บทที่ 9
ฮอร์โมน

ฮอร์โมน (hormone) มาจากภาษากรีกคือ hormao แปลว่ากระตุ้นหรือทำให้ตื่นเต้น ฮอร์โมนเป็นสารเคมีที่สร้างจากต่อมไร้ท่อ หรือเนื้อเยื่อ แล้วส่งไปตามกระแสเลือด ไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพื่อกระตุ้นหรือยับยั้งกระบวนการต่างๆ ในเซลล์ หรืออวัยวะเป้าหมาย (target cell หรือ target organ) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมาย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าฮอร์โมนเป็นสารสื่อสัญญาณเคมี (chemical messenger) ตัวอย่างเช่น การทำงานของฮอร์โมน FSH (follicle stimulating hormone) เป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ควบคุมและกระตุ้นการเจริญของไข่ในรังไข่ และกระตุ้นการสร้างเชื้ออสุจิในอัณฑะ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่กระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเพศในแต่ละเพศด้วย ฮอร์โมนนี้ถูกผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า แต่ไปมีผลต่อการทำงานของรังไข่หรืออัณฑะซึ่งอยู่ไกลจากต่อมใต้สมอง โดยเมื่อผลิตจากต่อมใต้สมองแล้วจะไปตามกระแสเลือดไปที่อวัยวะเป้าหมายที่มีตัวรับสัญญาณของฮอร์โมนนั้นอยู่ คือรังไข่หรืออัณฑะ

9.1 แหล่งผลิตฮอร์โมน

แหล่งที่ผลิตฮอร์โมนในร่างกายมีดังนี้

9.1.1 ต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) คือต่อมที่ผลิตสารเคมี และหลั่งสารเคมีออกสู่ช่องว่างระหว่างเซลล์ ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดเพื่อลำเลียงไปสู่อวัยวะเป้าหมาย (ต่อมมีท่อ หรือ exocrine gland คือต่อมที่ผลิตสารเคมี และหลั่งสารเคมีไปยังเนื้อเยื่อเป้าหมายทางท่อ เช่น ต่อมน้ำลายไปยังปาก ต่อมไขมันไปยังผิวหนัง เป็นต้น) ต่อมไร้ท่อเป็นแหล่งผลิตฮอร์โมนที่ใหญ่ที่สุด มีทั้งต่อมไร้ท่อที่จำเป็น และต่อมไร้ท่อที่ไม่จำเป็น ดังนี้

9.1.1.1 ต่อมไร้ท่อที่จำเป็น คือต่อมไร้ท่อที่ผลิตฮอร์โมนที่สำคัญต่อร่างกาย ถ้าร่างกายขาดฮอร์โมนเหล่านี้ จะทำให้ไม่สามารถดำรงชีวิตได้ เช่น ต่อมพาราไทรอยด์ ตับอ่อน เป็นต้น

9.1.1.2 ต่อมไร้ท่อที่ไม่จำเป็น คือต่อมที่ผลิตฮอร์โมนซึ่งถ้าร่างกายขาดฮอร์โมนนี้ ร่างกายยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่จะมีความผิดปกติตามหน้าที่ของฮอร์โมนที่ขาดไป เช่น ต่อมไพเนียล รังไข่ และอัณฑะ เป็นต้น

9.1.2 เนื้อเยื่อ (tissue) เนื้อเยื่อที่สร้างฮอร์โมนมาจากเนื้อเยื่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งของอวัยวะบางอย่าง เนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ ที่ผลิตฮอร์โมน เช่น ฮอร์โมนผนังลำไส้เล็ก (pancreozymin) ฮอร์โมนจากผนังกระเพาะอาหาร (gastrin) และฮอร์โมนจากไต (erythropoietin) เป็นต้น ฮอร์โมนที่ผลิตจากเนื้อเยื่อเรียกว่า ฮอร์โมนจากเนื้อเยื่อ (tissue hormone)

9.1.3 เซลล์ประสาท เซลล์ประสาทที่ผลิตฮอร์โมน เรียกว่า นิวโรซีครีทอรีเซลล์ (neurosecretory cell) ได้แก่ เซลล์ประสาทในสมองส่วนไฮโพทาลามัส กลุ่มฮอร์โมนที่ผลิตจากเซลล์ประสาทเรียกว่านิวโร ฮอร์โมน (neuro hormone) ซึ่งจะถูกส่งไปตามแอกซอน (axon) ของเซลล์ประสาทจนกระทั่งถึงปลายประสาท แล้วเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดไปมีผลต่ออวัยวะเป้าหมาย

9.2 หน้าที่ของฮอร์โมน

หน้าที่ของฮอร์โมนที่สำคัญมีดังนี้

1. ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ภายในร่างกาย เช่น ควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และเกลือแร่ต่างๆ ตัวอย่างฮอร์โมนที่ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน (insulin) ควบคุมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต

2. ควบคุมความสมดุลของสภาวะต่างๆ ในร่างกาย เช่น ความสมดุลของอุณหภูมิร่างกาย การรักษาปริมาณน้ำในร่างกาย ความดันโลหิต ความเป็นกรดด่าง ระดับน้ำตาลในเลือด และแคลเซียมในเลือด เป็นต้น

3. ควบคุมการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต เช่น กระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) การเติบโตเป็นผู้ใหญ่ (maturation) โดยการทำงานของโกรทฮอร์โมน (growth hormone)

4. ควบคุมการสืบพันธุ์ โดยการกระตุ้นการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เช่นฮอร์โมนเทสโทสเทอโรน (testosterone) เอสโทรเจน (estrogen) โพรเจสเทอโรน (progesterone)

