



บทที่ 17 ระบบขับถ่าย

ระบบขับถ่าย

นางสาวอลิชา ไชยชาญ

รายวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ระบบขับถ่าย

- ☐ 1. อวัยวะในระบบขับถ่ายของมนุษย์ ได้แก่ ไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะ และท่อปัสสาวะ
- ☐ 2. ไตทำหน้าที่กำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกายและรักษาดุลยภาพของสารต่างๆ ในเลือด
- ☐ 3. หน่วยไต คือ หน่วยการทำงานของไต ทำหน้าที่กรอง ดูดกลับ และหลั่งสาร
- ☐ 4. โกลเมอรูลัส คือ กลุ่มของหลอดเลือดฝอยที่ทำหน้าที่ในการกรองและการดูดกลับสารต่าง ๆ ในเลือด
- ☐ 5. บริเวณท่อหน่วยไตมีการดูดกลับสารบางอย่างที่เป็นประโยชน์ เช่น กรดแอมิโน น้ำ เข้าสู่หลอดเลือดฝอย



ระบบขับถ่าย

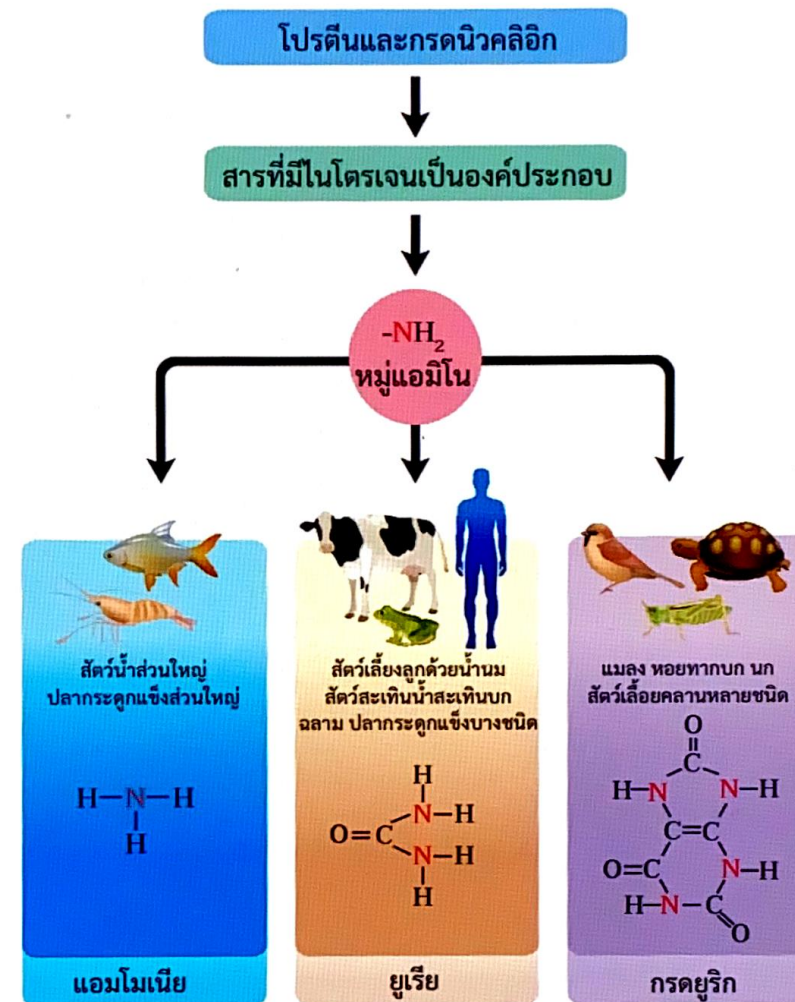
- ☐ 6. ของเสียจากเมแทบอลิซึม เช่น แอมโมเนีย ยูเรีย กรดยูริก จะถูกกำจัดออกหรือเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่มีความเป็นพิษน้อยลงก่อนขับออกจากร่างกาย
- ☐ 7. ปัสสาวะของมนุษย์ประกอบด้วยน้ำ กลูโคส และของเสีย เช่น ยูเรีย
- ☐ 8. ระบบขับถ่ายเกี่ยวข้องกับการขับถ่ายปัสสาวะและการถ่ายอุจจาระ
- ☐ 9. การรับประทานอาหารที่มีสารอาหารต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสม ดื่มน้ำสะอาดให้เพียงพอกับความ ต้องการของร่างกายและลดอาหารที่มีรสเค็มเป็นวิธีที่ทำให้ไตทำงานได้เป็นปกติ



ระบบขับถ่าย

ระบบขับถ่าย (Excretory system)

- เป็นการกำจัดของเสีย (waste) ออกจากร่างกาย
- ของเสียคือสารพิษที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น การสลายสารอาหารระดับเซลล์
- ของเสียที่เกิดจากเมแทบอลิซึม เช่น
 - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
 - Nitrogenous waste เช่น แอมโมเนีย ยูเรีย กรดยูริก



รูป 17.2 ของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในรูปต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์

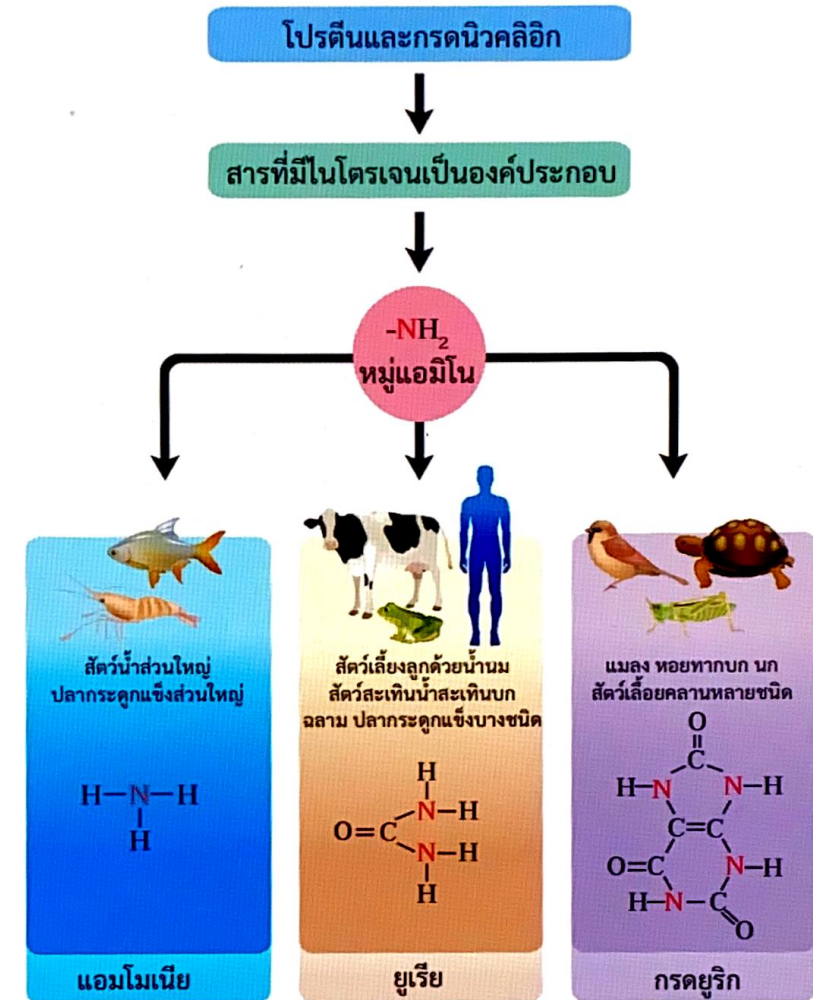


ระบบขับถ่าย

รูปแบบของของเสีย มีดังนี้

➤ แอมโมเนีย

- ละลายน้ำได้ดีแต่มีความเป็นพิษสูงมาก
- ต้องใช้น้ำปริมาณมากเพื่อกำจัดออก
- เกิดขึ้นเองจากกระบวนการเมแทบอลิซึม จึงไม่ต้องใช้พลังงานในการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปอื่น
- ตัวอย่างเช่น สัตว์น้ำส่วนใหญ่และปลากระดูกแข็งส่วนใหญ่



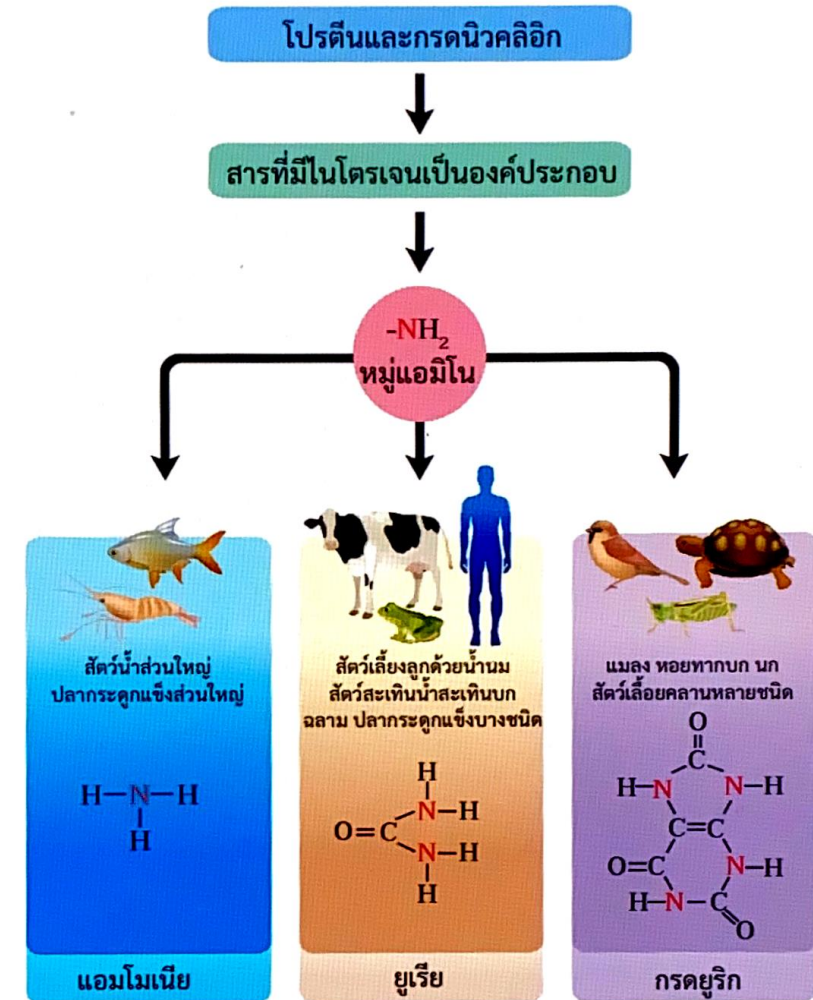
รูป 17.2 ของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในรูปต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์



ระบบขับถ่าย

➤ ยูเรีย

- ละลายน้ำได้ดีและมีความเป็นพิษน้อยกว่าแอมโมเนีย
- ใช้น้ำในการกำจัดออกไม่มาก
- แต่ต้องใช้พลังงานในการสังเคราะห์แอมโมเนียเป็นยูเรีย
- ตัวอย่างเช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก รวมทั้งฉลามและปลากระดูกแข็งบางชนิด



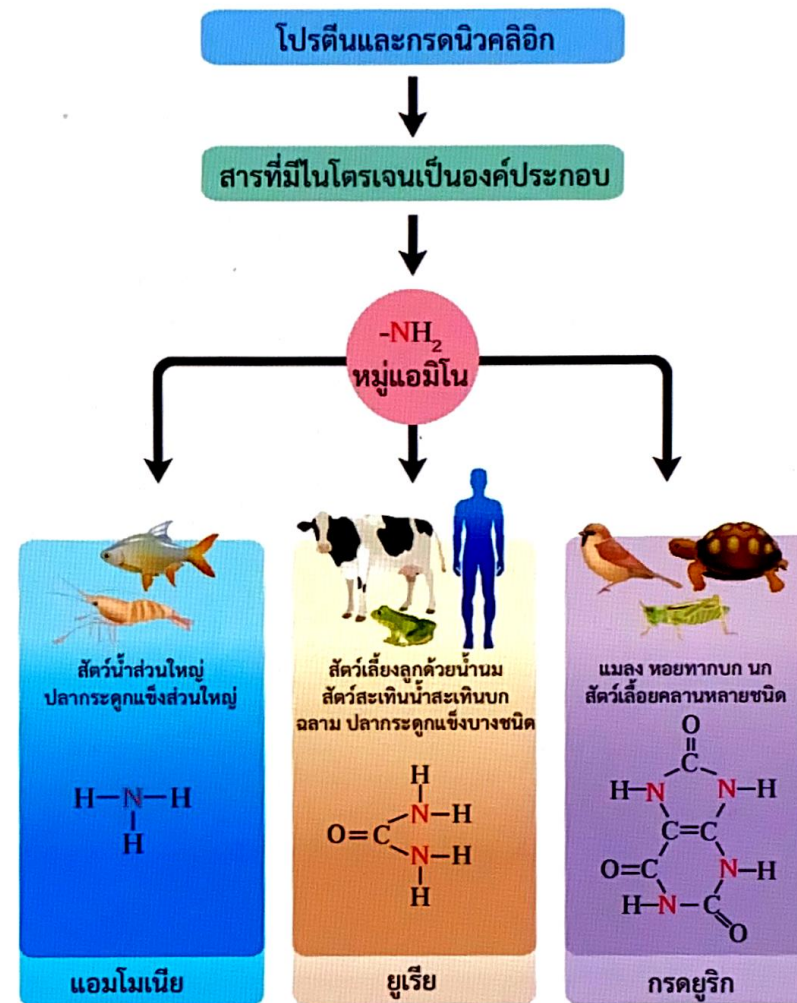
รูป 17.2 ของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในรูปแบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์



ระบบขับถ่าย

➤ กรดยูริก

- ไม่ละลายน้ำหรือละลายน้ำได้น้อยมากและมีความเป็นพิษน้อยที่สุด
- ใช้น้ำในการกำจัดน้อยมาก
- แต่ต้องใช้พลังงานมากในการสังเคราะห์แอมโมเนียเป็นกรดยูริก
- ตัวอย่าง เช่น แมลง หอยทากบก นก และสัตว์เลื้อยคลานที่อาศัยอยู่บนบก

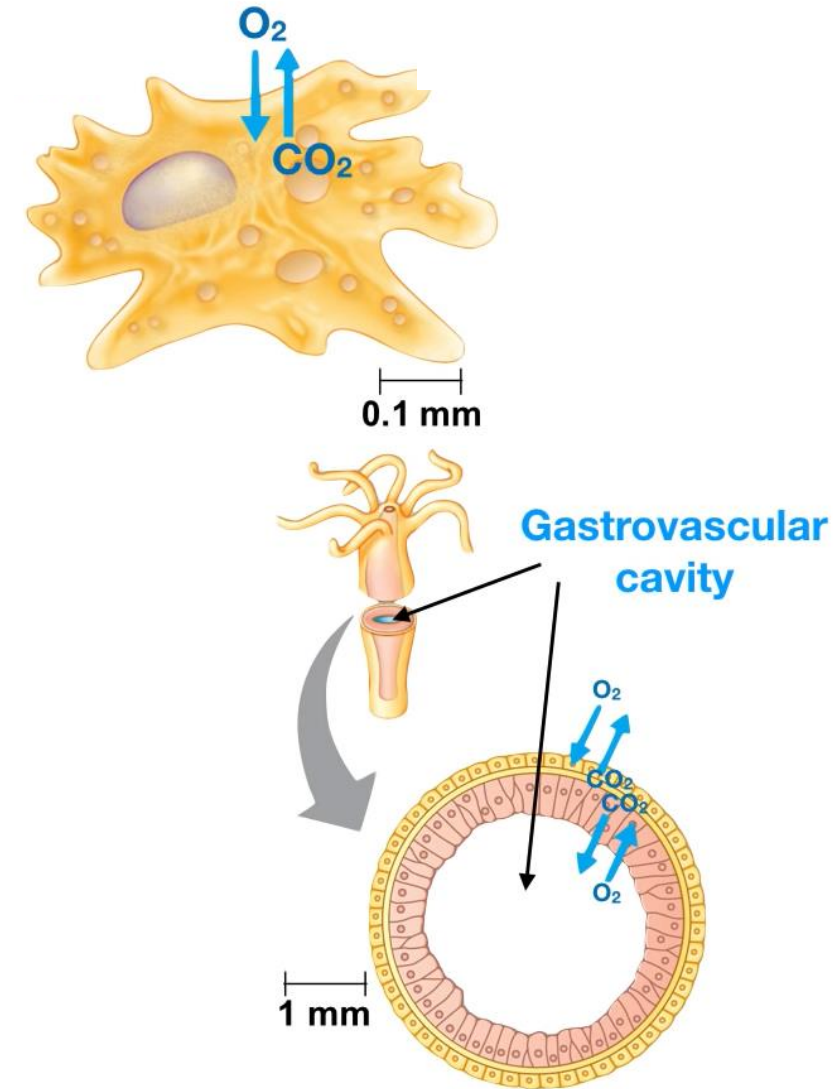
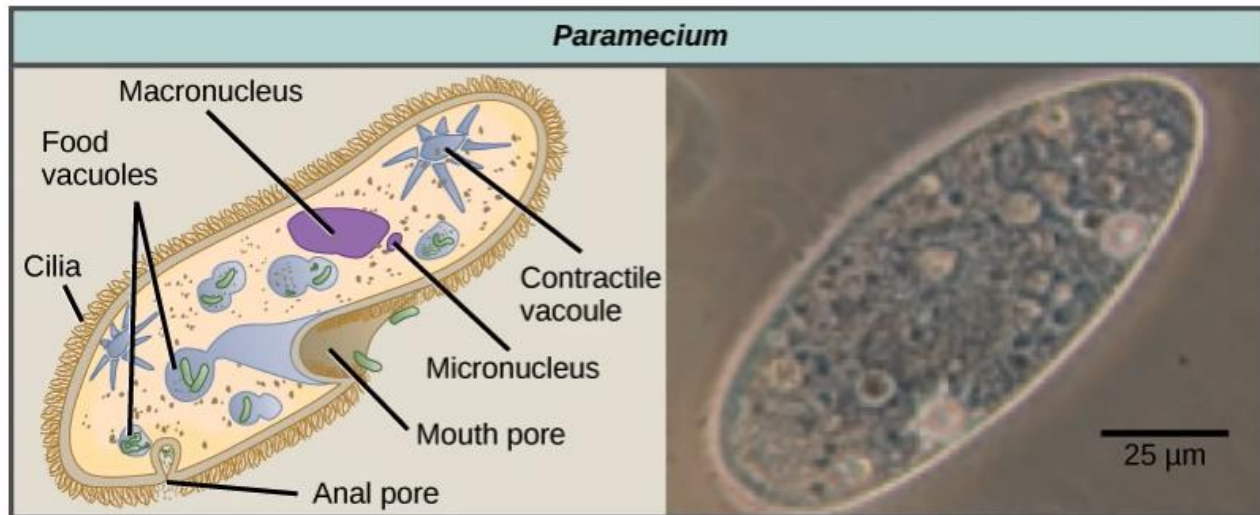


