

บทที่ 10

ต่อมไร้ท่อ

ต่อมภายในร่างกายคนเราอาจแบ่งได้เป็น 2 ชนิดอย่างกว้างๆ คือ ต่อมชนิดมีท่อ ชนิดหนึ่ง กับต่อมชนิดไม่มีท่อหรือเรียกว่าต่อมไร้ท่ออีกชนิดหนึ่ง

ต่อมชนิดมีท่อ หมายถึง ต่อมที่ประกอบด้วยตัวต่อม ซึ่งเป็นส่วนสร้างสิ่งขับถ่าย ออกมาส่วนหนึ่ง กับส่วนที่เป็นท่อสำหรับนำสิ่งขับถ่ายที่ต่อมสร้างไว้ออกมาจากตัวต่อม เพื่อส่งไปตามที่ต่างๆ ต่อมประเภทนี้มีหลายชนิด ที่พอยกตัวอย่างให้เห็นได้ เช่น ต่อมน้ำลาย ในปาก ต่อมสร้างน้ำย่อยต่างๆ สำหรับใช้ย่อยอาหาร ต่อมเหงื่อ ซึ่งควบคุมอุณหภูมิภายในร่างกาย ฯลฯ สิ่งขับถ่ายเหล่านี้ เรียกว่า secretion

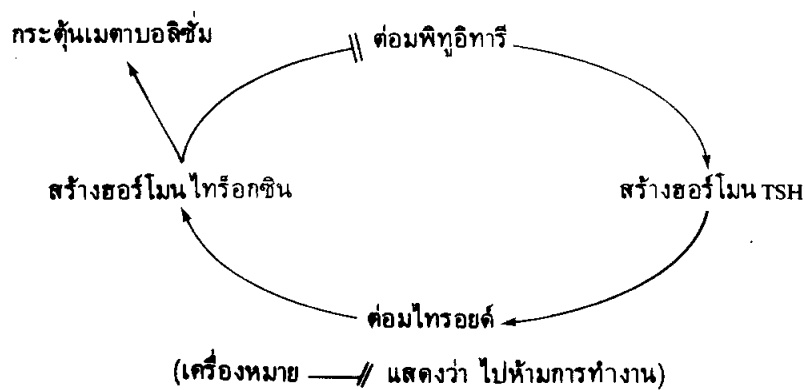
ส่วนต่อมประเภทไร้ท่อ ซึ่งเรียกว่า ductless gland หรือต่อมเอ็นโดไครน์นั้นมีแต่ ส่วนที่สร้างสิ่งขับถ่ายอย่างเดียว ไม่มีส่วนที่เป็นท่อสำหรับนำสิ่งขับถ่ายออกด้วยนั้น ต่อมประเภทนี้จึงอาศัยวิธีการดิฟฟิวชัน เพื่อแพร่สิ่งขับถ่ายออกและผ่านไปเข้าระบบเส้นเลือด เพื่อส่งไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย

ต่อมไร้ท่อสร้างสิ่งขับถ่ายเป็นสารเคมีเรียกว่า ฮอร์โมน (hormones) ฮอร์โมนเป็นตัวกระตุ้น อาจไปกระตุ้นต่อมต่างๆ ในร่างกายให้ทำงาน หรือไปกระตุ้นเซลล์ต่างๆ ภายในร่างกายก็ได้ ต่อมไร้ท่อที่สำคัญๆ ภายในร่างกายคนเราได้แก่ต่อมต่อไปนี้

1. ต่อมไทรอยด์ (thyroid)
2. ต่อมพาราไทรอยด์ (parathyroid)
3. ต่อมพิทูอิทารี (pituitary)
4. Islets of Langerhans
5. ต่อมแอดรีนาล หรือต่อมหมวกไต (adrenal)
6. รังไข่และอัณฑะ (gonads)

