บทที่ 7 ระบบต่อมไร้ท่อ

(ENDOCRINE SYSTEM)

อาจารย์สุนิสา สอนวิชา

วท.บ. กายวิภาคศาสตร์

วัตถุประสงค์

- บอกชนิดของต่อมต่างๆ และประเภทของต่อมไร้ท่อได้
- สามารถอธิบายหน้าที่และกลไกการออฤทธิ์ของฮอร์โมนได้
- บอกลักษณะของต่อมต่างๆ รวมทั้งการสร้างและหลั่งฮอร์โมนจากต่อมได้
- อธิบายหน้าที่และการควบคุมการหลั่งของฮอร์โมนจากต่อมแต่ละชนิดได้

เนื้อหาในบทที่ 7

- ประเภทของต่อม
- ต่อมไร้ท่อ
- ชนิดของต่อมไร้ท่อ
- ฮอร์โมนและหน้าที่
- กลุ่มของฮอร์โมน
- กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน

- ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)
- ต่อมไพเนียล (Pineal gland)
- ต่อมไธมัส (Thymus gland)
- ต่อมธัยรอยด์ (Thyroid gland)
- ต่อมพาราธัยรอยด์ (Parathyroid gland)
- ต่อมหมวกไต (Adrenal gland)

ต่อมไร้ท่อชนิดอยู่เดี่ยว

- ต่อมตับอ่อน (Islets of Langerhans ใน Pancreas)
- ต่อมเพศ (Ovary และ Testis)
- รก (Placenta)

ต่อมไร้ท่อที่อยู่ร่วมกับต่อมมีท่อ

- ฮอร์โมนเฉพาะที่

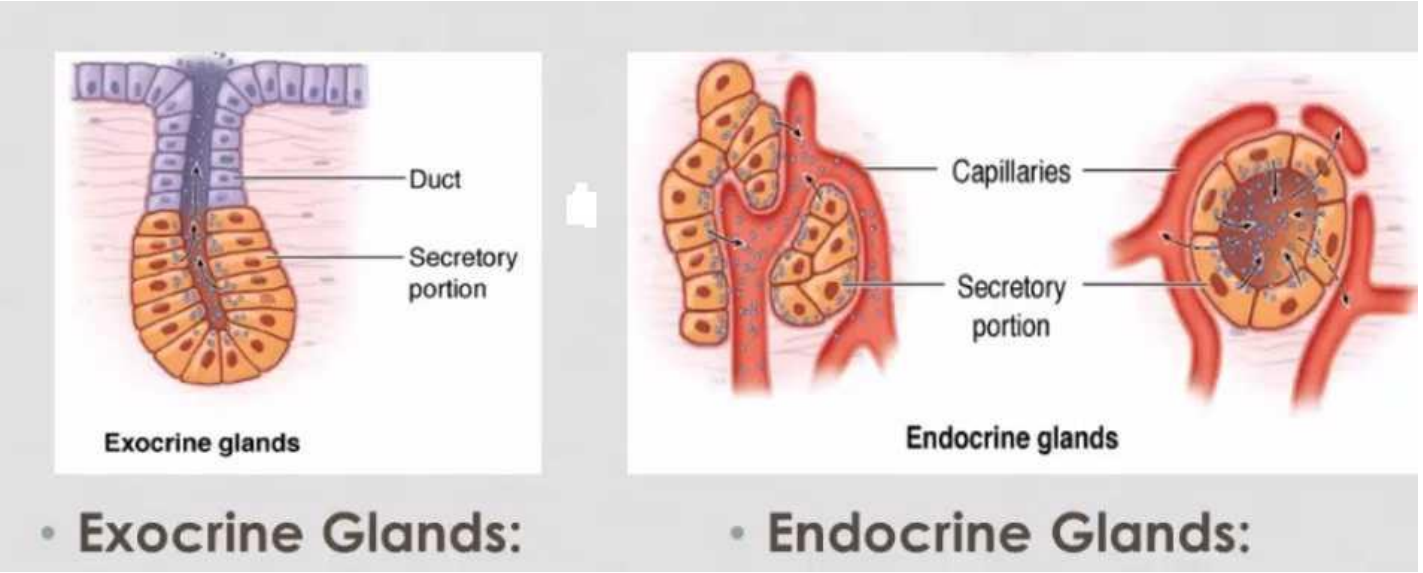
ประเภทของต่อม (Type of gland)

ประเภทของต่อม ในร่างกายจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ต่อมมีท่อ (Exocrine gland) ต่อมที่มีท่อลำเลียงสารเป็นของต่อมนั้นๆ เอง ผลิตและหลั่งสารผ่านท่อและไปมีผลต่อเซลล์เป้าหมาย

2. ต่อมไร้ท่อ (Endocrine gland) ต่อมที่หลั่งสารและไปมีผลต่อเซลล์เป้าหมายโดยผ่านกระแสเลือด แบ่งเป็น 3 ชนิด

1) ชนิดที่ต่อมอยู่เดี่ยวต่างหาก
2) ชนิดที่พบอยู่ร่วมกับต่อมมีท่อ
3) ชนิดที่อยู่เฉพาะที่ ตามอวัยวะต่างๆ



ชนิดของต่อมไร้ท่อ

1. ชนิดที่ต่อมอยู่เดี่ยวต่างหาก

– Pituitary gland

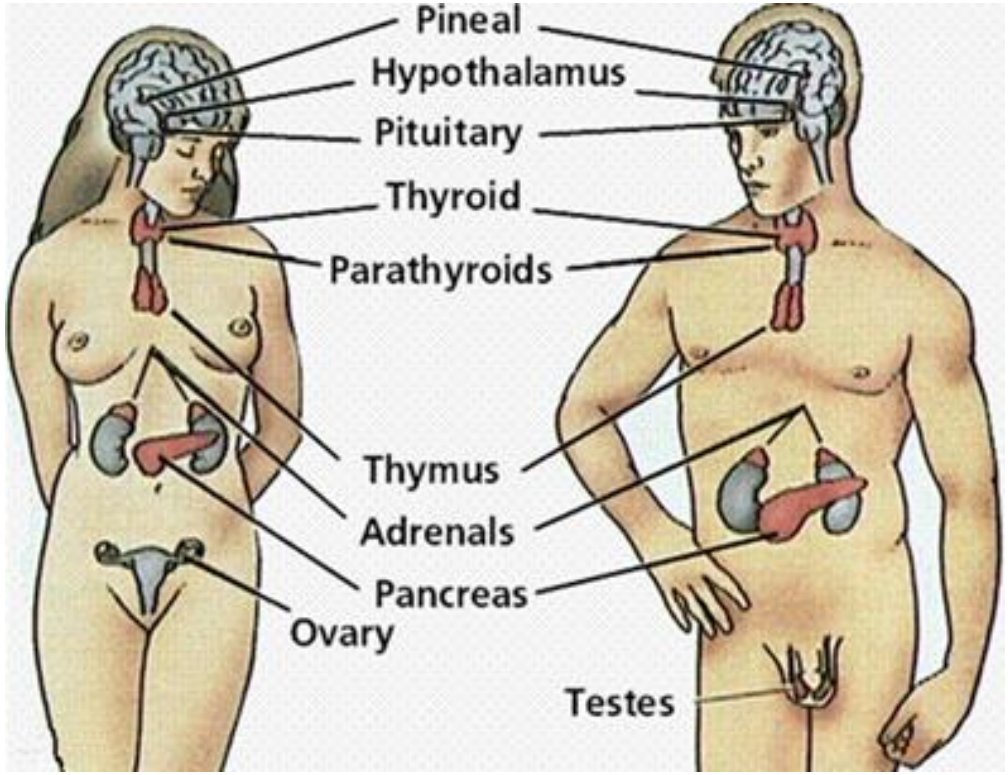
– Thyroid gland

– Parathyroid gland

– Adrenal gland

– Pineal gland

– Thymus gland



2. ชนิดที่พบอยู่ร่วมกับต่อมมีท่อ

– Islets of Langerhans ใน Pancreas

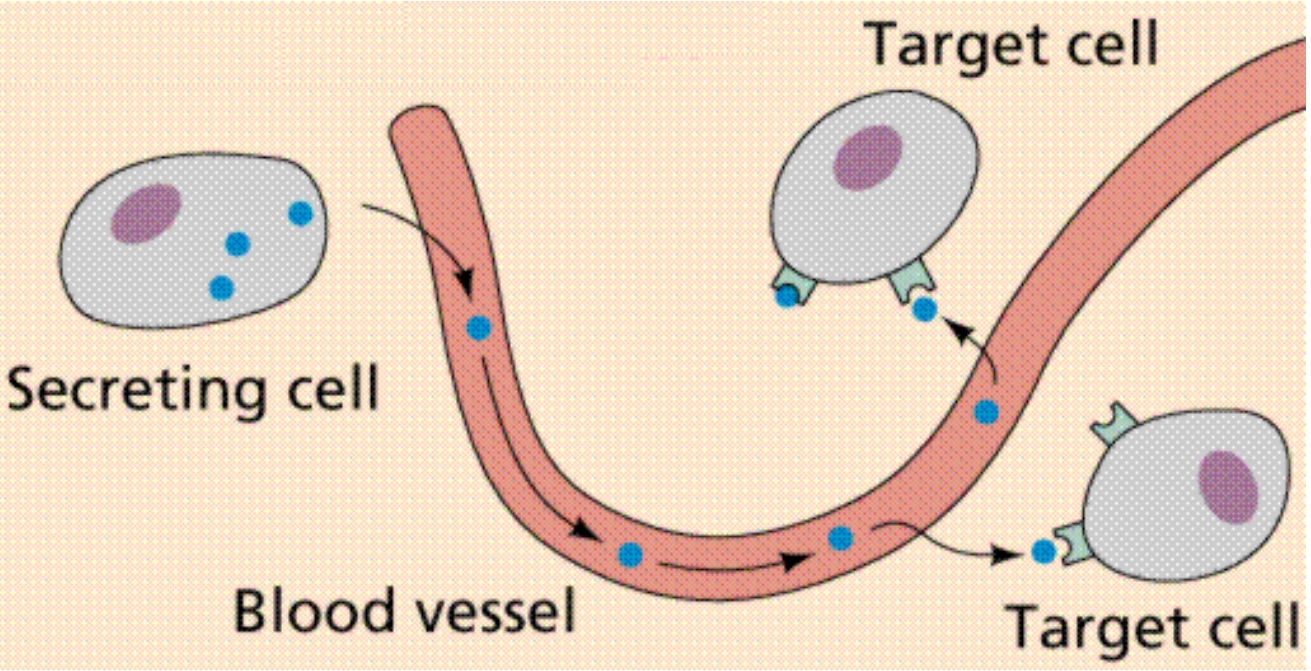
– Testis และ Ovary

– Placenta

3. ชนิดที่เซลล์กระจายอยู่ตามอวัยวะต่างๆ เฉพาะที่ เรียกว่า Diffuse neuroendocrine gland ประกอบด้วยเซลล์ที่สร้างฮอร์โมนที่เป็นสารประกอบพวก Peptides และ Amine

ฮอร์โมน (Hormones)

- **ฮอร์โมน (Hormones)** เป็นสารที่สร้างจากต่อมไร้ท่อ ซึ่งจะไปควบคุมและปรับการทำงานของเซลล์เป้าหมายในเนื้อเยื่อหลายชนิด การทำงานนี้จะเฉพาะเจาะจงต่อเนื่อเยื่อเป้าหมายเท่านั้น



หน้าที่ของฮอร์โมน

1. ควบคุมการเจริญเติบโต (growth)
2. ควบคุมและรักษาสภาพแวดล้อมภายในร่างกายให้เป็นปกติ
3. ควบคุมการทำงานของร่างกายอย่างอัตโนมัติ

กลุ่มของฮอร์โมน

- ฮอร์โมนแบ่งได้ 2 กลุ่มตามการออกฤทธิ์

1. กลุ่มที่ละลายในไขมัน เป็นพวก Steroid ได้แก่

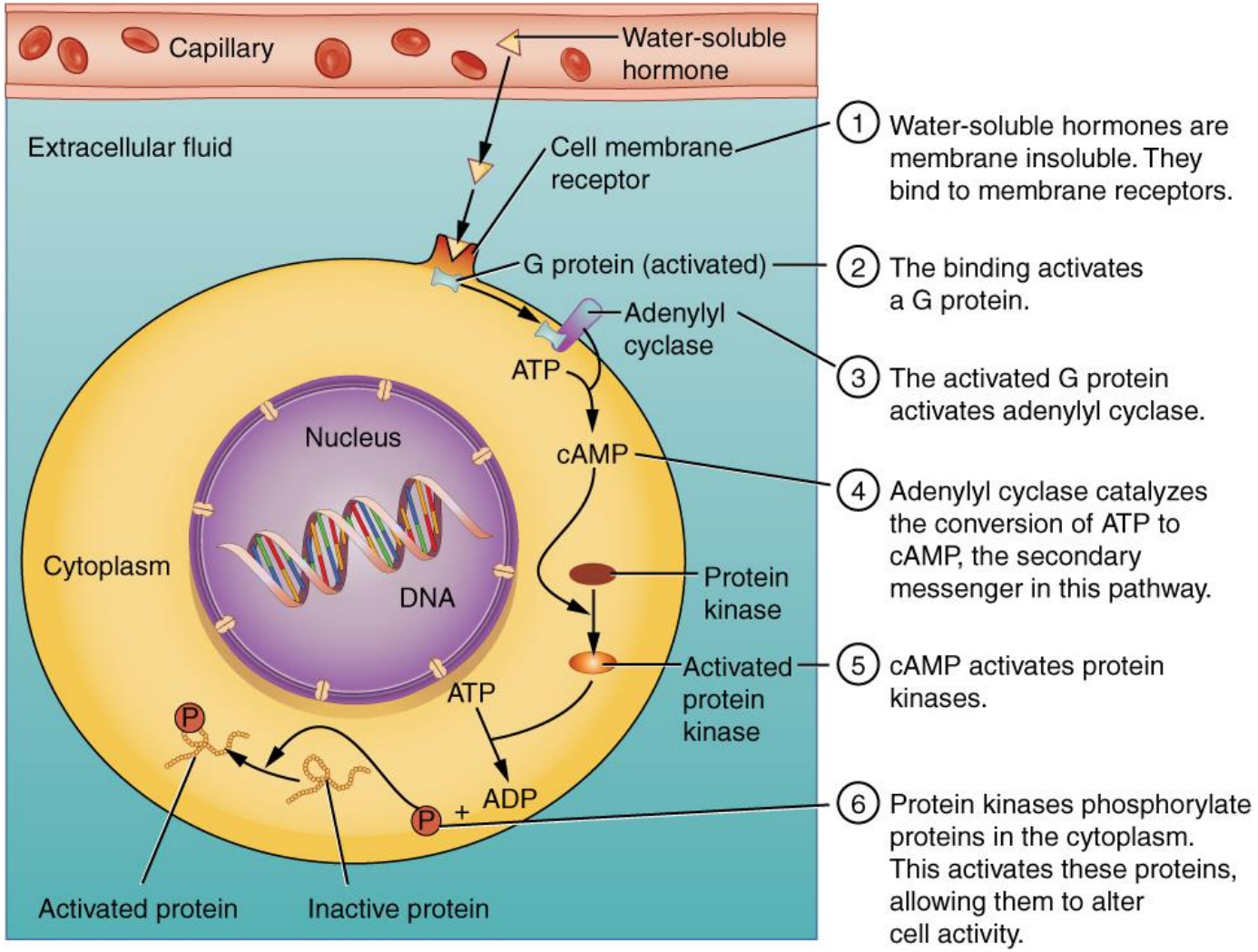
- Progesterone
- Estrogen
- Cortisol
- Aldosterone

