

6강

# 영양소의 배설

김유용 교수

## 목차

- ① 노폐물
- ② 배설계
- ③ 오줌 생성 과정



01

# 노폐물

### ➤ 노폐물 생성

#### ■ 영양소가 세포 호흡으로 분해되면 노폐물 생성

- 예)  $C_6H_{12}O_6$ (포도당) +  $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

영양소	구성 원소	생성되는 노폐물
탄수화물, 지방	탄소(C), 수소(H), 산소(O)	이산화탄소( $CO_2$ ), 물( $H_2O$ )
단백질	탄소(C), 수소(H), 산소(O), 질소(N)	이산화탄소( $CO_2$ ), 물( $H_2O$ ), 암모니아( $NH_3$ )

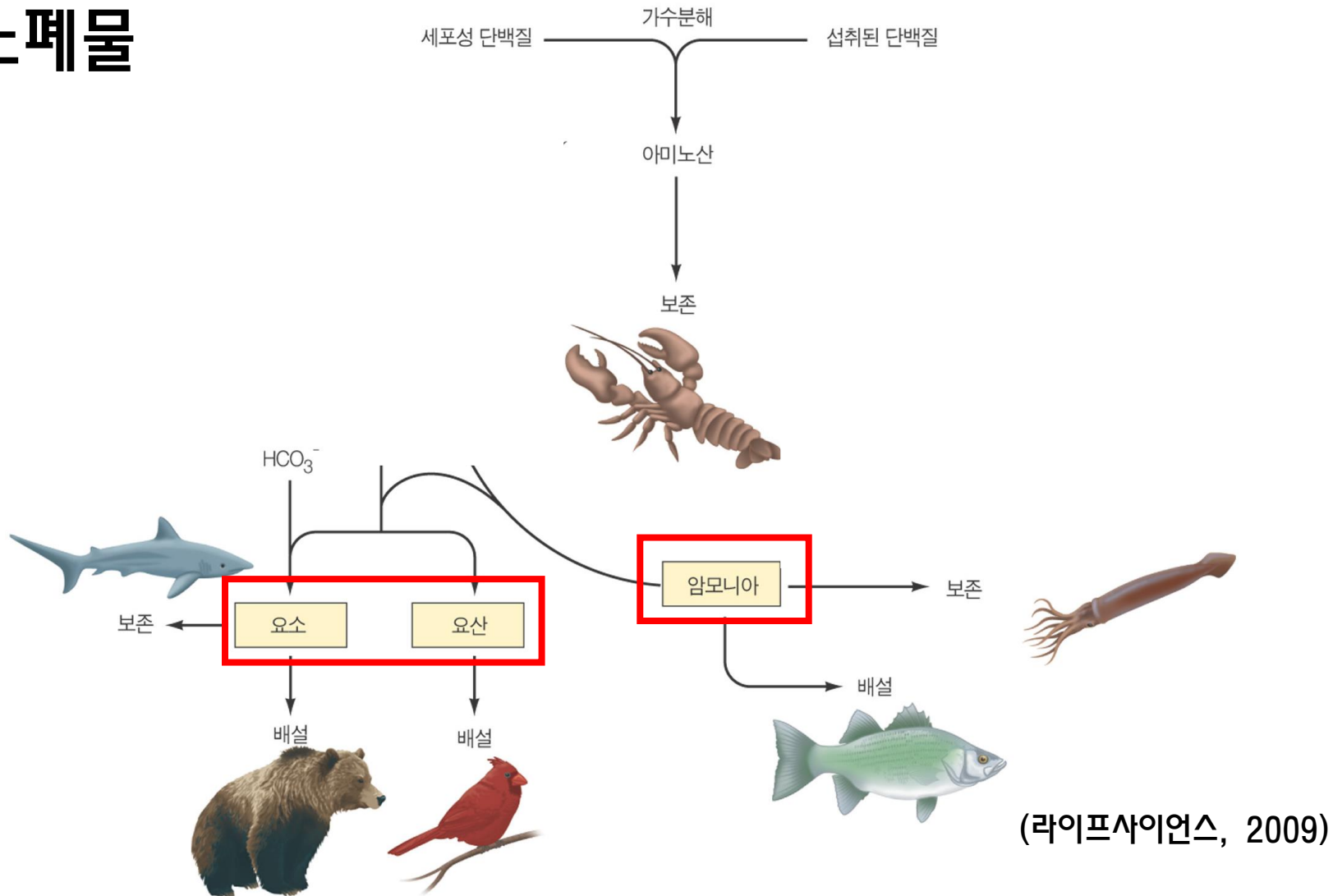
- 공통 노폐물은 이산화탄소, 물
- 단백질은 포함된 질소로 인하여, 노폐물로 암모니아가 추가됨

