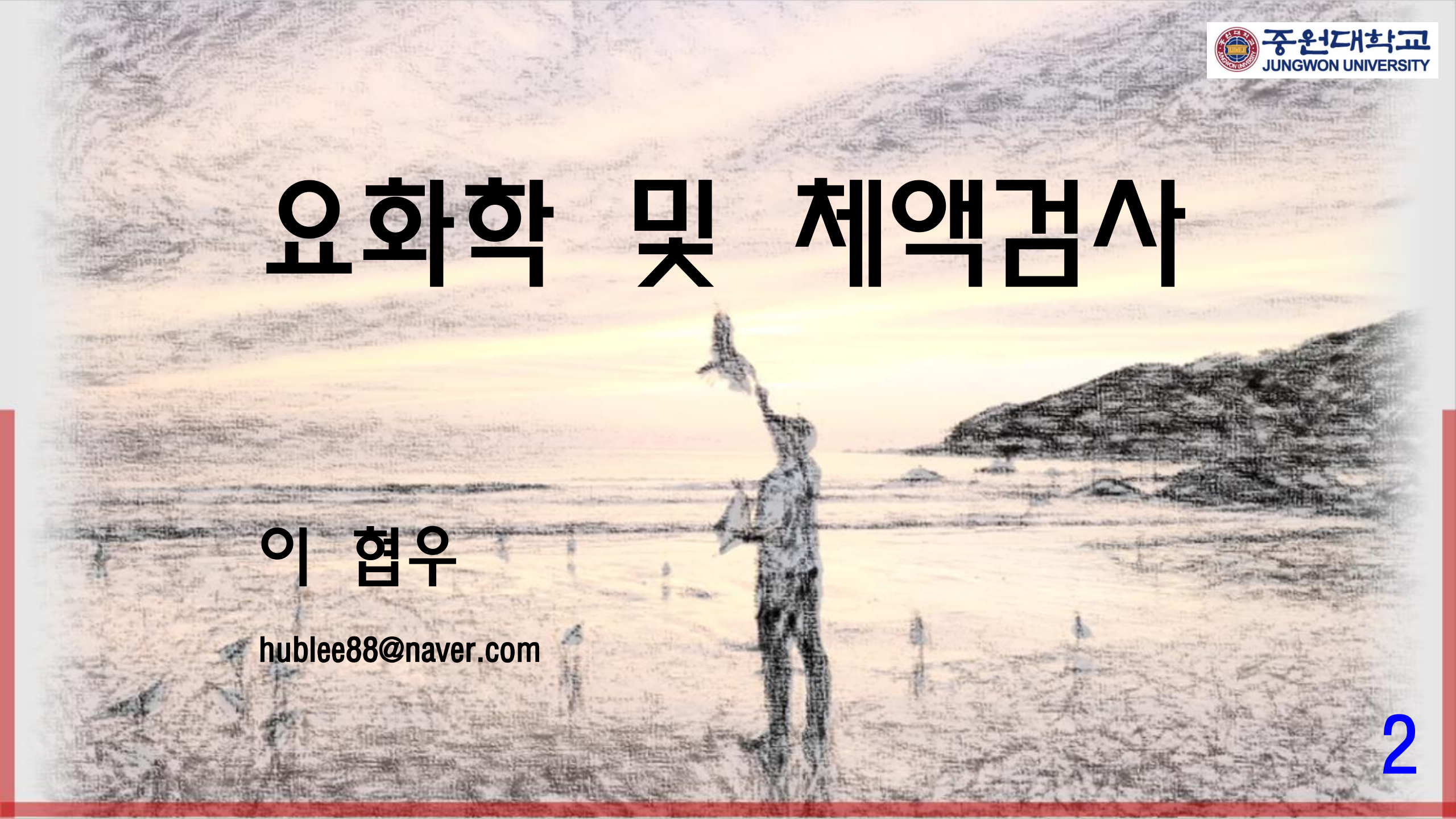


요화학 및 체액검사

이 협우

hublee88@naver.com

요화학 및 체액검사 ☞ 사구체 여과

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 교질 삼투압(oncotic pressure, 콜로이드 삼투압, colloid osmotic pressure COP)
- 단백질 같은 큰 분자량의 물질은 적정 농도를 유지하기 위해 일정한 용매양이 필요
  이것을 유지하려는(계속 가지고 있으려고, 품고 있으려고) 하는 힘
- 일반 분자나 이온보다 큰 미립자로 용액 중에 용해되지 않는 콜로이드 입자에 의한 삼투압
- 분자량이 커서 혈관벽을 통과하지 못하고 혈관 내에서 교질 삼투압으로 인해 수분을 유지
  or 농도가 낮아지면 혈관에서 조직으로 이동

* Albumin 감소 → 삼투압(oncotic pressure) 저하
→ 혈중의 수분이 모세혈관을 통해 조직으로 이동
→ 부종 발생

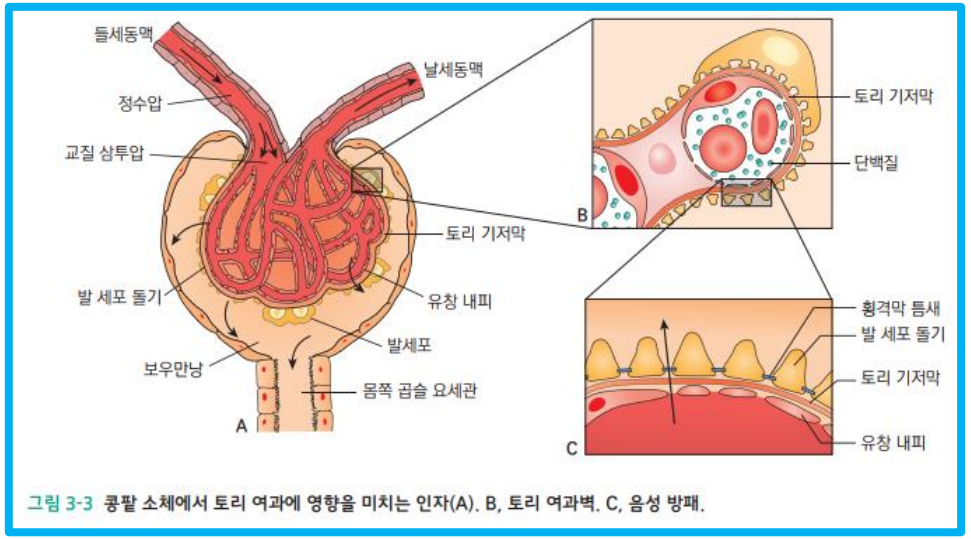
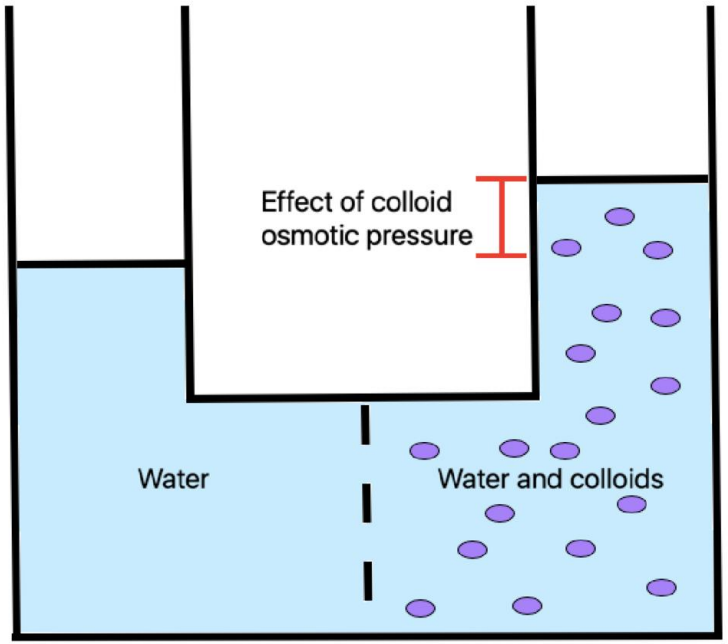


그림 3-3 콩팥 소체에서 토리 여과에 영향을 미치는 인자(A). B, 토리 여과벽. C, 음성 방패.