กลุ่มของฮอร์โมน

2. กลุ่มที่ละลายน้ำ หรือพวก Non steroid ได้แก่ กลุ่มต่าง ๆ ดังนี้

2.1. Protein	2.2. Glycoprotein	2.3. Peptide	2.4. Amine
เช่น Growth hormone (GH), Prolactin (PRL), Insulin, Glucagon, Calcitonin, Parathyroid hormone (PTH)	เช่น Follicle stimulating hormone (FSH), Lutenizing hormone (LH), Thyroid stimulating hormone (TSH)	เช่น Oxytocin, Antidiuretic hormone (ADH), Gonadotropin releasing hormone (GnRH), Thyrotropin releasing hormone (TRH), Melanocyte stimulating hormone (MSH)	เช่น Epinephrine (EP), Norepinephrine (NEP), Melatonin, T_3 , T_4

กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน

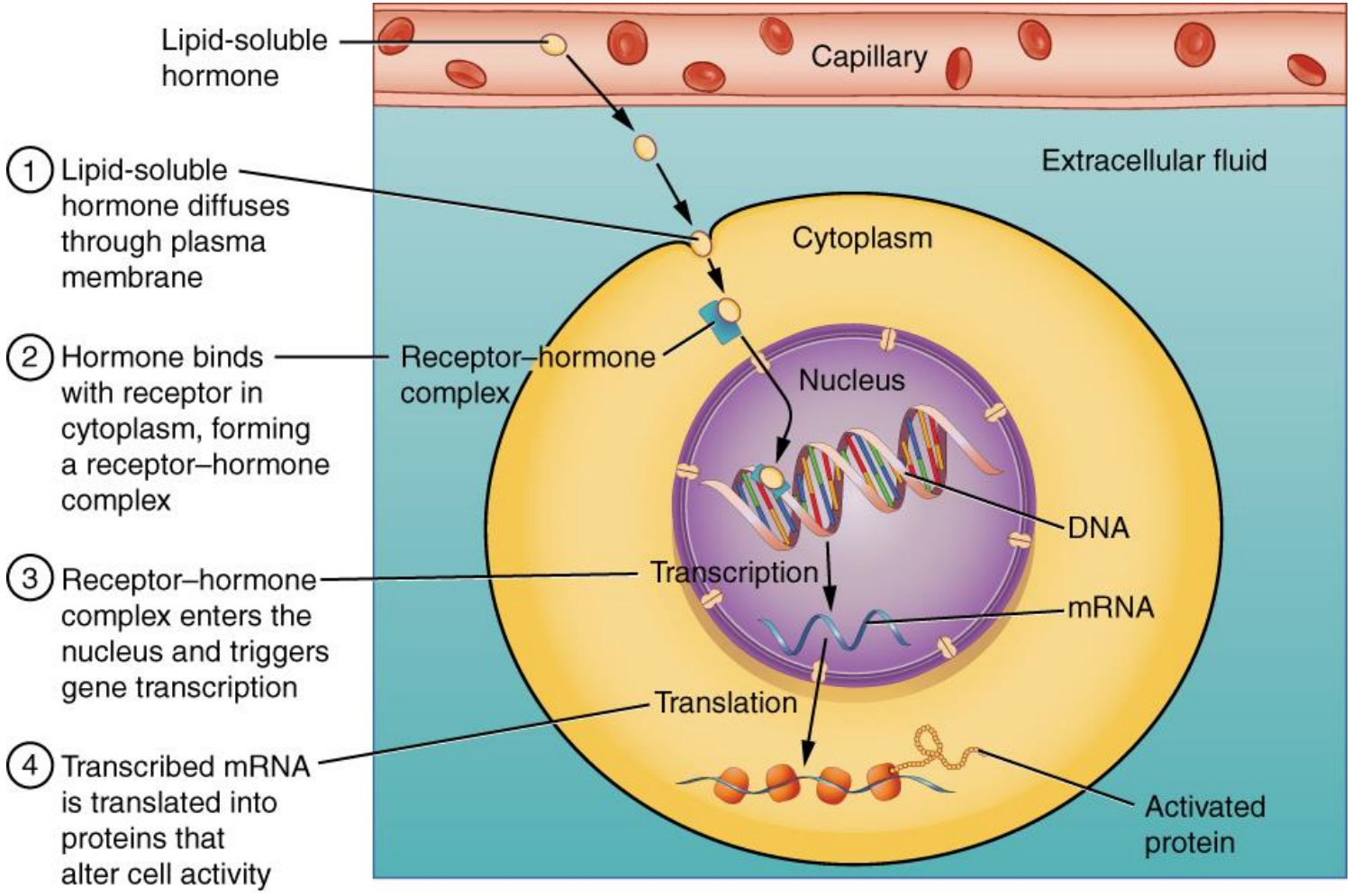


1. กลุ่มที่ละลายน้ำ (พวก Non steroid)

กลุ่มที่ละลายน้ำได้ดี เพราะว่ามีโครงสร้างทางเคมีที่ชอบน้ำ

กลุ่มนี้ ไม่สามารถแพร่เข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ได้ จำเป็นต้องอาศัยการทำงานผ่านตัวสื่อสัญญาณตัวที่สอง เพื่อกระตุ้นให้มีการออกฤทธิ์ในเซลล์

กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน



2. กลุ่มที่ละลายในไขมัน (พวก Steroid)

เป็นกลุ่มสเตียรอยด์ เนื่องจากละลายในไขมันได้ดี จึงแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ที่มีส่วนประกอบเป็นไขมันได้

Outline

- ประเภทของต่อม
- ต่อมไร้ท่อ
- ชนิดของต่อมไร้ท่อ
- ฮอร์โมนและหน้าที่
- กลุ่มของฮอร์โมน
- กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน

ต่อมไร้ท่อชนิดอยู่เดี่ยว

- ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)
- ต่อมไพเนียล (Pineal gland)
- ต่อมไธมัส (Thymus gland)
- ต่อมธัยรอยด์ (Thyroid gland)
- ต่อมพาราธัยรอยด์ (Parathyroid gland)
- ต่อมหมวกไต (Adrenal gland)

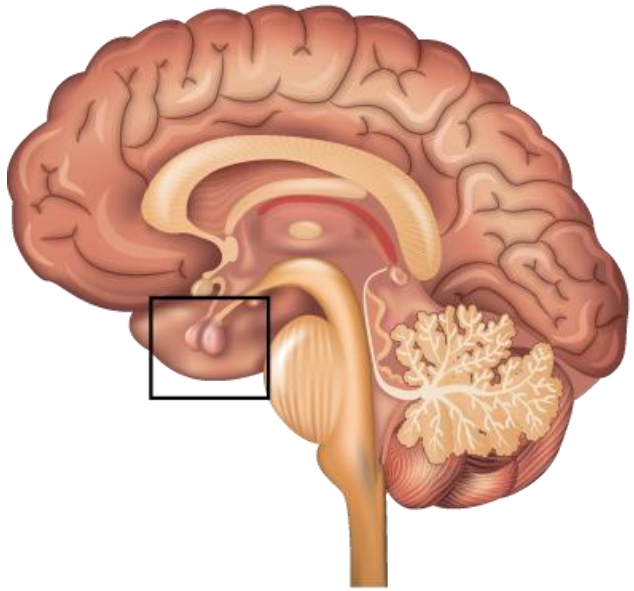
ต่อมไร้ท่อที่อยู่ร่วมกับต่อมมีท่อ

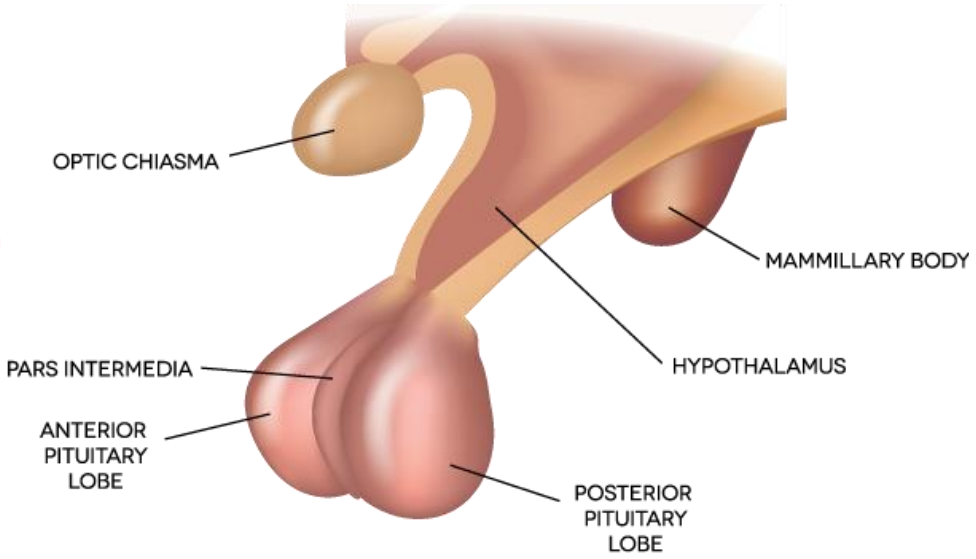
- ต่อมตับอ่อน (Islets of Langerhans ใน Pancreas)
- ต่อมเพศ (Ovary และ Testis)
- รก (Placenta)

- ฮอร์โมนเฉพาะที่

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

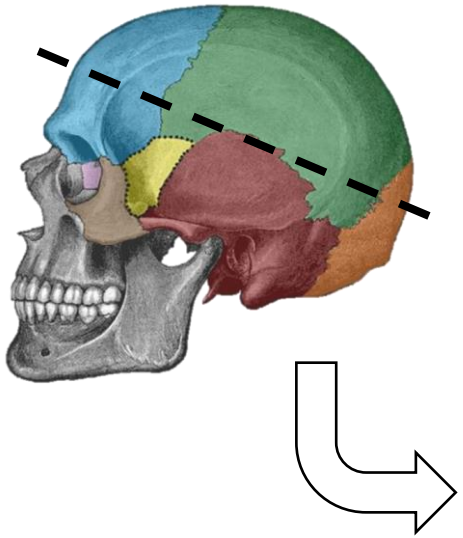
- ต่อมใต้สมอง หรือ Pituitary gland หรือ Hypophysis gland
- รูปร่างค่อนข้างกลม คล้ายถั่ว (bean-shaped)
- ขนาดประมาณ 1.2 x 1.5 ซม.
- ในผู้ใหญ่หนักประมาณ 0.4-0.6 กรัม

