

2.

$$\text{피의 법칙} : Q = D \cdot A \cdot \frac{\Delta C}{L}$$

Q : 기체가 호흡 경계면을 통해 확산되는 속도

D : 확산 계수.

확산 물질, 매질, 온도 등의 영향을 받음

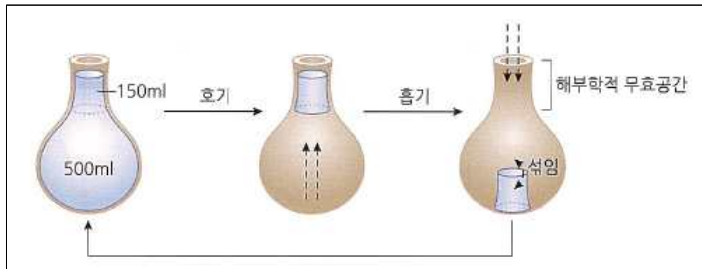
A : 표면적을 넓히도록 고도로 접히거나 펼쳐진 구조

$\Delta C$  : 기체의 농도 기울기

L : 기체 교환이 잘 일어날 수 있는 단층 편평

상피의 얇은 호흡 경계면

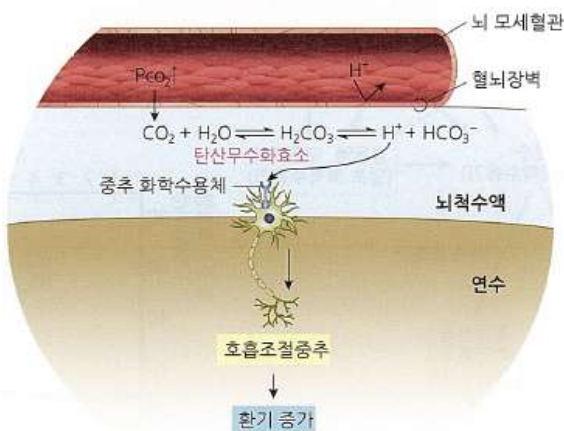
④ 어류의 아가미는 산소를 포함하고 있는 물이 들어오는 입구와 물이 빠져나가는 출구가 따로 존재한다. 따라서 계속적으로 신선한 호흡 매체를 제공할 수 있어 C1이 극대화되어 있다. 하지만, 사람의 폐는 공기가 들어오는 입구와 나가는 출구가 같다. 따라서 계속적으로 신선한 호흡 매체를 제공할 수 없기 때문에 C1이 극대화되지 못한다.



8.

(i) 중추 화학 수용기

- 연수에 위치함
- 동맥의  $P_{CO_2}$ 에 의해 발생한  $H^+$  농도 변화를 인식함



(ii) 말초 화학 수용기

- 경동맥체, 대동맥체에 위치함
- 동맥혈의  $P_{O_2}$ ,  $P_{CO_2}$ 와 산성 물질들에 의해 발생한  $H^+$  농도 변화를 인식함

19.

⑤ 해당 과정에서 발생하는 pyruvate는 산소가 풍부한 조건에서는 TCA cycle로 들어가서  $CO_2$ 가 되고, 적혈구 내에서는 젖산 발효를 거쳐 젖산이 된다.

21.

협동성(Cooperativity) :  $O_2$

음성 알로스테리 :  $2,3-BPG \Rightarrow O_2 \downarrow$  시 합성됨

$H^+ \uparrow$  (보어 효과)  $\Rightarrow CO_2 \uparrow$ , 대사물질(젖산, 케톤체)  $\uparrow$  시 생김

온도  $\uparrow$  :  $O_2$ 와 헤모글로빈의 결합력이 낮아짐

보어 효과(Bohr effect)