요화학 및 체액검사 ☞ 사구체 여과

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 용액의 총괄성(colligative property, 용액 = 용질 + 용매)
- 용매가 같을 경우 용질의 종류와 상관없이 용질의 양에만 영향을 받는 성질
- 용액 속에 용질의 종류와 상관없이 입자 수가 증가하면 용액의 총괄성 변화
  삼투압↑, 끓는점↑, 증기압↓, 어는점↓

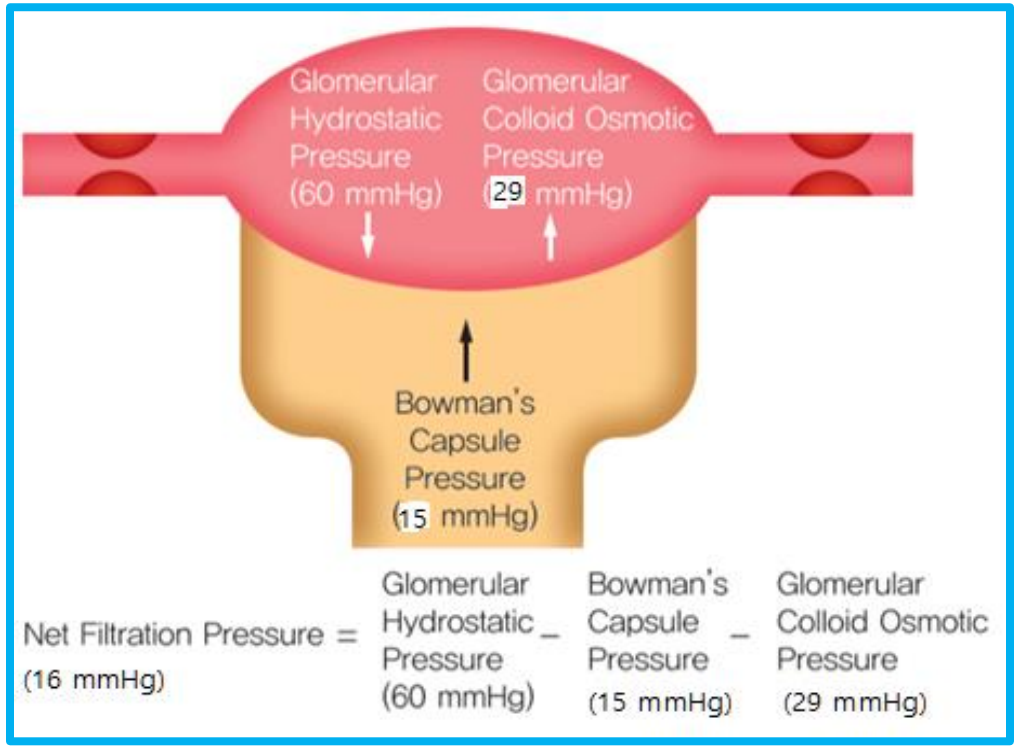
● 혈장의 총 삼투압(total osmotic pressure, TOP)은 대략 5600㎜Hg
- 99.6%가 전해질(주로 Na^+), 0.4%(≒28㎜Hg) 부분이 단백(주로 albumin)에 의해 결정
  → 이 단백에 의한 삼투압(≒28㎜Hg)이 교질 삼투압(oncotic pressure)
  * 혈액 삼투압은 혈중 농도가 높은 Na^+(sodium)이 주를 이루고 포도당(glucose)과 요소(urea)가 영향을 미친다. 소량의 알부민(albumin)도 영향을 미친다.

  → $\text{Calculated osmolality} = 2Na^+ + \frac{\text{Glucose}}{18} + \frac{\text{BUN}}{2.8} \fallingdotseq 290 \frac{\text{mOsm}}{1\text{Kg}}$

  * 임상에서 용액의 총괄성 표현은 오스몰랄농도(osmolality, (m)osm/kg)을 사용
  * 정상 혈장의 삼투압 농도(275~295 mOsm/kg) 유지는 시상하부에 있는 삼투수용체(osmoreceptor)의 반응 중요
  * 정상 소변 삼투압 농도 500~850 mOsm/kg water

요화학 및 체액검사 ☞ 사구체 여과

예제1)

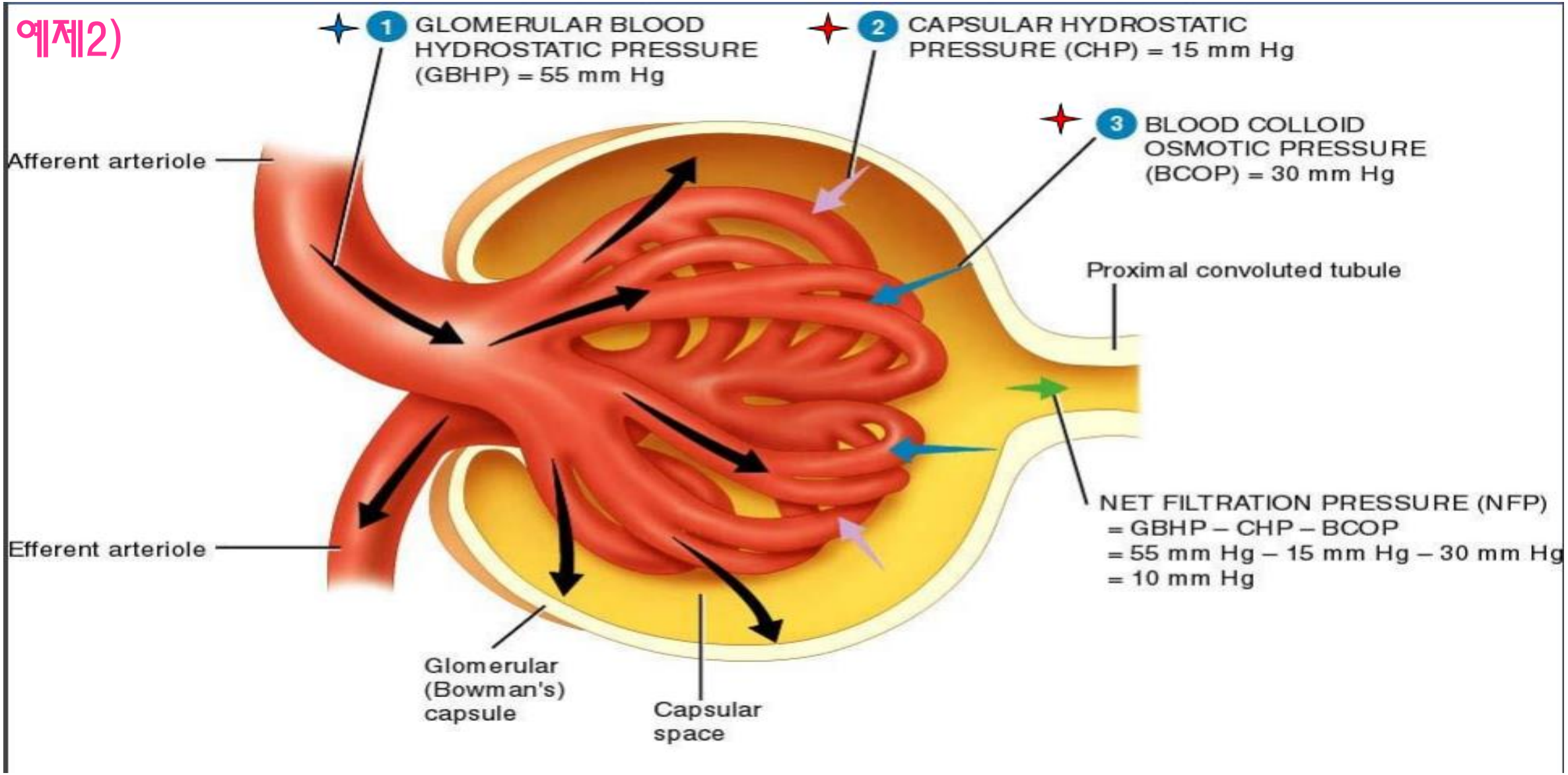


- GFP(glomerular filtration pressure) = $(P_{GC} + \pi_{BC}) - (P_{BC} + \pi_{GC})$
  $= (60 + 0) - (15 + 29) = 16$ mmHg
- 사구체 모세혈관 정수압 P_{GC} (glomerular capillary hydrostatic pressure) 60
  보우만주머니 삼투압 π_{BC} (bowman' s capsule osmotic pressure) 0
  보우만주머니 정수압 P_{BC} (bowman' s capsule hydrostatic pressure) 15
  사구체 모세혈관 삼투압 π_{GC} (glomerular capillary osmotic pressure) 29