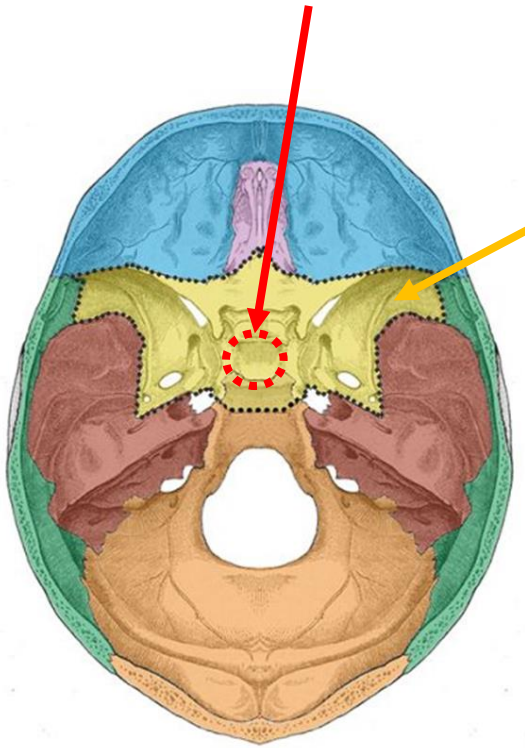


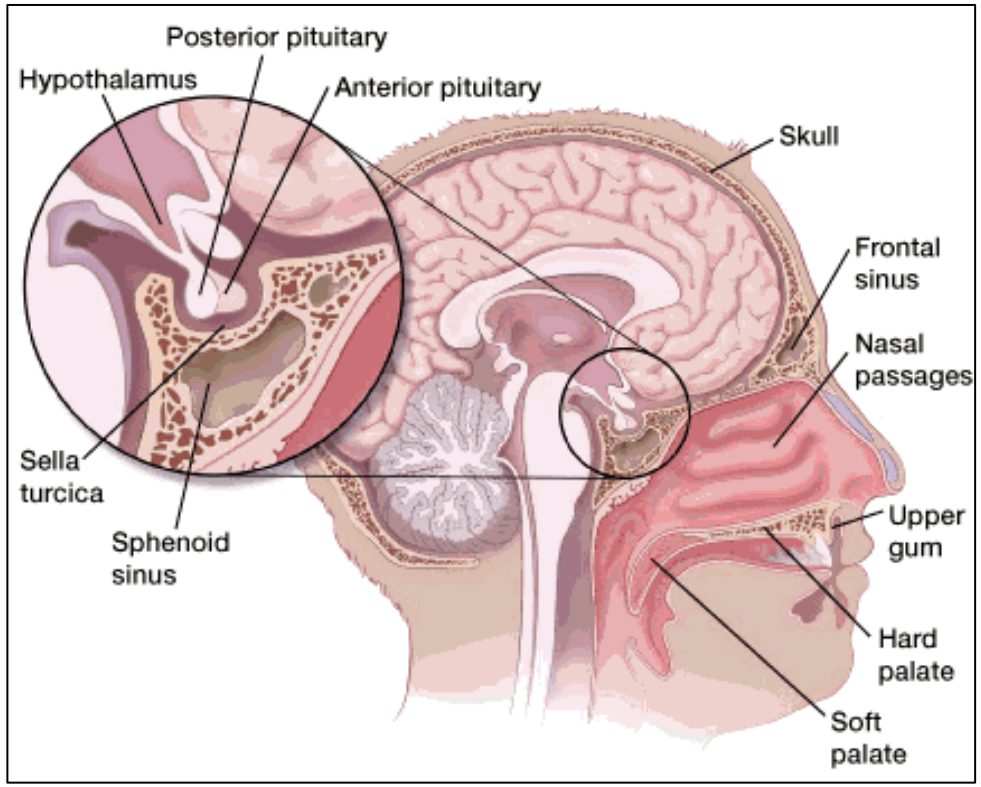


ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

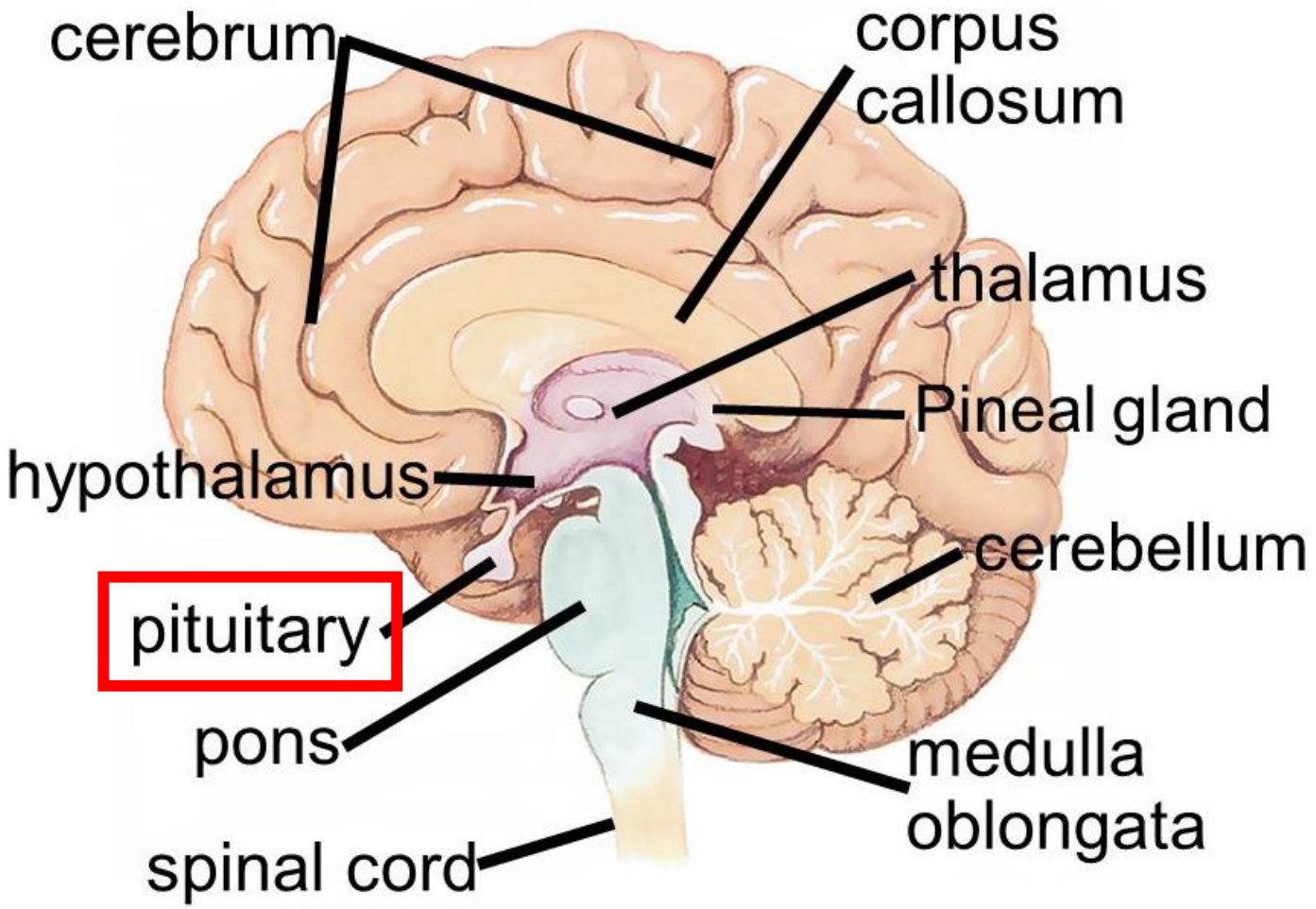
- ตั้งอยู่ในแอ่งเรียกว่า Sella turcica ของกระดูก Sphenoid โดยอยู่ใต้ต่อ Hypothalamus



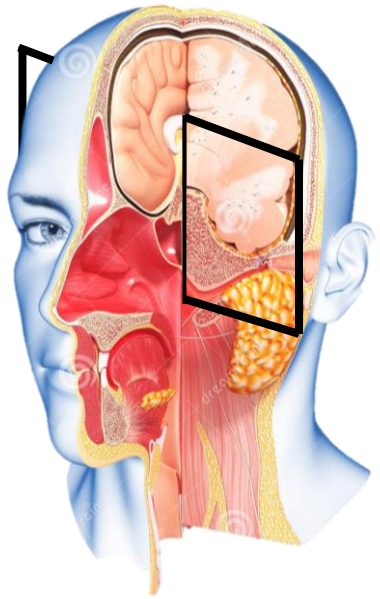




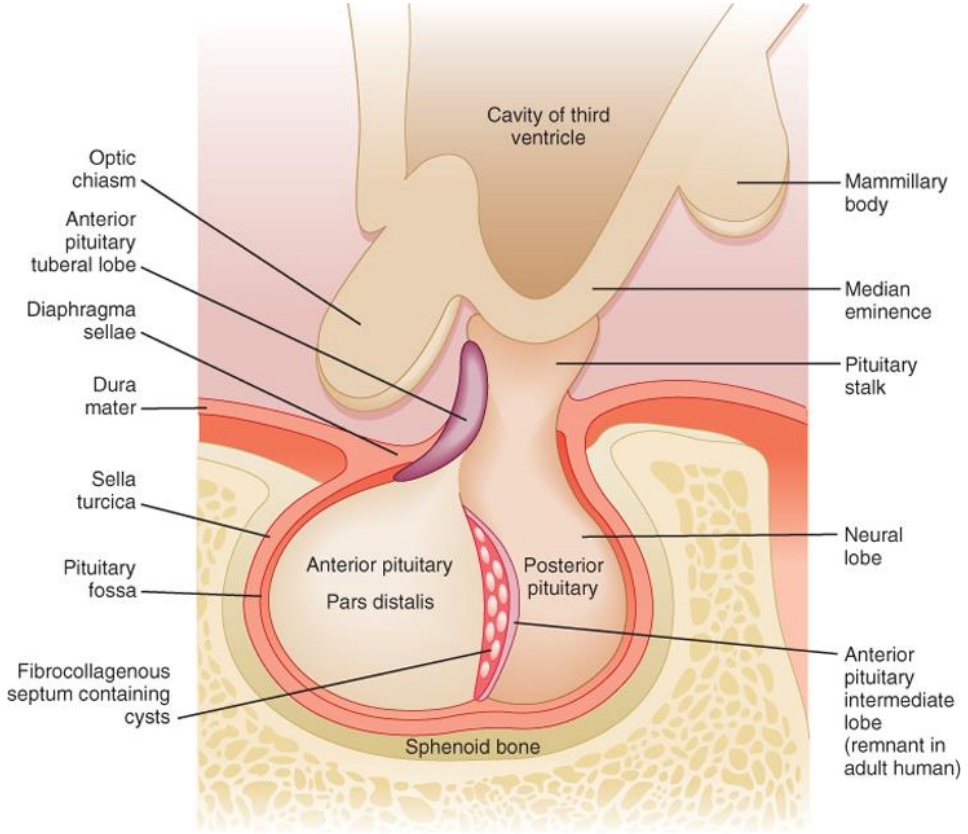
ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

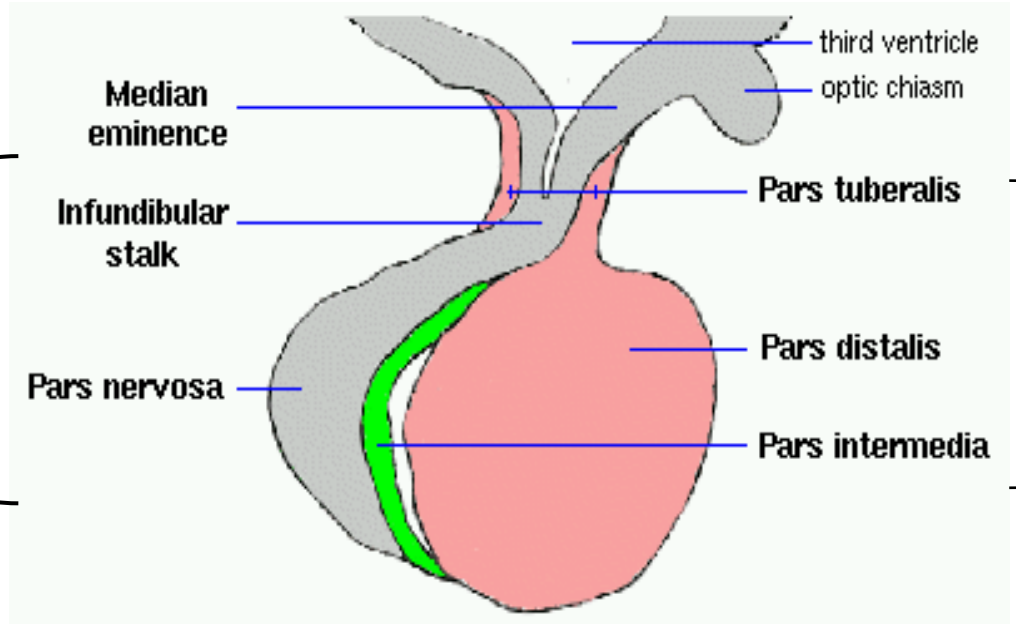


- ตัวต่อมถูกหุ้มด้วย Dura matter ซึ่งเรียกว่า Diaphragm sellae



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

ต่อมใต้สมองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ตามโครงสร้างและหน้าที่



1. ต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary) หรือ Adenohypophysis แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ
- Pars distalis (หรือ anterior lobe)
- Pars tuberalis
- Pars intermedia

2. ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (Posterior pituitary) หรือ Neurohypophysis แบ่งออกเป็น 3 บริเวณ
- Median eminence
- Infundibulum (หรือ Infundibular stalk)
- Pars nervosa (หรือ Posterior lobe)

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

- เส้นเลือดที่เลี้ยงต่อมใต้สมอง เป็นแขนงของ Internal carotid artery คือ

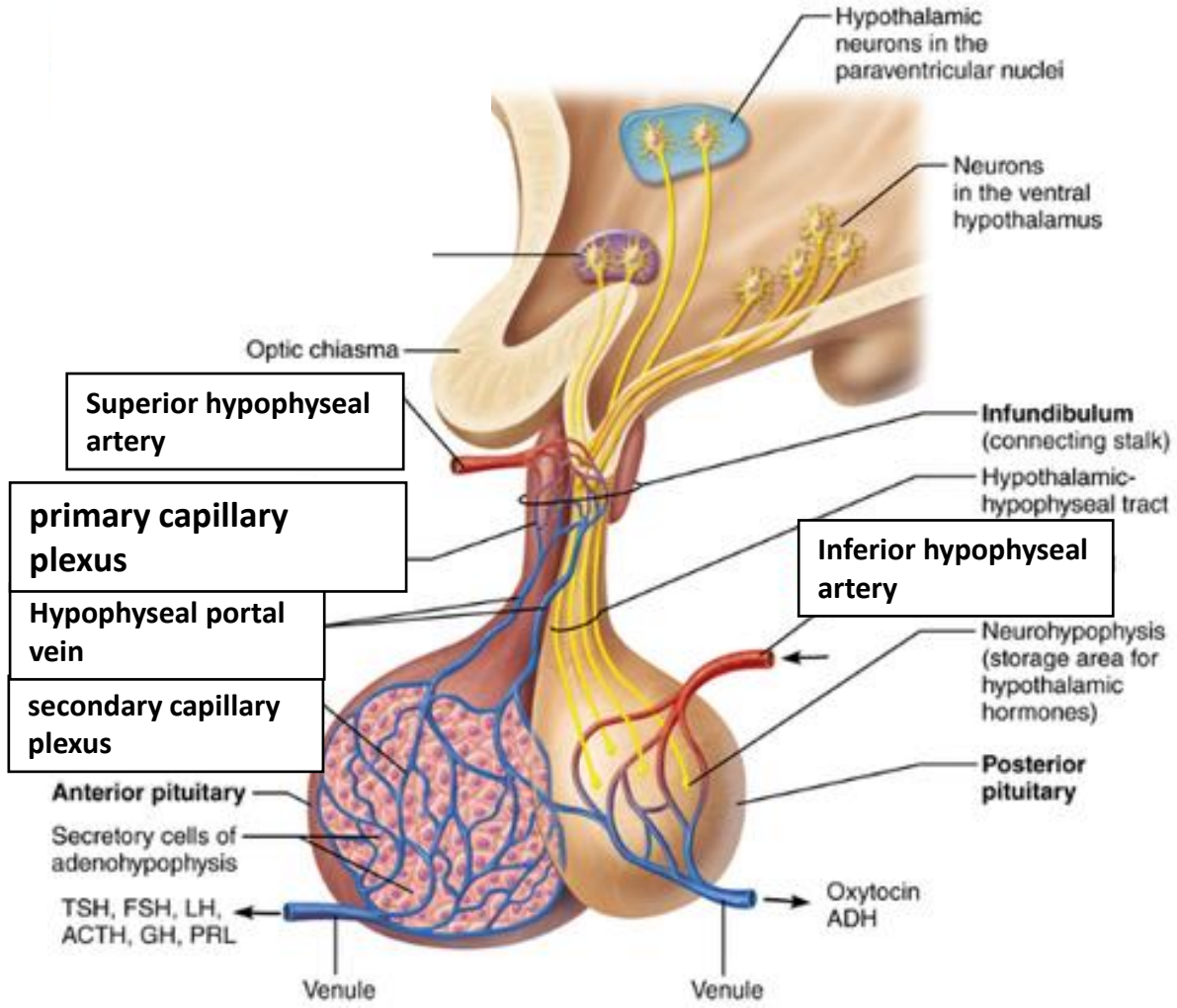
1. Superior hypophyseal artery

เลี้ยงบริเวณ Pars tuberalis และ Infundibulum จะไปเป็น Primary capillary plexus ที่บริเวณ Median eminence

2. Inferior hypophyseal artery

เลี้ยงบริเวณ Pars nervosa จะไปเป็น Secondary capillary plexus ในบริเวณ Pars distalis

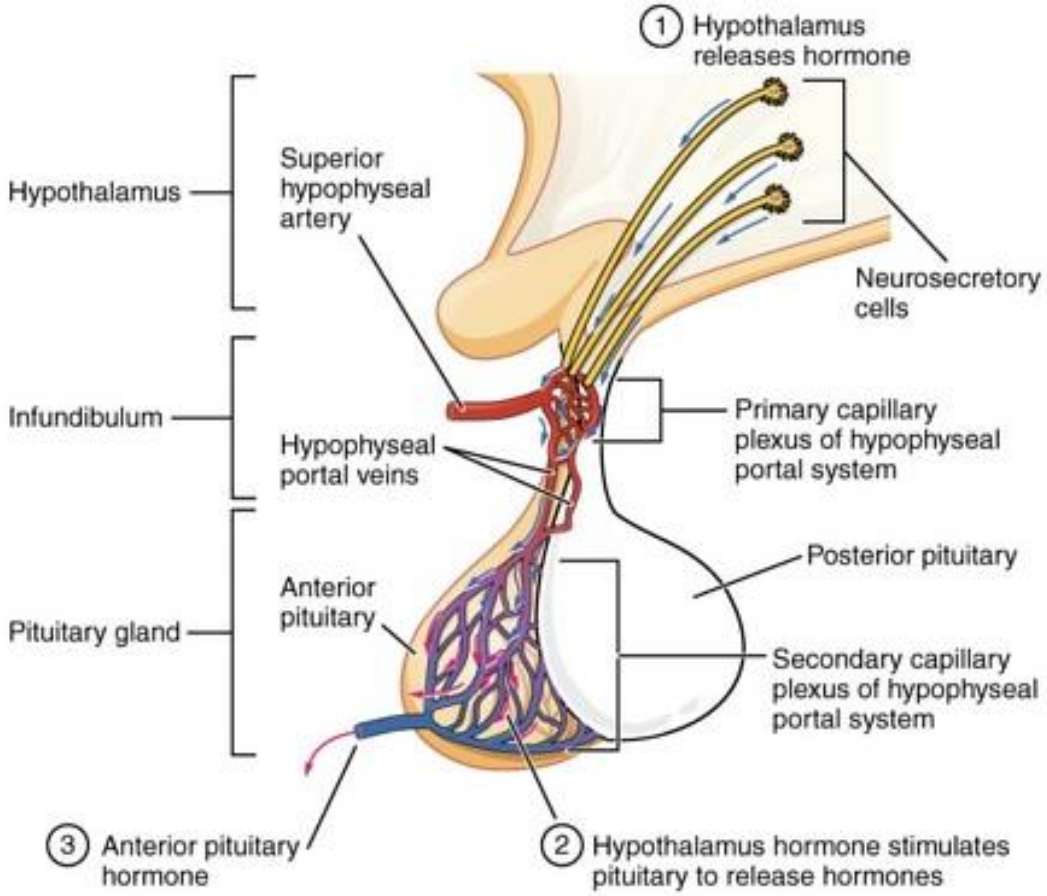
***Hypothalamic-hypophyseal portal circulation**