รูป 17.2 ของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในรูปต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์



ระบบขับถ่าย

- สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายชนิดที่มีเซลล์เรียงตัวกันเพียง 2 ชั้น เช่น ฟองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย เซลล์แต่ละเซลล์สัมผัสกับสิ่งแวดล้อมโดยตรง ทำให้สามารถขับของเสียโดยการแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ออกสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยตรง
- พารามีเซียมจะมี contractile vacuole ช่วยในการขับน้ำในกรณีที่มีน้ำในเซลล์มากเกินไป ซึ่งในระหว่างการขับน้ำมีจะมีของเสียบางส่วนปนออกมาด้วย

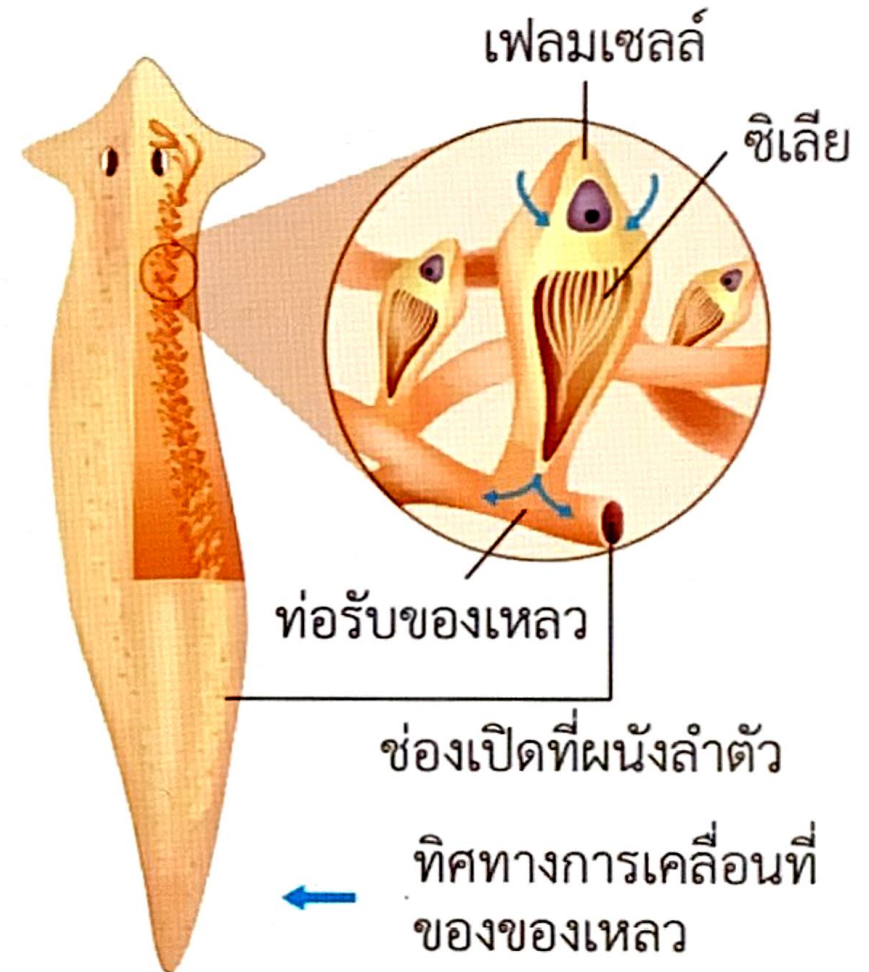




ระบบขับถ่าย

❖ ระบบขับถ่ายของพลาณาเรีย ; Protonephridia

- ที่ด้านข้างตลอดแนวความยาวลำตัวของพลาณาเรียจะมีท่อปลายตันสานกันเป็นร่างแหอยู่ เรียกท่อนี้ว่า โปรโตเนฟริเดีย (protonephridia)
- ที่ปลายของท่อปลายตันจะมีเซลล์ที่ชื่อว่า เฟลมเซลล์ (Flame cell) ทำหน้าที่กำจัดของเสียโดยใช้ซิเลียพัดของเหลวไปยังท่อรับของเสียซึ่งเป็นท่อแกนกลางของ protonephridia แล้วขับออกนอกร่างกายในรูปของแอมโมเนีย



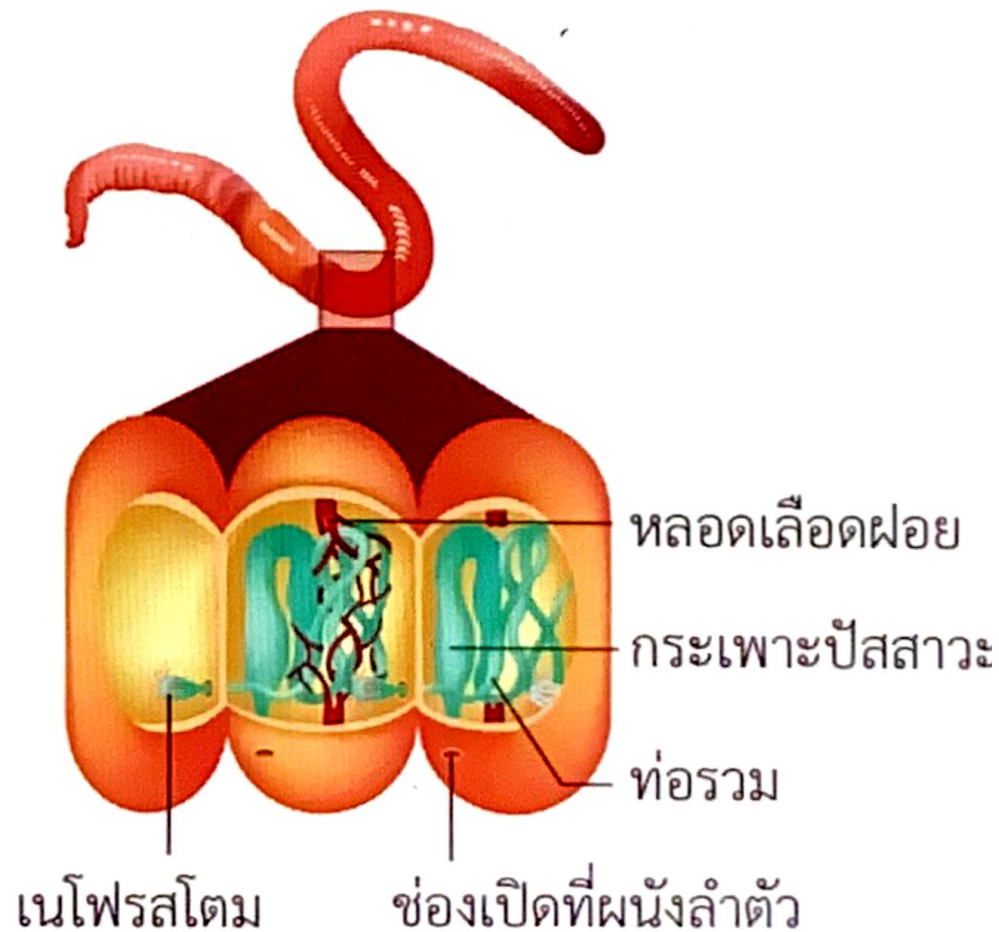
รูป 17.3 โปรโตเนฟริเดีย



ระบบขับถ่าย

❖ ระบบขับถ่ายของไส้เดือนดิน ; Metanephridia

- แต่ละปล้องจะมีท่อที่ขดไปมา เรียก metanephridium พบปล้องละ 1 คู่
- ท่อนี้เป็นท่อปลายเปิดสองข้าง
 - ปลายข้างหนึ่งอยู่ในช่องลำตัว ลักษณะเหมือนปากแตร เรียกว่า เนโฟรีสโตม ทำหน้าที่รับของเหลวจากช่องลำตัว
 - ปลายอีกด้านหนึ่งเปิดออกสู่ภายนอกทางผิวหนัง
- ทำหน้าที่ในการขับของเสียพวกแอมโมเนีย ยูเรีย และมีการดูดกลับน้ำและแร่ธาตุบางชนิดเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด



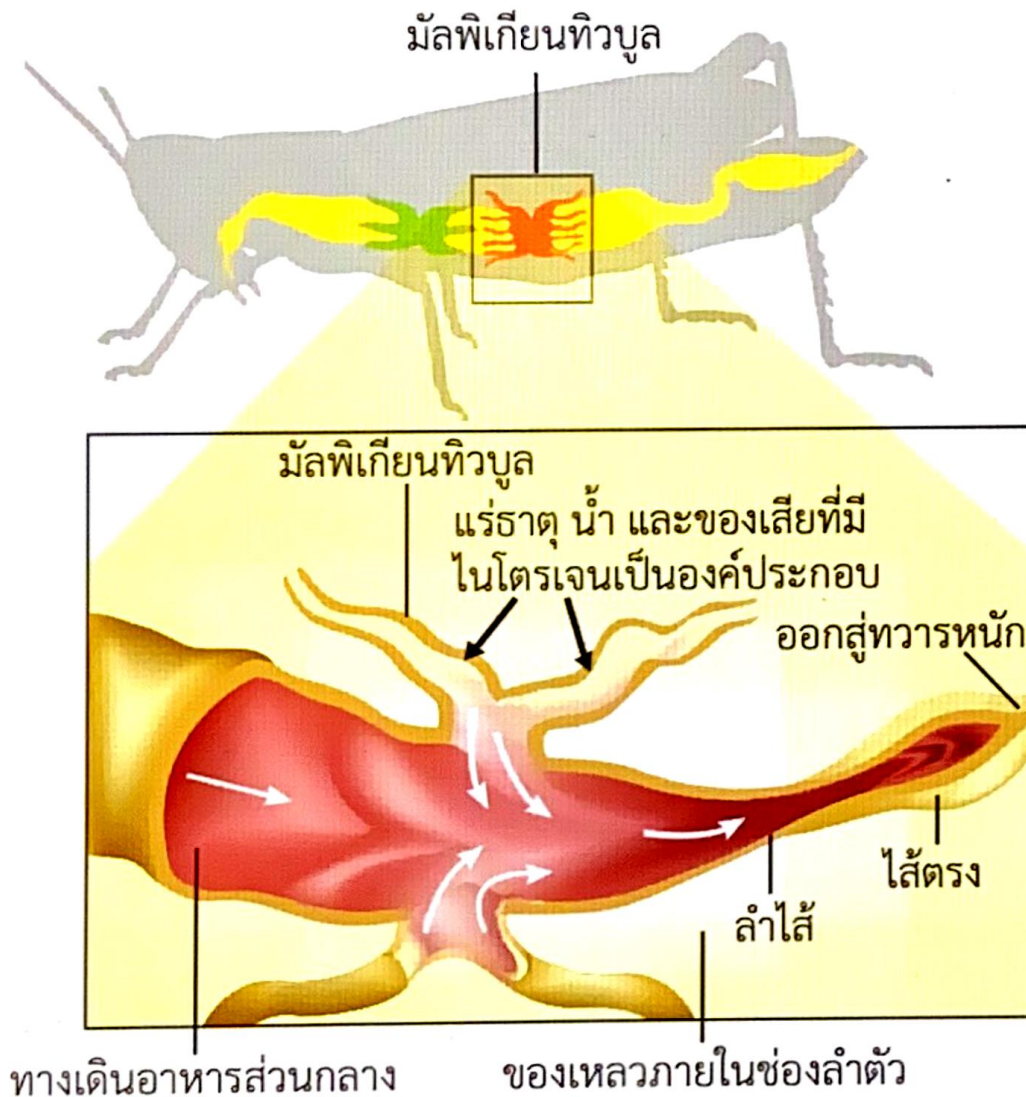
รูป 17.4 เมทาเนฟริเดียม



ระบบขับถ่าย

❖ ระบบขับถ่ายของแมลง ; Malpighian tubule

- แมลงมีท่อมัลปีเกียน มีลักษณะคล้ายถุงยื่นออกมาจากทางเดินอาหารตรงบริเวณรอยต่อระหว่างทางเดินอาหารส่วนกลางและส่วนท้าย
- ท่อนี้ทำหน้าที่ในการดูดของเหลวจากลำตัวแล้วขับของเสียในรูปผลึกของกรดยูริกออกไปพร้อมกับกากอาหาร





ระบบขับถ่าย

❖ ระบบขับถ่ายของสัตว์เลื้อยคลานและนก

- มีผิวหนังหนา มีเกล็ด มีขนขึ้นปกคลุมร่างกาย เพื่อลดการสูญเสียน้ำ
- ใช้ไตในการขับ nitrogenous waste ในรูปกรดยูริก ซึ่งใช้น้ำในการกำจัดน้อยมาก ช่วยลดการสูญเสียน้ำ



กากอาหาร

Uric acid



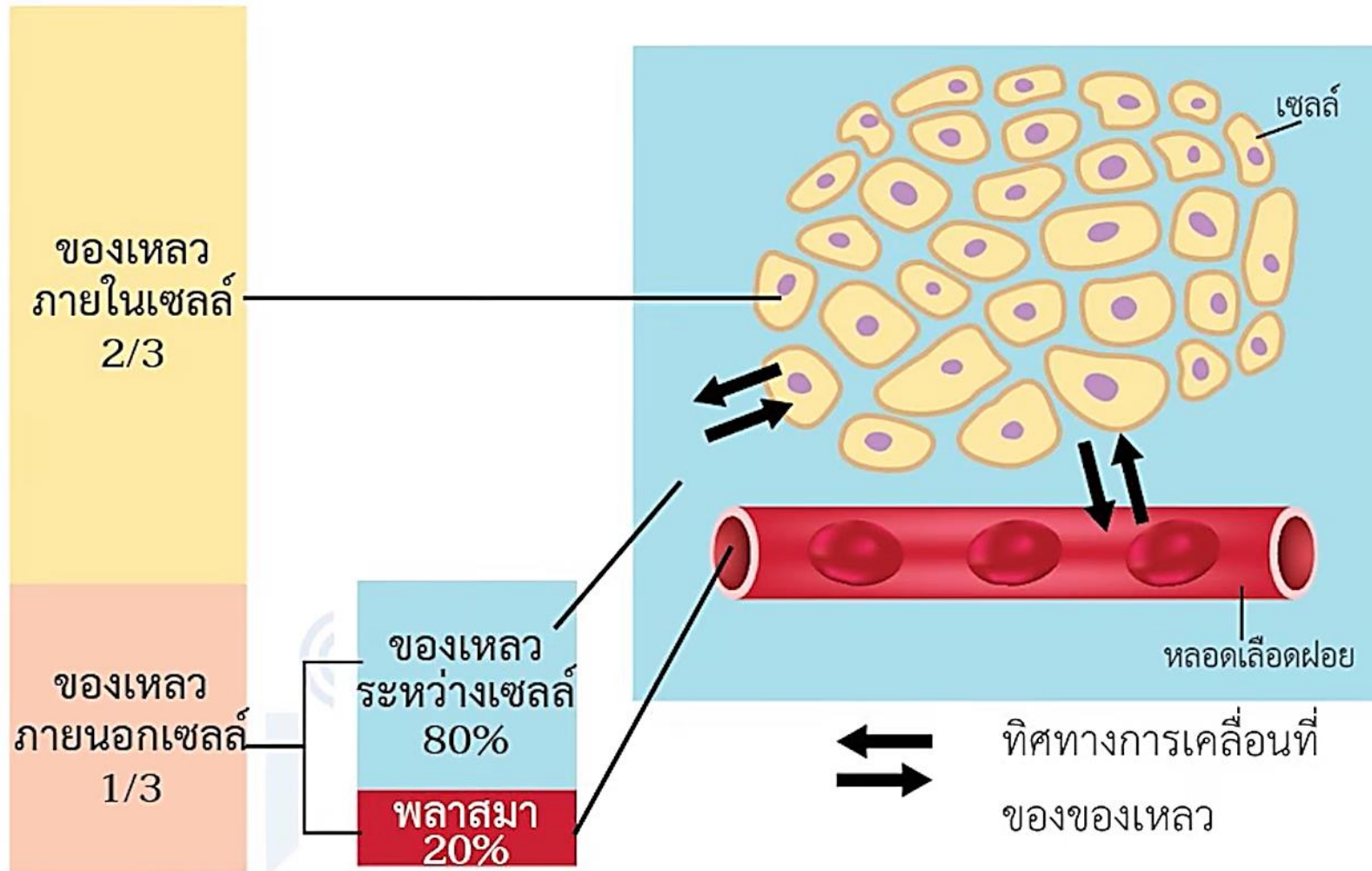
ระบบขับถ่าย

❖ ระบบขับถ่ายของมนุษย์

ของเหลวในร่างกายมนุษย์

ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ของเหลวภายในเซลล์ และของเหลวภายนอกเซลล์

