



เรื่องที่ 5 ระบบขับถ่าย (Excretory System)

ระบบขับถ่าย (Excretory System) เป็นระบบซึ่งทำหน้าที่ กำจัดและขับถ่ายของเสียที่เหลือใช้จากการเผาอาหารในร่างกายเพื่อให้เกิดพลังงานและสะสมพลังงาน นั่นก็คือ การกำจัดของเสียที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ซึ่งเรียกว่า *เมแทบอลิซึม (Metabolism)*

การขับถ่าย (Excretion) หมายถึง การกำจัดของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ออกจากร่างกาย ซึ่งไม่ได้รวมถึงกากอาหาร แต่การกำจัดกากอาหารอาจมีของเสียที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมปนออกมาด้วย

การกำจัดของเสีย ในระบบร่างกาย กำจัดโดยไต ผิวหนัง และปอด

การกำจัดของเสียทางไต

1. อวัยวะในการกำจัดของเสียทางไต

อวัยวะในการกำจัดของเสียทางไต	หน้าที่
1. ไต (Kidney)	กำจัดของเสียในรูปน้ำปัสสาวะ
2. ท่อไต (Ureter)	ลำเลียงน้ำปัสสาวะจากไตไปเก็บไว้ที่กระเพาะปัสสาวะ
3. กระเพาะปัสสาวะ (Urinary Bladder)	เป็นที่เก็บน้ำปัสสาวะก่อนที่จะกำจัดออกนอกร่างกาย ซึ่งมีความจุประมาณ 500 cm ³
4. ท่อปัสสาวะ (Urethra)	เป็นท่อขับปัสสาวะออกนอกร่างกาย

2. โครงสร้างของไต : ในแต่ละวันจะมีเลือดผ่านเข้ามาฟอกในไตเพื่อกรองประมาณ 180 ลิตร แต่มีการขับปัสสาวะออกนอกร่างกายเพียงแค่วันละ 2.5 ลิตรเท่านั้น เนื่องจากไตจะต้องทำการดูน้ำและสารต่าง ๆ กลับไปปริมาณมาก

โครงสร้างของไต	ลักษณะ ส่วนประกอบ หรือหน้าที่
1. โครงสร้างภายนอก	- คล้ายเมล็ดถั่ว มี 1 คู่ อยู่ในช่องท้อง 2 ข้างของกระดูกสันหลังระดับเอว มีขนาดยาวประมาณ 10 – 13 cm กว้าง 6 cm และหนา 3 cm
2. โครงสร้างภายใน	- ตรงกลางว่าเป็นกรวยไต (pelvis) ติดต่อกับท่อไต (Ureter) - มีเนื้อไต 2 ชั้น คือ เปลือกไตชั้นนอก (Kidney Cortex) และเปลือกไตชั้นใน (Kidney Medulla) - ภายในเนื้อไตแต่ละข้างประกอบด้วยหน่วยไต (Nephron) ประมาณ 1 ล้านหน่วย เป็นท่อที่ขดไปมาโดยมีปลายท่อด้านหนึ่งตัน เรียกปลายท่อที่ตันนี้ว่า “โบว์แมนแคปซูล” (Bowman’s capsule) ซึ่งมีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายถ้วย ภายในแอ่งจะมีกลุ่มหลอดเลือดฝอยพันกันเป็นกระจุกเรียกว่า “โกลเมอรูลัส” (Glomerulus) ซึ่งทำหน้าที่ กรองของเสียออกจากเลือดที่ไหลผ่านไต

2.1 ชั้นของไต สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชั้น ดังนี้

- ไตชั้นนอก (Kidney Cortex) : ประกอบด้วย หน่วยไต (Nephron) จำนวน 1 ล้าน หน่วยไต 1 ข้าง เป็นที่กรองของเสียออกจากเลือด
- ไตชั้นใน (Kidney Medulla) : เป็นที่รวมของเสียจากหน่วยไตในรูปปัสสาวะ นำเอาน้ำปัสสาวะไปสู่กรวยไต (Pelvis) เพื่อนำออกไปสู่ท่อไต (Ureter)

