

**ระบบขับถ่าย/กำจัดของเสีย**

**Excretory System**

**ครูเสกสรรค์ สุวรรณสุข**

**โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย**

**[www.kruseksan.com](http://www.kruseksan.com)**



# จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหัวข้อนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ระบุอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดของเสียทางไต
2. อธิบายกระบวนการทำงานของไต
3. สรุปความสำคัญของไตและตระหนักถึงการดูแลรักษาไต
4. ระบุโครงสร้างที่ใช้ในการขับถ่ายของเสียของสัตว์บางชนิด

## ของเสีย (Waste)

คือ สิ่งที่ร่างกายขับออกมาหรือของส่วนเกินต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม ที่ร่างกายไม่ต้องการใช้แล้ว และไม่มีประโยชน์จึงขับออกไปนอกร่างกาย นอกจากแก๊ส CO<sub>2</sub> จากระบบหายใจ เหนือจากทางผิวหนัง และอุจจาระจากระบบย่อยอาหารแล้ว ยังมีของเสียในรูปแบบไนโตรเจน (N) เป็นองค์ประกอบหลัง ที่เรียกว่า

**Nitrogen waste**

# ประเภทของของเสียในสิ่งมีชีวิต

Nitrogen waste	ความเป็นพิษ	สถานะ	พลังงานที่ใช้ในการขับ	สิ่งมีชีวิต
แอมโมเนีย (NH <sub>3</sub> )	สูงมาก	ก๊าซ ละลายน้ำได้ดี	ปานกลาง	สัตว์ชั้นต่ำ, ปลา, สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ
กรดยูริก (Uric acid)	ต่ำ	ของแข็ง ไม่ละลายน้ำ	สูงที่สุด	สัตว์เลื้อยคลาน, แมลง, นก
ยูเรีย (Urea)	ปานกลาง	ของเหลว	น้อยที่สุด	คน, สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

# อวัยวะที่ใช้ในการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิต	โครงสร้างที่ใช้
อะมีบา พารามีเซียม (สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว)	เยื่อหุ้มเซลล์, Contractile vacuole เพื่อขับน้ำส่วนเกิน
ฟองน้ำ, ไฮดรา	แพร่โดยตรงเข้าเซลล์
หนอนตัวแบน	Flame cell
ไส้เดือนดิน	Nephridia
แมลง	Mulphighian Tubule
สัตว์มีกระดูกสันหลัง, คน	Kidney (ไต)

# ปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

มนุษย์เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

สิ่งแวดล้อมภายนอกร่างกาย

สิ่งแวดล้อมภายในร่างกาย

> 70%

น้ำ

อุณหภูมิ

ความเป็นกรด - เบส

อื่นๆ

# การรักษาสมดุลร่างกาย (Homeostasis)

## สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ (ระบบซับซ้อน)

สารที่ร่างกายจำเป็นต้องกำจัดออก เรียกว่า **ของเสีย**

### 1. การรักษาสมดุลของของเหลวในร่างกาย (*Regulation of body fluid*)

- สมดุลเกลือและน้ำ
- สมดุลกรด ต่างในเลือดและของเหลวนอกเซลล์
- สมดุลของสารละลายในเลือดและของเหลวในร่างกาย

### 2. การรักษาอุณหภูมิของร่างกาย (*Thermoregulation*)

# การรักษาสมดุลร่างกาย (*Homeostasis*)

การรักษาสมดุลของเหลวในร่างกายของสัตว์น้ำจืดและสัตว์น้ำเค็ม

## *H<sub>2</sub>O* (osmosis)

**Hypertonic** น้ำเข้มข้นมากกว่าของเหลวในปลา



น้ำเค็ม

การปรับตัวตัว

ดื่มน้ำมาก เหงือกกำจัดแร่ธาตุส่วนเกินออก

ปัสสาวะน้อยเข้มข้น

**Hypotonic** น้ำเข้มข้นน้อยกว่าของเหลวในปลา



น้ำจืด

ดื่มน้ำน้อย เหงือกดูดเกลือแร่

(*active transport*)

ปัสสาวะบ่อยเจือจาง



Gain of water and salt ions from food and by drinking seawater

ผิวหนัง / เกิดป้องกันแร่ธาตุ

H<sub>2</sub>O

สาร > น้ำ

Hypertonic sol

กลุ่มเซลล์ขับแร่ธาตุส่วนเกิน

ปัสสาวะน้อยและมีความเข้มข้นสูง / กำจัดทางทวารหนัก

(a) Osmoregulation in a saltwater fish

H<sub>2</sub>O

ผิวหนัง / เกิดป้องกันน้ำ

in other parts

Hypotonic sol

Uptake of water and some ions in food

สาร < น้ำ

Active transport

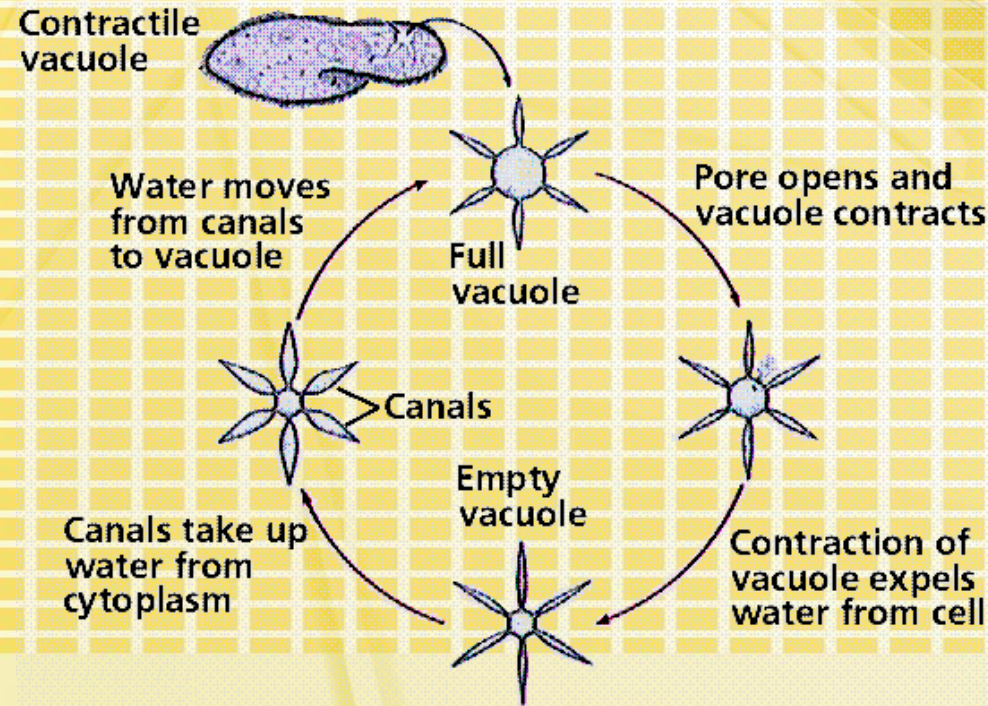
กลุ่มเซลล์ดูดแร่ธาตุกลับ

ปัสสาวะบ่อยและค่อนข้างมีความเจือจาง

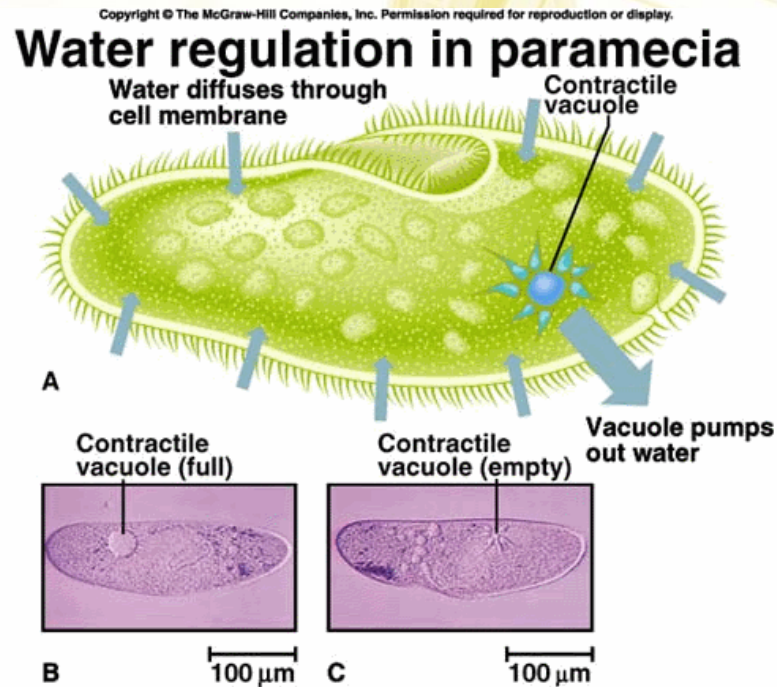
(b) Osmoregulation in a freshwater fish

# อวัยวะในการรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

1. **Contractile Vacuole [contract= บีบตัว]** พบในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม นอกจากนี้ยังใช้เยื่อหุ้มเซลล์ในการขับสารด้วย



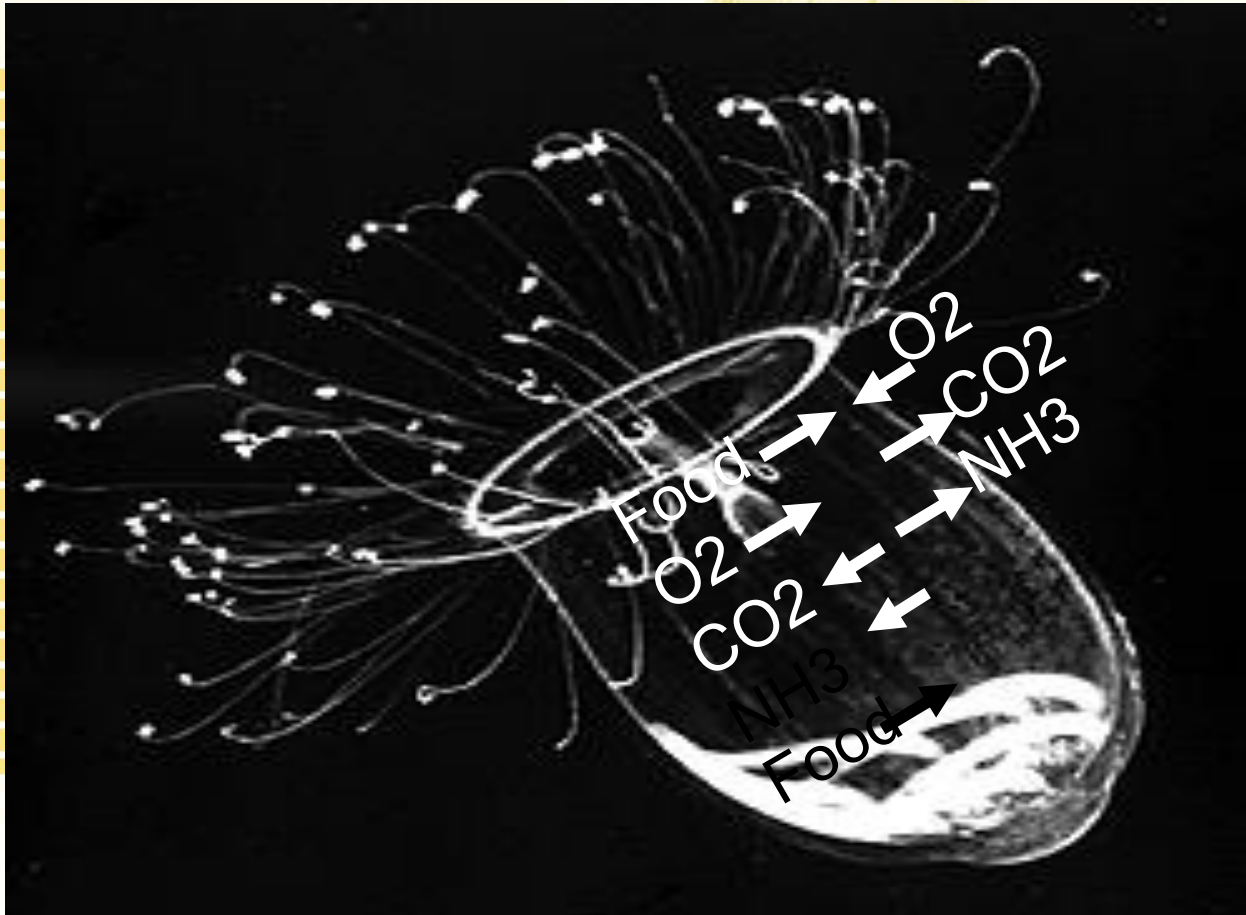
# อวัยวะในการรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด



**Contractile Vacuole** [**contract**= บีบตัว] ทำหน้าที่  
ขับน้ำที่มากเกินไปออกจากเซลล์ เพื่อรักษาปริมาณน้ำภายในเซลล์  
ให้พอเหมาะ (**Osmoregulation**)

# อวัยวะในการรักษาสสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

**2. Cell membrane** พบในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น ฟองน้ำ และกลุ่มไฮดรา เป็นต้น



# อวัยวะในการรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

## 1. โพรโทซัวน้ำจืด จะกำจัด

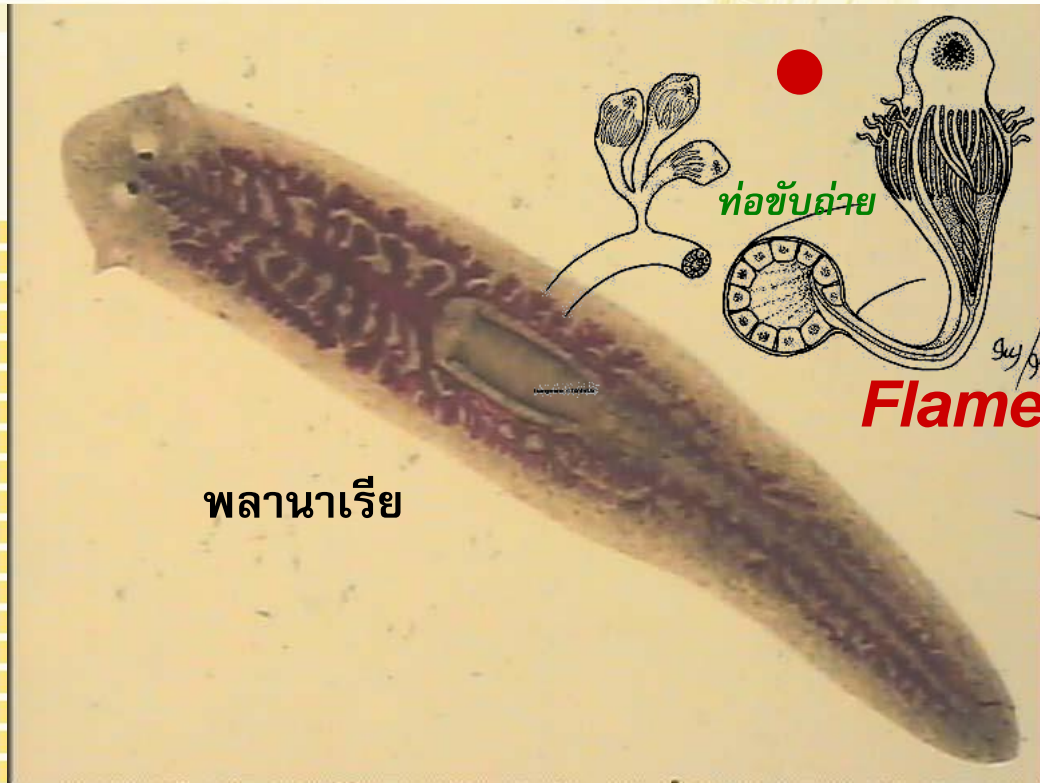
- แอมโมเนีย และ  $\text{CO}_2$  ด้วยการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยตรง เพราะแอมโมเนีย และ  $\text{CO}_2$  มีขนาดเล็ก
- น้ำที่มากเกินไป จะใช้คอนแทร็กไทล์แวคิวโอล ควบคุมแรงดัน

**Osmoregulator** ทำหน้าที่ คล้ายไต

2. โพรโทซัวน้ำเค็ม ไม่มีคอนแทร็กไทล์แวคิวโอล เพราะแรงดันของน้ำทะเลสูงกว่าของร่างกาย ทำให้มีโอกาสสูญเสียน้ำ

