

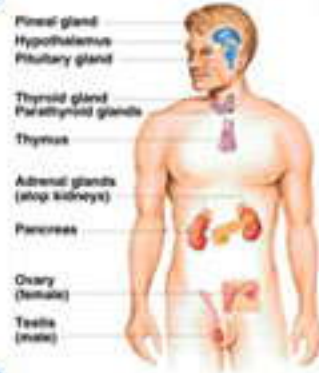
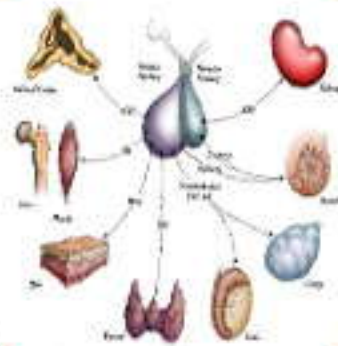


ชุดการสอน

วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243

หน่วยที่ 1

เรื่อง ต่อมไร้ท่อ และฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ และอวัยวะที่สำคัญ



นางจิตตราภรณ์ ธรรมแพทย์

โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยนาท

อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท

องค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยนาท

กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

กระทรวงมหาดไทย

คำนำ

ชุดการสอน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ เป็นชุดการสอนที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีการเรียบเรียงเนื้อหาตามมาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้อย่างละเอียดตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้

ชุดการสอนชุดนี้ประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดการสอนของครู แผนการจัดการเรียนรู้ ชุดการสอนสำหรับนักเรียน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งถ้านักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาและฝึกกิจกรรมตามขั้นตอน จะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนมากขึ้น สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้เต็มศักยภาพ ส่งเสริมและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ได้

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการสถานศึกษาโรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดชัยนาท ผู้เชี่ยวชาญ คณะครู ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำในการจัดทำชุดการสอนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดการสอนชุดนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้เรียน ครูผู้สอน และผู้ที่สนใจ ได้นำไปใช้ในการพัฒนาเยาวชน เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข

นางจิตตราภรณ์ ธรรมแพทย์



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ.....	ก
สารบัญ.....	ข
สารบัญภาพ.....	ค
คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดการสอน.....	1
คำแนะนำการใช้ชุดการสอนสำหรับครู.....	2
คำแนะนำการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน.....	3
ลำดับขั้นการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน.....	4
มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้.....	5
บัตรคำสั่ง.....	6
แบบทดสอบก่อนเรียน.....	7
บัตรเนื้อหา.....	10
บัตรคำถาม.....	18
บัตรเฉลยคำถาม.....	20
แบบทดสอบหลังเรียน.....	22
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน.....	25
บรรณานุกรม.....	26



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	แสดงตำแหน่งของต่อมไร้ท่อสำคัญในร่างกายมนุษย์ชายและหญิง.....	10
1.2	ความผิดปกติของฮอร์โมน (growth hormone) จากต่อมใต้สมองในวัยเด็ก ถ้าฮอร์โมนมีมากเกินไปจะเป็นโรคใจแกนดิซิม (gigantism - คนสูง).....	11
1.3	ความผิดปกติของฮอร์โมน (growth hormone) จากต่อมใต้สมองในวัยเด็ก ถ้าฮอร์โมนน้อยเกินไปจะเป็นโรคควอร์ฟิซิม (dwarfism - คนเตี้ย).....	12
1.4	แสดงผลการทดลองศึกษาการเจริญของหงอนและเหนียงคอของไก่เพศผู้.....	13
1.5	โครงสร้างของต่อมไร้ท่อ.....	14
1.6	โครงสร้างของต่อมมีท่อ.....	15
1.7	สูตรโครงสร้างของฮอร์โมนกลุ่มสเตอรอยด์.....	16
1.8	สูตรโครงสร้างของฮอร์โมนกลุ่มเอมีน.....	17
1.9	สูตรโครงสร้างของฮอร์โมนกลุ่มเพปไทด์.....	18



คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดการสอน

ชุดการสอน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สร้างขึ้นเพื่อให้ครูนำไปใช้เป็นสื่อวัตกรรมการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนได้ศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ยึดหลักการทำงานร่วมกัน ให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ชุดการสอนประกอบด้วย คำชี้แจงเกี่ยวกับชุดการสอน คำแนะนำการใช้ ชุดการสอนสำหรับครู คำแนะนำการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน ลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอน มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา แบบทดสอบก่อนเรียน บัตรการทดลอง บัตรเฉลยการทดลอง บัตรคำถาม บัตรเฉลยคำถาม แบบทดสอบหลังเรียน และเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ชุดการสอน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ มีทั้งหมด 13 ชุด ดังนี้

ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ต่อมไร้ท่อ ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ

ชุดการสอนที่ 2 เรื่อง ต่อมไพเนียล

ชุดการสอนที่ 3 เรื่อง ต่อมใต้สมอง

ชุดการสอนที่ 4 เรื่อง ต่อมไทรอยด์

ชุดการสอนที่ 5 เรื่อง ต่อมพาราไทรอยด์

ชุดการสอนที่ 6 เรื่อง ตับอ่อน

ชุดการสอนที่ 7 เรื่อง ต่อมหมวกไต

ชุดการสอนที่ 8 เรื่อง อวัยวะเพศ

ชุดการสอนที่ 9 เรื่อง รก

ชุดการสอนที่ 10 เรื่อง ต่อมไทมัส

ชุดการสอนที่ 11 เรื่อง ภาวะอาหารและลำไส้เล็ก

ชุดการสอนที่ 12 เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายด้วยฮอรโมน

ชุดการสอนที่ 13 เรื่อง พีโรโมน

คำแนะนำการใช้ชุดการสอนสำหรับครู

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ครูผู้สอนควรเตรียมความพร้อมและปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. ครูต้องเตรียมวัสดุในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังต่อไปนี้
 - 1.1 จัดเตรียมชุดการสอน
 - 1.2 อุปกรณ์ต่างๆ ตามที่ระบุไว้ในชุดการสอน
 - 1.3 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 7 คน โดยคละความสามารถ ดังนี้
นักเรียนเก่ง 1 คน เรียนอ่อน 1-2 คน เรียนปานกลาง 3 – 4 คน
2. ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจบทบาทของตนเอง ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้
3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนแต่ละคนทราบ
4. แจกชุดการสอนให้นักเรียนศึกษาและแนะนำวิธีใช้ชุดการสอน เพื่อนักเรียนจะได้ปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง
5. ครูดำเนินการสอนตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
6. หากนักเรียนบางคนเรียนไม่ทัน ครูควรให้คำแนะนำหรืออาจมอบหมายงานหรือเอกสารให้ศึกษาเพิ่มเติมในเวลาว่าง
7. หลังจากนักเรียนศึกษาชุดการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูและนักเรียนควรช่วยกันสรุปผลการเรียนรู้ และให้นักเรียนทำบัตรกิจกรรม บัตรคำถามและแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมทั้งเก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย
8. ครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกตลอดกิจกรรมการเรียนการสอน