2.2 โครงสร้างของหน่วยไต (Nephron) : เป็นตัวกรองของเสียของร่างกาย มี 1 ล้านหน่วย/ไต 1 ข้าง ประกอบด้วย

- โบว์แมนแคปซูล (Bowman's capsule) : เป็นกระเปาะคล้ายรูปถ้วยห่อหุ้มโกลเมอรูลัส (Glomerulus) อยู่โดยจะต่อกับท่อของหน่วยไต แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

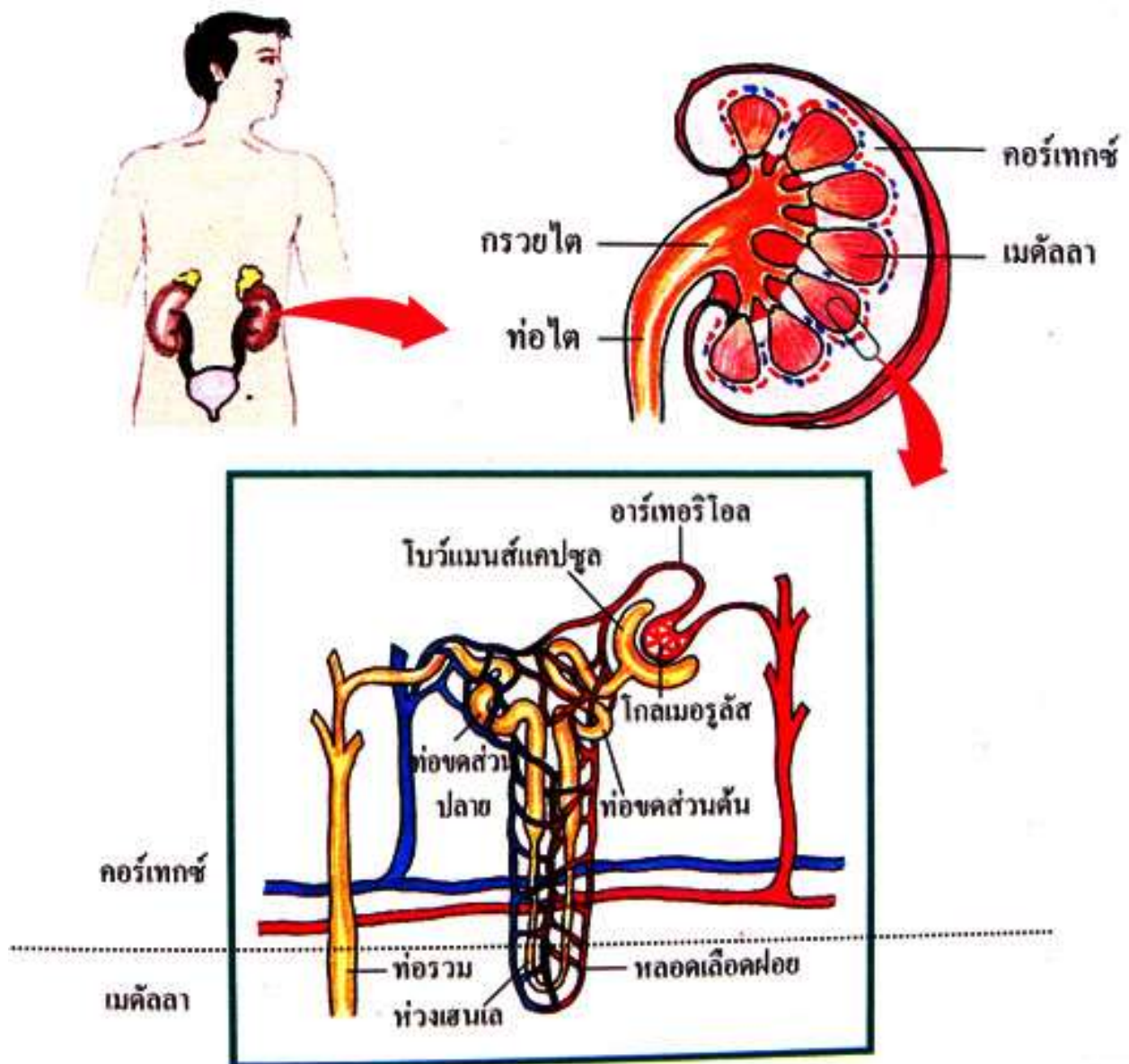
1) ท่อขดส่วนต้น (Proximal tubule) : ทำหน้าที่ดูดกลับสารที่มีประโยชน์ เช่น กลูโคส อะมิโน และน้ำให้ได้มากที่สุด