ต่อมต่าง ๆ เหล่านี้สร้างฮอร์โมนเฉพาะอย่างและฮอร์โมนเหล่านั้น จะไปกระตุ้นต่อมโดยเฉพาะบางต่อมเท่านั้น อย่างเช่น ฮอร์โมนจากต่อมพิทูอิทารีชนิดหนึ่งมีชื่อว่า growth hormones สำหรับกระตุ้นการเจริญเติบโต ถ้าเด็กขาดฮอร์โมนนี้ก็จะมีรูปร่างแคระแกร็นไม่สมบูรณ์ ถ้าเด็กมีฮอร์โมนนี้มากเกินไป ก็จะมีรูปร่างใหญ่โตผิดปกติอย่างที่เราเรียกกันว่า gigantism เป็นต้น จากตัวอย่างนี้จะเห็นว่า growth hormone ก็จะไปกระตุ้นการเจริญเติบโตเท่านั้น ไม่ใช่ไปเร่งให้เป็นหนุ่มสาวเร็วขึ้น หรือไม่ใช่ไปเร่งให้มีการเจริญเติบโตของไขหรือสร้างสเปิร์มแต่อย่างใด กล่าวอย่างสั้น ๆ ก็คือหน้าที่ของฮอร์โมนทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ฮอร์โมนเร่งการเจริญเติบโตก็อย่างหนึ่ง ฮอร์โมนเร่งการเป็นหนุ่มสาวก็อีกชนิดหนึ่ง เหมือนกับน้ำย่อยที่ช่วยย่อยแป้ง ย่อยไขมัน ย่อยโปรตีน ต้องเป็นคนละชนิด ไม่ใช่ชนิดเดียวกัน

การทำงานของฮอร์โมน เป็นการควบคุมไปในตัว คือ เมื่อต่อมสร้างฮอร์โมนออกมาแล้วฮอร์โมนนั้น ๆ ก็จะมีอำนาจพอที่จะย้อนกลับไปที่ห้ามต่อมนั้น ๆ ให้หยุดสร้างฮอร์โมนอีกได้ ถ้าสร้างออกมามากพอสมควรแล้ว อย่างเช่น ต่อมพิทูอิทารีสร้างฮอร์โมนชนิดหนึ่งมีชื่อ thyroid stimulating hormones (TSH) ซึ่งจะไปกระตุ้นให้ต่อมไทรอยด์เริ่มทำงานและสร้างฮอร์โมนไทร็อกซิน (thyroxin) ออกมา ฮอร์โมนไทร็อกซินมีหน้าที่ควบคุมขบวนการเมตาบอลิซึมภายในร่างกาย เช่น การเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นพลังงานคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ถ้าฮอร์โมนไทร็อกซินมีปริมาณมากเกินไป ส่วนหนึ่งของฮอร์โมนนี้ก็จะไปห้ามต่อมพิทูอิทารีให้หยุดสร้างฮอร์โมน (thyroid stimulating hormone) ดังนั้นเมื่อต่อมพิทูอิทารีหยุดสร้างฮอร์โมนที่จะไปกระตุ้นต่อมไทรอยด์แล้วต่อมไทรอยด์ก็สร้างไทร็อกซินออกมาน้อยจนกระทั่งถึงระดับที่ต่อมพิทูอิทารีต้องเริ่มทำงานใหม่และสร้าง thyroid stimulating hormone ออกมาอีก การทำงานอย่างนี้เป็นการควบคุม ปรับระดับไปในตัว ดังได้อะแกรมต่อไปนี้