คำแนะนำการใช้ชุดการสอนสำหรับนักเรียน

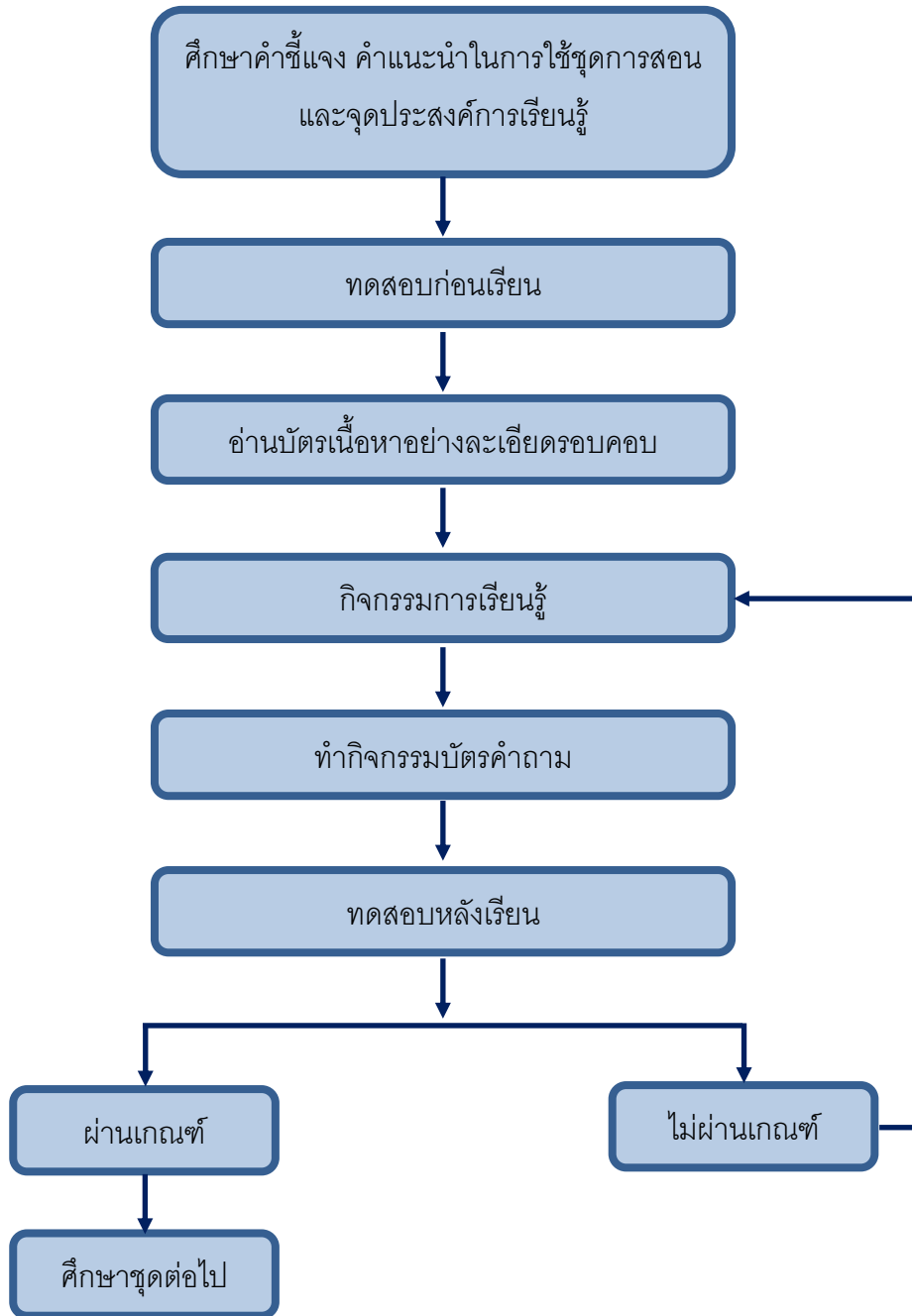
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ให้นักเรียนศึกษาปฏิบัติตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ศึกษาคำชี้แจงการใช้ชุดการสอนและจุดประสงค์การเรียนรู้ให้เข้าใจ
2. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยความซื่อสัตย์
3. ศึกษารายละเอียดของบัตรเนื้อหา และบัตรคำถาม ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง
4. ปฏิบัติกิจกรรมตามบัตรคำถามทีละขั้นตอนอย่างรอบคอบ ชักถามและอภิปรายอย่างเต็มความสามารถ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความรับผิดชอบ
5. ปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจและปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด หากมีข้อสงสัยให้ชักถามครูผู้สอนจนเข้าใจ
6. การปฏิบัติกิจกรรมแต่ละชุดการสอนควรทำให้เสร็จทันตามกำหนดเวลา
7. ตรวจสอบคำตอบจากบัตรเฉลยคำถาม
8. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยความซื่อสัตย์
9. ตรวจสอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
10. ครูรวบรวมคะแนนและจัดบันทึกคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรม
11. เก็บวัสดุอุปกรณ์และทำความสะอาดสถานที่ให้เรียบร้อย

การประเมินผลการเรียน

1. การประเมินด้านความรู้ โดยใช้
 - 1.1 แบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน
 - 1.2 บัตรคำถาม
2. การประเมินผลระหว่างเรียน โดยใช้
 - 2.1 แบบประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน
 - 2.2 แบบประเมินพฤติกรรมด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
 - 2.3 แบบประเมินพฤติกรรมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน



แผนภูมิ ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอน เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

ชุดการสอน วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ว30243

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ชุดการสอนที่ 1 เรื่อง ต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ

เวลาเรียน 100 นาที

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และอธิบายตำแหน่งโครงสร้างและหน้าที่ของต่อมไร้ท่อที่สำคัญของคน รวมทั้งชนิดของฮอร์โมนที่สำคัญที่สร้างขึ้นจากต่อมไร้ท่อ
2. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปกลไกการควบคุมการทำงานของฮอร์โมนพร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของฮอร์โมนกับฟีโรโมน รวมทั้งยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากฮอร์โมนและฟีโรโมนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนวิเคราะห์ อภิปราย และสรุปผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาการเจริญของลักษณะที่สองของเพศในไก่ และให้ความหมายของฮอร์โมน
2. นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ ระบุตำแหน่งของต่อมไร้ท่อที่สำคัญในร่างกายของคน
3. นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการควบคุมการทำงานของร่างกายโดยระบบประสาทกับระบบต่อมไร้ท่อ

บัตรคำสั่ง

คำชี้แจง ให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอน และเวลาที่กำหนด

