตัวอ่อนทำหน้าที่ปกป้องตัวอ่อน ประกอบด้วย เยื่อหุ้มดังนี้
 - a. ถุงไข่แดง (yolk sac)
 - b. แอมเนียน (amnion)
 - c. แอนแลนโตอิส (allantois)
 - d. โคเรียน (chorion)
2. ถุงที่พัฒนาข้างถุงไข่แดง เรียกว่า แอนแลนโตอิส (allantois) ทำหน้าที่เก็บปัสสาวะของตัวอ่อน ที่ส่งมาตามท่อ ยูราคัส (urachus) ในสายสะดือ
3. เซลล์ โทรโฟบลาส (trophoblast) พัฒนาเป็นเยื่อหุ้มสองชั้นล้อมรอบตัวอ่อน ถุงไข่แดง และถุงแอนแลนโตอิส
 - a. เยื่อหุ้มด้านในเรียกว่า แอมเนียน (amnion)
 - b. เยื่อหุ้มด้านนอกเรียกว่า โคเรียน (chorion)

4. เมื่อตัวอ่อนเจริญพัฒนาขึ้น ไข่แดงจะหดเล็กลง ในขณะที่ถุงแอมเนียนโตอิสจะขยายใหญ่ขึ้น ทำให้เยื่อหุ้มถุงขยายติดกับเยื่อหุ้ม แอมเนียน กับ โคเรียน (ภาพที่ 19.1)
5. เยื่อหุ้มถุงแอมเนียนโตอิส กับ แอมเนียน เชื่อมติดกัน เกิดเป็นเยื่อบาง เรียกว่า แอมเนียนโตแอมเนียน (allanto-amnion) ซึ่งจะถูกแม่สุนัขทำให้ขาดหลังจากคลอด
6. เยื่อหุ้มแอมเนียนโตอิสกับโคเรียนเชื่อมติดกันเช่นกัน เรียกว่า โคริโอแอมเนียนโตอิส (Chorio-allantois) ซึ่งเป็นถุงน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งจะแตกขณะคลอด



ภาพที่ 19.1 แผนภาพแสดงการพัฒนาของตัวอ่อนสุนัขตั้งแต่เริ่มปฏิสนธิ เซลล์แบ่งตัวเพิ่มจำนวนแต่ไม่เพิ่มขนาดทำให้มีลักษณะเหมือนเซลล์บรรจุอยู่ในลูกบอล (a) เริ่มเกิดขึ้นของ เซลล์เนื้อเยื่อตัวอ่อนชั้นใน (endoderm) ซึ่งจะแผ่ขยายเป็นเส้นไปตามขอบเซลล์ โทรโฟบลาสต์ (b) เนื้อเยื่อ ชั้นเอ็นโดเดอร์ม (endoderm) เริ่มสร้างไข่แดง (yolk sac) (c) กลุ่มของ inner cell mass เริ่มสร้างเป็นเนื้อเยื่อตัวอ่อนชั้นกลาง (mesoderm) (d) ถุงของ แอลแลนโตอิส (allantois) ถูกสร้างขึ้นจาก ท่อทางเดินอาหาร (primitive gut tube) และไข่แดงเริ่มเล็กลง (e) เริ่มพัฒนาเป็นตัวอ่อน ผันงเนื้อเยื่อด้านนอก (chorio-allantois) เริ่มมีวิลไล (villi) เป็นแนวล้อมรอบถุงหุ้มตัวอ่อน ซึ่ง คือส่วนที่จะฝังตัว หรือเชื่อมกับมดลูก หรือรก (placenta) นั่นเอง

รก (Placenta)

1. คือส่วนของเนื้อเยื่อด้านนอกของตัวอ่อนที่เชื่อมต่อกับผนังมดลูกของแม่
2. รกได้รับออกซิเจนและอาหารจากแม่ และลูกขับของเสียสู่รก ทางสายสะดือ หรือ อัมบิลิคอลคอร์ด (umbilical cord)
3. ในสุนัข และแมว รกเป็นชนิดที่เรียกว่า โซนารี (Zonary) คือรกมีลักษณะเป็นแถบล้อมรอบอุ้งหุ้มตัวอ่อน
4. ที่รก มีวิลโล (villi) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสในการเชื่อมต่อกับมดลูก
5. บริเวณขอบของรก สุนัขและแมว จะมีเลือดออก เรียกว่า มาจินอล ฮีมาโตแมส (marginal hematoma) ซึ่งเป็นแหล่งของแร่ธาตุหลักสำหรับตัวอ่อน
6. มาจินอล ฮีมาโตแมส นี้ทำให้ในช่วงคลอดของเหลวที่ขับออกทางช่องคลอดมีสีชมพูในสุนัข และมีสีน้ำตาลในแมว

ระบบไหลเวียนเลือดในตัวอ่อน

1. ตัวอ่อนในครรภ์ มีระบบไหลเวียนเลือดของตัวเอง แยกจากแม่ชัดเจน (ไม่ได้ใช้ร่วมกับแม่)
2. ระบบไหลเวียนเลือดของตัวอ่อนขณะอยู่ในครรภ์ ต่างกับระบบไหลเวียนเลือดหลังเกิด
3. เส้นเลือดดำในสายสะดือ อัมบิลิคอล เวน (umbilical vein) ทำหน้าที่นำเลือดจากรกสู่ลูก เส้นเลือดแดงในสายสะดือ อัมบิลิคอล อาร์เตอรี (umbilical artery) 2 เส้น ทำหน้าที่นำเลือดจากลูกสู่รก ในสัตว์ที่โตเต็มวัย เส้นเลือดดำ อัมบิลิคอล เวน ยังคงหลงเหลืออยู่ มีไขมันภายใน เป็นเอ็นยึดติดกับกระบังลม เรียกว่า ฟาลซิฟอรัม ลิกกาเมนต์ (falciform ligament)
4. อาหารจะถูกเปลี่ยนแปลงโดยขบวนการเมตาโบลิซึม ที่ตับของแม่ และส่งให้ลูกทางเส้นเลือดดำอัมบิลิคอล เวน
5. ปอดของลูกในครรภ์ยังไม่ทำงาน ลูกสัตว์ได้รับ ออกซิเจนจากแม่ ทางเส้นเลือด อัมบิลิคอล เวน
6. เนื่องจากปอดลูกในครรภ์ยังไม่ทำงาน ระบบไหลเวียนเลือดในปอดลูกจึงยังไม่มี ผนังกันห้องหัวใจมีรูเปิดเชื่อมกัน เรียก ฟอราเมน โอวัลเล (foramen ovale) และเส้นเลือดแดงใหญ่ เอออร์ตา (aorta) และเส้นเลือดแดงเข้าปอด ฟัลโมนารี อาร์เตอรี เชื่อมติดกันโดยท่อที่เรียกว่า ดักตัส อาร์เตอรีโอซัส (ductus arteriosus) ซึ่งท่อนี้จะปิดตันที่หลังเกิด

พัฒนาของตัวอ่อน และขนาดตัวอ่อนช่วงอายุ ต่าง ๆ

1. โดยปกติแล้วน้ำหนักของแม่สุนัขอุ้มท้องจะเพิ่มขึ้นประมาณหนึ่งในสามของน้ำหนักเดิมตลอดการตั้งครรภ์ และน้ำหนักจะเพิ่มขึ้นมากในช่วง ไตรมาสสุดท้ายของการตั้งท้อง (ประมาณ 20 วันสุดท้ายก่อนคลอด)
2. ลูกอ่อนในครรภ์ในครอกเดียวกัน น้ำหนักอาจแตกต่างกันได้
3. ลูกสุนัขที่มาจากขนาดครอกเล็ก (จำนวนลูกต่อครอกน้อย)จะมีน้ำหนักมาก ในขณะที่ลูกสุนัขที่มาจากขนาดครอกใหญ่ (จำนวนลูกต่อครอกมาก)จะมีน้ำหนักน้อย