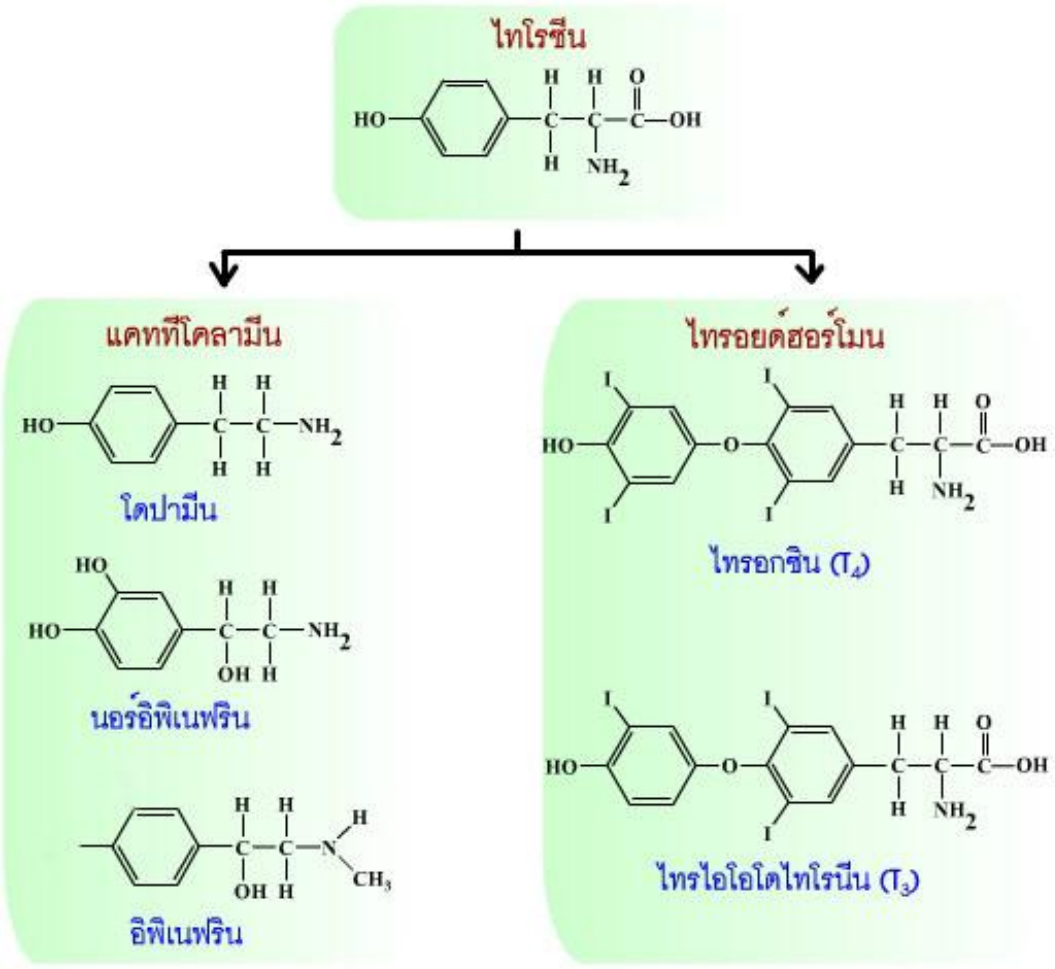
9.3 ประเภทของฮอร์โมน

การแบ่งประเภทฮอร์โมน แบ่งโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น แบ่งตามโครงสร้างทางเคมี แบ่งตามลักษณะการทำงาน แบ่งตามตำแหน่งที่ออกฤทธิ์ต่อเซลล์เป้าหมาย

9.3.1 ประเภทของฮอร์โมนแบ่งตามโครงสร้างทางเคมี

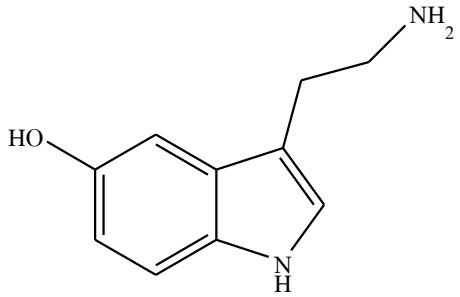
ประเภทของฮอร์โมนแบ่งตามโครงสร้างทางเคมี แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

9.3.1.1 ฮอร์โมนที่เป็นอนุพันธ์เอมีน (amine-derived hormone) คือ ฮอร์โมนที่มีหมู่ฟังก์ชันเอมีน (amine) หรือหมู่อะมิโน (amino) นั่นคือมีหมู่ $-NH_2$, -NH ในโมเลกุล สังเคราะห์มาจากกรดอะมิโนไทโรซีน (tyrosine) ได้แก่ ฮอร์โมนแคททีโคลามีน (catecholamine: epinephrine, norepinephrine) และฮอร์โมนไทรอกซีน (thyroxine) ดังรูปที่ 9.1



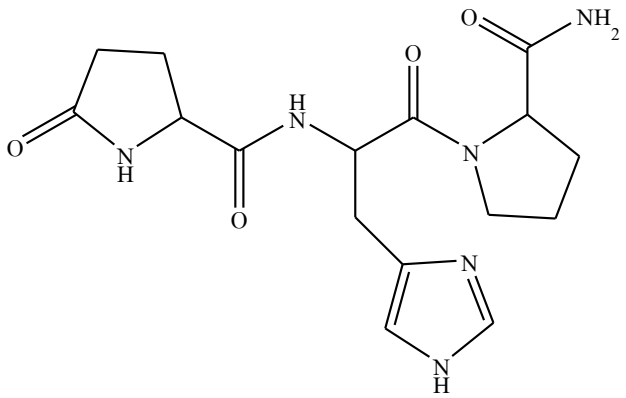
รูปที่ 9.1 ไทโรซีนเป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมนแคททีโคลามีนและฮอร์โมนไทรอกซีน (ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter1/chapter1.1.htm, 9 พฤษภาคม 2556)

ตัวอย่างฮอร์โมนที่เป็นอนุพันธ์ของเอมีนนอกจากนี้ เช่น ฮอร์โมนซีโรโทนิน (serotonin) ดังรูปที่ 9.2