ขั้นตอนการปฏิบัติ	เวลาที่ใช้ (นาที)
1. นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของตนเอง	10
2. นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการปฏิบัติกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมาย ดังนี้	
2.1 นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากบัตรเนื้อหา เรื่อง ต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ และอวัยวะที่สำคัญ	30
2.2 นักเรียนร่วมกันทำบัตรคำถาม เรื่อง ต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ	30
2.3 นักเรียนทุกคนร่วมกันประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมโดยการตรวจคำตอบจากบัตรเฉลยคำถาม	20
3. นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนเกณฑ์การประเมินได้ร้อยละ 80 ขึ้นไปให้ผ่าน แต่ถ้านักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ให้กลับไปทบทวนบัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม และบัตรคำถามอีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจอีกครั้งหนึ่ง	10
รวม	100

แบบทดสอบก่อนเรียน

คำชี้แจง แบบทดสอบ เรื่อง ต่อมไร้ท่อ ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ
จำนวน 10 ข้อ คะแนน 10 คะแนน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท
(×) ลงในกระดาษคำตอบ

1. สมบัติในข้อใดที่พบในฮอรโมนทุกชนิด
 - ก. มีอิทธิพลต่อการเจริญ
 - ข. เคลื่อนที่ไปตามการหมุนเวียนเลือด
 - ค. เปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเซลล์ที่ห่างไกล
 - ง. มีกิจกรรมทางเคมีเดียวกันในสัตว์ต่างชนิด
2. ฮอรโมนส่วนใหญ่เป็นสารประเภทใด
 - ก. เอมิน ไขมัน วิตามิน
 - ข. เอมิน โปรตีน เกลือแร่
 - ค. โปรตีน เอมิน สเตอรอยด์
 - ง. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน
3. ข้อใดเป็นแหล่งผลิตฮอรโมนในคน
 - ก. เนื้อเยื่อหรือต่อมมีท่อ
 - ข. เนื้อเยื่อหรือต่อมไร้ท่อ
 - ค. ต่อมมีท่อหรือต่อมไร้ท่อ
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก. ข้อ ข. และ ข้อ ค.
4. อวัยวะในข้อใดเป็นได้ทั้งต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อ
 - ก. ไต
 - ข. ตับอ่อน
 - ค. ต่อมไทรอยด์
 - ง. กระจกตาอาหาร

5. การทดลองของเบอร์โทลต์นั้น ทำการตัดอณูอะลูมิเนียมออก โดยชุดแรกเบอร์โทลต์
ดูการเจริญเติบโตของลูกไก่ที่ถูกตัดอณูในระยะเวลาต่อๆ ไป ส่วนชุดที่สองเป็นลูกไก่ที่ถูกตัดอณู
ออกเหมือนกัน แต่เบอร์โทลต์นำอวัยวะได้ใส่เข้าไปในบริเวณที่ลูกไก่ถูกตัดอณูออก
- ก. ไข่ลูกไก่ตัวอื่นแต่ไม่ได้ใส่ไว้ในตำแหน่งอณูอะลูมิเนียม
 - ข. อณูอะลูมิเนียมตัวอื่นแต่ไม่ได้ใส่ไว้ในตำแหน่งอณูอะลูมิเนียม
 - ค. ไข่ลูกไก่ตัวอื่นนำไปใส่ไว้ในบริเวณอณูอะลูมิเนียมที่ถูกตัดออก
 - ง. อณูอะลูมิเนียมตัวอื่นนำไปใส่ไว้ในบริเวณอณูอะลูมิเนียมที่ถูกตัดออก
6. ฮอริโมนที่เป็นเปปไทด์มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเซลล์เป้าหมายอย่างไร
- ก. ไฮโปทาลัสซิมที่ไม่ได้พัฒนา
 - ข. ย่อยช่องที่อยู่ในพลาสมาเมมเบรนของเซลล์
 - ค. ผ่านรหัสของมันไปยังรหัสซึ่งอยู่ภายในเซลล์
 - ง. เข้าไปในเซลล์และเปลี่ยนแปลงลักษณะของยีน
7. จากการทดลองของเบอร์โทลต์นั้น ทดลองตัดอวัยวะใดของลูกไก่
- ก. ไข่
 - ข. หงอน
 - ค. อณูอะลูมิเนียม
 - ง. เหนียง
8. กลุ่มเซลล์ที่เป็นเป้าหมายของฮอริโมนจะต้องมีลักษณะอย่างไร
- ก. ไฮโปทาลัสซิมที่ไม่ได้พัฒนา
 - ข. มีท่อพิเศษให้ฮอริโมนเคลื่อนที่ผ่าน
 - ค. มีถุงสำหรับเก็บฮอริโมนในปริมาณมาก
 - ง. ตัวรับพิเศษซึ่งเกี่ยวข้องกับการจับฮอริโมน

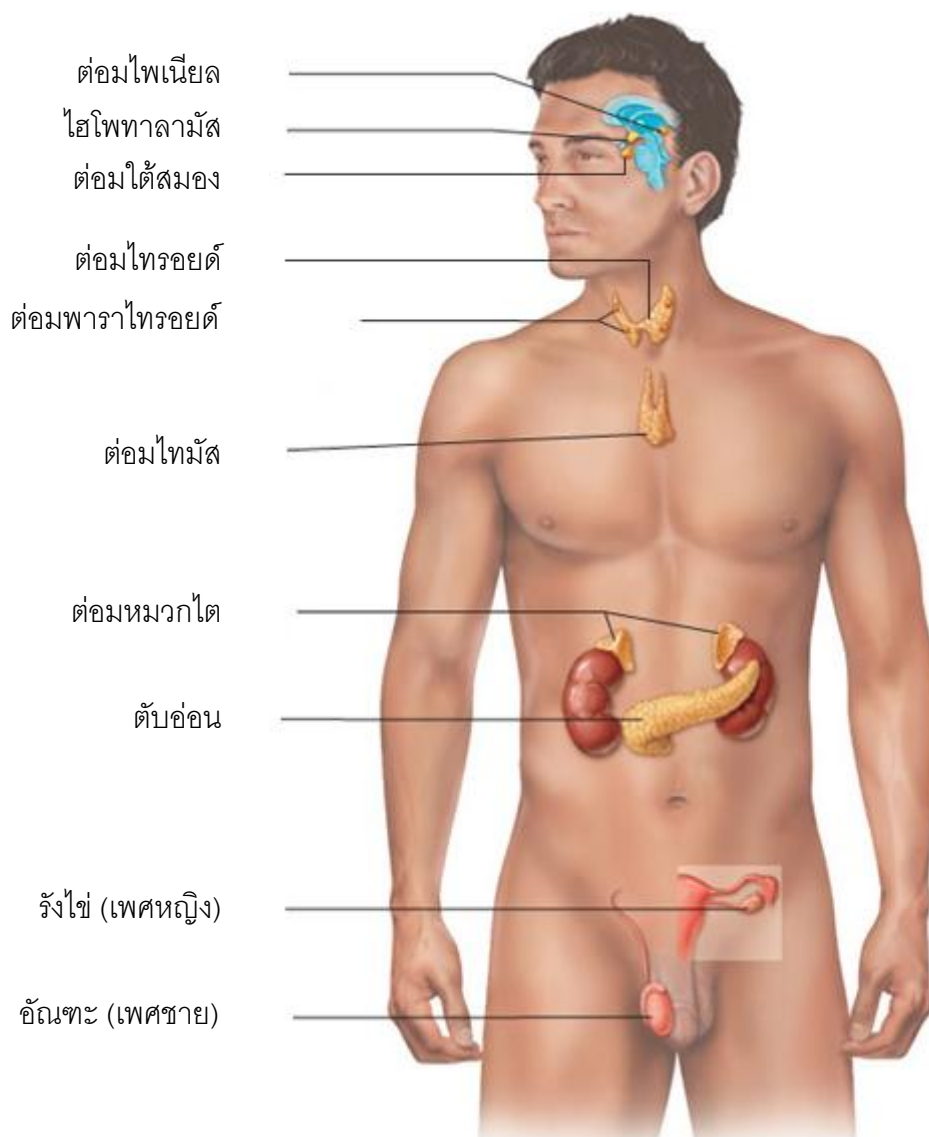
9. ข้อใดไม่ใช่สมบัติและลักษณะของต่อมไร้ท่อ