การพัฒนาของลูกในครรภ์

ตารางที่ 19.1 การพัฒนาของลูกอ่อนในครรภ์สุนัข

อายุของลูกอ่อน ในครรภ์	โครงสร้างหรืออวัยวะที่มองเห็นได้	ขนาดความยาวของ ลูก (crown-rump length)
3 สัปดาห์	รูปร่างเหมือนพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว	5 มิลลิเมตร
4 สัปดาห์	หัว และขา มีลักษณะเป็นตุ่มเล็ก ๆ เริ่มมีการสร้างกระดูกกะโหลก และขากรรไกร	17 มิลลิเมตร
5 สัปดาห์	หนังตา และใบหู	35 มิลลิเมตร
6 สัปดาห์	อวัยวะเพศภายนอก และเล็บ	60 มิลลิเมตร
7 สัปดาห์	มีขน และสีผิว กระดูกสันหลังสร้างเสร็จสมบูรณ์	100 มิลลิเมตร
8 สัปดาห์	พิน้านม และอุ้งฝ่าเท้า	150 มิลลิเมตร

แบบฝึกหัดที่ 19.1 จงหาคำศัพท์ที่ให้มาในตารางและขีดล้อมคำ

Ectoderm	Amnion	Allantois
Trophoblast	Corona radiate	Urachus
Embryo	Yolk sac	Falciform
Chorion	Zona pellucida	
Ovale	Ductus	

A	C	E	K	P	E	O	V	A	L	E	T	Q	R	Y
H	H	C	L	R	E	Y	K	P	T	X	F	N	J	O
R	O	T	A	A	S	R	P	F	R	M	A	X	Z	L
T	R	O	P	H	O	B	L	A	S	T	L	W	O	K
J	I	D	A	D	D	M	S	U	S	P	C	O	N	S
O	O	E	H	L	A	E	T	O	A	O	I	Q	A	A
Y	N	R	P	I	L	C	E	E	R	Z	F	F	P	C
Y	O	M	O	A	U	A	B	T	Y	I	O	O	E	E
T	C	L	Y	D	A	U	N	A	O	L	R	R	L	V
U	R	A	C	H	U	S	O	T	V	M	M	B	L	X
R	U	O	C	T	A	M	N	I	O	N	H	K	U	O
E	B	T	L	A	L	F	A	L	P	I	E	C	C	E
W	M	B	A	O	O	A	V	J	Z	R	S	I	I	P
Q	E	L	F	R	Y	L	O	Q	O	O	Q	U	D	M
E	C	O	R	O	N	A	R	A	D	I	A	T	A	U

บทปฏิบัติการที่ 20

หู (Ear)

ในบทเรียนนี้นักศึกษาจะได้ทบทวนเกี่ยวกับ

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของหู
2. หูชั้นนอก (external ear)
3. หูชั้นกลาง (middle ear)
4. หูชั้นใน (inner ear)
5. หน้าที่ของหู

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้ให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 10 ในเรื่องเกี่ยวกับการได้ยิน
2. เพื่อให้ให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 9 กระดาษสไลด์ โมเดลสั้ว และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของหู

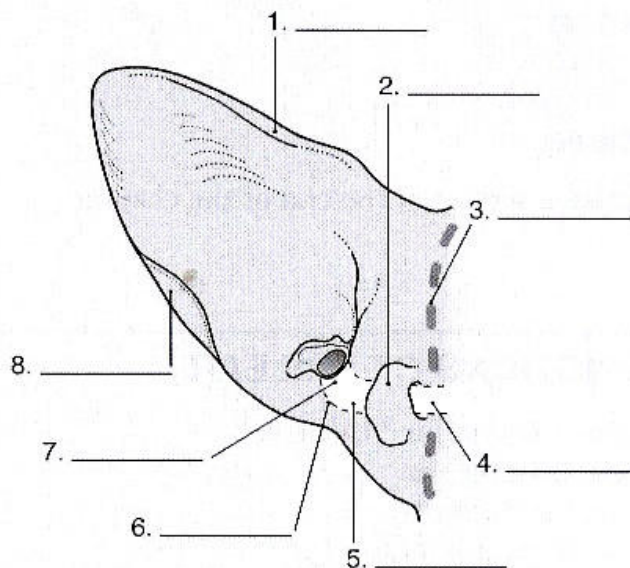
1. หูคืออวัยวะที่ทำหน้าที่รับเสียง และการทรงตัว
2. คำศัพท์เทคนิค aural มีความหมายที่สัมพันธ์กับหู
3. คำศัพท์เทคนิคที่ ขึ้นต้น ot- มีความหมายเกี่ยวข้องกับ หู
4. ศัพท์เทคนิคที่ ขึ้นต้น audi- มีความหมายเกี่ยวข้องกับ การได้ยิน
5. สุนัขเริ่มได้ยินเสียงเมื่อ อายุประมาณ 14 วัน

หูชั้นนอก (external ear)

1. หูชั้นนอก (external ear) ประกอบด้วย ใบหู (pinna) ช่องรูหูชั้นนอก (auditory canal) ซึ่งประกอบด้วย ช่องรูหูแนวตั้ง (vertical) และช่องรูหูแนวนอน (horizontal)
2. ใบหูมีลักษณะแบน ประกอบด้วยกระดูกอ่อน (auricular cartilage) ปกคลุมด้วยผิวหนังทั้งสองด้าน
3. รูปร่างใบหูในสุนัขแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกัน ในแมว ใบหูค่อนข้างมีลักษณะเหมือนกันคือรูปสามเหลี่ยม ตั้งปลายชี้ไปทางด้านหน้า
4. ผิวด้านนอกของใบหูของสุนัข ปกติจะปกคลุมด้วยขน แต่ผิวใบหูด้านในมีขนหรือไม่ขึ้นกับสายพันธุ์

5. ใบหูของสุนัขและแมวมีลักษณะเป็นแอ่งด้านข้างของขอบใบหูทางด้านหลัง เรียกว่า marginal cutaneous pouch
6. มีกล้ามเนื้อหลายมัดที่ติดกับกระดูกอ่อนใบหู ทำให้ใบหูตั้งและกระดิก ได้ เพื่อจับสัญญาณเสียง และทิศทางเสียง
7. สัญญาณเสียงเข้าสู่ช่องรูหู ซึ่งเป็นช่องที่มีกระดูกอ่อนลักษณะเป็นวงเรียกว่า annular cartilage
8. ผิวหนังที่ปกคลุมช่องรูหู มีต่อมไขมันใต้ผิวหนัง เรียกว่า ceruminous glands ซึ่งทำหน้าที่สร้างไขมัน หรือขี้หู (earwax)
9. ช่องหูแนวนอนต่อกับช่องรูหูแนวตั้ง ผ่านเข้าสู่กระดูกกะโหลก temporal bone จนไปสุดที่เยื่อแก้วหู (tempanic membrane)

แบบฝึกหัดที่ 20.1 จงเลือกคำตอบที่เหมาะสมในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในภาพที่ 22.1 รูปวาดโครงสร้างของหูชั้นนอกของสุนัข