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

- การควบคุมการสร้างฮอร์โมนของ Anterior pituitary gland มี 2 แบบ คือ

  1. Hypothalamus
  2. Hormone (Negative feedback)



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

- การควบคุมการสร้างฮอร์โมนของ Anterior pituitary gland

1. **Hypothalamus** จะหลั่ง neurohormone ที่จะไปควบคุม Anterior pituitary gland มีดังนี้

- Corticotropin releasing hormone (CRH)
- Thyrotropin releasing hormone (TRH)
- Luteinizing releasing hormone (LHRH)
- Gonadotropin releasing hormone (GnRH)
- Growth hormone releasing hormone (GH RH)
- Growth hormone inhibiting hormone (GH IH)
- Prolactin releasing hormone (PRH)
- Prolactin inhibiting hormone (PIH)

- Melanocyte stimulating hormone releasing factor (MSH RF)
- Melanocyte stimulating hormone inhibiting factor (MSH IF)

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

การควบคุมการสร้างฮอร์โมนของ Hypothalamus

เซลล์ประสาทใน hypothalamus สร้าง hormone

↓

Hormone (RH & IH) ถูกเก็บอยู่ในรูป secretory granule ขนส่งไปตาม axon

↓

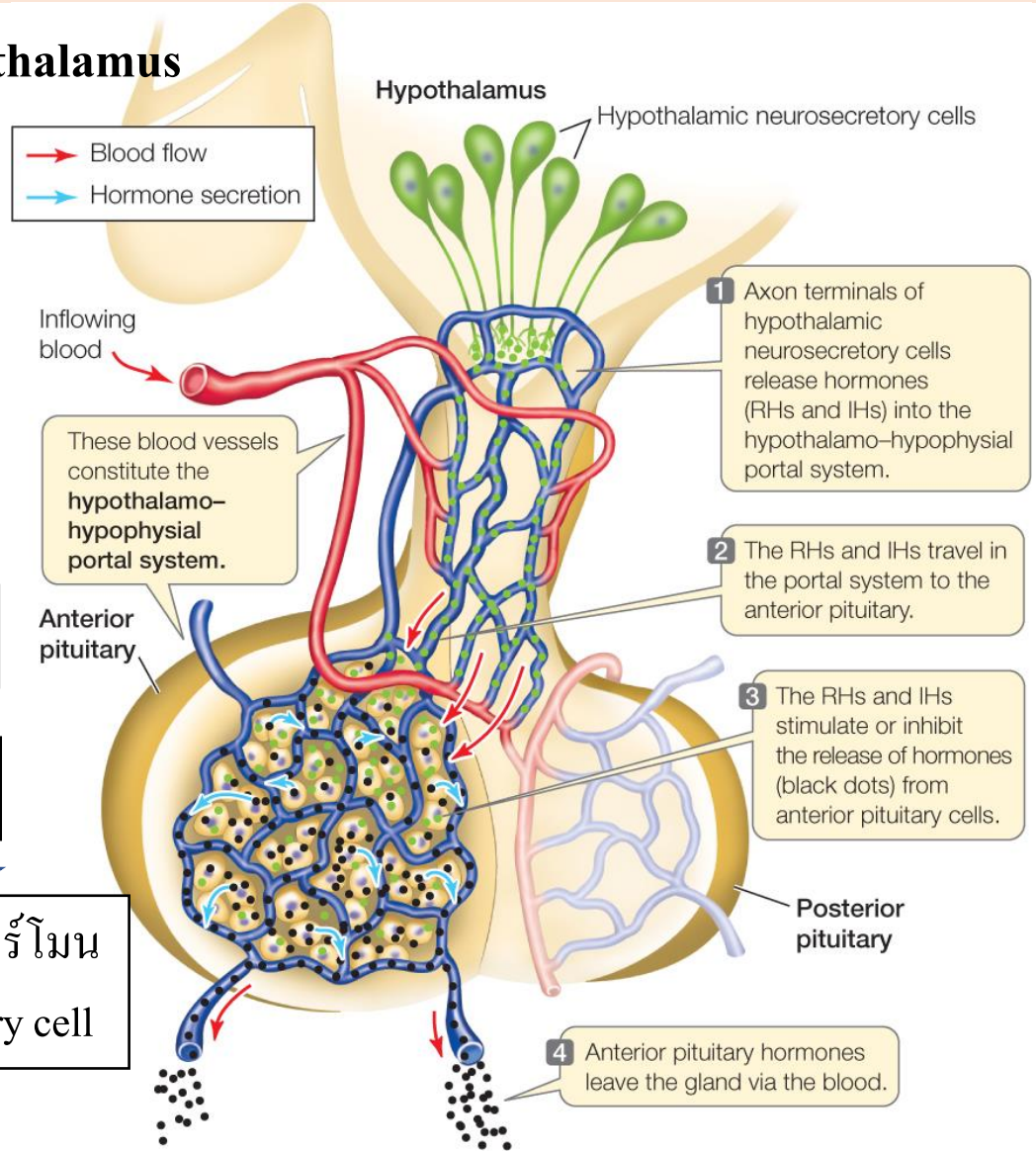
Hypothalamic-hypophyseal portal system

↓

RH — Anterior pituitary gland — IH

↓ RH: กระตุ้น Anterior pituitary cell หลั่งฮอร์โมน

↓ IH: ยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน Anterior pituitary cell

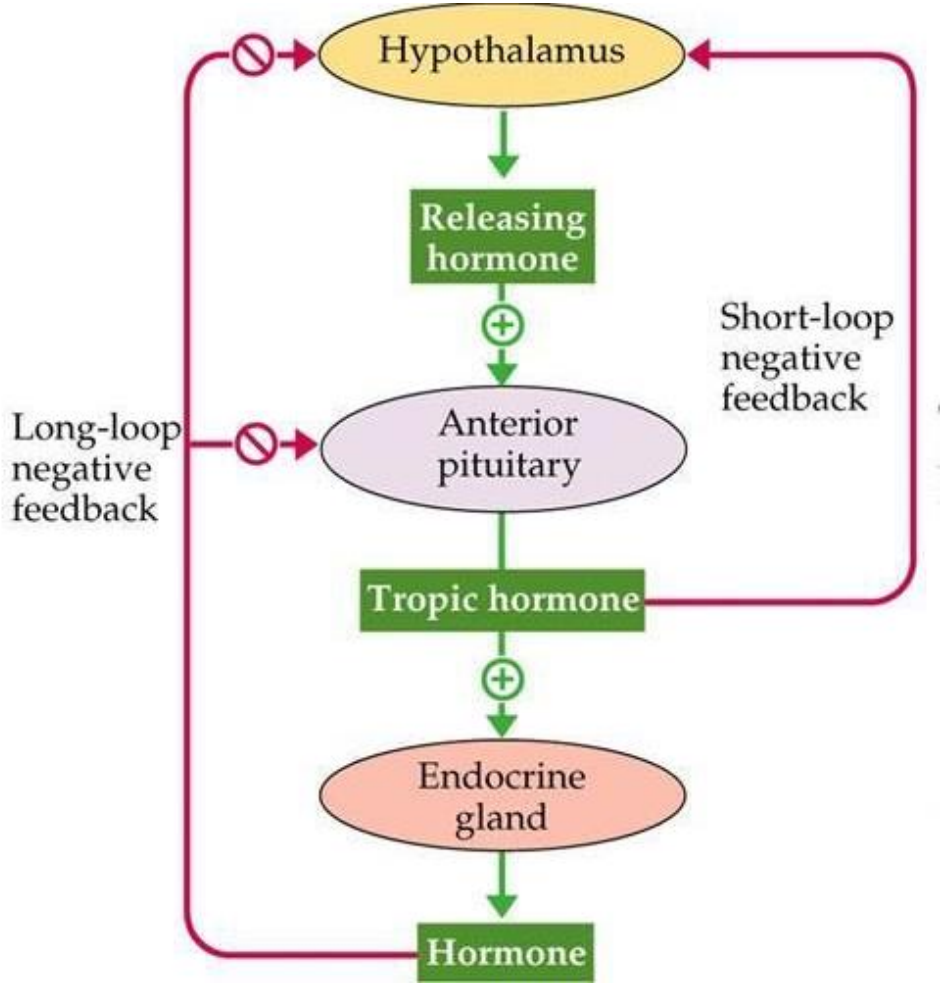


ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

- การควบคุมการสร้างฮอร์โมนของ Anterior pituitary gland (ต่อ)

2. Negative feedback control

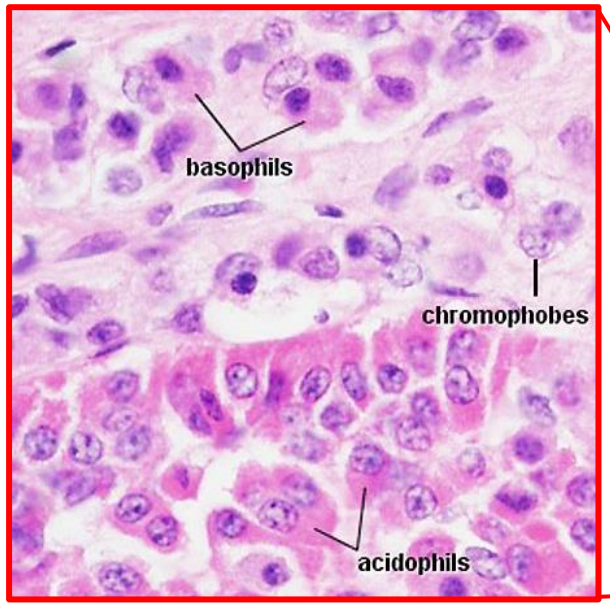
- Tropic hormone หรือ hormone จาก anterior pituitary gland จะไปกระตุ้นการหลั่งฮอร์โมนของ target organs
- เมื่อระดับฮอร์โมนสูงขึ้น จะไปยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนของต่อมใต้สมองส่วนหน้า หรือไปยับยั้งที่ hypothalamus เพื่อให้ระดับของฮอร์โมนในร่างกายอยู่ในสภาวะที่สมดุลย์

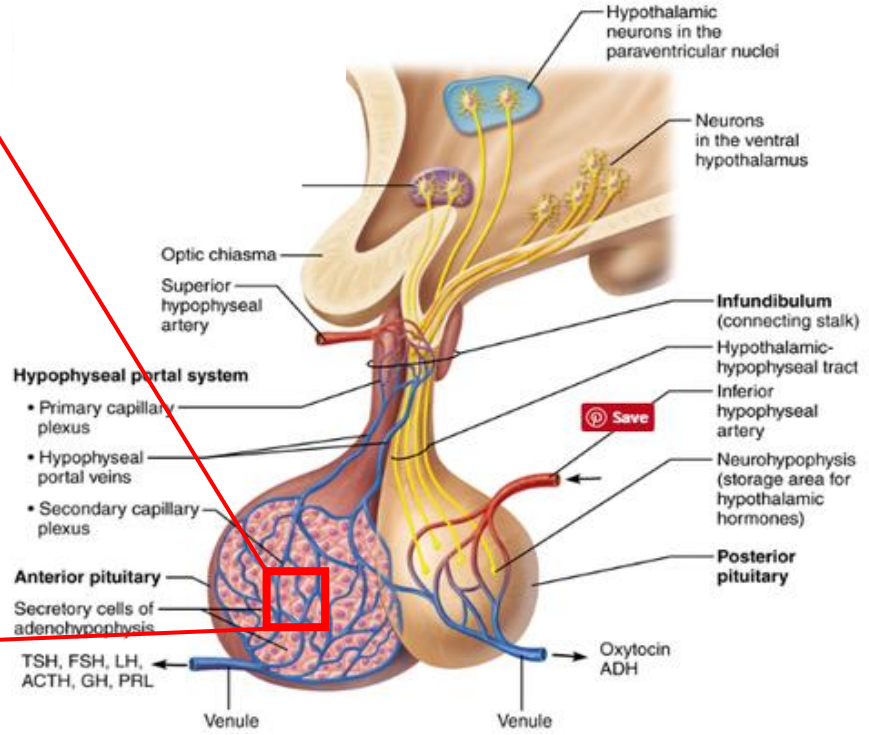


ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Pars distalis (PD) หรือ Anterior lobe

- ประกอบด้วยเซลล์ที่อยู่กันเป็นกลุ่มอยู่ใกล้ๆ กับ sinusoid ของ secondary plexus เมื่อศึกษาด้วยการย้อมสีและส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาสามารถแบ่งเซลล์ในบริเวณนี้ได้เป็น 2 กลุ่ม คือ Chromophils, Chromophobe



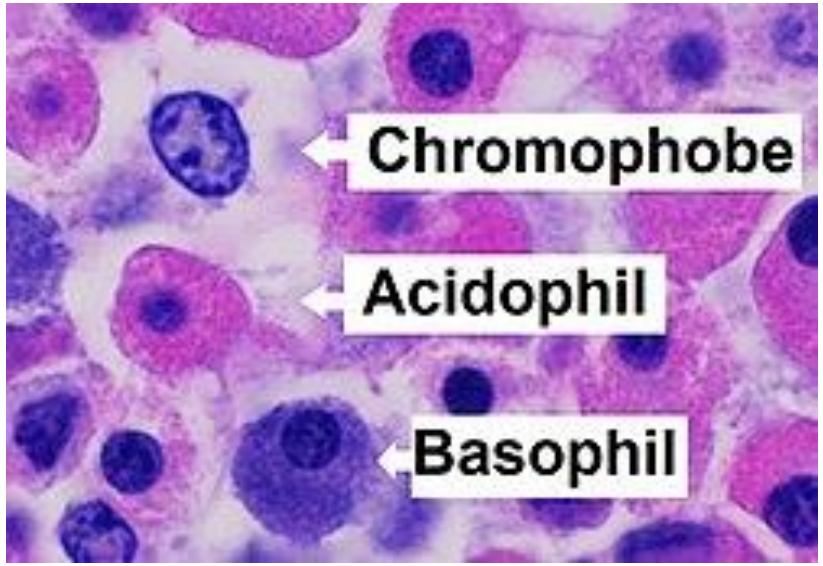


ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

1. กลุ่มเซลล์ที่ติดสีเรียกว่า Chromophils กลุ่มเซลล์พวกนี้ประกอบด้วย secretory granules เป็นจำนวนมาก และยังแบ่งได้อีก 2 กลุ่ม คือ

- Acidophils (ติดสีที่เป็นกรด)
- Basophils (ติดสีที่เป็นด่าง)

2. กลุ่มเซลล์ที่ไม่ติดสี เรียกว่า Chromophobe เซลล์พวกนี้เชื่อว่าเป็น resting secretory cells หรืออาจเป็น Chromophil ที่หลั่ง granules ออกไปแล้ว