2) ท่อขดส่วนกลาง (Loop of Henle) : ทำหน้าที่ดูดกลับเกลือและน้ำในกรณีที่ร่างกายขาด

3) ท่อขดส่วนปลาย (Distal tubule) : บริเวณนี้จะมีการคายกลับของยาเข้าไปสู่ท่อขดส่วนกลาง

- โกลเมอรูลัส (Glomerulus) : เป็นกลุ่มเส้นเลือดฝอยที่อยู่แนบชิดกับโบว์แมนแคปซูล โดยผนังของโกลเมอรูลัส ทำหน้าที่ เป็นเยื่อกรองให้พลาสมาของเลือดผ่านเข้าสู่โบว์แมนแคปซูล

- ท่อรวม (Collecting Duct) : เป็นท่อรับของเหลวจากท่อหน่วยไตหลายๆ ท่อ เพื่อส่งออกไปทางกรวยไต



ภาพที่ 16 แสดงหลักการทำงานของไต

หลอดเลือดที่นำเลือดมายังไตนั้น เป็นหลอดเลือดที่ออกจากหัวใจ (หลอดเลือดแดง : Renal Artery) ซึ่งจะลำเลียงสารทั้งที่มีประโยชน์และไม่มีประโยชน์ที่ร่างกายต้องการกำจัดออกไป สารเหล่านี้ถูกลำเลียงเข้าสู่หน่วยไต โดยผ่านหลอดเลือดฝอย เพื่อให้หน่วยไตทำหน้าที่กรองสารที่มีอยู่ในเลือด ที่บริเวณท่อของหน่วยไตจะมีการดูดซึมสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น แร่ธาตุ น้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโน รวมทั้งน้ำกลับคืนสู่หลอดเลือดฝอยและหลอดเลือดดำ (Renal Vein) ส่วนของเสียอื่นๆ ที่เหลือก็คือ น้ำปัสสาวะจะถูกส่งมาตามหลอดเลือดเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะ ซึ่งมีความจุประมาณ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งในวันหนึ่ง ๆ ร่างกายจะขับน้ำปัสสาวะออกมาประมาณ 1 – 1.5 ลิตร

น้ำปัสสาวะประกอบด้วยสารต่างๆ ดังนี้ คือ น้ำ 95 เปอร์เซ็นต์ โซเดียม 0.35 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม 0.15 เปอร์เซ็นต์ คลอรีน 0.6 เปอร์เซ็นต์ ฟอสเฟต 0.15 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนีย 0.04 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 2.0 เปอร์เซ็นต์ กรดยูริก 0.05 เปอร์เซ็นต์ และครีเอตินิน 0.75 เปอร์เซ็นต์

น้ำปัสสาวะจะประกอบด้วยน้ำและยูเรียเป็นส่วนใหญ่ ส่วนแร่ธาตุมีอยู่เล็กน้อย ถ้ามีการตกตะกอนของแร่ธาตุไปอุดตันทางเดินท่อปัสสาวะ จะทำให้ปัสสาวะลำบาก เรียกลักษณะอาการอย่างนี้ว่า “ โรคนิว ”

