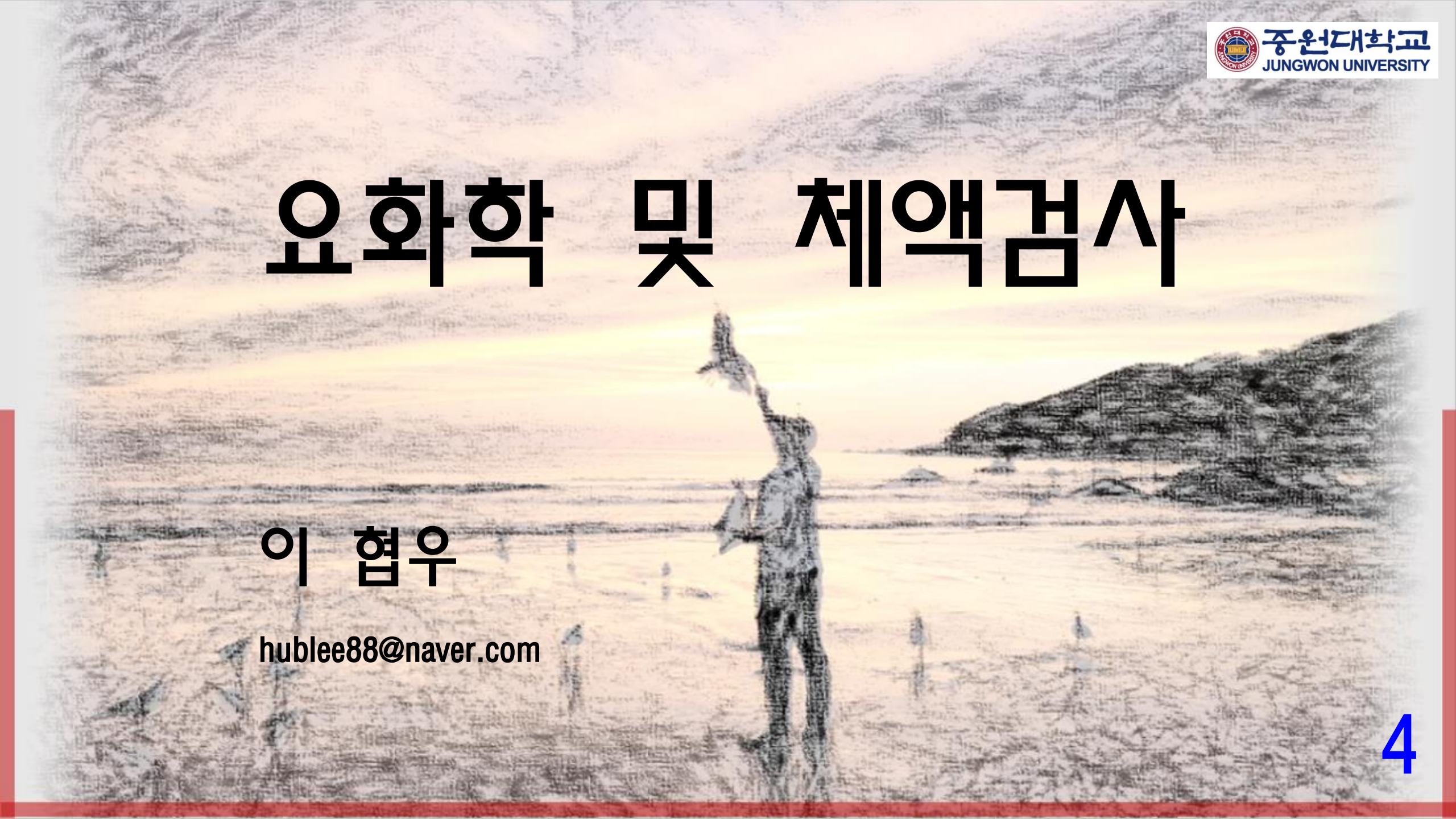


# 요화학 및 체액검사

이 협우

hublee88@naver.com

# 소변의 물리적 검사 ☞ 색깔

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 정상 소변
- 담황색(pale yellow, light yellow), 황색(yellow), 암황색(dark yellow), 황갈색(호박색, amber) 등
- 소변의 황색 계열은 유로크롬(urochrome)이라는 색소가 주 원인
- 유로비린(urobilin, 유로비리노젠의 산화물, 오렌지색~갈색, 검체가 신선하지 않을 경우)
- 유로에리트린(uroerythrin, 냉장 보관 시 무정형 요산염과 결합하여 핑크색 침전물) 등