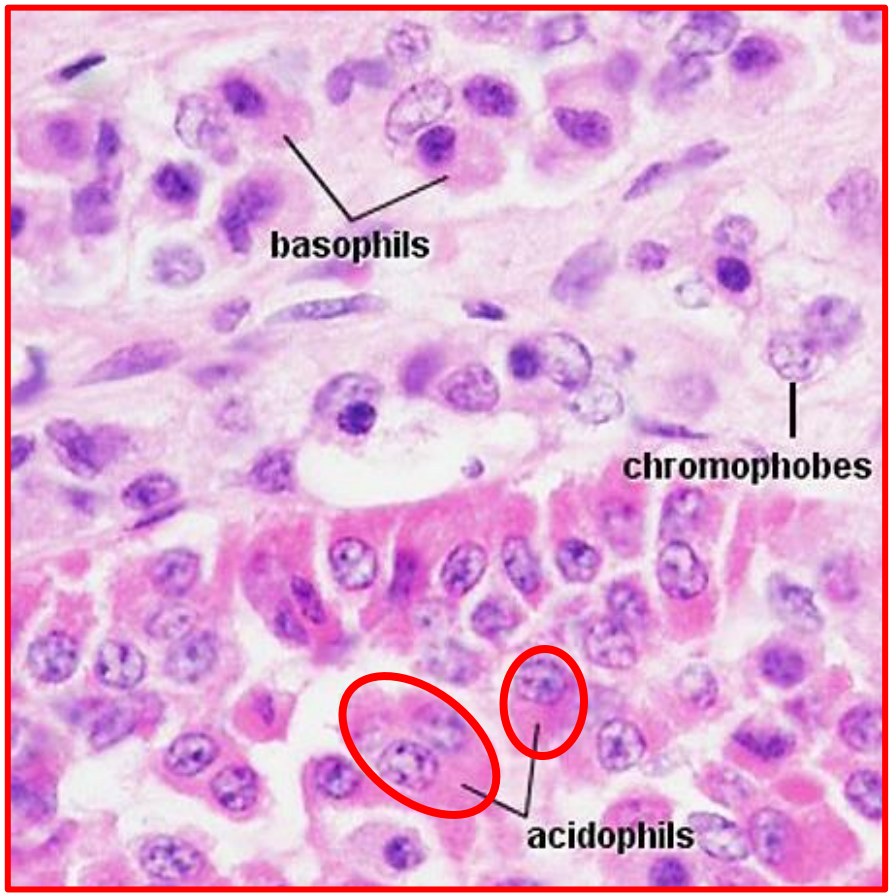


ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

- **Acidophils** ประกอบด้วยเซลล์ที่สามารถหลั่งฮอร์โมนได้ 2 ชนิด คือ

1) Somatotrope หลั่ง
   Growth hormone (GH)

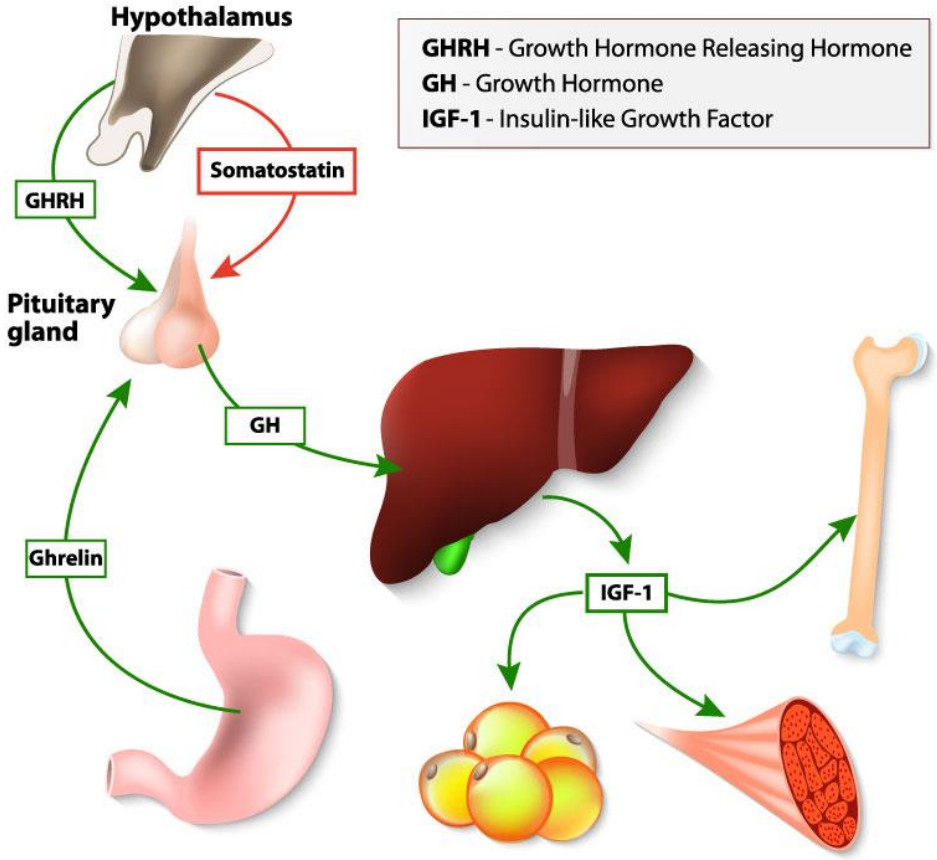
2) Lactrotrope หรือ
   Mammotrope หลั่ง
   Prolactin (PRL)



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Growth hormone (GH)

- GH เป็น Protein hormone
- ทำหน้าที่กระตุ้นเซลล์ส่วนใหญ่ของร่างกายให้มีการเจริญและแบ่งเซลล์
- กระตุ้นการเจริญของ cartilage, bone และกล้ามเนื้อ
- กระตุ้นสลายไขมันและนำไปใช้เป็นพลังงานแทนกลูโคสได้มากขึ้น
- GH หลั่งมากในเวลากลางคืนระหว่างการนอนหลับและการออกกำลังกายช่วยกระตุ้นการหลั่ง GH



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Prolactin (PRL)

- กระตุ้นการสร้างน้ำนม ทำให้ต่อมน้ำนมมีขนาดใหญ่ขึ้นและช่วยการหลั่งของน้ำนม
- ช่วยคงสภาพของ corpus luteum ระหว่างตั้งครรภ์
- การหลั่ง PRL ถูกควบคุมโดย Prolactin releasing hormone (PRH)
- การดูดนมของเด็กกระตุ้นการหลั่ง PRL

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

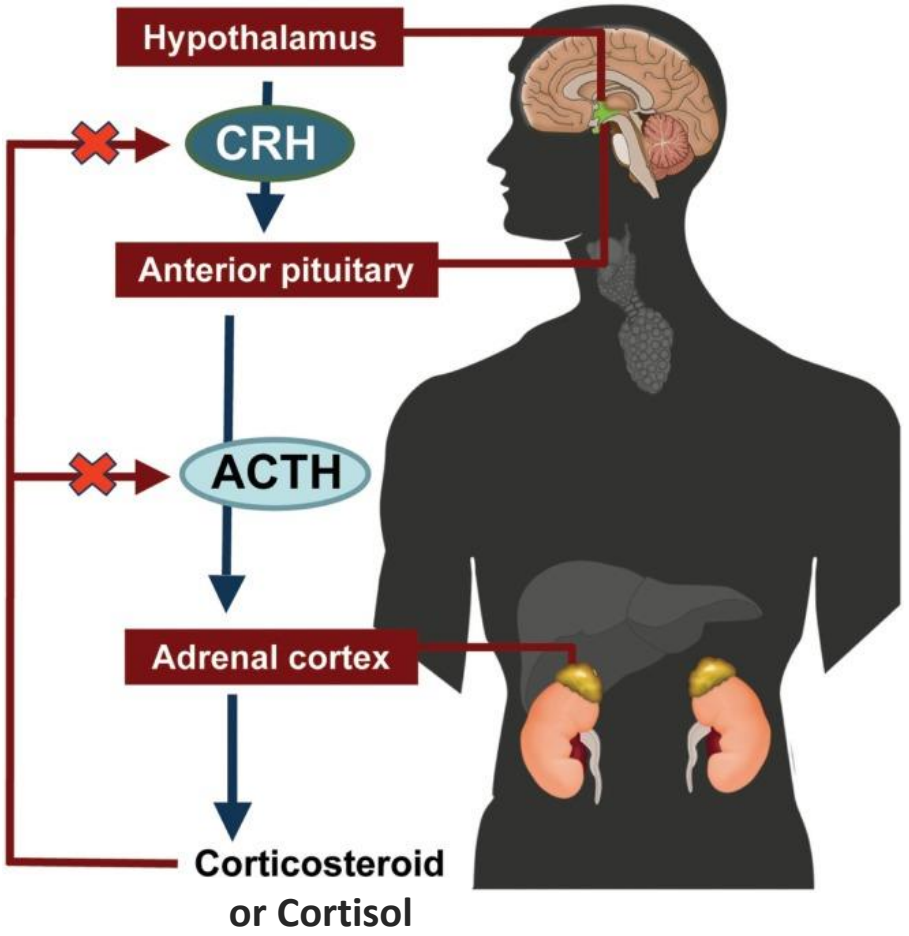
Basophils ประกอบด้วยเซลล์ 3 ชนิด คือ

1) Corticotrope สร้าง Adrenocorticotropic hormone (ACTH)
2) Thyrotrope สร้าง Thyroid-stimulating hormone (TSH)
3) Gonadotrope สร้าง Follicle-stimulating hormone(FSH) และ Luteinzing hormone (LH)

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Adrenocorticotropic hormone (ACTH)

- เซลล์อยู่กระจายทั่วต่อม pars distalis
- ACTH เป็น polypeptide hormone
- ทำหน้าที่ควบคุมการหลั่งและการเจริญของ adrenal cortex
- ACTH มีระดับสูงสุดประมาณ 8 โมงเช้า และต่ำสุดในตอนเที่ยงคืน

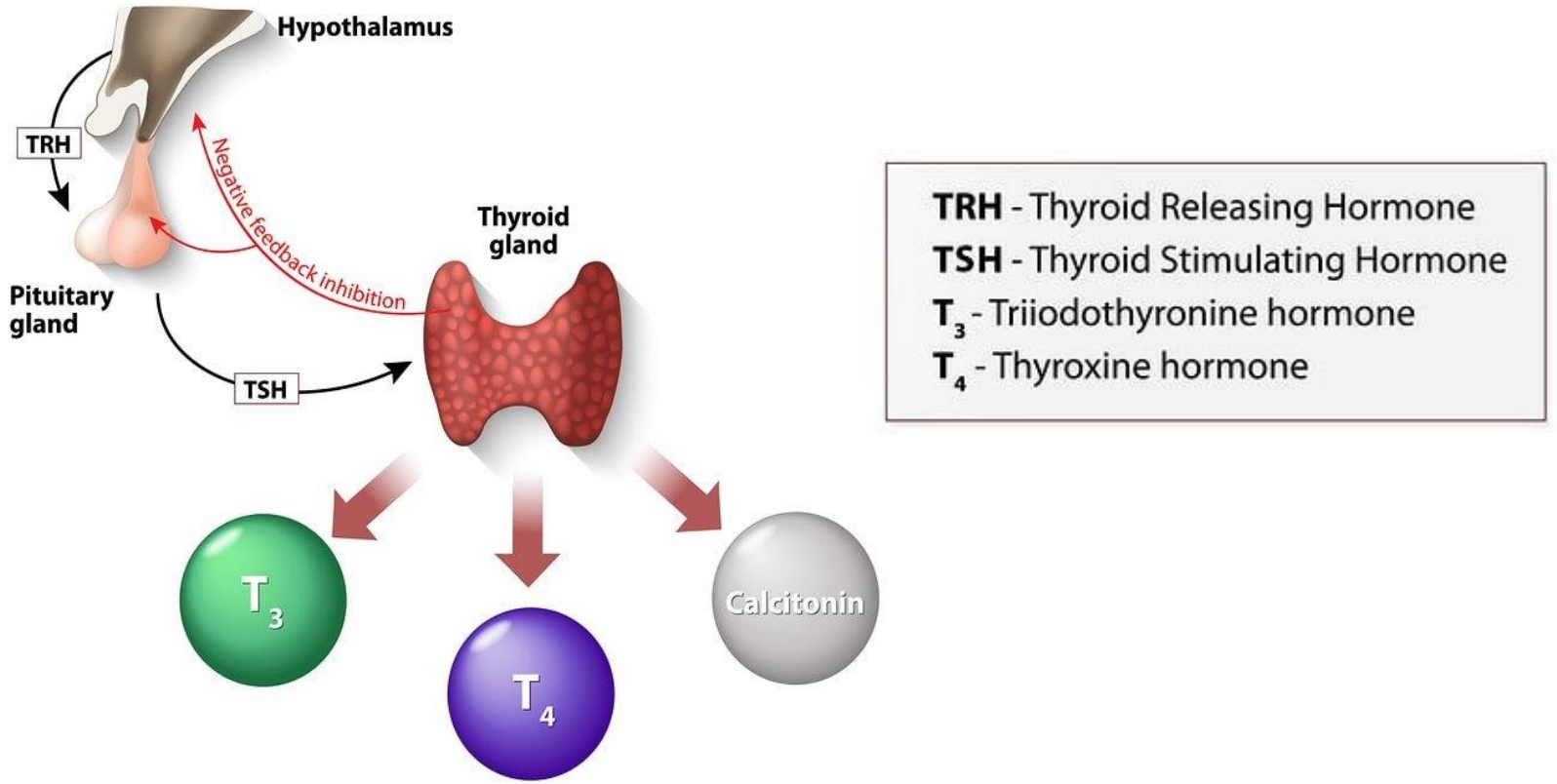


CRH : Corticotropin releasing hormone

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

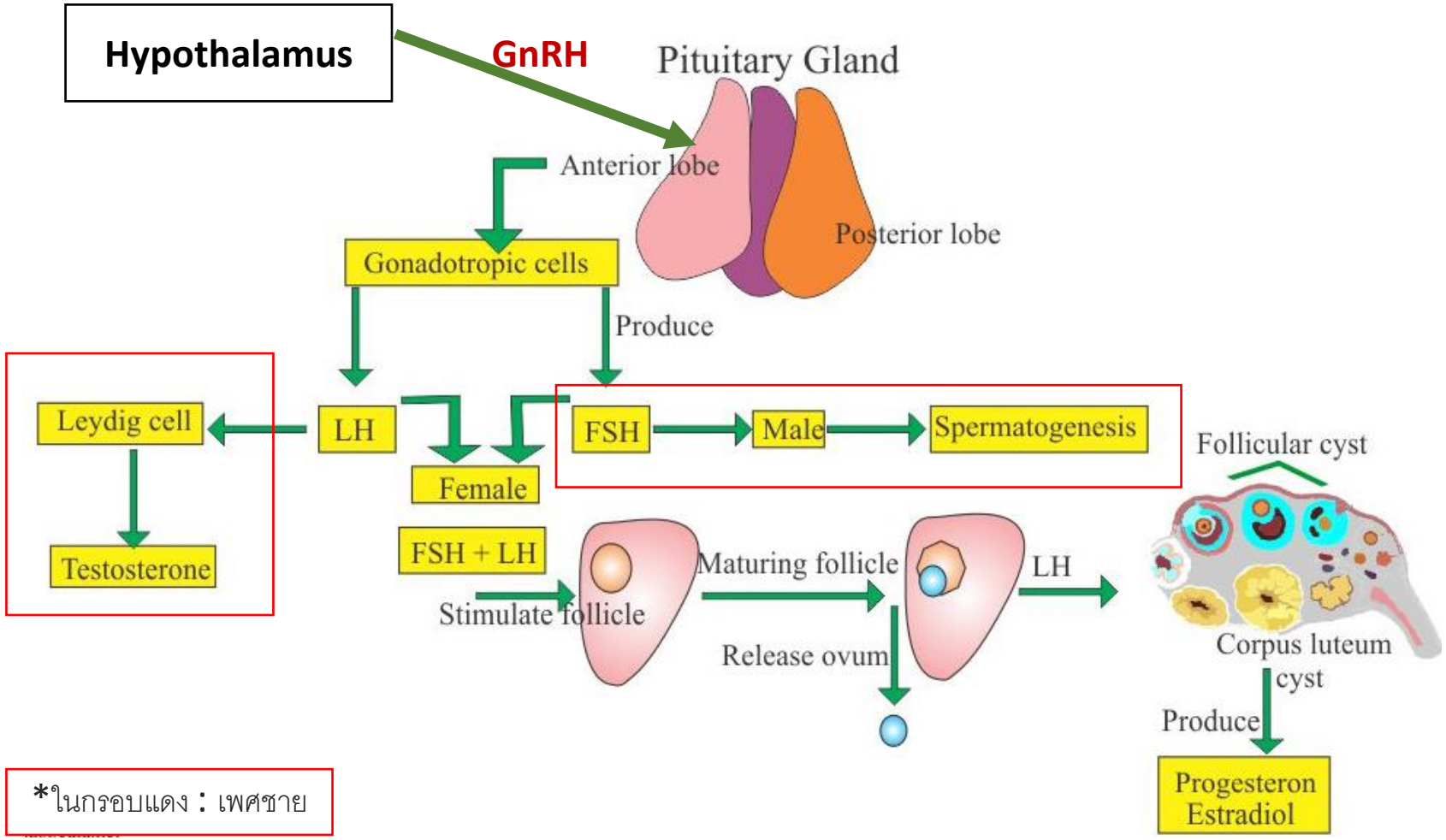
Thyroid-stimulating hormone (TSH)