เมื่อไตผิดปกติจะทำให้สารบางอย่างปนออกมากับน้ำปัสสาวะ เช่น เม็ดเลือดแดง กรดอะมิโน น้ำตาลกลูโคส เป็นต้น ปัจจุบันแพทย์มีการทำไตเทียมหรืออาจจะใช้การปลูกไตกับผู้ป่วยที่ไตไม่สามารถทำงานได้

ไตเทียม เป็นเครื่องมือที่อยู่ภายนอกร่างกาย ส่วนการปลูกไตเป็นการนำไตของผู้อื่นมาใส่ผู้ป่วย

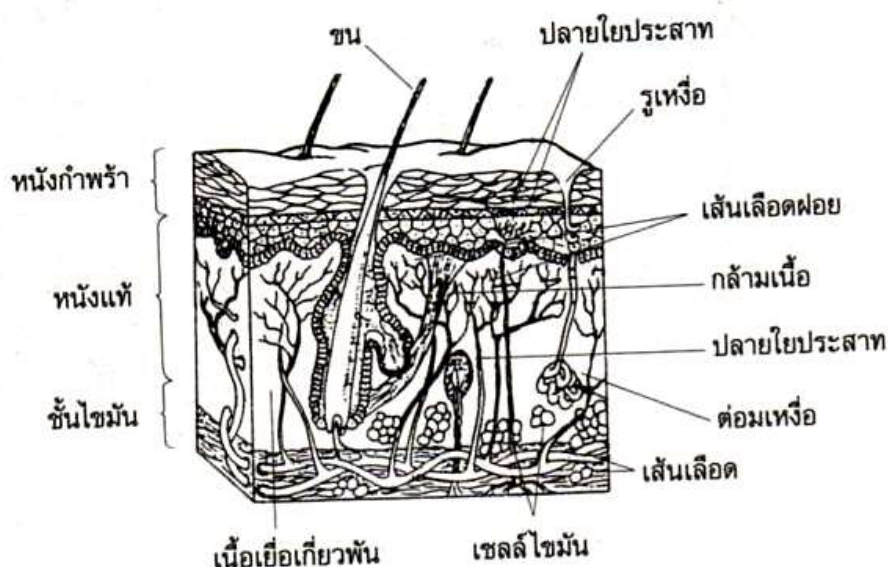
การกำจัดของเสียทางผิวหนัง

การขับถ่ายทางผิวหนัง ผิวหนังมีต่อมเหงื่อซึ่งประกอบด้วยท่อเล็ก ๆ ขดไปมารอบท่อ มีกลุ่มเส้นเลือดฝอยมาพันอยู่ การกรองของเสียออกจากเลือดจะเกิดที่ต่อมเหงื่อนี้ ของเสียในเหงื่อได้แก่ ยูเรีย เกลือแร่และน้ำ จะผ่านท่อออกจากต่อมเหงื่อมาสู่ภายนอกที่รูต่อมเหงื่อบนผิวหนัง

เหงื่อประกอบด้วยน้ำ 99% นอกนั้นเป็นเกลือโซเดียมคลอไรด์ ยูเรีย แอมโมเนีย กรดอะมิโน น้ำตาล และกรดแล็กติก

ผิวหนังมีการระบายความร้อนออกจากร่างกายทางต่อมเหงื่อประมาณ 87.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อมเหงื่อบางส่วนถูกควบคุมด้วยระบบประสาทอัตโนมัติ เมื่อมีการตกใจหรือมีความเครียดจะมีการกระตุ้นให้เหงื่อออกมากกว่าปกติ

ผู้ที่ออกกำลังกายมาก ๆ จะเสียน้ำและโซเดียมคลอไรด์ไปทางเหงื่อ จึงต้องดื่มน้ำและเกลือโซเดียมคลอไรด์ทดแทน