Auditory canal (horizontal section)	Auricular cartilage covered with skin	Marginal cutaneous pouch	Auditory canal (vertical section)
Annular cartilage surrounding canal	External acoustic meatus	Specialized skin containing ceruminous glands	Temporal bone

ภาพที่ 20.1 รูปวาดโครงสร้างของหูชั้นนอกของสุนัข

หูชั้นกลาง (the middle ear)

1. หูชั้นกลางแยกจากช่องรูหูชั้นนอกด้วย เยื่อแก้วหู (tympanic membrane หรือ ear drum) ซึ่งเป็นเยื่อบางประกอบด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเนื้อเยื่อบุผิวชนิด stratified squamous epithelium
2. หูชั้นกลางก็คือ โพรงด้านนอกของกระดูกเทมพอร์ล ของกระดูกกะโหลก

3. ภายในช่องหูชั้นกลางประกอบด้วยโครงสร้าง 2 คือ กระดูกออสซิเคิล (ossicles) และรูเปิดของท่อ ยูสเทเซียน (Eustachian tube) กระดูก ossicles มี 3 ชั้นคือ
 - a. กระดูกค้อน (malleus)
 - b. กระดูกทั่ง (incus)
 - c. กระดูกโกลน (stapes)
4. กระดูก malleus ต่อเชื่อมกับเยื่อแก้วหู ส่วน stapes ต่อเชื่อมอยู่กับหน้าต่างรูปไข่หรือ oval window ซึ่งเป็นเยื่อบาง ๆ ที่กั้นแยกหูชั้นกลางกับหูชั้นใน ส่วนกระดูก incus อยู่ตรงกลางระหว่างกระดูก malleus และ stapes กระดูกทั้ง สามชนิดนี้ทำหน้าที่ถ่ายทอดการสั่นสะเทือนของคลื่นเสียงจากเยื่อแก้วหูไปยังของเหลวที่อยู่ในหูชั้นใน
5. ท่อ ยูสเทเซียน (Eustachian tube) คือท่อที่ต่อเชื่อมระหว่างหูชั้นกลางกับจมูกร่วมคอหอย (nasopharynx) ท่อนี้ทำหน้าที่ปรับสมดุลของความดันอากาศในหูทั้งสองข้างให้เท่ากัน
6. เยื่อบางอีกอันหนึ่งที่อยู่ที่เยื่อบางหน้าต่างรูปไข่ เรียกเยื่อบางหน้าต่างกลม (round window)

หูชั้นใน (Inner ear)

1. หูชั้นใน คือโพรงด้านในของกระดูกเทมพอร์ล เป็นโพรงกระดูกที่สลับซับซ้อน ภายในโพรงมีของเหลว และมีเยื่อบางมีลักษณะเป็นถุง หรือท่อ มีโครงสร้างที่ซับซ้อนอยู่ในโพรงกระดูกนั้น และภายในถุงก็มีของเหลวบรรจุอยู่
2. เรียกโพรงด้านในของกระดูกเทมพอร์ล ว่า bony labyrinth และเรียกของเหลวที่อยู่ในโพรงกระดูกว่า perilymph เรียกเยื่อบางที่เป็นท่อซับซ้อนใน bony labyrinth ว่า membranous labyrinth และเรียกของเหลวที่อยู่ใน membranous labyrinth ว่า endolymph
3. ภายใน membranous labyrinth มีโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับเสียงและการทรงตัว
4. membranous labyrinth เป็นถุง หรือท่อเยื่อบางที่มีรูปร่างซับซ้อน และต่อเชื่อมถึงกันถุง หรือท่อแต่ละอันมีชื่อเรียก ได้แก่ ท่อ semicircular canals มี 3 ท่อ ทั้งสามท่อเปิดเชื่อมสู่ถุงที่เรียกว่า utricle และ ถุง utricle เชื่อมต่อกับถุง saccule (ท่อ utricle และ saccule รวมเรียกว่า vestibule) และ ถุง saccule ต่อกับท่อที่มีลักษณะโค้งวนคล้ายหอยโข่ง เรียกว่า ท่อ cochlea
5. ที่ปลายท่อของ cochlea มีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ รับเสียง คือ organ of Corti ซึ่งมีเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 มาต่อเชื่อมอยู่
6. ส่วนของท่อ semicircular canals ที่โป่งออก เรียกว่า ampulla ภายในมีเซลล์ขน เรียกว่า crista ทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัว
7. ส่วนที่รับรู้ความรู้สึก ใน vestibule เรียกว่า maculae
8. ของเหลวในท่อ membranous labyrinth ได้มาจากน้ำสมองและไขสันหลังจากช่องว่างชั้นใต้เยื่อหุ้มสมอง arachnoid โดยผ่านมาทางท่อน้ำเหลือง

แบบฝึกหัดที่ 20.2 นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

1. ช่องเหลวที่อยู่นอกท่อ และล้อมรอบท่อ membranous labyrinth	Ampulla
2. โครงสร้างที่ทำหน้าที่รับเสียงใน cochlea	Maculae
3. ถังที่ต่อเชื่อมระหว่าง utricle กับ cochlea	Crista
4. ส่วนที่ป้องออกของท่อ semicircular canal	Perilymph
5. เซลล์ขนที่ทำหน้าที่เพื่อการทรงตัว ที่ ampulla ของ semicircular canal	Endolymph
6. ช่องเหลวภายในท่อ membranous labyrinth	Organ of Corti
7. ส่วนที่รับความรู้สึก ใน utricle และ saccule	Saccule
8. ฐานของท่อ semicircular canal	Utricle

หน้าที่ของหู

1. หูมีหน้าที่ 2 อย่างคือ การได้ยิน และการทรงตัว
2. โครงสร้างที่ทำหน้าที่รับความรู้สึก (เสียง) อยู่ในหูชั้นใน หูชั้นนอก และชั้นกลางทำหน้าที่รับเสียง และขยายคลื่นเสียงเพิ่มขึ้น ส่งต่อให้หูชั้นใน
3. เนื่องจากโครงสร้างที่ทำหน้าที่ได้ยินเสียง (cochlea) และโครงสร้างเกี่ยวกับการทรงตัว (semicircular canal) อยู่ใกล้กัน เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งติดเชื้อโรค มักมีผลต่ออีกส่วนหนึ่ง เช่น สุนัขหูชั้นในอักเสบจาก (otitis interna) มักทำให้สุนัขสูญเสียการได้ยิน และการทรงตัวด้วยในเวลาเดียวกัน

แบบฝึกหัดที่ 20.3 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

Saccule	Utricle	Vestibulocochlear
Maculae	Ossicles	Semicircular
Crista	Pinna	Organ of Corti
Tympanic membrane	Cochlear	Endolymph