เรื่องราวของต่อมเอ็นโดไครน์นี้มีวิชาที่กล่าวโดยเฉพาะคือ “Endocrinology” นักวิทยาศาสตร์เพิ่งเริ่มศึกษาวิชานี้กันมาประมาณ 40 ปีเศษเท่านั้นเอง วิธีศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่ของต่อมไร้ท่อต่อมใดต่อมหนึ่งกระทำโดย ผ่าตัดเอาต่อมนั้น ๆ ออก แล้วสังเกตอาการผิดปกติที่แปลกไปจากเมื่อยังไม่ได้ผ่าตัดต่อมออก หลังจากนั้นนำเอาต่อมนั้น ๆ ปลุกฝังเข้าไปดังเดิม แล้วดูอาการที่เปลี่ยนไป เขาก็จะทราบว่าต่อมนั้น ๆ ทำหน้าที่อะไรบ้าง เช่น ถ้าผ่าตัดเอาส่วน islets of Langerhans ออกจะตรวจพบว่าปริมาณน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูงขึ้นกว่าปกติ ถ้าตรวจปัสสาวะจะพบว่ามียูเรียในปัสสาวะอยู่สูงเกินกว่าปกติในทางการแพทย์เรียกว่าเบาหวาน (diabetes mellitus) ทั้งนี้ถ้าเอาส่วนที่ผ่าตัดออกมานั้น ใส่เข้าไปในร่างกายอย่างเดิม (ในทางเทคนิคใช้คำว่า transplant) ก็จะสามารถตรวจว่าอาการดังกล่าวหายไป เลือดและปัสสาวะ ก็มีระดับน้ำตาลเป็นปกติ เมื่อได้ทราบผลอย่างนี้แล้ว นักวิทยาศาสตร์ก็สรุปผลว่าส่วน islets of Langerhans นั้นจะต้องสร้างฮอร์โมนชนิดที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมระดับน้ำตาลภายในร่างกายแน่ ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สามารถสกัดสารบริสุทธิ์ออกจากส่วน islets of Langerhans นั้น คืออินซูลิน (insulin) ดังนั้น ถ้าทราบว่าการใช้น้ำตาลภายในร่างกายผิดปกติไปจากเดิมคือ ไม่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลที่เหลือใช้ไว้ในรูปของไกลโคเจนได้แล้ว เราก็ฉีดฮอร์โมนอินซูลินเข้าร่างกาย ก็เป็นวิธีแก้โรคดังกล่าวได้ทางหนึ่ง ไม่จำเป็นจะต้องหาต่อมนั้น ๆ ปลุกเข้าไปในร่างกาย เมื่อนักวิทยาศาสตร์สกัดสารบริสุทธิ์ได้แล้ว ก็นำมาวิเคราะห์ดูว่ามีส่วนประกอบอะไรบ้าง แล้วลองสังเคราะห์ขึ้น ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สามารถสังเคราะห์ฮอร์โมนหลายชนิดได้จากห้องปฏิบัติการโดยวิธีนี้

ขอยกตัวอย่างอีกอย่างหนึ่งเพื่อประกอบกับคำอธิบายในเรื่องนี้คือ ต่อมพิทูอิทารี ซึ่งมีอยู่ 3 ส่วนคล้ายกัน คือ ส่วนหน้า ส่วนกลาง และส่วนท้าย มีชื่อเรียก anterior lobe, intermediate lobe และ posterior lobe ตามลำดับ ถ้านักวิทยาศาสตร์อยากทราบว่าส่วนท้ายของต่อมพิทูอิทารีนี้สร้างฮอร์โมนทำหน้าที่อะไร ก็ตัดส่วนนี้ออก และสังเกตดูอาการที่เกิดขึ้นจะพบว่า มีอาการปัสสาวะบ่อยครั้งและปัสสาวะมีปริมาณมากกว่าปกติในทางการแพทย์เรียกว่าอาการนี้ว่า “เบาจืด” หรือ diabetes insipidus ถ้าเอาส่วนที่ผ่าตัดออกนำกลับเข้าอย่างเดิม อาการผิดปกติก็หายไป อย่างนี้เขาก็ทราบว่าฮอร์โมนที่ต่อมดังกล่าวสร้างมานั้นจะต้องมีหน้าที่ควบคุมให้ท่อไตดูดน้ำกลับคืนเข้าไว้ใช้อีก แทนที่จะปล่อยออกมาในรูปของปัสสาวะ คือ ถ้าฮอร์โมนนั้นมีน้อยการดูดน้ำกลับคืนที่ท่อไตก็ทำได้ไม่ดี น้ำจึงผ่านออกนอกร่างกายทางปัสสาวะมาก

ทำให้ปวดปัสสาวะบ่อย ฮอร์โมนชนิดนี้เราเรียกกันว่า antidiuric hormones การสร้างฮอร์โมนนี้ควบคุม โดยปริมาณของน้ำในเลือด ถ้าเลือดข้นคือ มีน้ำในเลือดน้อยร่างกายก็จำเป็นต้องสงวนน้ำไว้ใช้ในร่างกายให้มาก ต่อมพิทูอิทารีก็อ่อนท่ายก็จะสร้างฮอร์โมน antidiuric ออกมา มาก เพื่อที่ท่อไตจะได้ดูดน้ำกลับคืนไว้ให้มากที่สุด ถ้าปริมาณน้ำในเลือดมีมาก ต่อมก็สร้างฮอร์โมนออกน้อย เพื่อปล่อยให้น้ำออกนอกร่างกายทางปัสสาวะ