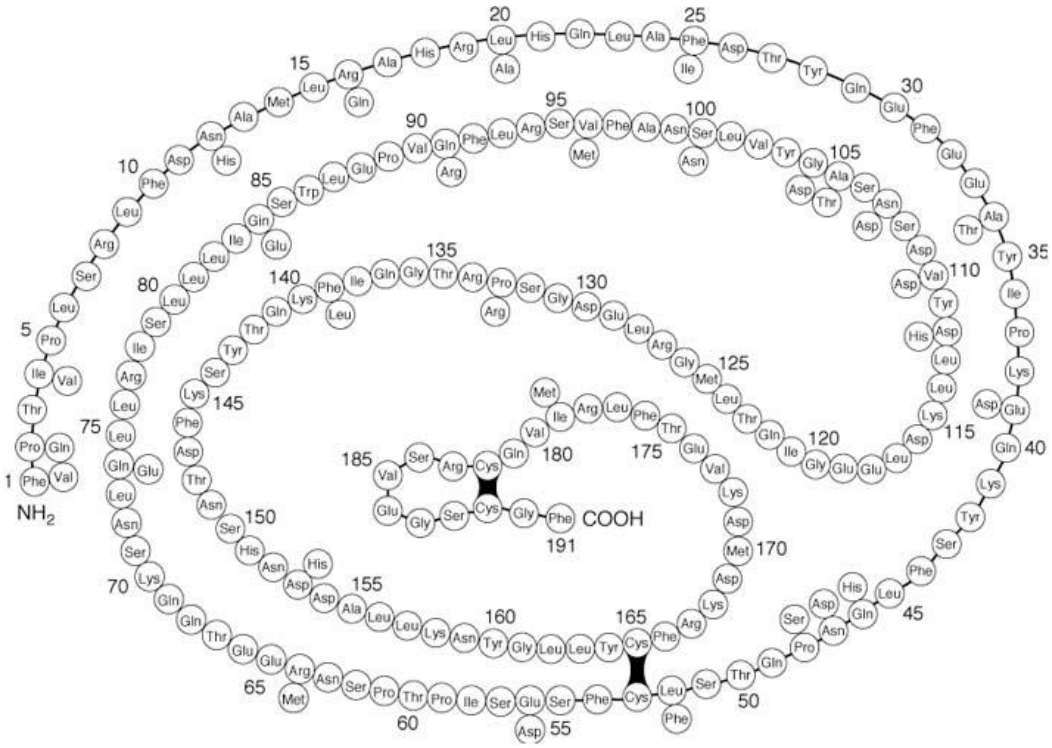
รูปที่ 9.2 โครงสร้างของฮอร์โมนซีโรโทนิน

9.3.1.2 ฮอร์โมนที่เป็นเพปไทด์หรือโปรตีน (peptide hormone/protein) เป็นฮอร์โมนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโน (amino acid) มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (peptide bond) ฮอร์โมนกลุ่มนี้จะมีขนาดโมเลกุลที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับจำนวนกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบ เช่น ฮอร์โมนไทโรโทรปินรีลีส (thyrotropin releasing hormone: TRH) ประกอบด้วยกรดอะมิโน 3 โมเลกุล คือ ไพโรกลูตามิก แอซิด (pyro-glutamic acid) ฮีสทิดีน (histidine) และโปรลีน (proline) โครงสร้างของฮอร์โมนไทโรโทรปินรีลีสแสดงดังรูปที่ 9.3



รูปที่ 9.3 โครงสร้างของฮอร์โมนไทโรโทรปินรีลีส

โกรทฮอร์โมน (growth hormone) เป็นฮอร์โมนที่เป็นโปรตีน ประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมาก มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ดังรูปที่ 9.4



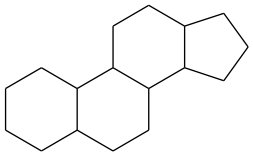
รูปที่ 9.4 โครงสร้างของโกรธฮอร์โมน

(ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter1/chapter1.1.htm,

9 พฤษภาคม 2556)

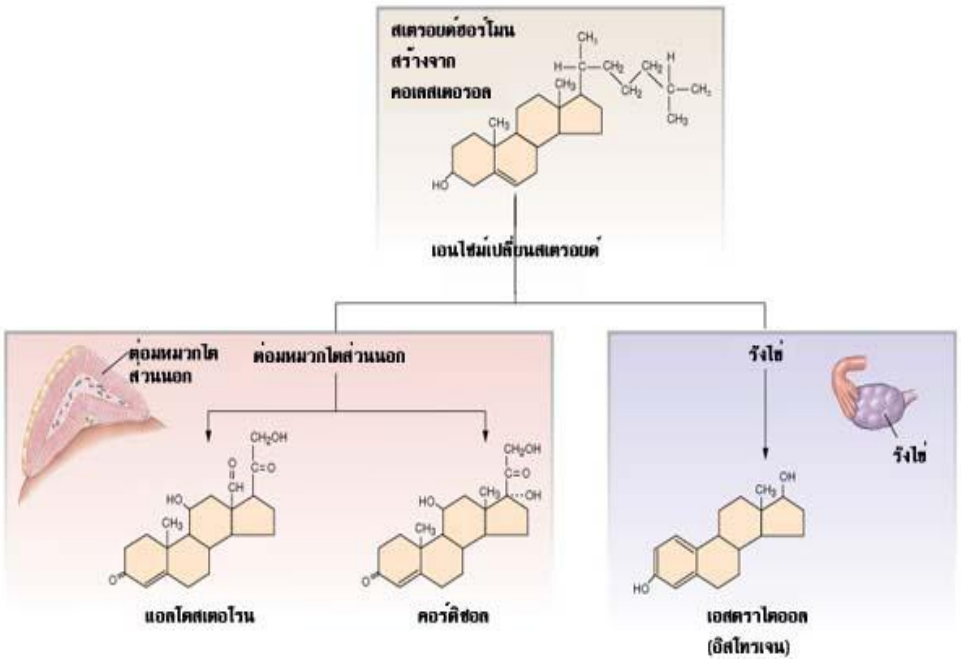
ตัวอย่างฮอร์โมนที่เป็นโปรตีนอื่นๆ เช่น ฮอร์โมนอินซูลิน และฮอร์โมนกลูคากอน (glucagon) เป็นฮอร์โมนที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

9.3.1.3 ฮอร์โมนที่เป็นสเตอรอยด์ (steroid hormone) เป็นฮอร์โมนที่มีโครงสร้างเป็นวงพื้นฐานของสเตอรอยด์ ดังรูปที่ 9.5



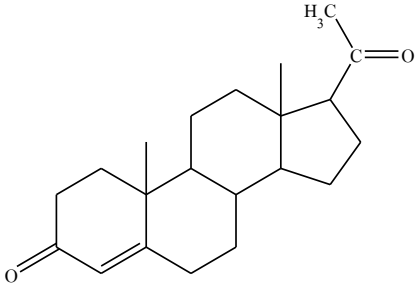
รูปที่ 9.5 โครงสร้างพื้นฐานของสเตอรอยด์

ฮอร์โมนที่เป็นสเตอรอยด์ถูกสังเคราะห์ได้โดยมีคอเลสเตอรอล (cholesterol) เป็นสารตั้งต้น ตัวอย่างเช่น ฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน (aldosterone) ฮอร์โมนคอร์ติซอล (cortisol) ดังรูปที่ 9.6

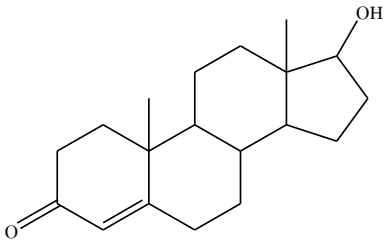


รูปที่ 9.6 คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ฮอร์โมนที่เป็นสเตอรอยด์ (ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter1/chapter1.1.htm, 9 พฤษภาคม 2556)

ตัวอย่างฮอร์โมนที่เป็นสเตอรอยด์อื่นๆ เช่น ฮอร์โมนโพรเจสเตอโรน (progesterone) ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) ดังรูปที่ 9.7