### ▶ 노폐물 배설

- 혈액을 통해 배설계 또는 호흡계로 노폐물을 배출
  - 이산화탄소 : 폐에서 숨을 내쉴 때 (날숨)으로 나감
  - 물(수분) : 콩팥에서 오줌으로, 폐에서 날숨으로 나감
  - 암모니아 : 독성이 있어 체내에 축적되면 세포에 손상
    - ➔ 간에서 요소(포유류), 요산(조류) 등으로 전환
    - ➔ 신장(콩팥)에서 오줌으로 나감



### ▶ 질소 노폐물



- 요소 (Urea,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ )
  - 대부분의 양서류 성체, 포유류의 주된 질소 노폐물
  - 요소 한 분자 당, 질소 2개 제거
  - 암모니아보다 10~100배 독성 약함
- 요산 (Uric acid,  $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3$ )
  - 새와 대부분의 파충류의 주된 배설형태, 불용성이 특징
  - 요산 한 분자 당, 질소 4개 제거
  - 요소보다 독성 약하지만, 생산에 더 많은 에너지 필요
  - 사람에서 과도한 요산은 통풍, 신장결석을 일으킴



02

# 배설계



# 배설계 (Excretory system)

## 2. 배설계

- 체내에서 흡수되지 않은 고형분은 대변을 통해 배설  
→ 위-십이지장-공장-회장-대장-항문으로 (대변, 똥)
- 체내에서 소화, 흡수된 물질들은 수분과 함께 배설  
→ 신장을 통해 최종적으로 체외로 배설 (소변, 오줌)

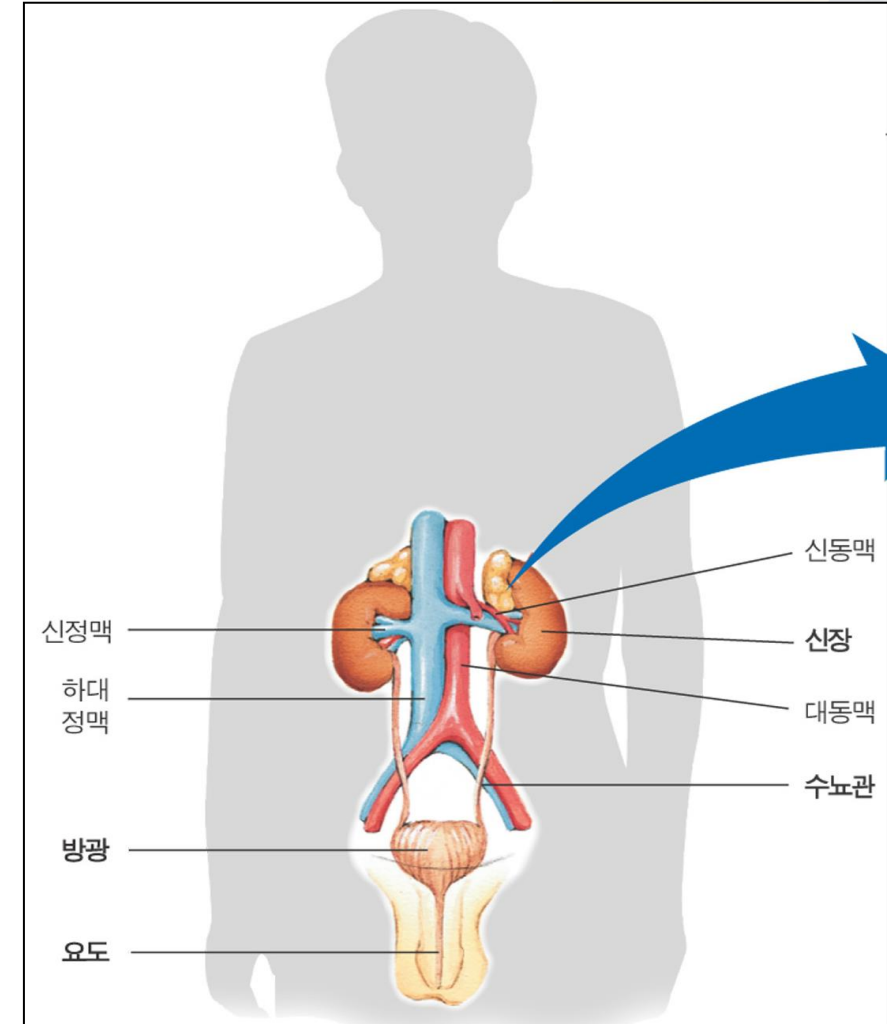


# 배설계 (Excretory system)

## 2. 배설계

### ➤ 배설계

- 오줌 생성기관인 신장에서 오줌을 몸 밖으로 배출하는 구조
- 신장, 수뇨관, 방광, 요도로 구성
- 신장 네프론에서 오줌 생성  
→ 수뇨관 → 방광 → 요도  
→ 몸 밖으로 배출