•  $H^+$ 이 헤모글로빈의 산소 결합력에 미치는 효과

• 높은 농도의  $H^+$ 는 헤모글로빈의 산소 결합력을 낮추지만, 낮은 농도의  $H^+$ 는 산소 결합력을 높임

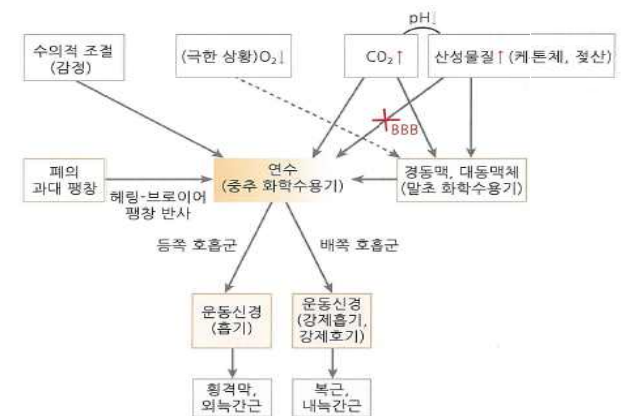
• 후기 :  $P_{O_2} \downarrow \rightarrow$  신장이 인식함  $\rightarrow$  EPO 분비  $\uparrow \rightarrow$  적혈구 수  $\uparrow$

적혈구 내  $2,3-BPG \uparrow \rightarrow$  조직으로  $O_2$  해리  $\uparrow$

모세혈관 수  $\uparrow$

미토콘드리아 수  $\uparrow$  (조직으로 확산되는 산소와 더 잘 결합하기 위해)

신장의 산 배설  $\downarrow$  (과호흡 때문에  $P_{CO_2}$ 가 감소해서 호흡 알칼리증이 생긴 것을 보상하기 위해)



흡기

• 골격근인 횡격막과 외늑간근이 수축하면, 흉강이 확장해 음압이 발생해서 폐포가 확장하고 공기가 유입됨

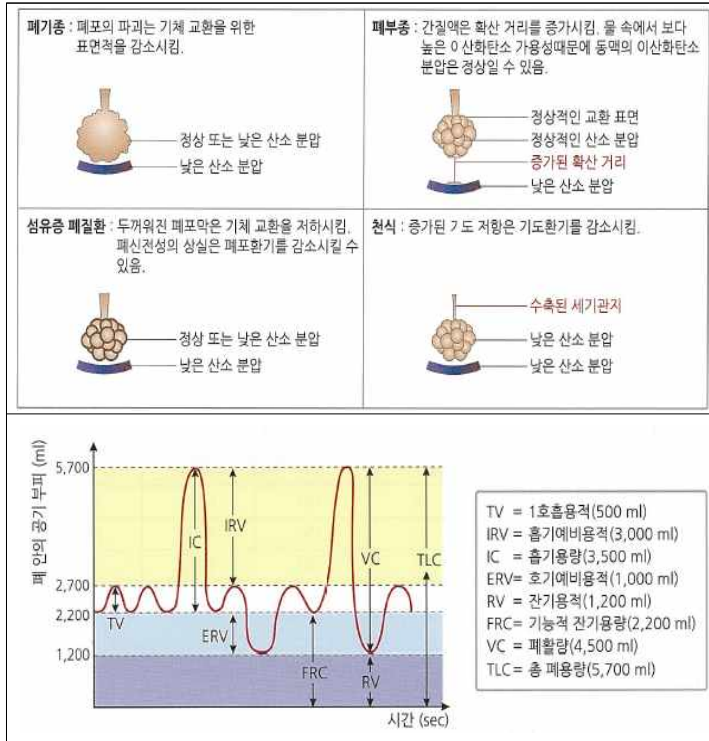
$O_2$  결합력 :  $\alpha_2 \beta_2 = \alpha_2 \gamma_2$

$2,3-BPG$  결합력 :  $\alpha_2 \beta_2 > \alpha_2 \gamma_2$

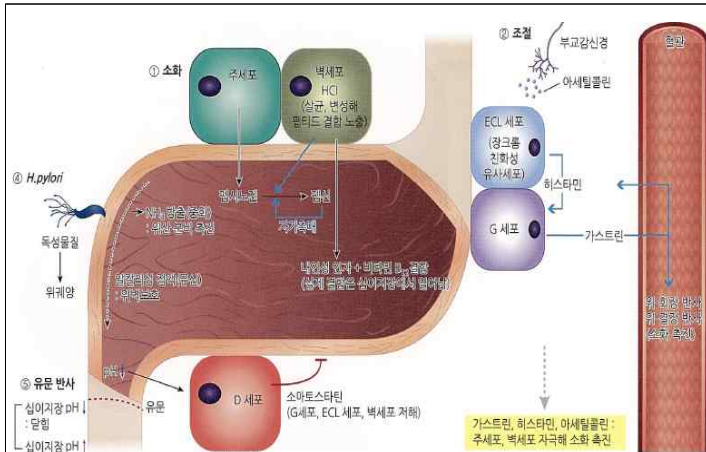
27.