요화학 및 체액검사 ☞ 사구체 여과

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

예제2)



요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

네프론

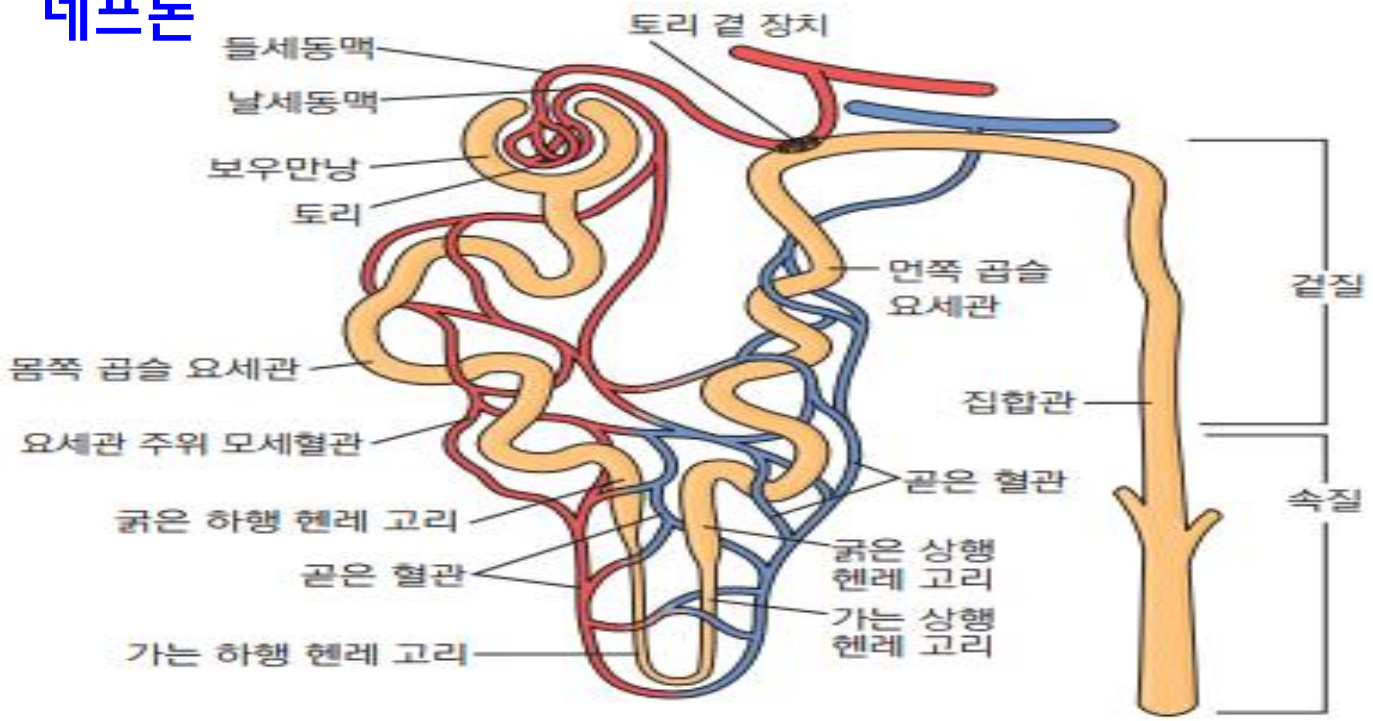


표 3-1 RASS의 작용

1. 들세동맥의 확장과 날세동맥의 수축을 일으킨다.
2. 몸쪽 곱슬 요세관에서 나트륨 재흡수를 자극한다.
3. 부신 겉질을 자극하여 나트륨 저류 호르몬인 알도스테론의 방출을 유도하고, 먼쪽 곱슬 요세관 및 집합관에서 칼륨의 배설을 유도한다.
4. 시상하부를 자극하여 항이뇨 호르몬(ADH)의 방출을 유도함으로써 집합관에서 수분이 재흡수되도록 한다.

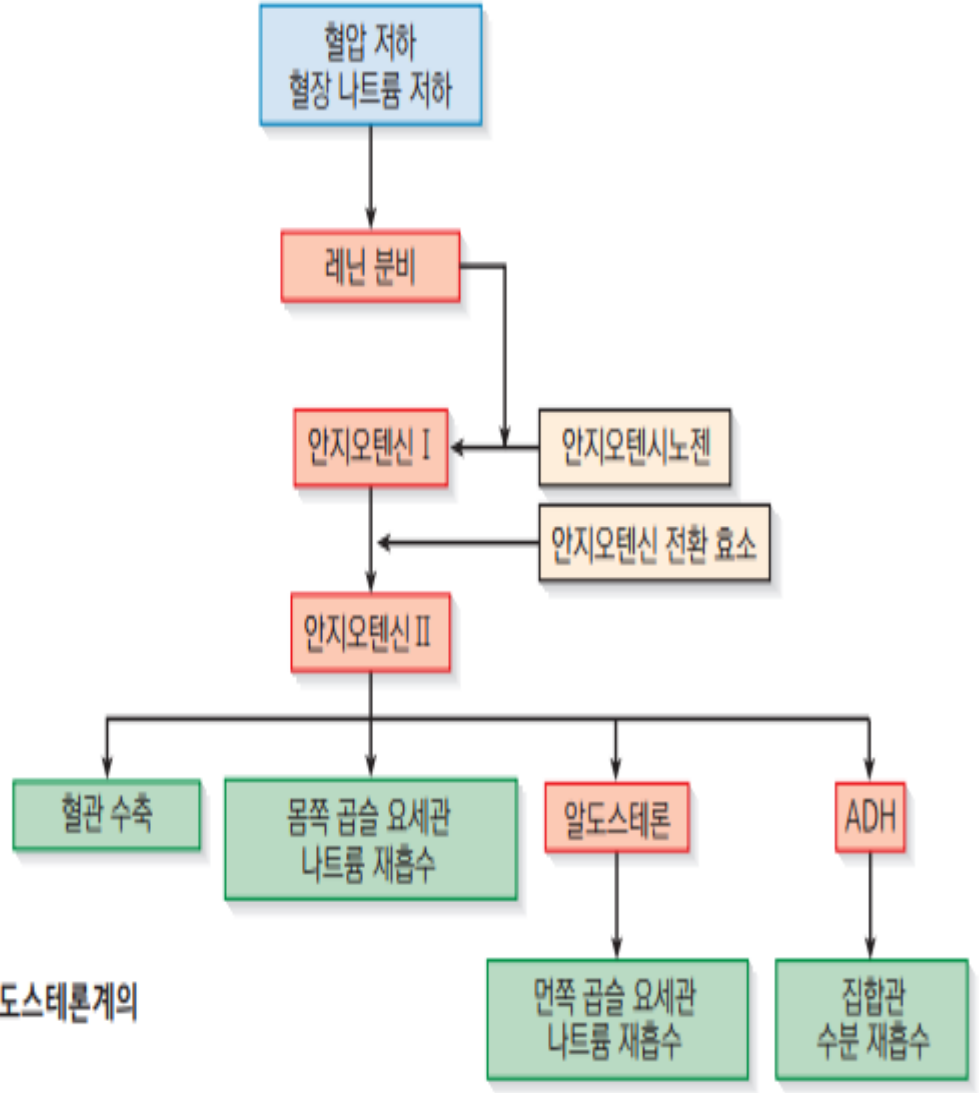


그림 3-5 레닌-안지오텐신-알도스테론계의 작용 메커니즘.