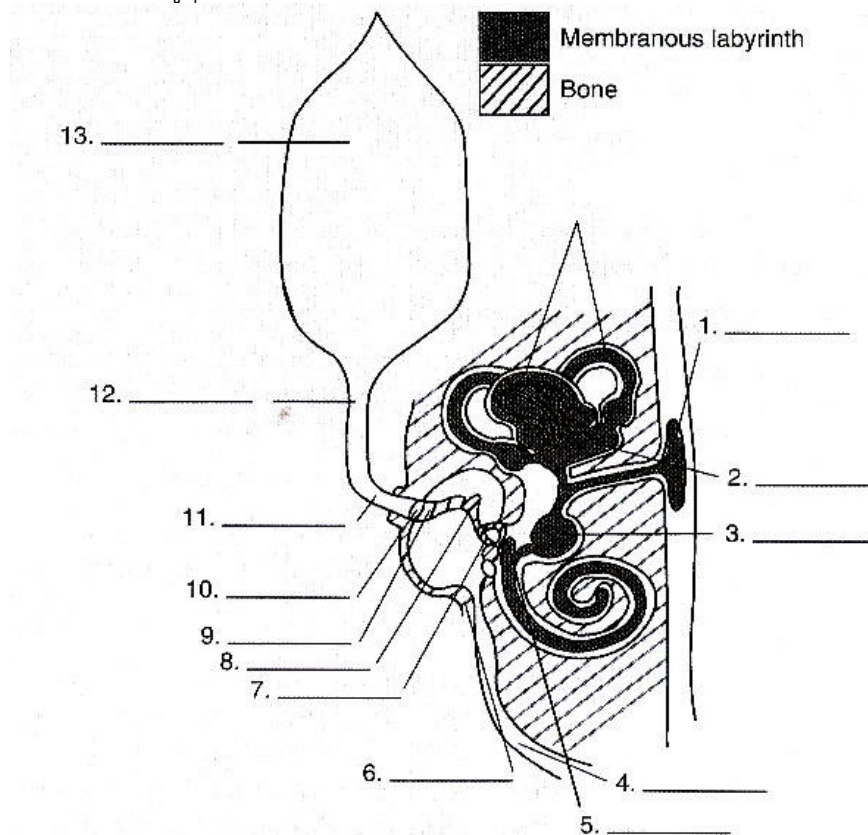
การได้ยิน

คลื่นเสียงผ่านเข้าทางรูช่องหูโดยมี 1.....เป็นตัวรับซึ่งสามารถตั้งและปรับทิศทางของเสียงได้ เสียงจะผ่านช่องหูชั้นนอกไปกระทบกับ 2..... และผ่านเข้าสู่ช่องหูชั้นกลาง คลื่นเสียงเมื่อเข้าสู่หูชั้นกลางแล้วจะผ่านเข้าสู่ชั้นในโดยอาศัยกระดูก 3..... เป็นสื่อ เมื่อคลื่นเสียงเข้าสู่หูชั้นในแล้ว คลื่นเสียงเดินทางผ่านเข้าสู่ท่อ และของเหลว endolymph เข้าไปยัง 4..... เพื่อไปกระทบกับโครงสร้างรับเสียง เรียกว่า 5..... ซึ่งเซลล์รับเสียงจะส่งสัญญาณเสียงเข้าสู่สมองโดยผ่านทางเส้นประสาท 6.....

การทรงตัว

ในหูชั้นใน มีท่อ 3 ท่อ เรียกว่า 7..... เมื่อของเหลว .8..... ที่อยู่
ในท่อเคลื่อนไหวกระทบเซลล์ขน ที่รับความรู้สึก เรียกว่า 9..... เซลล์รับความรู้สึก
นี้ส่งข้อมูลเข้าสู่สมองทางเส้นประสาทสมองคู่ที่แปด ท่อทั้ง 3 ท่อต่อเชื่อมกัน โดยมีฐานเรียกว่า
10..... และต่อเชื่อมกับ cochlea โดยท่อ 11..... ทั้ง utricle
และ saccule มีเซลล์รับความรู้สึกคือ 12.....

แบบฝึกหัดที่ 22.4 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในภาพที่ 22.2 รูปวาด
โครงสร้างของหูชั้นใน



Stapes	Vertical canal	Tympanic bulla	Saccule	
Pinna	Utricle	Horizontal canal	Incus	Tympanic membrane
Malleus	Vestibular window	Endolymphatic sac	Auditory Tube	

ภาพที่ 20.2 รูปวาดโครงสร้างของหูชั้นใน

บทปฏิบัติการที่ 21

ลิ้น (Tongue) การรับรส (Taste) และกลิ่น (smell)

เนื้อหา

1. ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของลิ้น
2. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ยกนูนสูงจากลิ้น เรียกว่า พาพิเล(papillae)
3. การรับรส
4. การรับกลิ่น

วัตถุประสงค์การสอน

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 10 ในเรื่องเกี่ยวกับ การรับรสและการดมกลิ่น
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 10 กระจกสไลด์ โมเดลสัต์ว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงและหน้าที่ของลิ้น

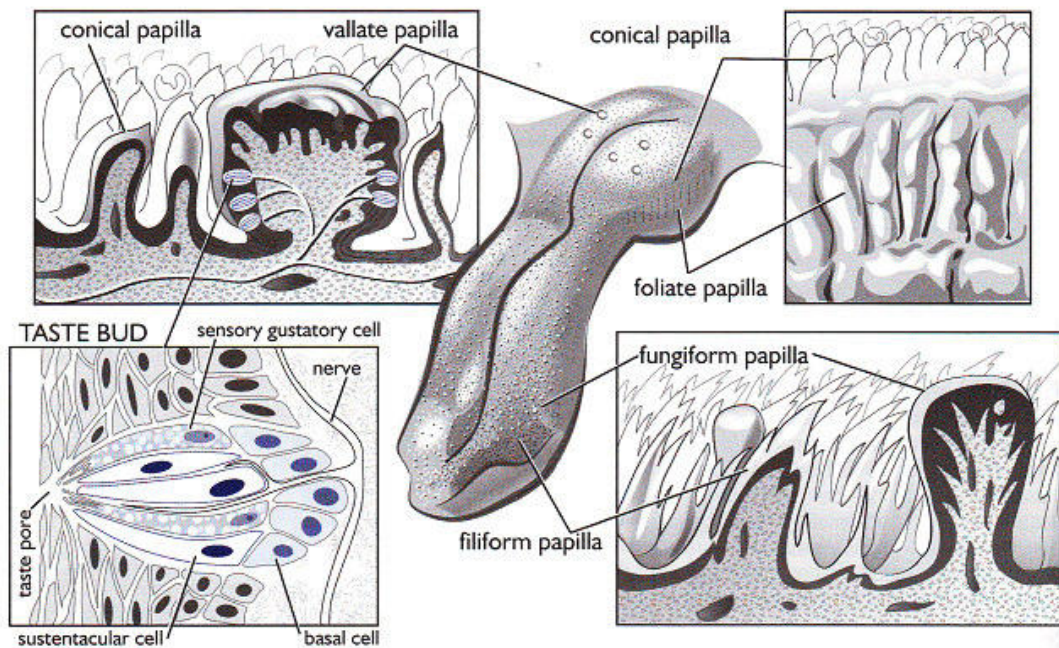
1. ลิ้นแบ่งออกเป็นสองส่วน คือตัวลิ้น (body) และโคนลิ้น (root)
2. ตัวลิ้นเชื่อมต่อกับผนังด้านล่างของช่องปากด้วยเอ็นที่เรียกว่า ลิงกูอล ฟรีนูลัม (lingual frenulum) และโคนลิ้นอยู่ที่คอหอย
3. ลิ้นเป็นกล้ามเนื้อลายเป็นส่วนใหญ่ และมีเนื้อเยื่อบุผิวชนิด สตราติฟาย แสควมัส (stratified squamous epithelium)
4. เส้นประสาทที่มาเลี้ยงลิ้นคือ เส้นประสาทสมองคู่ที่ 5 7 9 และ 12
5. ผิวด้านบนของลิ้นจะมีร่องตรงกลางในแนวยาว เรียก มีเดียัน ซัลคัส (median sulcus) และมีผิวสัมผัสหยาบ เนื่องจากมีเคอราติน (Keratin) และ พาพิเล (papillae) จำนวนมาก ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ยกนูนสูงจากลิ้น
6. ในพาพิเล อาจมีส่วนประกอบของ ต่อมสร้างน้ำใส (serous gland) ต่อมสร้างน้ำเมือก (mucous gland) หรือปุ่มรับรส หรือ ประกอบด้วยโครงสร้างต่างๆดังกล่าวสองอย่าง หรือมากกว่า
7. เส้นเลือดแดง(lingual artery)และเส้นเลือดดำ(lingual vein) ที่นำเลือดมาเลี้ยงลิ้น และนำเลือดออกจากลิ้น จะวิ่งคู่กันทางด้านล่างของลิ้น