- เป็น glycoprotein hormone กระตุ้นต่อมไธรอยด์ให้สร้างไธรอยด์ฮอร์โมน



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

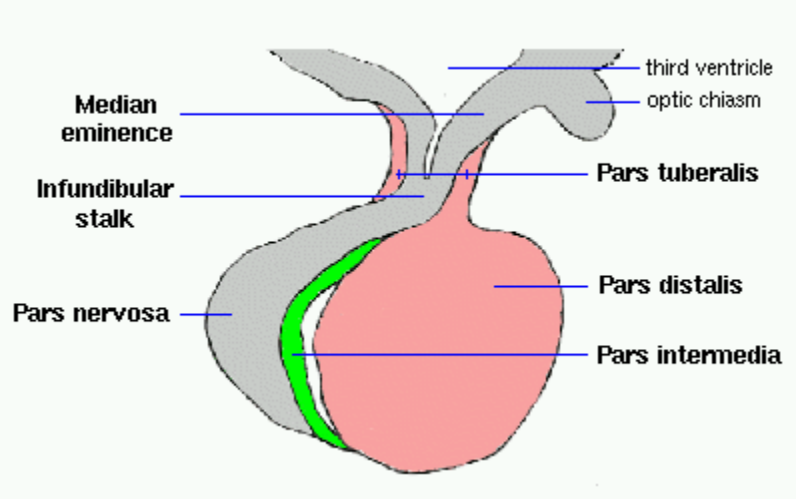
Follicle-stimulating hormone (FSH) และ Luteinizing hormone (LH)

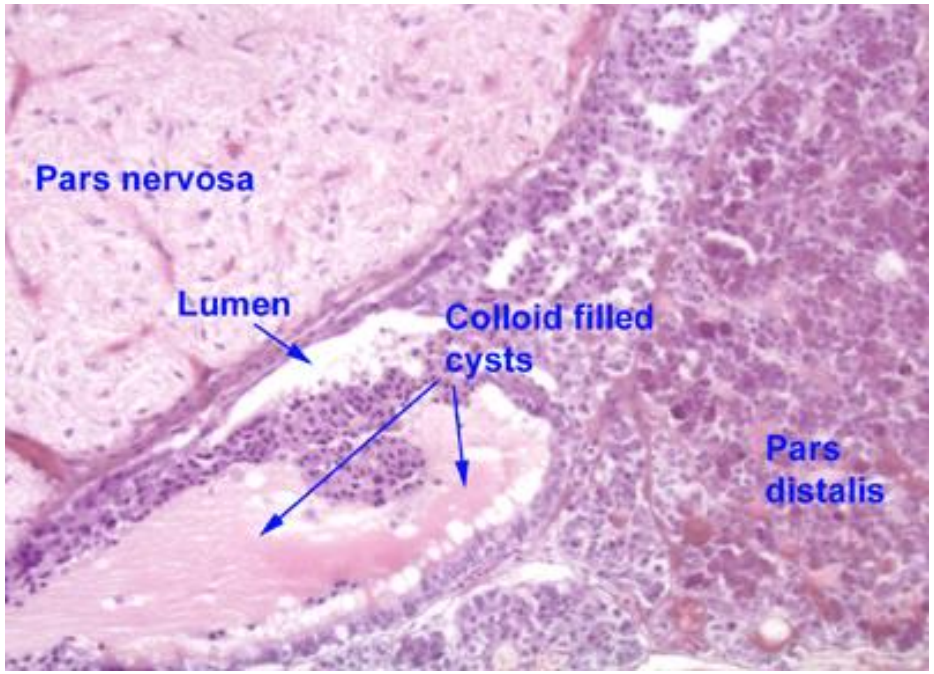


*ในกรอบแดง : เพศชาย

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Pars intermedia



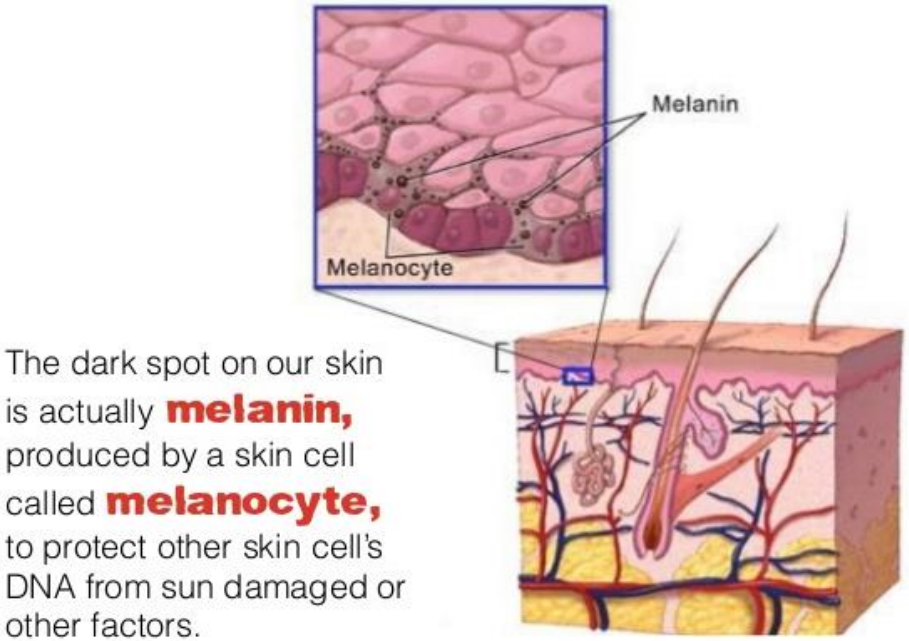


- มีลักษณะเป็นบริเวณแคบยาวอยู่ระหว่าง PD และ PN
- ในคนบริเวณนี้ไม่ค่อยพัฒนา
- ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวกันเป็น colloid ภายในมี **cysts** หรือเรียก **Rathke's cysts** สร้าง Melanocyte-stimulating hormone (MSH)

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

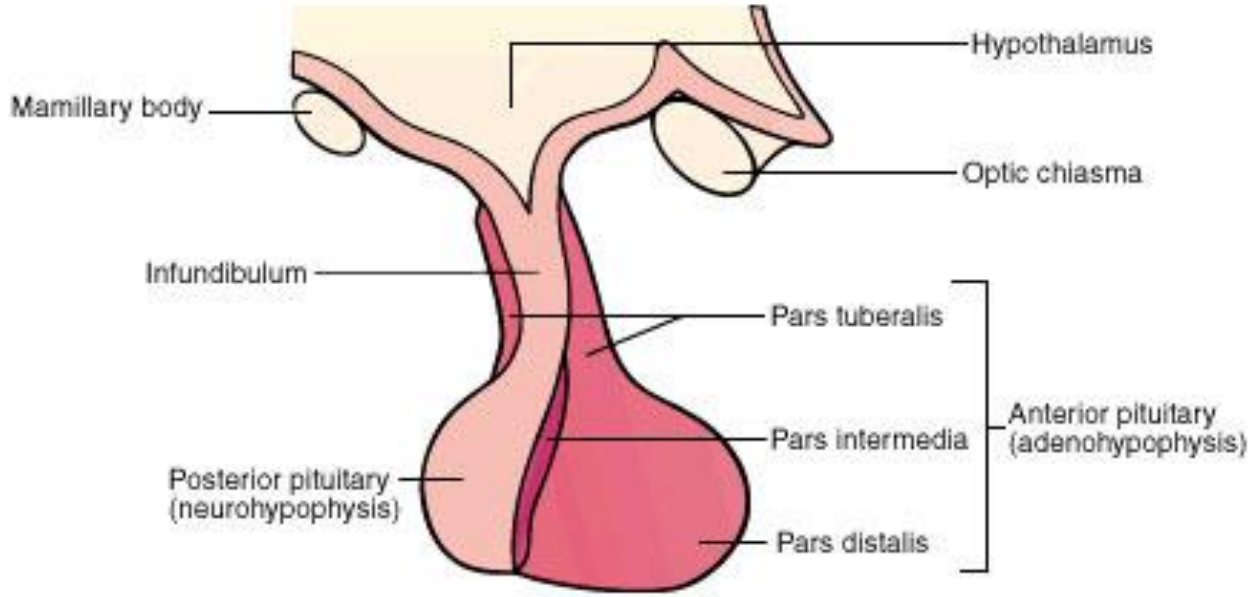
Melanocyte-stimulating hormone (MSH)

- ทำหน้าที่กระตุ้นการสร้าง melanin ที่ผิวหนังในสัตว์พวก กบ ปลา
- ส่วนในคนจะมีผลต่อ melanocyte โดยกระตุ้นให้สร้างเม็ดสี melanin



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Pars tuberalis



- เป็นบริเวณแคบเรียงตัวอยู่รอบๆ Infundibular stalk
- เซลล์บริเวณนี้เป็นพวก Basophil ปัจจุบันยังไม่ทราบหน้าที่ที่ชัดเจน

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Neurohypophysis หรือ Pars nervosa (PN)

- ต่อมใต้สมองส่วนนี้ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ขนาดเล็กคือ

1) Supporting cells

2) Pituicytes

3) Axons ของ neurosecretory cells

- ตัวเซลล์อยู่ที่ Hypothalamus 2 บริเวณ คือ

1) Paraventricular nuclei (PVN)

2) Supraoptic nuclei (SON)

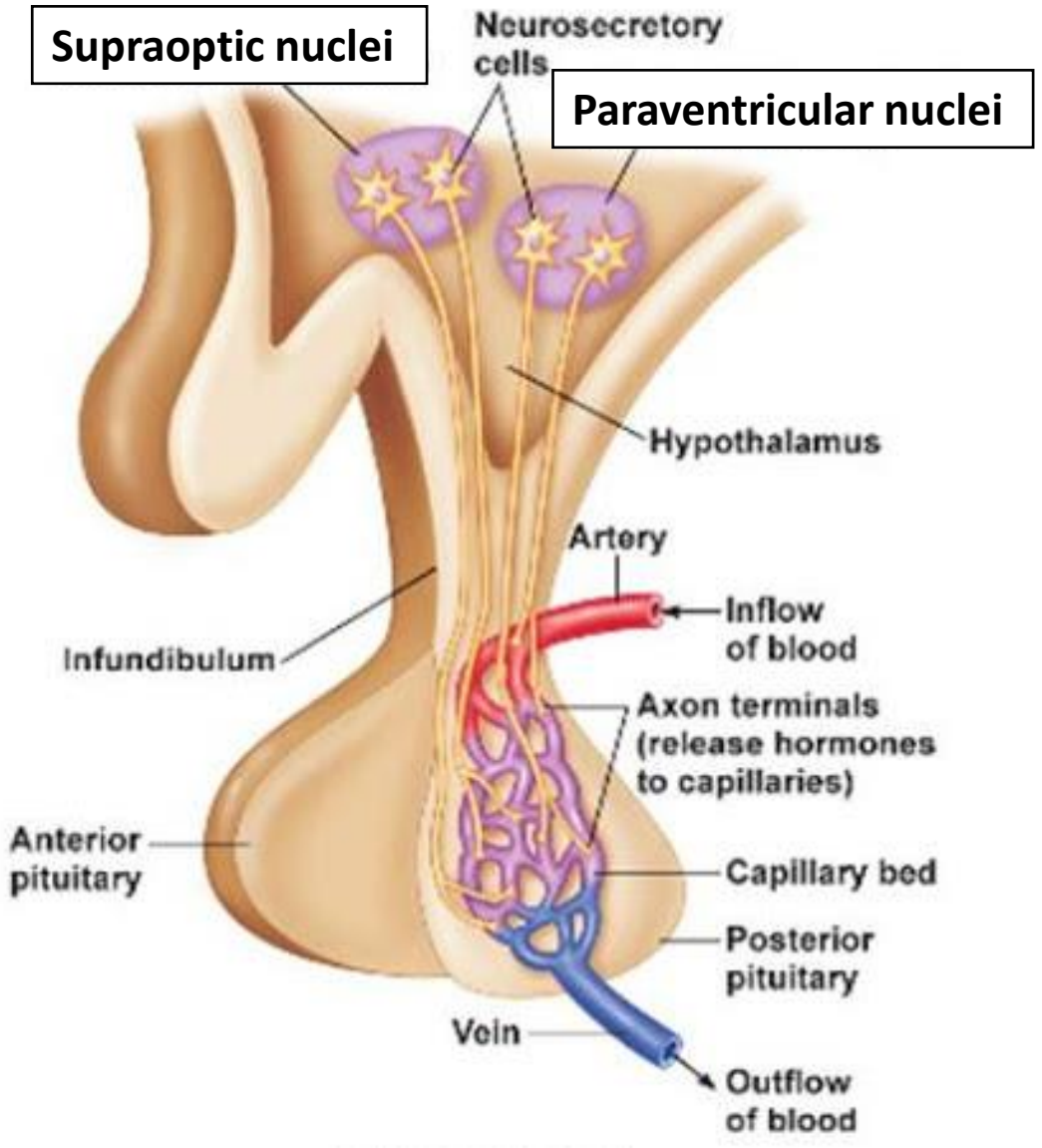
ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Paraventricular nuclei (PVN)

- สร้าง **Oxytocin** เป็นส่วนใหญ่
  สร้าง **Vasopressin** เป็นส่วนน้อย

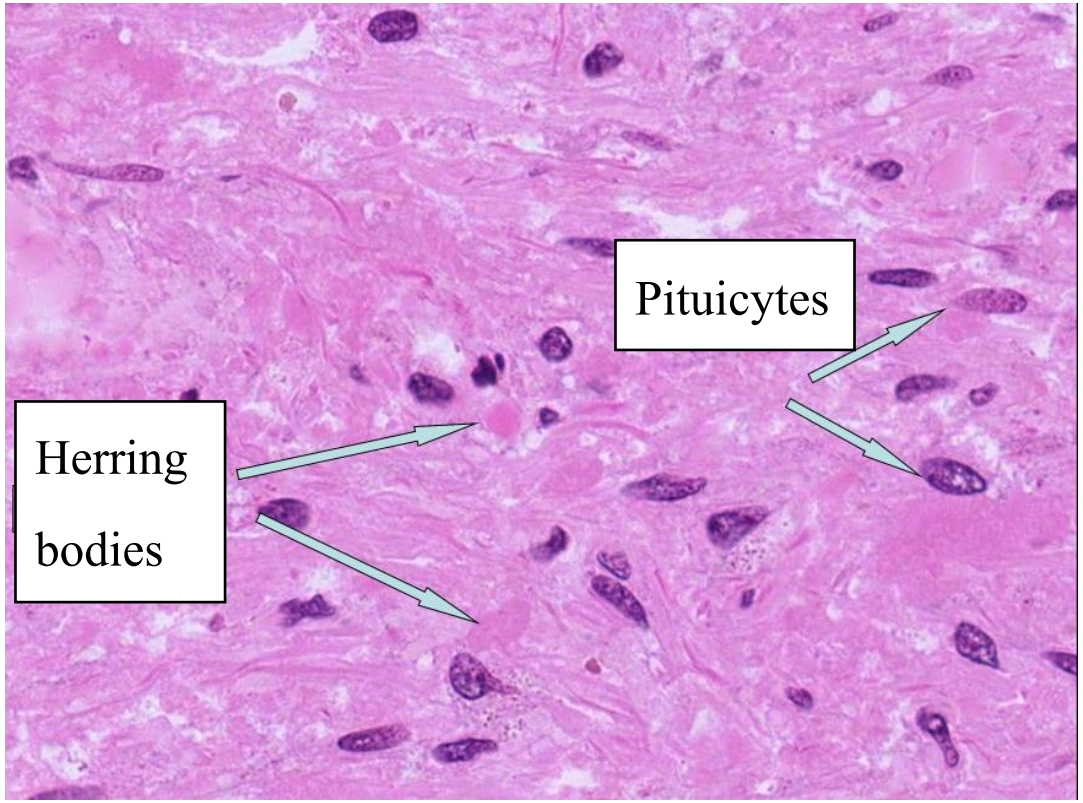
Supraoptic nuclei (SON)