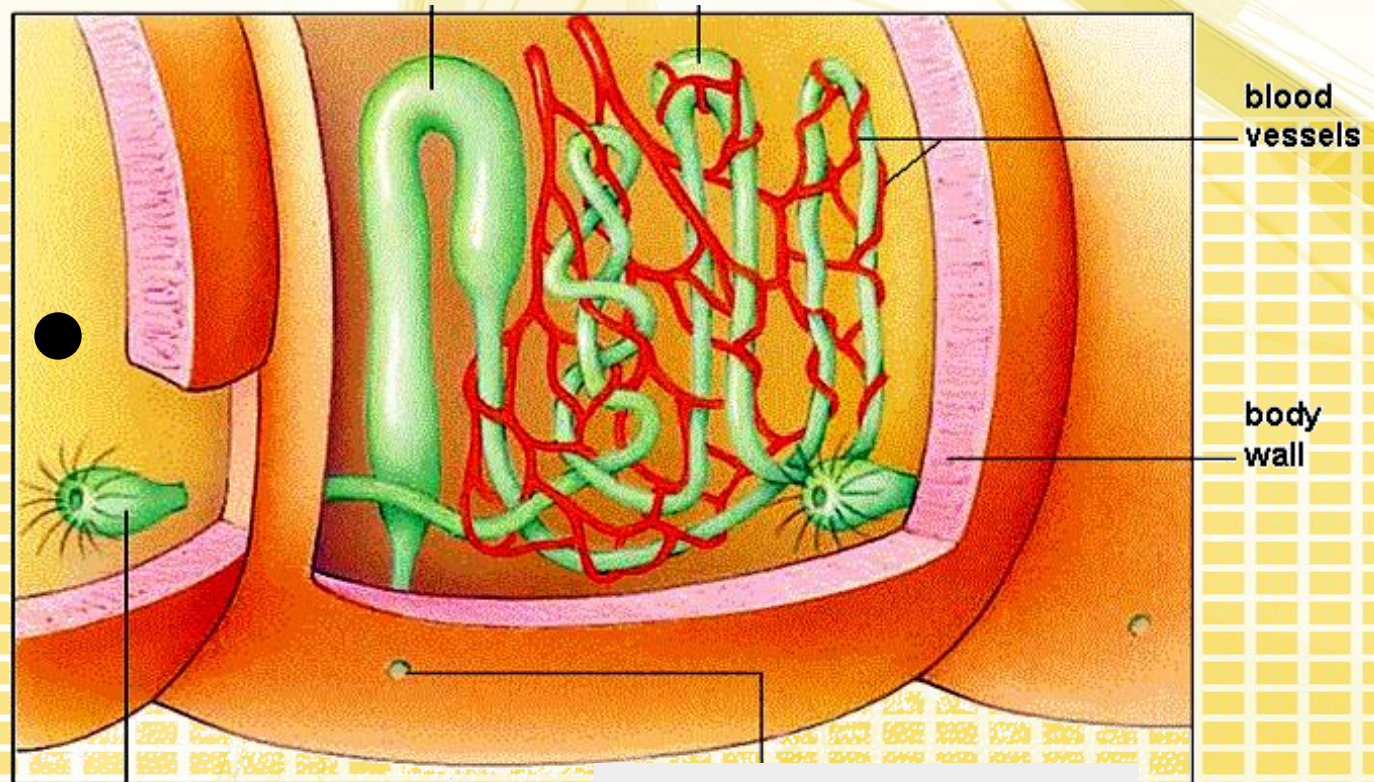
# อวัยวะในการรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

## 3. *Flame cell* พบในสิ่งมีชีวิต เช่น พลาณาเรีย



# อวัยวะในการรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

**4. Nephridium** พบในสิ่งมีชีวิต เช่น ไส้เดือนดิน ป้องละ<sup>1</sup> คู่ เนื่องจากมีโครงสร้างร่างกายที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น หลักการทำงานคล้ายไต



Nephriostome

(coelomic fluid with wastes here)

Nephriopore

(external pore (fluid containing wastes discharged here))

# อวัยวะในการรักษาสสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

## 5. *Malpighian tubule* พบในสิ่งมีชีวิตเช่น แมลง

ท่อมัลพิเกียล



ทวารหนัก





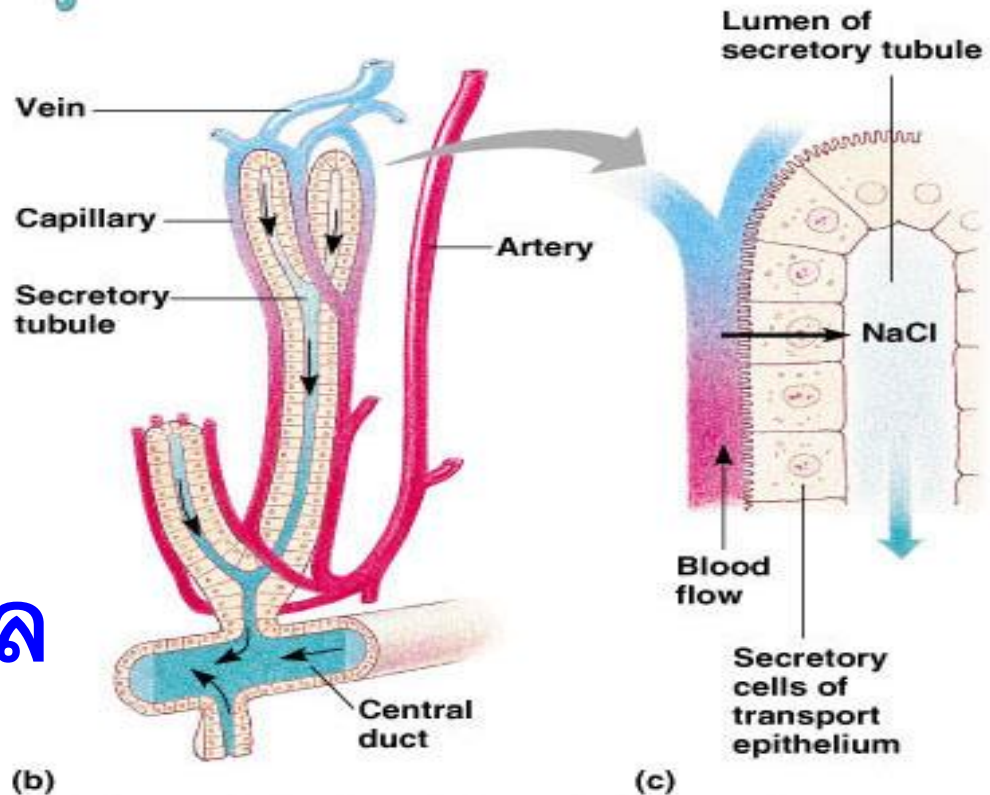
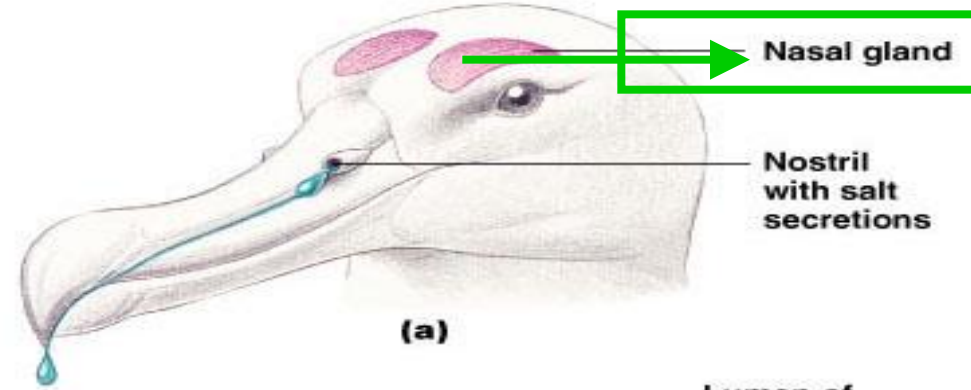
# 6. Salt gland ต่อมเกลือ เช่น นกทะเล เต่าทะเล ทำหน้าที่

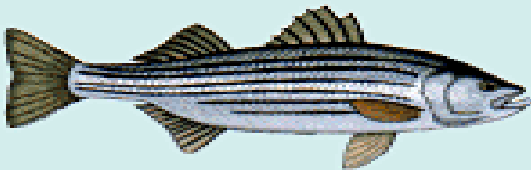
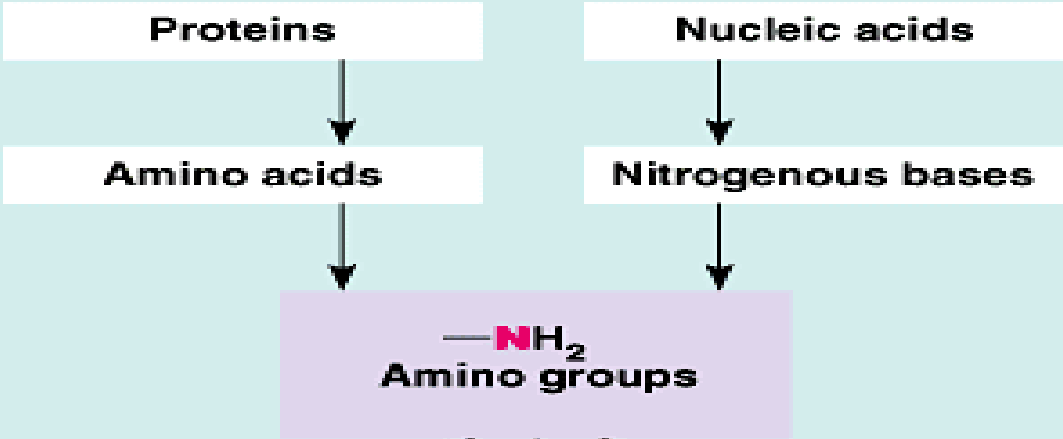
ขับแร่ธาตุส่วนเกินออก  
(Nasal gland)

เต่าทะเล



นกทะเล





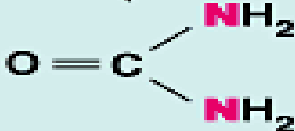
Most aquatic animals, including many fishes



**Ammonia**



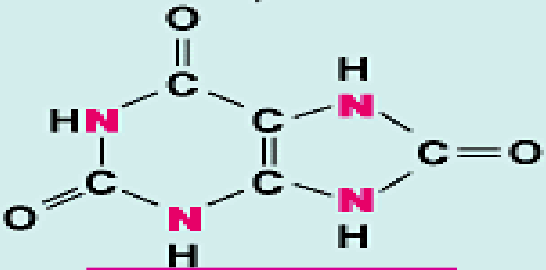
Mammals, most amphibians, sharks, some bony fishes



**Urea**



Birds, insects, many reptiles, land snails



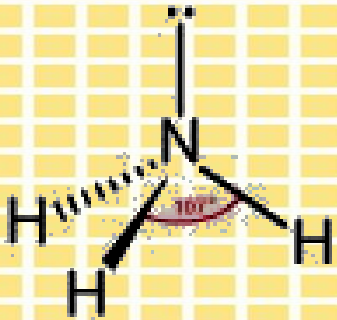
**Uric acid**

# อวัยวะในการรักษาสมดุลของมนุษย์

การขับถ่ายของสัตว์

สัตว์น้ำ

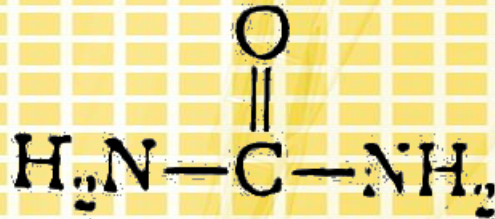
แอมโมเนีย



ปลา, ครึ่งบกครึ่งน้ำ

เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

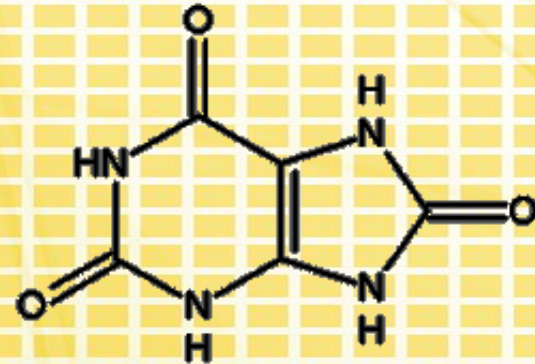
ยูเรีย



สุนัข, มนุษย์

สัตว์ปีก/สัตว์เลื้อยคลาน

ยูริก



นก, ไก่, จิ้งจก, งู

เรื่องของ ชี้อัจฉก... กับ...คนชีสงสัย  
(จากคำถามหนึ่ง นำไปสู่ความรู้มากมาย)

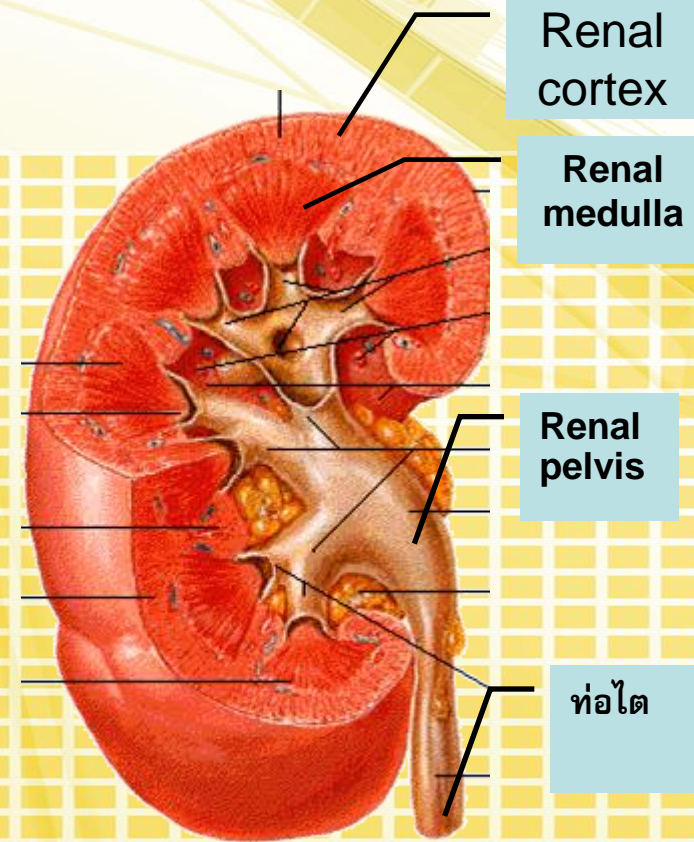
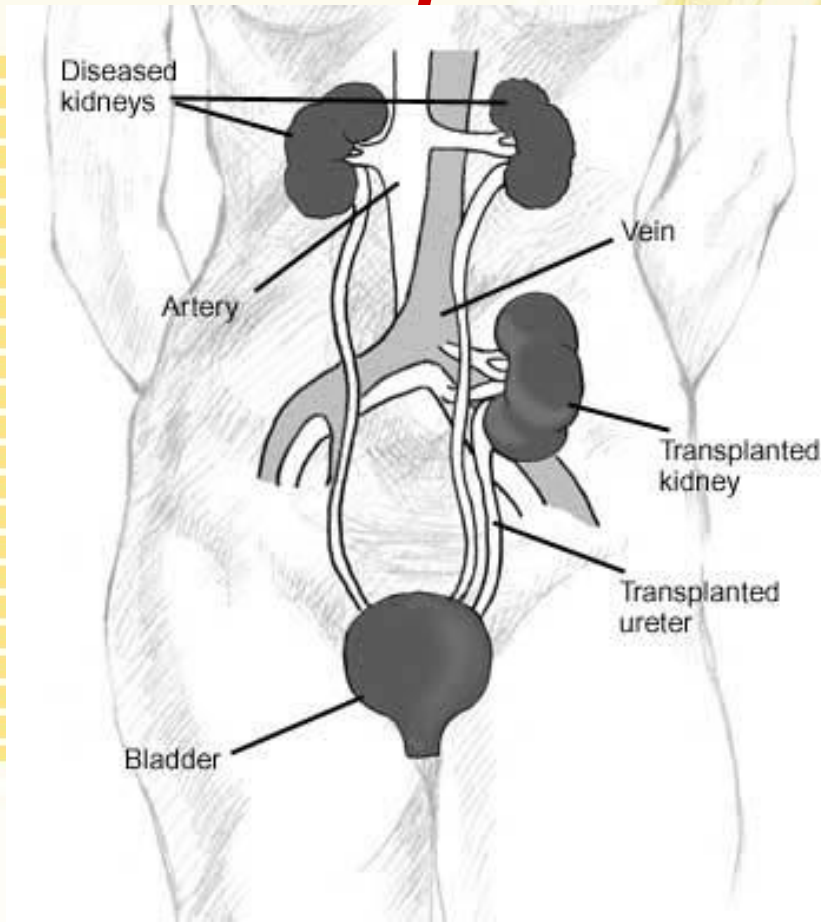
"ขี้จิ้งจกหนึ่งก้อน มีสองสีคือสีดำ กับสีขาว ที่อีกปลายนั้นนะ สีดำคือ  
อุจจาระ ส่วนสีขาวคือปัสสาวะ โดยเวลามันถ่ายจะถ่ายออกมาพร้อมกัน  
ทางช่องทวารเดียวกัน สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์ปีกจะขับถ่ายเช่นนี้ เช่น  
ขี้ตุ๊กแก จิ้งเหลน ขี้นก ซึ่งแตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอย่างเรา ๆ "