- ② 호흡 조절 중추인 연수에는 혈액 내 산소 농도를 감지하는 수용기가 없다. 혈액 내 산소 농도를 감지하는 수용기는 경동맥체와 대동맥체에만 있다.

29.



5.



ㄱ) 주세포

- 효소원(Zymogen) 상태인 펩시노젠을 분비함
  - 염산이 펩시노젠을 펩신으로 활성화 하면, 펩신이 자가촉매 작용으로 더 많은 펩신을 생성함

ㄴ) 벽세포

- 위 내강으로 염산을 분비함
  - 펩시노젠을 펩신으로 활성화하고, 펩신이 작용할 수 있는 산성 환경을 조성함
  - 큰 음식물 덩어리를 잘게 부수고, 단백질을 변형해 펩티드 결합을 노출시켜서 소화 효소들이 작용할 수 있게 함
  - 강산으로 살균 효과를 나타냄
- 내인성 인자를 분비
  - 음식물 속의 비타민 B<sub>12</sub>와 결합해 소장의 말단 부위인 회장에서 수용체 매개 엔도시토시스로 흡수됨
  - 내인성 인자가 결핍되면 악성 빈혈이 생김

ㄷ) 장크롬 친화성 유사세포(Enterochromaffin-like cell, ECL cell)

- 히스타민을 분비함
  - 파라크린으로 주변의 벽세포에 작용해서 염산의 분비를 촉진함

ㄹ) G 세포

- 혈액으로 가스트린을 분비함
  - 벽세포와 주세포를 자극해서 염산 분비를 촉진함

ㅁ) D 세포

- 소마토스타틴을 분비함
  - 파라크린으로 주변의 G 세포, ECL 세포, 벽세포의 작용을 막아서 염산 분비를 억제함

17.

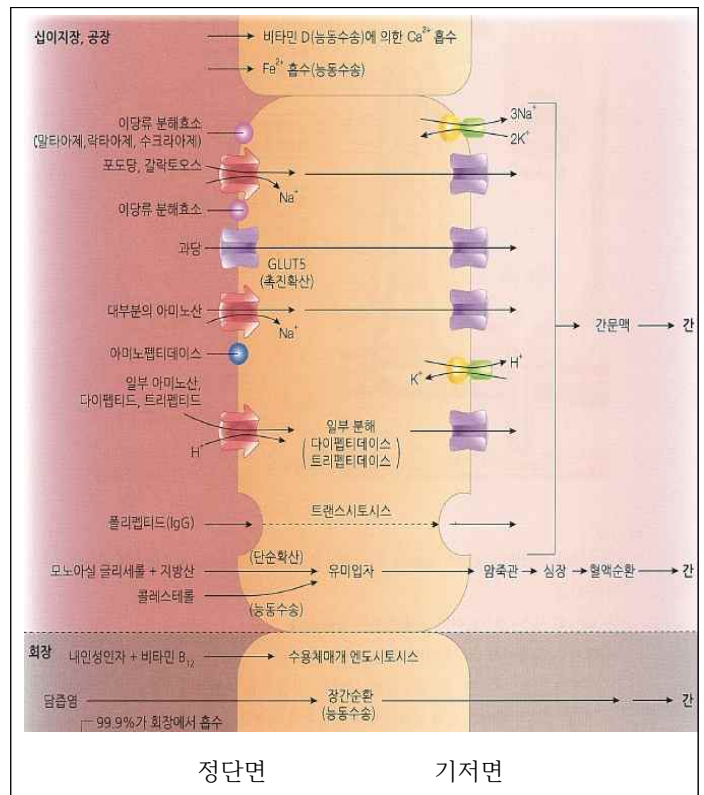
ㄴ. 십이지장, 공장에서 대부분의 물질 흡수가 일어남

Cholecystokinin(CCK), also called pancreozymin, is a peptide hormone discovered in the small intestine.

32.

④ 6시간 때에 간문맥의 혈당치가 최대인 것은 소장에서 포도당 흡수가 최대로 일어나서 흡수된 포도당이 간문맥을 통해 간으로 운반되고 있기 때문이다.