ในบรรดาต่อมไร้ท่อทั้งหมดต่อมที่สำคัญที่สุดคือต่อมพิทูอิทารี ซึ่งสร้างฮอร์โมนสำหรับควบคุมการทำงานของต่อมอื่น ๆ ในร่างกายหลายต่อม

10.1 ต่อมพิทูอิทารี

ต่อมนี้อยู่ประมาณโคนสมอง มีขนาดเล็กขนาดลูกแก้วที่เด็กเล่น แต่มีความสำคัญมากมายดังที่กล่าวมาข้างบน ต่อมนี้สร้างฮอร์โมนหลายชนิดด้วยกัน เช่น ฮอร์โมนที่ไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของร่างกาย ไปกระตุ้นให้รังไข่และอัณฑะสร้างไข่และตัวสเปิร์มตามลำดับ เป็นต้น ต่อมนี้มี 3 ส่วน ส่วนหน้าสำคัญที่สุด สร้างฮอร์โมนไม่ต่ำกว่า 6 ชนิด เช่นสร้างกระดูก กระตุ้นต่อมไทรอยด์ให้ทำงาน กระตุ้นการทำงานของต่อมไทรอยด์ เป็นต้น ฮอร์โมนที่สร้างจากส่วนท้ายของต่อมพิทูอิทารีนั้น ควบคุมการทำงานของหลอดเลือดและกล้ามเนื้อ มดลูก และยังมีฮอร์โมนที่ไปกระตุ้นให้มีการดูดน้ำกลับคืนที่บริเวณท่อไต

10.2 ต่อมไทรอยด์

เป็นต่อมเล็ก ๆ 2 ต่อมอยู่บริเวณคอข้างหลอดลม สร้างฮอร์โมนไทร็อกซินซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นให้มีการใช้อาหารภายในร่างกาย เช่น respiration เป็นต้น ถ้าต่อมนี้ทำงานมากขึ้น คือ สร้างฮอร์โมนออกมามากทำให้การใช้ออกซิเจนภายในร่างกายสูงขึ้น ถ้าต่อมนี้สร้างฮอร์โมนมาน้อย อาจเป็นคอหอยพอกได้ คือ ต่อมต้องการไอโอดีนสำหรับมาใช้สร้างฮอร์โมน ถ้าร่างกายขาดธาตุไอโอดีน ต่อมก็ทำงานหนักจนคอพอกได้

10.3 ต่อมพาราไทรอยด์

เป็นต่อมเล็ก ๆ 2 คู่ อยู่ข้าง ๆ ต่อมไทรอยด์ข้างละ 2 ต่อม สร้างฮอร์โมน parathormones สำหรับปรับระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสในเลือด ตลอดจนควบคุมการสร้างกระดูกให้แข็งแรง

10.4 ต่อมแอดรีนาล

เป็นต่อมที่ติดอยู่กับตอนบนของไตทั้งสองข้าง มีอีกชื่อหนึ่งเรียกว่าต่อมหมวกไต บางทีก็เรียกต่อม suprarenal ต่อมนี้มี 2 ส่วน คือส่วนนอกกับส่วนใน ส่วนนอกเรียก cortex ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนสำหรับปรับระดับเกลือภายในร่างกายและยังช่วยในการเปลี่ยนโปรตีนและไขมันให้เป็นน้ำตาลกลูโคส

ต่อมแอดรีนาลส่วนในเรียก เมดุลลา สร้างฮอร์โมนที่สำคัญ คือ adrenalin หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า epinephrin สำหรับกระตุ้นการทำงานของระบบประสาทให้ตื่นตัวเตรียมพร้อมกับเหตุการณ์ฉุกเฉิน อย่างเช่นเวลาตกใจเมื่อไฟไหม้เป็นต้น โดยที่ต่อมส่วนนี้จะสร้างฮอร์โมนไปกระตุ้นให้ร่างกายเพิ่มขบวนการเมตาบอลิซึมให้สูงขึ้น เช่น หายใจเร็วขึ้นชีพจรเต้นเร็ว หัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตสูงขึ้น กล้ามเนื้อโดยย่อก็คือเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นพลังงานได้รวดเร็วกว่าปรกติ