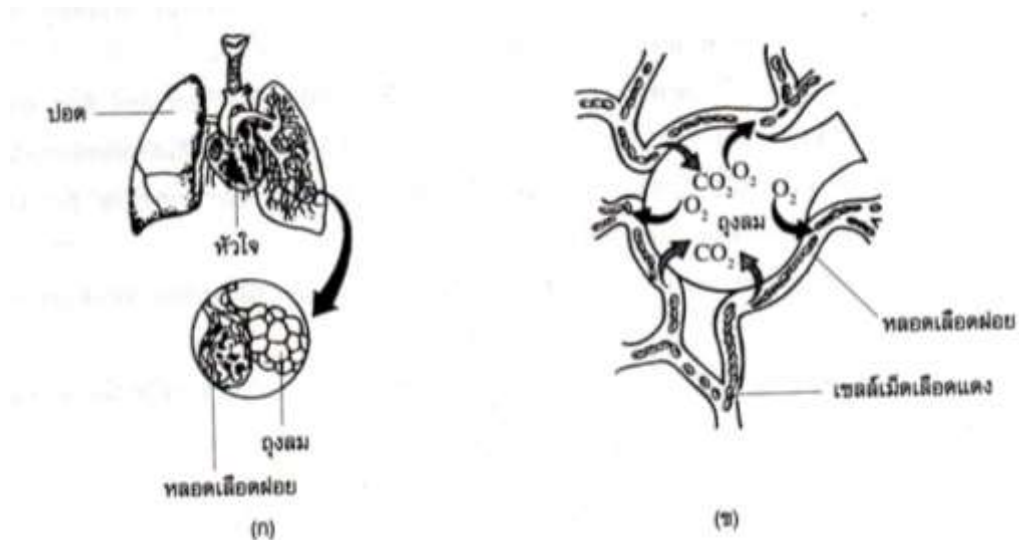
ภาพที่ 17 ภาพแสดงต่อมเหงื่อของมนุษย์

การกำจัดของเสียทางปอด

ของเสียที่ถูกกำจัดออกจากร่างกายทางปอด ได้แก่ น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากกระบวนการหายใจของเซลล์ในร่างกาย

ขั้นตอนในการกำจัดของเสียออกจากร่างกายทางปอด มีดังนี้

1. น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นแพร่ออกจากเซลล์เข้าสู่หลอดเลือด โดยจะละลายปนอยู่ในเลือด
2. เลือดที่มีของเสียละลายอยู่จะถูกลำเลียงไปยังปอด โดยการลำเลียงผ่านหัวใจเพื่อส่งผ่านไปแลกเปลี่ยนแก๊สที่ปอด
3. เลือดที่มีของเสียละลายปนอยู่เมื่อไปถึงปอด ของเสียต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ในเลือดจะแพร่ผ่านผนังของหลอดเลือดเข้าสู่ถุงลมของปอด แล้วลำเลียงไปตามหลอดเลือด เพื่อกำจัดออกจากร่างกายทางจมูก พร้อมกับลมหายใจออก



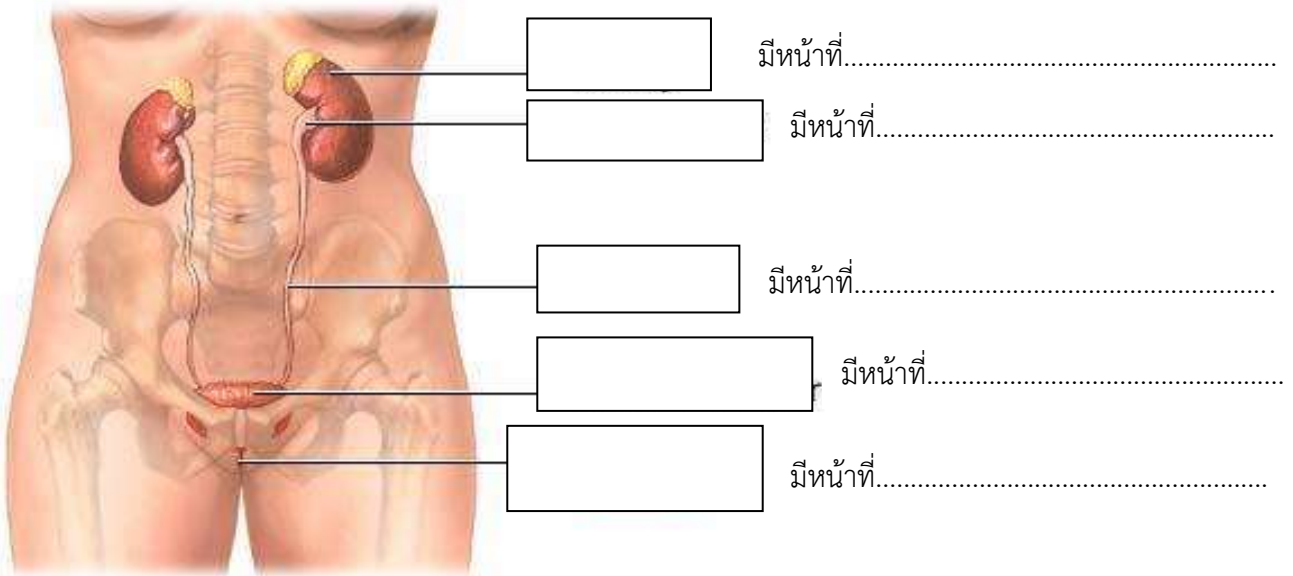
ภาพที่ 18 (ก) ภาพแสดงปอดและถุงลม (ข) การแลกเปลี่ยนแก๊สระหว่างหลอดเลือดฝอยและถุงลม