● 비정상 소변
- 암황색/황갈색/오렌지색
  *요로감염 환자 페나조피리딘(phenazopyridine, 상품명=pyridium) 투여 시 오렌지색
- 적색/핑크색/갈색
  *혈뇨(hematuria), 메트헤모글로빈(헤모글로빈 산화물) → 갈색
  *헤모글로빈과 마이오글로빈(myoglobin) → 투명한 적색, 적혈구(RBC) → 혼탁한 적색
  *포르피린 계열(porphyrin,⊃ uroporphyrin, coproporphyrin, protoporphyrin)→적색
- 갈색/흑색: 멜라닌 의심, 호모젠티스산(homogentisic acid), 약물 레보도파, 메틸도파 등
- 청색/녹색: *Pseudomonas spp.* 요로 감염, 인디칸(indican) 증가

# 소변의 물리적 검사 ☞ 색깔

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

**표 4-1 소변 색깔의 원인과 검사 상관성**

| 색 깔 | 원 인 | 임상/검사 상관성 |
|---|---|---|
| 무색 (colorless) | 최근의 수분 섭취 | 수시뇨에서 일반적으로 관찰됨 |
| 담황색 (pale yellow) | 다뇨증 또는 요붕증 | 24시간 소변량 증가, 저비중 |
| | 당뇨병 | 비중 증가 및 글루코스 검사 양성 |
| | 묽은 수시뇨 | 최근 수분 섭취 |
| 암황색 (dark yellow) | 농축 검체 | 격렬한 운동 후나 아침 첫 번째 검체에서 정상적으로 나타날 수 있음 |
| | 복합 비타민 B | |
| | 탈수 | 고열과 화상 |
| | 빌리루빈(bilirubin) | 진탕 후 황색 거품, 빌리루빈 검사 양성 |
| | 아크리플라빈(acriflavine) | 담즙 검사 음성, 녹색 형광이 나타날 수 있음 |
| | 니트로푸란토인(nitrofurantoin) | 요로 감염에 처방되는 항생제 |
| 오렌지색~황색 (orange~yellow) | 페닌디온(phenindione) | 항응고제, 알칼리성 소변에서 오렌지색, 산성 소변에서 무색 |
| | 페나조피리딘(phenazopyridine, pyridium) | 요로 감염에 처방되는 약물, 오렌지색 거품 |
| 황색~녹색 (yellow~green) | 빌리버딘(biliverdin)으로 산화된 빌리루빈 | 산성 소변에서 착색 거품, 빌리루빈 검사 위음성 |
| 녹색 (green) | 슈도모나스(*Pseudomonas*)감염 | 소변 배양 양성 |

# 소변의 물리적 검사 ☞ 색깔

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

**표 4-1 소변 색깔의 원인과 검사 상관성**

| | | |
|---|---|---|
| 청색~녹색 (blue~green) | 아미트립틸린(amitriptyline) | 항우울제 |
| | 메토카르바몰(methocarbamol) | 근육이완제, 녹갈색일 수도 있음 |
| | 인디칸(indican) | 세균 감염 |
| | 메틸렌 블루(methylene blue) | 누공 |
| | 페놀(phenol) | 산화될 때 |
| | 클로렛(Clorets) | 없음 |
| 핑크색/적색 (pink/red) | 적혈구(RBC) | 혼탁뇨, 시험지법 혈액 검사 양성, 현미경 검사 적혈구 관찰 |
| | 헤모글로빈(hemoglobin) | 투명뇨, 시험지법 혈액 검사 양성, 혈관내 용혈 |
| | 마이오글로빈(myoglobin) | 투명뇨, 시험지법 혈액 검사 양성, 근육 손상 |
| | 비트(beets) | 유전학적으로 의심되는 사람의 알칼리성 소변 |
| | 리팜핀(rifampin) | 결핵 치료제 |
| | 월경 오염 | 적혈구, 점액, 혈병을 갖는 혼탁뇨 |
| 적포도주색 (port wind) | 포르피린(porphyrin) | 시험지법 혈액 검사 음성 |
| 적색~갈색 (red~brown) | 메트헤모글로빈(methemoglobin)으로 산화된 적혈구 | 방치 후 산성 소변에서 보임, 시험지법 혈액 검사 양성 |
| 갈색/흑색 (brown/black) | 호모젠티스산(homogentisic acid) [알칼톤뇨증(alkaptonuria)] | 방치 후 알칼리성 소변에서 보임, 특수 검사가 이용될 수 있음 |
| | 멜라닌(melanin) 또는 멜라노젠(melanogen) | 방치 시 소변이 검게 변함, 니트로프루시드(nitroprusside) 및 염화철(III)($FeCl_3$)과 반응함 |
| | 페놀 유도체(phenol derivatives) | 구리 환원 반응의 간섭 |
| | 아르기롤(argyrol, 방부제) | 염화철(III) 반응 시 색깔 소실 |
| | 메틸도파(methyldopa) 또는 레보도파(levodopa) | 항고혈압제(혈압강하제) |
| | 메트로니다졸(metronidazole, Flagyl) | 방치 시 검게 변함 |