요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

● 세포막(원형질막)의 선택적 투과성

- 낮은 온도보다 높은 온도일수록 세포막의 지질이중층을 쉽게 통과
- 세포막의 두께가 얇을수록 쉽게 통과
- 기체는 세포막의 지질이중층을 쉽게 통과
- 지용성 물질(소수성, 비극성)은 수용성 물질(친수성, 극성이온)보다 지질이중층 쉽게 통과
- 극성분자 중 전하가 없는 작은 분자들이 전하가 있는 큰 분자들보다 지질이중층 쉽게 통과
- 수송 단백질(transport protein)을 통해 특정 수용성 물질만 이동
- 보통 Na^+, K^+, Ca^{++} 같은 양이온 세포막 불투과성, $HCO3^-$, Cl^- 같은 음이온은 투과성

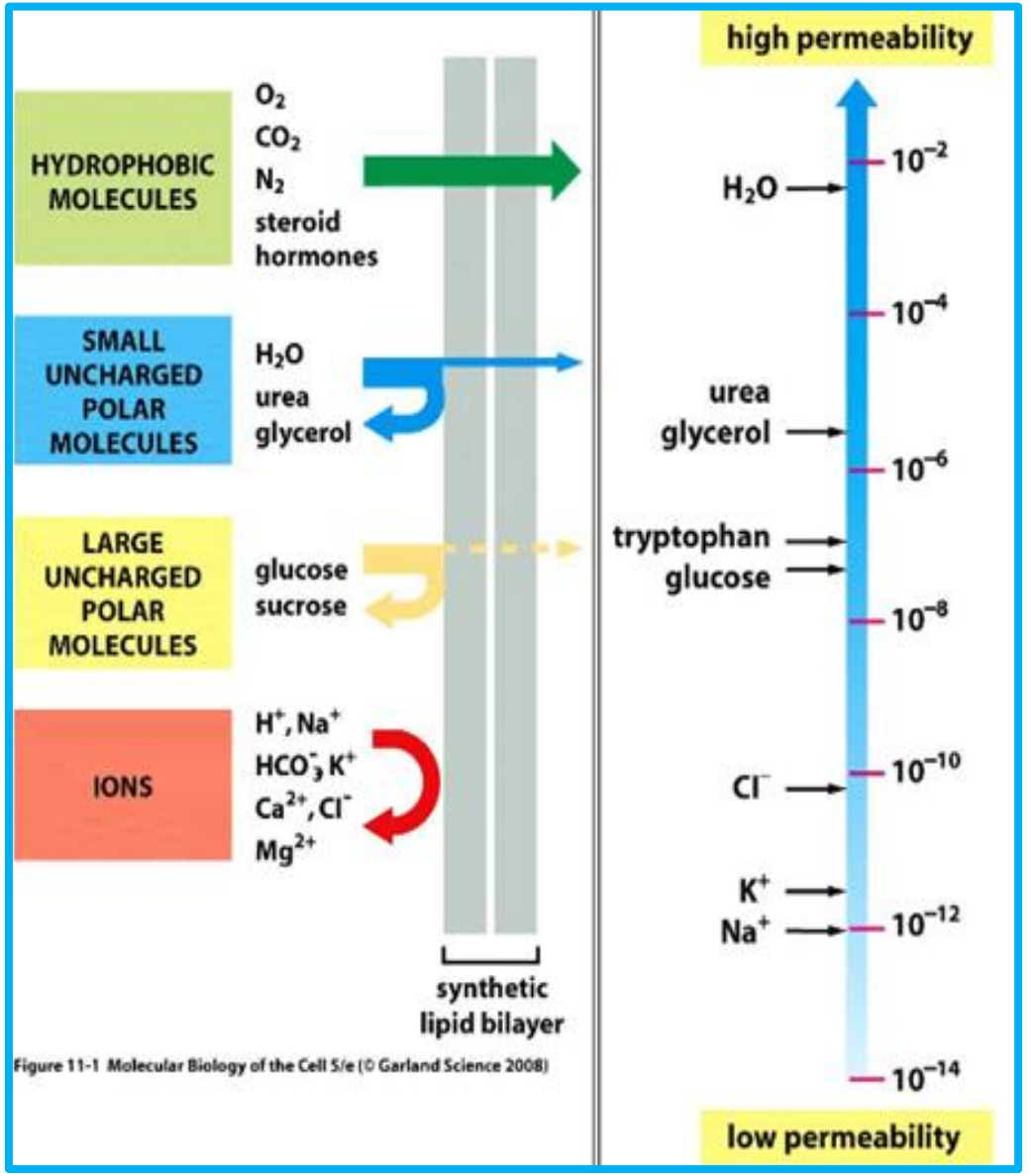


Figure 11-1 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

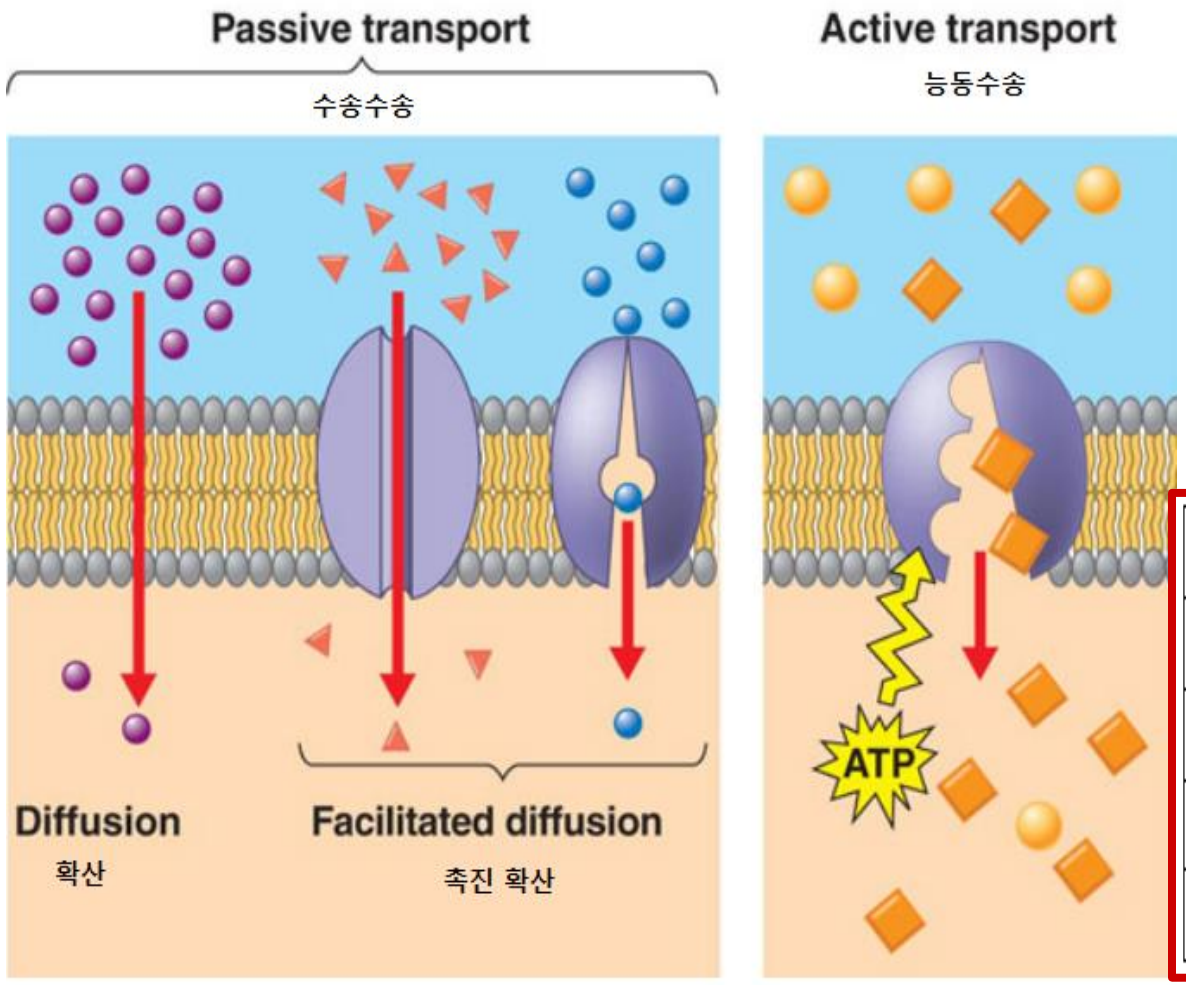
● 수동 수송 vs 능동 수송

- 수동 수송(passive transport)
  * 단순 확산(simple diffusion): ATP(에너지)를 소모하지 않고, 어떤 것의 도움도 없이, 세포막을 통과하는 확산. 전기화학적 농도나 밀도구배에 의해 이동. 고→저, 지용성 호르몬과 가스 교환 등이 대표적인 예
  * 촉진 확산(facilitated diffusion): ATP(에너지)를 소모하지 않고 채널(channel) 또는 포터(porter)의 도움을 받는 확산. 단순 확산보다 이동 속도가 빠름. 포도당 운반체4(glucose transporter4, GLU4)가 대표적인 예
- 능동 수송(active transport): 에너지(ATP)를 소모해 펌프의 도움으로 용질이 저농도에서 고농도로 역행하는 현상. 1차 능동수송과 2차 능동수송이 있다. 소장 또는 신장에서 Na-K pump가 대표적인 예
  * 2차 능동 수송은 1차 능동 수송으로 형성된 농도 기울기 이용, 또 다른 운반 단백질이 또 다른 용질을 저농도에서 고농도로 역행해 이동