ร่างกายต้องมีการรักษาคุณภาพของน้ำและส่วนต่าง ๆ ของของเหลวระหว่างภายในเซลล์ และของเหลวภายนอกเซลล์ เพื่อให้เซลล์ทำหน้าที่และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้โดยการทำงานของระบบขับถ่าย

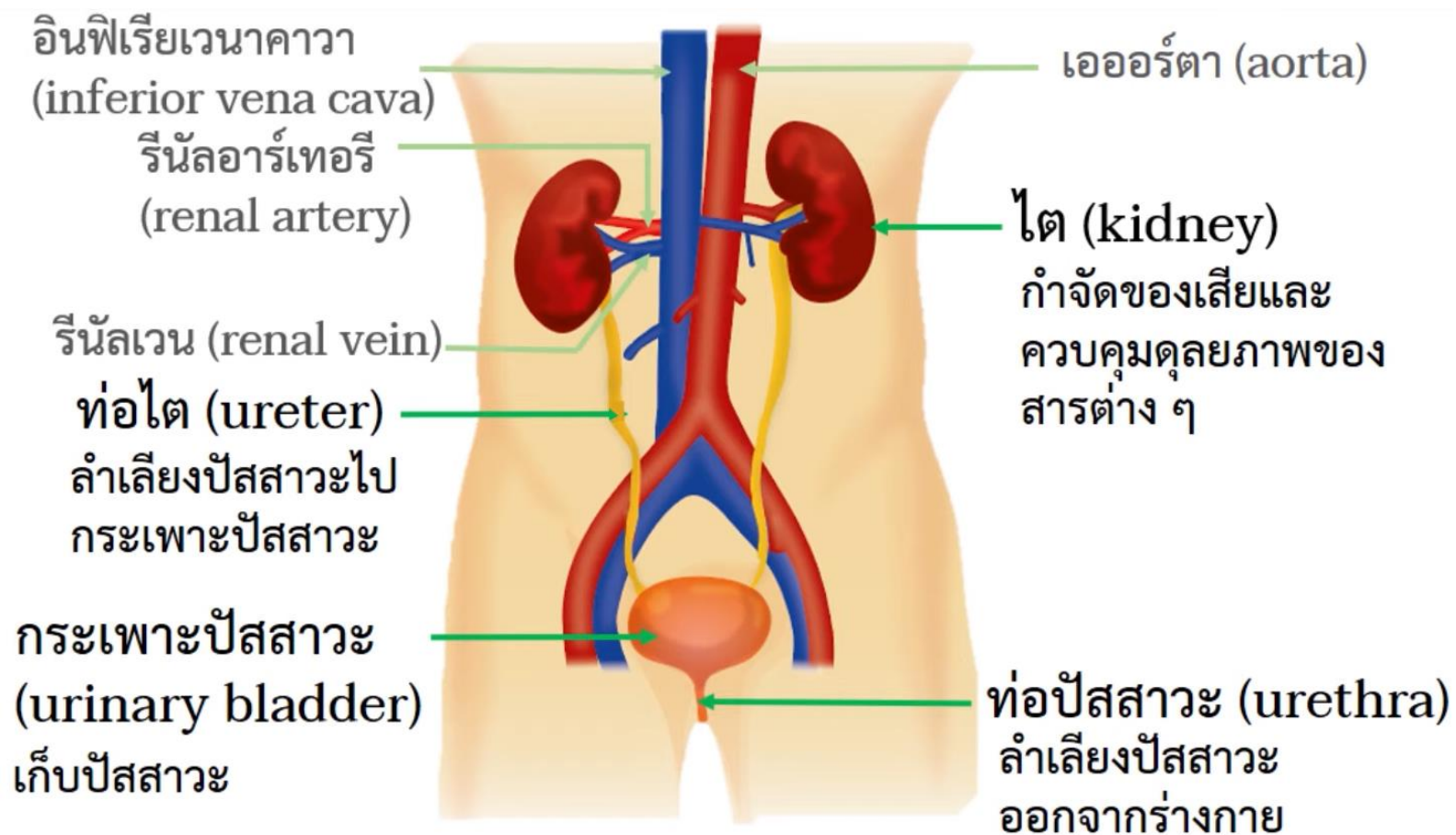




ระบบขับถ่าย

➤ โครงสร้างและอวัยวะในระบบขับถ่ายของมนุษย์

- ☐ ไต
- ☐ ท่อไต
- ☐ กระเพาะปัสสาวะ
- ☐ ท่อปัสสาวะ



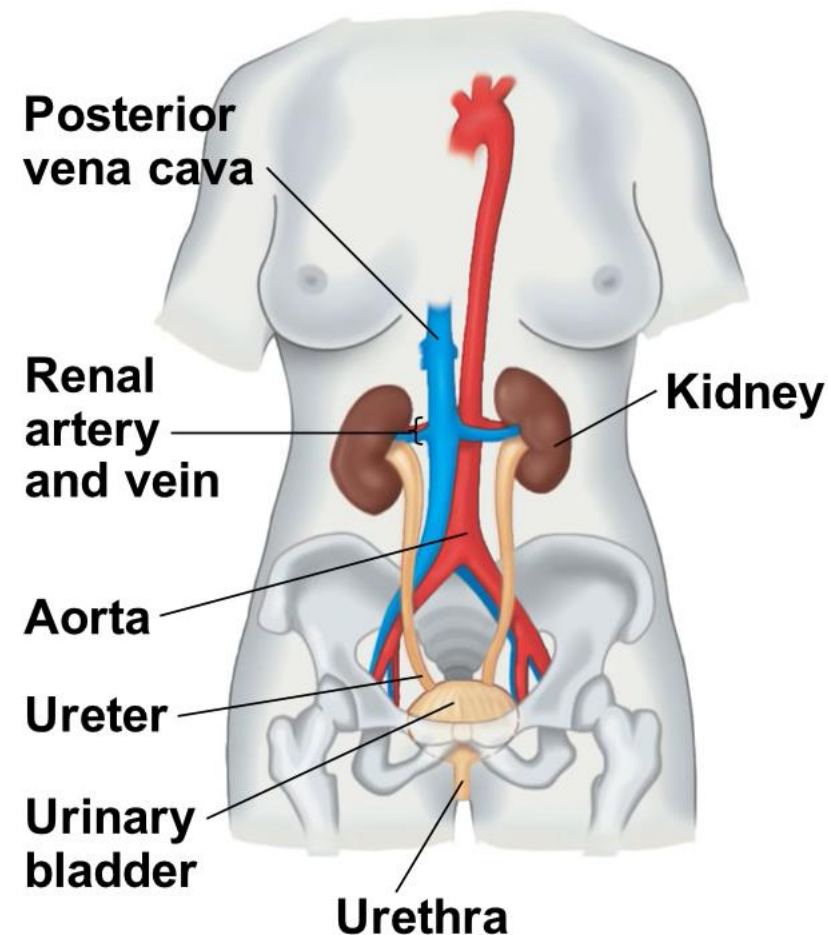


ระบบขับถ่าย

➤ โครงสร้างและอวัยวะในระบบขับถ่ายของมนุษย์

- ไต ทำหน้าที่กรองของเหลวในเลือดแล้วดูดกลับสารที่มีประโยชน์พร้อม ๆ กับขับของเสียในรูปยูเรียออกไปทางปัสสาวะ
- ไตแต่ละข้าง ยาว 10- 13 cm กว้าง 6 cm หนา 3 cm และหนัก 150 g โดยประมาณ

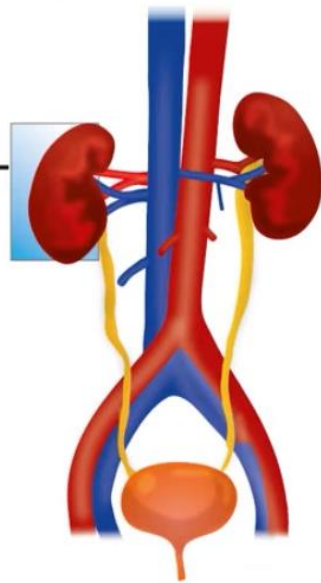
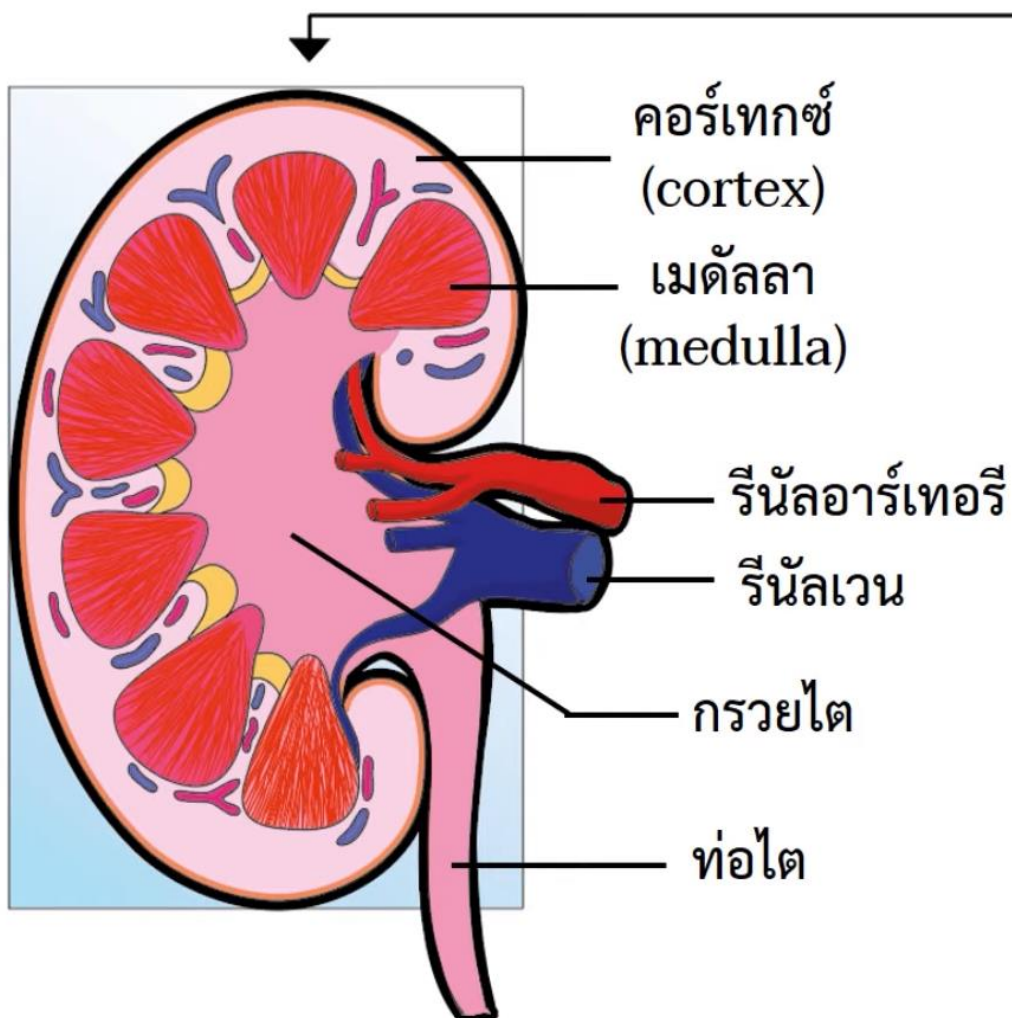
Excretory Organs





ระบบขับถ่าย

○ โครงสร้างภายในของไต



- เมื่อผ่าไตตามยาวจะเห็นเนื้อไตแบ่งเป็น 2 บริเวณ คือ
 - คอร์เทกซ์ (cortex)
 - เมดัลลา (medulla)
- ส่วนปลายของเมดัลล้ายื่นไปจรดกรวยไต (pelvis) และต่อกับท่อไต
- รีนัลอาร์เทอรี (renal artery) นำเลือดจากเอออร์ตาเข้าสู่ไต
- รีนัลเวน (renal vein) นำเลือดออกจากไตไปยังอินฟีเรียเวนาคาวา