# 소변의 물리적 검사 ☞ 색깔



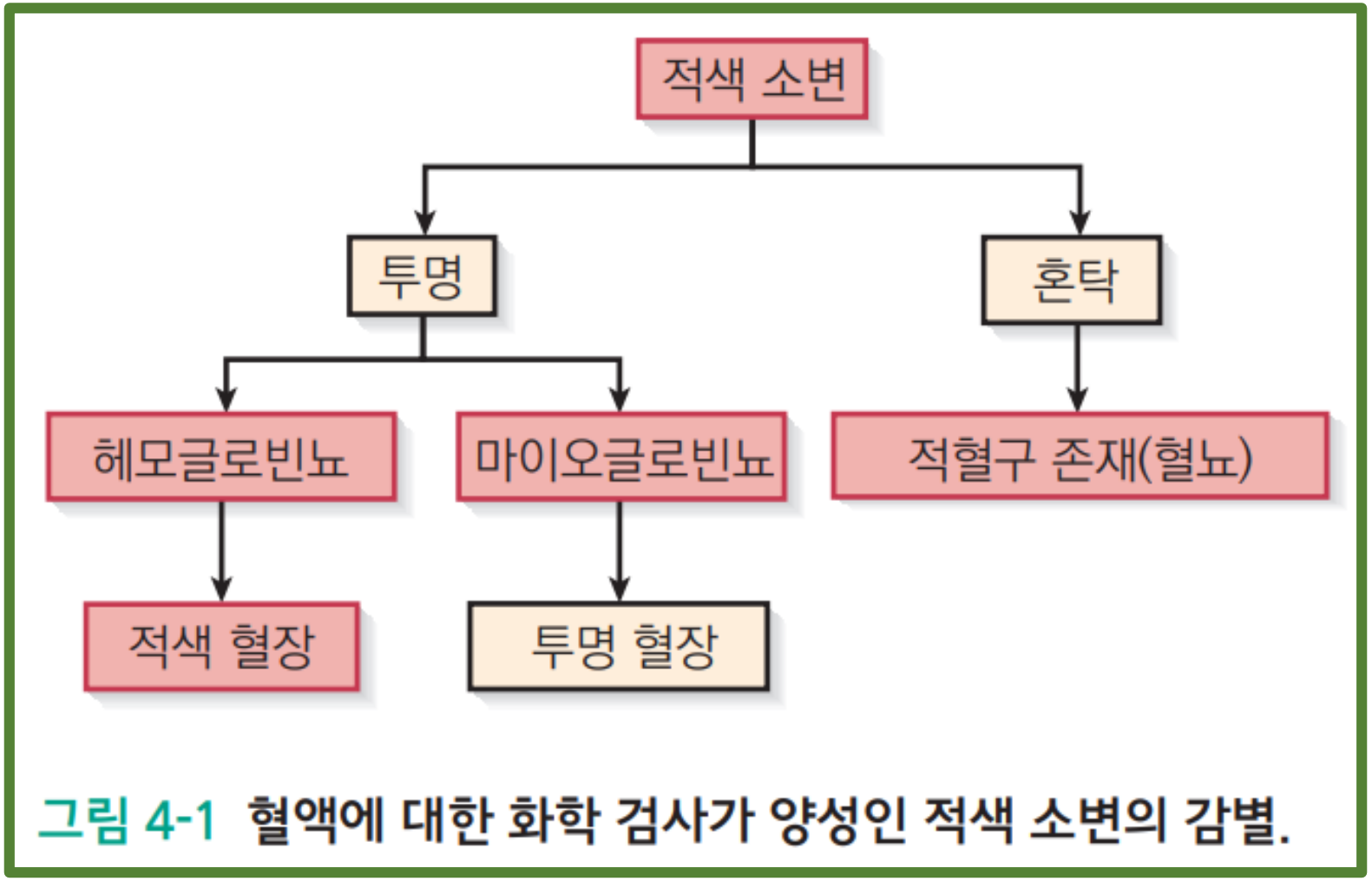



그림 4-1 혈액에 대한 화학 검사가 양성인 적색 소변의 감별.