- ก. สร้างสารเคมีที่เรียกว่า ฮอรโมน
- ข. ลำเลียงสารส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายทางท่อลำเลียง
- ค. ลำเลียงสารส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายทางกระแสเลือด
- ง. เป็นเซลล์สำคัญที่เรียงตัวเป็นกลุ่ม ขดเป็นกลุ่ม หรือแผ่น มีเส้นเลือดฝอยมาก

10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับฮอรโมน

- ก. ฮอรโมนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมักมีหน้าที่อย่างเดียวกัน
- ข. ฮอรโมนถูกสร้างขึ้นในเซลล์พิเศษที่มีตำแหน่งอยู่ในต่อมไร้ท่อ
- ค. ฮอรโมนเป็นสารเคมีที่ส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายทางกระแสเลือด
- ง. ฮอรโมนมีการควบคุมกันเอง โดยอาศัยกลไกการควบคุมแบบย้อนกลับ

บัตรเนื้อหา



ภาพที่ 1.1 แสดงตำแหน่งของต่อมไร้ท่อสำคัญในร่างกายมนุษย์
ที่มา ดัดแปลงจาก <http://rheumatoidarthritisbio2.weebly.com/endocrine-system.html>

สืบค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2558

ระบบต่างๆ ของร่างกายมีการทำงานประสานกัน เพื่อให้กิจกรรมต่างๆ ของชีวิตเป็นไปอย่างราบรื่น ระบบที่สำคัญที่ช่วยให้ร่างกายมีการประสานงานของอวัยวะต่างๆ มีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบประสาท (nervous system) และระบบต่อมไร้ท่อ (endocrine system) ระบบประสาททำหน้าที่ควบคุมการทำงานของร่างกาย โดยอาศัยเซลล์ประสาทและเส้นใยประสาทเพื่อนำกระแสประสาท (impules) ไปควบคุมประสานงานระหว่างอวัยวะที่อยู่ห่างไกล การควบคุมโดยระบบประสาทจะเกิดอย่างรวดเร็วฉับไว แต่ให้ผลไม่นานเพื่อให้ร่างกายตอบสนองต่อภัยอันตรายในทันทีทันใด ส่วนระบบต่อมไร้ท่อเป็นระบบสื่อสารภายในร่างกายทำหน้าที่ควบคุมประสานกับการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย มีลักษณะการทำงานที่ค่อนข้างช้า ค่อยเป็นค่อยไป แต่ให้ผลการทำงานนาน เช่น ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย โดยระบบต่อมไร้ท่อจะสร้างสารเคมีที่ เรียกว่า **ฮอร์โมน (hormone)** ส่งไปตามระบบหมุนเวียนเลือดไปยังอวัยวะเป้าหมาย (target organ) ซึ่งเป็นอวัยวะที่จะตอบสนองต่อฮอร์โมนเหล่านี้ ดังภาพที่ 1.1

ถ้าระบบต่อมไร้ท่อผิดปกติ ซึ่งอาจเนื่องจากการสร้างหรือการหลั่งฮอร์โมนมากเกินไปหรือน้อยเกินไป ก็จะทำให้เกิดความผิดปกติแก่ร่างกาย ดังภาพที่ 1.2 และ 1.3



ภาพที่ 1.2 ความผิดปกติของฮอร์โมน (growth hormone) จากต่อมใต้สมองในวัยเด็กถ้าฮอร์โมนมีมากเกินไปจะเป็นโรคใจแกนตีซิม (gigantism - คนสูง)

ที่มา <http://www.thaigoodview.com/node/89680> สืบค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2558



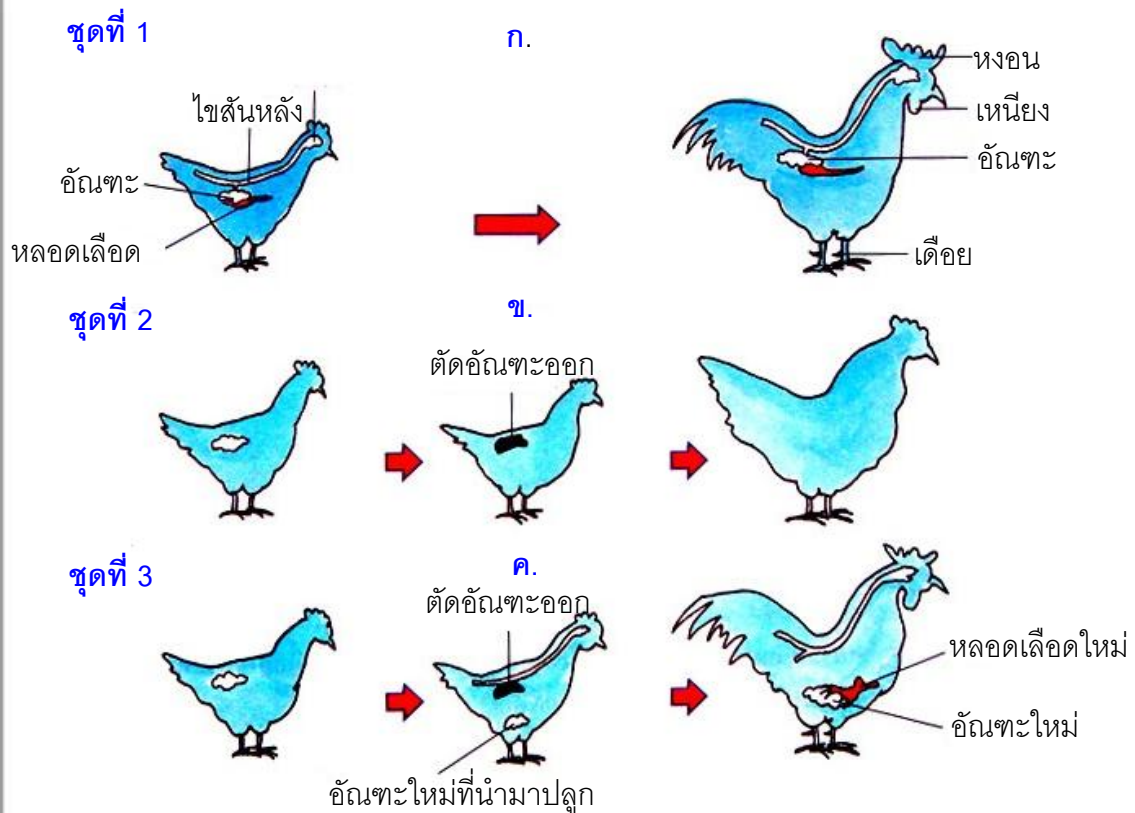
ภาพที่ 1.3 ความผิดปกติของฮอร์โมน (growth hormone) จากต่อมใต้สมองในวัยเด็ก