แบบฝึกหัดที่ 21.1 ให้นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

1. การหอบเพื่อระบายความร้อน (panting)		Lapping (การใช้ลิ้นตวัดน้ำเพื่อดื่มน้ำ)
2. โครงสร้างที่ทำหน้าที่รับรส		Prehension (การจับอาหารเข้าปากด้วยลิ้น)
3. ผิวสัมผัสของลิ้นแมวที่มีลักษณะสาก และพาพิเล (papillae) ยาว เพื่อใช้ประโยชน์ใดของแมว		การควบคุม จัดการกับก้อนอาหารในช่องปาก
5. การนำอาหารส่งลงคอหอยเพื่อการกลืนอาหาร		การระเหยของน้ำที่ลิ้นเพื่อระบายความร้อน
6. วิธีการดื่มน้ำของสุนัข และแมว		การย่อยอาหารทางกล
7. การทำให้อาหารแตกเล็กลงโดยอาศัยฟันและลิ้น		Grooming (การเลียขนเพื่อทำให้ขนเรียบ)
8. การนำอาหารเข้าปากโดยอาศัยลิ้น		gustatory cells

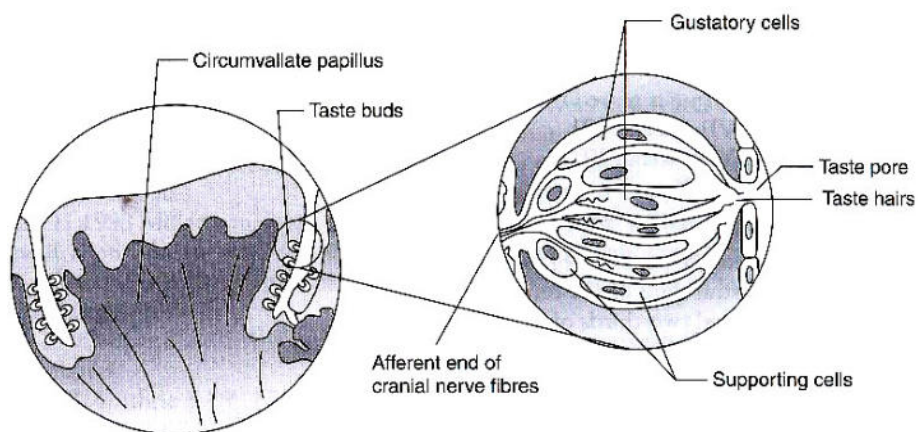
เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ยกนูนสูงจากลิ้น หรือ พาพิเล(papillae)

- พาพิเล เป็นปุ่มเล็กๆรูปร่างคล้ายโดมที่ยื่นออกจากผิวบนลิ้น
- พาพิเล มีหลายรูปแบบ หรือหลายชนิด ดังนี้
 - ฟิลิฟอร์ม (filiform papillae) เป็นปุ่มอยู่บนลิ้นที่มีขนาดเล็กที่สุดและมีจำนวนมากที่สุด มีรูปร่างเรียวยาวคล้ายเส้นด้าย พบมากบริเวณ 2 ใน 3 ทางด้านปลายลิ้น ทำหน้าที่ในการสัมผัส ไม่เกี่ยวกับการรับรส ปุ่มชนิดนี้มีประโยชน์ ในแมวสำหรับการเลียขน (grooming)
 - ฟังจีฟอร์ม (fungiform papillae) มีรูปร่างคล้ายเห็ด พบได้บริเวณ 2 ใน 3 ของลิ้นทางด้านปลาย ทำหน้าที่รับรส ซึ่งภายในมีเป็นปุ่มรับรส
 - ฟอลิเอต (foliate papillae) ทำหน้าที่เป็นปุ่มรับรส พบได้บริเวณหลังสุด หรือโคนลิ้น
 - โคนิคอล(conical papillae) มีรูปร่างกลม พบได้ในส่วนโคนลิ้น ทำหน้าที่สัมผัส
 - วอลเลต (vallate papillae) หรือ เซอคัมวอลเลต (circumvallate papillae) ทำหน้าที่รับรส ซึ่งภายในมีเป็นปุ่มรับรส มีประมาณ 3-6 ปุ่ม เรียงเป็นรูปตัววีทางโคนลิ้น
 - มาร์จินอล (marginal papillae) เป็นปุ่มที่พบบริเวณขอบตรงปลายลิ้นในสัตว์แรกเกิด ช่วยในการดูดนม และจะหายไปเมื่อลูกสัตว์เริ่มกินอาหารแข็งได้



ภาพที่ 21.1 รูปแสดงปุ่มพาพิลเลนลิน และปุ่มรับรส

3. ภายในปุ่มรับรส มีเซลล์รับรส (taste cells or gustatory cells) อยู่ ซึ่งเป็นเซลล์รับสารเคมี (chemoreceptors receptor) ที่ละลายน้ำได้
4. ในสุนัขรับรสได้ 4 รส คือ salt sour bitter and sweet ในแมวรับได้ 3 รส salt sour and bitter
5. พื้นที่ในการรับรสในลิ้นจะรับรสที่ต่างกัน โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของลิ้นรับรส sour และ bitter ได้ ในขณะที่บริเวณ 2 ใน 3 ทางด้านปลายลิ้นรับรส salt และ เฉพาะตรงปลายลิ้นเท่านั้นที่รับรสหวาน



ภาพที่ 21.2 แสดงปุ่มและเซลล์รับรส (taste buds and gustatory cells)

การรับกลิ่น (olfaction)

1. ในสัตว์จะมีการพัฒนาด้านการรับความรู้สึกในการรับกลิ่นดีกว่าในมนุษย์ โดยเฉพาะการรับกลิ่นในสุนัขและแมว
2. โครงสร้างที่ทำหน้าที่รับกลิ่น เรียกว่า Jacobson's organ หรือ vomeronasal organ พบได้ในเนื้อเยื่อบุผิวของช่องจมูกทางด้านบนหรือส่วนท้ายของจมูกทั้ง 2 ข้าง
3. vomeronasal organ เป็นโครงสร้างพิเศษที่ประกอบด้วยเซลล์รับกลิ่น รับกลิ่นในรูปของสารเคมี ที่มากระทบกับเซลล์
4. ในการรับกลิ่นจะไม่เหมือนการรับรสที่รับรสได้จำกัด แต่การรับกลิ่นสามารถรับกลิ่นได้หลายร้อยกลิ่น ในสุนัขและแมว
5. การทำงานร่วมกันระหว่างการรับกลิ่นและการรับรส ทำให้สัตว์ระวังตัวเองจากสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการเลือกกินอาหาร
6. สุนัขและแมวนอกจากดมกลิ่นทางจมูกแล้วยังสามารถดมกลิ่นทางปากได้ เพราะมีท่อเล็ก ๆ เชื่อมระหว่างช่องปากบริเวณเพดานบน กับช่องจมูก เรียกว่า ท่อ incisive ducts
7. ท่อ incisive ducts จะช่วยดมกลิ่น pheromone ได้กรณีสุนัขเลียอวัยวะเพศตัวเมีย หรือการดมกลิ่นสุนัขและแมวในลักษณะสุดคมพร้อมกับเผยอปาก ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสะท้อน (reflex) ที่เรียกว่า olfactory reflex หรือ flehmen