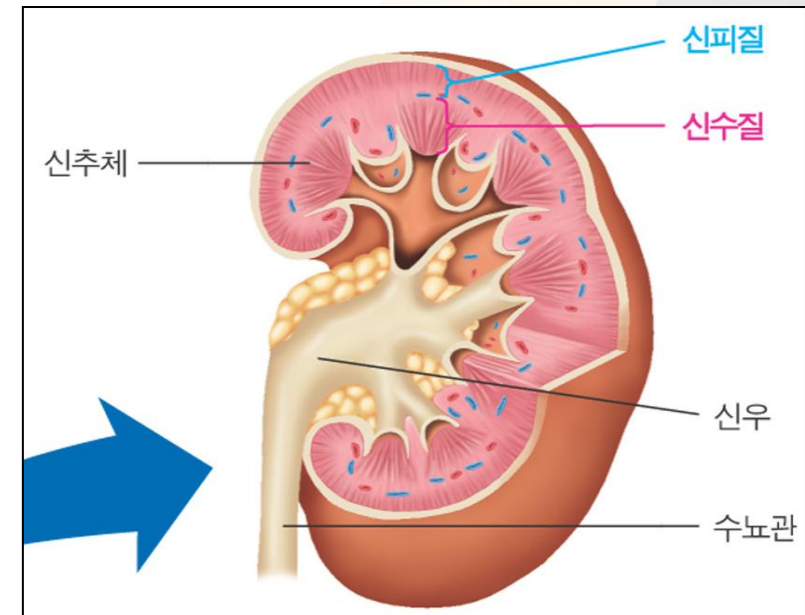
(라이프사이언스, 2009)

# 배설계 (Excretory system)

## 2. 배설계

### ➤ 신장 (Kidney)

- 포유류의 신장은 한 쌍의 강낭콩 모양
- 척추 양쪽으로 복강 하부 등 쪽에 위치
- 혈액 속의 노폐물을 걸러 오줌 생성
- 세 부분으로 나뉨  
- 신피질, 신수질, 신우(수뇨관 이전 오줌 잠시 보관)
- 약 100만개의 네프론이 묶여서 신장 구성  
- 네프론 : 오줌 생성하는 기본 단위



(라이프사이언스, 2009)