ถ้าฮอร์โมนน้อยเกินไปจะเป็นโรคควอร์พีซิม (dwarfism - คนเตี้ย)

ที่มา <http://en.wikipedia.org/wiki/Dwarfism> สืบค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2558

ประวัติความเป็นมาของต่อมไร้ท่อ

ในปี พ.ศ. 2391 นักสรีรวิทยาชาวเยอรมันชื่อ อาร์โนลด์ เอ. เบร์ทโฮลด์ (Arnold A. Berthold) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของลูกไก่เพศผู้ไปเป็นไก่เพศผู้ที่โตเต็มวัย โดยจัดการทดลองเป็น 3 ชุด ชุดแรกให้ลูกไก่เจริญตามปกติ ชุดที่ 2 เบร์ทโฮลด์ ตัดอวัยวะของลูกไก่ออก แล้วเฝ้าสังเกตลักษณะของลูกไก่จนเจริญเป็นไก่ที่โตเต็มวัย พบว่า ไก่ตัวนี้จะมีลักษณะคล้ายไก่เพศเมีย คือ มีหงอน เหนียงสั้น ขนหางสั้นและมีนิสัยไม่ค่อยต่อสู้กับไก่ตัวอื่นๆ ชุดที่ 3 เบร์ทโฮลด์ ตัดอวัยวะของลูกไก่ออก จากนั้นนำอวัยวะของลูกไก่อีกตัวหนึ่งมาปลูกถ่ายลงในบริเวณช่องท้องตรงตำแหน่งที่ต่ำกว่าตำแหน่งอวัยวะเดิม จากการตรวจสอบ พบว่า อวัยวะใหม่มีหลอดเลือดมาหล่อเลี้ยงและสามารถทำงานได้ เมื่อติดตามสังเกตลักษณะของลูกไก่จะเป็นไก่ปกติทั่วไป คือ มีหงอน เหนียงยาว ขนหางยาว และมีนิสัยรักการต่อสู้ ปราดเปรียว ดังภาพที่ 1.4



ภาพที่ 1.4 แสดงผลการทดลองศึกษาการเจริญของหงอนและเหนียงคอของไก่เพศผู้

ชุดที่ 1 ลูกไก่เพศผู้ที่เจริญตามปกติ

ชุดที่ 2 ลูกไก่เพศผู้ที่ถูกตัดอวัยวะ

ชุดที่ 3 ลูกไก่เพศผู้ที่มีการปลูกอวัยวะให้ใหม่

ที่มา ดัดแปลงจาก <http://www.vcharkarn.com/lesson/1408> สืบค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2558

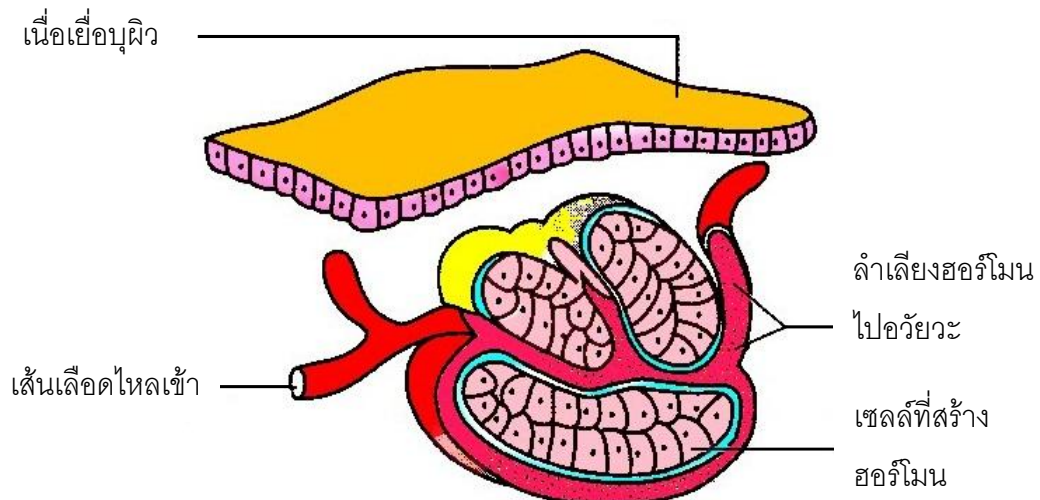
จากการทดลองที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าบริเวณตำแหน่งของอวัยวะกับหงอน และเหนียงนั้นอยู่ห่างไกลกัน แต่มีความสัมพันธ์กัน ต่อมาจึงทราบกันว่าอวัยวะควบคุมการเจริญของลักษณะที่สองของเพศในไก่ อันได้แก่ หงอนและเหนียง โดยอวัยวะเพศสร้างสารเคมีขึ้นมาแล้วส่งจากอวัยวะไปตามระบบหมุนเวียนเลือดไปยังหงอนและเหนียง สารเคมีที่อวัยวะเพศนี้เองเชื่อกันว่ามีบทบาทต่อการพัฒนาลักษณะที่เกี่ยวกับเพศ

ในระยะต่อมามีการศึกษา พบว่า ในร่างกายของแมลง สัตว์มีกระดูกสันหลังรวมทั้งคน มีกระบวนการสร้างสารเคมีหลายชนิด สารเคมีเหล่านั้นจะถูกลำเลียงไปตามระบบหมุนเวียนเลือด เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย ควบคุมลักษณะทางเพศ รวมทั้งควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ หลายระบบ เช่น ระบบสืบพันธุ์ ระบบขับถ่าย ตลอดจนกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย และเรียกสารเคมีนั้นๆ ว่า **ฮอร์โมน** โดยสร้างออกมาจากต่อมไร้ท่อ