"แล้วทำไม ปลายจุดถึงมีสีขาว ทำไมขี้คนไม่มีสีขาว"

# อวัยวะในการรักษาสมดุลของสิ่งมีชีวิตบางชนิด

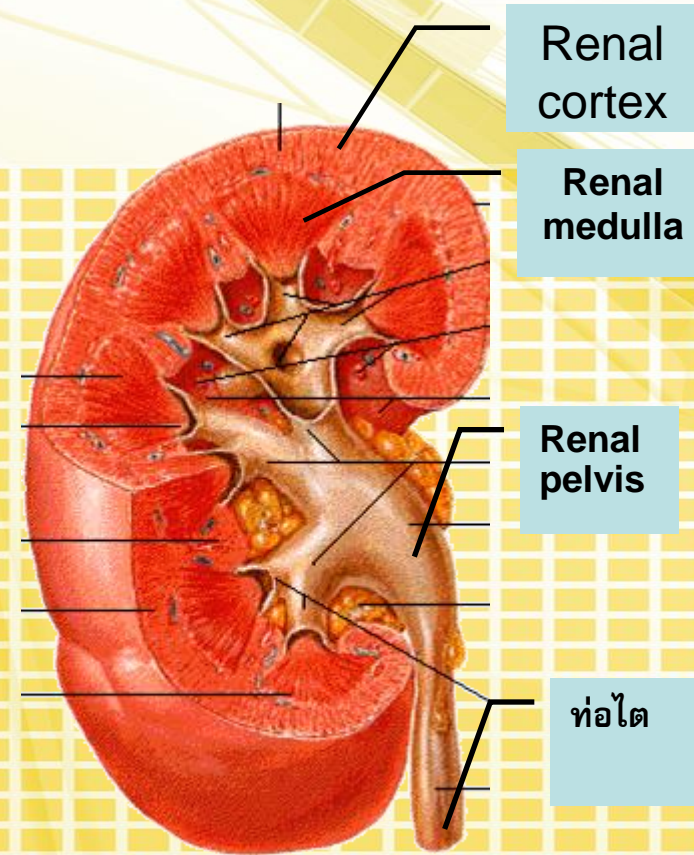
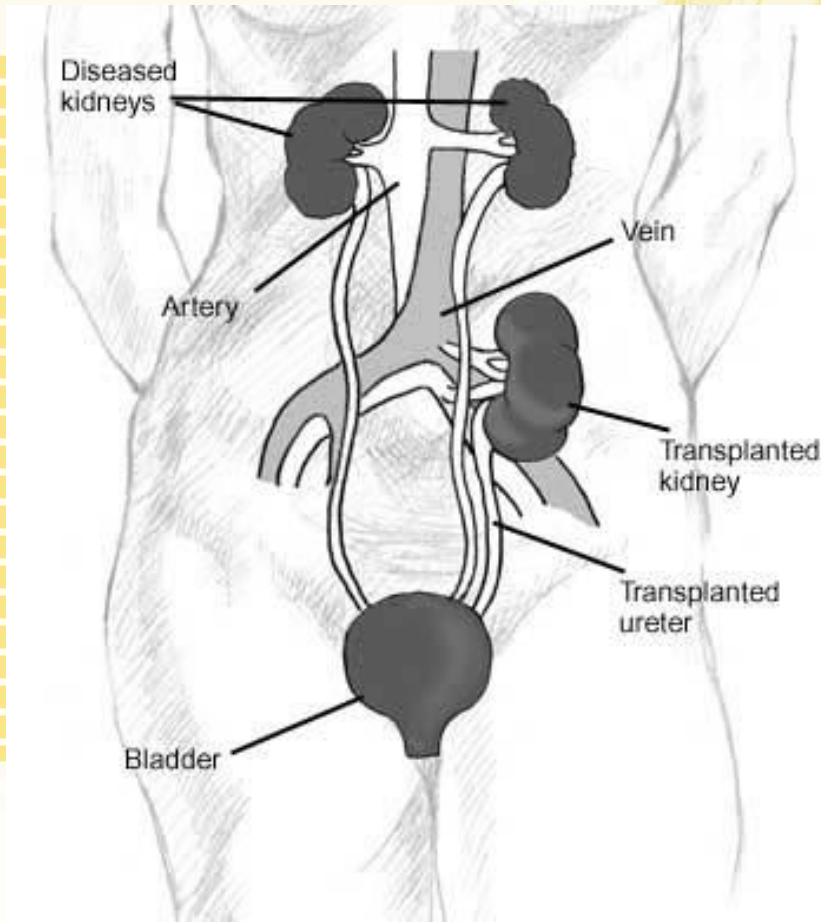
**Kidney** พบในสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่มีโครงสร้างค่อนข้างซับซ้อน เช่น หอย หมึก สัตว์มีกระดูกสันหลัง ไตเกิดจากการรวมตัวของ **Nephridium**

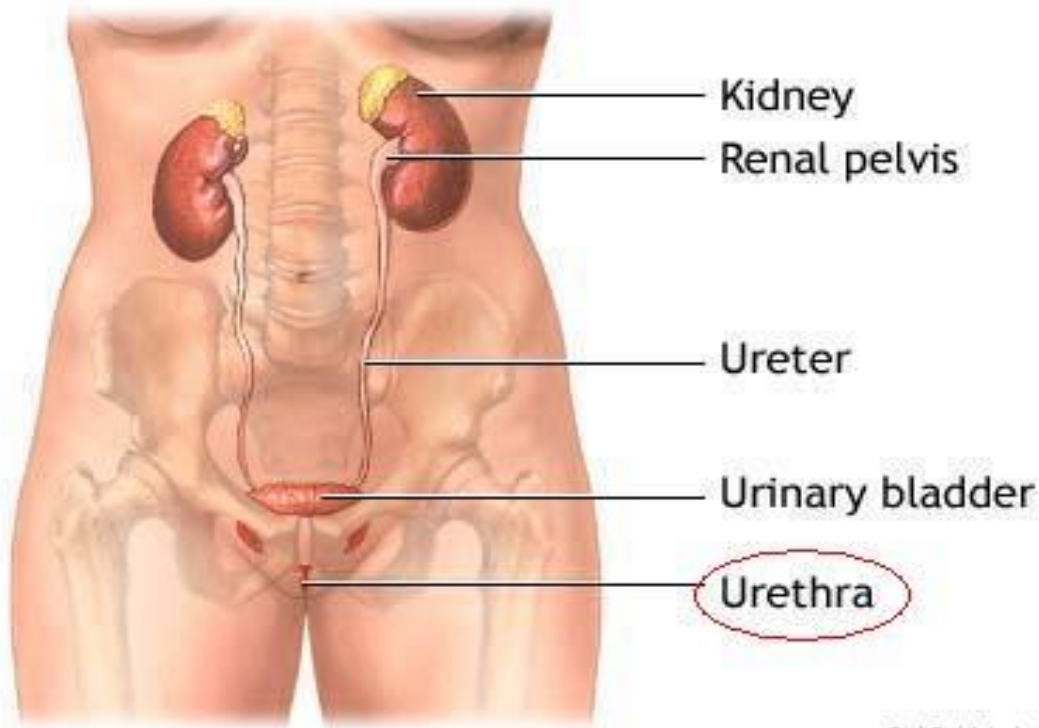


# การรักษาดุลยภาพของน้ำและสารในร่างกายคน

ถ้าปริมาณน้ำที่รับเข้าและขับออกไม่สมดุลกัน จะเกิดปัญหาแก่ร่างกาย

อย่างไร





© ADAM, Inc.

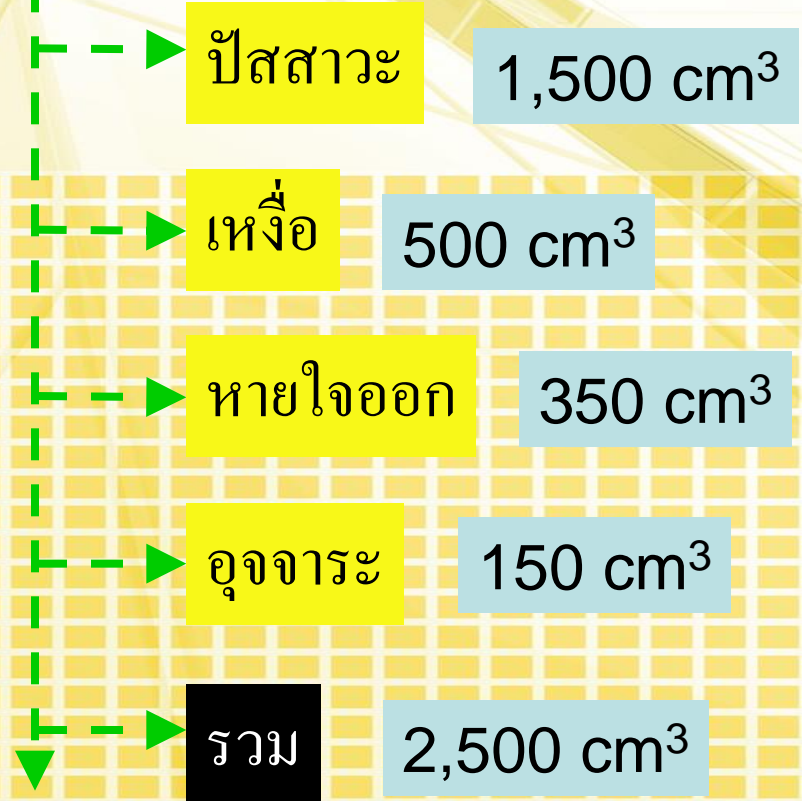
สัตว์มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ ทุกคนมีระบบควบคุมดุลยภาพน้ำ  
ประกอบด้วยไต (**Kidney**) ท่อไต (**Ureter**) และกระเพาะ  
ปัสสาวะ (**Urinary bladder**)  
และขับออกทาง ท่อปัสสาวะ (**Urethra**)



## ของเหลวที่ร่างกายรับเข้า



## ของเหลวที่ร่างกายขับออก



น้ำในร่างกายคนเรา ถูกแบ่งด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ออกเป็น 3 ส่วน คือ

**1. น้ำนอกเซลล์ (*Extracellular*)** คือ น้ำในร่างกายอยู่ภายนอกเซลล์ หน้าที่ รักษาสภาพแวดล้อมนอกเซลล์ให้คงที่ได้แก่ พลาสมาหมุนเวียนในเลือด ส่วนอยู่ระหว่างเซลล์ และน้ำเหลือง (*Lymph*)

**2. น้ำข้ามเซลล์ (*Transcellular*)** คือ ส่วนน้ำนอกเซลล์ที่ลักษณะพิเศษ ที่ถูกหลังจากเซลล์เยื่อบุ (*Epithelium*) ด้วยวิธีเอกทีฟทรานสปอร์ต มาหล่อเลี้ยงตามช่องเฉพาะของร่างกาย ได้แก่ น้ำไขสันหลัง

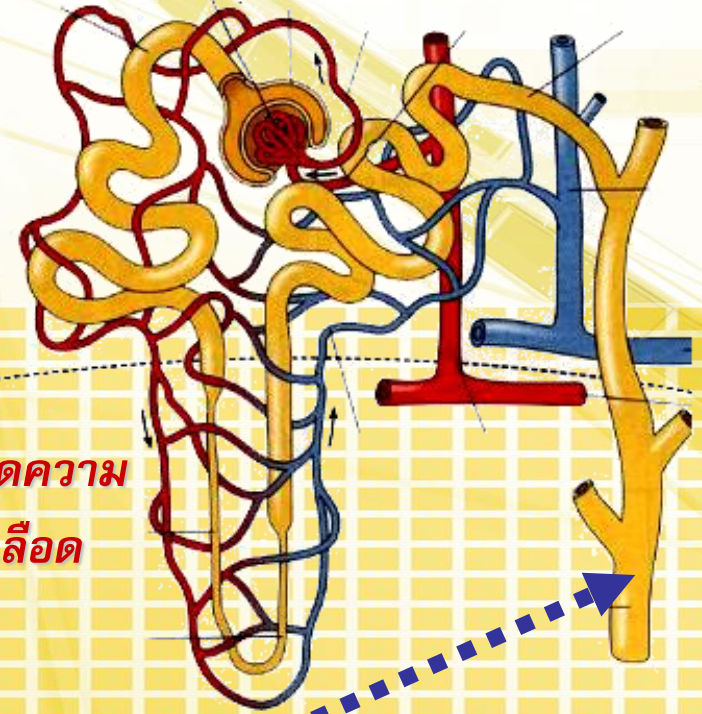
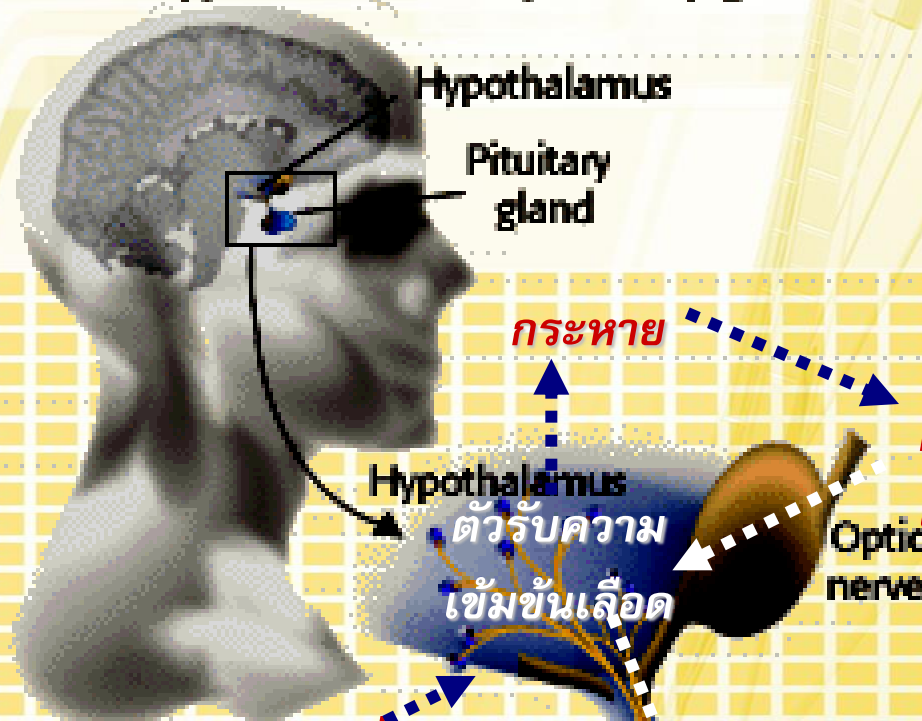
**3. น้ำในเซลล์ (*Intracellular*)** คือ ส่วนที่อยู่ภายในเซลล์ เป็นแหล่งเกิดกระบวนการเมตาบอลิซึมในเซลล์ มีปริมาณกว่าครึ่งของน้ำทั้งหมดในร่างกาย

# อวัยวะในการรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกายมนุษย์

การควบคุมการทำงานของไต

เหงื่อ (Sweat) หรือหายใจทางปอด

Hypothalamus & pituitary gland



เลือดความเข้มข้นเพิ่ม  
แรงดันออสโมติกสูง

ดื่มน้ำลดความ  
เข้มข้นเลือด

ทำให้ท่อหน่วยไต (convoluted tubule)  
เพิ่มการดูดน้ำกลับ ขับถ่ายปัสสาวะน้อยลง

**ADH (antidiuretic hormone) ฮอร์โมนแอนติไดยูเรติก**

# Kidney

ควบคุมสมดุลน้ำ และอิเล็กโทรไลต์ของร่างกาย

ควบคุมความเป็นกรดเบสของของเหลวในร่างกาย

ขับถ่ายของเสีย ซึ่งเกิดจากเมแทบอลิซึมของร่างกาย

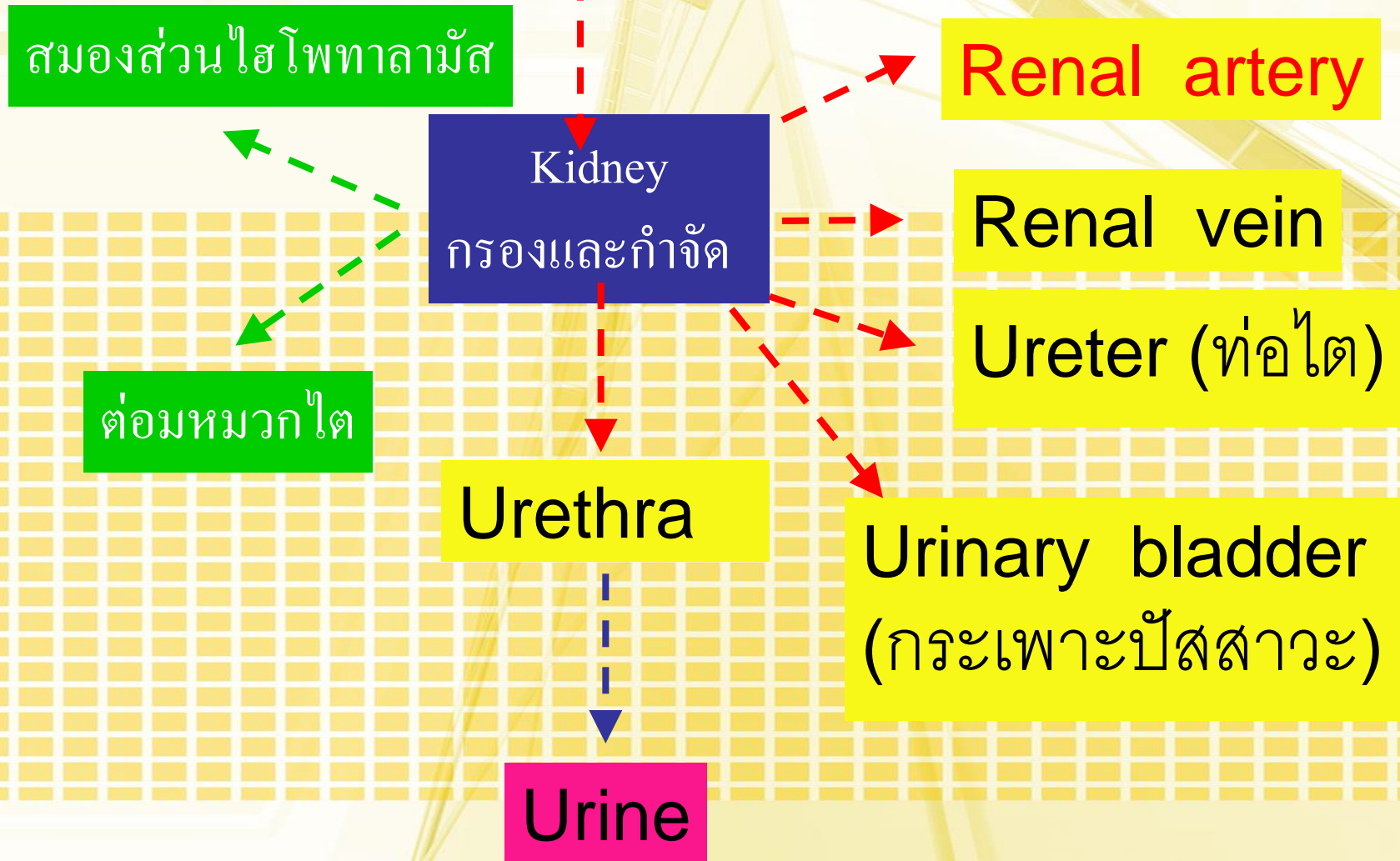
เกิดสารบางอย่างที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น กลูโคส

ขับถ่ายสารแปลกปลอมที่ร่างกายรับมา เช่น ยาฆ่าโรค

สร้างสารบางชนิดที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย

เช่น ฮอร์โมนเรนิน (renin)

# การรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกายมนุษย์



# Kidney

ช่องท้องก่อนไปทางด้านหลัง

2 ข้างระดับเอวตามแนวกระดูกสันหลัง

คล้ายเมล็ดถั่วแดง

กรองของเสียออกจากเลือด

หน้าที่

รักษาคุณภาพของน้ำ + แร่ธาตุ

โกลเมอรูลัส

Glomerulus

ส่วนประกอบของหน่วยไตเป็นเส้นเลือดฝอยภายในกระเปาะโบว์แมนแคปซูล



กรองของเสียออกจากเลือด

ของเหลวที่ไต

หน่วยไต

Nephron

องค์ประกอบของไต

รีนัลคอร์เทกซ์ (เนื้อไตส่วนนอก)

รีนัลเมดัลลา (เนื้อไตส่วนใน)

กรองของเสียออกจากเลือด และรักษาดุลยภาพของน้ำและแร่ธาตุ

น้ำปัสสาวะ

ปริมาณของสารต่างๆ ในน้ำเลือด / ในของเหลวที่ไต / ในน้ำปัสสาวะ

ผ่านโกลเมอรูลัส

ผ่านท่อหน่วยไต

สาร	ในน้ำเลือด (g / 100cm <sup>3</sup> )	ในของเหลวที่ไต (g / 100cm <sup>3</sup> )	ในน้ำปัสสาวะ (g / 100cm <sup>3</sup> )
น้ำ	90	90	95
โปรตีน	8	-	-
ยูเรีย	0.03	0.03	1.8
กรดยูริก	0.004	0.004	0.05
กลูโคส	0.1	0.1	-
กรดอะมิโน	0.05	0.05	-
ไอออนต่างๆ (Na <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> )	0.9	0.9	< 0.9-3.6



# ไต (Kidney) และโครงสร้างหน่วยไต

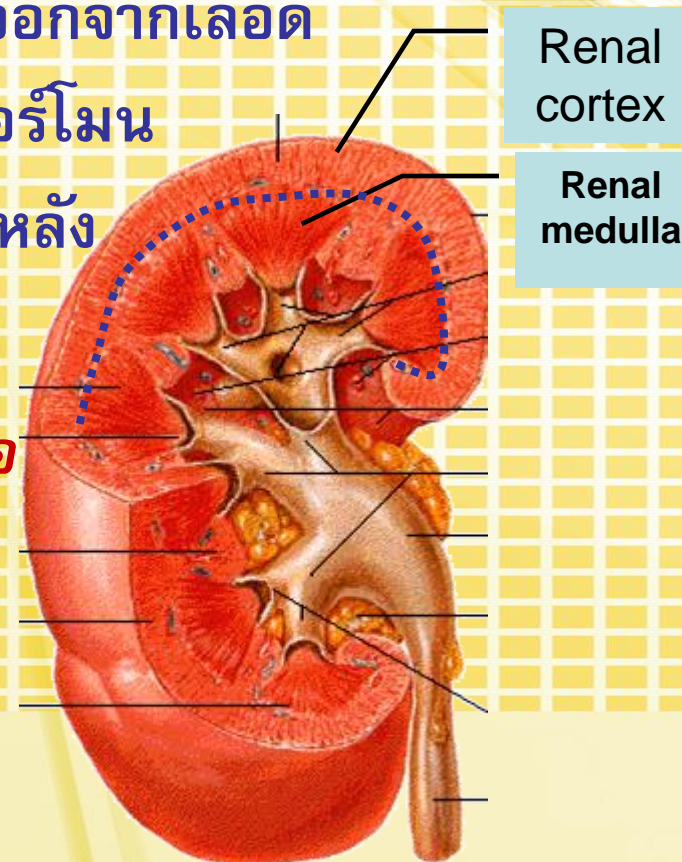
**Kidney** หรือ ไต เป็นอวัยวะซับซ้อนที่สำคัญของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป ไต เป็นอวัยวะคู่รูปร่างเหมือนเมล็ดถั่ว เป็นอวัยวะที่มีเลือดมาเลี้ยงถึง **20%** ของการบีบตัวของหัวใจ

หนึ่งครั้ง **หน้าที่ของไต** คือ กรองของเสียออกจากเลือด ช่วยกำจัดสารบางอย่าง ไตส่วนในสร้างฮอร์โมน **Erythropoietin** ช่วยกระตุ้นไขสันหลังให้สร้างเม็ดเลือดแดง

ไต มีหน่วยย่อยสุดคือ **Nephron** หรือ หน่วยไต และมีเนื้อเยื่อ **2** ชั้นคือ

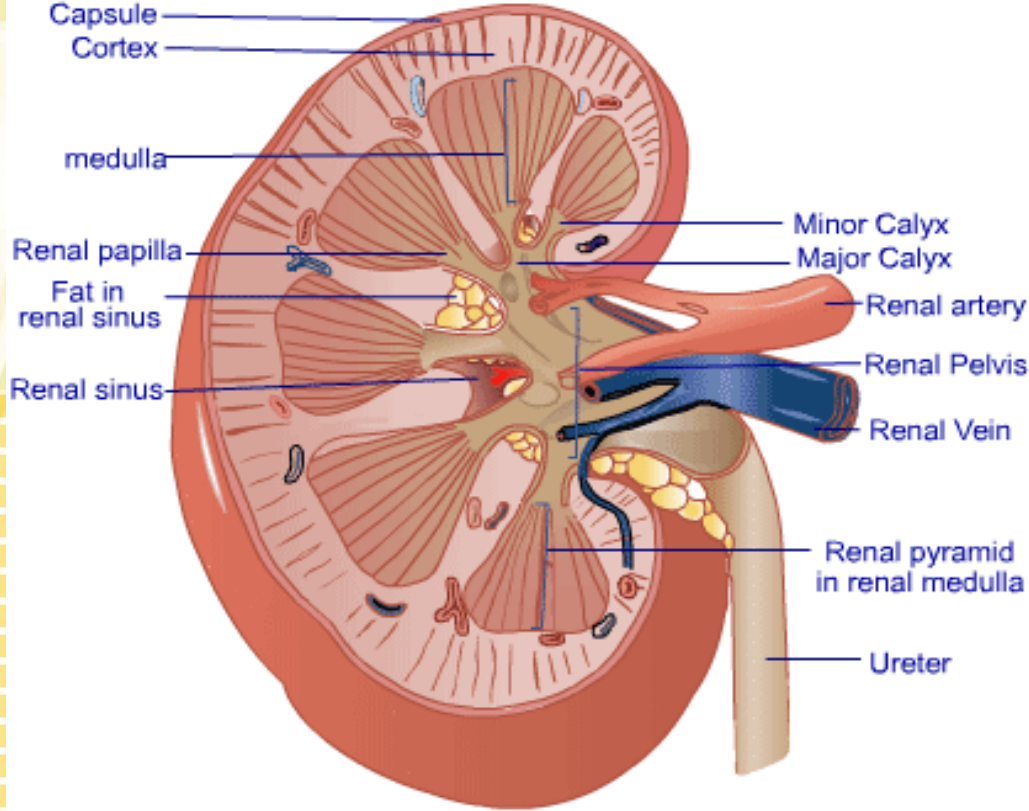
**Renal cortex** (ชั้นนอก)

**Renal medulla** (ชั้นใน)



## โครงสร้างไต

### Cut Section of Kidney

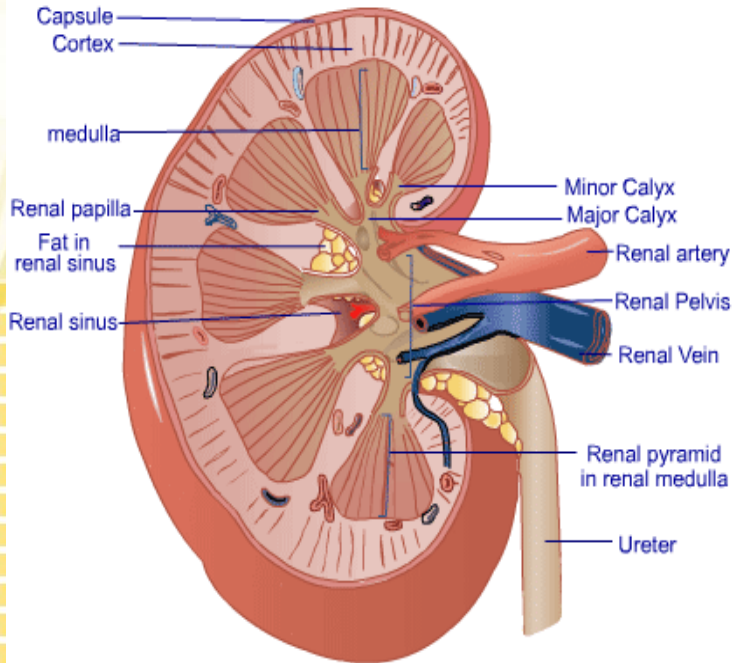


1. ไต มีขนาดยาวประมาณ 10-13 cm กว้าง 6 cm และหนา 3 cm ผนังช่องกลาง คือ เนื้อไต ช่องในไต เรียกว่า **กรวยไต (Pelvis)** ก้านของกรวย คือ **ท่อไต (Ureter)** จากนั้นนำของเหลวไปรวมกันใน **กระเพาะปัสสาวะ (Bladder)**

2. เนื้อไต แบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นนอก คือ **Cortex** ชั้นใน คือ **Medulla** และภายในเนื้อไต ประกอบด้วย **หน่วยไต (Nephron)** จำนวนมากมาย ไตแต่ละข้างมีหน่วยไตประมาณ 1 ล้านหน่วย

# รายละเอียดโครงสร้างเนื้อไต

Cut Section of Kidney



1. *Cortex* เป็นเนื้อไตชั้นนอก ประกอบด้วย โครงสร้างส่วนใหญ่ของหน่วยไต (*Nephron*)

ซึ่งได้ *Bowman Capsule* ท่อของหน่วยไต ตอนต้น หรือท่อขดส่วนต้น หรือ *พรอกซิมอล คอนโวลูเตด ทิวบูล (Proximal convoluted tubule)* ท่อของหน่วยไตตอนปลาย *ดิสตอล คอนโวลูเตด ทิวบูล (Distal convoluted tubule)*

2. *Medulla* เป็นเนื้อไตชั้นใน ตรงกลางมีช่องของกรวยไต (*Pelvis*) ต่อกับท่อไต (*Ureter*) ซึ่งเป็นก้านกรวย ภายในเนื้อไตชั้นเมดัลลา ยังประกอบด้วย *ห่วงเฮนเล (Loop of Henle หรือ Henle loop)* มีลักษณะเป็นห่วงรูปตัวยู