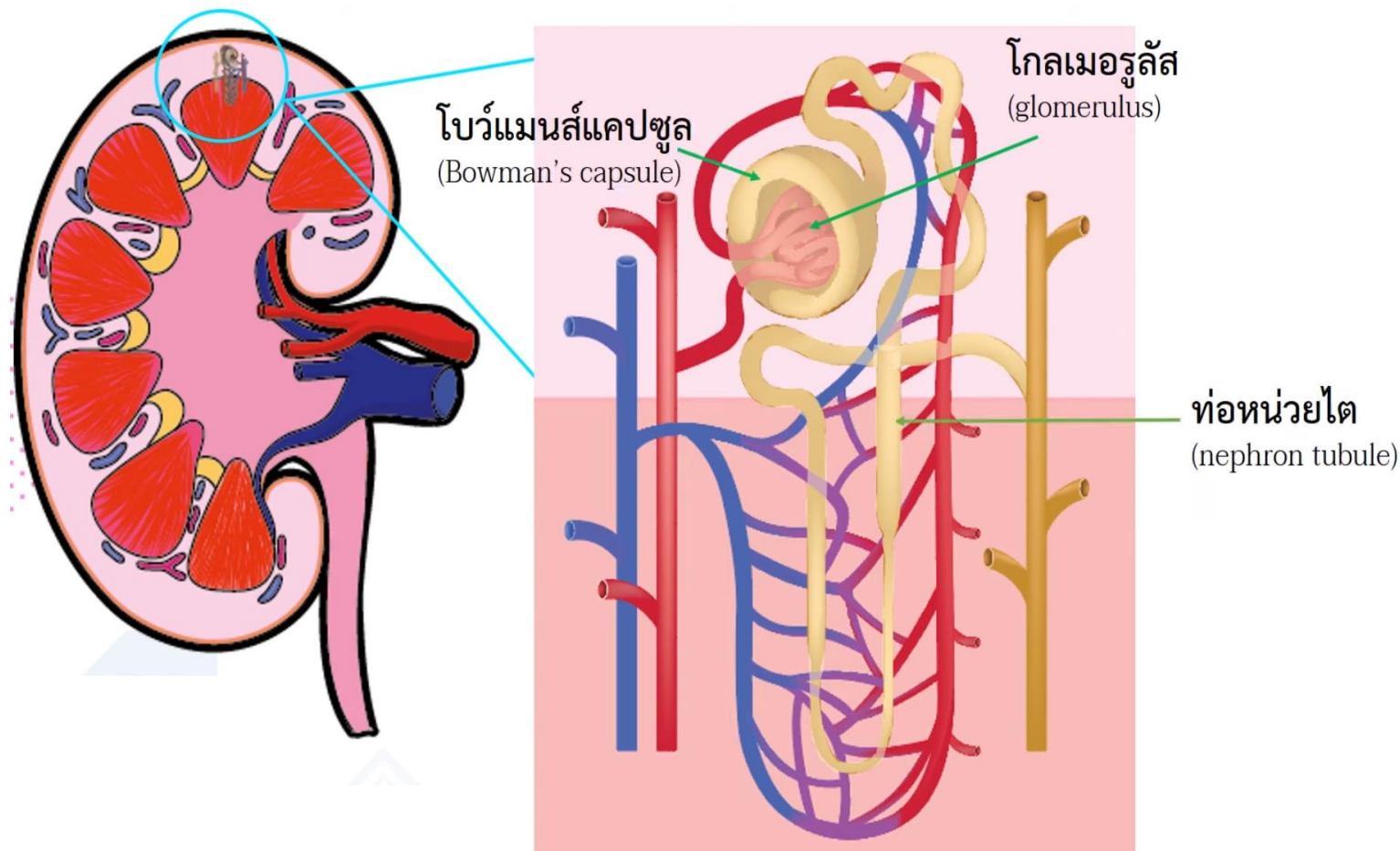
ระบบขับถ่าย

- ภายในเนื้อไตแต่ละข้างประกอบด้วย หน่วยไต (nephron) ประมาณ 1 ล้านหน่วย

○ หน่วยไต

แต่ละหน่วยไตประกอบด้วย

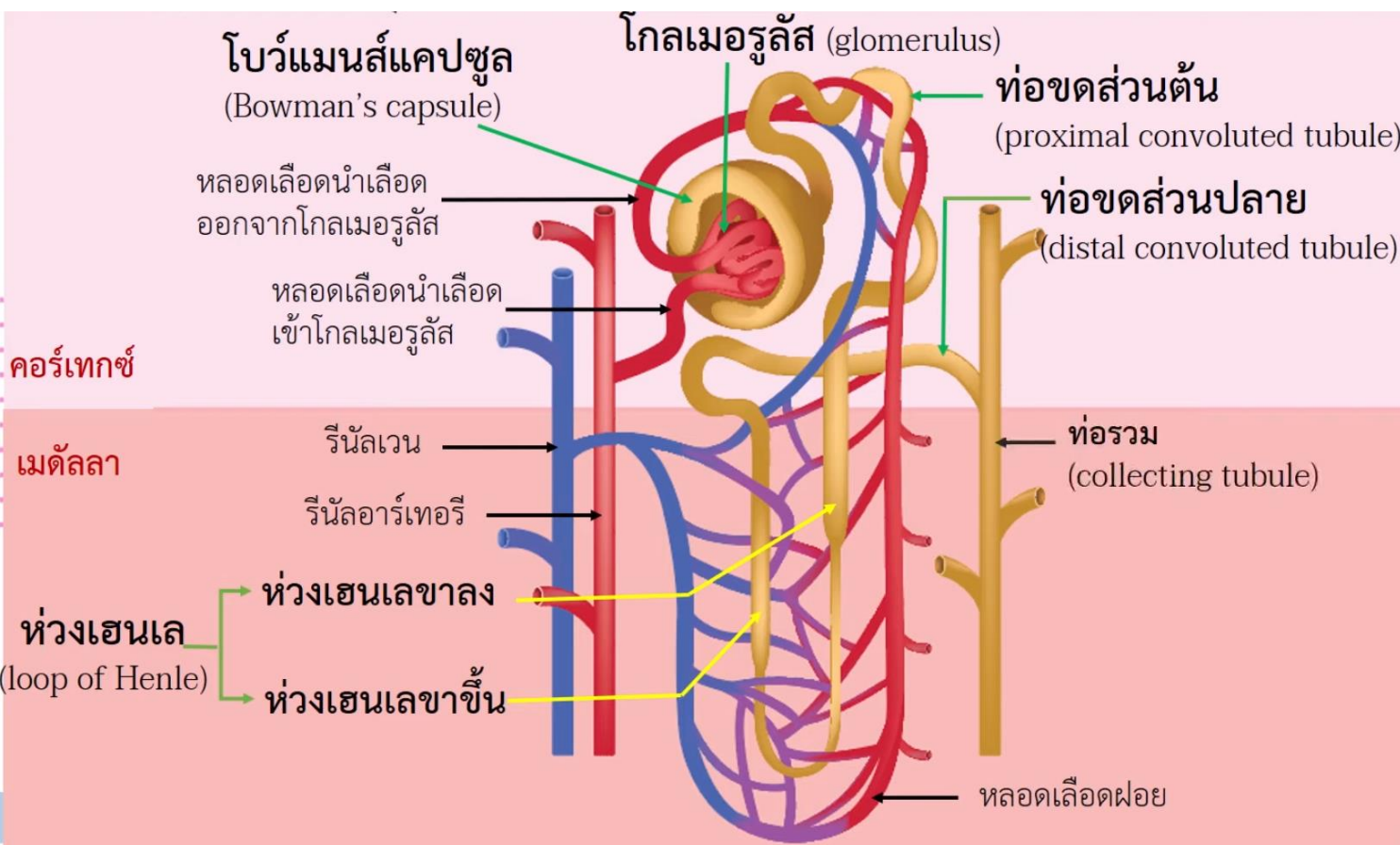
- โกลเมอรูลัส (glomerulus)
- โบว์แมนส์แคปซูล (Bowman's capsule)
- ท่อหน่วยไต (nephron tubule)





ระบบขับถ่าย

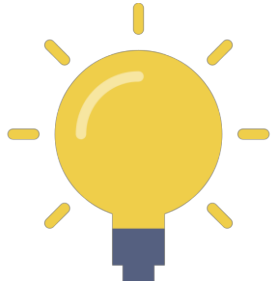
○ หน่วยไต



- โกลเมอรูลัสเป็นกลุ่มหลอดเลือดฝอยที่หุ้มด้วยโบริวแมนส์แคปซูลซึ่งมีลักษณะคล้ายถ้วย
- ถัดจากโบริวแมนส์แคปซูลจะเป็นท่อหน่วยไตที่มีลักษณะเป็นท่อยาวและขดไปมา แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ท่อขดส่วนต้น (proximal convoluted tubule) ห่วงเฮนเล (loop of Henle) และท่อขดส่วนปลาย (distal convoluted tubule)
- ที่ท่อหน่วยไตมีหลอดเลือดฝอยมาพัน
- ปลายของท่อขดส่วนปลายจากแต่ละหน่วยไตจะเปิดเข้าสู่ท่อรวม (collecting duct) ซึ่งเปิดออกสู่กรวยไต



ระบบขับถ่าย



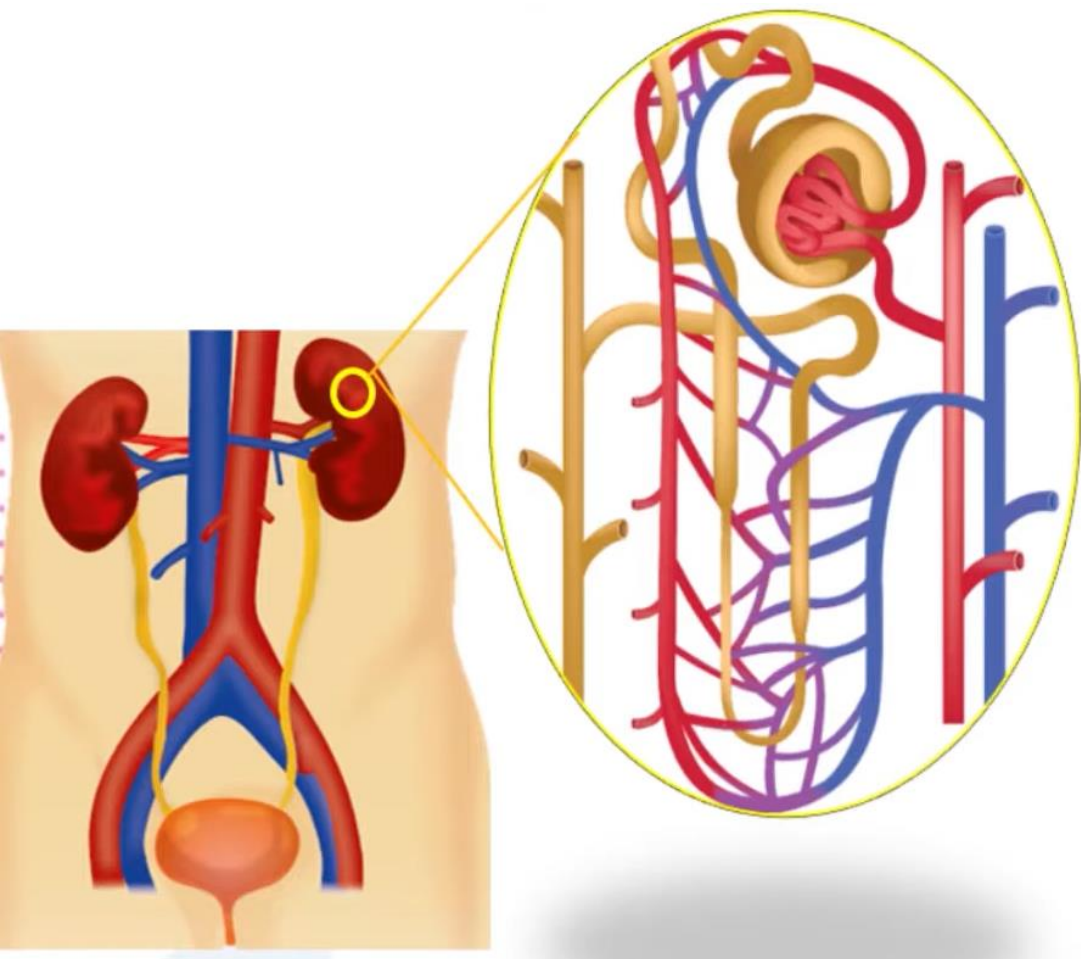
การถ่ายอุจจาระ (defaecation) เป็นส่วนหนึ่งของระบบขับถ่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด ?

ไม่เป็น เพราะการถ่ายอุจจาระ คือ การกำจัดกากอาหารที่ย่อยไม่ได้หรือย่อยไม่หมดออกจากร่างกาย ซึ่งเกิดจากระบบย่อยอาหาร ส่วนระบบขับถ่ายเป็นการกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม โดยเฉพาะของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ



ระบบขับถ่าย

○ หน้าที่ของไต

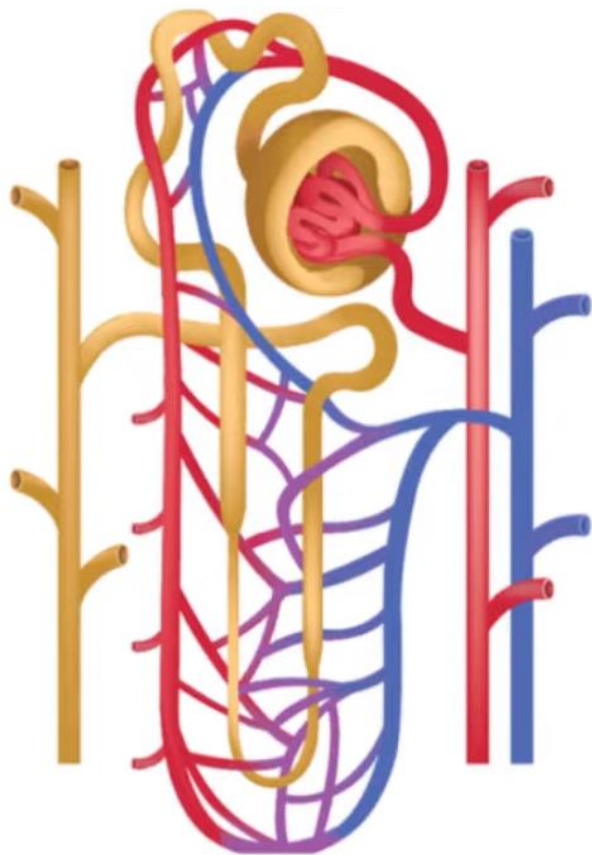


- ขับถ่ายของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมออกจากเลือด โดยเฉพาะของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
- รักษาดุลยภาพของสารต่างๆ ในของเหลวภายในร่างกาย เช่น ไอออน กรด-เบส และปริมาณของเหลว
- ขับสารแปลกปลอม เช่น ยาบางชนิด สารฆ่าแมลง สารปรุงแต่งอาหาร



ระบบขับถ่าย

○ การทำงานของหน่วยไต



หน่วยไตและหลอดเลือดฝอย

หน่วยไตมีกลไกการรักษาคุณภาพของสารต่าง ๆ และกำจัดของเสียที่อยู่ในเลือด ผ่านกลไกการสร้างปัสสาวะ (urine formation) แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

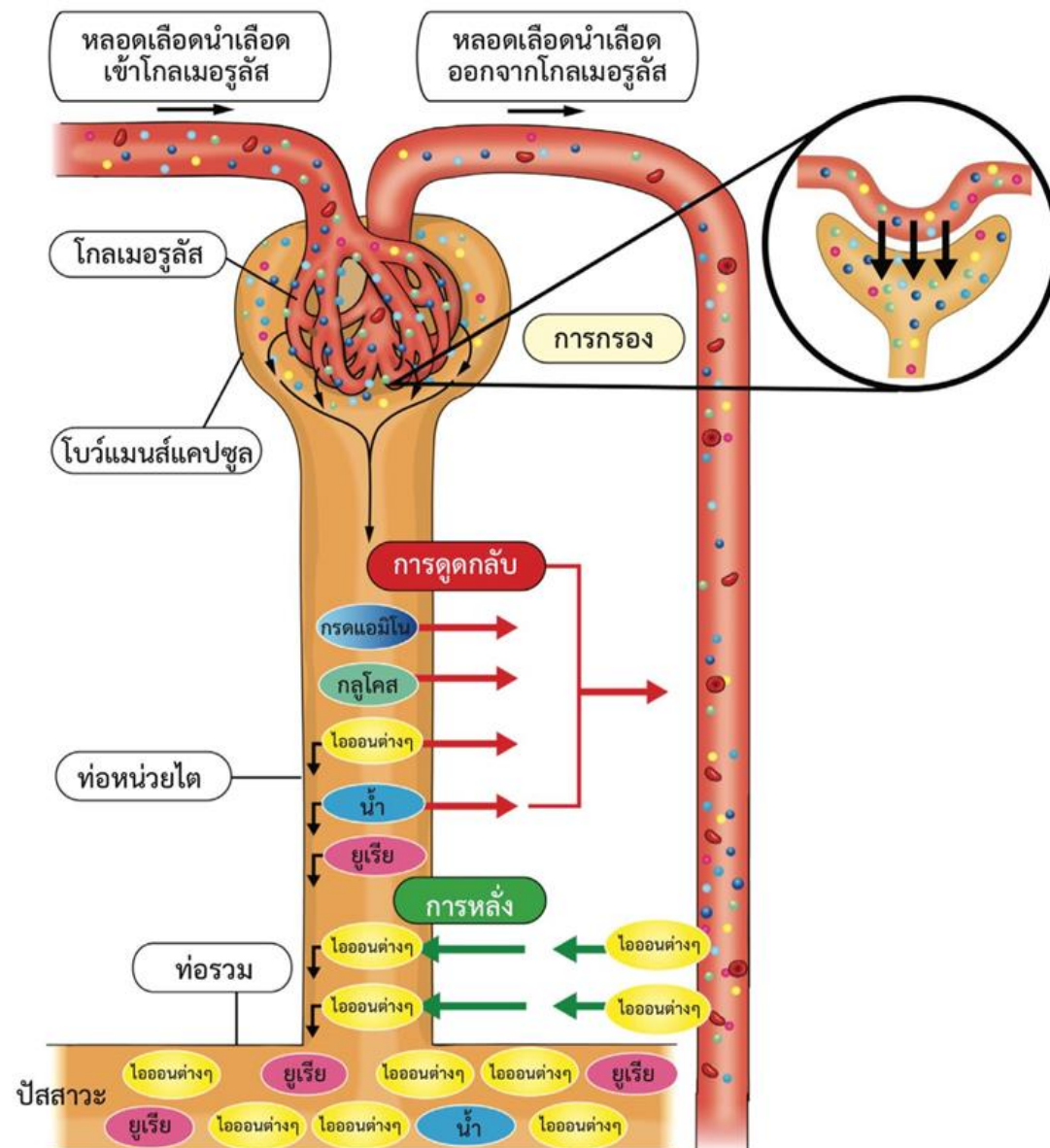
- การกรอง (filtration)
- การดูดกลับ (reabsorption)
- การหลั่ง (secretion)



ระบบขับถ่าย

1. การกรอง (filtration)

- หลอดเลือดที่นำเลือดเข้าโกลเมอรูลัสมีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหลอดเลือดที่นำเลือดออก (เข้ามาก ออกน้อย)
- ทำให้หลอดฝอยที่โกลเมอรูลัสมีแรงดันเลือดสูงกว่าปกติ
- น้ำและสารที่มีขนาดเล็ก เช่น กลูโคส กรดแอมิโน ยูเรีย และไอออนส่วนหนึ่งถูกกรองผ่านเข้าไปในช่องโบว์แมนส์แคปซูล
- เซลล์เม็ดเลือด เพลตเลต และโปรตีนยังคงอยู่ในหลอดฝอย



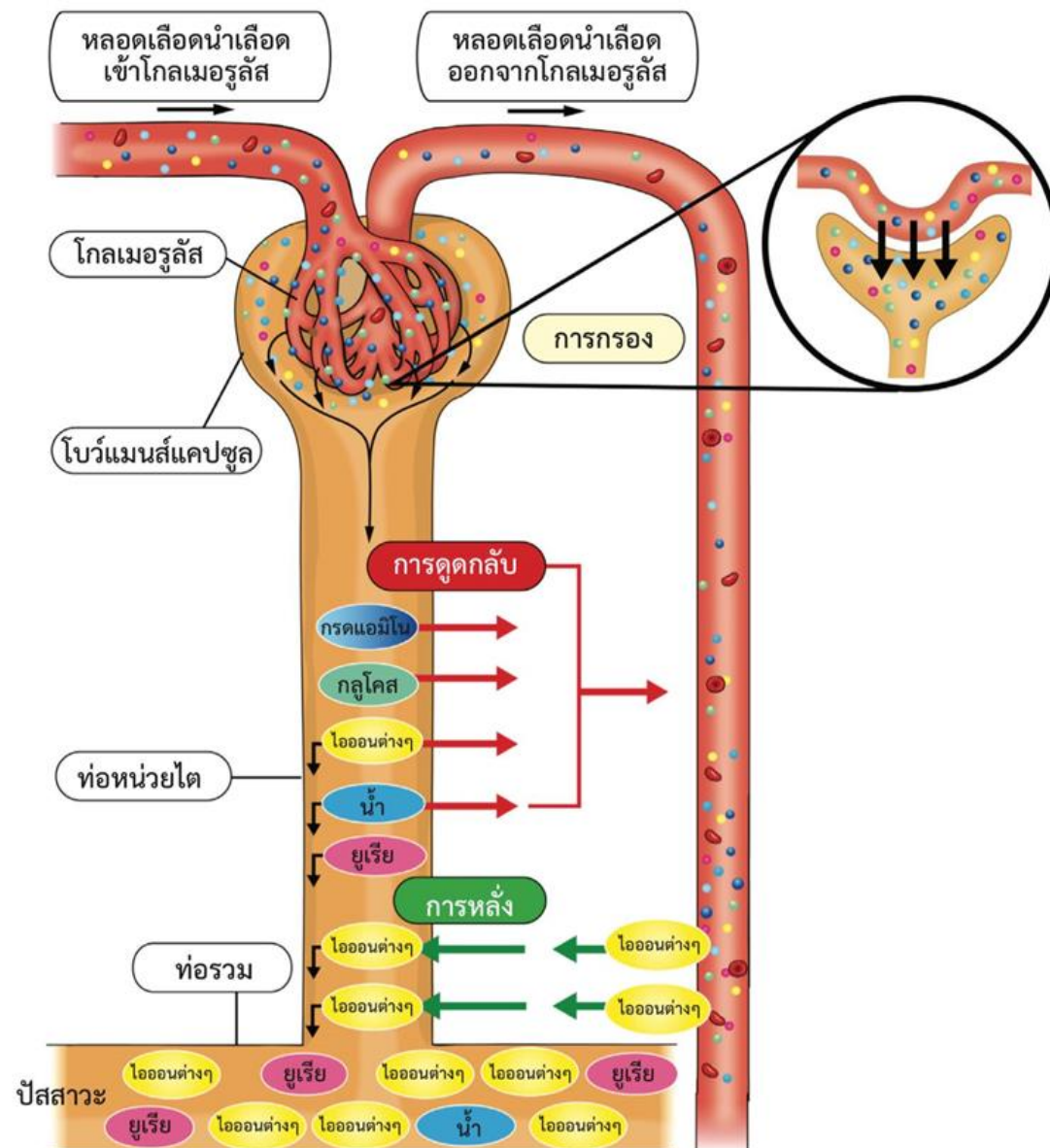


ระบบขับถ่าย

2. การดูดกลับ (reabsorption)