ประเภทของต่อมไร้ท่อ

1. ต่อมไร้ท่อที่จำเป็นต่อชีวิต หมายถึง ต่อมไร้ท่อที่มีความสำคัญต่อร่างกาย โดยขาดไม่ได้ ถ้าต่อมผิดปกติสร้างฮอร์โมนไม่ได้ หรือต่อมถูกทำลายจะทำให้คนตายได้ ได้แก่ ต่อมพาราไทรอยด์ ไอส์เลตออฟแลงเกอร์ฮานส์ (ตับอ่อน) และอะดรีนัลคอร์เทกซ์ของต่อมหมวกไต

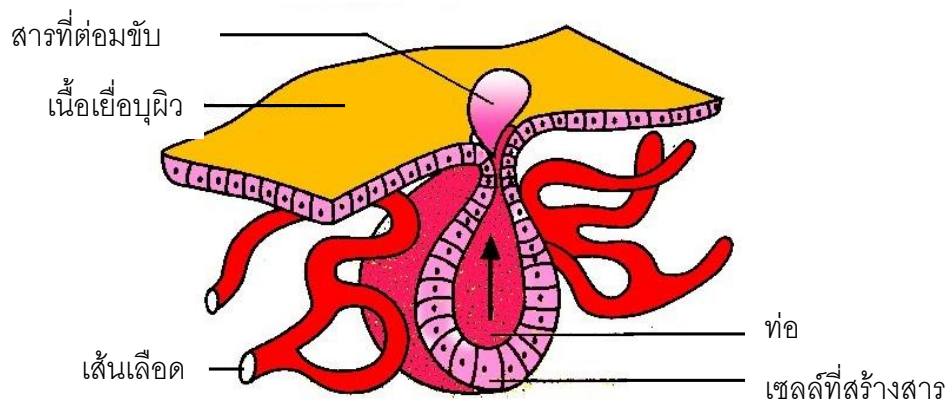
2. ต่อมไร้ท่อที่ไม่จำเป็นต่อชีวิต หมายถึง ต่อมไร้ท่อที่สร้างฮอร์โมนที่มีความสำคัญต่อร่างกาย หรือต่อมไร้ท่ออื่นๆ น้อย ร่างกายพอจะขาดได้ไม่ถึงตาย เมื่อขาดฮอร์โมนร่างกายจะแสดงอาการผิดปกติ ได้แก่ ต่อมใต้สมอง ต่อมไทรอยด์ อะดรีนัลเมดัลลาของต่อมหมวกไต ต่อมไพนีเยล ต่อมไทมัส อินเตอร์สติเชียลเซลล์ ฟอลลิเคิล และคอร์ปัสลูเทียม ดังภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.5 โครงสร้างของต่อมไร้ท่อ

ที่มา http://watchawan.blogspot.com/2010/05/blog-post_2433.html

สืบค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2558



ภาพที่ 1.6 โครงสร้างของต่อมมีท่อ

ที่มา http://watchawan.blogspot.com/2010/05/blog-post_2433.html

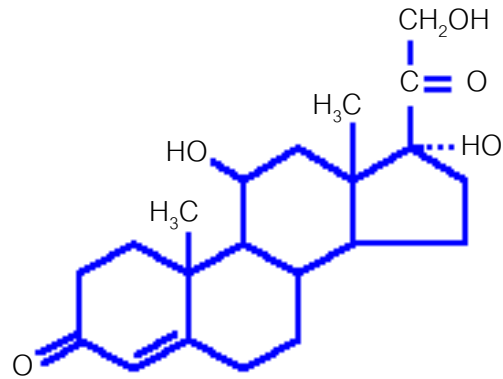
สืบค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2558

อวัยวะที่สร้างฮอร์โมน คือ ต่อมไร้ท่อ ซึ่งแตกต่างจากต่อมมีท่อ ดังภาพที่ 1.6 เช่น ต่อมไทรอยด์ ต่อมหมวกไต หรือต่อมเหงื่อที่มีท่อนำสารที่สร้างขึ้นออกไปจากต่อม แต่ต่อมไร้ท่อไม่มีท่อที่จะนำสารที่สร้างหรือที่เรียกกันว่า ฮอร์โมน ไปยังอวัยวะเป้าหมายต้องอาศัยการนำของระบบหมุนเวียนเลือดเป็นตัวนำไปและสามารถส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายได้ทั่วร่างกาย

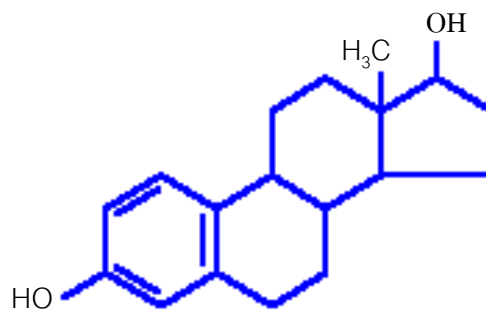
ประเภทของฮอร์โมน

1. กลุ่มสเตอรอยด์ (steroid hormone)

กลุ่มสเตอรอยด์ เป็นฮอร์โมนที่สร้างมาจากต่อมหมวกไต (adrenal gland) และฮอร์โมนเพศจากรังไข่ (ovary) และอัณฑะ (testis) สเตอรอยด์ฮอร์โมนไม่ละลายในน้ำ และไม่ถูกเก็บไว้ในต่อมที่สร้าง เมื่อสร้างขึ้นแล้วจะส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายในทันที ระดับฮอร์โมนค่อนข้างคงที่ ดังภาพที่ 1.7



คอร์ติซอล



อีสทราดิโอล

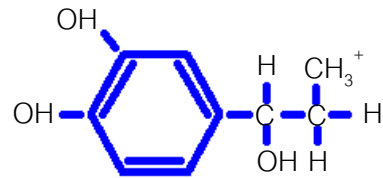
ภาพที่ 1.7 สูตรโครงสร้างของฮอร์โมนกลุ่มสเตอรอยด์

ที่มา ดัดแปลงจาก http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter1/steroid_hormone_structure.htm

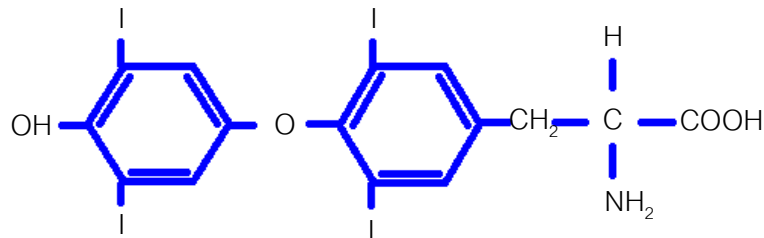
สืบค้นเมื่อ 18 ธันวาคม 2558

2. กลุ่มเอมีน (amines hormone)

กลุ่มเอมีน เป็นฮอร์โมนที่ได้จากกรดอะมิโนเชื่อมกันแล้วตัดหมู่คาร์บอกซิลออก จะได้เอมีน ฮอร์โมนกลุ่มนี้จะละลายน้ำได้สร้างขึ้นและเก็บไว้ในรูปแกรนูลหรือคอลลอยด์ มีระดับฮอร์โมนไม่แน่นอน สูงๆ ต่ำ ได้แก่ ฮอร์โมนไทรอกซิน (thyroxin) และแคทีโคลามีน (catecholamine) (ประกอบด้วยอะดรีนาลินและนอร์อะดรีนาลิน) ดังภาพที่ 1.8