# Cut Section of Kidney

Capsule

Cortex

Medulla

Renal papilla

Fat in renal sinus

Renal sinus

Calyx

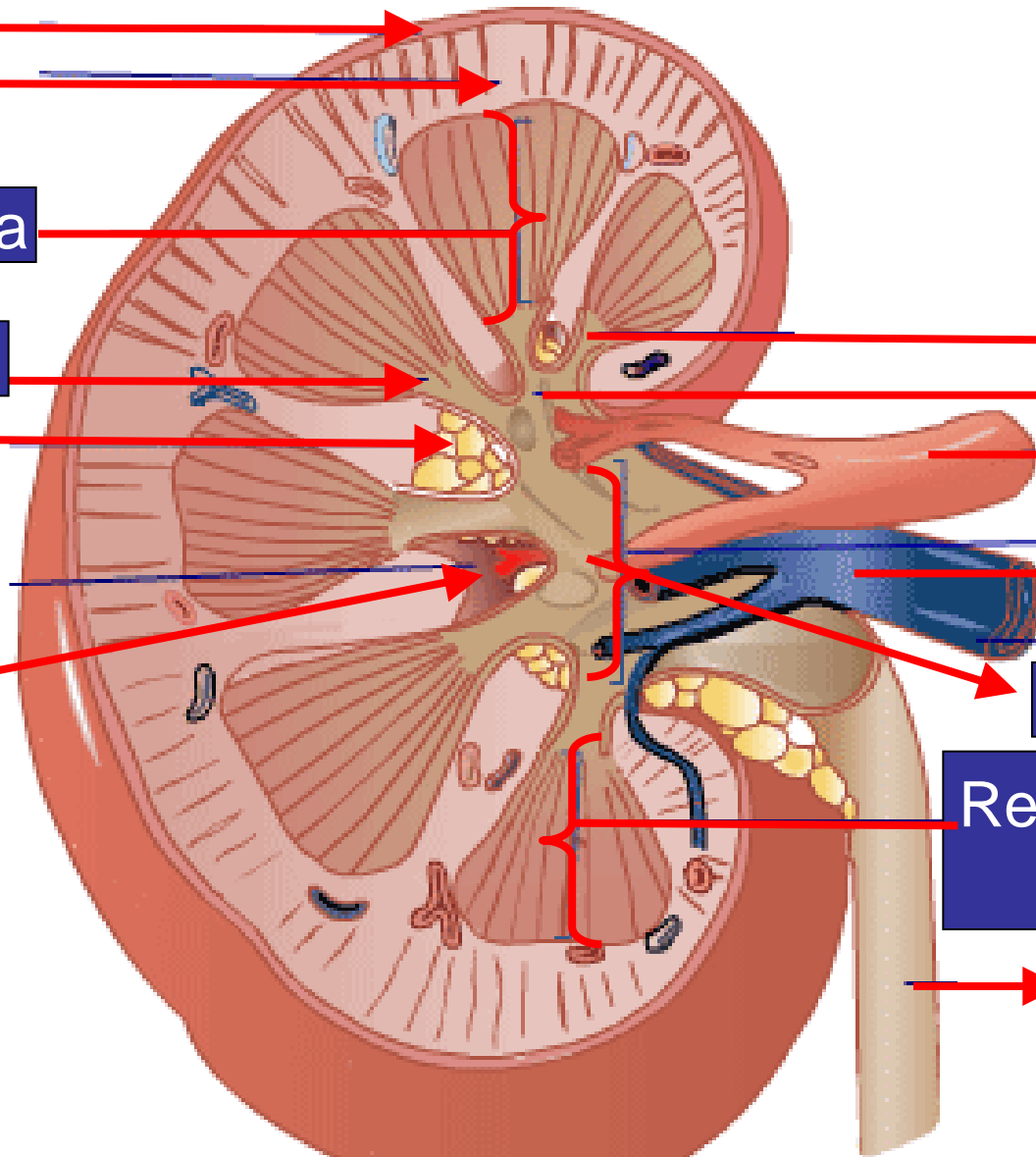
Renal artery

Renal vein

Renal pelvis

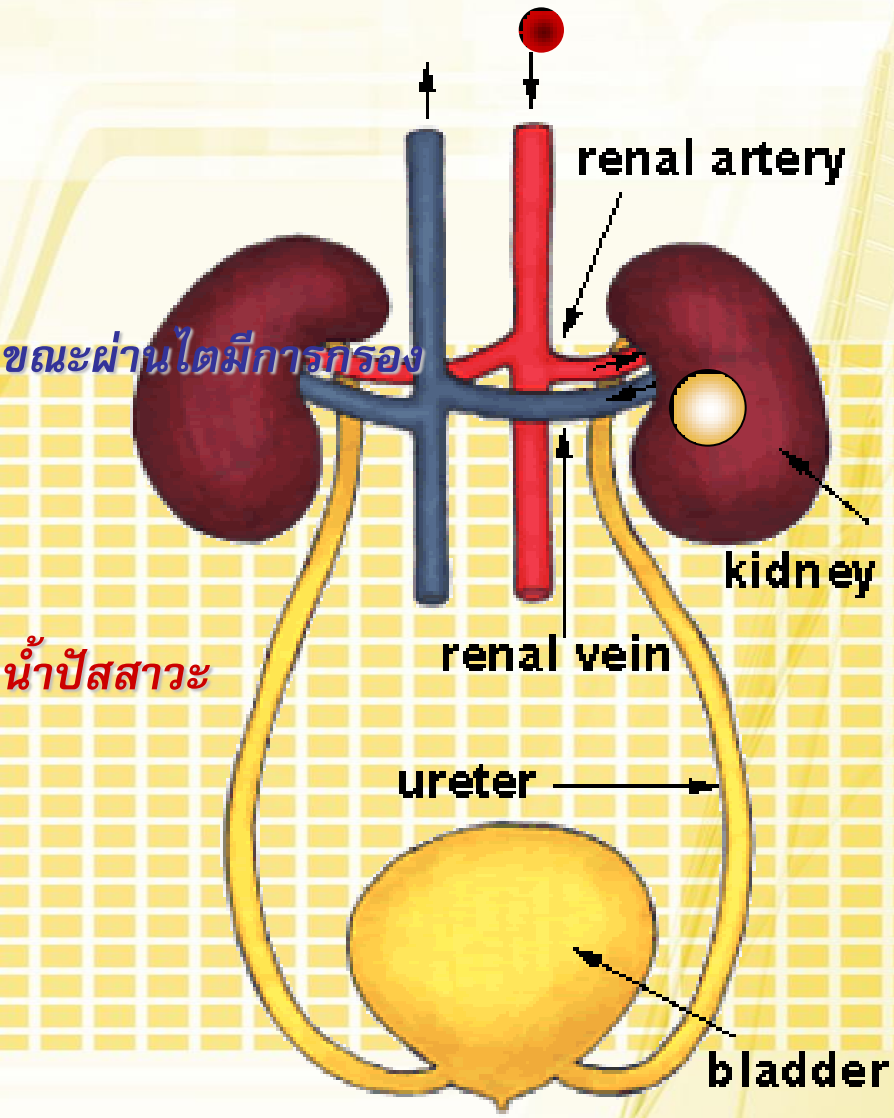
Renal pyramid in renal medulla

Ureter



# อวัยวะในการรักษาสมดุลของมนุษย์

## การทำงานของไต

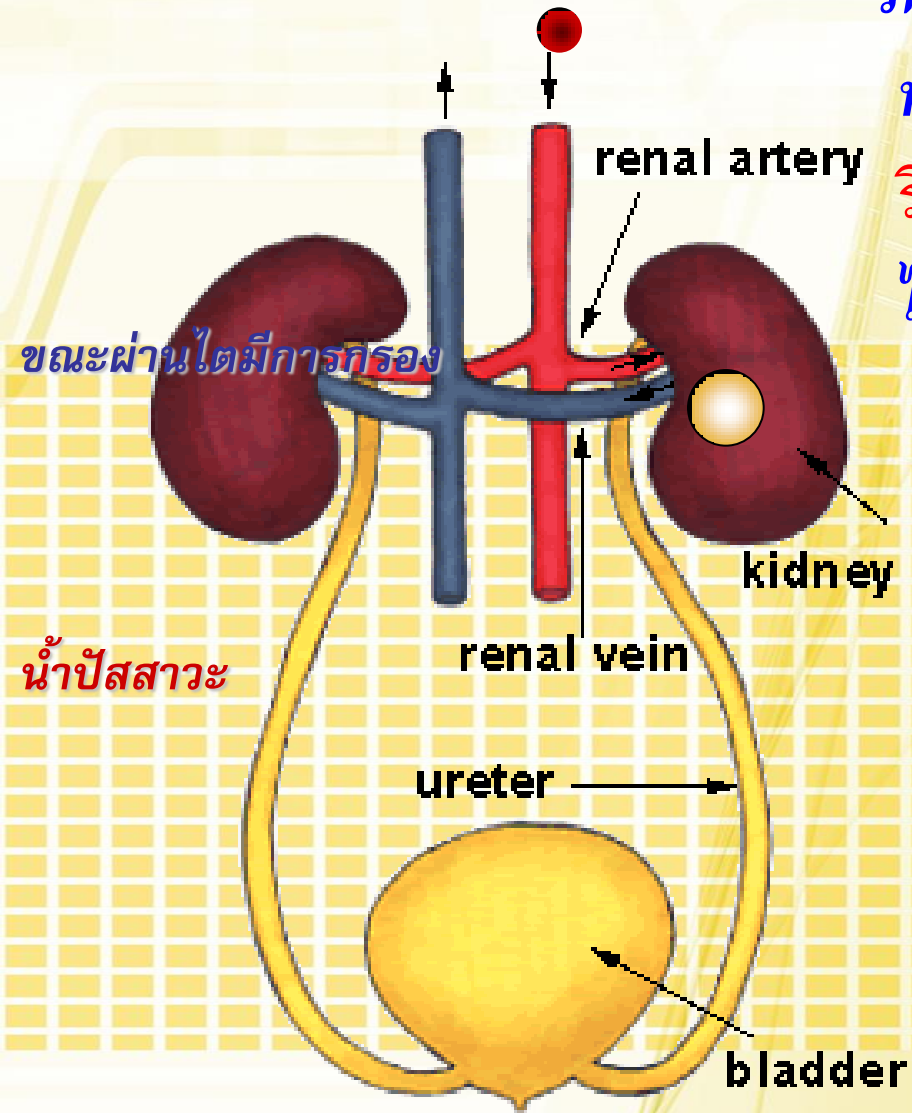


หลอดเลือด นำเลือดไปกรองที่ไต  
เป็นระบบเลือดที่มีออกซิเจนสูง คือ  
หลอดเลือดแดง (renal artery) ตอนปลาย  
ของรีนัลอาร์เทอรี แตกแขนงเป็นกลุ่ม  
หลอดเลือดฝอย เรียกว่า *Glomerulus* ที่  
โบริแมนแคปซูลหุ้มรอบก่อน แล้วแตก  
แขนงเป็นร่างแหพันรอบส่วนต่างๆ ของ  
ท่อของหน่วยไต  
ตรงบริเวณโค้งรูปตัวยู ของห่วงเฮนเลน  
และวาซาเรกตา (*Vasa recta*) ทำงานเป็น  
ระบบเรียกว่า *Counter current multiplier*  
กรองของเหลวที่มีความเข้มข้นสูง

# อวัยวะในการรักษาสมดุลของมนุษย์

## การทำงานของไต

ภายหลังเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของต่อ  
หน่วยไตแล้ว เลือดที่มีออกซิเจนต่ำจะเข้าสู่  
รีนัลเวน (Renal vein) และไหลออกจากไต  
ไป



# อวัยวะในการรักษาสมดุลของมนุษย์

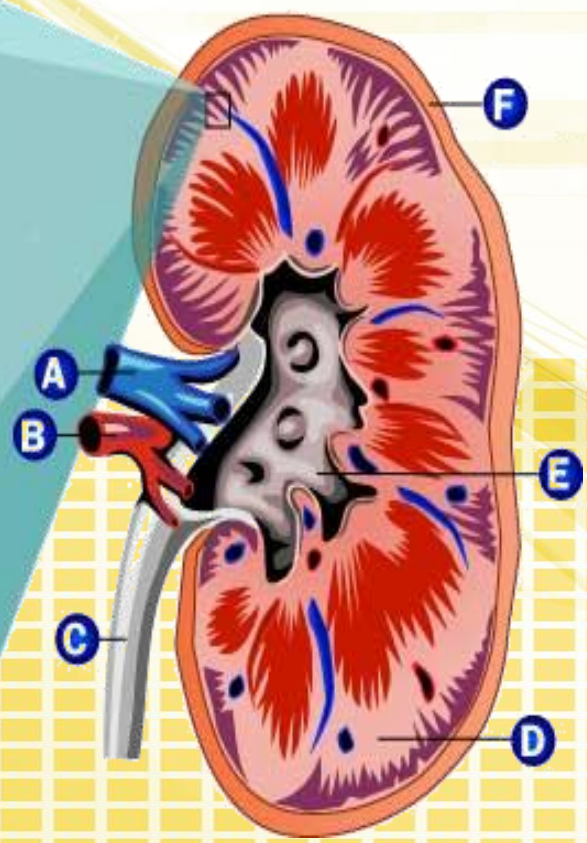
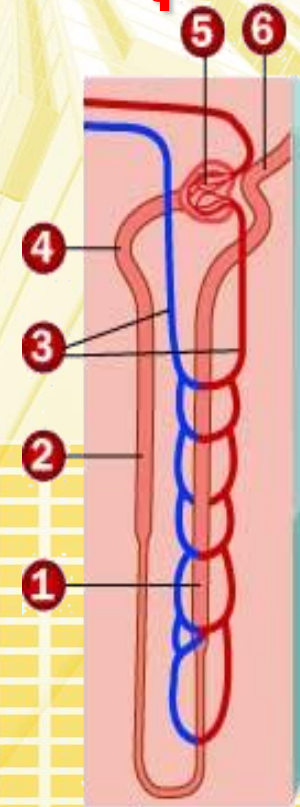
## การทำงานของไต



Cortex

Nephron

Medulla



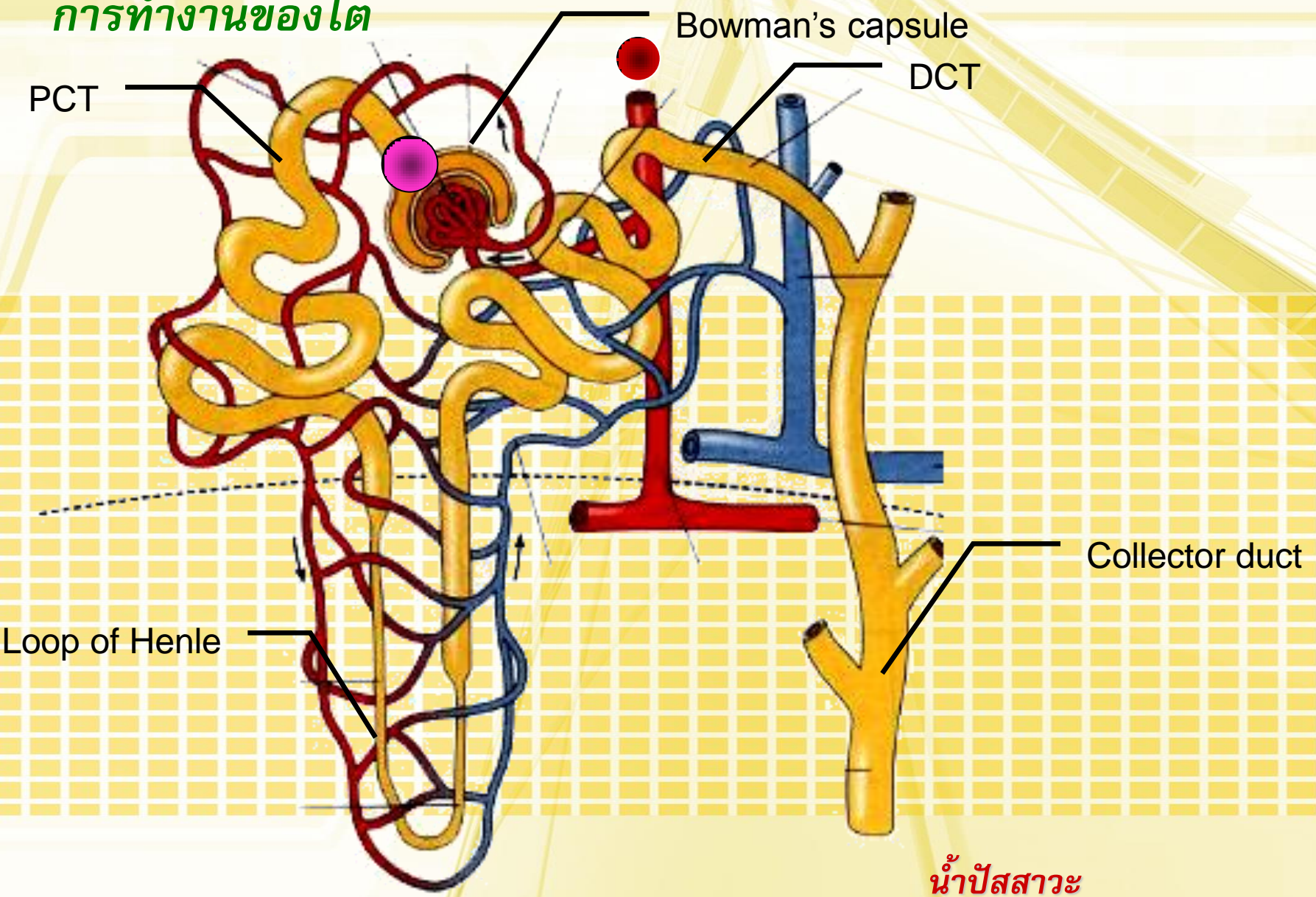
©2001 How Stuff Works

ท่อหน่วยไต (*convoluted tubule*) แบ่งเป็น 3 ส่วน

1. ท่อหน่วยไตตอนต้น หรือ *Proximal convoluted tubule* ดูดสารมีประโยชน์
2. ห่วงเฮนเลน หรือ *Henle loop* หลอดโค้งตัวยู
3. ท่อหน่วยไตตอนท้าย หรือ *Distal convoluted tubule* มี *ADH*