요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 수동 수송 vs 능동 수송

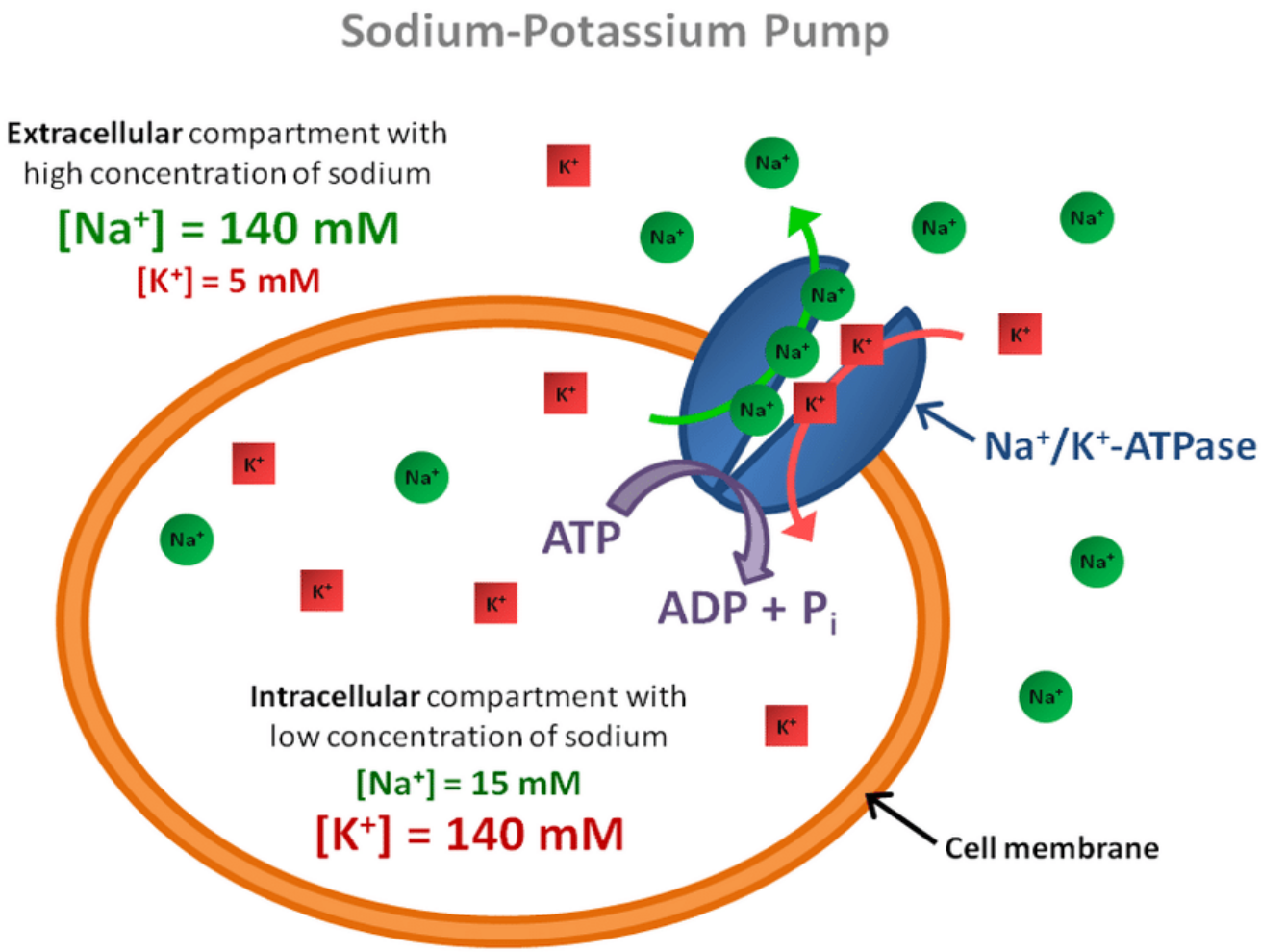


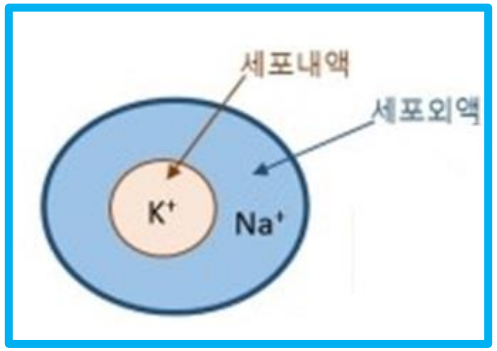
	수동수송		능동수송
	채널	포터	펌프
에너지 사용	X	X	O
물질 수송시 형태 변화	X	O	O
물질의 이동	고농도 → 저농도		저농도 → 고농도

요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 요세관 상피세포 Na-K pump





요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 근위요세관 재흡수 - 포도당

→ = 능동수송

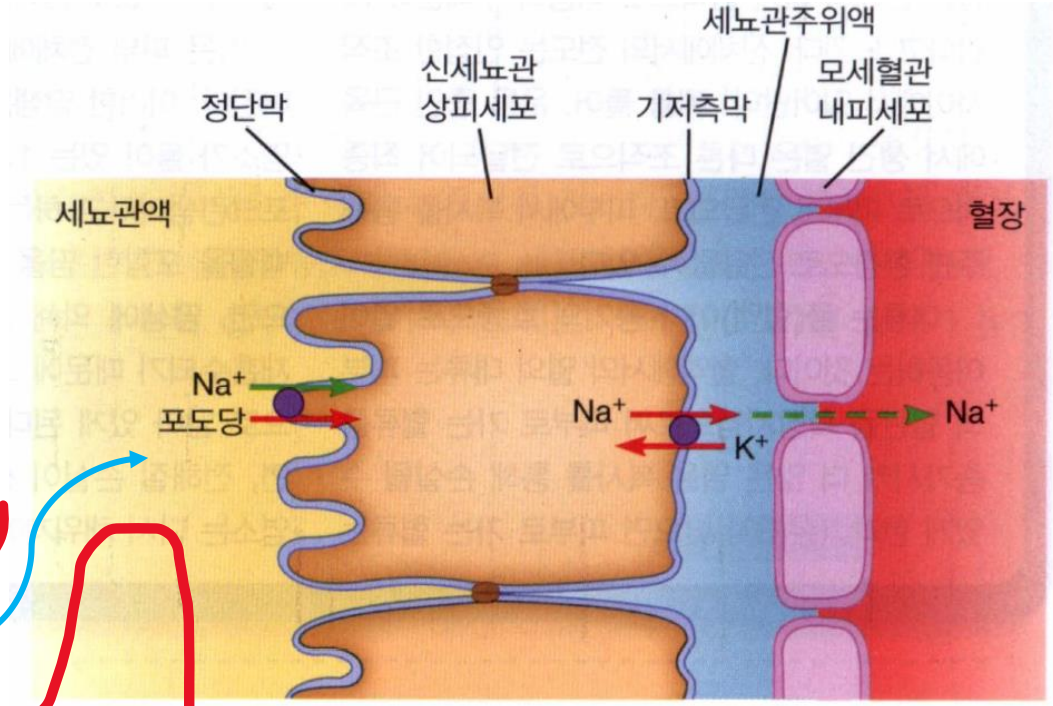
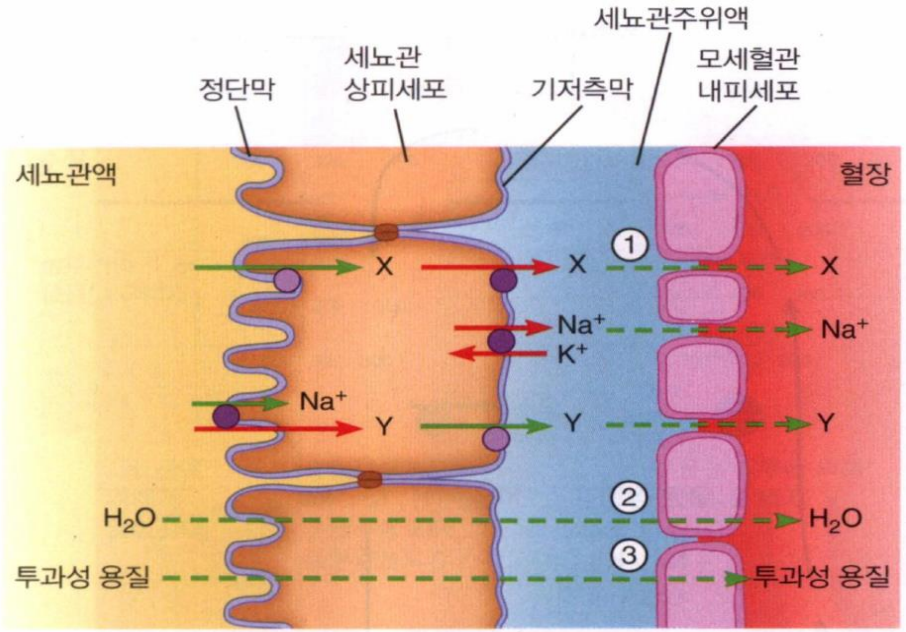