นอร์เอพิเนฟริน



ไทรอกซีน

ภาพที่ 1.8 สูตรโครงสร้างของฮอร์โมนกลุ่มเอมีน

ที่มา ดัดแปลงจาก สมาน แก้วไวยุทธ. Hi-ED' s Biology ชีววิทยา ม.5 เล่ม 3 หน้า 162

3. กลุ่มเพปไทด์หรือโปรตีน (peptide hormone หรือ protein hormone)

กลุ่มเพปไทด์ หรือโปรตีน ประกอบด้วยกรดอะมิโนมาต่อกัน ฮอร์โมนนี้จะละลายน้ำได้ สร้างและเก็บไว้ในต่อมที่สร้างในรูปของแกรนูล และระดับฮอร์โมนเปลี่ยนแปลงเร็ว ได้แก่ ฮอร์โมนจากไฮโปทาลามัส ต่อมใต้สมอง ตับอ่อน และต่อมพาราไทรอยด์

บัตรคำถาม

เรื่อง ต่อมไร้ท่อ ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ต่อมไร้ท่อที่ถือว่าสำคัญต่อการคงอยู่ของชีวิต ถ้าตัดออกแล้วจะตายในระยะเวลาอันสั้น คือ

.....

.....

.....

.....

3. ฮอรโมน คืออะไร

.....

.....

.....

.....

4. แหล่งผลิตฮอรโมนได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

5. ฮอรโมนแบ่งออกเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง

.....

.....

.....

6. จากการทดลองของเบอร์โทลต์นั้น พอจะสรุปได้ว่าอันตรายน่าสร้างฮอรโมนใดและส่งไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย

.....

.....

.....

7. การที่ไก่อตัวผู้มีหองนและขนยาวกว่าตัวเมีย เป็นเพราะการทำงานของฮอรโมนใด

.....

.....

.....

8. อวัยวะเป้าหมาย (target organ) ของฮอรโมน หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

9. ต่อมไร้ท่อ คืออะไร

.....

.....

.....

10. กลุ่มสเตอรอยด์ เป็นฮอรโมนที่สร้างมาจากอวัยวะใด

.....

.....

.....

บัตรเฉลยคำถาม

เรื่อง ต่อมไร้ท่อ สฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อแตกต่างกันอย่างไร

ต่อมไร้ท่อเป็นต่อมที่สร้างฮอร์โมนออกมาแล้วจะอาศัยหลอดเลือดในการลำเลียงไปยังเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมาย ส่วนต่อมมีท่อเมื่อสร้างสารเคมีออกมาแล้วอาศัยท่อลำเลียงของต่อมที่สร้างสารเคมีนั้นโดยเฉพาะ

2. ต่อมไร้ท่อที่ถือว่าสำคัญต่อการคงอยู่ของชีวิต ถ้าตัดออกแล้วจะตายในระยะเวลาอันสั้น คือ

ต่อมพาราไทรอยด์ ไอน์เลตออกพแลงเกอร์ฮานส์ (ตับอ่อน) และอะดรีนัลคอร์เทกซ์ของต่อมหมวกไต

3. สฮอร์โมน คืออะไร

สฮอร์โมน คือ สารเคมี ที่สร้างมาจากเซลล์ของต่อมไร้ท่อ (endocrine cell) หรือเนื้อเยื่อหรือเซลล์ประสาท แล้วขนส่งไปตามกระแสเลือด และไปมีผลควบคุมการทำงานของอวัยวะเป้าหมายที่อยู่ห่างออกไป

4. แหล่งผลิตสฮอร์โมนได้แก่อะไรบ้าง

ต่อมไร้ท่อ เนื้อเยื่อและเซลล์ประสาท

5. สฮอร์โมนแบ่งออกเป็นกี่กลุ่ม อะไรบ้าง

สฮอร์โมนแบ่งได้ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสเตอรอยด์ กลุ่มเอมีน และกลุ่มเพปไทด์หรือโปรตีน

6. จากการทดลองของเบอร์โทลด์นั้น พอจะสรุปได้ว่าอวัยวะไหนสร้างสฮอร์โมนใดและส่งไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย

สร้างสฮอร์โมนเพศผู้ส่งไปตามการหมุนเวียนเลือดไปสู่เซลล์เป้าหมาย

7. การที่ไ้ตัวผู้มีหรงอนและขนยาวกว่าตัวเมีย เป็นเพราะการทำงานของฮอร์โมนใด

เทสโทสเทอโรน (testosterone) เป็นฮอร์โมนที่สร้างจากอวัยวะทำหน้าที่ควบคุมลักษณะที่สองของเพศชาย

8. อวัยวะเป้าหมาย (target organ) ของฮอร์โมน หมายถึงอะไร

อวัยวะเป้าหมาย (target organ) ของฮอร์โมน คือ อวัยวะที่ฮอร์โมนออกฤทธิ์โดยเป็นอวัยวะที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อฮอร์โมนแต่ละชนิด

9. ต่อมไร้ท่อ คืออะไร

ต่อมที่มีความสำคัญต่อร่างกายโดยขาดไม่ได้ ถ้าต่อมผิดปกติ สร้างฮอร์โมนไม่ได้ หรือต่อมถูกทำลายจะทำให้คนตายได้

10. กลุ่มสเตอรอยด์ เป็นฮอร์โมนที่สร้างมาจากอวัยวะใด

กลุ่มสเตอรอยด์ เป็นฮอร์โมนที่สร้างมาจากต่อมหมวกไต (adrenal gland) และฮอร์โมนเพศจากรังไข่ (ovary) และอัณฑะ (testis) สเตอรอยด์ฮอร์โมนไม่ละลายในน้ำ และไม่ถูกเก็บไว้ในต่อมที่สร้าง เมื่อสร้างขึ้นแล้วจะส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายในทันที ระดับฮอร์โมนค่อนข้างคงที่

แบบทดสอบหลังเรียน

คำชี้แจง แบบทดสอบ เรื่อง ต่อมไร้ท่อ ฮอรโมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ
จำนวน 10 ข้อ คะแนน 10 คะแนน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท
(×) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ฮอรโมนส่วนใหญ่เป็นสารประเภทใด
 - ก. เอมีน ไซมัน วิตามิน
 - ข. เอมีน โปรตีน กลีโอะแร
 - ค. โปรตีน เอมีน สเตอรอยด์
 - ง. คาร์โบไฮเดรต โปรตีน วิตามิน
2. ข้อใดเป็นแหล่งผลิตฮอรโมนในคน
 - ก. เนื้อเยื่อหรือต่อมมีท่อ
 - ข. เนื้อเยื่อหรือต่อมไร้ท่อ
 - ค. ต่อมมีท่อหรือต่อมไร้ท่อ
 - ง. ถูกทั้งข้อ ก. ข้อ ข. และ ข้อ ค.
3. สมบัติในข้อใดที่พบในฮอรโมนทุกชนิด
 - ก. มีอิทธิพลต่อการเจริญ
 - ข. เคลื่อนที่ไปตามการหมุนเวียนเลือด
 - ค. เปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเซลล์ที่ห่างไกล
 - ง. มีกิจกรรมทางเคมีเดียวกันในสัตว์ต่างชนิด