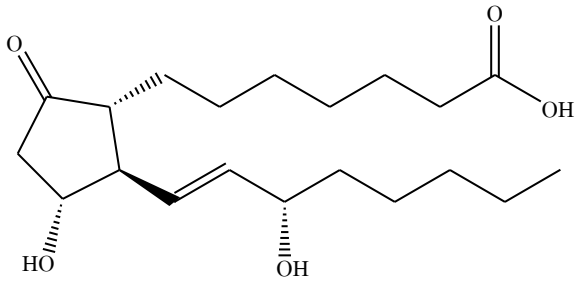
ฮอร์โมนโพรเจสเตอโรน



ฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน

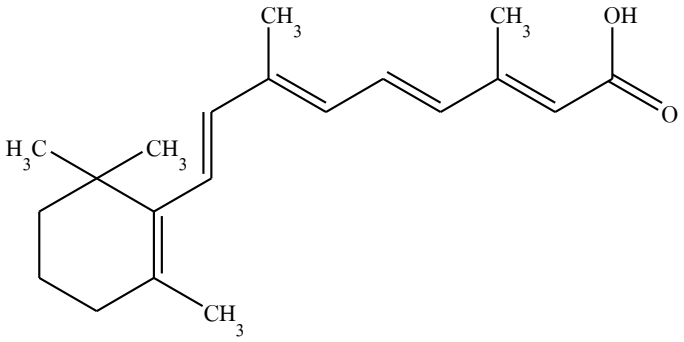
รูปที่ 9.7 โครงสร้างของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนและฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน

9.3.1.4 ฮอร์โมนสารกลุ่มอื่นๆ เป็นฮอร์โมนที่ไม่ได้จัดอยู่ในสามกลุ่มแรก ได้แก่ กลุ่มเอโคซานอยด์ (eicosanoids) และกลุ่มอนุพันธ์ของวิตามิน กลุ่มเอโคซานอยด์เป็นอนุพันธ์ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น พรอสทาแกลนดิน (prostaglandin) ดังรูปที่ 9.8

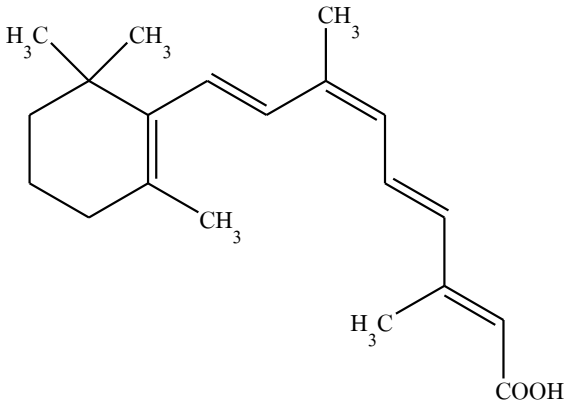


รูปที่ 9.8 โครงสร้างของพรอสทาแกลนดิน

ฮอร์โมนกลุ่มที่เป็นอนุพันธ์ของวิตามิน เช่น อนุพันธ์ของวิตามินเอ ได้แก่ all trans retinoic acid และ 9-cis-retionic acid ดังรูปที่ 9.9



all trans retinoic acid



9-cis-retionic acid

รูปที่ 9.9 โครงสร้างของ all trans retinoic acid และ 9-cis-retionic acid

9.3.2 ประเภทของฮอร์โมนแบ่งตามลักษณะการทำงาน

ประเภทของฮอร์โมนแบ่งตามลักษณะการทำงาน แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ฮอร์โมนที่ออกฤทธิ์ต่อเซลล์เป้าหมายที่อยู่ห่างไกล (endocrine action) โดยจะถูกส่งไปตามกระแสเลือด

2. ฮอร์โมนที่ออกฤทธิ์ต่อเซลล์ข้างเคียง (paracrine action) ซึ่งมักเป็นเนื้อเยื่อชนิดเดียวกัน

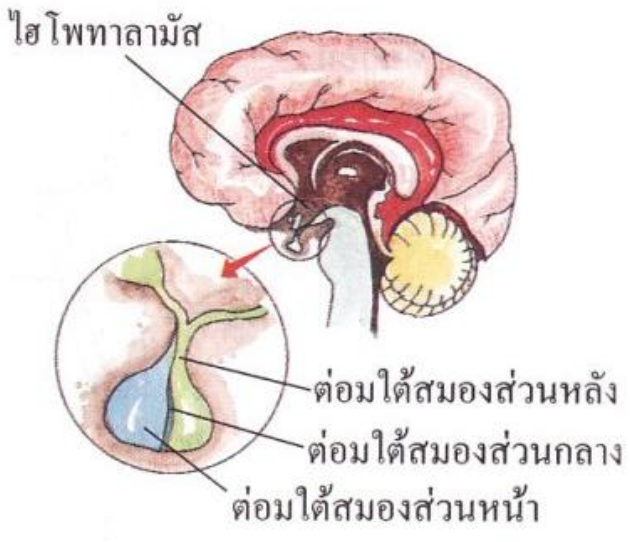
3. ฮอร์โมนที่ออกฤทธิ์ต่อเซลล์ที่ผลิต (autocrine action) ซึ่งอาจถูกปลดปล่อยออกมานอกเซลล์แล้วกลับมามีผลกระตุ้นเซลล์ตัวเอง หรือมีผลภายในเซลล์ที่สร้างมันขึ้นมาได้เลยโดยไม่ต้องถูกส่งออกนอกเซลล์ (intracrine action) (พัชรี บุญศิริ และคณะ, 2550 : 462)

9.4 ตัวอย่างฮอร์โมน

ฮอร์โมนเป็นสารเคมีที่ควบคุมการทำงานต่างๆ ของร่างกาย ฮอร์โมนในร่างกายมีหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดจะทำหน้าที่ และมีแหล่งที่ผลิตแตกต่างกันไป ตัวอย่างฮอร์โมนจากแหล่งต่างๆ ที่สำคัญมีดังนี้

9.4.1 ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง

ต่อมใต้สมอง (pituitary gland) เป็นต่อมที่อยู่ส่วนล่างของสมองส่วนไฮโพทาลามัส (hypothalamus) แบ่งได้ 3 ส่วน คือ ต่อมใต้สมองส่วนหน้า ต่อมใต้สมองส่วนกลาง และต่อมใต้สมองส่วนหลัง ดังรูปที่ 9.10



รูปที่ 9.10 ต่อมใต้สมอง

(ที่มา : http://kroopantong.files.wordpress.com/2011/08/y1p6lht_e1zpz6sosqimstm4qfqrcsb0rrk77xbtwv-xjdjwspnmkip9gfjgw4rnaq_ahq9dsys49m.jpg, 10 พฤษภาคม 2556)

ตัวอย่างฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง มีดังนี้

1. โกรทฮอร์โมน (growth hormone) เป็นเพปไทด์ฮอร์โมน ประกอบด้วยกรดอะมิโน 191 โมเลกุล ถูกสร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตของร่างกาย อวัยวะ และกระดูก