36.

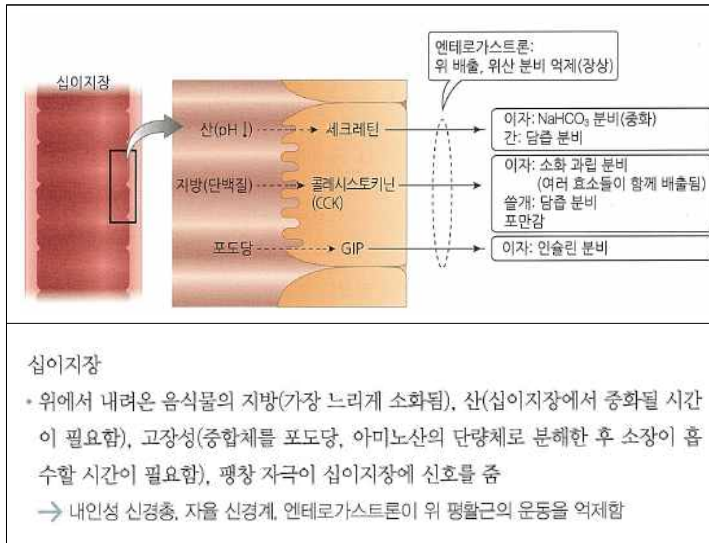


38.

● 간의 기능

- 탄수화물, 지질, 단백질들의 다양한 물질 대사를 수행함
- 약물 등 외부 물질들, 각종 노폐물들에 대한 해독작용(시토크롬 P-450)을 함
- 글리코겐, 지방, 철, 구리, 각종 비타민들을 저장함
- 비타민 D를 활성화 함
- 혈액 응고 인자들과 물질을 수송하는 각종 혈장 단백질을 합성함
- 콜레스테롤을 합성하고, 콜레스테롤을 담즙염으로 바뀌어서 배출함
- 세균과 오래된 적혈구를 파괴하고, 헴 구조를 대사해 빌리루빈을 생성함

39.





11.

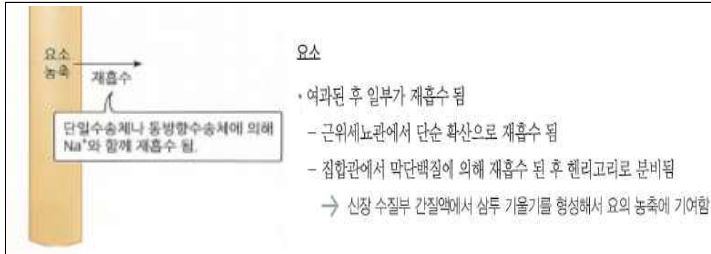
- 사구체 여과율(GFR) = 여과 상수( $K_f$ ) × 여과력  
( $K_f$ : 사구체 표면적 또는 사구체막의 투과성)
- 여과력 = 모세혈관 혈압 - 보우만 주머니 정수압 - 혈장 내 교질 삼투압
- 수입세동맥 반지름의 조절(주요 조절)
  - 확장: GFR ↑
  - 수축: GFR ↓
- 수출세동맥 반지름의 조절
  - 확장: GFR ↓
  - 수축: GFR ↑ (지나친 수축 시 GFR ↓)

$$\text{이눌린 청소율} = \frac{\text{이눌린 소변 배설율}}{\text{이눌린 혈장 내 농도}} = \text{사구체 여과율(GFR)}$$

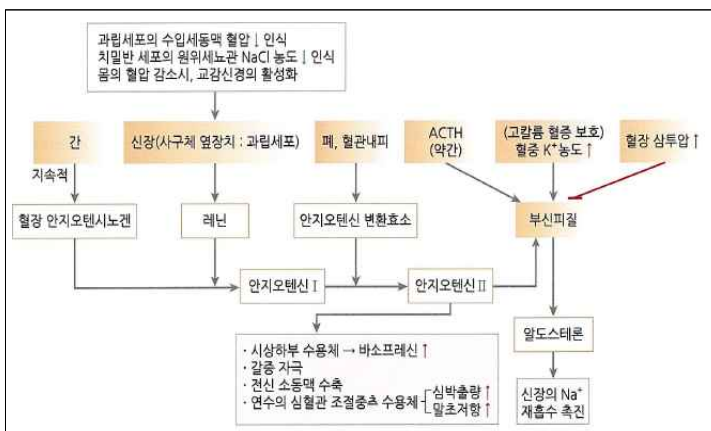
• 어떤 물질의 청소율 값: 여과 후 분비 > 여과만(이눌린: GFR) > 여과 후 재흡수

13.