- สร้าง **Vasopressin** เป็นส่วนใหญ่
  สร้าง **Oxytocin** เป็นส่วนน้อย



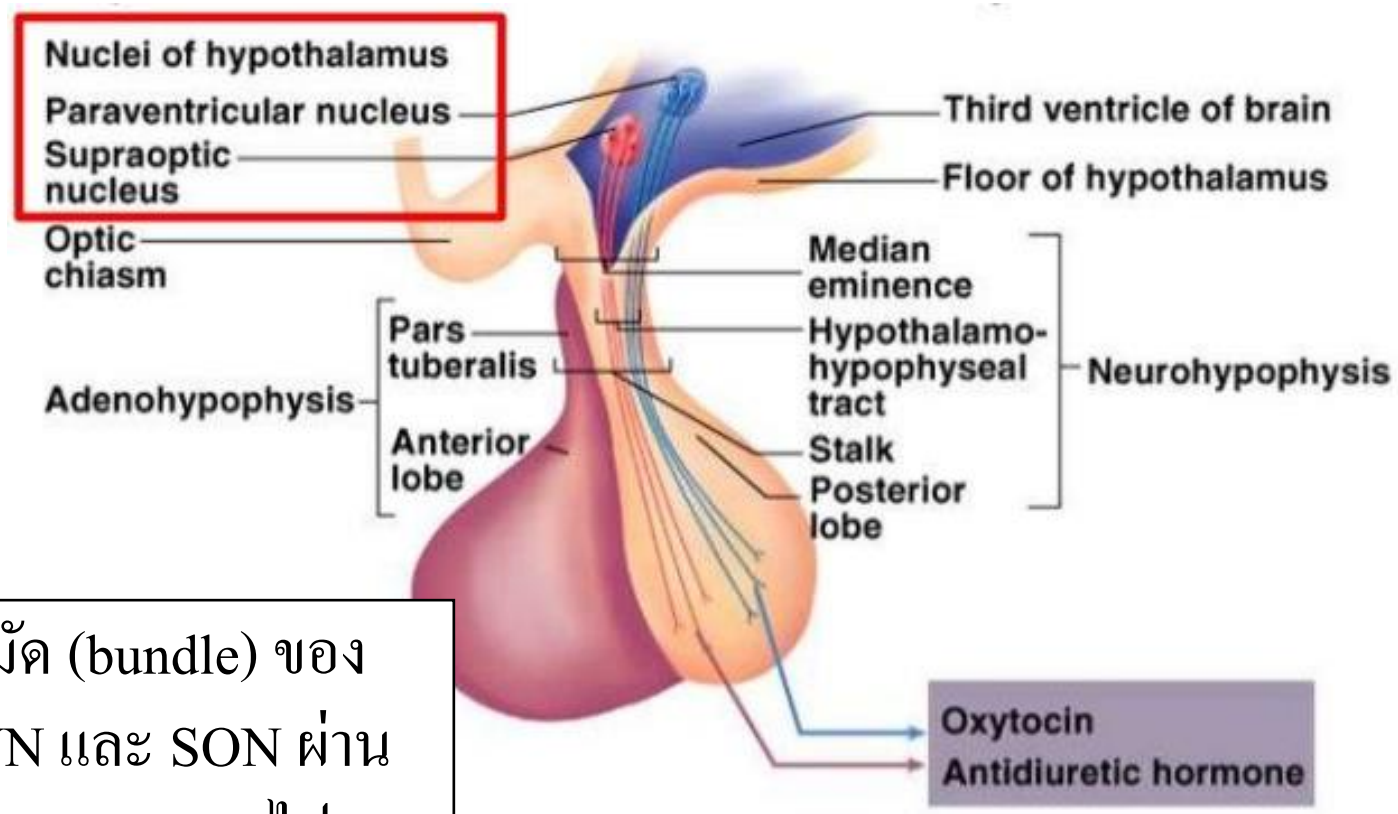
ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Oxytocin และ Vasopressin จะถูกส่งมาตาม axon และเก็บไว้ที่บริเวณ PN โดยจะจับกับ Neurophysin secretory granules ซึ่งเป็น carrier protein



ฮอร์โมนทั้งสองที่จับกับ Neurophysin secretory granules จะมารวมกันเป็นกลุ่มเรียกว่า herring bodies

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

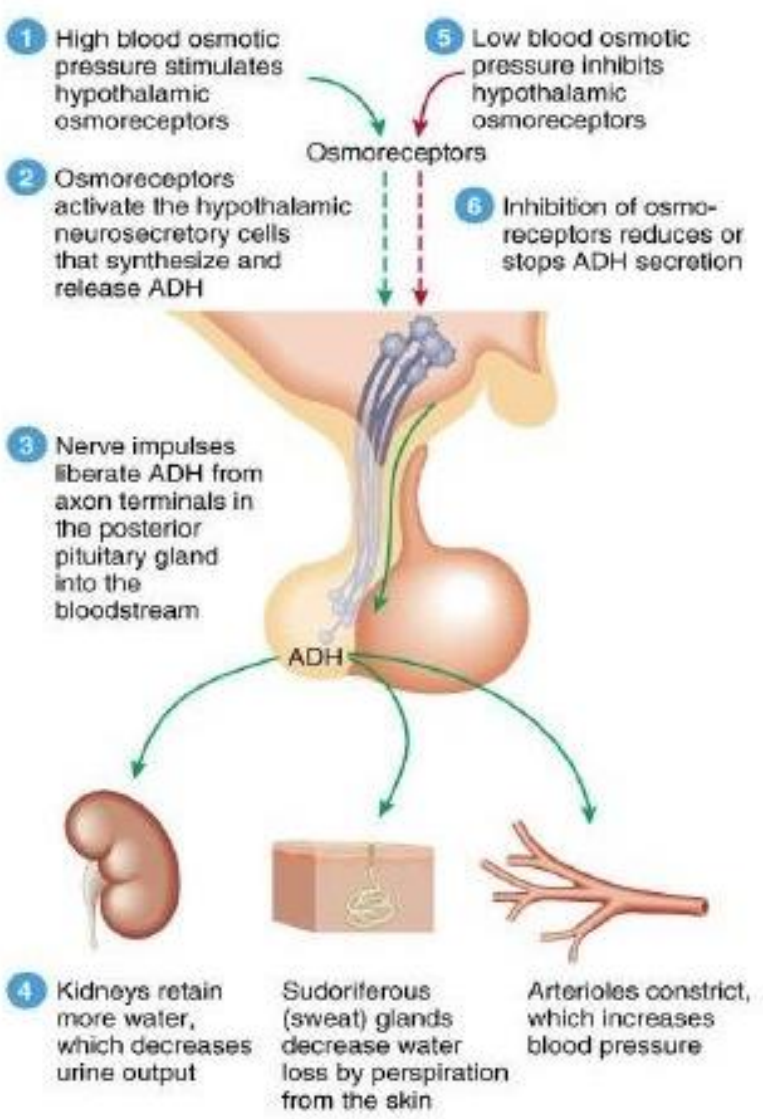


กลุ่มหรือมัด (bundle) ของ axons ที่มาจาก PVN และ SON ผ่านมาตาม infundibular stalk และไปสิ้นสุดบริเวณ PN เรียกว่า **Hypothalamo-hypophyseal tract**

ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Vasopressin หรือ **Antidiuretic hormone (ADH)**

- Dehydrate : หลั่ง ADH
- Overhydrate : ยับยั้ง ADH
- กระตุ้น **collecting duct** ในไตให้มีการดูดน้ำกลับเข้าสู่หลอดเลือด ทำให้ปริมาตรปัสสาวะลดลง และเพิ่ม Blood pressure (BP)
- ลดการหลั่งเหงื่อจากต่อมเหงื่อที่ผิวหนัง
- กระตุ้นเซลล์กล้ามเนื้อเรียบใน arteriole หดตัว ช่วยเพิ่ม BP

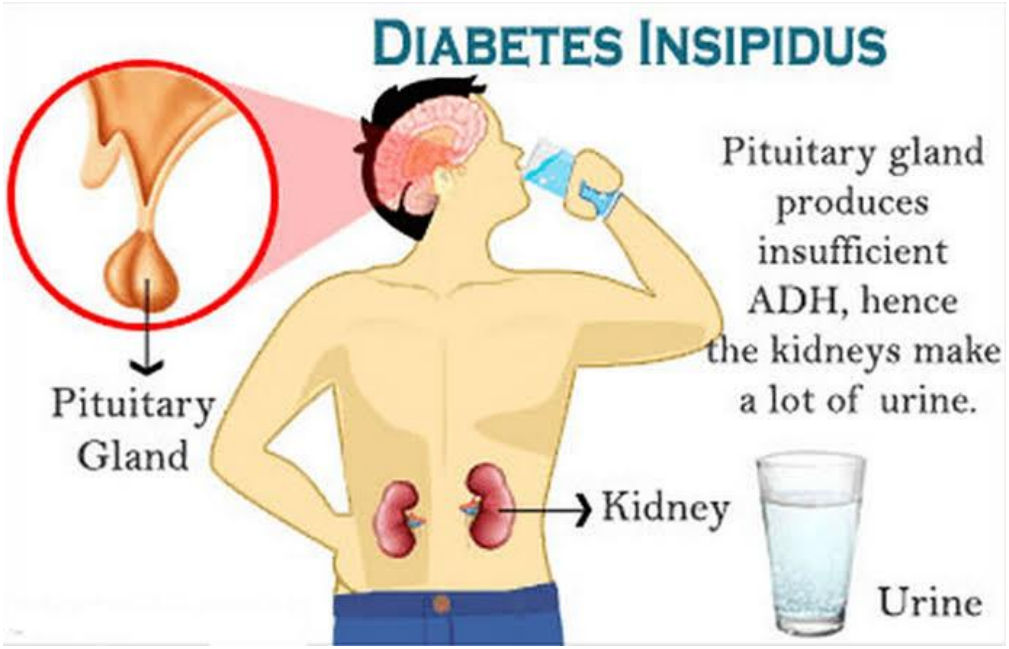


ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Vasopressin หรือ **Antidiuretic hormone (ADH)**

- ถ้าร่างกายขาดฮอร์โมนชนิดนี้ จะเป็นโรคเบาจืด (Diabetes Insipidus) จะมีอาการปัสสาวะบ่อยเนื่องจากท่อหน่วยไตดูดน้ำกลับเข้าสู่ท่อได้น้อย เป็นเหตุให้เกิดภาวะอื่นๆ ตามมา เช่น

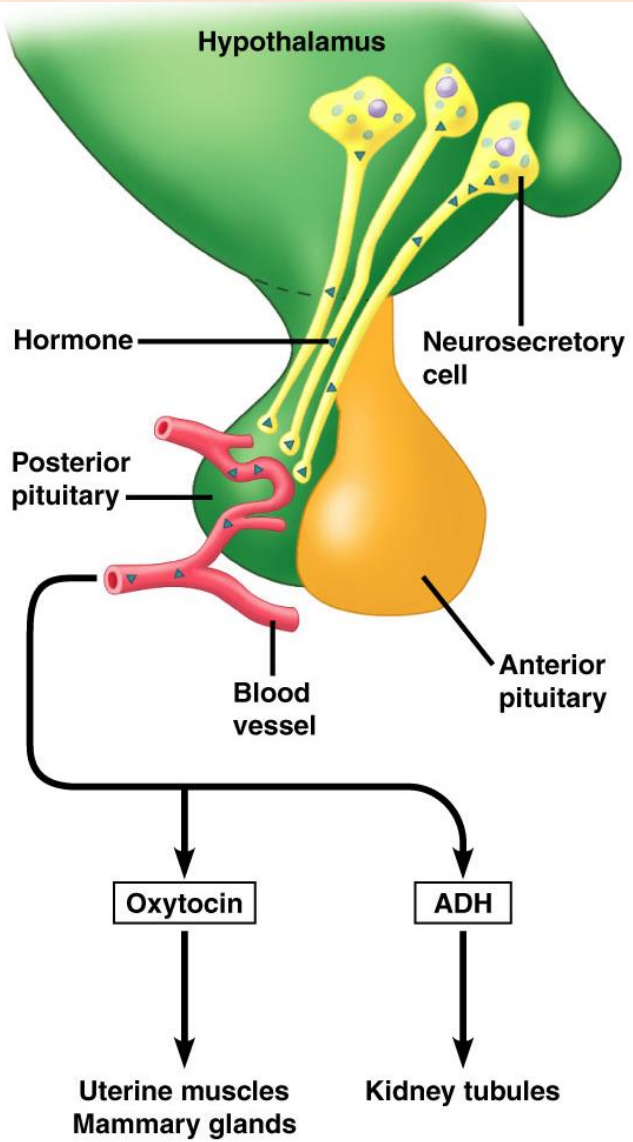
  - อ่อนเพลีย จากการเสียเกลือแร่เมื่อปัสสาวะ
  - ภาวะขาดน้ำ และอาจมีภาวะความดันโลหิตต่ำ
  - ขาดสมดุลเกลือแร่ มักทำให้วิงเวียน กล้ามเนื้ออ่อนแรง เป็นตะคริว ปวดกล้ามเนื้อ ฯลฯ