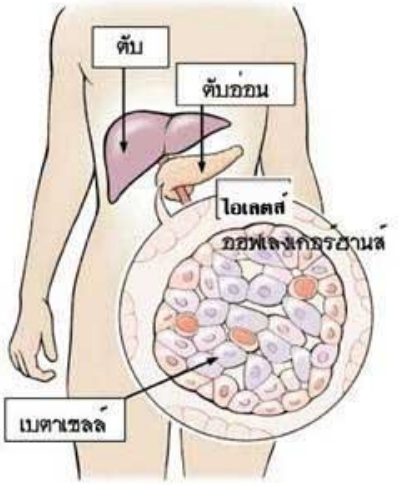
2. โพรแลกติน (prolactin) เป็นเพปไทด์ฮอร์โมน ประกอบด้วยกรดอะมิโน 199 โมเลกุล ถูกสร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญของต่อมน้ำนม

3. ออกซีโตซิน (oxytocin) เป็นฮอร์โมนที่เป็นเพปไทด์ประกอบด้วยกรดอะมิโน 9 โมเลกุล สร้างมาจากเซลล์ประสาทไฮโพทาลามัสแล้วถูกนำไปเก็บไว้ที่ต่อมใต้สมองส่วนหลัง ทำ

หน้าที่กระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อมดลูกของหญิงมีครรภ์ในการคลอดบุตร และกระตุ้นการหลั่งน้ำนม

9.4.2 ฮอร์โมนจากตับอ่อน

ตับอ่อนเป็นอวัยวะที่อยู่บริเวณด้านบนซ้ายของช่องท้อง ทำหน้าที่เป็นทั้งต่อมมีท่อ คือ การสร้างเอนไซม์หรือน้ำย่อยไปที่ลำไส้เล็ก และเป็นต่อมไร้ท่อสร้างฮอร์โมน เซลล์ที่ทำหน้าที่ในการผลิตฮอร์โมนจะรวมกันเป็นกลุ่มมีชื่อว่าไอเลตส์ออฟแลงเกอร์ฮานส์ (Islets of Langerhans) มีปริมาณ 1 – 3 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อเยื่อตับอ่อนทั้งหมด (สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2012) ดังรูปที่ 9.11



รูปที่ 9.11 ตำแหน่งของตับอ่อน
(ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter3/pancrease_hormon.htm, 10 พฤษภาคม 2556)

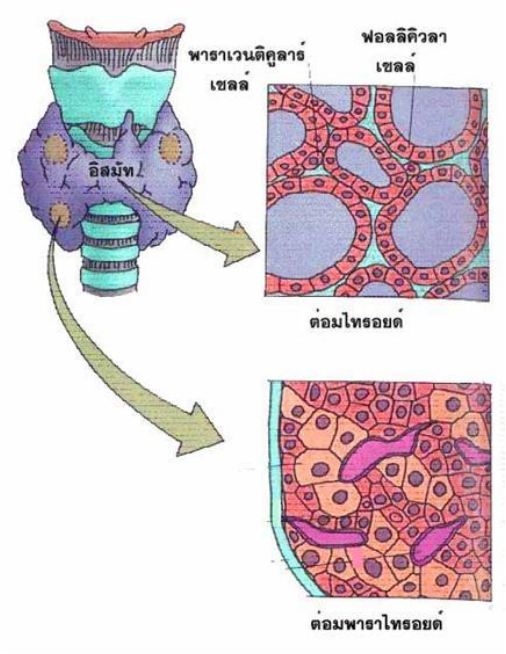
ตัวอย่างฮอร์โมนสำคัญที่ผลิตจากตับอ่อน มีดังนี้

1. อินซูลิน (insulin) เป็นเพปไทด์ฮอร์โมน สร้างจากเบตาเซลล์ในไอส์เลตออฟแลงเกอร์ฮานส์ของตับอ่อน ทำหน้าที่ลดน้ำตาลในเลือดเพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติ โดยถ้ามีน้ำตาลในเลือดสูง ฮอร์โมนอินซูลินจะช่วยเร่งการสร้างไกลโคเจน (glycogen) สะสมไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อ และเร่งการใช้กลูโคสของเซลล์ทั่วไป ทำให้น้ำตาลในเลือดลดลง ถ้าร่างกายขาดฮอร์โมนอินซูลินจะทำให้เป็นโรคเบาหวาน (diabetes mellitus) นั่นคือมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงมาก ซึ่งทำให้เป็นอันตรายต่อเซลล์

2. กลูคากอน (glucagon) เป็นเพปไทด์ฮอร์โมน สร้างจากแอลฟาเซลล์ในไอส์เลตออฟแลงเกอร์ฮานส์ของตับอ่อน ทำหน้าที่เพิ่มน้ำตาลในเลือด โดยเร่งสลายไกลโคเจนในตับให้เป็นกลูโคส จึงทำหน้าที่ตรงข้ามกับฮอร์โมนอินซูลิน

9.4.3 ฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์

ต่อมไทรอยด์ (thyroid) เป็นต่อมไร้ท่อซึ่งอยู่บริเวณด้านหน้าของลำคอ เป็นต่อมไร้ท่อที่มีขนาดใหญ่ ส่วนต่อมพาราไทรอยด์อยู่ที่บริเวณด้านหลัง โดยอยู่ด้านหลังและด้านข้างของต่อมไทรอยด์ ดังรูปที่ 9.12

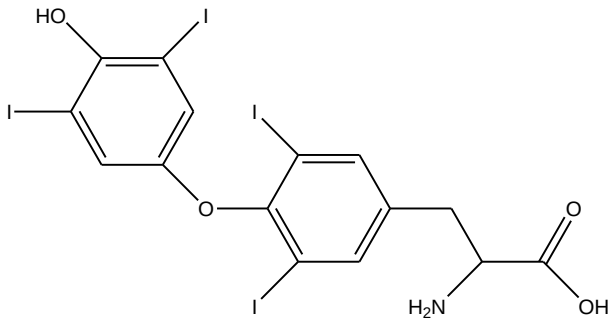


รูปที่ 9.12 ตำแหน่งของต่อมไทรอยด์และต่อมพาราไทรอยด์
(ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter4/where_thyroid.htm, 10 พฤษภาคม 2556)