그림 19.4 근위세뇨관에서의 나트륨 재흡수 기전. 나트륨은 기저측막의 Na^+/K^+ 펌프에 의해 세뇨관주위액으로 능동적으로 수송된다. 나트륨은 나트륨 통로를 통해 세뇨관액에서 상피세포로 이동하거나 포도당과 같은 다른 분자와 함께 공동수송된다.



수분과 요소의 재흡수 단계:

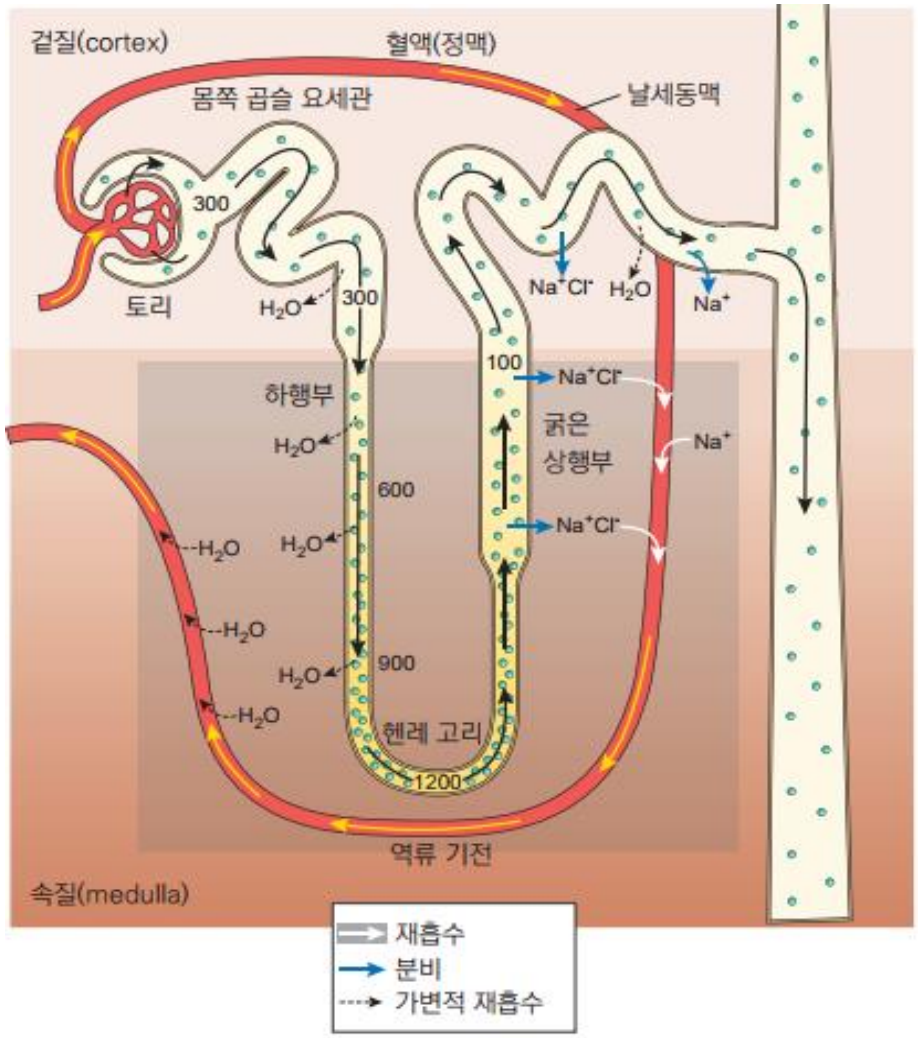
① 용질(Na^+, X, Y)이 능동적으로 재흡수되어 세뇨관주위액과 혈장의 삼투압농도가 증가한다.
② 수분은 삼투에 의해 재흡수된다.
③ 요소(투과성 용질)는 수동적으로 재흡수된다.

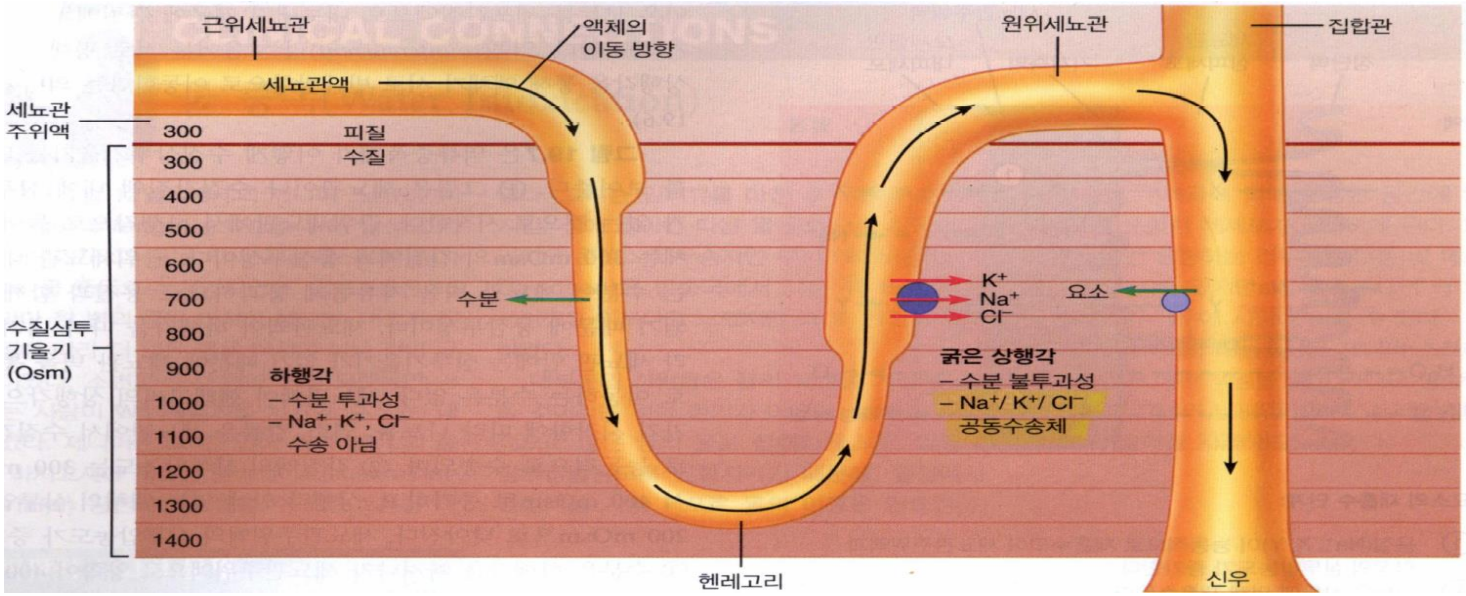
그림 19.5 수분 재흡수 기전. 나트륨이온이나 분자 X와 같은 용질이 능동재흡수되면, 세뇨관주위액의 삼투압농도가 증가하기 때문에 수분은 세뇨관 내강에서 세뇨관주위액으로 먼저 이동한 다음 삼투에 의해 혈장으로 이동한다. 투과성 용질은 수분 재흡수를 따라간다.