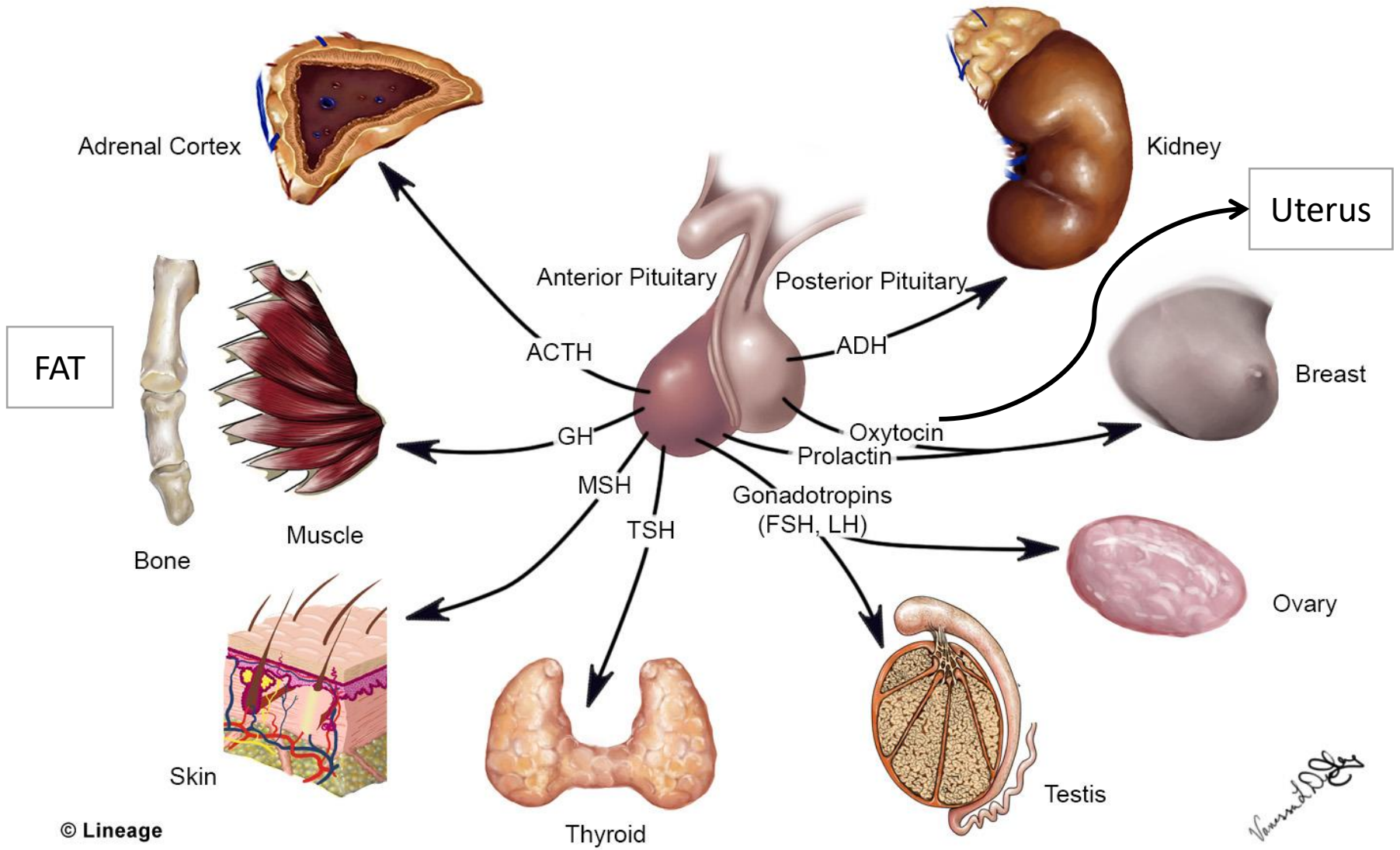
ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)

Oxytocin

- กระตุ้น Uterine smooth muscle (กล้ามเนื้อเรียบในมดลูก) ในขณะที่หญิงตั้งครรภ์กำลังคลอดเพื่อช่วยในการบีบเอาทารกออก
- กระตุ้นการหดตัวของ Myoepithelial cells ที่อยู่รอบ ๆ Mammary glands (ต่อมน้ำนม) ทำให้มีการหลั่งน้ำนม



ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)



Outline

- ประเภทของต่อม
- ต่อมไร้ท่อ
- ชนิดของต่อม ไร้ท่อ
- ฮอร์โมนและหน้าที่
- กลุ่มของฮอร์โมน
- กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน

- ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland)
- ต่อมไพเนียล (Pineal gland)
- ต่อมธัยรอยด์ (Thyroid gland)
- ต่อมพาราธัยรอยด์ (Parathyroid gland)
- ต่อมหมวกไต (Adrenal gland)
- ต่อมไธมัส (Thymus gland)

ต่อมไร้ท่อชนิดอยู่เดี่ยว

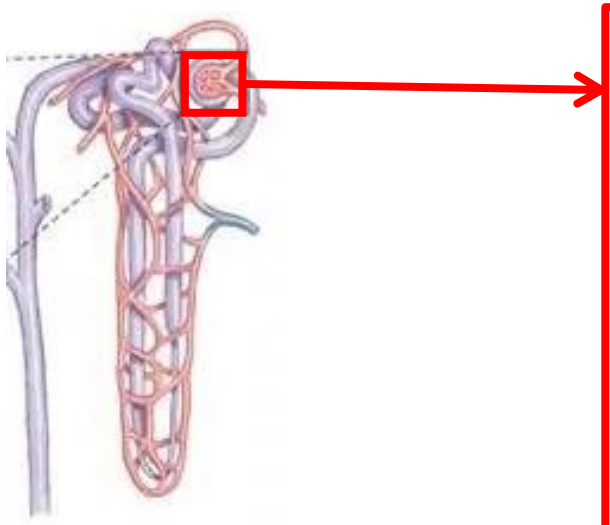
- ต่อมตับอ่อน (Islets of Langerhans ใน Pancreas)
- ต่อมเพศ (Ovary และ Testis)
- รก (Placenta)

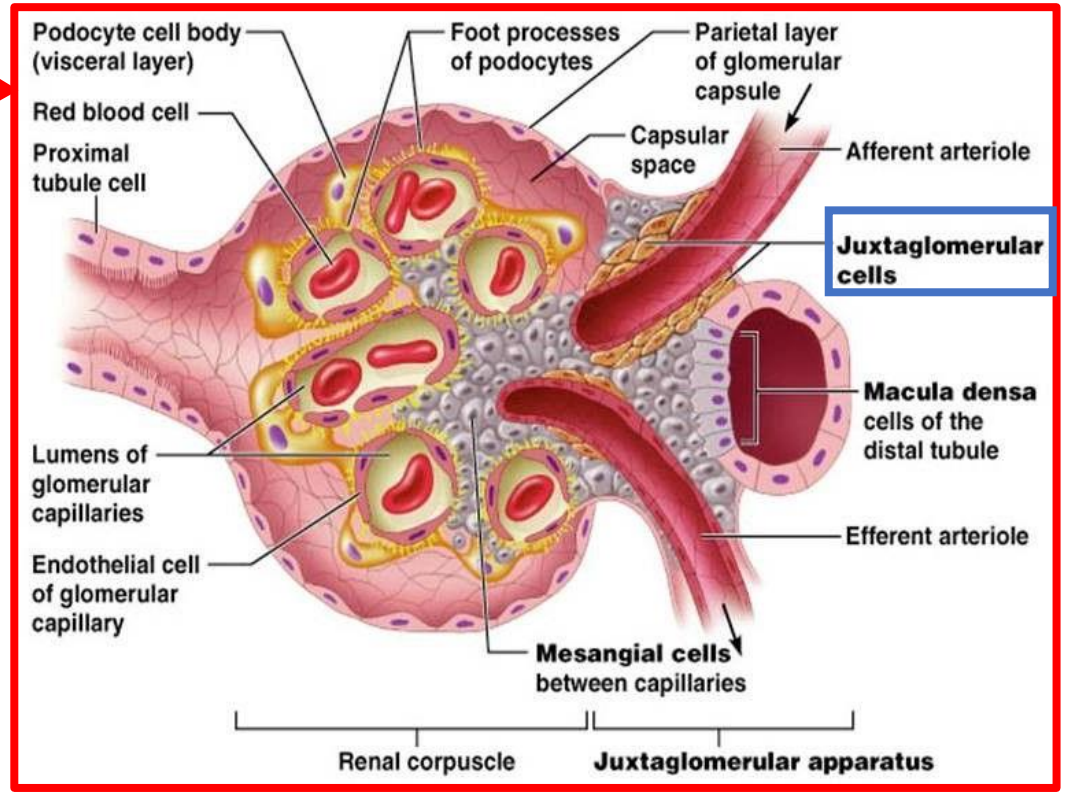
ต่อมไร้ท่อที่อยู่ร่วมกับต่อมมีท่อ

- ฮอร์โมนเฉพาะที่

- Erythropoietin,
- Gastrointestinal hormones,
- Histamine,
- Serotonin,
- Prostaglandins

ฮอร์โมนเฉพาะที่ (Local hormones)



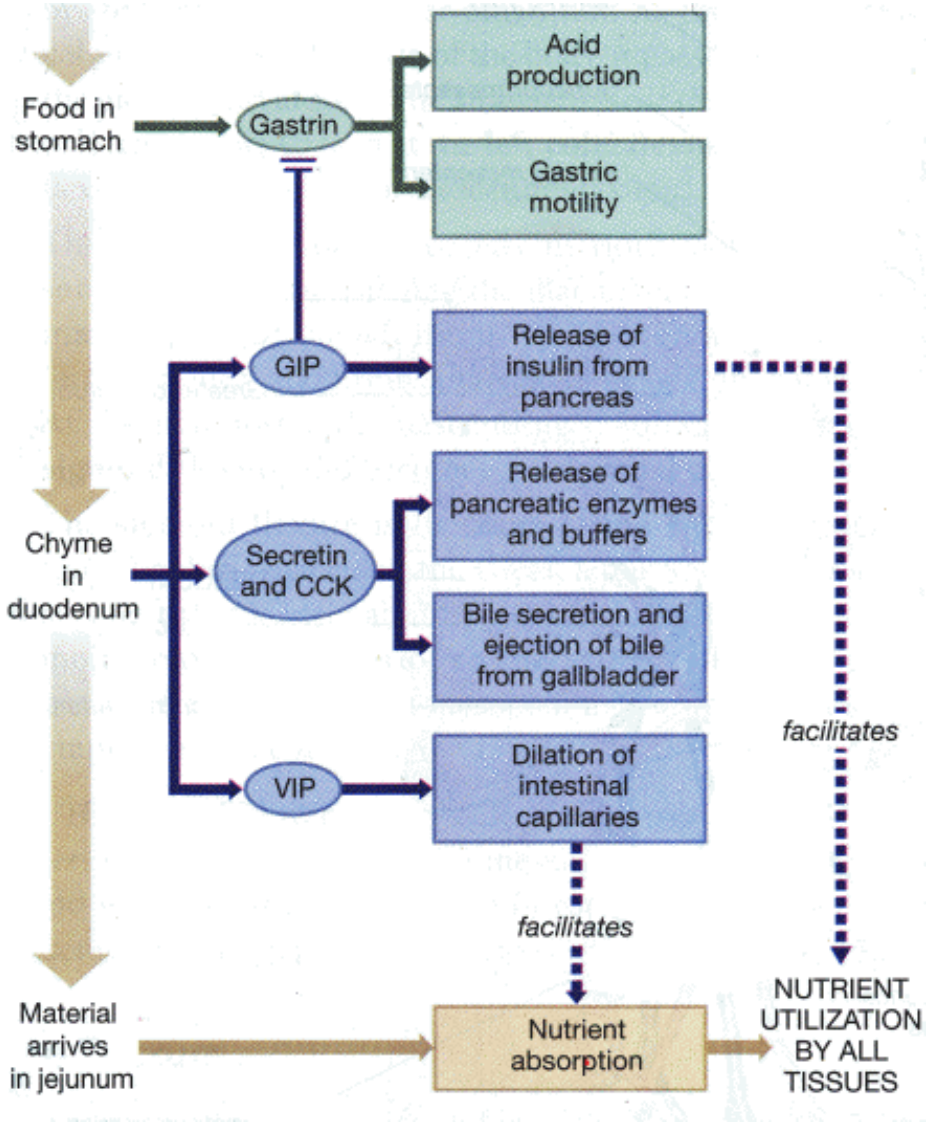


- JG cells ทำหน้าที่สร้าง **Erythropoietin** ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นให้มีการสร้างเม็ดเลือดแดง

ฮอร์โมนเฉพาะที่ (Local hormones)

Gastrointestinal hormones

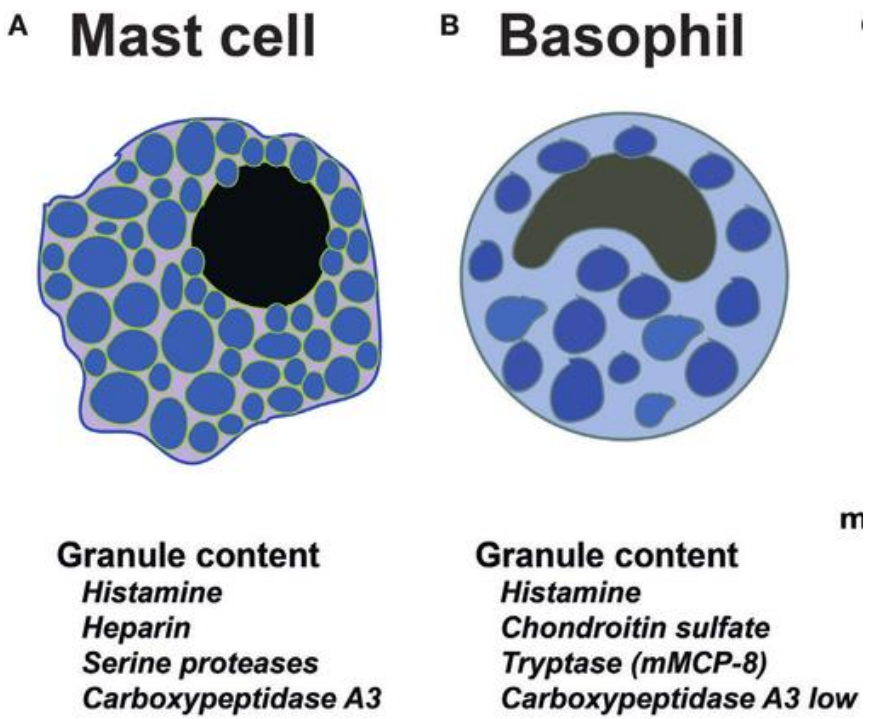
- เช่น gastrin, secretin และ cholecystokinin (CCK) เป็นต้น
- มีอิทธิพลต่อการหลั่งของ digestive juice และการเคลื่อนไหวของระบบย่อยอาหาร



ฮอร์โมนเฉพาะที่ (Local hormones)

Histamine

- สร้างโดย mast cells ในเยื่อเกี่ยวพันและ basophil ในเลือด
- ถูกหลั่งในระหว่างที่มีการอักเสบของร่างกาย (Inflammatory process)
- ทำหน้าที่เพิ่ม permeability และ dilation ของ capillary
- ทำให้มีการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบใน bronchi และ alimentary tract
- กระตุ้นการหลั่งของ gastric juice



ฮอร์โมนเฉพาะที่ (Local hormones)

Serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT)

- ถูกสร้างและพบที่ platelet, brain, และ intestinal wall
- หน้าที่ต่อระบบต่างๆ ในร่างกาย มีดังนี้
  - ระบบทางเดินอาหาร : กระตุ้น intestinal secretion และ contraction ของ smooth muscle
  - ระบบไหลเวียนเลือด : vasoconstriction (หลอดเลือดหดตัว) ทำให้ BP สูงขึ้น
  - ระบบประสาทและสมอง : ควบคุมความรู้สึกเจ็บปวด ความหิว/อิ่ม ความอยากอาหาร การนอนหลับ อารมณ์ทางเพศ ช่วยระงับความโกรธและความก้าวร้าว
- หากร่างกายขาดอาจเกิดความผิดปกติหลายด้าน เช่น ด้านอารมณ์และพฤติกรรม มีอาการซึมเศร้า ระบบย่อยอาหารทำงานผิดปกติ นอนไม่หลับ ฯลฯ

ฮอร์โมนเฉพาะที่ (Local hormones)

Prostaglandins (PGs)

- PGs เป็น inflammatory response (ตอบสนองต่อปฏิกิริยาอักเสบในร่างกาย)
- ทำให้เกิดการลดความเจ็บปวดและการมีไข้ (fever)
- นอกจากนี้มีหน้าที่ควบคุม blood pressure, blood clotting, uterine contraction during labor
- ในหญิงที่มีรอบเดือน prostaglandins จะกระตุ้นกล้ามเนื้อในมดลูกให้หดตัว ซึ่งจะช่วยขับเยื่อบุมดลูกออกมา

THANK YOU