

## แบบฝึกหัดทบทวน หน่วยที่ 3 ระบบขับถ่าย

### 1. การขับของเสียของสัตว์

| ที่ | สิ่งมีชีวิต                                         | ของเสียอยู่ในรูป(ส่วนใหญ่) | โครงสร้าง/อวัยวะที่ใช้ในการกำจัดของเสีย                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1   | พวกโพรทิสต์(protoist)<br>เช่น อะมีบา พารามีเซียม    | แอมโมเนีย                  | <b>เยื่อหุ้มเซลล์(cell membrane)</b><br>โดยตรง โดยกระบวนการแพร่ (diffusion) |
| 2   | ฟองน้ำ และไฮดรา                                     | แอมโมเนีย                  |                                                                             |
| 3   | พวกหนอนตัวแบน<br>เช่น พลานาเรีย                     | แอมโมเนีย                  |                                                                             |
| 4   | พวกแอนนิลิด(Annelid)<br>เช่น ไส้เดือนดิน            | แอมโมเนีย/<br>ยูเรีย       |                                                                             |
| 5   | พวกอาร์โทพอด(Arthropod)<br>เช่น แมลง กิ้ง กั๊ก ปู   | กรดยูริก                   |                                                                             |
| 6   | ปลากระดูกแข็งส่วนใหญ่                               | แอมโมเนีย                  | <b>ไต(kidney)</b>                                                           |
| 7   | สัตว์ปีก เช่น นก เป็ด ไก่                           | กรดยูริก                   | <b>ไต(kidney)</b>                                                           |
|     | สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นกฉลาม<br>ปลากระดูกแข็งบางชนิด | ยูเรีย                     | <b>ไต(kidney)</b>                                                           |

### 2. การขับถ่ายของมนุษย์

ของเหลวในร่างกายมนุษย์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

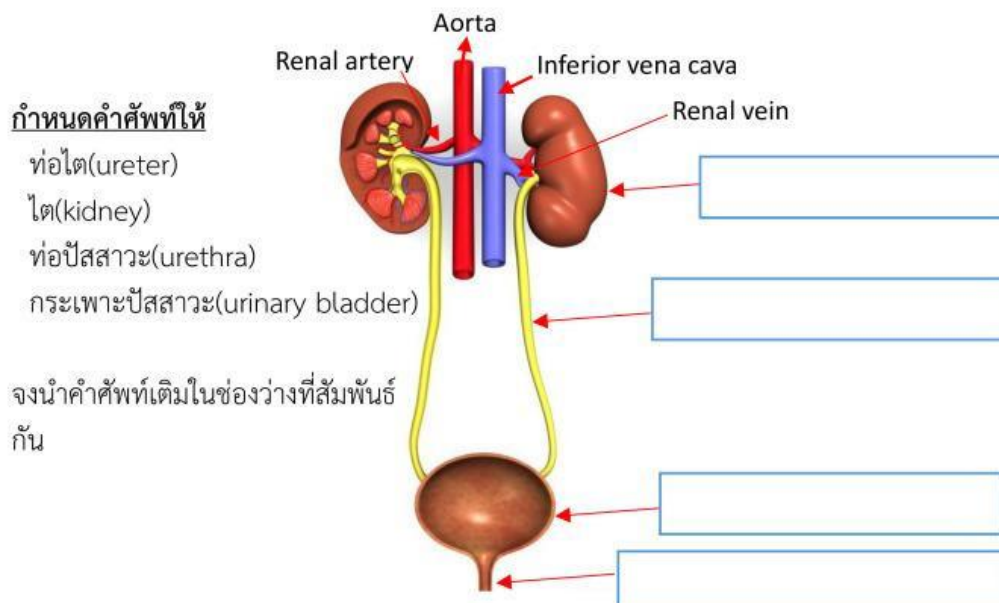
1.ของเหลวภายในเซลล์(.....) ประมาณ .....ส่วน