요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 헨레고리 하행지와 헨레고리 상행지에서 재흡수





- 헨레고리 하행지는 아쿠아포린을 통해 물을 재흡수, 용질의 재흡수는 일어나지 않음. 원뇨의 삼투 농도는 계속 높아짐

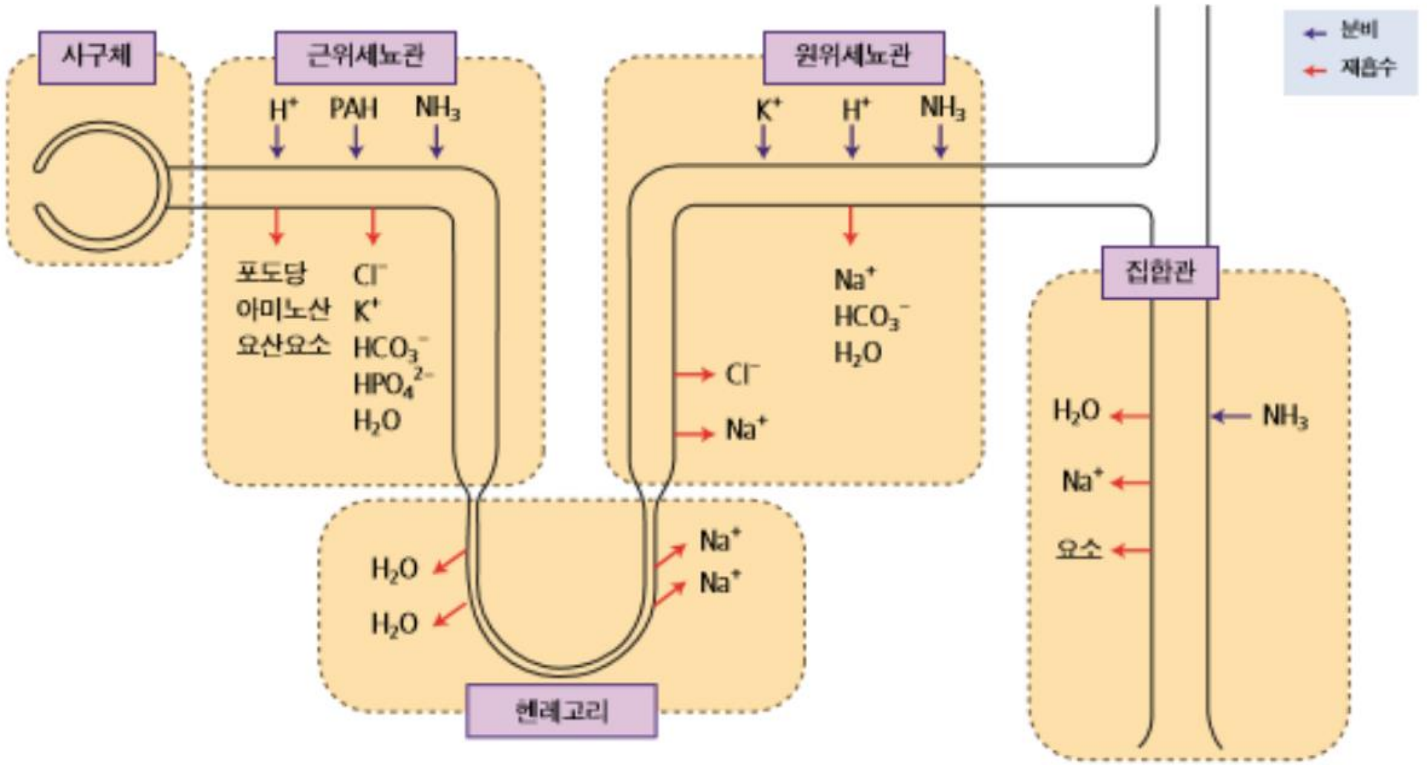
- 헨레고리 상행지는 수분 불투과성 벽 때문에 물의 재흡수가 일어나지 않음
  Na+/K+/Cl- 공동수송체를 통한 Na+/K+/Cl-의 재흡수가 일어남(능동수송)
  신장 피질에서 수질로 갈수록 수질 삼투압이 커짐(300→ 1400mOsm)
  이러한 선택적 재흡수 과정을 역류 증식(countercurrent multiplication)

요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

표 18.2 신세뇨관을 통해 물질이 재흡수되거나 분비되는 부위

세뇨관 부위	재흡수되는 물질		분비되는 물질
근위세뇨관	Na^+ Cl^- K^+ Ca^{2+} HCO_3^- 수분	포도당 아미노산 비타민 요소 콜린	H^+
헨레고리(하행각)	수분		
헨레고리(상행각)	Na^+ Cl^- K^+	Mg^{2+} Ca^{2+}	
원위세뇨관	Na^+ Ca^{2+} Cl^- 수분		K^+ H^+
집합관	Na^+ K^+ Cl^- Ca^{2+}	HCO_3^- H^+ 요소 수분	K^+ H^+



요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 재흡수

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

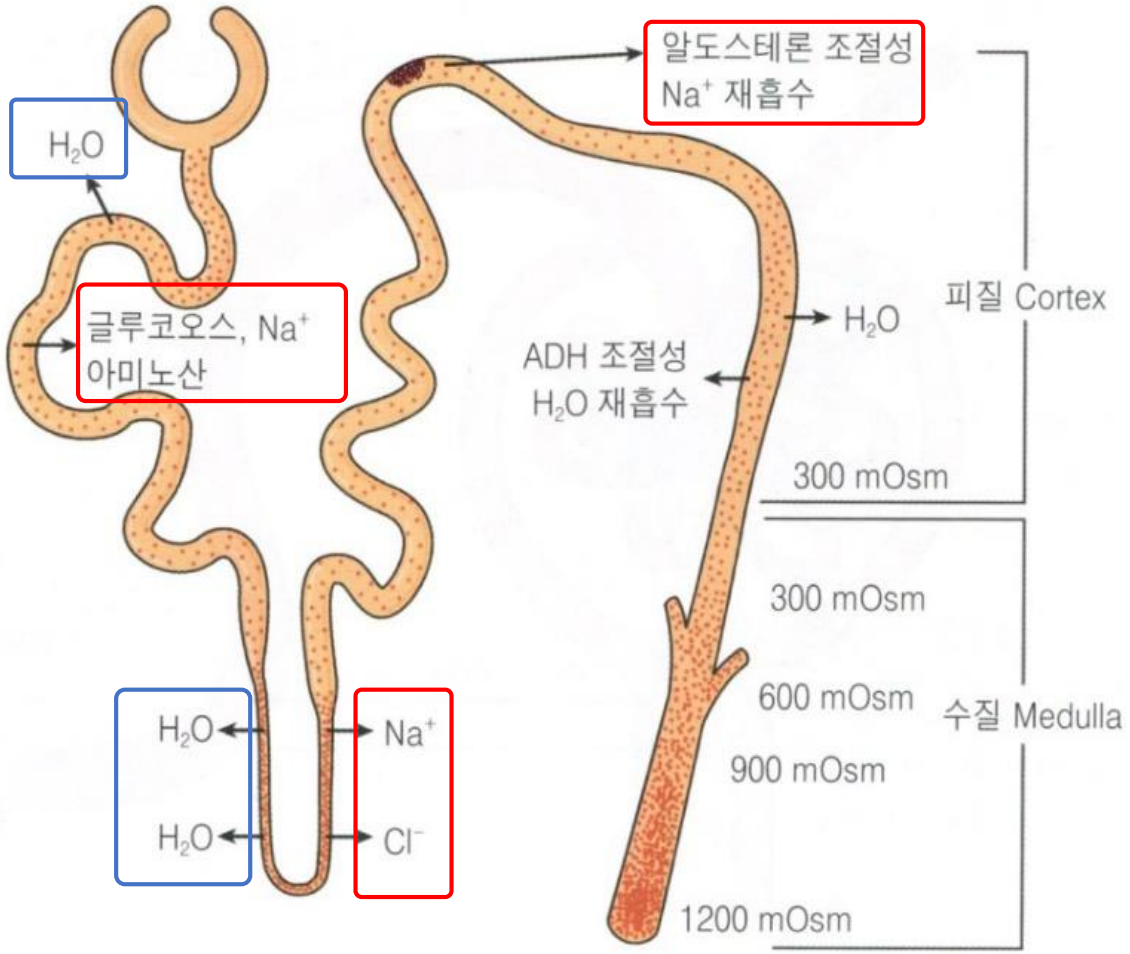
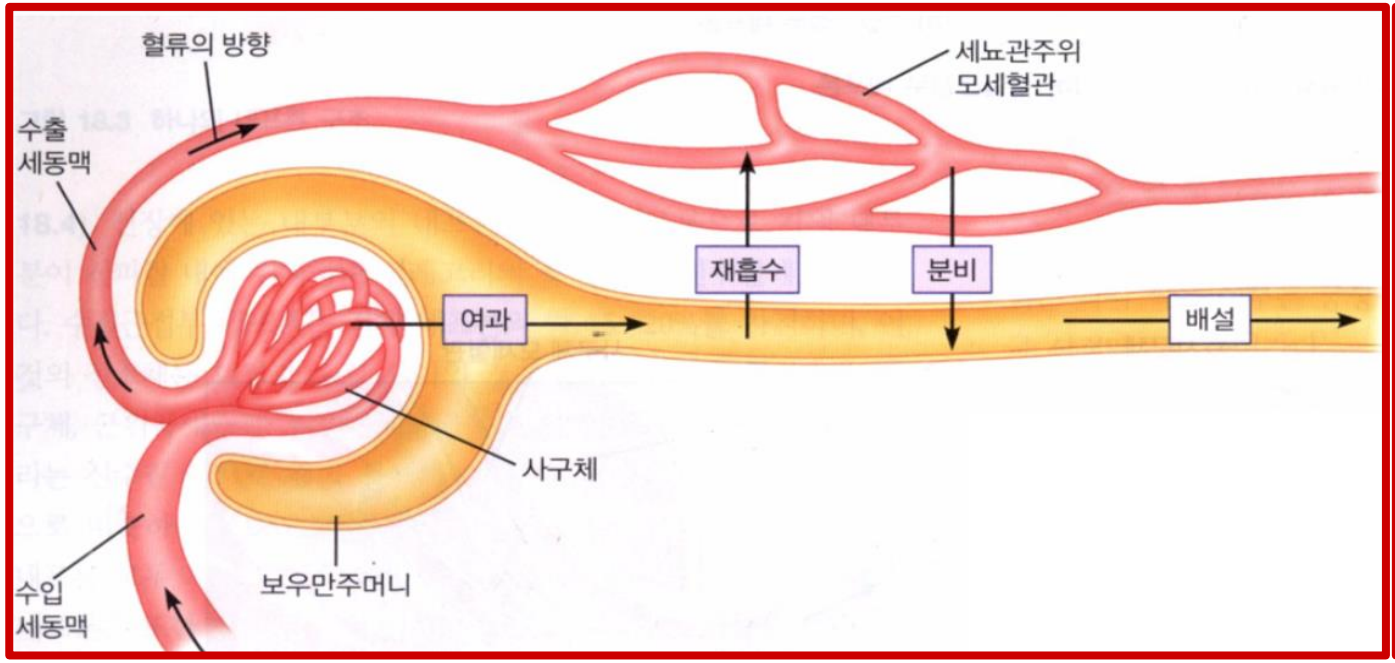