# 배설계 (Excretory system)

## 2. 배설계

### ▶ 네프론 (Nephron)

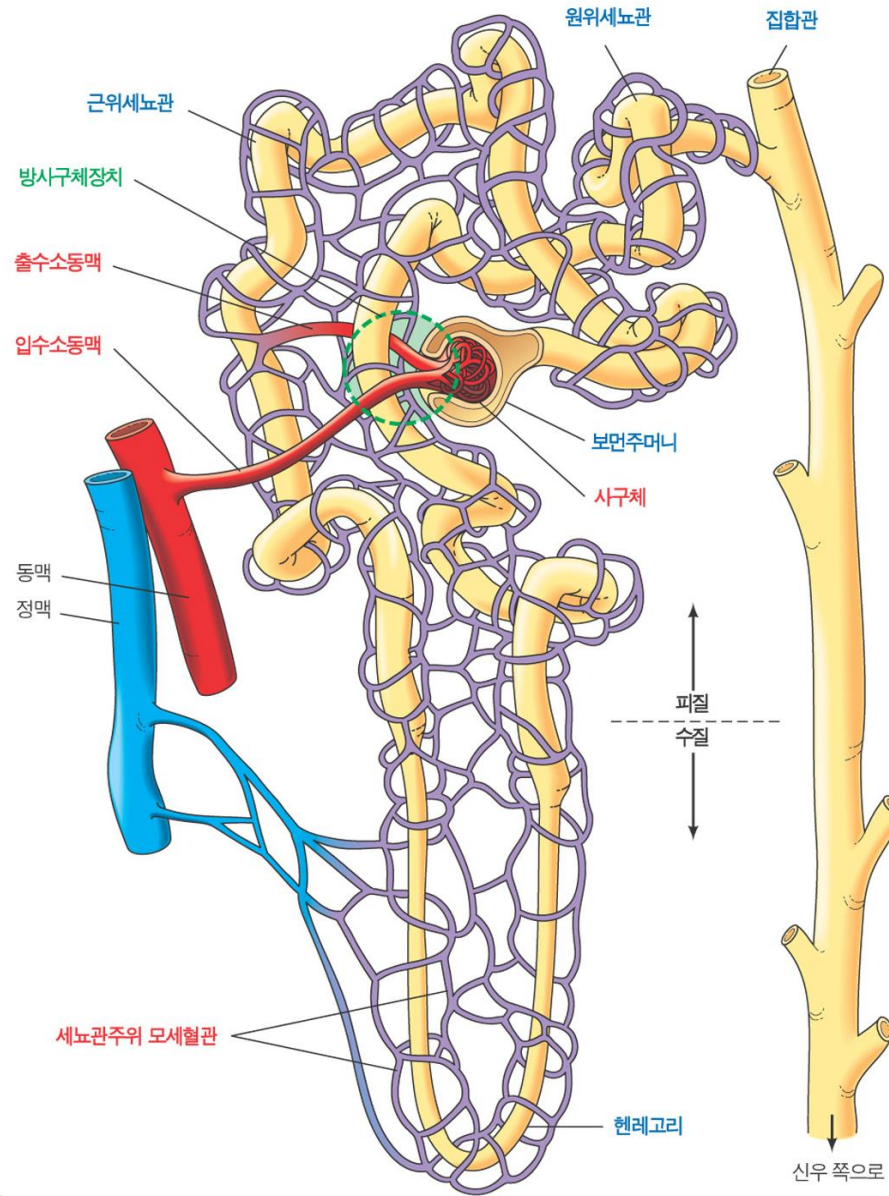
- 신장의 기본적 기능을 발휘하는 기능적 단위
- **신피질 (cortex), 신수질 (medulla)에 위치**
- 사구체, 보먼주머니, 세뇨관으로 구성
  - ➔ 사구체: 모세혈관이 공처럼 뭉쳐있음 ➔ 용액의 여과 일어남
  - ➔ 보먼주머니: 사구체를 둘러싼 주머니 ➔ 여과된 용액이 모임
  - ➔ **헨레고리는 수질과 피질을 넘나들면서 세뇨관에 연결됨**
  - ➔ 세뇨관: 보먼주머니와 연결된 관 ➔ 집합관으로 연결



# 배설계 (Excretory system)

## 2. 배설계

### ▶ 네프론



#### 혈관성분

- **입수소동맥** - 혈액을 사구체로 운반
- **사구체** - 단백질이 없는 혈장을 세뇨관으로 여과하는 모세혈관 다발
- **출수소동맥** - 사구체로부터 혈액을 운반
- **세뇨관주위 모세혈관** - 신장 조직에 공급된다; 세뇨관 내강의 용액과 교환에 관여

#### 복합적인 혈관/세뇨관성분

- **방사구체장치** - 신장 기능 조절에 관여하는 물질 생성

#### 세뇨관성분

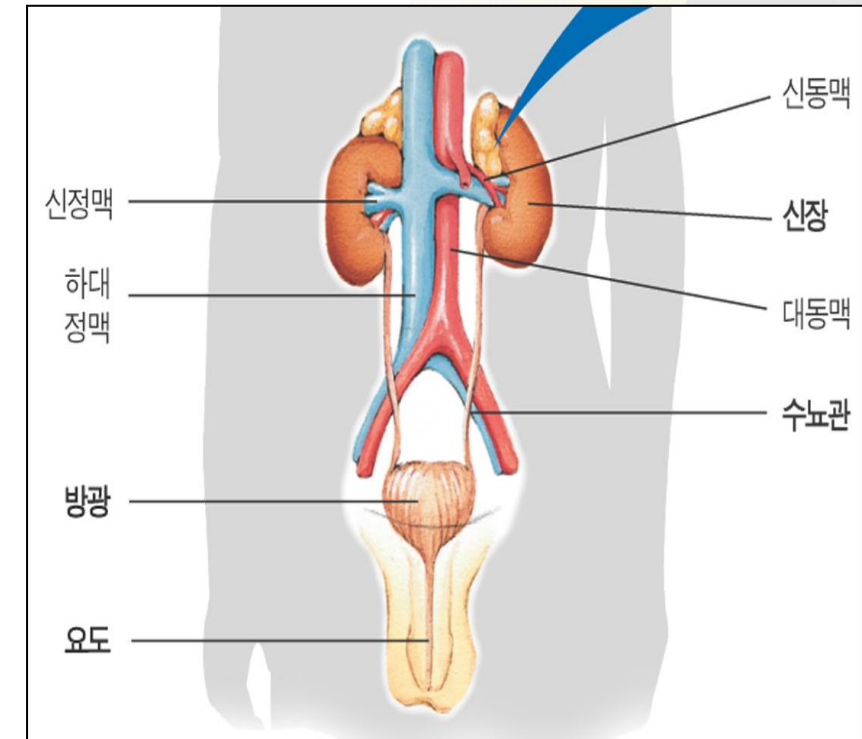
- **보먼주머니** - 사구체 여과액을 모음
- **근위세뇨관** - 특정물질의 자유로운 재흡수와 분비가 일어남
- **헨레고리** - 신수질에서 삼투 기울기를 형성함. 다양한 농도의 요 생성을 위한 신장 기능에 중요
- **원위세뇨관과 집합관** - 가변적이고 조절 가능한  $\text{Na}^+$ 와  $\text{H}_2\text{O}$ 의 재흡수와  $\text{K}^+$ 와  $\text{H}^+$ 의 분비 장소. 집합관을 떠난 오줌은 신우로 들어감