บทปฏิบัติการที่ 22

ตา (Eye)

ในบทเรียนนี้นักศึกษาจะได้ทบทวนเกี่ยวกับ

1. ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับตา
2. โครงสร้างและหน้าที่ของตา
3. โครงสร้างรอบตา

วัตถุประสงค์การสอน

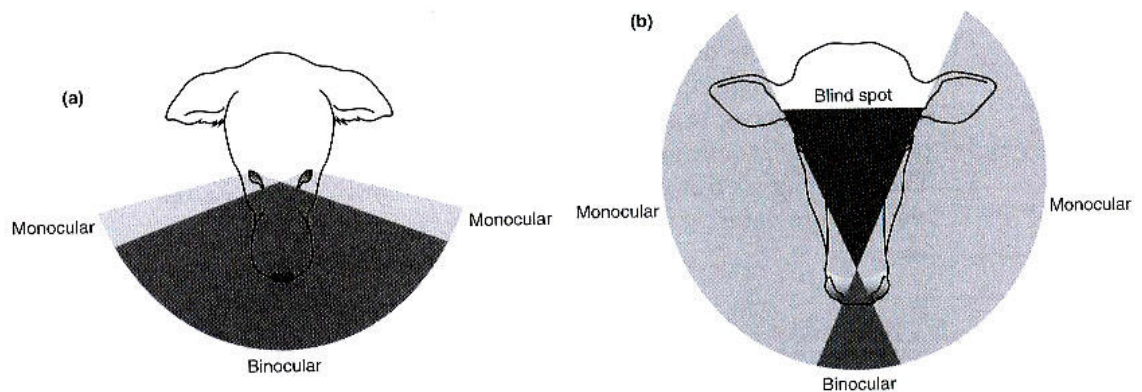
1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้เพิ่มเติมโดยการทำแบบฝึกหัดจากหน่วยเรียนภาคทฤษฎีที่ 10 ในเรื่องเกี่ยวกับการมองเห็น
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำงานเป็นกลุ่มในการอภิปรายหาคำตอบแบบฝึกหัด

วิธีปฏิบัติ

ให้นักศึกษาใช้เอกสารคำสอนบทที่ 10 กระจุกสไลด์ โมเดลสัตว์ และอภิปรายในกลุ่มในการตอบคำถามแบบฝึกหัดในบทปฏิบัติการ ให้ทำลงในคู่มือบทปฏิบัติการ

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับตา

1. ตาเป็นอวัยวะที่สำคัญในการมองเห็น และถือเป็นอวัยวะรับรู้สีพิเศษที่มีความพิเศษอย่างมาก สามารถจับภาพโดยมีเซลล์รับแสง เรียกว่า photoreceptors
2. ตาเจริญพัฒนามาจากส่วนหน้าของสมองจากเนื้อเยื่อชั้นนอกของตัวอ่อนช่วงที่อยู่ในท้องแม่
3. สุนัขและแมว เมื่อเกิดมาหนังต่ายยังปิดอยู่ จะลืมตาเมื่ออายุได้ 10 – 14 วัน และจอร์ับภาพ (retina) จะพัฒนาเต็มที่เมื่ออายุได้ 6 สัปดาห์
4. สุนัข และแมวมีตาทางด้านหน้าทั้งสองข้าง ทำให้มองเห็นทางด้านหน้าชัดเจน เพราะใช้ทั้งสองตามอง แต่การมองด้านข้างมีข้อจำกัด ซึ่งเหมือนกับสัตว์ล่าเหยื่อชนิดอื่นๆ ต่างกับสัตว์กินพืช เช่นโค ตาอยู่ด้านข้าง การมองข้างหน้า มีข้อจำกัด และการมองด้านข้างใช้ตาข้างเดียวมอง (ภาพที่ 21.1) การมองเห็นด้วยตาสองข้าง (binocular) จะเห็นภาพชัดลึก และไกลกว่า การมองเห็นด้วยตาเดียว (monocular)
5. โครงสร้างของตาปรับเปลี่ยนไปตามการดำรงชีวิตของสัตว์ เช่น แมว ที่หากินกลางคืน กระจุกตา (cornea) ขนาดใหญ่กว่าสุนัขที่หากินกลางวัน ทั้งนี้กระจุกตาที่ใหญ่จะสามารถรับแสงได้มากกว่า
6. คำศัพท์เทคนิค ที่มีความหมายเกี่ยวกับตาจะขึ้นต้นด้วย ophthalm-



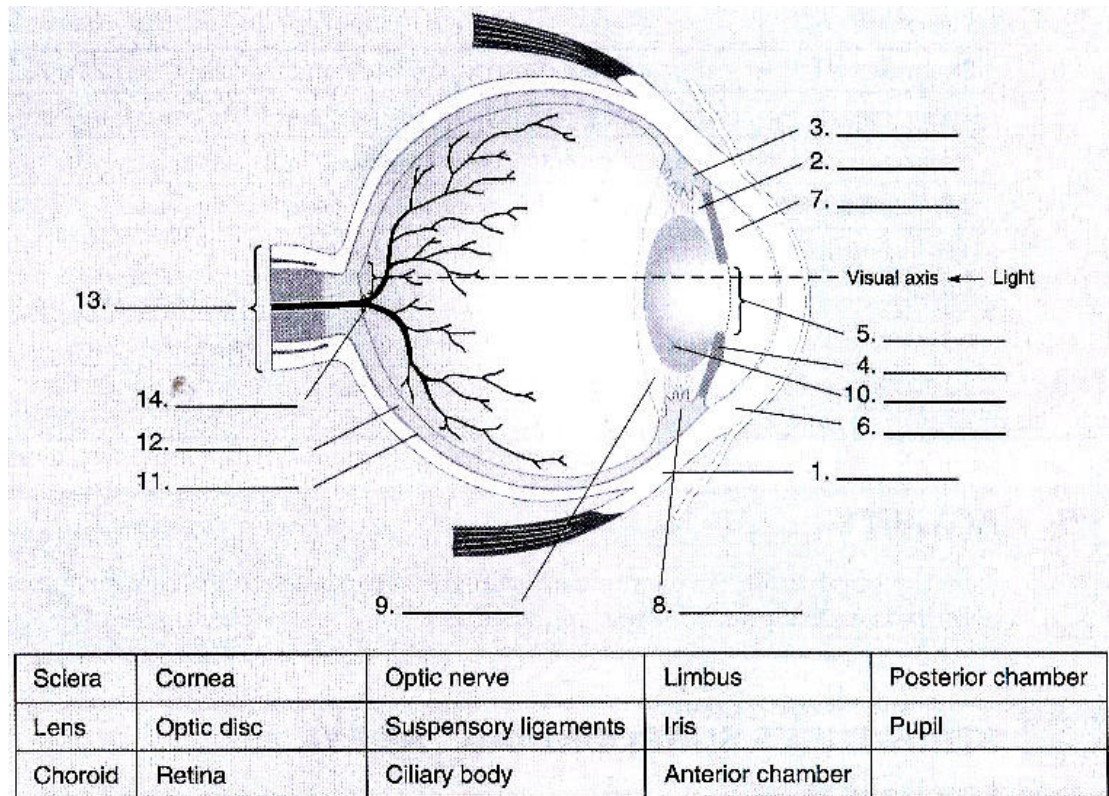
ภาพที่ 22.1 แสดงรัศมีการมองเห็นของสัตว์ ที่มองเห็นด้วยตาทั้งสองข้าง (binocular) และมองเห็นข้างเดียว (monocular)