2.ของเหลวภายนอกเซลล์ (.....) ประมาณ .....1/3.....ส่วน

2.1 ของเหลวระหว่างเซลล์ ..... %

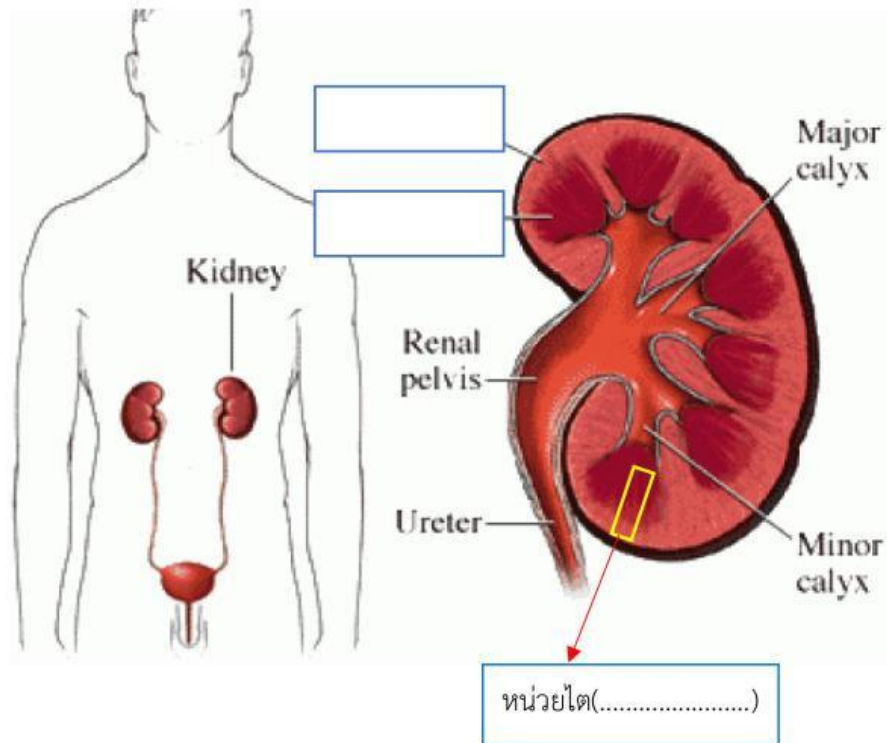
2.2 น้ำเลือด หรือ พลาสมา(plasma) ..... %

โครงสร้าง และอวัยวะในระบบขับถ่ายของมนุษย์



เมื่อผ่าไต จะพบว่า เนื้อไต แบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือ

1. ส่วนนอก หรือ คอรัเทกซ์(.....)
2. ส่วนใน หรือ เมดัลลา(.....)



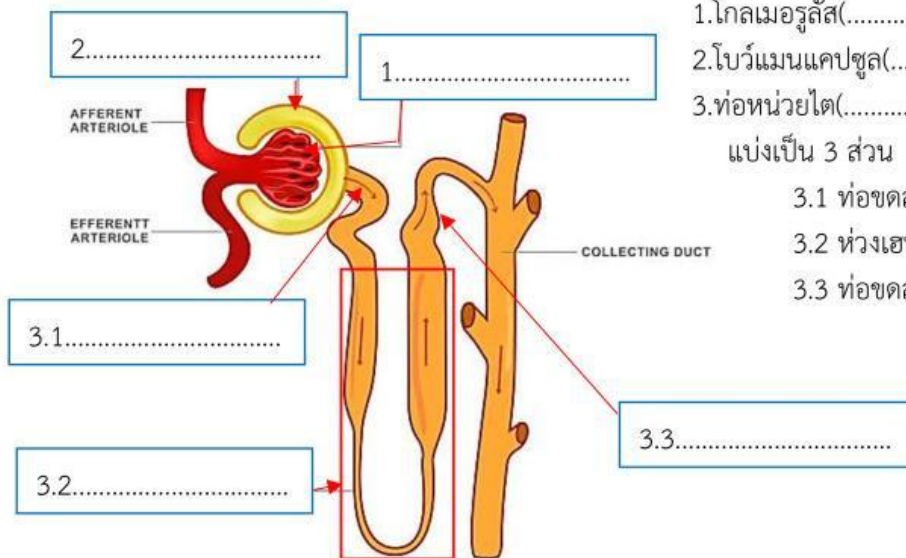
ไต(kidney) แต่ละข้าง ภายใน ประกอบด้วย หน่วยเล็กๆที่ทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด  
ประมาณ .....หน่วย แต่ละหน่วย เรียกว่า .....หน่วยไต(.....)

หน่วยไต(Nephron) 1 หน่วย ประกอบด้วย 3 ส่วน

- 1.โกลเมอรูลัส(.....)
- 2.โบว์แมนแคปซูล(.....)
- 3.ท่อหน่วยไต(.....)