- เป็นการดูดกลับสารที่ยังมีประโยชน์ เช่น กลูโคส กรดแอมิโน
- โดยดูดกลับผ่านผนังท่อขดส่วนต้นเข้าสู่หลอดเลือดฝอยที่ล้อมรอบอยู่
- น้ำและไอออนต่าง ๆ เช่น โซเดียมไอออน คลอไรด์ไอออน ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน โพแทสเซียมไอออน มีการดูดกลับตลอดความยาวของท่อหน่วยไต
- นอกจากนี้ที่บริเวณท่อรวมยังมีการดูดกลับโซเดียมไอออนคลอไรด์ไอออน น้ำ และยูเรียบางส่วนกลับสู่หลอดเลือดฝอยอีกด้วย

* ดูดกลับเข้าสู่หลอดเลือดฝอย เพื่อรักษาสสมดุลน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกาย

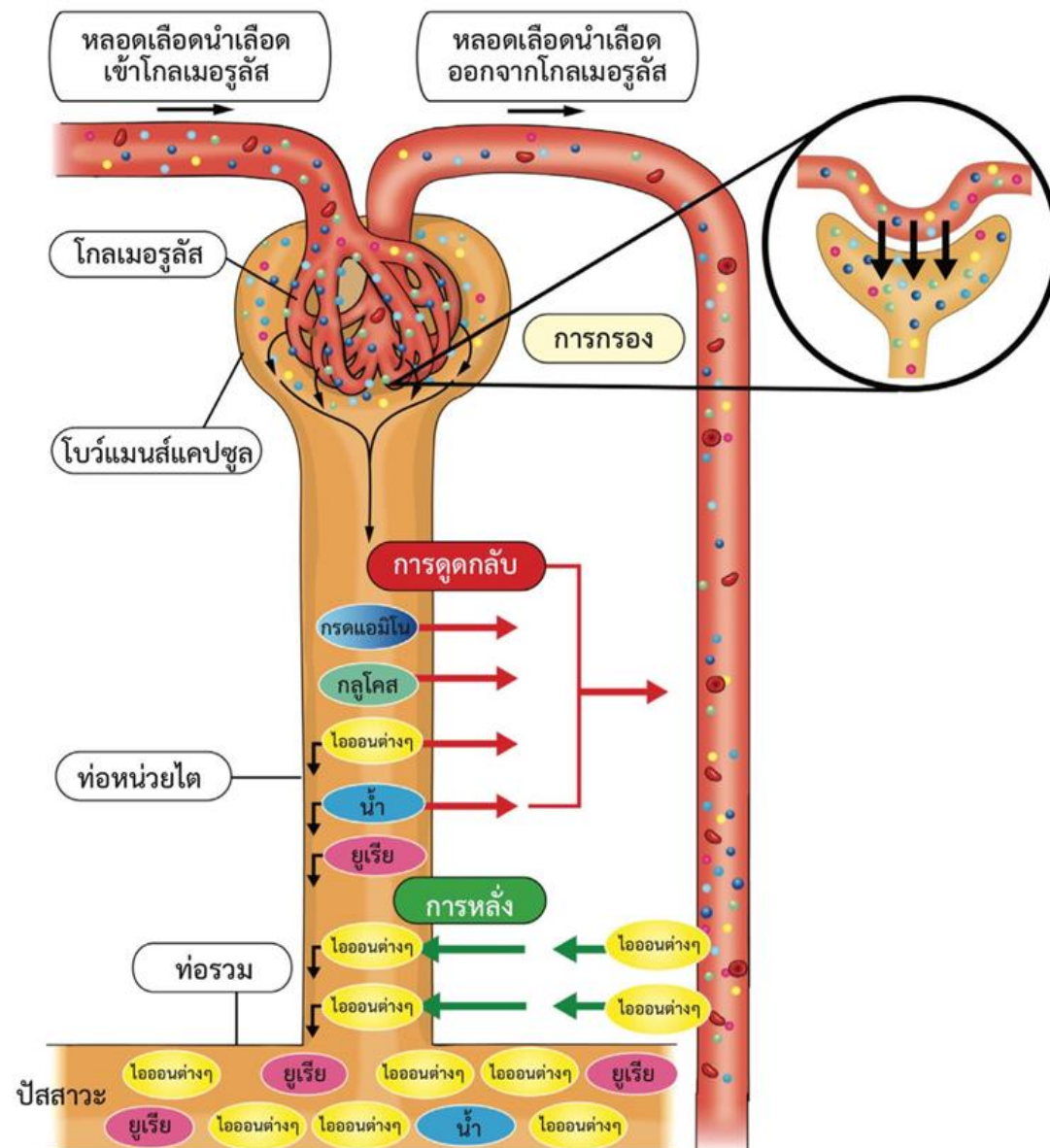




ระบบขับถ่าย

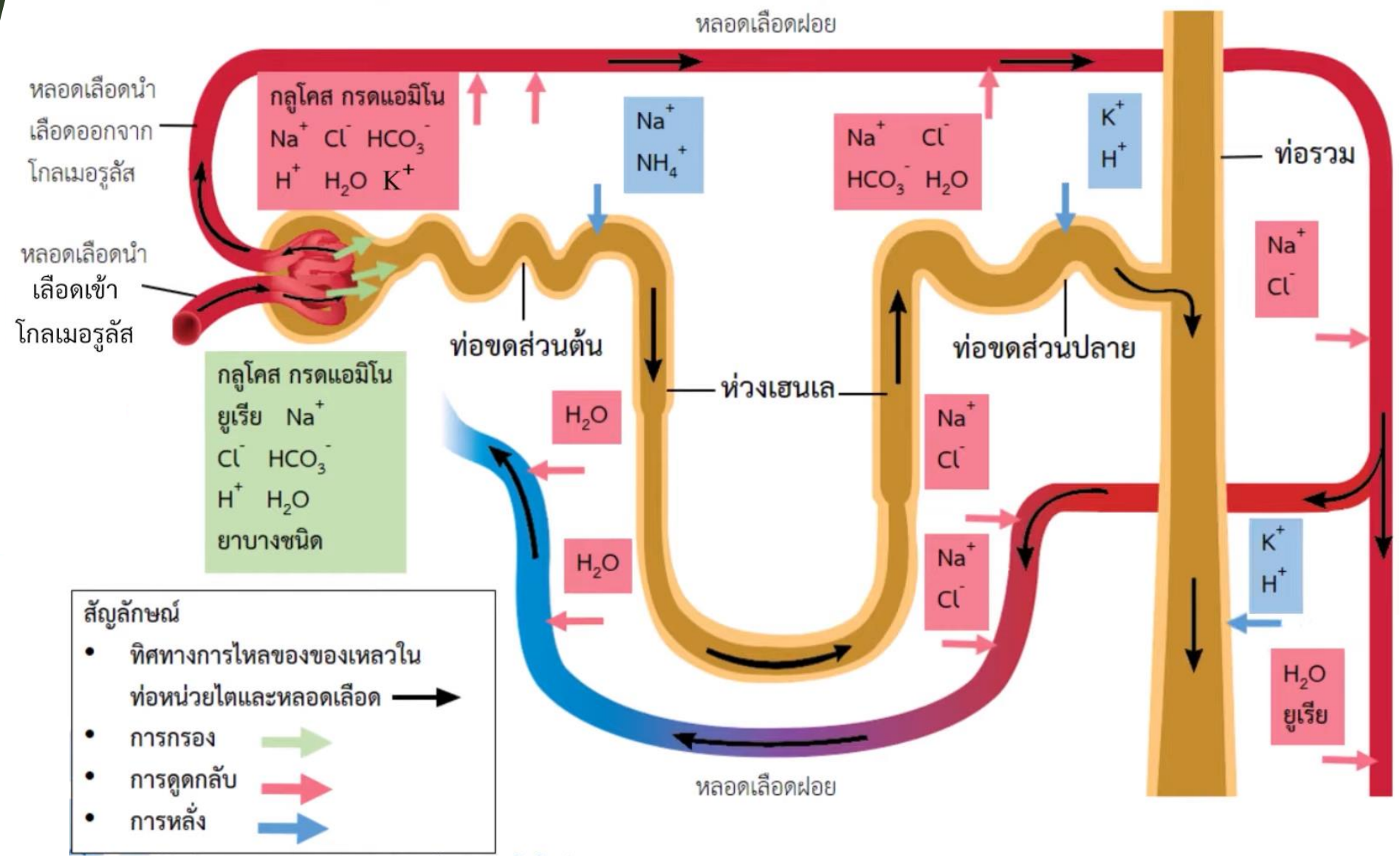
3. การหลั่ง (secretion)

- เป็นการลำเลียงสารจากหลอดเลือดฝอยที่อยู่แนบชิดกับท่อหน่วยไต เข้าสู่ท่อหน่วยไต
- ส่วนใหญ่จะหลั่งไฮโดรเจนไอออน โพแทสเซียมไอออน แอมโมเนียมไอออน และอาจหลั่งสารอื่น ๆ เช่น ยาบางชนิด
- พบการหลั่งที่บริเวณท่อขดส่วนต้น และท่อขดส่วนปลาย นอกจากนี้ยังพบการหลั่งที่ท่อรวมเช่นกัน





ระบบขับถ่าย





ระบบขับถ่าย

การเปรียบเทียบปริมาณของสารต่าง ๆ ในพลาสมา ของเหลวที่ผ่านการกรอง และปัสสาวะ

สาร	พลาสมา	ของเหลว ที่ผ่านการกรอง	ปัสสาวะ
ของเหลว (L)	180	180	1.5
สารประกอบคาร์บอน (mg/100mL)			
โปรตีน	3,900-5,000	6-11	0*
กลูโคส	100	100	0
ยูเรีย	26	26	1,820
กรดยูริก	3	3	42
ครีเอตินีน**	1.1	1.1	196
ไอออน (mmol/L)			
โซเดียมไอออน	142	142	128
คลอไรด์ไอออน	103	103	134
ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน	28	28	14
โพแทสเซียมไอออน	5	5	60

ที่มา: ปรับจาก VanPutte, C., Regan, J., Russo, A., Seeley, R., Stephen, RT., Tate, P. (2017). Seeley's Anatomy & Physiology (11th ed). New York: McGraw-Hill Education, Inc.

* อาจพบโปรตีนน้อยมาก ซึ่งในตารางจะให้ค่าเป็น 0

** ครีเอตินีน (creatinine) คือ สารที่เกิดจากเมแทบอลิซึมของเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของไต

จากตารางสารส่วนใหญ่มีความเข้มข้นในปัสสาวะสูงกว่าในของเหลวที่ผ่านการกรอง ยกเว้นโปรตีนกับกลูโคส แต่เมื่อเทียบปริมาณของเหลวที่ผ่านการกรอง (180 ลิตร) กับปริมาณปัสสาวะในแต่ละวัน (1.5 ลิตร) พบว่าปริมาณของสารส่วนใหญ่ที่พบในปัสสาวะจะน้อยกว่าในของเหลวที่ผ่านการกรองเนื่องจากการดูดกลับ



สารใดที่พบในปัสสาวะมีความเข้มข้นสูงกว่าที่พบในของเหลวที่ผ่านการกรอง



ระบบขับถ่าย

การเปรียบเทียบปริมาณของสารต่าง ๆ ในพลาสมา ของเหลวที่ผ่านการกรอง และปัสสาวะ

สาร	พลาสมา	ของเหลว ที่ผ่านการกรอง	ปัสสาวะ
ของเหลว (L)	180	180	1.5
สารประกอบคาร์บอน (mg/100mL)			
โปรตีน	3,900-5,000	6-11	0*
กลูโคส	100	100	0
ยูเรีย	26	26	1,820
กรดยูริก	3	3	42
ครีเอตินีน**	1.1	1.1	196
ไอออน (mmol/L)			
โซเดียมไอออน	142	142	128
คลอไรด์ไอออน	103	103	134
ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน	28	28	14
โพแทสเซียมไอออน	5	5	60

ที่มา: ปรับจาก VanPutte, C., Regan, J., Russo, A., Seeley, R., Stephen, RT., Tate, P. (2017). Seeley's Anatomy & Physiology (11th ed). New York: McGraw-Hill Education, Inc.

* อาจพบโปรตีนน้อยมาก ซึ่งในตารางจะให้ค่าเป็น 0

** ครีเอตินีน (creatinine) คือ สารที่เกิดจากเมแทบอลิซึมของเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของไต



ถ้าผนังของโกลเมอรูลัสและโบว์แมนส์แคปซูลถูกทำลาย หรือฉีกขาดจะพบสารใดในปัสสาวะ ซึ่งปกติไม่ควรพบ



ยูเรียและกรดยูริกมีการดูดกลับวันละกี่กรัม ถ้าร่างกายมีของเหลวที่ผ่านการกรอง วันละ 180 ลิตร และขับถ่ายปัสสาวะวันละ 1.5 ลิตร

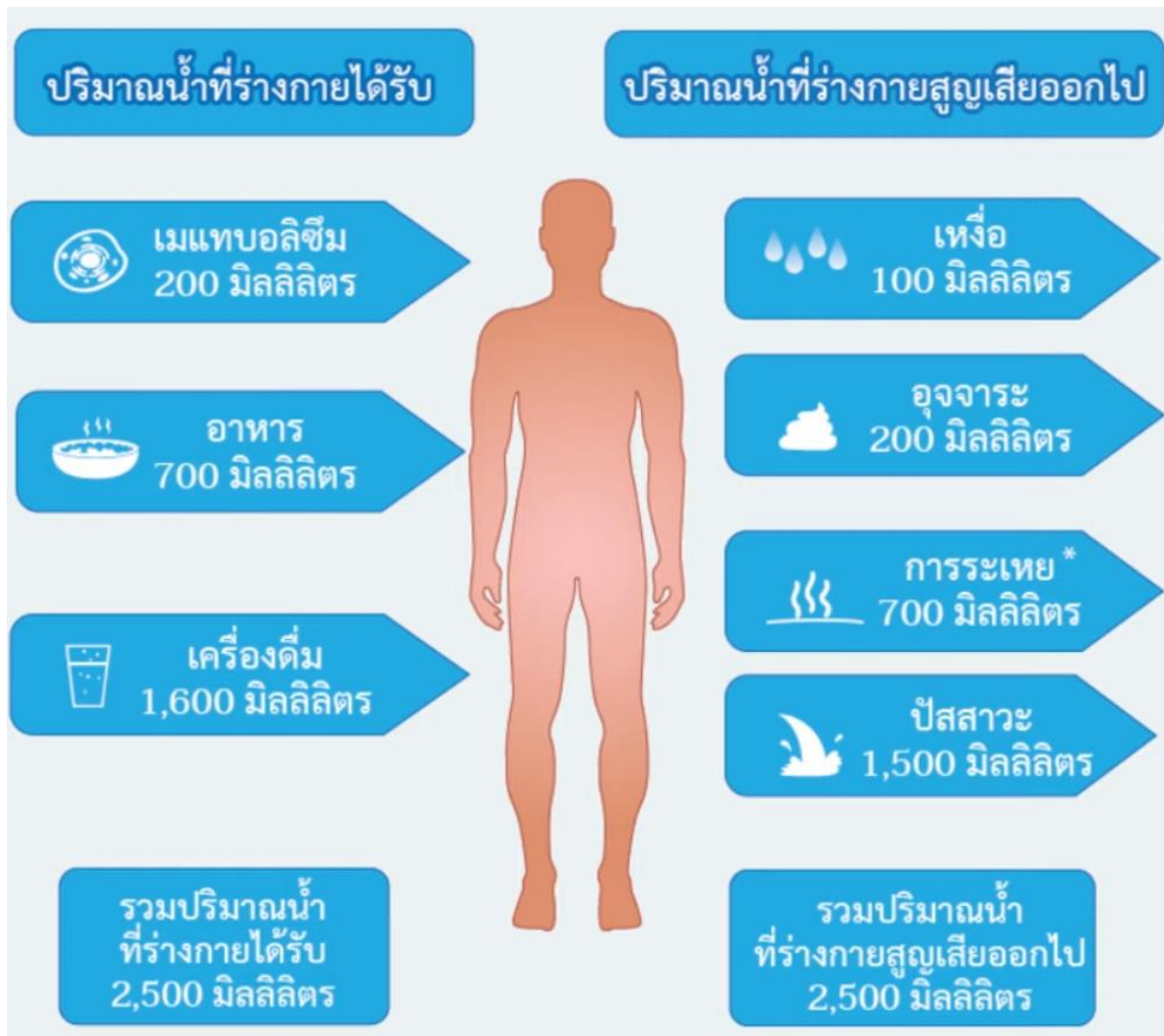


เพราะเหตุใดครีเอตินีนที่พบในปัสสาวะมีปริมาณมากกว่าที่พบในของเหลวที่ผ่านการกรอง

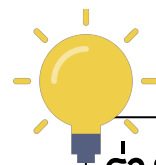


ระบบขับถ่าย

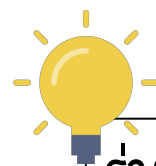
เกี่ยวกับการรักษาคุณภาพของน้ำและสารต่าง ๆ ในร่างกาย