(라이프사이언스, 2009)

# 배설계 (Excretory system)

## 2. 배설계

- 수뇨관
  - 신장과 방광 연결하는 2개의 관
- 방광
  - 일시적으로 오줌을 저장하는 공간
  - 배뇨 척수반사와 의지적 조절로 방뇨 조절
- 요도
  - 방광에 모인 오줌이 밖으로 나가는 통로



(라이프사이언스, 2009)



03

# 오줌의 생성 과정

# 오줌의 생성 (Urine production)

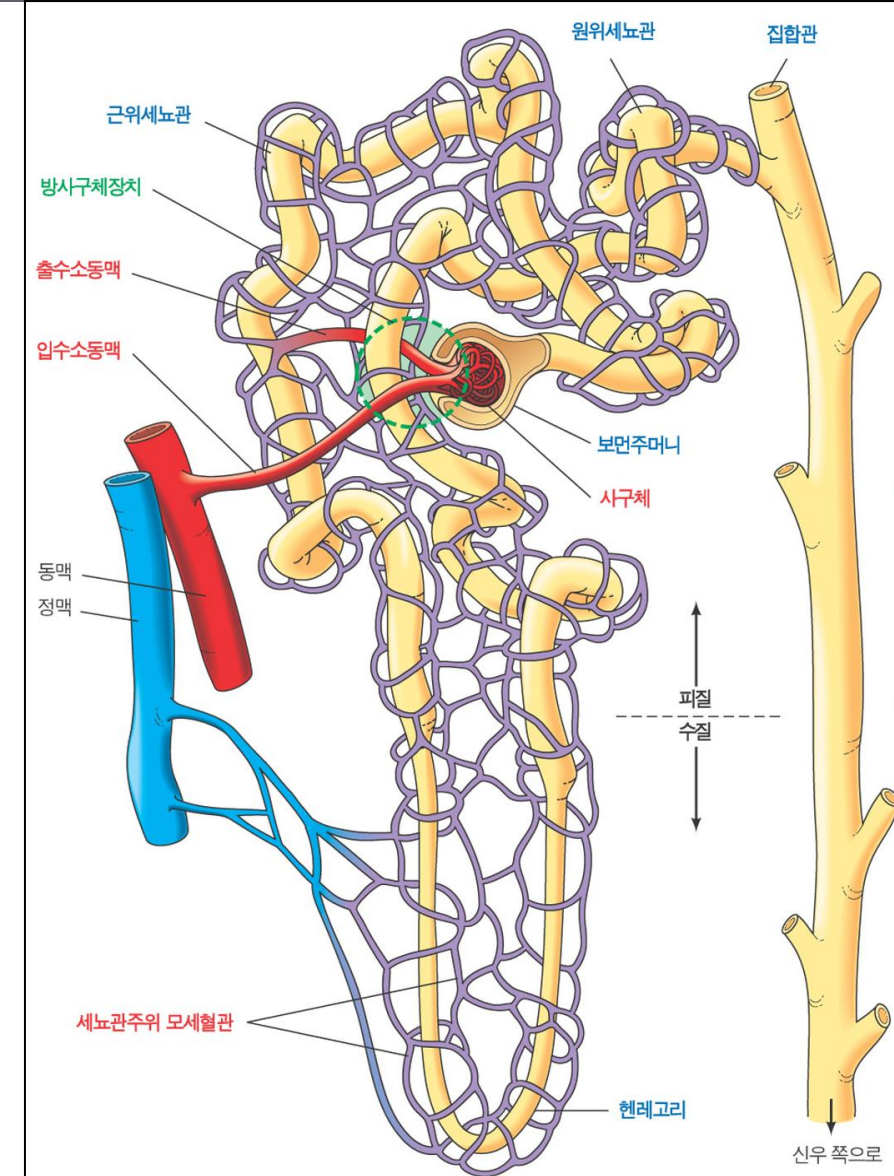
## 3. 오줌 생성 과정

### ▶ 오줌의 생성 과정

#### ■ 네프론에서 4가지 단계로 오줌 생성

##### - 사구체 여과

- **세뇨관 재흡수**: 몸에서 필요한 성분은 재흡수