ตัวอย่างฮอร์โมนสำคัญที่ผลิตจากต่อมไทรอยด์และพาราไทรอยด์ มีดังนี้

1. ไทรอกซีน (thyroxine) เป็นฮอร์โมนที่เป็นอนุพันธ์ของเอมีน สร้างจากต่อมไทรอยด์ ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของร่างกาย โดยการทำงานพร้อมกับโกรทฮอร์โมน (growth hormone) เพื่อเพิ่มการเจริญเติบโต โดยเฉพาะการเจริญเติบโตของระบบประสาท ถ้าขาดไทรอกซีนในวัยทารกจะทำให้จำนวนเซลล์ประสาทลดลง และการสร้างเยื่อเซลล์ประสาท (myeline) รอบๆ แขนงประสาทลดลง ทำให้สมองเจริญช้า (mental retardation) เกิดโรคปัญญาอ่อน

อีกทั้งกระดูกจะเจริญช้าทำให้มีรูปร่างเล็ก และอวัยวะไม่เจริญ (สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2012) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ควบคุมการเผาผลาญสารอาหารในร่างกาย โครงสร้างของฮอร์โมนไทรอกซีนแสดงดังรูปที่ 9.13



รูปที่ 9.13 โครงสร้างของฮอร์โมนไทรอกซีน

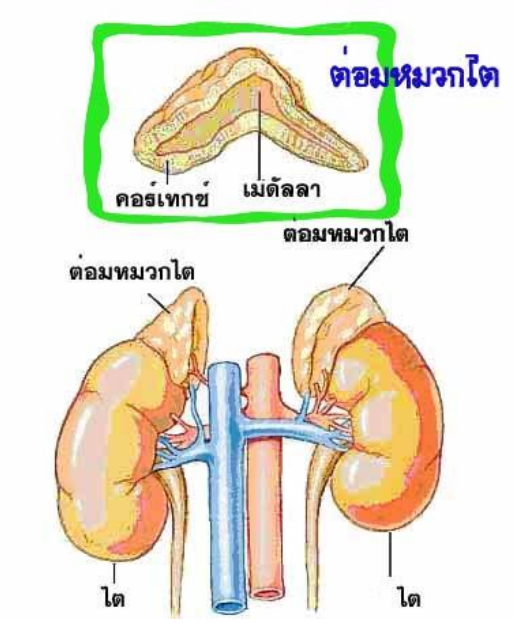
จากโครงสร้างของฮอร์โมนไทรอกซีนจะเห็นว่าประกอบด้วยธาตุไอโอดีน (I) ดังนั้นการขาดธาตุไอโอดีน มีผลทำให้ต่อมไทรอยด์ไม่สามารถสร้างฮอร์โมนไทรอกซีนได้ ส่งผลให้เป็นโรคคอพอก

2. พาราไทรอยด์ฮอร์โมน (parathyroid hormone) เป็นเพปไทด์ฮอร์โมน สร้างจากต่อมพาราไทรอยด์ ทำหน้าที่เพิ่มระดับแคลเซียมในกระแสเลือด และกระตุ้นการขับถ่ายฟอสเฟตที่ไต

3. แคลซิโทนิน (calcitonin) เป็นเพปไทด์ฮอร์โมน สร้างจากต่อมพาราไทรอยด์ ทำหน้าที่ลดระดับแคลเซียมในกระแสเลือด

9.4.4 ฮอร์โมนจากต่อมหมวกไต

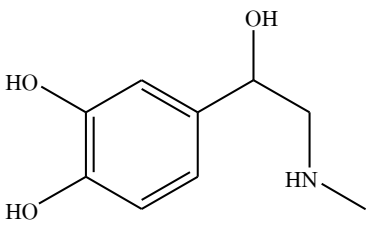
ต่อมหมวกไต (suprarenal gland) อยู่บริเวณด้านบนของไตทั้งสองข้าง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นคือ ต่อมหมวกไตชั้นนอกหรืออะดรีนัลคอร์เทกซ์ (adrenal cortex) และต่อมหมวกไตชั้นในหรืออะดรีนัลเมดัลลา (adrenal medulla) ดังรูปที่ 9.14 ซึ่งผลิตฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ต่างกัน



รูปที่ 9.14 โครงสร้างของต่อมหมวกไต
(ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter4/where_suprarenal.htm, 10 พฤษภาคม 2556)

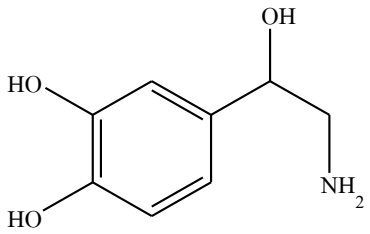
ต่อมหมวกไตชั้นนอกและต่อมหมวกไตชั้นในจะผลิตฮอร์โมนซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน ตัวอย่างฮอร์โมนสำคัญที่ผลิตจากต่อมหมวกไต มีดังนี้

1. อิพิเนฟริน (epinephrine) **หรืออะดรีนาลิน** (adrenalin) เป็นฮอร์โมนที่เป็นอนุพันธ์ของเอมีน สร้างจากต่อมหมวกไตชั้นใน ทำหน้าที่ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต และควบคุมระดับแคลเซียมในเซลล์ นอกจากนี้ยังเป็นฮอร์โมนที่หลั่งออกมาเมื่อเผชิญหน้ากับ ภาวะความเครียด ตื่นเต้น ตกใจ กลัว หนีภัย ซึ่งจะทำให้ให้ไกลโคเจนในตับสลายตัวเป็นกลูโคส ทำให้ระดับกลูโคสในเลือดเพิ่มสูงขึ้น กระตุ้นหัวใจให้เต้นเร็วขึ้น ทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้นมาก โครงสร้างของฮอร์โมนอิพิเนฟรินแสดงดังรูปที่ 9.15



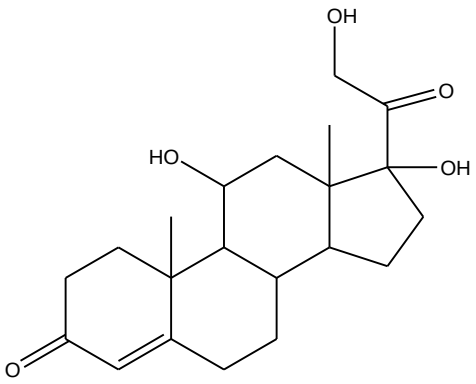
รูปที่ 9.15 โครงสร้างของฮอร์โมนอิพิเนฟริน

2. นอร์อิพิเนฟริน (norepinephrine) **หรือนอร์อะดรีนาลิน** (noradrenalin) เป็นฮอร์โมนที่เป็นอนุพันธ์ของเอมีน สร้างจากต่อมหมวกไตชั้นในเช่นเดียวกับฮอร์โมนอิพิเนฟริน และทำหน้าที่เหมือนกับฮอร์โมนอิพิเนฟริน ฮอร์โมนอิพิเนฟรินและนอร์อิพิเนฟรินเรียกรวมกันว่า แคททีโคลามีน (catecholamine) โครงสร้างของฮอร์โมนนอร์อิพิเนฟรินแสดงดังรูปที่ 9.16