10.5 Islets of Langerhans

ส่วนนี้เป็นต่อมเอ็นโดไครน์ อยู่ติดกับตับอ่อน เป็นกระจุกกลุ่มเซลล์ที่สร้างฮอร์โมน “อินซูลิน” สำหรับไปทำหน้าที่ประสานกับฮอร์โมน แอดรีนาลินซึ่งสร้างจากส่วนเมดุลลาของต่อมแอดรีนาล โดยที่อินซูลินทำหน้าที่ลดปริมาณน้ำตาลในเลือด ซึ่งอาจทำได้ 2 ทาง คือ ทางหนึ่งเร่งเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นพลังงาน หรืออีกทางหนึ่งเปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสให้เป็นไกลโคเจน เพื่อเก็บไว้ในตับ แต่ฮอร์โมนแอดรีนาลินทำหน้าที่ตรงข้ามคือเป็นตัวเร่งให้มีการเปลี่ยนไกลโคเจนให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ถ้าร่างกายขาดฮอร์โมนอินซูลินจะเป็นโรคเบาหวาน

10.6 Gonads

สัตว์ตัวเมีย มีรังไข่สำหรับสร้างไข่ สัตว์ตัวผู้มีอัณฑะ สำหรับสร้างตัวสเปิร์ม นอกจากหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์แล้ว ทั้งรังไข่และอัณฑะสร้างฮอร์โมนเพศอีกด้วยคือ

10.6.1 รังไข่ สร้างฮอร์โมนเพศ 2 ชนิด คือ เอสโตรเจน (estrogen) กับโปรเจสเตอโรน (progesterone) เพื่อทำหน้าที่เร่งให้ไข่เจริญเติบโต และช่วยให้สัตว์เพศเมียอย่างเข้าสู่ภาวะเป็นสาว นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ช่วยให้มดลูกอยู่ในสภาพเตรียมพร้อมที่จะรับการตั้งท้อง และยังป้องกันการหดตัวของมดลูกในระยะตั้งท้องอีกด้วย

10.6.2 *อิมทา* สร้างฮอร์โมนเพศชายเรียกรวม ๆ กันว่า androgen เช่น testosterone เป็นต้น ฮอร์โมนนี้กระตุ้นให้สัตว์ตัวผู้เข้าสู่ภาวะเป็นหนุ่ม เช่น มีหนวด มีขนหน้าแข็ง เป็นต้น

ในปัจจุบันได้มีการทดลองค้นคว้าในเรื่องต่อมไร้ท่อกว้างขวางขึ้นมาก และนอกจากทดลองกับสัตว์พวกมีกระดูกสันหลังแล้ว ยังได้ทำการทดลองกับสัตว์ประเภท แมลง กุ้ง ปู อีกด้วย เช่นเกี่ยวกับการลอกคราบของตัวอ่อนก่อนที่จะเป็นตัวเต็มวัย การเปลี่ยนสีลำตัว เป็นต้น เหล่านี้ควบคุมโดยฮอร์โมนทั้งสิ้น จากการทดลองกับตัวอ่อนของแมลงเราทราบว่า ส่วนของสมองตอนที่เรียกว่า *copora allata* เป็นส่วนที่ควบคุมการลอกคราบร่วมกับ *pro-thoracic gland* ถ้าผ่าตัดเอาส่วน *copora allata* นี้ออกในระยะตัวอ่อน ตัวอ่อนนั้นจะไม่สามารถเปลี่ยนเป็นตัวเต็มวัยได้เลย แต่ตัวอ่อนจะยังคงอยู่ในสภาพเดิมตัวอ่อน โดยที่ขนาดตัวโตขึ้นมาก ทำให้มีแนวทางที่จะนำหลักการนี้ไปใช้ในการกำจัดแมลงแทน ดี.ดี.ที ในอนาคต