# 소변의 물리적 검사 ☞ 투명도

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 투명도
- 투명(clear), 미세한 혼탁(hazy), 약한 혼탁(cloudy), 중등도 혼탁(turbid), 강한 혼탁(milky) 등

● 정상 투명도
- 깨끗하게 채취하면 신선한 소변은 보통 맑고 투명

● 비병적 혼탁
- 여성 검체의 편평상피세포나 점액
- 실온에 오랜 방치(세균 증식)
- 냉장고에 보관한 경우(무정형 요산염 침전) 비병적 혼탁
- 정액, 분변, 방사선 조영제, 질 크림 등

● 병적 혼탁
- 적혈구, 백혈구, 세균, 효모, 비정상 결정, 림프액, 지질



**Figure 7-3.** Urine specimens of varying abnormal colors and clarity.

| 표 4-2 | 소변 투명도 |
|---|---|
| **투명도** | **용어 설명** |
| 투명(clear) | 입자가 전혀 보이지 않고 투명하다. |
| 미세한 혼탁(hazy) | 소수의 입자가 포함되어 있으며, 소변을 통해 신문을 보았을 때 글자가 찌그러지거나 흐릿하지 않다. |
| 약한 혼탁(cloudy) | 다수의 입자가 포함되어 있으며, 소변을 통해 신문 글자를 볼 수는 있지만, 글자가 찌그러지거나 흐릿하게 보인다. |
| 중등도 혼탁(turbid) | 소변을 통해 신문 글자를 볼 수 없다. |
| 강한 혼탁(milky) | 침전되거나 응고될 수 있다. |

# 소변의 물리적 검사 ☞ 비중

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 소변 비중(Specific Gravity, SG)
- 재흡수에 대한 콩팥 기능의 평가, 필수 검사
- 탈수, 항이뇨호르몬(antidiuretic hormone, ADH)의 이상 가능성 검출
- 요세관의 혈장여과액 비중=1.010(등장뇨, isosthenuria), 저장뇨(hypo~), 고장뇨(hyper~)
- 수시 뇨(random urine) 정상 범위: 1.002~1.035

● 소변 비중 측정
- 비중계법: 비중의 차이를 눈금으로 표시, 표준액 증류수=1.010, CLSI 추천하지 않음
- 굴절계법: 굴절 지수 원리
- 오스몰랄농도: 입자 수에 의한 총괄성의 변화
- 시험지법: 이온의 존재에 의한 다가전해질의 pKa 변화

# 소변의 물리적 검사 ☞ 비중 측정

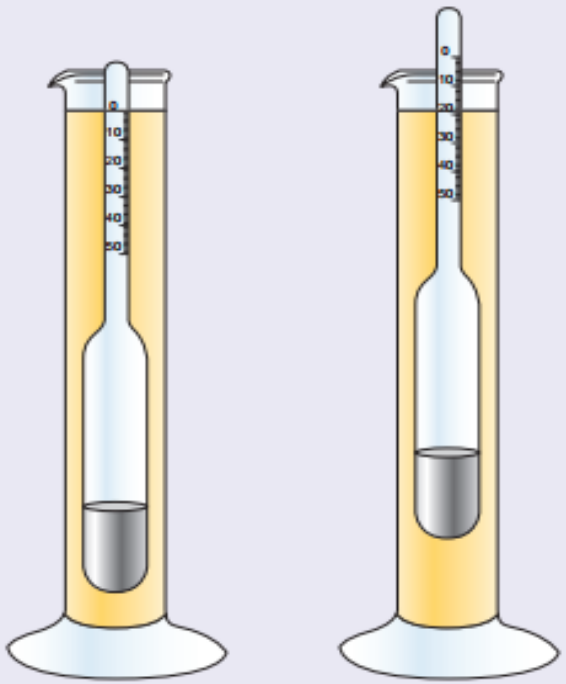


● 요비중계법

HISTORICAL NOTE

**요비중계법**

요비중계는 소변 비중을 나타내는 눈금이 표시된 부평을 사용한다. 이 부평은 액체의 용적을 그 용적과 동등한 무게로 바꾸어주며, 증류수에서 1.000의 눈금까지 가라앉도록 만들어졌다. 용해성 물질로 인해 질량이 증가하면, 증류수보다 더 적은 양으로도 부평의 무게와 같아진다. 그림에서 보는 바와 같이, 비중계가 가라앉는 수준은 검체의 질량이나 비중을 나타낸다.