รูปที่ 9.16 โครงสร้างของฮอร์โมนนอร์อิพิเนฟริน

3. คอร์ติซอล (cortisol) เป็นฮอร์โมนที่เป็นสเตอรอยด์ สร้างจากต่อมหมวกไตชั้นนอก ทำหน้าที่ ควบคุมการใช้คาร์โบไฮเดรต และต้านการอักเสบ โครงสร้างของฮอร์โมนคอร์ติซอลแสดงดังรูปที่ 9.17



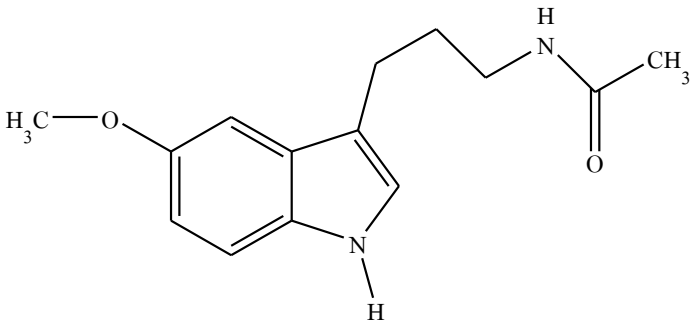
รูปที่ 9.17 โครงสร้างของฮอร์โมนคอร์ติซอล

9.4.5 ฮอร์โมนจากต่อมไพเนียล

ต่อมไพเนียล (pineal gland) เป็นต่อมขนาดเล็ก อยู่ด้านล่างของโพรงสมอง ดังรูปที่ 9.18

รูปที่ 9.18 ตำแหน่งของต่อมไพเนียล
(ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter6/pineal_gland.htm, 10 พฤษภาคม 2556)

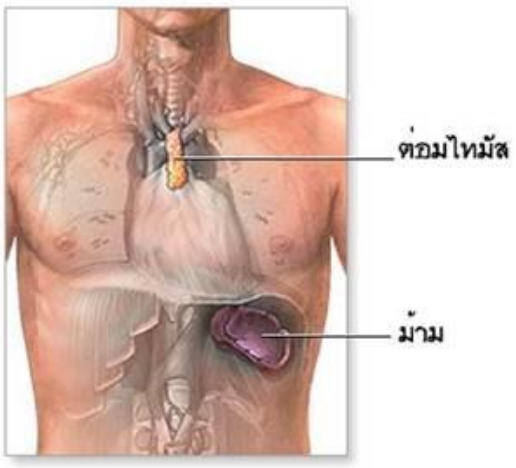
ตัวอย่างฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไพเนียล ได้แก่ ฮอร์โมนเมลาโทนิน (melatonin) เป็นฮอร์โมนที่เป็นอนุพันธ์ของเอมีน ทำหน้าที่เป็นตัวรับรู้กลางวันและกลางคืน เมื่อมีแสงสว่างต่อมไพเนียลจะสร้างฮอร์โมนเมลาโทนินได้น้อยลง นอกจากนี้ยังทำหน้าที่พัฒนาระบบอวัยวะสืบพันธุ์ ส่งเสริมการนอนหลับ โครงสร้างของฮอร์โมนเมลาโทนินแสดงดังรูปที่ 9.19



รูปที่ 9.19 โครงสร้างของฮอร์โมนเมลาโทนิน

9.4.6 ฮอร์โมนจากต่อมไทมัส

ต่อมไทมัส (thymus gland) อยู่บริเวณหน้าอก ใต้ลิ้นปี่ ดังรูปที่ 9.20



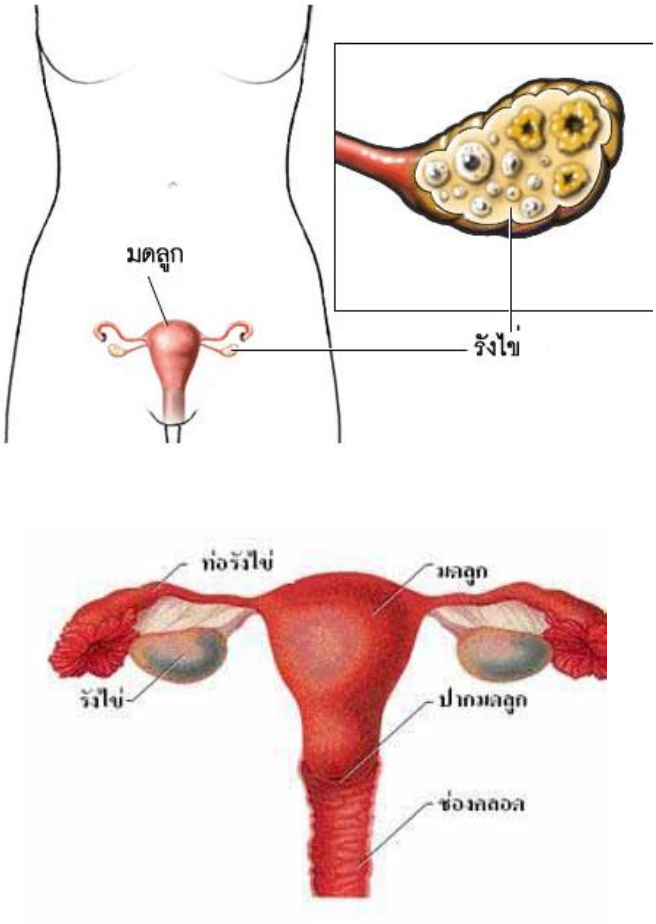
รูปที่ 9.20 ตำแหน่งของต่อมไทมัส
(ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter6/thymus_gland.htm, 10 พฤษภาคม 2556)

ตัวอย่างฮอร์โมนที่สร้างจากต่อมไทมัสได้แก่ ฮอร์โมนไทโมซิน (thymosin) เป็นเพปไทด์ฮอร์โมน ทำหน้าที่กระตุ้นการแบ่งเซลล์เม็ดเลือดขาวประเภทลิมโฟไซท์ (lymphocyte หรือ T cell) ลิมโฟไซท์ที่เจริญเต็มที่แล้วจะออกจากต่อมไทมัสไปอยู่บริเวณม้ามและต่อมน้ำเหลืองทั่วร่างกาย ทำหน้าที่สร้างภูมิคุ้มกันโรคเนื่องจากการกระทำของเซลล์ (cellular immunity) คือทำหน้าที่เกี่ยวกับปฏิกิริยาภูมิแพ้ และการไม่ยอมรับเนื้อเยื่อแปลกปลอมที่ปลูกถ่ายกับร่างกาย ป้องกันการติดเชื้อจากเชื้อโรคต่างๆ เช่น เชื้อแบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา (สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2012)