โครงสร้างและหน้าที่ของตา

1. ลูกตา (eyeball or globe) ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ชั้น ได้แก่
 - a. ชั้นนอก เรียก สเคลรา (sclera)
 - b. ชั้นกลางเป็นชั้นของเส้นเลือดเรียกว่า คลอรอย (choroids)
 - c. ชั้นในสุดเป็นชั้นเส้นประสาท เรียกว่า เรตินา (retina)
2. โครงสร้างลูกตาทั้งสามชั้นบริเวณด้านหน้ามีการปรับเปลี่ยนเพื่อเปิดให้แสงเข้า และลูกตามีลักษณะนูนออกมา
3. ทางด้านหน้าลูกตา ชั้นนอกเป็นกระจกตา (cornea) ชั้นกลางเรียกว่า uvea ประกอบด้วย ม่านตา (iris) เลนส์ (lens) และ (ciliary body) ไม่มีชั้น retina
4. ภายในลูกตา มีช่องว่าง 3 ช่อง ได้แก่
 - a. ช่องว่างทางด้านหน้า เรียกว่า anterior chamber เป็นช่องระหว่าง กระจกตา (cornea) และม่านตา (iris)
 - b. ช่องด้านหลัง เรียก posterior chamber เป็นช่องระหว่างม่านตา (iris) และ เลนส์ (lens)
 - c. ช่องด้านหลังสุดเรียกว่า vitreous chamber คือช่องว่างขนาดใหญ่สุดที่อยู่ด้านหลัง เลนส์
5. ภายในช่อง anterior chamber และ posterior chamber มีของเหลวคล้ายเจลลี่ (jelly-like fluid) บรรจุอยู่เรียกว่า aqueous humour
6. ภายในช่อง vitreous chamber มีของเหลวคล้ายเจลลี่ บรรจุอยู่เรียกว่า vitreous humour
7. หน้าที่ของของเหลวในลูกตา (humour) คือ
 - a. เป็นสารอาหารให้ลูกตา
 - b. กำจัดของเสียในลูกตา
 - c. รักษาความดันในลูกตา และรักษารูปร่างของลูกตาในการรับและการหักเหของแสง
8. ปริมาณแสงเข้าลูกตาถูกควบคุมโดยขนาดรูม่านตา (pupil) ซึ่งขนาดรูม่านตาควบคุมโดยกล้ามเนื้อม่านตา

9. การหักเหของแสงและการจัดตำแหน่งของภาพ (focusing) ในจอร์รับภาพ เกิดขึ้นได้สามที่ คือ
 - a. เมื่อแสงผ่านกระจกตา
 - b. เมื่อแสงผ่านของเหลวในลูกตา
 - c. เมื่อแสงผ่านเลนส์ เลนส์สามารถปรับรูปร่างได้ โดยการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อยึดเลนส์ (muscular ciliary body)
10. แสงที่ตกกระทบจอตา หรือ retina เซลล์รับแสงรับแสงเปลี่ยนเป็นสัญญาณประสาท (impulse) ส่งต่อให้เซลล์ประสาท bipolar และส่งต่อเซลล์ประสาทในเส้นประสาท optic nerve ต่อไป
11. ในสัตว์แสงสามารถสะท้อนกระเซลล์รับแสงได้อีกครั้งหนึ่งโดยโครงสร้างที่อยู่ใน choroid เรียกว่า tapetum ซึ่งเปรียบเสมือนแถบกระจกสะท้อน
12. เซลล์รับแสงมีสองชนิด คือ
 - a. เซลล์รับแสงรูปแท่ง (rod) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็นสีดํา และขาว (ทำงานตอนกลางคืน)
 - b. เซลล์รับแสงรูปโคน (cone) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็นสีต่าง ๆ (ทำงานตอนกลางวัน)
13. ในสุนัข และแมว ที่ retina มีเซลล์รับแสงชนิด แท่งเป็นหลัก ส่วนชนิด โคนมีเพียงเล็กน้อย ทำให้สุนัขมองเห็นสีได้อย่างจำกัด หรืออาจกล่าวได้ว่าสุนัขตาบอดสีก็ได้ คือ มองเห็นสีได้สองสี (dichromatic vision) คือ ขวากับดํา แต่ในคน และสัตว์กลุ่มไพรเมต (primate) บางชนิดสามารถเห็นสีได้สามสี (trichromatic vision) คือแม่สี ทั้งสาม ได้แก่ แดง น้ำเงิน และ เหลือง)
14. เส้นประสาทคู่ที่สอง optic nerve ที่ออกจากตาทั้งสองข้างจะไขว้ กัน (มาจากตาซ้ายไขว้ไปทางด้านขวา มาจากตาขวาไขว้ไปทางด้านซ้าย) บริเวณก้านสมองก่อนเข้าสู่สมองส่วน ซีรีบรัม (cerebrum)

แบบฝึกหัดที่ 22.1 จงเลือกคำตอบที่ให้มาเติมลงในช่องว่างที่ตรงกับโครงสร้างในภาพที่ 22.2 รูปวาดโครงสร้างของลูกตาสัตว์



ภาพที่ 22.2 รูปวาดโครงสร้างของลูกตาสัตว์

แบบฝึกหัดที่ 22.2 นักศึกษาจับคู่ระหว่างข้อความด้านซ้ายมือกับคำด้านขวามือให้ถูกต้อง โดยการลากเส้นเชื่อมโยงกัน

1. ชั้นของลูกตาที่เป็นที่อยู่ของเส้นเลือด
2. โครงสร้างด้านหน้าที่ประกอบด้วย choroid, iris และ ciliary body
3. โครงสร้างลักษณะโค้ง ทำหน้าที่รวมแสงเพื่อให้ตกลงบนจุดโฟกัสที่จอตา
4. โครงสร้างโปร่งใสด้านหน้าลูกตา แสงสามารถผ่านได้
5. จุดบอด ที่อยู่บนจอตา
6. ส่วนที่อยู่ในชั้น Choroids สะท้อนแสงกลับไปกระทบเซลล์รับแสงอีกครั้ง ทำให้สัตว์มองเห็นในที่มืด ดีกว่ามนุษย์
7. เซลล์รับแสง (photoreceptor)
8. รูที่ยอมให้แสงผ่านเข้าได้ สามารถเปิดกว้างและปิดแคบลงได้
9. ชั้นนอกของลูกตา ที่มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเป็นองค์ประกอบช่วยป้องกันลูกตา

Optic disc
Pupil
Choroids
Lens
Uvea
Rods and cones
Sclera
Cornea
Tapetum

แบบฝึกหัดที่ 22.3 จงเรียงลำดับเหตุการณ์ก่อนหลังการเกิดเห็นภาพในตา โดยใช้หมายเลขลำดับเหตุการณ์ไว้หน้าหัวข้อ