# อวัยวะในการรักษาสสมดุลของมนุษย์

## การทำงานของไต

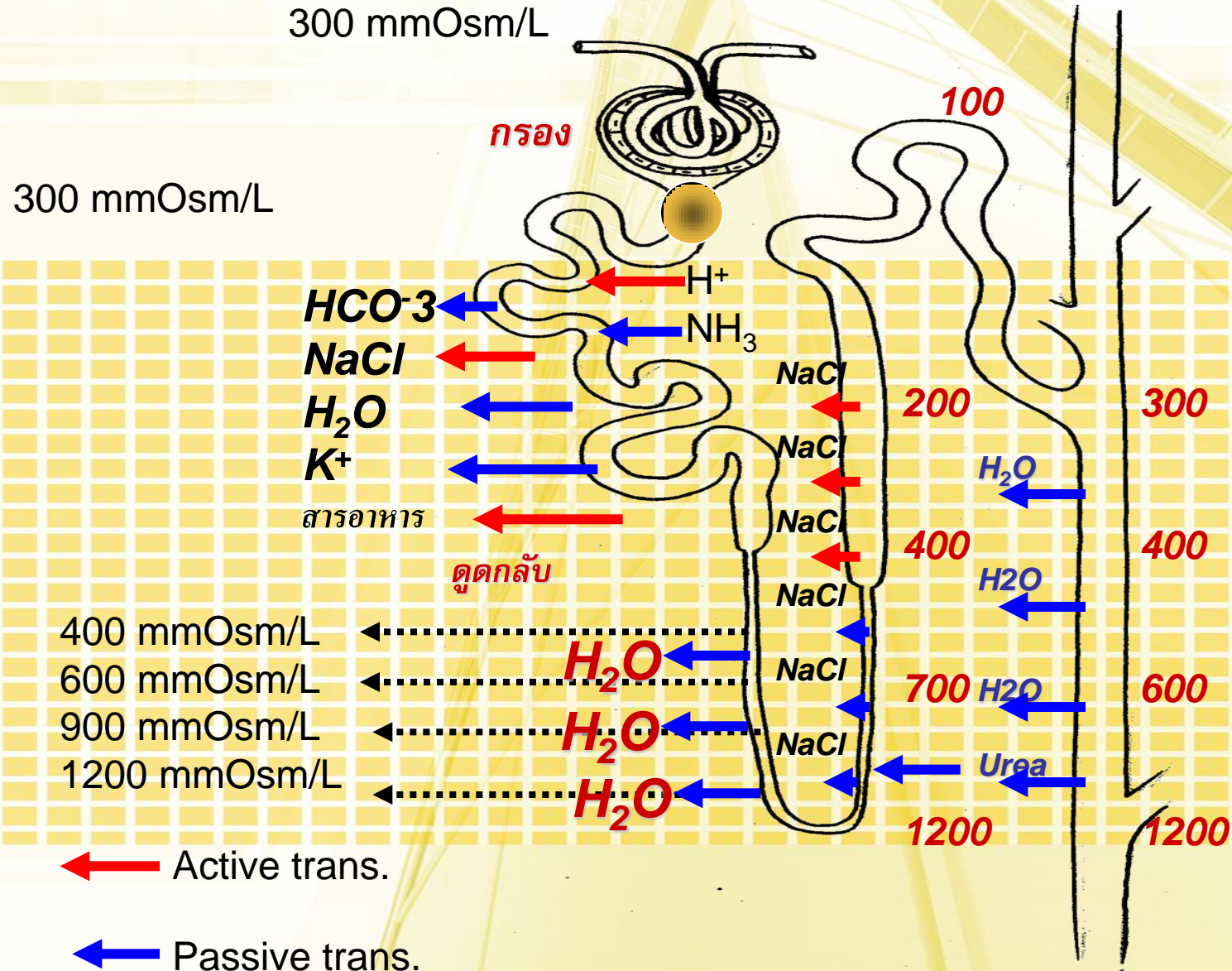


น้ำปัสสาวะ



# การดูดสารกลับที่ท่อหน่วยไต (Tubular reabsorption)

การทำให้น้ำปัสสาวะเข้มข้น โดยการดูดกลับ **NaCl** และ น้ำ



# ในกระบวนการดูดสารกลับของท่อหน่วยไตใช้การลำเลียงสาร

แบบไม่ใช้พลังงานของเซลล์  
(Passive transport)

น้ำ , ยูเรีย ,  $\text{Cl}^-$  ,  $\text{HCO}_3^-$

แบบใช้พลังงานของ  
เซลล์ (Active transport)

กลูโคส , กรดอะมิโน ,  $\text{Na}^+$  ,  $\text{K}^+$

สมองส่วนใดของร่างกายที่ควบคุมสมดุลของปริมาณน้ำในเลือด

ไฮโปทาลามัส

Hypothalamus

ปลายประสาทในต่อมใต้สมองส่วนท้าย

ADH

=

Anti - Diuretic Hormone

เลือดที่มีความเข้มข้นมาก

เลือดที่มีปริมาณน้ำในเลือดน้อย

ปริมาณปัสสาวะมาก

ปริมาณปัสสาวะน้อย

ยับยั้ง

ปริมาณน้ำในเลือดมาก

ไฮโปทาลามัส

ดูดน้ำกลับ

กระตุ้นให้หลั่ง ADH

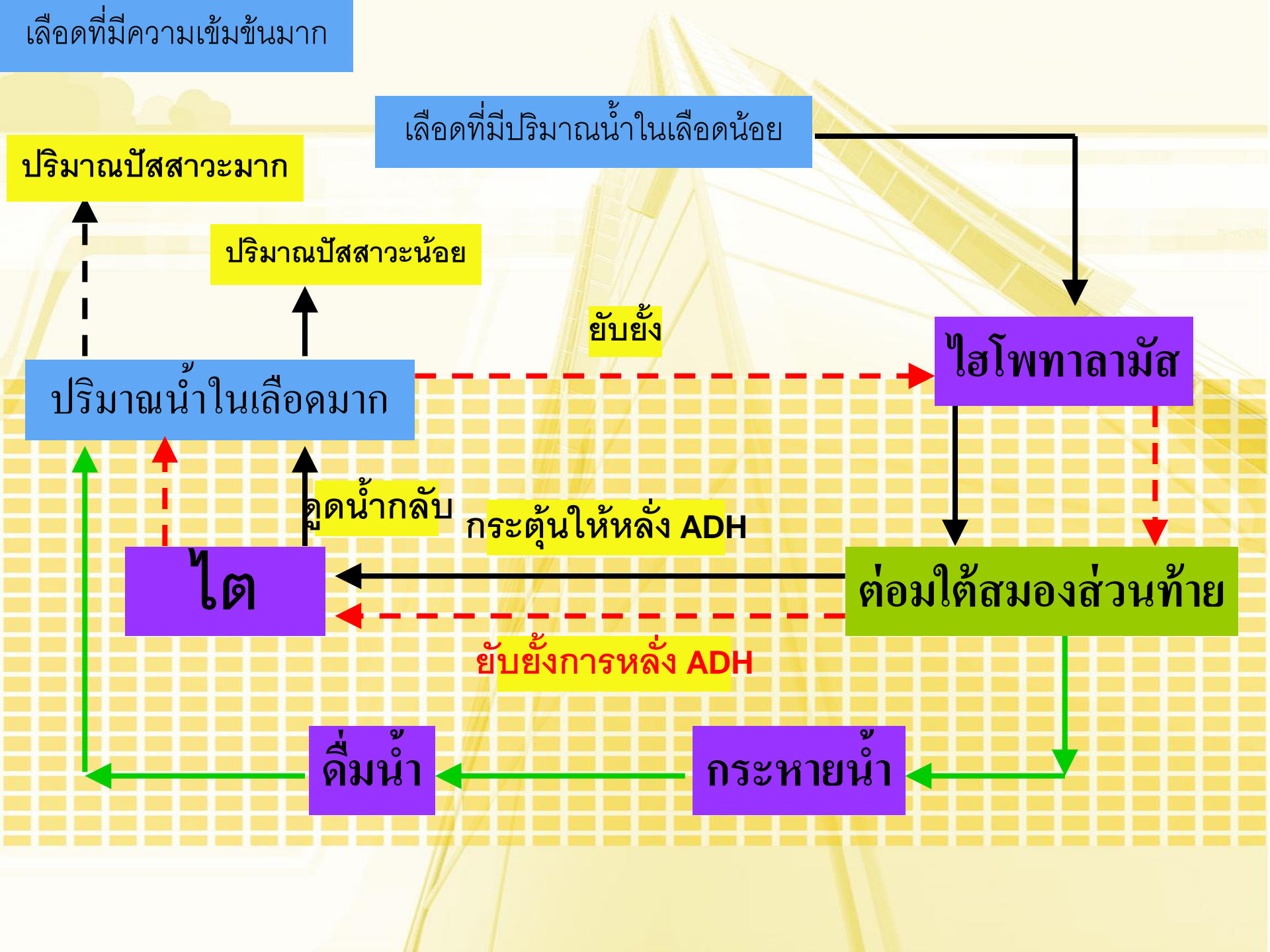
ไต

ต่อมใต้สมองส่วนท้าย

ยับยั้งการหลั่ง ADH

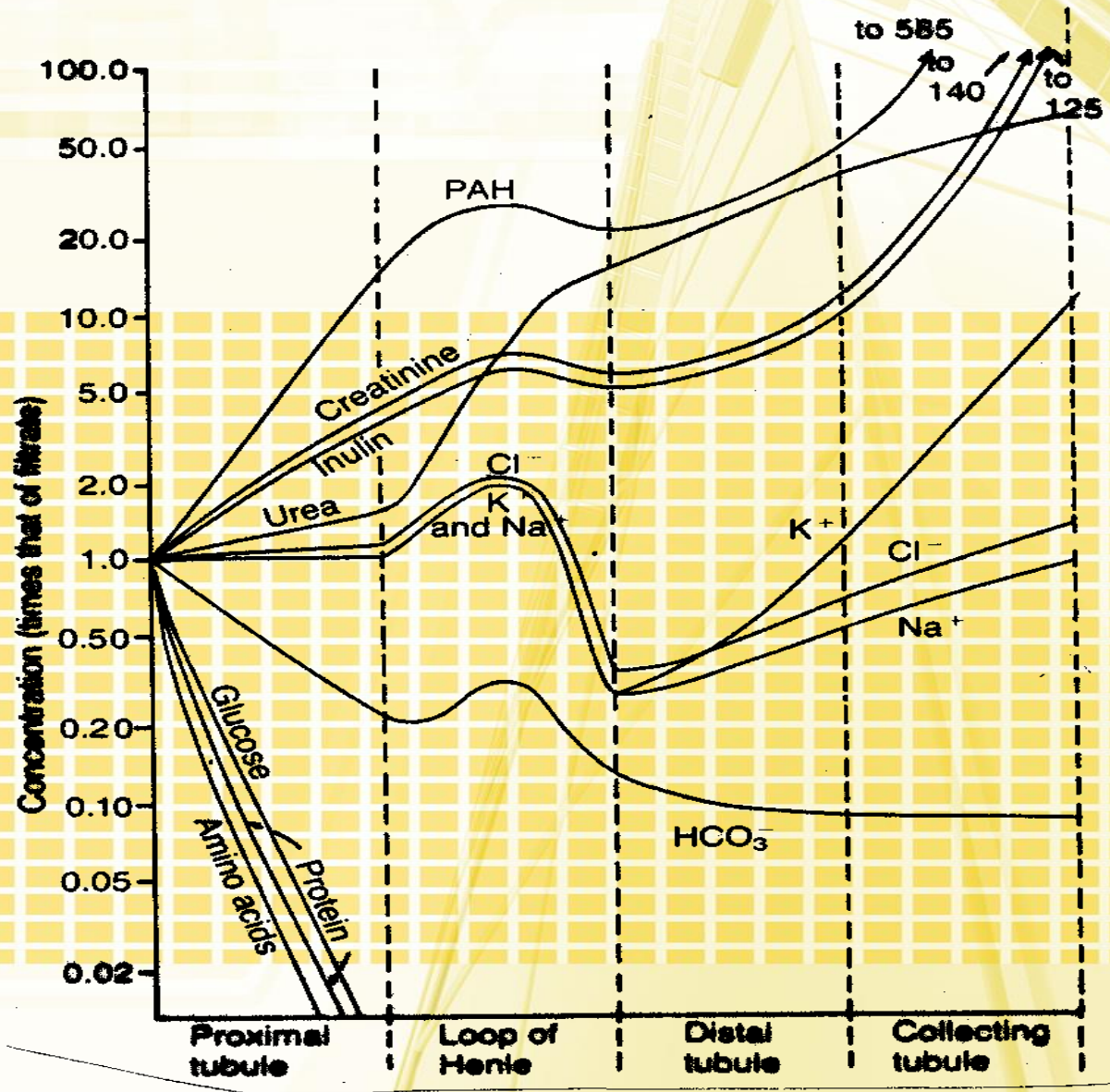
ดื่มน้ำ

กระหายน้ำ



# อวัยวะในการรักษาสมดุลของมนุษย์

การกรองสารชนิดต่าง ๆ ในหน่วยไต



# การขับถ่ายปัสสาวะ (Micturition)

เมื่อของเหลวที่กรองได้ผ่านหน่วยไตมาแล้ว และของเหลวไหลมาถึง ท่อรวม หรือ คอลเล็กติง ทิวบูล จะเรียกว่า น้ำปัสสาวะ ต่อจากนั้นส่งไปเก็บไว้ที่ กระเพาะปัสสาวะ การขับปัสสาวะอาศัยหลัก 3 อย่าง

1. ปัสสาวะเพิ่มมากขึ้น จนความตึงในกระเพาะปัสสาวะสูง ถึงระดับกั้น (**Threshold**)
2. เกิดรีเฟลกซ์การถ่ายปัสสาวะ ทำให้กระเพาะปัสสาวะบีบตัว
3. ยิ่งเพิ่มความดันในกระเพาะปัสสาวะมากขึ้นก็จะทำให้มีความรู้สึกอยากถ่ายปัสสาวะ

# อาการผิดปกติเกี่ยวกับการขับถ่ายโดยไต

## 1. เบาหวาน (*Diabetes mellitus*)

เกิดจากตับอ่อนไม่สามารถสร้างฮอร์โมน *Insulin* ได้มากพอมาควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติ ท่อหน่วยไตตอนต้น *PCT* ไม่สามารถดูดน้ำตาลกับคีนเข้าสู่เลือด จึงมีน้ำตาลกลูโคสปนออกมากับปัสสาวะ

## 2. ภาวะเพาะปัสสาวะอักเสบ (*Cystitis*)

เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งปนเปื้อนจากอุจจาระ จะปัสสาวะบ่อย

## 3. โรคนิ่ว

ทั้งนิ่วในไต หรือท่อไต และนิ่วในกระเพาะปัสสาวะ เกิดจากตะกอนขางแร่ธาตุต่าง ๆ ในปัสสาวะไม่ละลายแต่รวมตัวกันเป็นก้อน ไปอุดตันทางเดินปัสสาวะ รักษา ใช้ยา หรือการผ่าตัด หรือการสลายนิ่ว

## 4. โรคไตวาย (*Renal failure*)

เป็นภาวะที่ไตสูญเสียหน้าที่การทำงาน มีการสะสมของเสีย รักษาต้องใช้ยาหรือฟอกเลือด หรือใช้ไตเทียม

# อาการผิดปกติเกี่ยวกับการขับถ่ายโดยไต

## 5. เบาจืด (*Diabetes insipidus*)

ต่อมใต้สมองหลังฮอร์โมน **ADH** น้อยเกินไปทำให้มีการดูดทอกกลับคืนต่อ  
ขาด ส่วนท้ายน้อย ปัสสาวะจึงมีน้ำมากกว่าปกติ

## 6. Uremia

ผลิตภัณฑ์ของเมแทบอลิซึมของโปรตีนไปสะสมในเลือดมาก เช่น ยูเรีย เกิด  
อาการช็อค

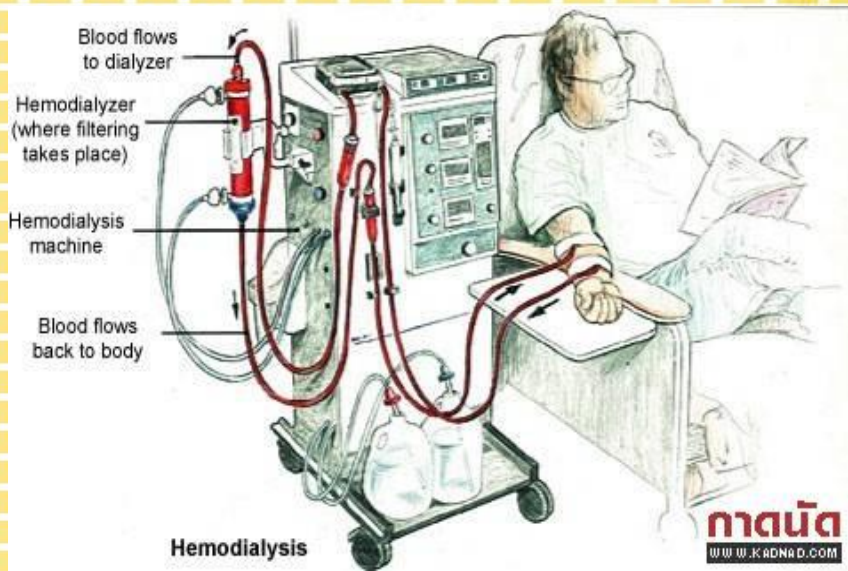
## 7. Renal glucosuria

เป็นความผิดปกติของท่อหน่วยไตไม่ดูดกลับกลูโคสได้ ทำให้พบกลูโคสในน้ำ  
ปัสสาวะ เป็นโรคเบาหวาน

# ไตเทียม (Artificial Kidney)

เป็นเครื่องมือทำหน้าที่แทนไต มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ ว่า

“เครื่องเฮโมไดอาไลเซอร์ (Hemodialyzer)” อยู่นอกร่างกาย ใช้เป็น  
ครั้งคราวเท่านั้น ประมาณสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง โดยเอา  
หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ และหลอดเลือดเวน ต่อกับท่อของเครื่อง