4. กลุ่มเซลล์ที่เป็นเป้าหมายของฮอร์โมนจะต้องมีลักษณะอย่างไร
 - ก. ไฮโทพลาสซึมที่ไม่ได้พัฒนา
 - ข. มีท่อพิเศษให้ฮอร์โมนเคลื่อนที่ผ่าน
 - ค. มีถุงสำหรับเก็บฮอร์โมนในปริมาณมาก
 - ง. ตัวรับพิเศษซึ่งเกี่ยวพันกับการจับฮอร์โมน
5. ข้อใดไม่ใช่สมบัติและลักษณะของต่อมไร้ท่อ
 - ก. สร้างสารเคมีที่เรียกว่า ฮอร์โมน
 - ข. ลำเลียงสารส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายทางท่อลำเลียง
 - ค. ลำเลียงสารส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายทางกระแสเลือด
 - ง. เป็นเซลล์สำคัญที่เรียงตัวเป็นกลุ่ม ขดเป็นกลุ่ม หรือแผ่น มีเส้นเลือดฝอยมาก
6. จากการทดลองของอาร์โนลด์ เอ เบอริโกลด์ นั้น ทดลองตัดอวัยวะใดของลูกไก่
 - ก. รังไข่
 - ข. หงอน
 - ค. อัณฑะ
 - ง. เหนียง
7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับฮอร์โมน
 - ก. ฮอร์โมนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันมักมีหน้าที่อย่างเดียวกัน
 - ข. ฮอร์โมนถูกสร้างขึ้นในเซลล์พิเศษที่มีตำแหน่งอยู่ในต่อมไร้ท่อ
 - ค. ฮอร์โมนเป็นสารเคมีที่ส่งไปยังอวัยวะเป้าหมายทางกระแสเลือด
 - ง. ฮอร์โมนมีการควบคุมกันเอง โดยอาศัยกลไกการควบคุมแบบย้อนกลับ
8. อวัยวะในข้อใดเป็นได้ทั้งต่อมไร้ท่อและต่อมมีท่อ
 - ก. ไต
 - ข. ตับอ่อน
 - ค. ต่อมไทรอยด์
 - ง. กระเพาะอาหาร

9. ฮอริโมนที่เป็นเพปไทด์มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมของเซลล์เป้าหมายอย่างไร

- ก. ไฮโดรพลาสซึมที่ไม่ได้พัฒนา
- ข. ย่อยช่องที่อยู่ในพลาสมาเมมเบรนของเซลล์
- ค. ผ่านรหัสของมันไปยังรหัสซึ่งอยู่ภายในเซลล์
- ง. เข้าไปในเซลล์และเปลี่ยนแปลงลักษณะของยีน

10. การทดลองของเบอร์โทลด์นั้น ทำการตัดอวัยวะลูกไก่ทดลองออก โดยชุดแรกเบอร์โทลด์ดูการเจริญเติบโตของลูกไก่ที่ถูกตัดอวัยวะในระยะต่อไป ส่วนชุดที่สองเป็นลูกไก่ที่ถูกตัดอวัยวะออกเหมือนกัน แต่เบอร์โทลด์นำอวัยวะได้ใส่เข้าไปในบริเวณที่ลูกไก่ถูกตัดอวัยวะออก

- ก. รั้งไข่ลูกไก่ตัวอื่นแต่ไม่ได้ใส่ไว้ในตำแหน่งอวัยวะเดิม
- ข. อวัยวะลูกไก่ตัวอื่นแต่ไม่ได้ใส่ไว้ในตำแหน่งอวัยวะเดิม
- ค. รั้งไข่ลูกไก่ตัวอื่นนำไปใส่ไว้ในบริเวณอวัยวะที่ถูกตัดออก
- ง. อวัยวะลูกไก่ตัวอื่นนำไปใส่ไว้ในบริเวณอวัยวะที่ถูกตัดออก

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

เรื่อง ต่อมไร้ท่อ ฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อและอวัยวะที่สำคัญ

แบบทดสอบก่อนเรียน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คำตอบ	ค	ค	ข	ข	ข	ค	ค	ง	ข	ก

แบบทดสอบหลังเรียน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คำตอบ	ค	ข	ค	ง	ข	ค	ก	ข	ค	ข



บรรณานุกรม

- เกษม ศรีพงษ์ และ กิตติศักดิ์ ศรีพงษ์. (2551). **หนังสือคู่มือ - เตรียมสอบชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร : ภูมิบัณฑิตการพิมพ์.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และคณะ. (ม.ป.ป.). **ตะลุยโจทย์ข้อสอบ ชีววิทยา ม.5 เล่มรวม 3 – 4**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง จำกัด.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ และ นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2556). **High School Biology ชีววิทยา ม.4 – 6 เล่ม 2 (รายวิชาเพิ่มเติม)**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง จำกัด.
- พจน์ แสงมณี และ ขวัญสุดา ประวะภูโต. (2552). **Compact ชีววิทยา ม.5 เล่ม 3**. กรุงเทพมหานคร : ซี วี แอล การพิมพ์ จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). **คู่มือครู รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 – 6**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- _____. (2546). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 – 6**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.
- สมาน แก้วไวยุทธ. (2544). **Hi-ED' Biology ชีววิทยา ม.5 เล่ม 3**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ฝ่ายบริการมหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- _____. (2551). **100 จุดเน้นชีววิทยา ม.4-5-6**. กรุงเทพมหานคร : บริษัทไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง จำกัด.
- โครงสร้างของต่อมมีท่อและต่อมไร้ท่อ**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา http://watchawan.blogspot.com/2010/05/blog-post_2433.html. (18 ธันวาคม 2558).
- ตำแหน่งของต่อมไร้ท่อสำคัญในร่างกายมนุษย์ชายและหญิง**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา <http://www.vcharkarn.com/lesson/1408>. (18 ธันวาคม 2558).
- แผนการทดลองศึกษาการเจริญของหงอนและเหนียงคอของไก่เพศผู้**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา <http://www.vcharkarn.com/lesson/1408>. (18 ธันวาคม 2558).

บรรณานุกรม(ต่อ)

Dwarfism. (ออนไลน์). แหล่งที่มา <http://en.wikipedia.org/wiki/Dwarfism>. (18 ธันวาคม 2558).

Gigantism. (ออนไลน์). แหล่งที่มา <http://www.thaigoodview.com/node/89680>.

(18 ธันวาคม 2558).