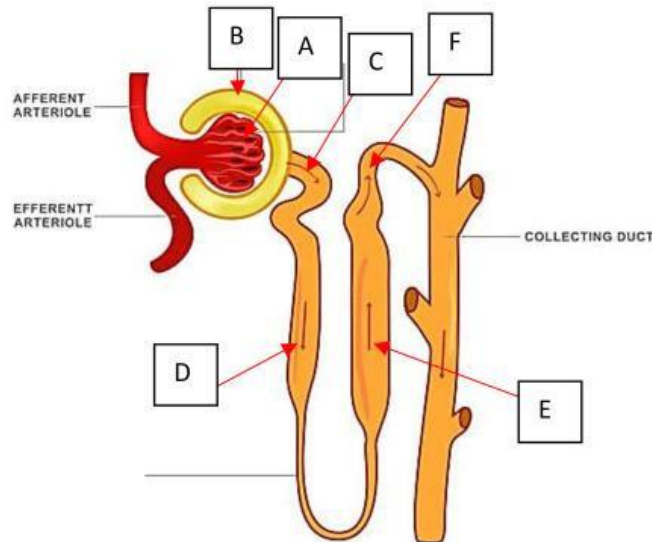
แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- 3.1 ท่อขดส่วนต้น(.....)
- 3.2 ท่วงเฮนเล (.....)
- 3.3 ท่อขดส่วนปลาย(.....)



### 3.การทำงานของ หน่วยไต(nephron)

หน่วยไต(nephron) ทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือด โดยผ่านกลไก.....(urine formation) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ



1. **การกรอง(.....)** เป็นการ กรองของเสียจากกระบวนการ metabolism ออกจากเลือด ซึ่งส่วนใหญ่เกิดที่บริเวณ โกลเมอรูลัส(..... ) (บริเวณ A) และ ผนังโบว์แมนแคปซูล (Bowman capsule) (บริเวณ B) ช่วยกรองอีกชั้นหนึ่ง โดยอาศัย แรงดันเลือด(blood pressure) เข้าร่วม โดยหลอดเลือดนำเลือดเข้าโกลเมอรูลัส(afferent arteriole) มีขนาดใหญ่กว่า หลอดเลือดนำเลือดออกจากโกลเมอรูลัส(efferent arteriole) ที่มีขนาดเล็ก จึงเกิดแรงดันเลือดในโกลเมอรูลัส ดันให้สารที่มีขนาดเล็กกรองผ่านผนังโกลเมอรูลัส และผนังโบว์แมนแคปซูล ละล่ำเลียงไปยังท่อขดส่วนต้นต่อไป **ของเหลวที่ผ่านการกรอง** จะเรียก **filtrate** ใน 1 วัน จะมี **ของเหลวที่ผ่านการกรอง**.....ลิตร
  2. **การดูดกลับ(.....)** เป็นการ ดูดกลับสารที่เป็นประโยชน์ กลับคืนเข้าสู่หลอดเลือดเกิดที่บริเวณ ท่อหน่วยไต(.....) ทั้ง 3 ส่วน ดังนี้
    - 2.1ท่อขดส่วนต้น(Proximal convolute tubule ) ดูดกลับสารมากที่สุด เช่น กลูโคส กรดอะมิโน  $K^+$   $Na^+$   $Cl^-$   $HCO_3^-$   $H_2O$
    - 2.2ท่วงเฮนเล(loop of Henle) (บริเวณ D และ E)
      - ขาวกลง ↓ (บริเวณ D) ดูด ..... กลับคืนสู่ร่างกาย
      - ขาวกขึ้น ↑ (บริเวณ E) ดูด ..... กลับคืนสู่ร่างกาย
    - 2.3ท่อขดส่วนท้าย (Distal convolute tubule) (บริเวณ F) ดูดกลับสารกลับคืนสู่ร่างกาย เช่น  $Na^+$   $Cl^-$   $HCO_3^-$   $H_2O$
- \*\*\* ใน 1 วัน จะมี การดูดกลับสาร ประมาณ .....178.5.....ลิตร
3. **การหลั่ง (.....)** เป็นการลำเลียงสารจากหลอดเลือดฝอย กลับสู่ท่อหน่วยไต พบที่บริเวณ **ท่อขดส่วนต้น(Proximal convolute tubule)** (บริเวณ C) และ **ท่อขดส่วนท้าย(Distal convolute tubule)** (บริเวณ F) สารที่หลั่งเข้าสู่ท่อหน่วยไต ได้แก่

ตารางแสดงสารที่พบในน้ำเลือด(พลาสมา) ของเหลวที่กรองได้ และ ในปัสสาวะ ของมนุษย์

| สาร                         | พลาสมา      | ของเหลว<br>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 (11<sup>th</sup> ed). New York: McGraw-Hill Education, Inc.