❖ การรักษาคุณภาพของน้ำ



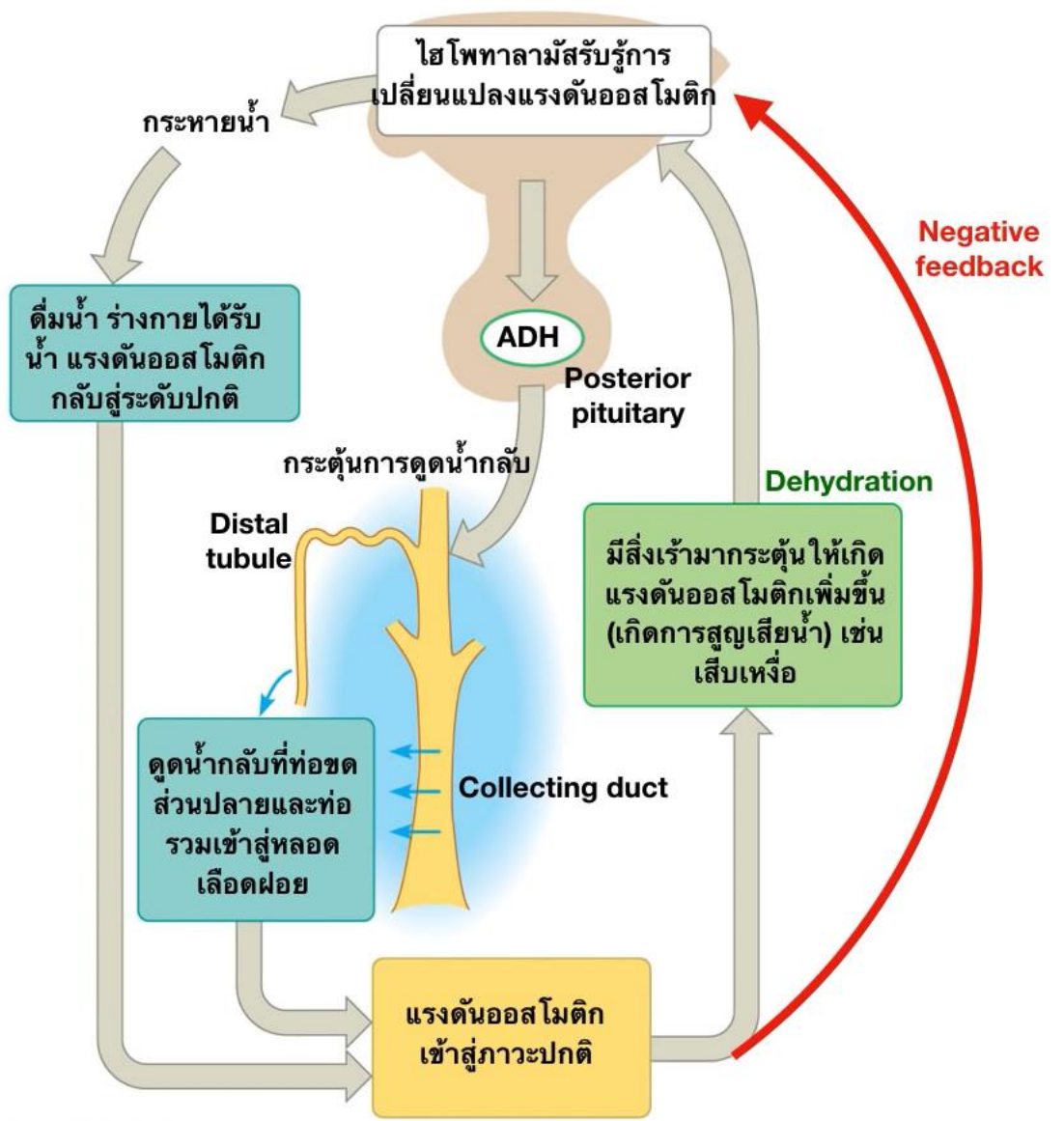
ร่างกายรับรู้ได้อย่างไร ว่าต้องการน้ำและต้องขับปัสสาวะออกจากร่างกาย



ร่างกายมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำอย่างไร



ระบบขับถ่าย



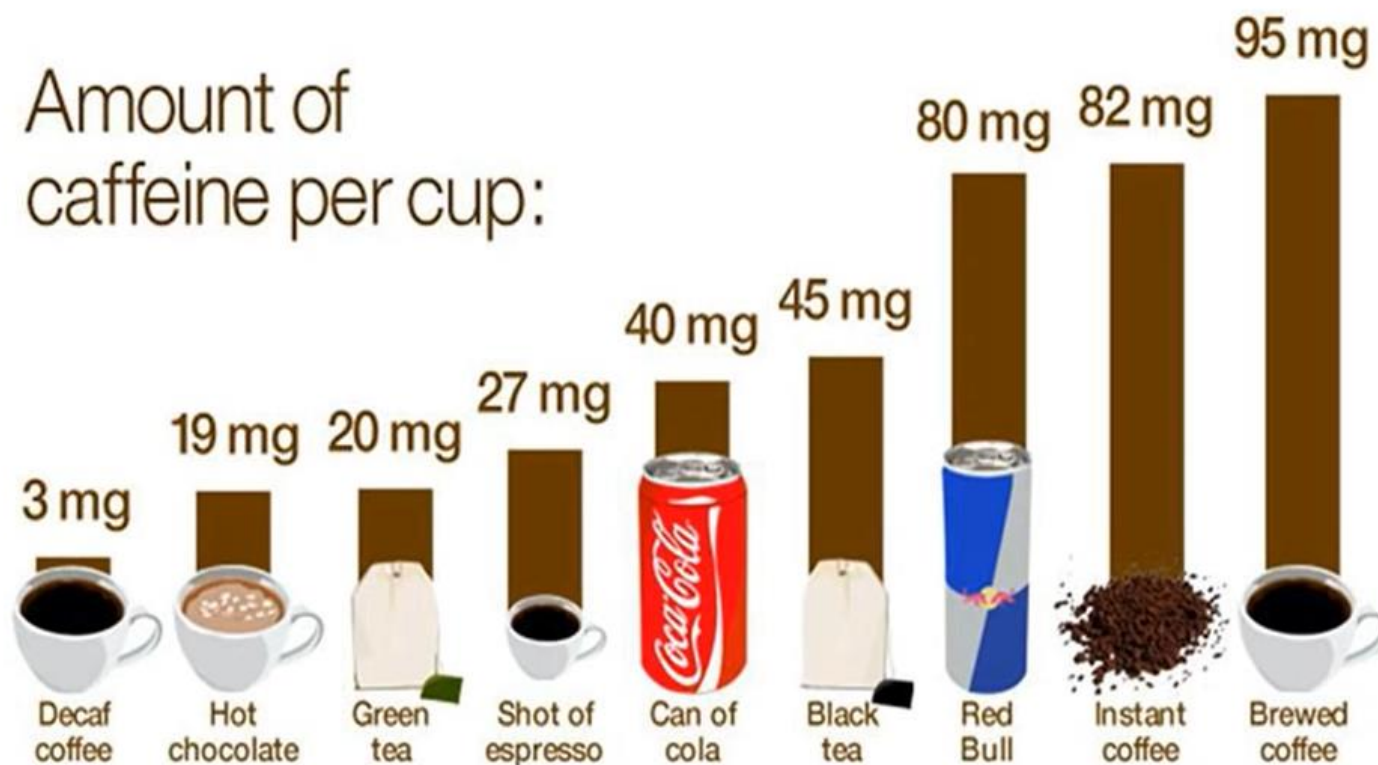


ระบบขับถ่าย

ไดยูเรติก (diuretic) คือ สารขับปัสสาวะ มีสมบัติทำให้เซลล์ท่อหน่วยไตสูญเสียน้ำออกไปมากกว่าการดูดกลืนน้ำเข้ามา ตัวอย่างเช่น แอลกอฮอล์ และคาเฟอีนใน ชา กาแฟ ช็อกโกแลต และน้ำอัดลมบางประเภท



Amount of
caffeine per cup:

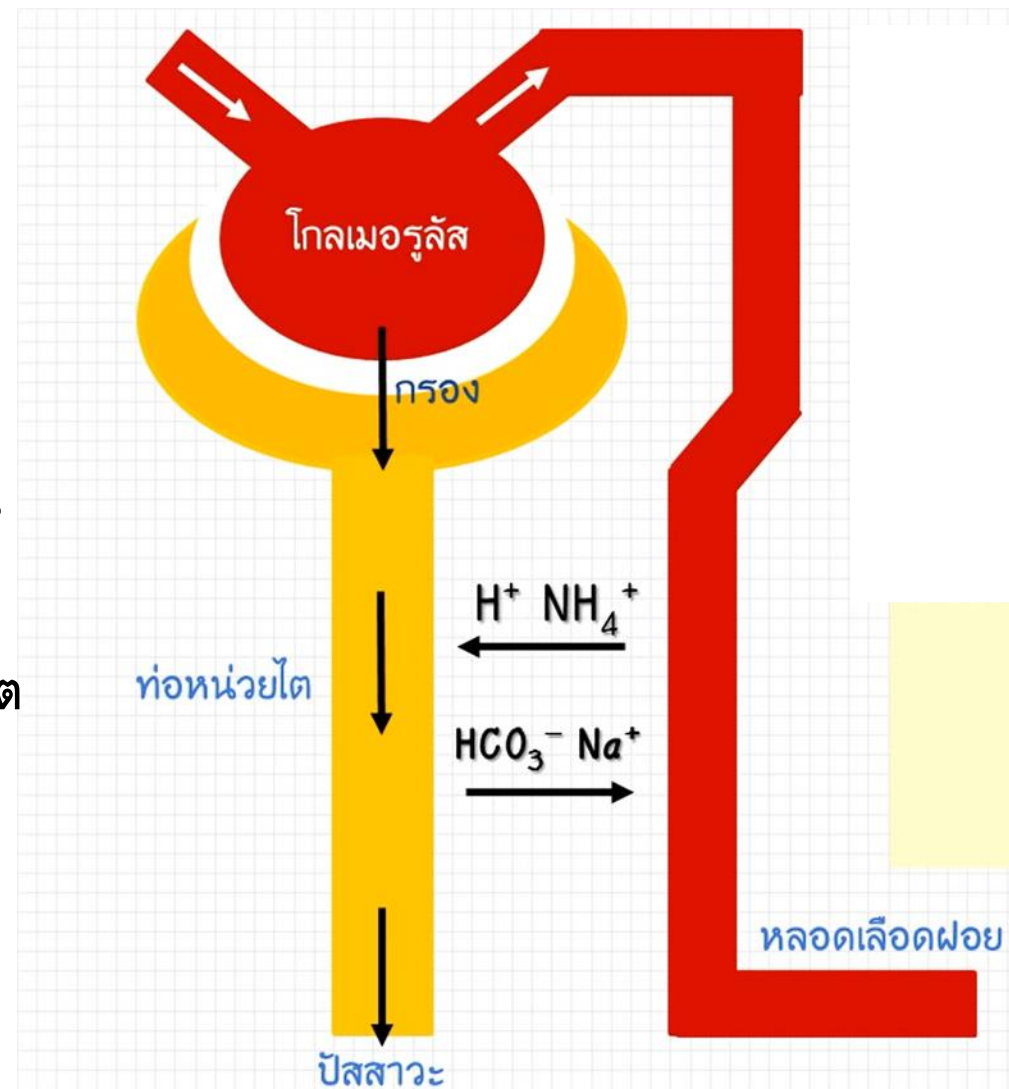




ระบบขับถ่าย

❖ การรักษาดุลภาพของกรด-เบสในเลือด

- ความเป็นกรด-เบสในเลือดขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนไอออน (H^+)
- การหายใจระดับเซลล์ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และเมื่อละลายใน พลาสมาจะทำให้เกิดไฮโดรเจนไอออนขึ้น ทำให้เลือดมีแนวโน้มเป็นกรด
- ไตเพิ่มการหลั่งไฮโดรเจนไอออน และแอมโมเนียมไอออนเข้าสู่ท่อหน่วยไต ก่อนขับออกไปกับปัสสาวะ

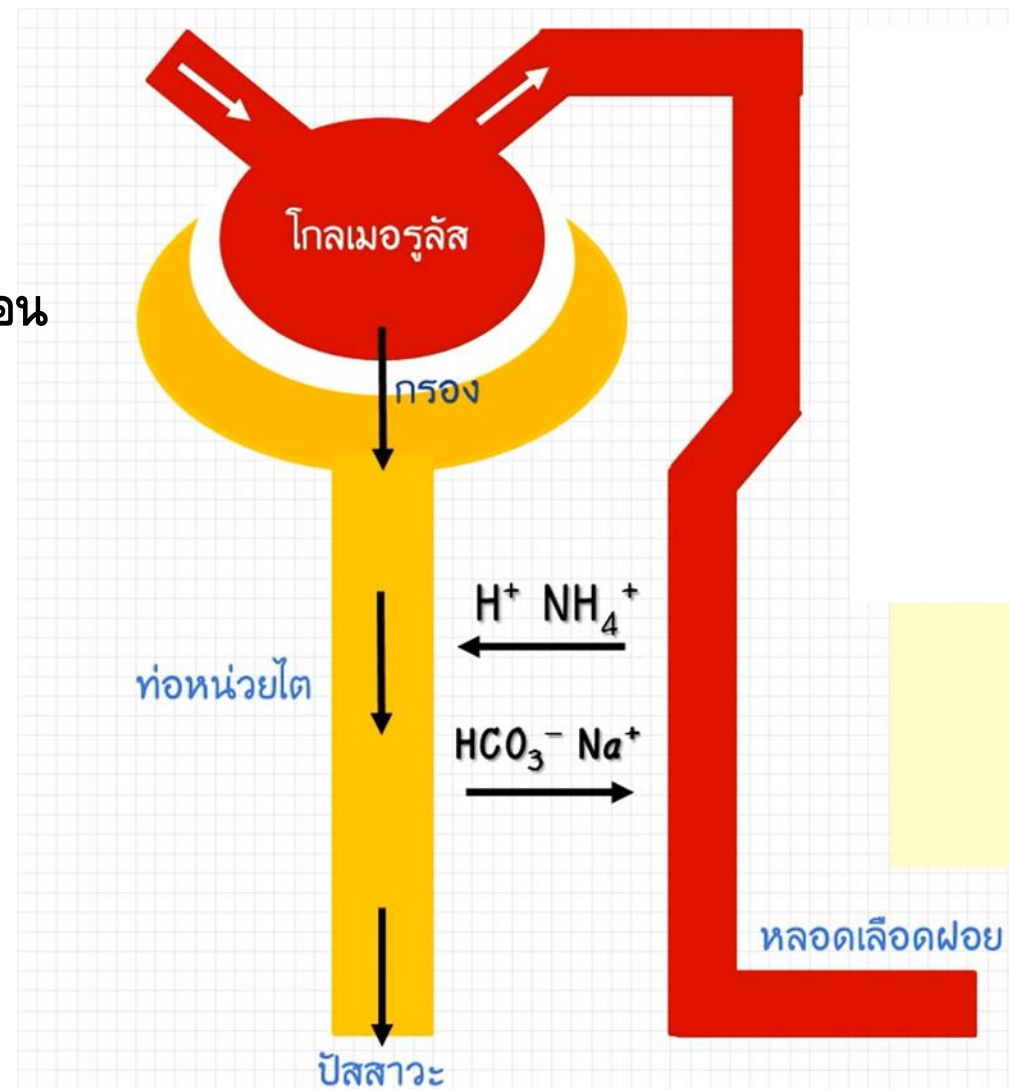




ระบบขับถ่าย

❖ การรักษาดุลภาพของกรด-เบสในเลือด

- และเพิ่มการดูดกลับสารที่มีสมบัติเป็นเบส เช่น ไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน โซเดียมไอออน เข้าสู่หลอดเลือด
- ทำให้ความเป็นกรด-เบสของเลือดเข้าสู่ภาวะสมดุล
- เลือดมนุษย์มีความเป็นกรด-เบส หรือ pH อยู่ระหว่าง 7.35-7.45 ซึ่งเป็นระดับที่เอนไซม์ส่วนใหญ่ในกระบวนการเมแทบอลิซึมทำงานได้เป็นปกติ