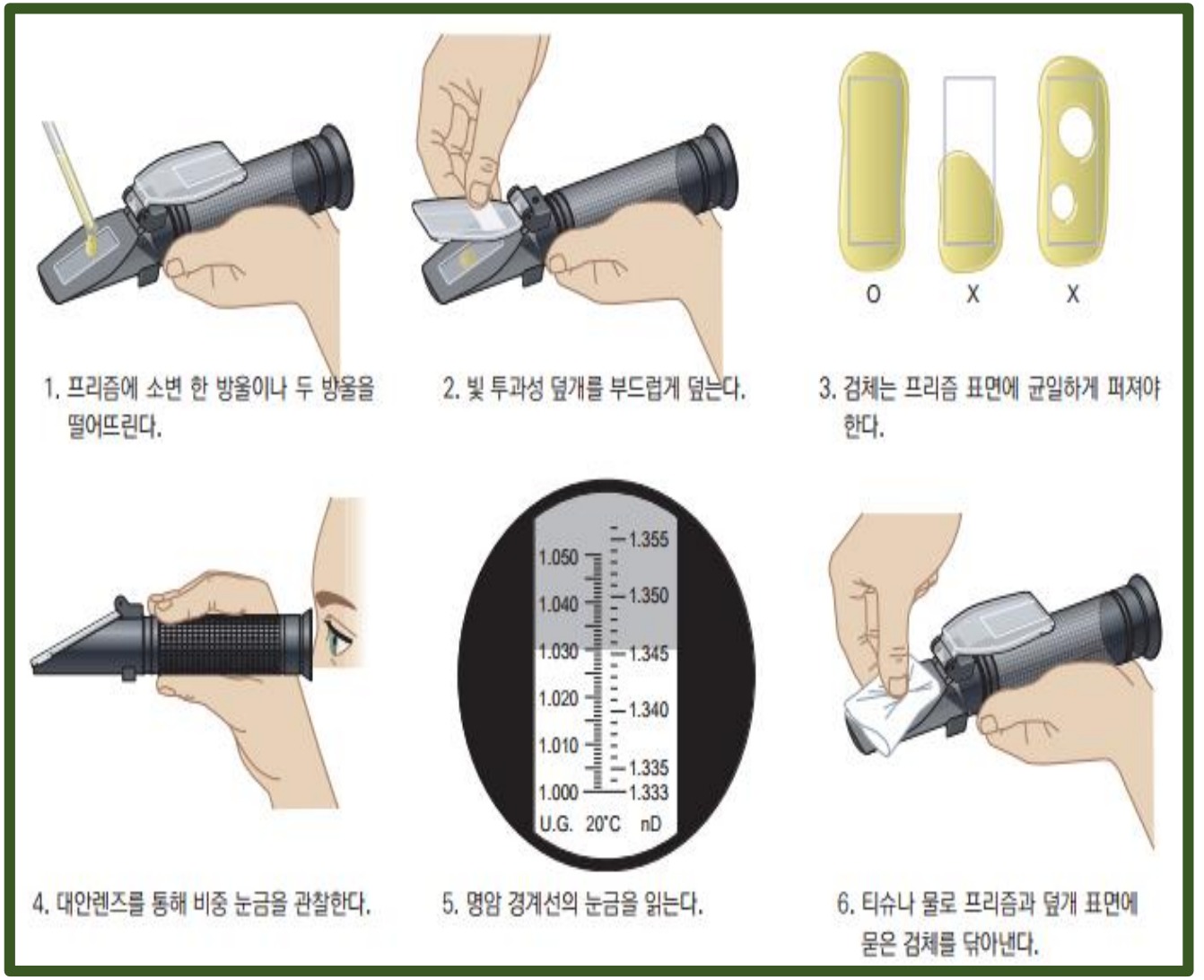


요비중계법(urinometry)은 최근에 이용되고 있는 다른 방법들보다 정확성이 떨어지며, 미국의 임상검사표준화협회(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)에서 추천하지 않는 방법이다.

# 소변의 물리적 검사 ☞ 비중 측정

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 굴절계법(refractometry): 굴절 지수 원리
- 검체에 용해되어 있는 입자의 농도 측정
- 굴절 지수는 용액 속에서의 빛의 속도와 공기 중에서의 빛의 속도를 비교한 값
- 소변 1~2방울로 비중 측정
- Glucose와 Protein에 대한 보정 필요
  (단백질 1.0 g/dL는 비중을 0.003↑)
  (글루코스 1.0 g/dL는 비중을 0.004↑)
  ※ 측정된 요비중에서 빼 주어야 함



# 소변의 물리적 검사 ☞ 비중 측정

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 오스몰랄농도(osmolality)
- 비중은 용액에 존재하는 입자 수와 입자의 밀도에 의존
- 용액의 오스몰농도는 용액의 입자 수와 관련된 물리적 성질(총괄성, colligative property) 변화를 측정 후 수학적으로 결정

| 표 4-5 | 입자수에 따른 총괄성의 변화 | |
|---|---|---|
| 성질 | 정상 순수 | 용질 1몰의 효과 |
| 어는점(빙점) | 0℃ | 1.86℃ 저하 |
| 끓는점(비등점) | 100℃ | 0.52℃ 상승 |
| 증기압 | 2.38 mmHg (25℃) | 0.3 mmHg 저하 (25℃) |
| 삼투압 | 0 mmHg | $1.7 \times 10^9$ mmHg 상승 |