	ปริมาณแสงเข้าสู่รูม่านตา ขึ้นกับขนาดของรูม่านตา ทั้งนี้ขนาดรูม่านตาถูกควบคุมโดยกล้ามเนื้อเรียบที่ม่านตา
	เซลล์ประสาท bipolar ที่ต่ออยู่กับเซลล์รับภาพ ส่งกระแสประสาทเข้าสู่สมองทางเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 (optic nerve)
	เซลล์รับภาพ (photoreceptor cells) ในจอตา จับภาพ
	แสงผ่านเข้าตากระทบกระจกตา และกระจกตาปรับแสงให้ตกกระทบจอตา
	แสงที่ไม่ตกเซลล์รับแสง จะถูกปรับหรือทำให้หักเหเข้ากระทบโดย tapetum
	เลนส์ปรับแสงให้ตกกระทบจุด focus ที่ม่านตา โดยอาศัยกล้ามเนื้อยึดเลนส์
	แสงผ่านหักเหผ่านเข้าสู่ของเหลว aqueous humour
	แสงหักเหผ่านเข้าสู่ของเหลว vitreous humour

โครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบของตา

1. โครงรอบตาโครงสร้างที่เป็นส่วนประกอบของตา หรือ adnexa ประกอบด้วย
 - a. เบ้าตา และกระโอบ ๆ เบ้าตา (orbit)
 - b. กล้ามเนื้อ (muscle)
 - c. เยื่อตาขาว (conjunctiva)
 - d. หนังตา (eyelids)
 - e. ขนตา (eyelashes)
 - f. ระบบผลิตน้ำตา (lacrimal apparatus)
2. เบ้าตาเป็นที่อยู่ของลูกตา ในเบ้าตามีไขมันและกล้ามเนื้อ ช่วยป้องกันอันตรายต่อลูกตา กระดูกที่ประกอบเป็นเบ้าตาประกอบด้วย
 - a. กระดูกกรามบน (maxilla)
 - b. กระดูกหน้าผาก (frontal)
 - c. ส่วนโค้งของกระดูกแก้มและขมับ (zygomatic arch)
 - d. กระดูก lacrimal
 - e. กระดูก sphenoid
3. กล้ามเนื้อ ทำหน้าที่กรอกลูกตา ประกอบด้วย
 - a. กล้ามเนื้อที่ยึดลูกตาด้านข้าง (ด้านนอก เรียกว่า lateral rectus muscle และด้านใน เรียกว่า medial rectus muscle ทำหน้าที่กรอกลูกตาไปด้านข้าง
 - b. กล้ามเนื้อที่ยึดลูกตาด้านบน เรียกว่า dorsal rectus muscle และด้านล่างเรียกว่า ventral rectus muscle ทำหน้าที่กรอกลูกตาขึ้นลง
 - c. กล้ามเนื้อ retractor muscle ทำหน้าที่ยึดลูกตาไว้ในเบ้าตา

- d. กล้ามเนื้อยึดลูกตาในแนวเฉียงทางด้านบน เรียก dorsal oblique muscle และในแนวเฉียงทางด้านล่างเรียกว่า ventral oblique muscle ทำหน้าที่หมุนลูกตา
 - e. กล้ามเนื้อที่หนังตา เรียกว่า palpebral muscle
4. หนังตา (eyelid หรือ palpebrae ถ้าอันเดียวเรียกว่า palpebra) ประกอบด้วยชั้นพังผืด (fibrous) ที่ปกคลุมด้วยหนัง และ หนังตาด้านในติดกับลูกตา เรียกว่า เยื่อตาขาว (conjunctiva) ซึ่งเป็นเยื่อเมือก (mucus membrane) โพรงใต้หนังตาระหว่างหนังตาด้านในหรือ conjunctiva กับลูกตา เรียกว่า fornix
 5. หนังตาบนและล่างเชื่อมต่อกันด้านข้างทำให้เกิด มุมตาด้านนอก เรียก lateral canthus และมุมตาด้านใน เรียก medial canthus
 6. ที่หนังตามีต่อมไขมัน เรียก meibomian gland ทำหน้าที่ผลิตไขมันหลังออกมาผสมกับ น้ำตาประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อประกอบเป็นฟิล์มน้ำตา
 7. หนังตาที่สาม (third eyelid) เป็นหนังตาทางมุมตาด้านใน ปกคลุมด้วยชั้นเยื่อเมือกทั้งบนและล่าง ภายในมีกระตุกอ่อน ต่อมน้ำเหลือง และต่อมน้ำตาในสุนัขมีส่วนในผลิตน้ำตาประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์
 8. ขนตา (eyelashes) คือขนบริเวณขอบหนังตาป้องกันอันตรายต่อลูกตา ในสัตว์กินเนื้อ ไม่มีขนตาที่แท้จริง แต่เป็นขนที่ผิวหนังจนถึงขอบตาเท่านั้นเอง
 9. ต่อมสร้างน้ำตาอยู่ที่ด้านบนทางด้านข้างของลูกตา เป็นต่อมหลักที่สร้างน้ำตาออกมาหล่อลื่นลูกตา และเพิ่มความใสให้กับกระจกตา
 10. น้ำตาที่หลังจากต่อมน้ำตาจะไหลขลิบลูกตาลงด้านล่าง และไหลเข้าสู่ท่อน้ำตาที่มีรูเปิดบริเวณหนังตาด้านบนและล่างทางมุมตาด้านใน เรียกรูเปิดนี้ว่า lacrimal punctae ท่อน้ำตาจะส่งน้ำตาเข้าไปในช่องจมูกทางท่อน้ำตา nasolacrimal duct

แบบฝึกหัดที่ 22.4 จงเติมตัวอักษรในช่องสี่เหลี่ยมเพื่อให้ได้คำที่ตรงกับคำอธิบายด้านล่าง

1						2			3			4
				5								
		6					7					
					8						9	
10												
					11							
				12								
	13											
				14					15			
							16					
	17											

แนวนอน

1. ของเหลวในตาที่พบอยู่ด้านช่องด้านหน้าเลนส์และหลังเลนส์
3. ของเหลวที่ไหลจากต่อมน้ำตาเพื่อสร้างความชุ่มชื้นให้ลูกตา
5. ลักษณะของรูม่านตาในสภาวะที่มีแสงน้อย
8. ส่วนที่อยู่ในชั้น Choroids ทำหน้าที่สะท้อนแสงทำให้สัตว์มองเห็นในที่มืด
10. เส้นประสาททสมองคู่ที่ 2
11. ต่อมน้ำที่สร้างน้ำตา (tear)
13. ช่อง หรือ ของม่านตา
14. ส่วนกล้ามเนื้อที่ทำให้ตามีสี
16. จุดที่สัตว์มอง
17. เอ็น หรือ ligament ที่ยึดเลนส์ไว้

แนวตั้ง

1. ที่ทางด้านหน้าของตา อยู่ระหว่างกระจกตา และม่านตา
2. ส่วนตาขาว
4. เซลล์รับแสง ที่เกี่ยวข้องกับ การมองเห็น ขาว-ดำ
5. สัตว์ที่ไม่มีขนตาที่แท้จริง
6. ชั้นของลูกตาที่เป็นตำแหน่งต่อกับเส้นประสาท
7. มุมตาด้านใน
9. ต่อมน้ำมันที่หนังตา ทำหน้าที่ผลิตไขมัน
12. ช่องที่อยู่ของลูกตา
13. จุดเชื่อมต่อระหว่าง sclera กับ cornea
15. จำนวนรูเปิด (lacrimal punctae) ท่อน้ำตา