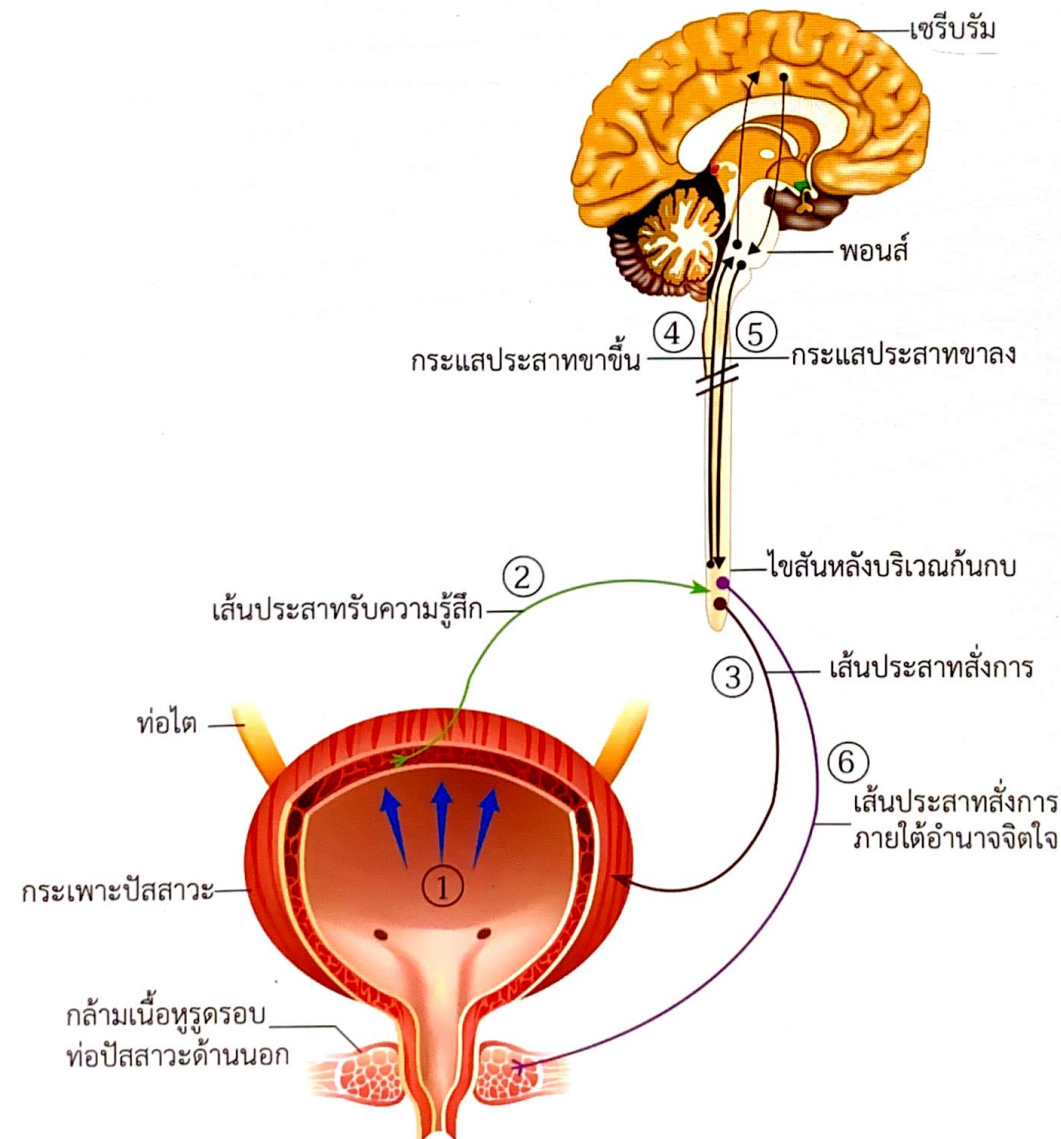




ระบบขับถ่าย

การขับถ่ายปัสสาวะ (micturition หรือ micturition reflex)

- กระเพาะปัสสาวะประกอบด้วยกล้ามเนื้อที่มีความยืดหยุ่นมาก สามารถเก็บปัสสาวะได้ประมาณ 500 มิลลิลิตร แต่สามารถขยายและเก็บปัสสาวะได้มากถึง 700-800 มิลลิลิตร
- การขับถ่ายปัสสาวะถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติซึ่งอยู่นอกอำนาจจิตใจ
- ในทารกและเด็กเล็กจึงไม่สามารถควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะได้
- แต่เมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะมีการพัฒนาของสมองส่วนหน้าและก้านสมองมากขึ้นจึงสามารถควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะโดยระบบประสาทที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ กลไกการขับถ่ายปัสสาวะ



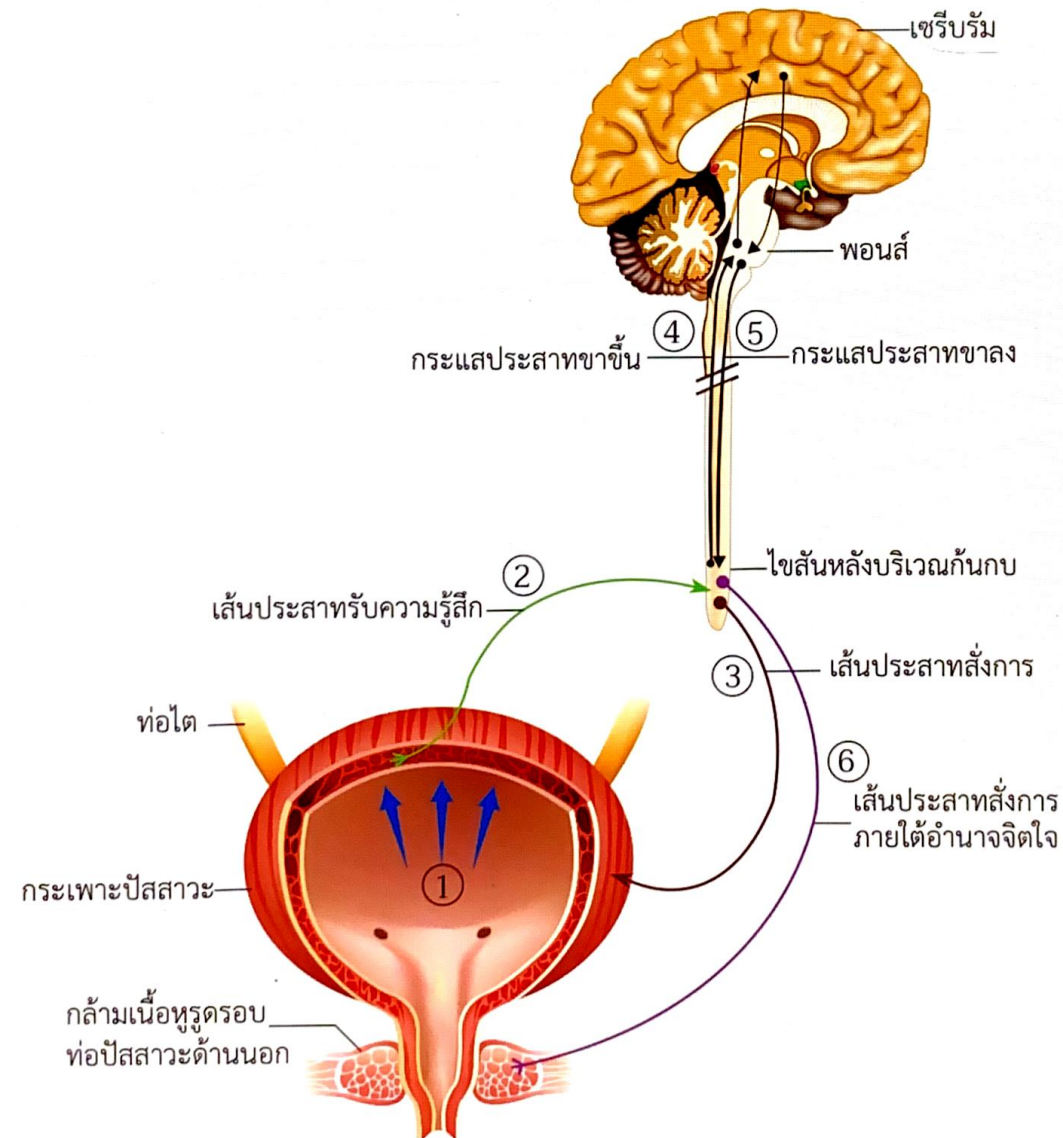


ระบบขับถ่าย

การขับถ่ายปัสสาวะ (micturition หรือ micturition reflex)

กลไกการขับถ่ายปัสสาวะ มีขั้นตอนดังนี้

1. ปัสสาวะสะสมในกระเพาะปัสสาวะมากขึ้น ทำให้ผนังกระเพาะปัสสาวะขยายตัว
2. ตัวรับความรู้สึกที่ผนังกระเพาะปัสสาวะถูกกระตุ้นทำให้เกิดกระแสประสาทส่งไปที่ไขสันหลังบริเวณก้นกบ
3. กระแสประสาทจากไขสันหลังส่งกลับไปที่กระเพาะปัสสาวะ ทำให้ผนังกระเพาะปัสสาวะหดตัว



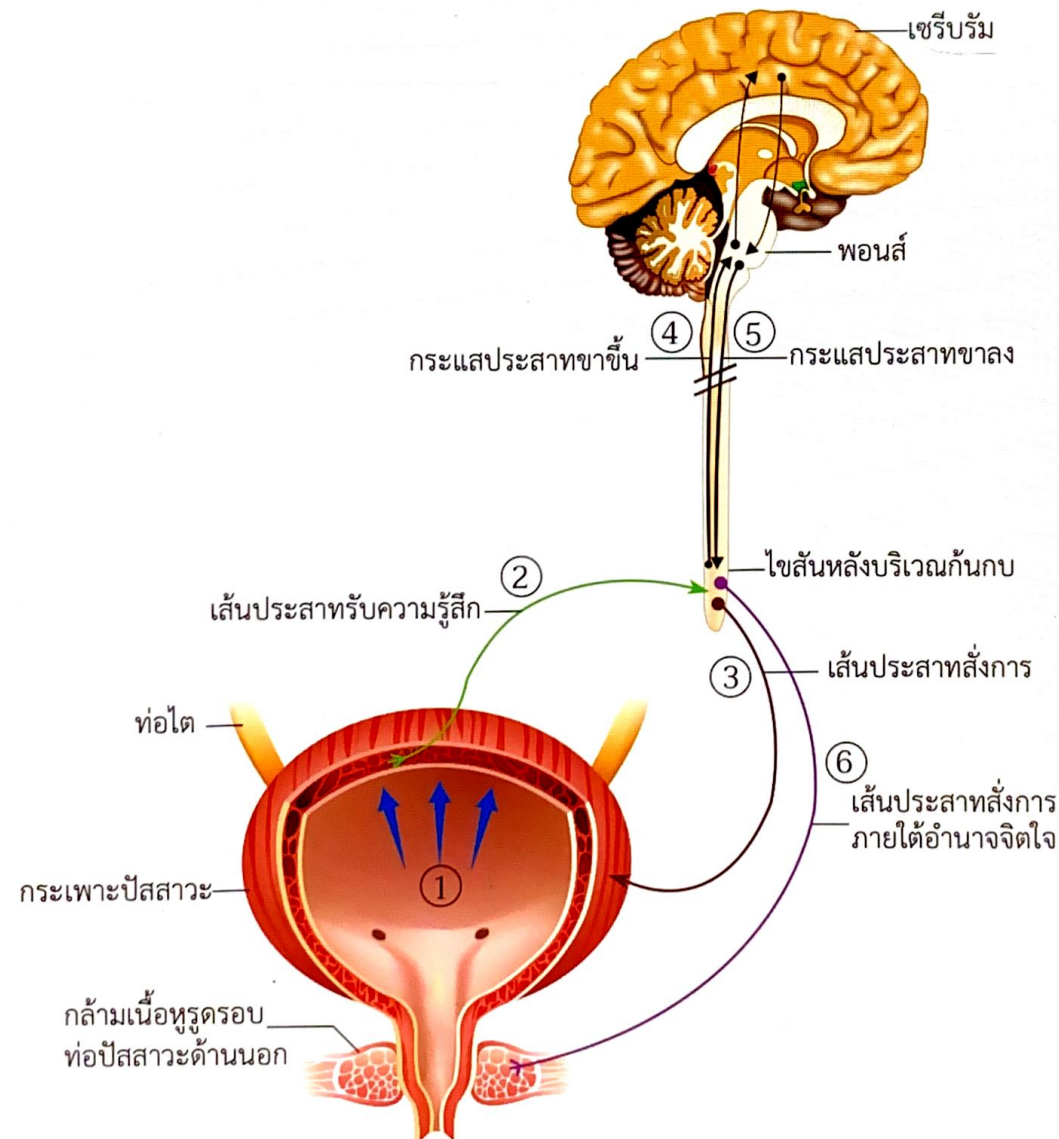


ระบบขับถ่าย

การขับถ่ายปัสสาวะ (micturition หรือ micturition reflex)

กลไกการขับถ่ายปัสสาวะ มีขั้นตอนดังนี้

4. ขณะเดียวกันกระแสประสาทจากไขสันหลังยังถูกส่งขึ้นไปยังสมองส่วนพอนส์และเซรีบรัมทำให้รู้สึกอยากขับปัสสาวะ
5. ระบบประสาทที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจสามารถส่งสัญญาณมายับยั้งการขับถ่ายปัสสาวะที่กระตุ้นให้ผนังกระเพาะปัสสาวะหดตัว
6. ระบบประสาทที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจสามารถกระตุ้นการหดหรือคลายตัวของกล้ามเนื้อหูรูดรอบท่อปัสสาวะด้านนอกทำให้ควบคุมการขับถ่ายปัสสาวะได้



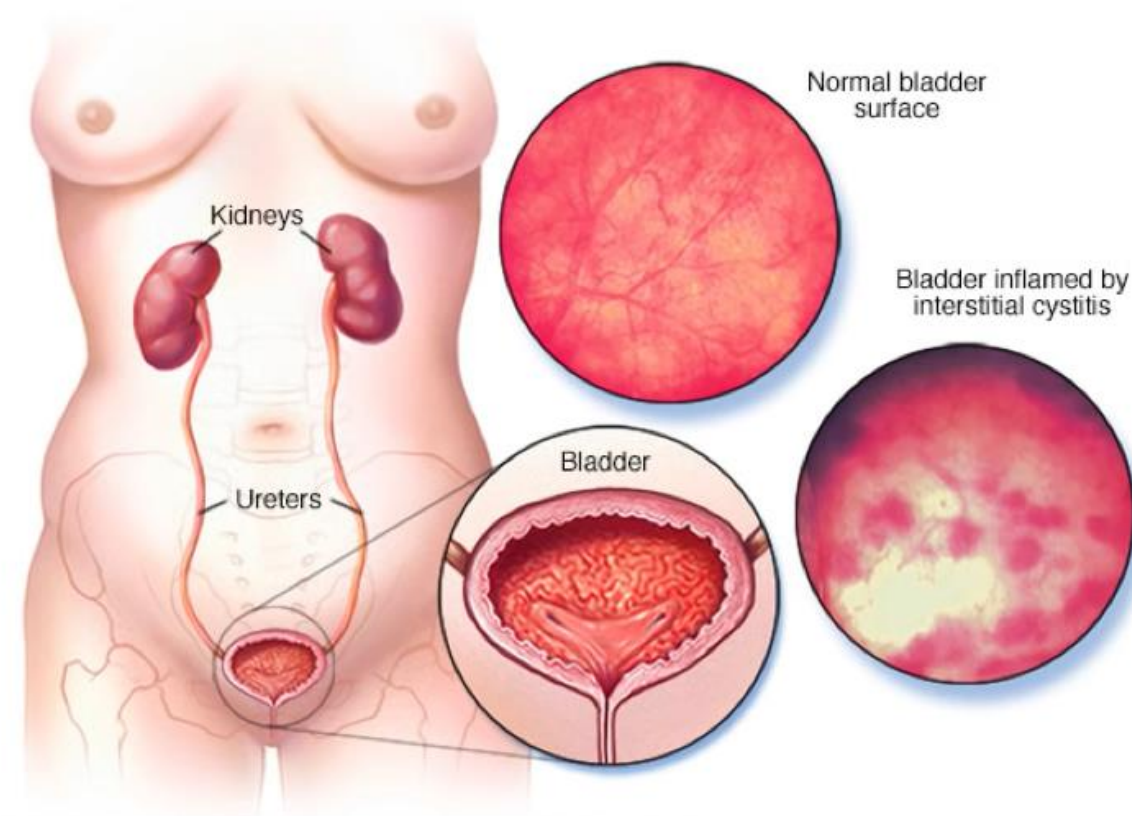


ระบบขับถ่าย

ความผิดปกติของระบบขับถ่าย

โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ (Cystitis)

- เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย ส่วนมากจะพบในเพศหญิง เนื่องจากมีโอกาสติดเชื้อแบคทีเรียที่จากปัสสาวะบ่อยกว่าเพศชาย
- อาการ: ปัสสาวะบ่อย ปวดบริเวณหัวหน้าขณะขับถ่าย
- หากไม่ได้รับการรักษาเชื้ออาจลามไปที่ท่อไตทำให้ท่อไตอักเสบ (nephritis) และลามไปถึงไตเกิดไตอักเสบ (pyelonephritis)





ระบบขับถ่าย

โรคนิ่วในไต (kidney stone)