- **세뇨관 분비**: 외부로 배설되는 물질들 ( $H^+$ ,  $K^+$ )
- **삼투농축**: 체내 수분의 상태와  
바소프레신 호르몬에 의해 농축이 결정



(라이프사이언스, 2009)



### ▶ 사구체 여과

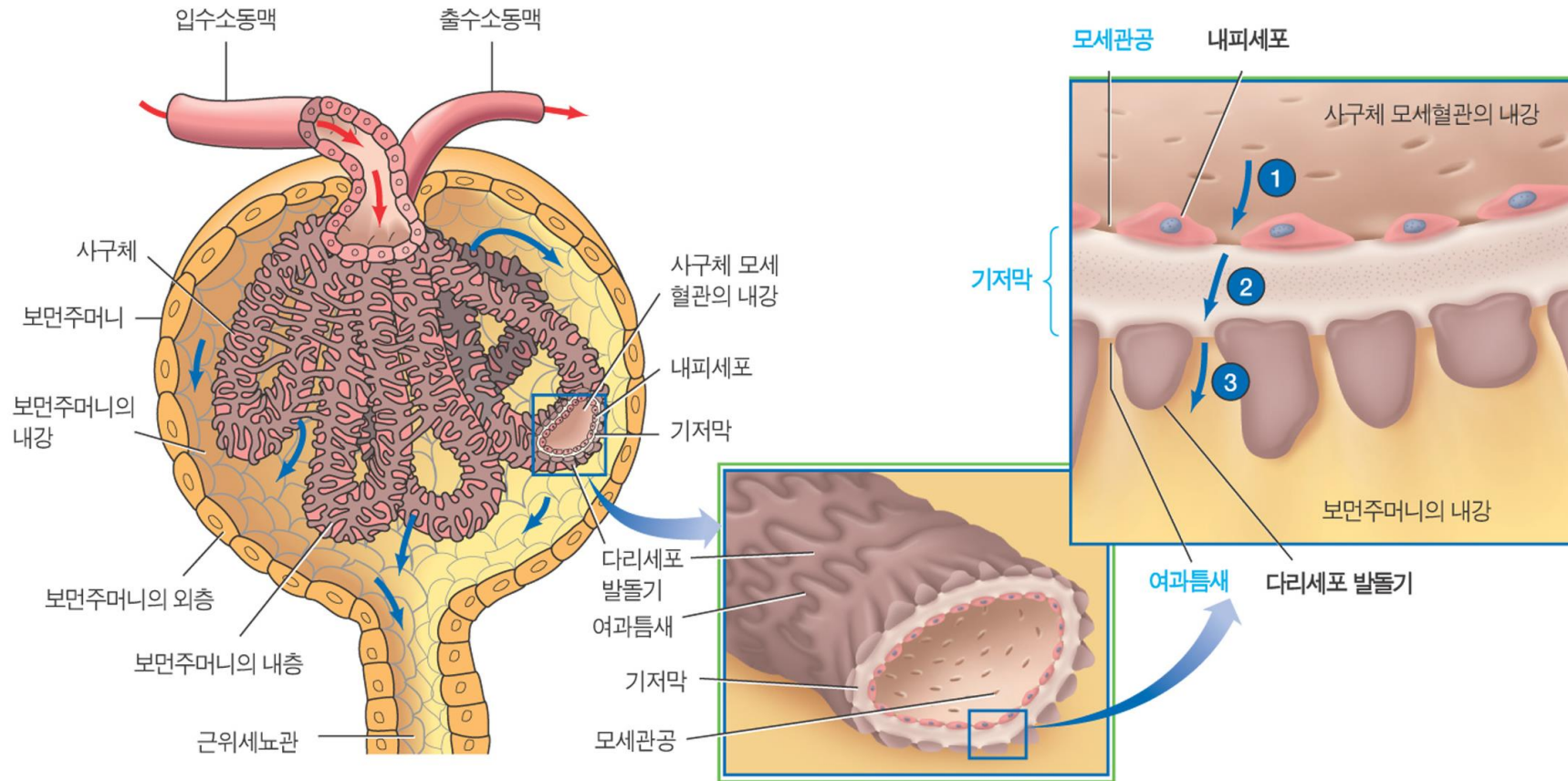
- 혈액이 사구체로 흘러가면  
→ 혈압에 의해 혈장(단백질 제외)이 보먼주머니로 이동
- 작은 물질(물, 요소, 포도당, 아미노산, 무기염류 )은 여과 가능  
→ 이 과정은 비선택적으로 여과됨
- 크기 큰 물질(혈구, 단백질)은 여과가 안됨
- 사구체 모세혈관의 높은 투과성으로 여과가 가능