ความผิดปกติของระบบขับถ่าย

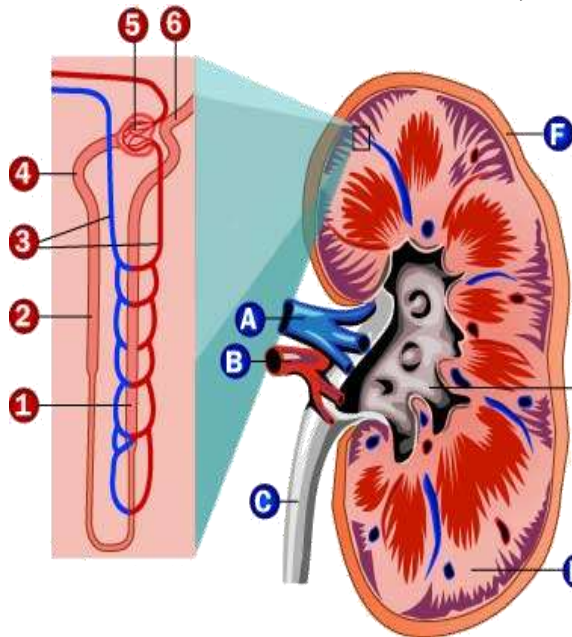
1. **โรคนิ่วในไต** : เกิดจากการมีสารก่อนิ่วในปัสสาวะสูงกว่าระดับสารยับยั้งนิ่ว ร่วมกับปัจจัยเสริมคือ ปริมาณของปัสสาวะน้อย และการทานอาหารที่มีสารออกซาเลตสูง เช่น งา ผักโขม ถั่วต่าง ๆ ทำให้เกิดตะกอนของแร่ธาตุในปัสสาวะรวมตัวกันเป็นก้อนอุดตันทางเดินปัสสาวะ
2. **โรคไตวาย** : อาจเกิดจากการติดเชื้อ หรือการเป็นเบาหวานและเป็นนิ่วเป็นเวลานาน ทำให้ไตไม่ทำงาน ทำให้ร่างกายเกิดการสะสมของเสีย เกิดความผิดปกติในการรักษาสมดุลของร่างกาย
3. **โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ** : ส่วนมากเกิดในเพศหญิง เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียหรืออั้นปัสสาวะนานๆ

ใบงานที่ 5.1 ระบบขับถ่าย (Excretory System)

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างการทำงานของไต โดยเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



โครงสร้างของไต (Kidney) และหน่วยไต (Nephron)



1. โครงสร้างของไต (Kidney)

- A คือ..... มีหน้าที่.....
- B คือ..... มีหน้าที่.....
- C คือ..... มีหน้าที่.....
- D คือ..... มีหน้าที่.....
- E คือ..... มีหน้าที่.....
- F คือ..... มีหน้าที่.....