표 3-2	요세관 재흡수	
	물 질	위 치
능동 수송	포도당, 아미노산, 염	몸쪽 곱슬 요세관
	염화물	헨레 고리 상행각
	나트륨	먼쪽 곱슬 요세관
수동 수송	수분	몸쪽 곱슬 요세관, 헨레 고리 하행각
	요소	몸쪽 곱슬 요세관, 헨레 고리 상행각

요화학 및 체액검사 ☞ 요세관 분비

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

- 모세혈관에서 근위세뇨관 또는 원위세뇨관으로 분비
- 수소이온(H^+), 칼슘 이온(K^+), 크레아티닌, 요소, 요산, 약물, PAH 등이 능동수송으로 분비
- 알도스테론: Na^+의 재흡수, K^+ 분비, H^+ 분비



여과	재흡수	분비	
X	X	X	단백질(알부민 등), 지방, 혈구, 호르몬 등
O	X	X	이눌린
O	O	X	포도당, 아미노산
O	X	O	PAH(para-aminohippuric acid)
O	X	△	크레아티닌(creatinine)
O	△	△	물, 무기염류, 요소, 요산 등

요화학 및 체액검사 ☞ 산•염기 평형

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

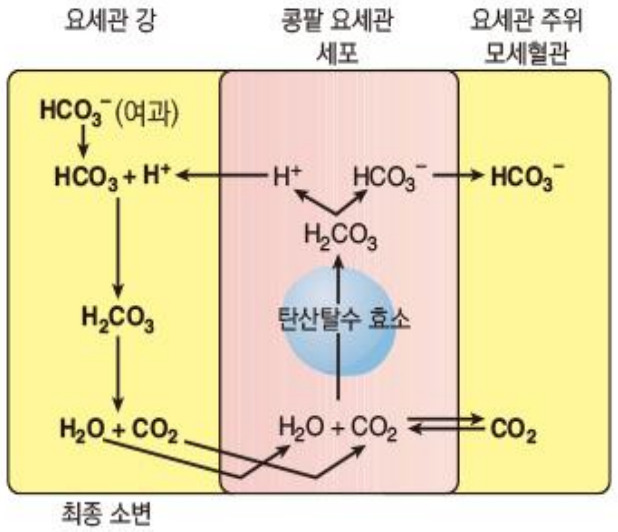


그림 3-8 여과된 탄산수소 이온의 재흡수

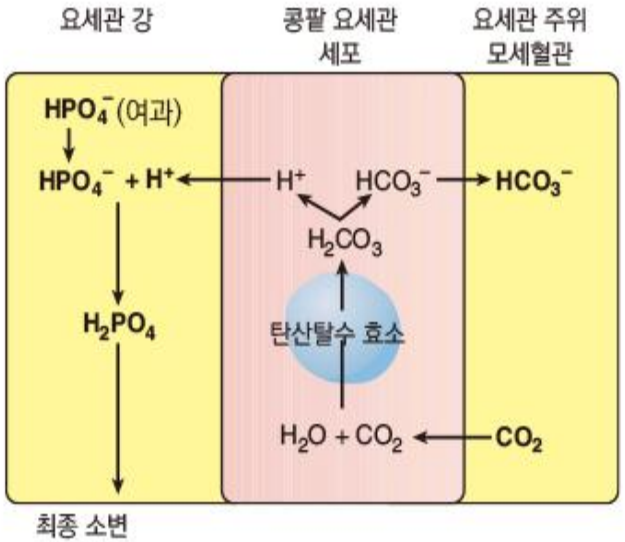


그림 3-9 인산염과의 결합을 통한 분비된 수소 이온의 배설

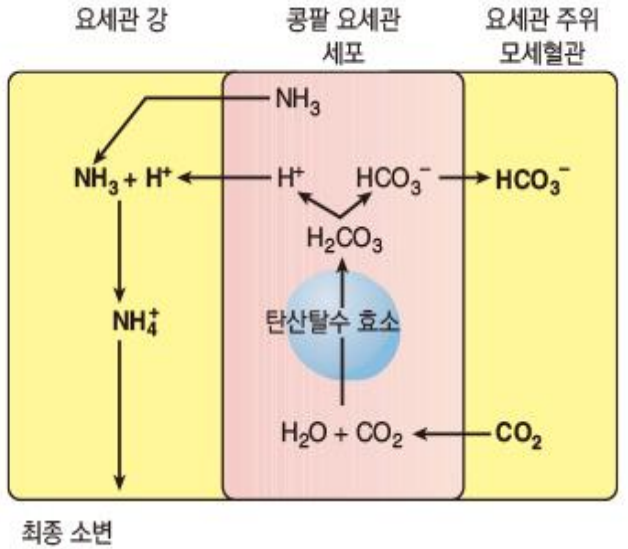


그림 3-10 세뇨관에 의해 생성된 암모니아와의 결합을 통한 분비된 수소 이온의 배설

- 우리 몸이 산증(acidosis)일 때
  - 중탄산염($HCO3^-$) 생산 → 몸에서 H^+를 감소
    소변으로 H^+ 분비 → 중탄산 이온, 인산일수소 이온, 암모니아와 결합을 통한 H^+ 배설
    $H^+ + HCO3^-$, $H^+ + HPO4^-$, $H^+ + NH3$

- 알칼리증(alkalosis)일 때는 산증(acidosis)과 반대로 작용하여 pH 조절

You know,

the world might be less free

than we think.