# 오줌의 생성 (Urine production)

## 3. 오줌 생성 과정

### ▶ 사구체 여과



(라이프사이언스, 2009)

### ➤ 세뇨관 재흡수

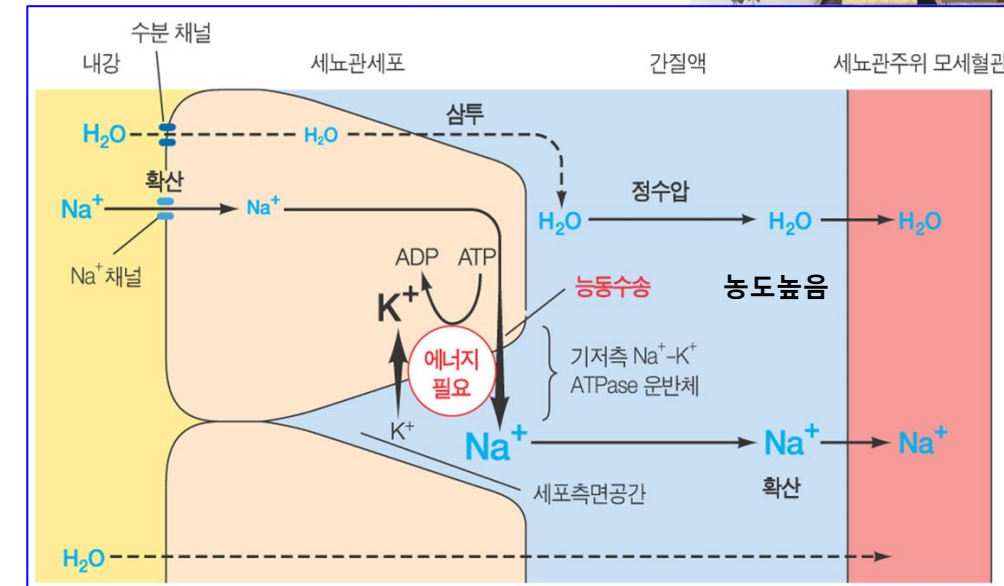
- **몸에 필요한 물질은 세뇨관 주위 모세혈관으로 되돌아감**
  - 포도당, 아미노산 : 100% 재흡수 / 물, 무기염류 : 90% 재흡수
- 에너지를 사용하는 선택적 이동
- 재흡수 된 물질은 정맥을 통해 심장으로 가서 재순환
- 재흡수되기 위해서는 5개의 장벽을 통과해야 함 (다음 ppt)