● 시험지 비중
- 알칼리 다가전해질의 pKa(해리상수) 변화에 기초
- 소변의 전해질 농도가 높을수록 수소 이온이 더 많이 방출되어 pH가 낮아짐
- 시험지 시약 패드에는 지시약 브롬티몰 블루, 비중에 따라 청색(비중 1.000) 부터 황색(비중 1.030) 까지 변함




**Figure 7-8.** Specific gravity color chart. (Modified from Tarrytown, NY: Bayer Corporation Diagnostics Division, 1996.) Note: this chart is for color demonstration only and should not be used for interpreting reagent strip reactions for diagnostic testing.

# 소변의 물리적 검사 ☞ 냄새

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 소변의 냄새(odor)

- 임상적 의의 거의 없음
- 암모니아 냄새: 오래 방치, 요소가 분해되어 암모니아 생성
- 심한 당뇨병에서 케톤체가 증가 → 달콤한 과일 향

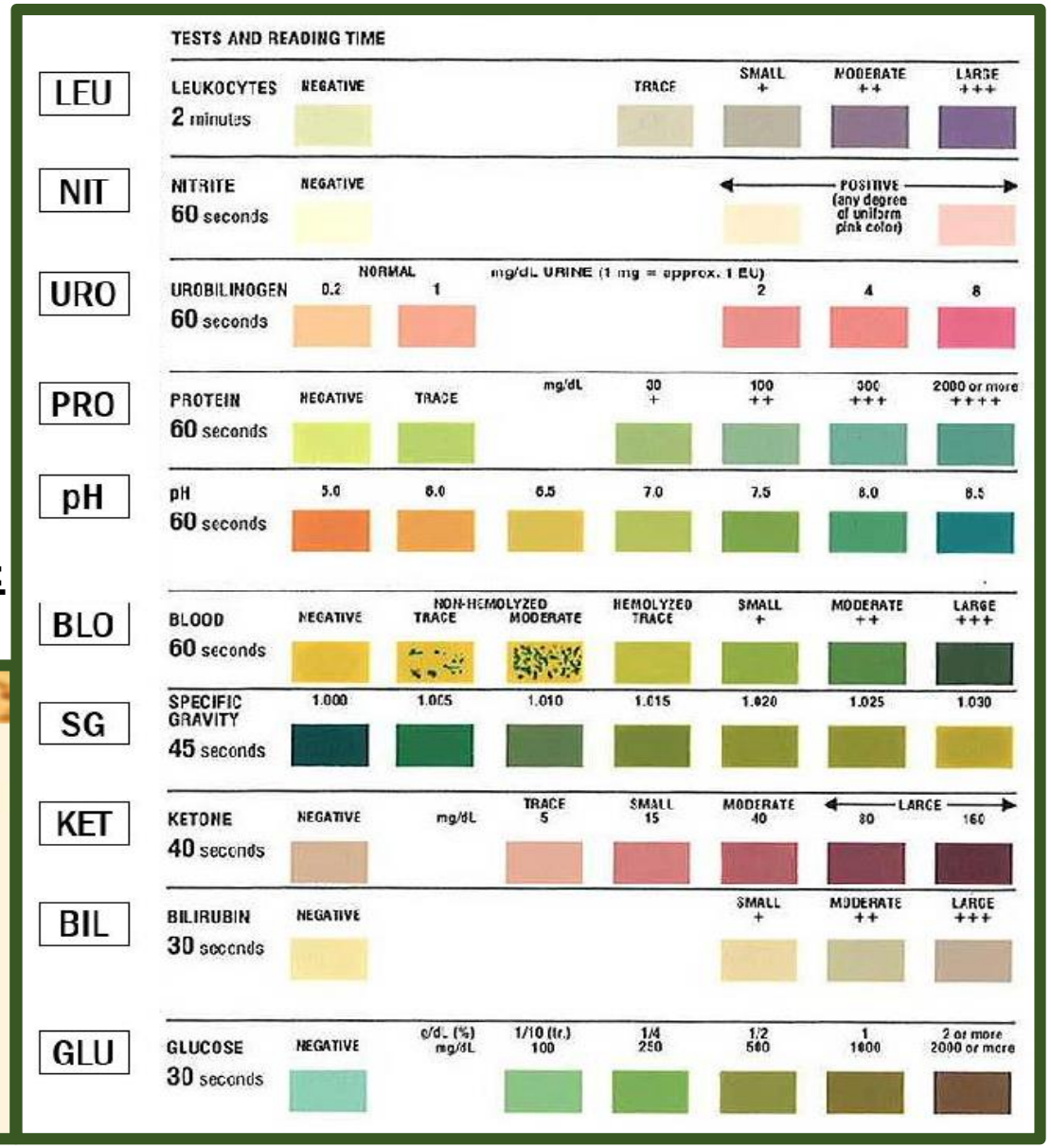
| 표 4-6 | 소변 냄새의 일반적인 원인 |
|---|---|
| **냄새** | **원인** |
| 향기(방향) | 정상, 휘발성 산 |
| 암모니아 냄새, 악취 | 세균성 분해 |
| | 요로 감염 |
| 과일향 | 케톤체(당뇨병, 기아, 구토) |
| 단풍 당밀 냄새 | 단풍 당밀뇨병 |
| 톡 쏘는 냄새 | 페닐케톤뇨증 |
| 썩은 냄새 | 타이로신혈증 |
| 발 냄새 | 아이소발레르산혈증 |
| 양배추 냄새 | 메티오닌 흡수 부전 |
| 표백제 냄새 | 오염 |