④ 원위 세뇨관에서는 암모니아가 아니라 요소가 재흡수된다.



21.



RAAS(Renin-Angiotensin-Aldosterone system)

- 혈압 또는 삼투압 ↓ → 레닌 분비(사구체 역장치) → 안지오텐신 II(혈압 ↑)
- 알도스테론 → 신장 원위세뇨관의 Na<sup>+</sup> 재흡수 ↑(혈장 삼투압 ↑)

23.

③ 신장은 간의 요소 회로에 의해 생성된 요소를 배설하지만 혈장 단백질을 배설하지는 않는다. 혈장 단백질은 사구체에서 여과 자체가 거의 일어나지 않는다. 크기가 작은 단백질들은 여과될 수 있으나 대부분 근위 세뇨관에서 수용체 매개 엔도 시토시스로 재흡수되기 때문에 정상인 경우 단백질은 거의 배설되지 않는다.

24.

- 대동맥궁, 경동맥동의 압력 수용체가 몸 전체의 큰 혈압 변화를 감지함
  - 소변 배출량을 조절해서 총 체액량을 일정하게 유지함
    - ↳ 몸 전체 혈압 ↑ → 교감신경 ↓ → GFR ↑ (수입세동맥 확장) → 소변량 ↑
    - ↳ 몸 전체 혈압 ↓ → 교감신경 ↑ → GFR ↓ (수입세동맥 수축) → 소변량 ↓
- 바소프레신(항이뇨 호르몬, ADH)
- 혈장 삼투압 ↑ → 시상하부 삼투 수용기 인식 → 바소프레신 분비(뇌하수체 후엽)
  - 혈액량 ↓ → 좌심방 용적 수용기, 대동맥과 경동맥의 압력 수용기 인식
  - 시상하부 → 바소프레신 분비(뇌하수체 후엽)
  - ↳ 원위세뇨관, 집합관의 아쿠아포린 발현 ↑ → 물의 재흡수 ↑(혈장 삼투압 ↓, 혈압 ↑)
  - ↳ 소동맥 평활근 수축(혈압 ↑)

심방 나트륨 이뇨인자(Atrial natriuretic peptide, ANP)

- 혈압 또는 혈액량 ↑ → 좌심방 용적 ↑ → ANP 분비 → Na<sup>+</sup>, 물의 재흡수 억제 및 GFR ↑

25.

- 중심성 요붕증: 뇌하수체 후엽의 바소프레신 분비에 이상이 생긴
  - 신성 요붕증: 신장의 바소프레신 수용체 또는 바소프레신 신호 전달계에 이상이 생겨서 아쿠아포린 발현이 안 됨
- 1차 부신피질 부족증(에디슨 병)
- 자가 면역 질환으로 부신피질이 파괴됨
  - 알도스테론 분비 감소: 고칼륨 혈증(심장 박동 이상), 저나트륨 혈증(저혈압)
  - 코르티솔 분비 감소: 스트레스에 대한 반응 부족, 저혈당, POMC 유전자에서 ACTH가 과량으로 합성될 때 MSH도 함께 합성돼서 색소 침착을 일으킴

사구체 신염

- 자가 면역 반응 때문에 사구체의 기저막이 파괴되는 질환
- 혈장 단백질이 소변으로 과량 유출돼서 혈장 고질 삼투압이 감소하기 때문에 몸에 부종이 나타남