### 3. การรักษาดุลยภาพของความเป็นกรด – เบสภายในร่างกาย

ในคนปกติ **pH** อยู่ระหว่าง **7.35 – 7.45** ถ้าเลือดมี **pH** ต่ำกว่า **7.35** หมายความว่า เลือดของบุคคลนั้นเป็นกรด มากกว่าปกติ เรียกว่า **Acidosis** ถ้า **pH** สูงกว่า **7.45** หมายความว่า เลือดของบุคคลนั้นเป็นด่างมากกว่าปกติ เรียก **Alkalosis**



สมการรักษาดุลยภาพกรด – เบสในเลือด



### 3. การรักษาดุลยภาพของความเป็นกรด – เบสภายในร่างกาย

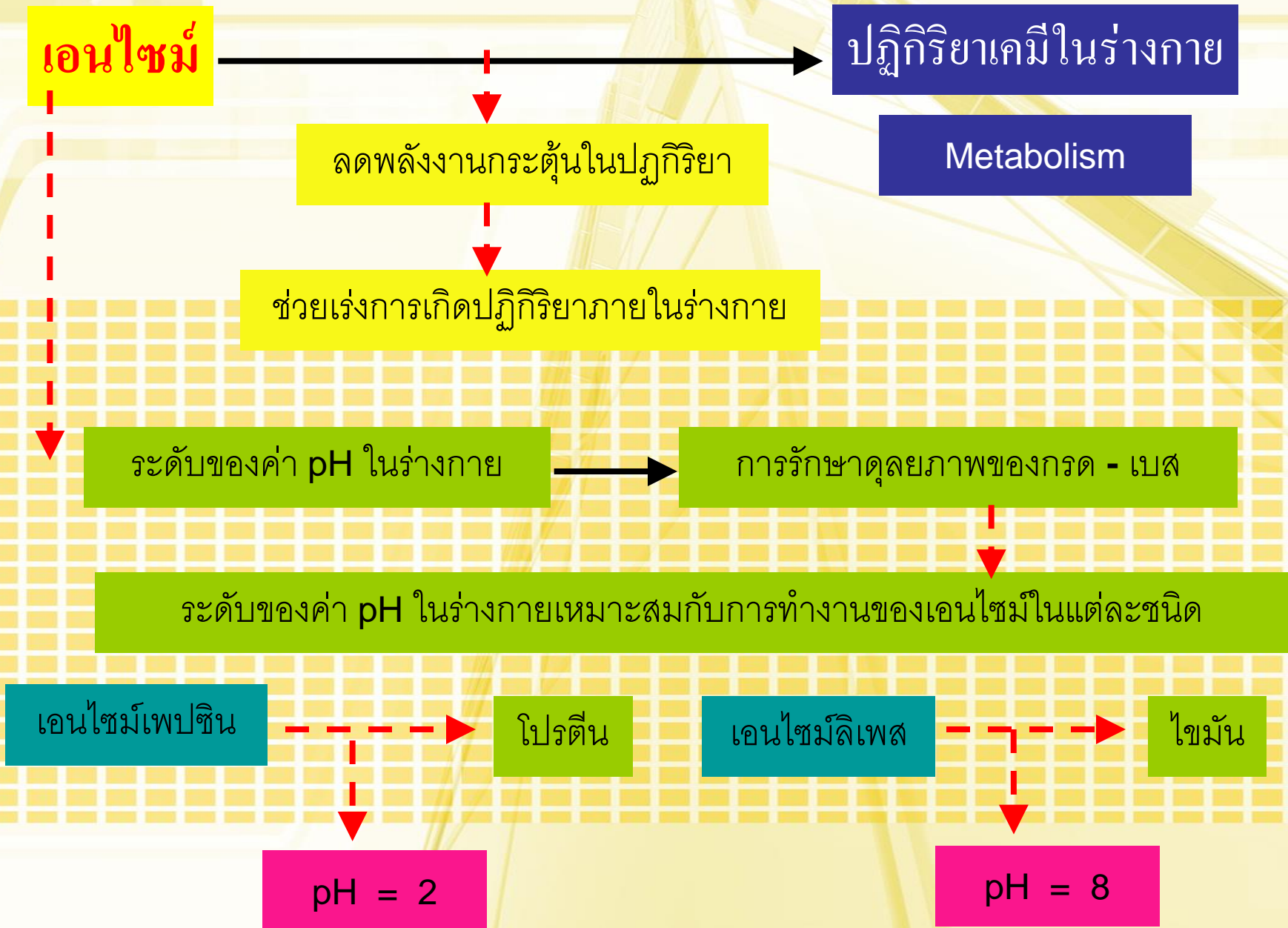
#### สมการรักษาดุลยภาพกรด – เบสในเลือด



ร่างกายรักษาดุลยภาพของกรด – เบส ในเลือดโดยการรักษาดุลยภาพของไฮโดรเจนไอออน  $\text{H}^+$  ที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม กระบวนการหลัก คือ กระบวนการหายใจระดับเซลล์ ซึ่งมี  $\text{CO}_2$  เป็นผลผลิต รวมตัวกับน้ำในเซลล์เม็ดเลือดแดง เป็นกรดคาร์บอนิก แตกตัวจะได้  $\text{H}^+$  และ  $\text{HCO}_3^-$  ร่างกายมีเมแทบอลิซึมสูงจะมี  $\text{CO}_2$  เกิดขึ้นมาก ส่งผลให้  $\text{H}^+$  สูง

ไตมีบทบาทในการรักษาความเป็นกรด – เบส ของเลือด เมื่อ  $\text{pH}$  ของเลือดต่ำ หน่วยไตขับสารที่มีส่วนประกอบของ  $\text{Na}^+$  และ  $\text{NH}_4$  ออกจากเลือด และดูดกลับไอออนบางประเภท ซึ่งลดความเป็นกรด ได้แก่  $\text{Na}^+$  และ  $\text{HCO}_3^-$

### 3. การรักษาคุณภาพของความเป็นกรด - เบสภายในร่างกาย



การรักษาคุณภาพของกรด - เบส

การรักษาคุณภาพของกรด - เบสในเลือด

pH ต่ำ

กรด

H<sup>+</sup>

Metabolism

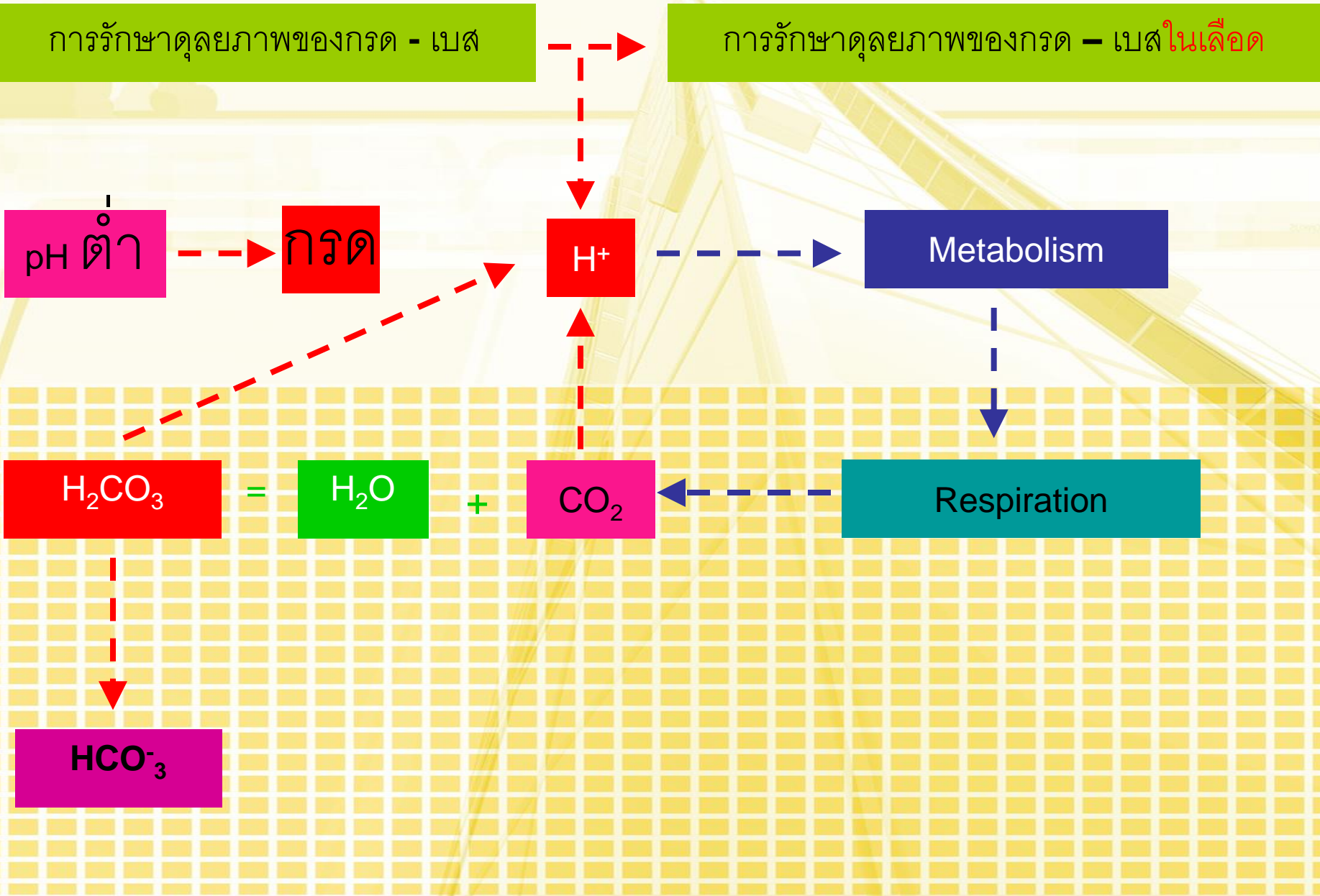
H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

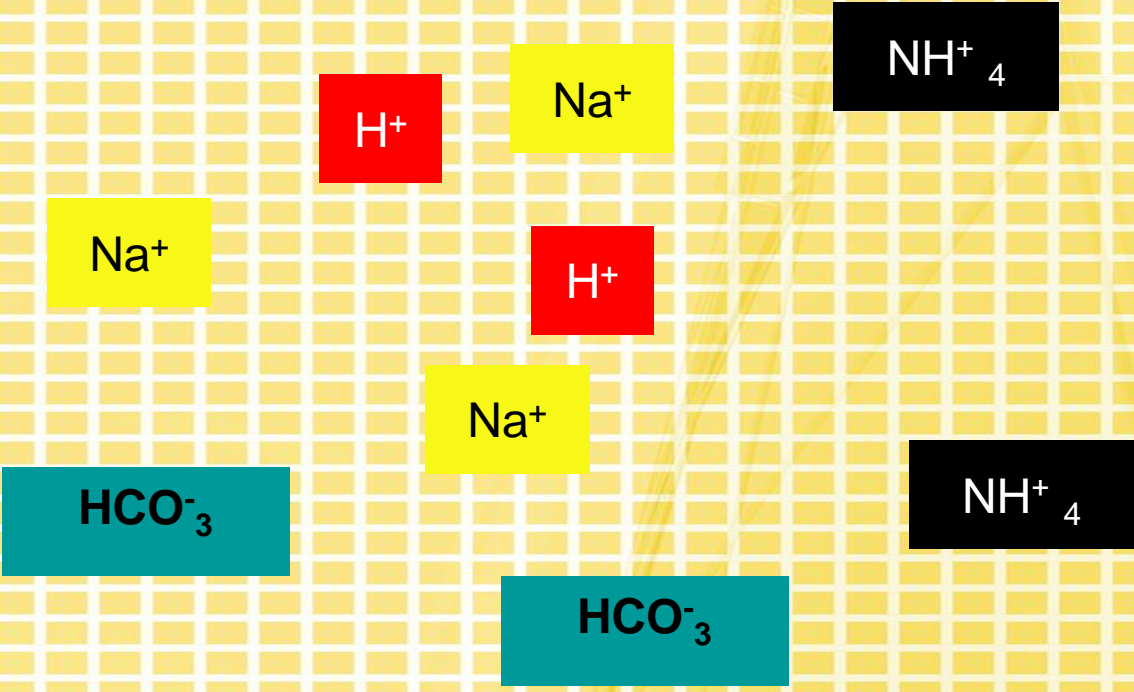
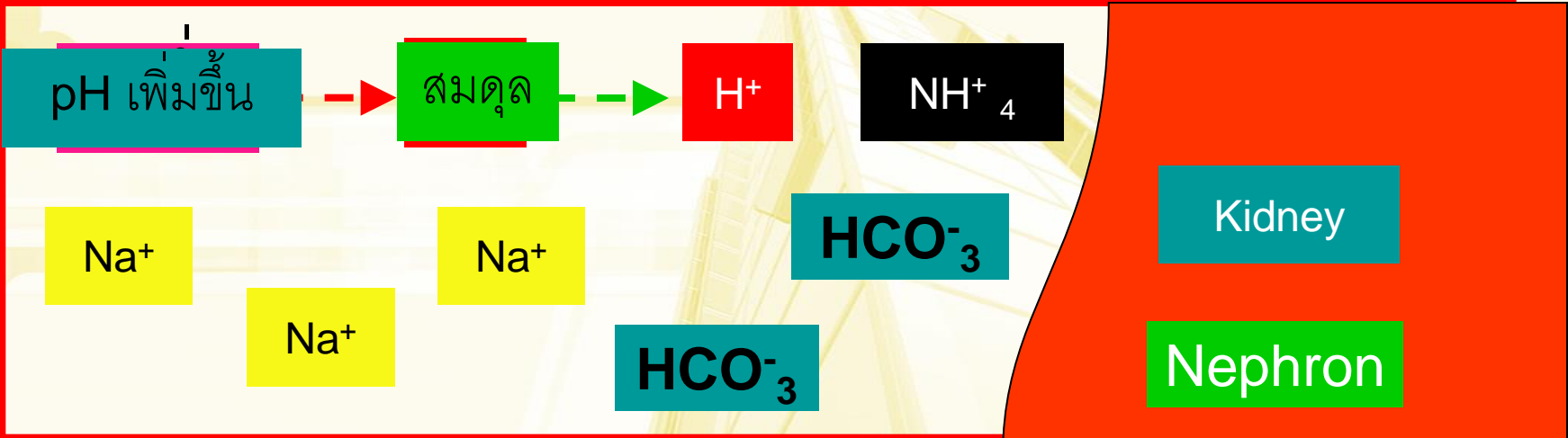
H<sub>2</sub>O

CO<sub>2</sub>

Respiration

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>





# 4. การรักษาอุณหภูมิของมนุษย์ (Thermoregulation)

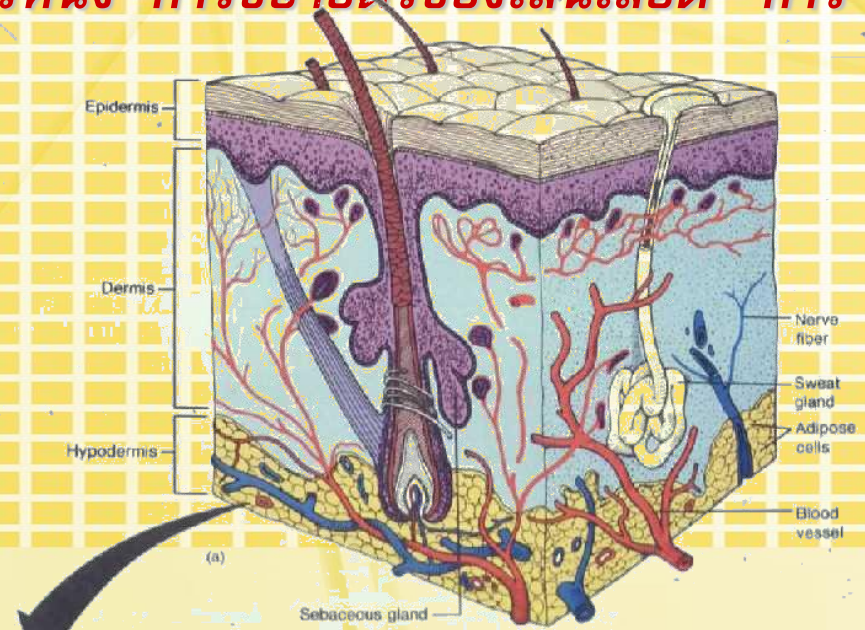
## 1. การเปลี่ยนแปลงอัตราเมแทบอลิซึม

อากาศหนาว เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม

เพิ่มฮอร์โมนบางชนิด เช่น **Epinephrine, Thyroxine**

## 2. การเพิ่มอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งแวดล้อม

เพิ่มอัตราการไหลเวียนมาบริเวณผิวหนัง การขยายตัวของเส้นเลือด การพาและการแผ่รังสีความร้อน



# การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย

ระดับของค่า pH ในร่างกายเหมาะสมกับการทำงานของเอนไซม์ในแต่ละชนิด

กลไกควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการทำงานของ  
กระบวนการต่างๆในร่างกาย

อุณหภูมิของร่างกายอยู่ระหว่าง  $35.8 - 37.7 \text{ }^{\circ}\text{C}$

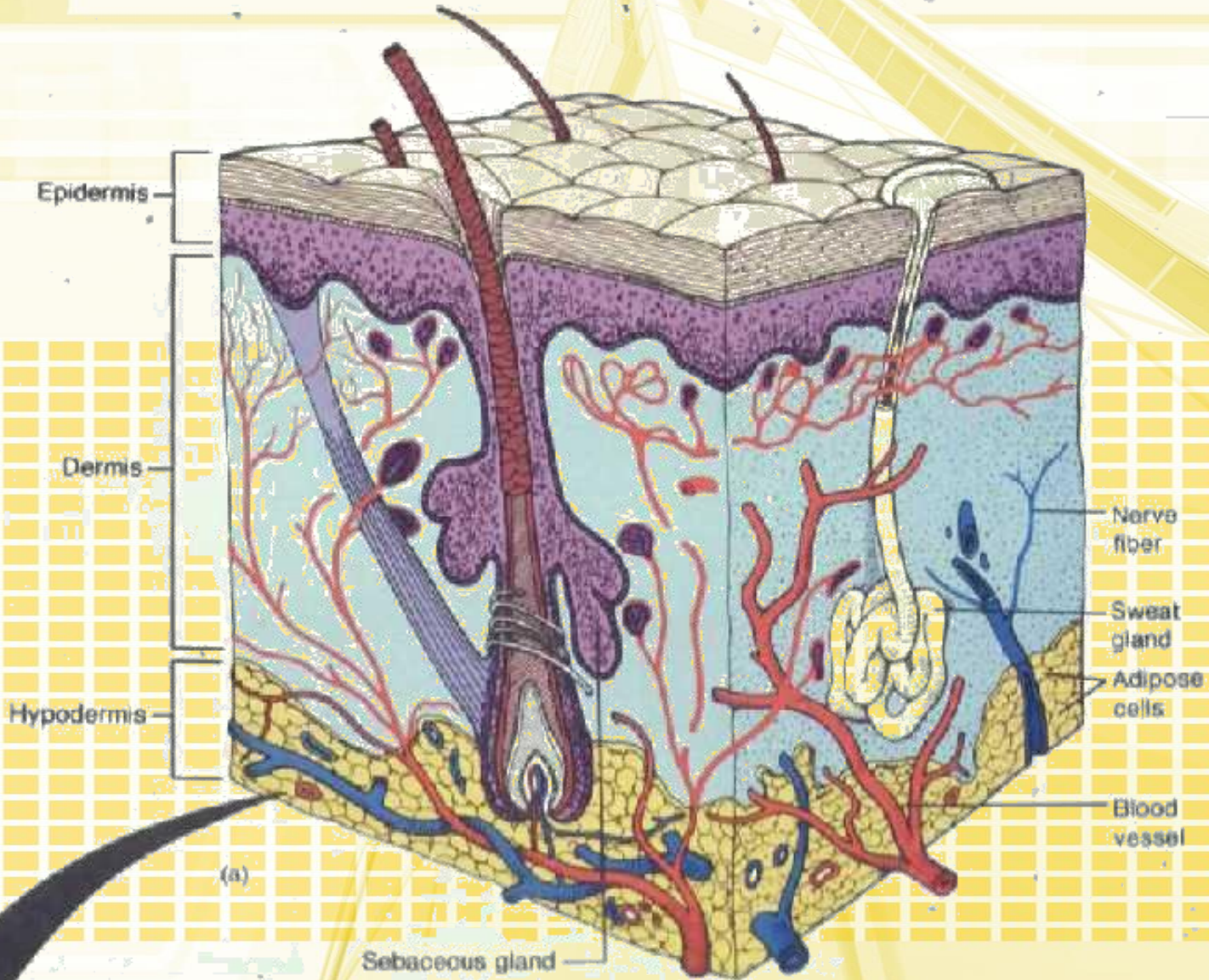
$35 - 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

ต่ำกว่า  $34 \text{ }^{\circ}\text{C}$

กระบวนการต่างๆในร่างกายไม่สามารถทำงานตามปกติ

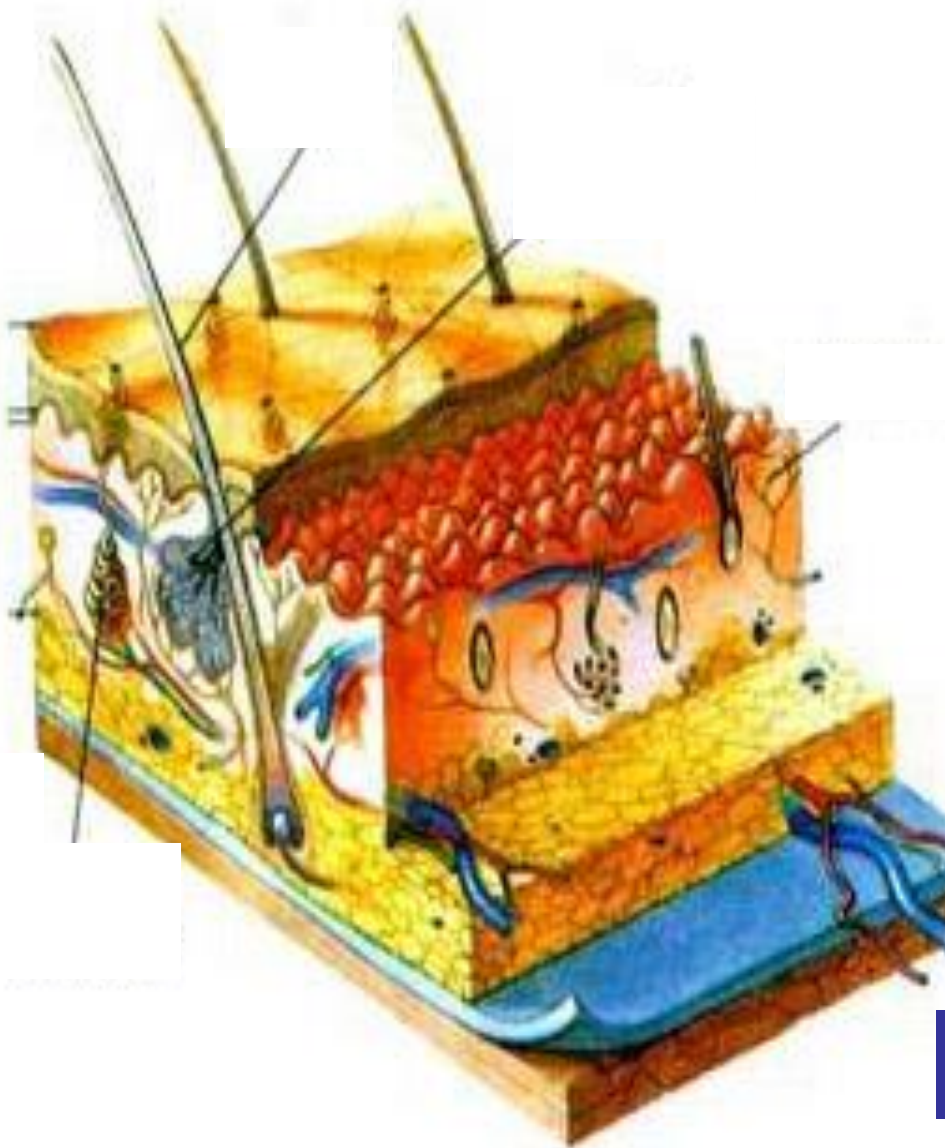
มากกว่า  $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

# การรักษาอุณหภูมิของมนุษย์ (Thermoregulation)





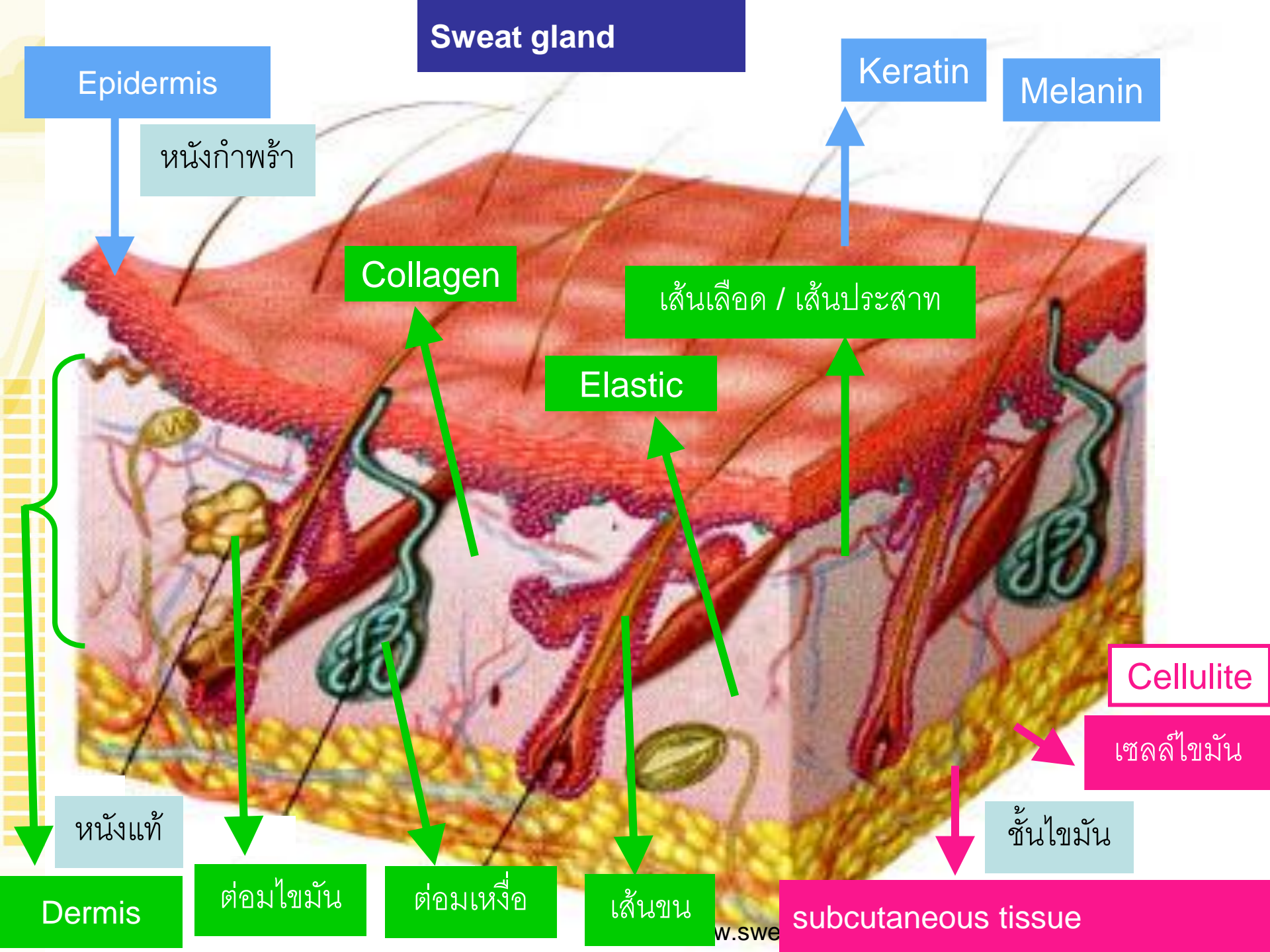
# Skin Structures



Epidermis

Dermis

subcutaneous tissue



Sweat gland

Epidermis

Keratin

Melanin

หนังกำพร้า

Collagen

เส้นเลือด / เส้นประสาท

Elastic

หนังแท้

Cellulite

เซลล์ไขมัน

ชั้นไขมัน

Dermis

ต่อมไขมัน

ต่อมเหงื่อ

เส้นขน

subcutaneous tissue

# กลไกการรักษาอุณหภูมิของอุณหภูมิในร่างกาย

$T > 37^{\circ}\text{C}$

ไฮโปทาลามัส

$T < 37^{\circ}\text{C}$

ลดอัตราเมแทบอลิซึม

เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม

หลอดเลือดขยายตัว

หลอดเลือดหดตัว

ขนเอนราบ

ขนลุก/ร่างกายสั่น

ต่อมเหงื่อสร้างเหงื่อ

ต่อมเหงื่อไม่สร้างเหงื่อ

เพิ่มการระเหย

ลดการระเหย

T ของเลือดลดลง

T ของเลือดเพิ่มขึ้น

T ของเลือดปกติ  $37^{\circ}\text{C}$

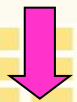
# การรักษาอุณหภูมิของมนุษย์ (Thermoregulation)

เมื่ออุณหภูมิสูง

อุณหภูมิร่างกายเพิ่ม



รับรู้โดยไฮโปทาลามัส

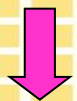


หลอดเลือดขยาย หลังเหงื่อ



ลดอัตราเมแทบอลิซึม อุณหภูมิลด

ขนเอนราบ



เข้าสู่ภาวะปกติ

เมื่ออุณหภูมิต่ำ

อุณหภูมิร่างกายลด



รับรู้โดยไฮโปทาลามัส

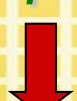


หลอดเลือดหดตัว กล้ามเนื้อหด



เพิ่มอัตราเมแทบอลิซึม อุณหภูมิสูง

ขนลุกชัน



เข้าสู่ภาวะปกติ

หน่วยรับรู้อุณหภูมิ

ไฮโปทาลามัส

ศูนย์ควบคุม

กล้ามเนื้อยึดกระดูก

เซลล์ไขมัน

ต่อมเหงื่อ

หลอดเลือด

Homeothermic animal

Poikilothermic animal

สัตว์เลือดอุ่น

สัตว์เลือดเย็น

สัตว์ที่สามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายได้ค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อม

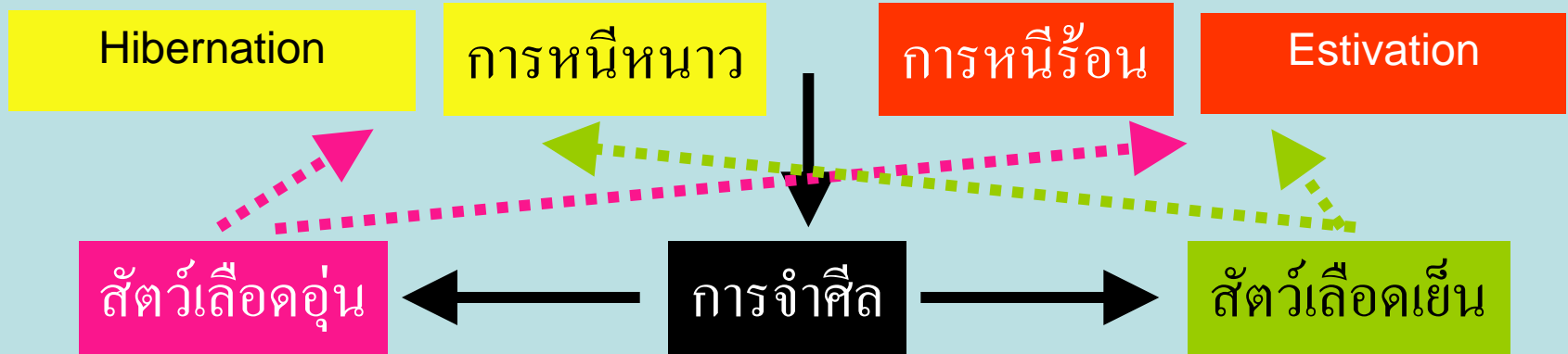
สัตว์ที่ไม่สามารถรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่โดยจะเปลี่ยนแปลงไปตามสิ่งแวดล้อม

สัตว์ปีก / สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ปลา / สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก  
สัตว์เลื้อยคลาน / แมลง

# การรักษาคุณภาพของอุณหภูมิภายในร่างกาย

## การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม



การที่สัตว์ซ่อนตัวอยู่หนึ่งๆ ไม่เคลื่อนไหว ในขณะที่อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปจากปกติ

อัตราการเต้นของหัวใจจะลดลง ร่างกายอาศัยอาหารที่สะสมไว้อย่างช้าๆ

โดยระยะนี้อัตราเมตาโบลิซึมของร่างกายจะลดลง

สัตว์ส่วนใหญ่จึงใช้วิธีการนี้ในการสะสมอาหารในยามที่อาหารหายาก

# การรักษาอุณหภูมิของมนุษย์ (Thermoregulation)