สรุปเรื่องต่อมไร้ท่อและฮอร์โมน

ต่อม	ฮอร์โมน	หน้าที่	ถ้าน้อย/มาก
Islets of Langerhans	อินซูลิน Glycagon ใช้รักษาคนที่มีน้ำตาลในเลือดน้อย	เปลี่ยนกลูโคสให้เป็นไกลโคเจน เปลี่ยนไกลโคเจนให้เป็นกลูโคส	Diabetes mellitus (เบาหวาน) ป้องกันการลดปริมาณน้ำตาลในเลือด ถ้าขาดฮอร์โมนน้ำตาลในเลือดจะสูงกว่าปกติ
Pituitary (Ant. lobe)	Human growth (HGH)	สร้างกระดูกและร่างกาย	dwarfism, Giantism
	Lactogenic (LTH)	กระตุ้นต่อมน้ำนม	
	Thyroid stimulating (TSH)	กระตุ้นต่อมไทรอยด์	Goiter
	Adrenocorticotropic (ACTH)	กระตุ้น Adrenal-Cortex	
	(FSH) Follicular stimulating	กระตุ้นรังไข่ให้ไข่สุก กระตุ้นอัณฑะ สร้างสเปิร์ม	
	(LH) Luteinizing	กระตุ้นไข่ให้หลุดจาก follicle, ให้ follicle เปลี่ยนเป็น Corpus luteum, ให้ Testis ปลั่ง Androgen	

ต่อม	ฮอร์โมน	หน้าที่	ถ้าน้อย/มาก
Pituitary Intermediate lobe	Intermedin (MSH) (Melanocyte)	กระตุ้น Melanocyte เช่นมีสีดําเป็นจํา ๆ ในหญิง มีครรภ์	
Pituitary (Post.-lobe)	Oxytocin	ให้กล้ามเนื้อเรียบของ มดลูกหดตัว	ถ้าฉีดทำให้เด็กคลอดง่าย
	Vassopressin Antidiuric	ทำให้กล้ามเนื้อเส้นเลือดแดง หดตัว, เพิ่มความดันโลหิต ให้ท่อไตดูดน้ำกลับคืน	ถ้าขาดร่างกายจะเสียน้ำ ในไตมาก เรียกเบาจืด Diabetes insipidus

ต่อม	ฮอร์โมน	หน้าที่	ถ้ามีน้อย/มาก
Thyroid	ไทร็อกซิน	กระตุ้น cell respiration ห้าม Thyrotropin, และ ควบคุมการเจริญทางเพศ	คอหอยพอก Cretinism, Myxedema ความจำเสื่อม
Parathyroid	Parathormone	ควบคุม $Ca^{++}Mg^{++}$, metabolism ถ้าฉีดฮอร์โมนส์ เลือดจะมี Ca^{++} สูง	การสร้างกระดูกผิดปกติ (อ่อน, แข็ง), ชักกระดูก
Stomach	Gastrin	กระตุ้น Gastric gland ให้สร้างน้ำย่อย	
Duodenum	Secretin, Panceozymin. Cholecystokinin	กระตุ้นตับอ่อนให้สร้างน้ำย่อย กระตุ้นถุงน้ำดีให้ปล่อยน้ำดี ออกเข้าลำไส้	

ต่อม	ฮอร์โมน	หน้าที่	ถ้าน้อย/มาก
Adrenal Cortex	Glucosteroid	เปลี่ยนไขมัน, โปรตีน ให้ เปลี่ยนกลูโคส	ถ้าขาด Na^+ ฮอร์โมนจะมาก, ถ้ามี Na^+ มาก ฮอร์โมนจะน้อย
	Mineralcorticoid	$\text{Na}^+ \text{Cl}^-$ - reabsorbtion ในท่อไต	
Adrenal Medulla	Androgen Adrenalin	ผู้หญิงมีหนวด, มีขนหน้าแข้ง กระตุ้นเส้นเลือดให้หดตัว, ความดันสูง, สร้างเมื่อตกใจ โกรธ	
Testes	Androgen	เร่งให้เป็นหนุ่มเร็ว กระตุ้น Secondary sexual characteristic, กันไม่ให้มีการ สะสมไขมัน	
Ovary	Estrogen	กระตุ้น Secondary sexual characteristic, Mammary gland, Pelvis, genital organ กระตุ้นให้มีการสะสมไขมัน	