# 소변의 화학적 검사 ☞ 시험지

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 시험지(reagent strip)

- 글루코스(glucose), 빌리루빈(bilirubin), 케톤체(ketones), 비중(specific gravity), 혈액(blood), pH, 단백질(protein), 유로빌리노젠(urobilinogen), 아질산염(nitrite), 백혈구 에스터라제(leukocyte esterase)
- —, ±(trace), 1+, 2+, 3+, 4+, 반정량적인 값
- pH는 즉시 판독, 백혈구 에스터라제는 120초 등




**PROCEDURE 5-1**

**시험지법**

1. 실온에서 잘 혼합하고 원심분리를 하지 않은 소변 검체 속에 시험지를 담그었다가 곧바로 꺼낸다.
2. 검체 용기에 시험지 끝을 접촉하여 시험지에 묻어 있는 과다한 소변을 제거한다.
3. 일회용 흡수 패드 위에 시험지의 가장자리를 접촉하여 과다한 소변을 제거한다.
4. 반응이 일어날 때 까지 일정한 시간을 기다린다.
5. 시험지 패드의 발색 반응을 밝은 곳에서 제조사의 비색표와 비교한다.

# 소변의 화학적 검사 ☞ 시험지

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 시험지(reagent strip)
- 시약 pad를 손으로 만지면 안됨
- 확인 검사
  *더 상위의 감도와 특이성의 다른 시험지나 방법으로 검출된 물질 재확인하는 검사

## SUMMARY 5-1 시험지 검사

**시험지 보존**

1. 빛을 차단하고 단단하게 밀폐된 용기에 건조제와 함께 넣어 저장한다.
2. 30℃ 이하에 보관한다. 냉동이나 냉장시켜서는 안 된다.
3. 휘발성 증기에 노출시키면 안 된다.
4. 유효 기간이 지난 것을 사용하면 안 된다.
5. 만일 시약을 포함하고 있는 패드가 변색되면 사용하지 말아야 한다.
6. 시험지는 사용 직전에 꺼낸다.

## SUMMARY 5-1 시험지 검사

**방법**

1. 검체를 잘 섞는다.
2. 검사하기 전에 검체의 온도를 실온으로 맞추어야 한다.
3. 시험지를 검체 속에 완전히 담그었다가 곧바로 꺼낸다.
4. 시험지의 끝을 검체 용기의 안쪽 벽에 살짝 접촉시켜 시험지에 남아있는 과잉의 소변을 제거한다.
5. 특정 시간에 맞춰 밝은 곳에서 제품에 표시된 비색표와 비교한다.
6. 결과가 이상으로 나왔을 때는 보완 검사를 실시한다.
7. 간섭 물질이 있는지 잘 살펴본다.
8. 검사의 원리와 임상적 의의를 이해해야 한다.
9. 다른 화학 검사를 비롯한 물리적 검사 및 현미경 검사와의 상관성을 조사한다.

**정도관리**

1. 매 24시간마다 양성 및 음성 대조를 사용하여 개봉한 시험지를 검사한다.
2. 대조 결과가 범위를 벗어나면 추가 검사를 통해 해결한다.
3. 양성 및 음성 대조로 보완 검사에 사용된 시약을 검증한다.
4. 새로운 시약과 새로 개봉한 시험지는 양성 및 음성 대조를 사용하여 검사한다.
5. 모든 대조 결과와 시약의 로트 번호(lot numbers)를 기록한다.