\* อาจพบโปรตีนน้อยมาก ซึ่งในตารางจะให้ค่าเป็น 0

\*\* ครีเอตินีน(creatinine) คือ สารที่เกิดจากเมแทบอลิซึมของเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของไต

### จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารใดที่พบในปัสสาวะ ที่มีความเข้มข้นสูงกว่า ที่พบในของเหลวที่ผ่านการกรอง(filtrate)

ตอบ .....

2. ถ้ามั่น Glomerulus และ โบว์แมนแคปซูล(Bowman capsule) ถูกทำลาย หรือฉีกขาด จะพบสารใดในปัสสาวะ ซึ่งปกติไม่ควรพบในปัสสาวะ ตอบ.....

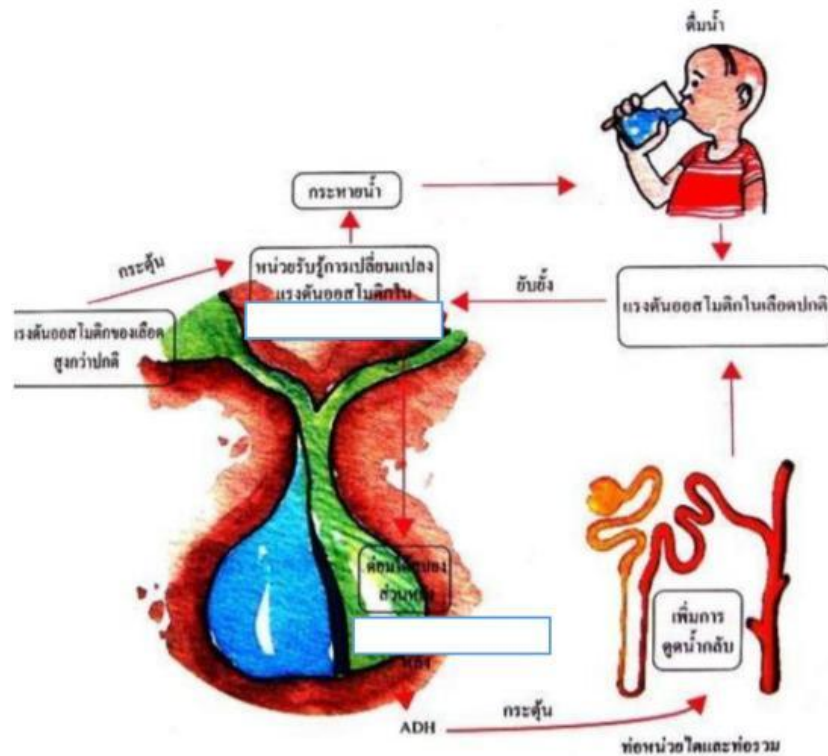
3. ครีเอตินีน(creatinine) คือ .....

4. สารใดที่มีการดูดกลับ 100% ตอบ.....

## ไต่กับการรักษาคุณภาพของน้ำ และสารต่างๆในร่างกาย

### การรักษาคุณภาพของน้ำ

การรักษาคุณภาพของน้ำ ถูกควบคุมโดยสมองส่วน ไฮโปทาลามัส (.....) ซึ่งควบคุมการหลั่ง ฮอร์โมน..... ( antidiuretic hormone :ADH) จากต่อมใต้สมองส่วนหลัง (posterior pituitary gland) ซึ่งจะไปมีผลต่อการดูดน้ำกลับ ที่ *ท่อขดส่วนปลาย(Distal convolute tubule)* และ *ท่อรวม(collecting duct)*



### การรักษาคุณภาพของกรด-เบส ในเลือด

ปกติเลือด มี pH ประมาณ ..... การรักษาคุณภาพ pH โดยไต(kidney) โดยการหลั่งสาร ไฮโดรเจนไอออน( $H^+$ ) ที่บริเวณ *ท่อขดส่วนต้น* (.....) และ *ท่อขดส่วนท้าย*(.....)

### ความผิดปกติของระบบขับถ่าย

#### 1.โรคนิ่วในไต(kidney stone)

สาเหตุเกิดจาก.....

อาการ .....

#### 2.ภาวะไตวายเฉียบพลัน

สาเหตุเกิดจาก.....

อาการ .....

#### 3.โรคไตเรื้อรัง

สาเหตุเกิดจาก.....

อาการ .....