# 세뇨관의 재흡수(Reabsorption)

## 3. 오줌 생성 과정

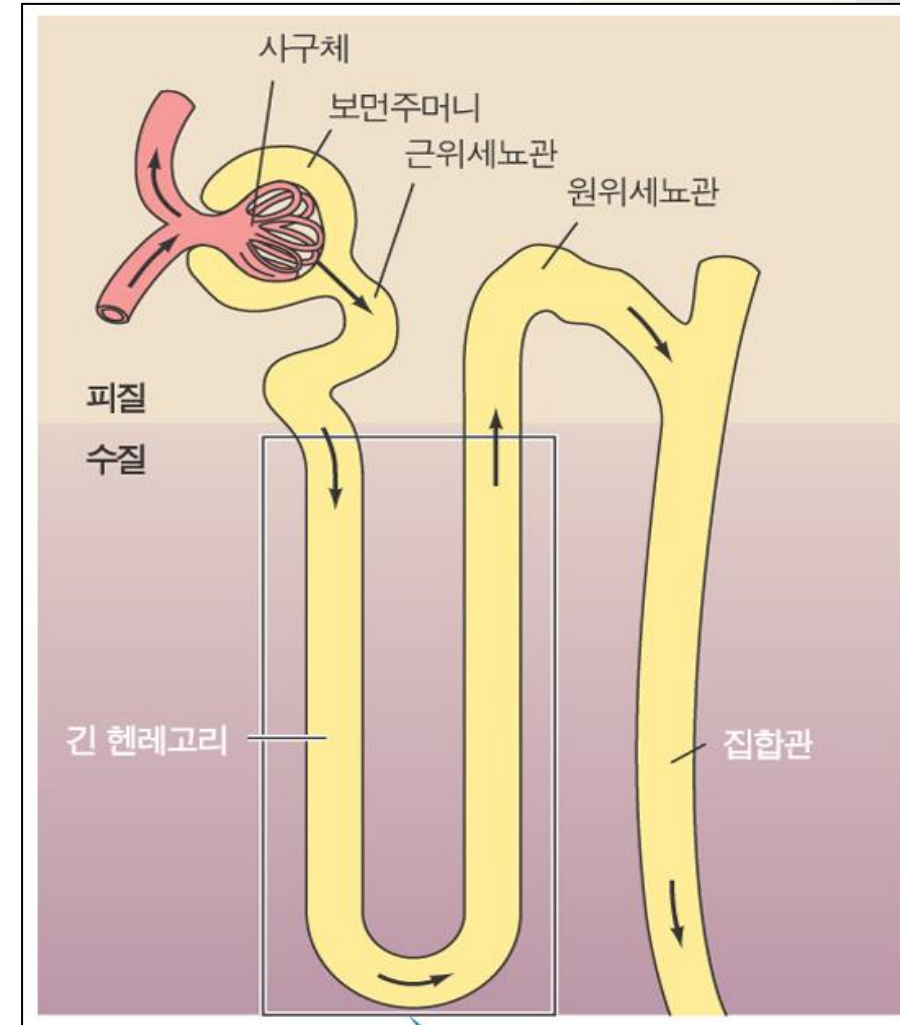
- 세포와 큰 단백질을 제외한 혈장성분들은 사구체에서 여과됨  
→ 노폐물 뿐만 아니라 영양소, 전해질 등이 포함됨
- 사구체에서 여과되는 양은 몸에 존재하는 양보다 더 많이 여과  
→ 근위세뇨관에서 재흡수  
→  $\text{Na}^+(\text{Cl}^-)$ 이 세뇨관 상피세포에서  $\text{K}^+$ 와 교환 (Na-K pump, ATP사용)  
→  $\text{Na}^+$ 이 간질액에서 확산으로 세뇨관 주위의 모세혈관으로 이동하면 삼투압에 의해 수분도 모세혈관으로 이동



(라이프사이언스, 2009)

### ▶ 삼투농축 (Osmatic concentration)

- **헨레고리, 집합관에서 일어남**
  - 헨레고리에서 염화나트륨, 요소 농도가 높아지면 세포외액의 농도도 높아짐
- 이로 인해 신장에 필요한 수분을 회수하여 오줌을 농축시킴
- 요소 재순환으로 요소도 농축됨
- 조류와 포유류의 네프론에서만 발생



(라이프사이언스, 2009)

### ▶ 오줌 생성 결과

- 배설경로: 신동맥 → 사구체 → 보먼주머니 → 세뇨관  
→ 신우 → 수뇨관 → 방광 → 요도 → 체외로 배출
- **단백질 : 오줌에 없음**  
→ 분자량이 커서 여과되지 않음
- **포도당, 아미노산 : 여과액에는 있지만, 오줌에는 없음**  
→ 여과된 뒤 전부 재흡수됨, 발견된다면 질병 (심한 당뇨)
- **요소, 요산 : 여과액보다 오줌에서 농도가 높아짐**  
→ 대부분의 물이 재흡수 되면서 농축됨





- 신장(kidney)의 이상
  - 사구체 여과에 문제 발생 시
    - ➔ 배설된 오줌에서 단백질 검출 가능
  - 세뇨관 재흡수에 문제 발생 시
    - ➔ 배설된 오줌에서 포도당, 아미노산 검출 가능



# 정리하기

## ➤ 노폐물

- 체내에서 발생하는 노폐물은  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$
- 조류들은 질소(N)가 요산(uric acid) 형태로 배출
- 포유동물들은 질소 (N) 가 요소(urea) 형태로 배출

## ■ 배설계

- 네프론은 오줌을 생성하는 기본단위
- 사구체, 보먼주머니, 세뇨관, 헨레고리
- 세뇨관에서는 몸에 필요한 물질들을 재흡수 (포도당, 아미노산)
- 신장(kidney)의 이상은 사구체여과, 세뇨관 재흡수에 문제



## 7강

# 체온의 조절