2. โครงสร้างของหน่วยไต (Nephron)

- หมายเลข 1 คือ..... มีหน้าที่.....
 - หมายเลข 2 คือ..... มีหน้าที่.....
 - หมายเลข 3 คือ..... มีหน้าที่.....
 - หมายเลข 4 คือ..... มีหน้าที่.....
 - หมายเลข 5 คือ..... มีหน้าที่.....
 - หมายเลข 6 คือ..... มีหน้าที่.....
- หลักการทำงานของหน่วยไต (Nephron) ดังนี้
-
-

ตอนที่ 2 จงตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. จากความหมายของการขับถ่าย นักเรียนคิดว่าการถ่ายอุจจาระจัดเป็นการขับถ่ายหรือไม่ จงอธิบาย

.....
.....

2. สารใดพบในปัสสาวะมากกว่าในน้ำเลือด

.....

3. สารใดพบในน้ำเลือดแต่ไม่พบในปัสสาวะของคนปกติ

.....

4. การทำงานของไตจะวิเคราะห์จากการตรวจปัสสาวะได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....
.....

5. เบาหวาน คือ.....

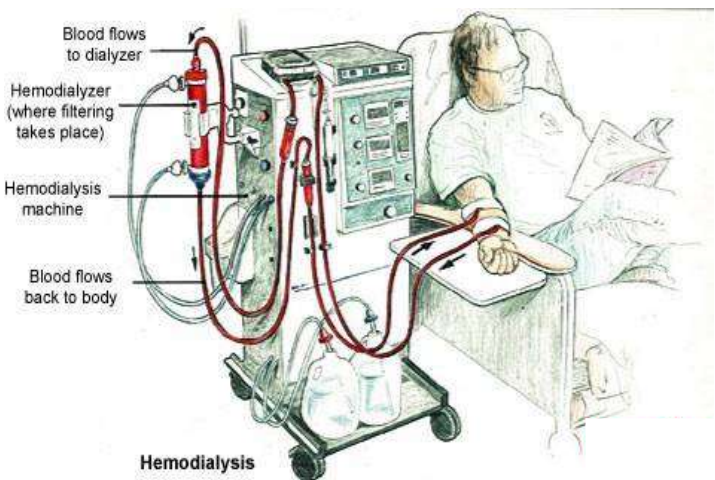
.....

6. โรคนิ่ว คือ.....

.....

ตอนที่ 3 ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างการทำงานของไตเทียมและผิวหนัง และอธิบายหลักการทำงาน

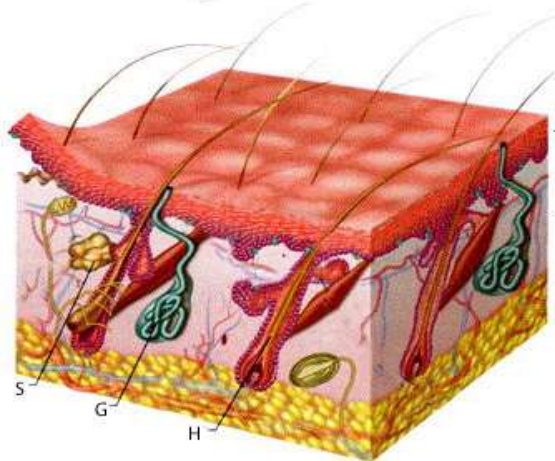
1. จากภาพจงอธิบายลักษณะการทำงานของไตเทียม (Artificial Kidney)



Hemodialysis

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. จากภาพจงบอกส่วนประกอบโครงสร้างของผิวหนังและอธิบายหลักการทำงานของผิวหนัง



E คือ..... มีหน้าที่.....

D คือ..... มีหน้าที่.....

S คือ..... มีหน้าที่.....

G คือ..... มีหน้าที่.....

H คือ..... มีหน้าที่.....

.....

.....

หลักการทำงาน.....

.....