9.4.7 ฮอร์โมนเพศ

ฮอร์โมนเพศเป็นฮอร์โมนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของอวัยวะสืบพันธุ์ทั้งในด้านรูปร่าง การทำหน้าที่ และการเจริญเข้าสู่ลักษณะของวัยรุ่น วัยหนุ่มสาว ทั้งทางด้านจิตใจและพฤติกรรม ประกอบด้วยฮอร์โมนเพศชาย และฮอร์โมนเพศหญิง ฮอร์โมนเพศส่วนใหญ่เป็นสารสเตอรอยด์

1. ฮอร์โมนเพศหญิง สร้างจากรังไข่ (ovary) ซึ่งอยู่ที่อุ้งเชิงกราน ดังรูปที่ 9.21 รังไข่ผลิตฮอร์โมนเพศหญิงได้แก่ ฮอร์โมนเอสโทรเจน และฮอร์โมนโพรเจสเทอโรน

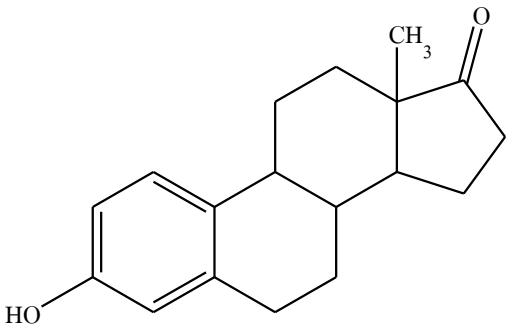


รูปที่ 9.21 ตำแหน่งของรังไข่

(ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter5/ovary.htm,

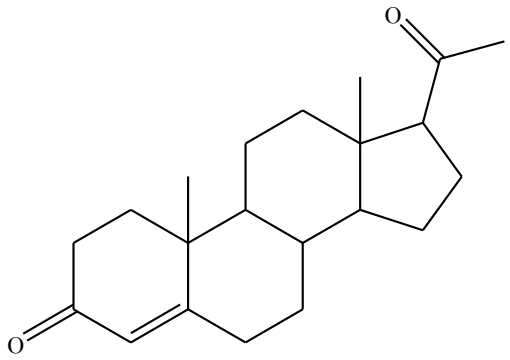
10 พฤษภาคม 2556)

เอสโทรเจน (estrogen) ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะเพศหญิง กระตุ้นการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ของเพศหญิง นอกจากนี้ยังลดการสลายของกระดูก และคงสภาพของผิวหนังและหลอดเลือด โครงสร้างของฮอร์โมนเอสโทรเจนแสดงดังรูปที่ 9.22



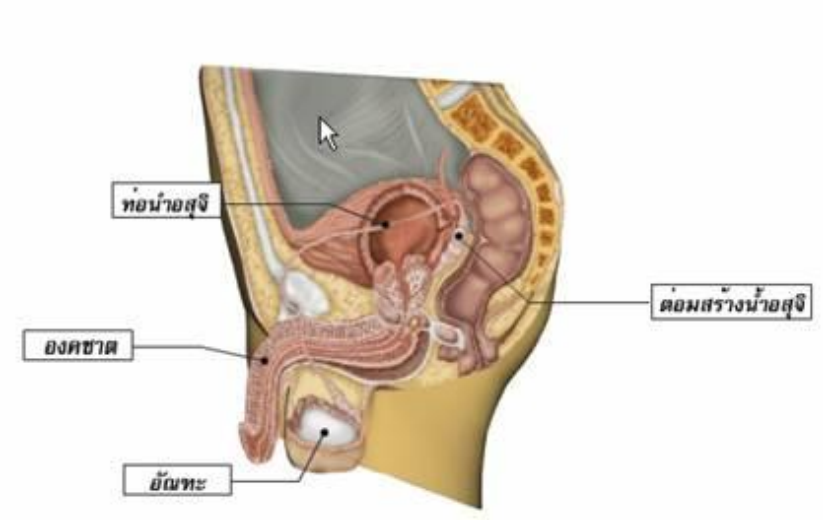
รูปที่ 9.22 โครงสร้างของฮอร์โมนเอสโทรเจน

โพรเจสเทอโรน (progesterone) ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญและการตกไข่ในเพศหญิง ฮอร์โมนโพรเจสเทอโรนเป็นฮอร์โมนที่สนับสนุนการ ตั้งครรภ์ เช่น ทำให้เยื่อบุมดลูกพร้อมในการฝังตัวของไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว ทำให้มูกที่ปากมดลูกเหนียวเข้มขึ้นป้องกันไม่ให้อสุจิตัวอื่นสามารถว่ายมาผสมกับไข่ที่ผสมแล้วได้สะดวก โครงสร้างของฮอร์โมนโพรเจสเทอโรนแสดงดังรูปที่ 9.23



รูปที่ 9.23 โครงสร้างของฮอร์โมนโพรเจสเทอโรน

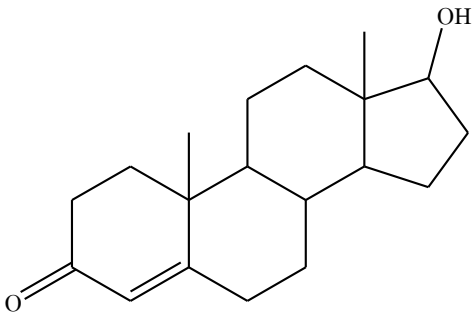
2. ฮอร์โมนเพศชาย สร้างจากอัณฑะ (testis) ดังรูปที่ 9.24 ฮอร์โมนเพศชายที่สำคัญได้แก่ ฮอร์โมนเทสโทสเทอโรน



รูปที่ 9.24 ตำแหน่งของอัณฑะ

(ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/chapter5/testes.htm, 10 พฤษภาคม 2556)

เทสโทสเทอโรน (testosterone) ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะเพศชาย ทำให้อวัยวะสืบพันธุ์เพศชายทั้งภายนอกและภายในเจริญเติบโตเต็มที่ โครงสร้างของฮอร์โมนเทสโทสเทอโรนแสดงดังรูปที่ 9.25



รูปที่ 9.25 โครงสร้างของฮอร์โมนเทสโทสเทอโรน

เอกสารอ้างอิง

พัชรี บุญศิริ เปรมใจ อารีจิตรานุสรณ์ อุบล ชาอ่อน และปีติ ธุวจิตต์. (2550). **ตำราชีวเคมี**. พิมพ์ครั้งที่ 5. ขอนแก่น : คลังนานาวิทยา.

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2012). **ฮอร์โมน** (ออนไลน์). แหล่งเข้าถึง : http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/hormone/, 10 พฤษภาคม 2556