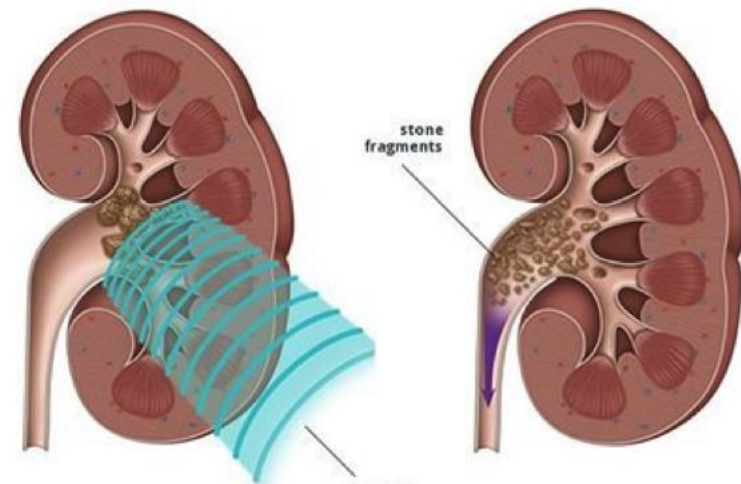
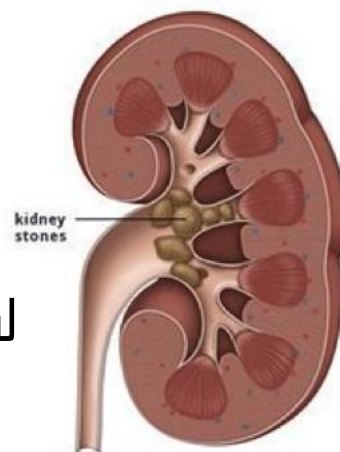
➤ เกิดจากการสะสมตะกอนของแคลเซียมฟอสเฟตหรือแคลเซียมออกซาเลต และธาตุอาหารอื่น ๆ รวมตัวเป็นก้อนไปอุดตันทางเดินปัสสาวะ

สาเหตุ:

- ร่างกายกรองแร่ธาตุออกมามากเกินไปเกิดจากการอับเสปติดเชื้อ
- รับประทานผักใบเขียวที่มีออกซาเลต เช่น ผักโขม ชะพลู มากเกินไป

การป้องกัน:

- รับประทานอาหารที่มีโปรตีน เพราะมีธาตุฟอสฟอรัสป้องกันการจับตัวกันของออกซาเลต
- ดื่มน้ำสะอาดมากๆ เพราะช่วยขับก้อนนิ่วขนาดเล็กให้ออกมากับปัสสาวะ
- หลีกเลี่ยงอาการที่มีออกซาเลตสูง



การรักษา:

- ผ่าตัด
- สลายนิ่วโดยใช้ ultrasound



ระบบขับถ่าย

ภาวะไตวายเฉียบพลัน

- ไตสูญเสียการทำงานอย่างรวดเร็วภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงหรือไม่กี่วัน
- อาจมีสาเหตุจากการเสียเลือดมากจากอุบัติเหตุ การอุดตันของทางเดินปัสสาวะ ภาวะไตอักเสบ การได้รับยาหรือสารพิษ เป็นต้น ซึ่งหากได้รับการรักษาทันที่ ไตจะสามารถกลับมาทำงานได้ตามปกติ

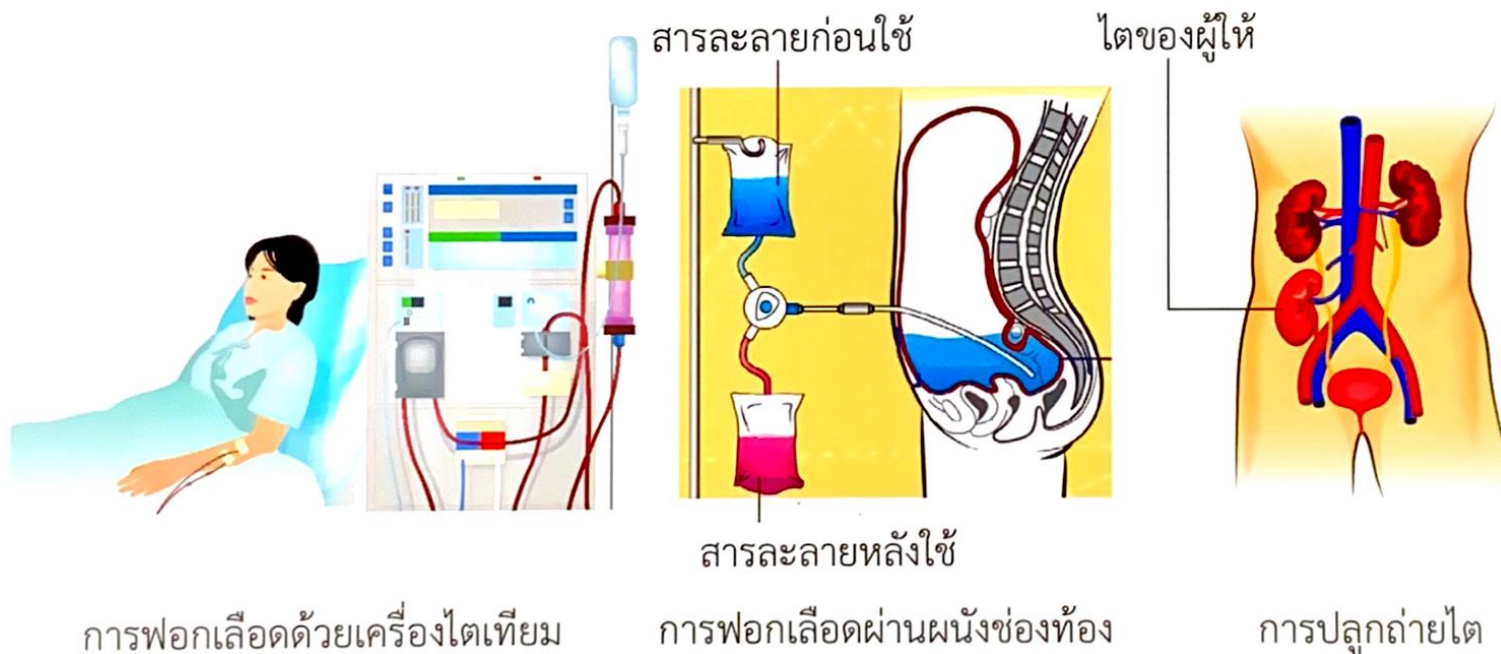




ระบบขับถ่าย

โรคไตเรื้อรัง

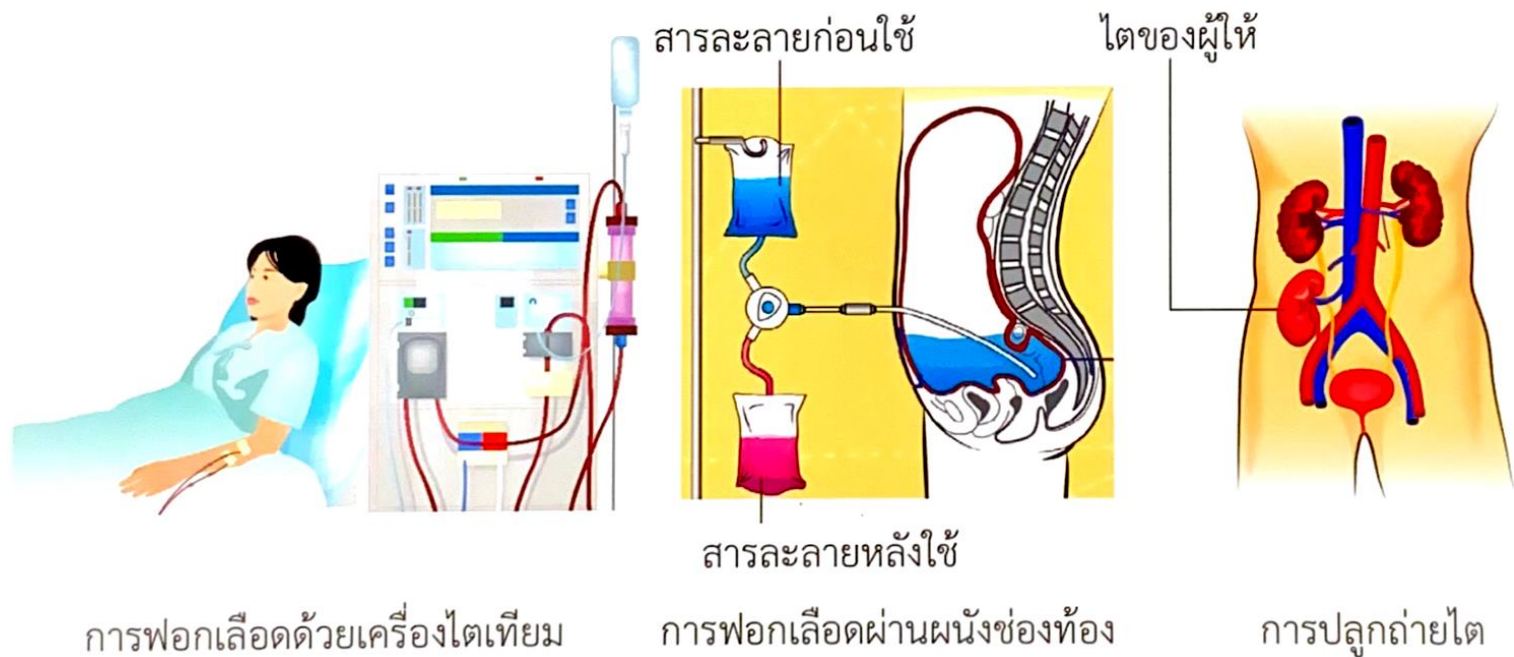
- ไตมีความผิดปกติของโครงสร้างหรือการทำงานทำให้สูญเสียการทำงานไปอย่างช้า ๆ จนเข้าสู่ภาวะไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายซึ่งไม่สามารถรักษาให้ไตกลับมาทำงานได้ตามปกติ
- ต้องเข้ารับการ**ฟอกเลือดหรือปลูกถ่ายไต**





ระบบขับถ่าย

การรักษาผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง

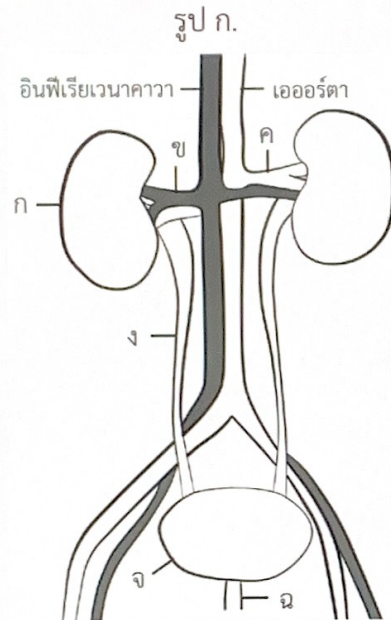


- **การฟอกเลือดด้วยเครื่องไตเทียม** ผู้ป่วยจะต้องเข้ารับการฟอกเลือดที่โรงพยาบาลที่มีเครื่องไตเทียม สัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง แต่หากไม่สะดวกที่จะเดินทางยังมีอีกวิธีหนึ่งคือ การฟอกเลือด โดยผ่านผนังช่องท้อง (peritoneal dialysis) ซึ่งจะต้องระมัดระวังเรื่องการติดเชื้อ
- **การปลูกถ่ายไต** เป็นการนำไตจากคนที่มีสุขภาพดีมาปลูกถ่าย แต่ต้องระวังเรื่องการต่อต้านอวัยวะที่ปลูกถ่ายเนื่องจากการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายของผู้ที่ได้รับการปลูกถ่าย การปลูกถ่ายไตจึงควรใช้ไตจากบุคคลที่มีความใกล้ชิดทางสายเลือด



แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 17

1. จงนำตัวอักษรจากรูปที่กำหนดให้มาเติมในช่องว่างของแต่ละข้อให้ถูกต้อง (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบและตอบซ้ำได้)



1.1 รูป ก.

-1. นำเลือดที่ผ่านการกรองที่ไตออกไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย
-2. นำเลือดที่มีของเสียซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรเจนเข้าไต
-3. เก็บปัสสาวะก่อนขับออก
-4. มีหน้าที่กำจัดของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ
-5. ลำเลียงปัสสาวะออกจากไต

1.2 รูป ข.

-1. บริเวณที่มีแรงดันในหลอดเลือดฝอยสูงกว่าหลอดเลือดฝอยบริเวณอื่น
-2. ADH มีผลต่อการทำงานของเซลล์ในบริเวณนี้
-3. อัลบูมินที่ตรวจพบในปัสสาวะมักเป็นผลมาจากการทำงานที่ผิดปกติของส่วนนี้
-4. ส่วนที่หลังสารที่มีองค์ประกอบของ H^+ เพื่อช่วยรักษาดุลยภาพของกรด-เบสในเลือด
-5. ส่วนที่ดูดกลับกรดแอมิโนและกลูโคสเข้าสู่หลอดเลือดฝอย

2. จงใส่เครื่องหมายถูก (✓) หน้าข้อความที่ถูกต้อง ใส่เครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง และขีดเส้นใต้เฉพาะคำ หรือส่วนของข้อความที่ไม่ถูกต้อง และแก้ไขโดยตัดออกหรือเติมคำหรือข้อความที่ถูกต้องลงในช่องว่าง

.....2.1 เมทาเนพริเดียมของไส้เดือนดินแตกต่างจากโปรโทเนพริเดียมของพลาณาเรียว คือมีการดูดกลับสารที่มีประโยชน์เข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด

.....2.2 มนุษย์มีไตทำหน้าที่กำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม โดยเฉพาะของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

.....2.3 สารที่เกินความต้องการของร่างกายและของเสียที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ไหลไปตามท่อไต จากนั้นเข้าสู่ท่อหน่วยไตและไปยังกระเพาะปัสสาวะ

.....2.4 สารบางชนิดในของเหลวที่ถูกกรองเข้าสู่ท่อหน่วยไต เช่น กรดแอมิโน กลูโคส ไอออนต่าง ๆ และน้ำจะถูกดูดกลับโดยผนังของท่อหน่วยไตเพื่อกลับเข้าสู่หลอดเลือดฝอย

.....2.5 ของเหลวที่อยู่ในกระเพาะปัสสาวะประกอบด้วย ยูเรีย โซเดียมไอออน กรดแอมิโน และเซลล์เม็ดเลือด

.....2.6 ความดันเลือดมีผลต่ออัตราการกรองที่โกลเมอรูลัส

.....2.7 การทำงานของระบบขับถ่ายและระบบหายใจเกี่ยวข้องกับการรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือด

.....

.....2.8 ความเข้มข้นของยูเรียในโบว์แมนส์แคปซูลสูงกว่าในท่อรวม

.....

.....2.9 ถ้าเลือดเป็นกรด ไตจะรักษาคุณภาพของกรด-เบสในเลือดโดยหลั่งไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนออกจากหลอดเลือดและดูดกลับไฮโดรเจนไอออนเข้าสู่หลอดเลือด

.....

.....2.10 เมื่อดื่มน้ำปริมาณมากและต่อเนื่อง สมอส่วนไฮโปทาลามัสจะกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหลังให้ลดการหลั่ง ADH ทำให้เซลล์ที่ท่อขดส่วนปลายและท่อรวมลดการดูดกลับน้ำ

.....

3. บุคคลที่มีไตทำงานปกติเพียงข้างเดียวจะดำรงชีวิตอย่างคนปกติได้หรือไม่ อย่างไร

4. ถ้าไตไม่ตอบสนองต่อ ADH จะเกิดผลอย่างไรกับการรักษาคุณภาพของน้ำในร่างกาย

5. ตารางแสดงผลการตรวจสารในเลือดเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของไต

การทดสอบ	ค่าปกติ	นาย ก.	นาย ข.
BUN	7-20 mg/dL	A	B
WBC	5,000-10,000/ μ L	C	7,500/ μ L
pH	7.4	7.2	D

BUN ; Blood Urea Nitrogen คือ ค่ายูเรียไนโตรเจนในเลือด

WBC ; White Blood Cell คือ จำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาว

จงใส่เครื่องหมายถูก (✓) หน้าข้อความที่ถูกต้อง ใส่เครื่องหมายผิด (×) หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง และขีดเส้นใต้เฉพาะคำ หรือส่วนของข้อความที่ไม่ถูกต้อง และแก้ไขโดยตัดออกหรือเติมคำหรือข้อความที่ถูกต้องลงในช่องว่าง

.....5.1 นาย ก. มีภาวะไตวายเฉียบพลัน ค่า A ที่ได้จะมีแนวโน้มต่ำกว่าค่าปกติ

.....

.....5.2 นาย ข. มีค่า B เท่ากับ 15 mg/dL แสดงว่าไตของนาย ข. ทำงานได้เป็นปกติ

.....

.....5.3 ถ้านาย ก. เป็นโรคไตจากการติดเชื้อแบคทีเรีย ค่า C จะมีแนวโน้มสูงกว่าค่าปกติ

.....

.....5.4 ถ้านาย ข. มีภาวะหายใจมากกว่าปกติหรือภาวะหายใจเกิน (hyperventilation) ค่า D จะต่ำกว่าค่าปกติ

.....

6. การรับประทานอาหารที่มีรสเค็มจัดเป็นประจำจะส่งผลต่อร่างกายอย่างไร
7. จงเปรียบเทียบโครงสร้างหรืออวัยวะในการขับถ่ายและกระบวนการขับถ่ายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์มีกระดูกสันหลังลงในตารางที่กำหนดให้

	สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง					สัตว์ มีกระดูกสันหลัง เช่น มนุษย์
	ฟองน้ำ	ไฮดรา	พลาเนเรีย	ไส้เดือนดิน	แมลง	
โครงสร้าง หรืออวัยวะ ในการขับถ่าย						
กระบวนการ การขับถ่าย						