원위세뇨관과 집합관

- 타입 A 세포 : 혈액이 산증일 때 작용함
  - 정단면의  $H^+/K^+$  펌프,  $H^+$  펌프에 의해 세뇨관 내강으로  $H^+$ 을 배출함
  - 원뇨의  $HCO_3^-$ 과 반응해서  $CO_2$ 가 된 후, 세포질로 단순 확산해서 들어감
  - 세포질에서 다시  $HCO_3^-$ 가 돼서 조직액으로 재흡수 됨  
→  $H^+$  분비,  $HCO_3^-$  재흡수( $K^+$  재흡수도 일어남)
- 타입 B 세포 : 혈액이 알칼리증일 때 작용함
  - 기저면의  $H^+/K^+$  펌프,  $H^+$  펌프에 의해 조직액으로  $H^+$ 을 재흡수 함
  - 조직액의  $HCO_3^-$ 와 반응해서  $CO_2$ 가 된 후, 세포질로 단순 확산해서 들어감
  - 세포질에서 다시  $HCO_3^-$ 가 돼서 세뇨관 내강으로 분비됨  
→  $H^+$  재흡수,  $HCO_3^-$  분비( $K^+$  분비도 일어남)

산-염기 평형 이상

ㄱ) 호흡 산증

- 폐의  $CO_2$  배출 이상 : 혈장  $CO_2 \uparrow \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow HCO_3^- + H^+$   
→ 보상기전 : 신장의 타입 A 세포 작동

ㄴ) 호흡 알칼리증

- 폐의  $CO_2$  배출 과다 : 혈장  $CO_2 \downarrow \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow HCO_3^- + H^+$   
→ 보상기전 : 신장의 타입 B 세포 작동

ㄷ) 대사성 산증

- 설사 : 체내  $HCO_3^- \downarrow + H^+ \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow CO_2$
- 젖산, 케톤체 축적 :  $AH \rightarrow A^- + H^+ \Rightarrow H^+ + HCO_3^- \downarrow \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$   
→ 보상기전 : 신장의 타입 A 세포 작동, 호흡 촉진으로  $CO_2$  제거 ↑

ㄹ) 대사성 알칼리증

- 구토로 인한  $H^+$  손실 : 체내  $HCO_3^- \uparrow + H^+ \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow CO_2$   
→ 보상기전 : 신장의 타입 B 세포 작동, 호흡 억제로  $CO_2$  제거 ↓

27.

$$50mg : 1L = 500mg : xL$$

$$x = 10L \rightarrow \text{이 중 } 20\%(2L) \text{가 소변으로 배출}$$

$$\therefore \text{이 환자의 세포 외액량} = 8L$$

28.

부위별 역할

- 근위세뇨관 :  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$  재흡수(기저면의  $Na^+/K^+$  펌프에 의해)  
포도당, 아미노산의 재흡수( $Na^+$ 과 공동수송)  
느슨한 밀착연접(물과 몇몇 이온을 통과)을 통해 물의 재흡수  
요소가 단순 확산으로 재흡수 됨
- 두꺼운 상행지 :  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Cl^-$  재흡수(기저면의  $Na^+/K^+$  펌프 → NKCC 수송체)  
단단한 밀착연접(모든 물질 통과 ×) 때문에 물 재흡수 없음
- 하행지 : 상행지에서 형성된 삼투 기울기를 이용해서 물 재흡수
- 상행지 : 하행지에서 농축된 원뇨에서  $Na^+$ ,  $Cl^-$ 을 촉진 확산으로 재흡수
- 원위세뇨관 : 알도스테론 작용  
→ 기저면의  $Na^+/K^+$  펌프에 의해  $Na^+$  재흡수,  $K^+$  분비를 함
- 집합관 : 바소프레신 작용  
→ 아쿠아포린 발현, 수질부의 농도 기울기를 따라 물 재흡수  
막단백질들을 통해 요소 재흡수

31.

- 심박출량 = 분당 박동수(100회/분) × 1회 박출량(80mL)  
= 8000mL/분
- 신장 혈류량 = 심박출량의 20% = 1600mL/분
- 신장 혈장량 = 1600mL/분 × 0.6(헤마토크릿이 0.4)  
= 960mL/분
- 신장의 여과분율 = 20%

$$\therefore \text{사구체 여과율} = 960mL/분 \times 0.2 = 192mL/분$$

34.

- ㄷ. NKCC transporter를 저해하게 되면 오줌의 삼투압이 증가하므로 수분 재흡수가 감소하여 오줌 양이 증가한다.

35.

- ㄱ. 사구체 여과율이 증가하면 포도당의 이론적 신장 역치는 감소한다.
- ㄷ. 기저면에 있는  $Na^+-K^+$  ATPase가 ATP를 직접 이용한다.