# 소변의 화학적 검사 ☞ pH

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● pH

- 인체의 산-염기평형의 조절(acid-base balance)
  * 인체는 혈액의 작은 pH 변화조차 용인하지 않으며, 혈액 pH를 정상으로 되돌리려 한다.
  * 인체의 대사작용은 효소에 의해 촉매되며 효소는 적정 pH에서 작용한다.
  * 체액의 pH는 7.35~7.45로 매우 좁게 유지되며 이를 위해 buffer system, 폐, 콩팥이 $H^+$을 조절하고 배설한다.

※ 완충계(buffer system): $H^+$ 농도의 급격한 변화를 방어하는 제일선

① bicarbonate –carbonic acid buffer system (중탄산-탄산 완충계)
② phosphate buffer system(인산염 완충계)
③ serum protein buffer system (단백질 완충계)
④ hemoglobin buffer system(헤모글로빈 완충계)

※ 호흡중추와 폐, 콩팥

대사작용에서 많은 양의 산이 생성되고 이들의 대부분인 탄산(휘발성 산)은 RBC의 Hb와 결합하여 폐에서 배출되며 keto acid, 황산, 인산 등은(비휘발성 산) 혈액을 통하여 콩팥으로 배설 된다.

# 소변의 화학적 검사 ☞ pH

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● pH

- 산-염기평형에서 콩팥의 역할

* 콩팥은 정상 pH를 유지하기 위해 인체에서 중요한 역할을 한다.

* 혈장과 사구체 여과액의 평균 pH는 7.4, 반면 아침 첫 소변의 pH는 5.0~6.0
이 값들은 대사과정에 의해 생성된 비휘발성 산들을 배설하려는 콩팥의 역할을 보여준다.

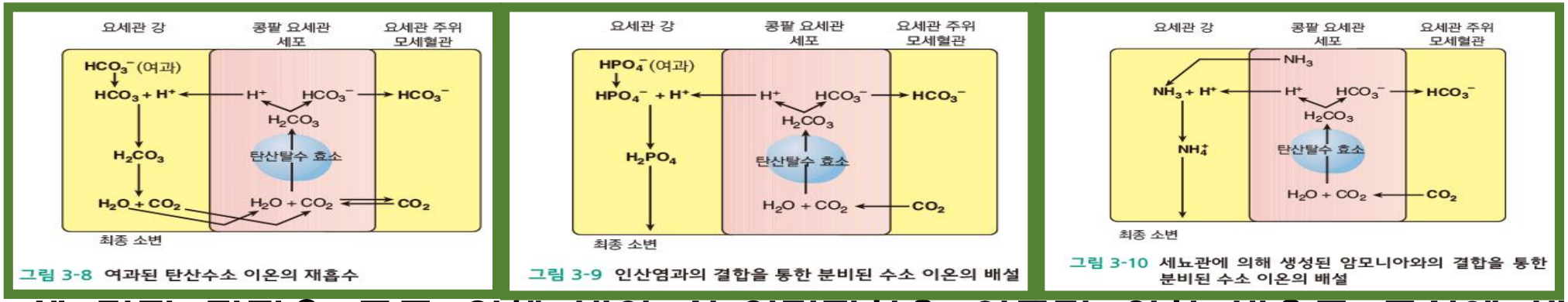



그림 3-8 여과된 탄산수소 이온의 재흡수

그림 3-9 인산염과의 결합을 통한 분비된 수소 이온의 배설

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

※세 가지 과정은 모두 인체 내의 산-염기평형을 이루기 위한 비율로 동시에 발생

※동맥 혈액의 pH 정상치 = 7.35 ~ 7.45

※정상 수시 소변의 pH 범위는 4.6~8.0 정도, 산성에서 알칼리로 다양하게 변화

※소변 pH의 정상치는 정할 수 없고, 소변 pH의 비정상범위는 존재하지 않음

※산성 소변은 고단백 및 육류를 다량 섭취 시, 알칼리 소변은 장기적으로 채식(과일,채소)

# 소변의 화학적 검사 ☞ pH

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● pH 시험지(pH strip)
- 측정 범위: 5.0~8.5로 넓은 측정범위를 위해 methyl red와 bromthymol blue의 이중지시약(double indicator) 사용
- methyl red는 pH 4.0~6.0 범위에서 적색에서 황색으로,
  bromthymol blue는 pH 6.0~9.0 범위에서 황색에서 청색으로 변색
- 요시험지에 의한 pH측정에 알려진 간섭 물질은 없다.

**methyl red + $H^+$** → **bromthymol blue – $H^+$**
(적색-오렌지색->황색) (황색->녹색->청색)

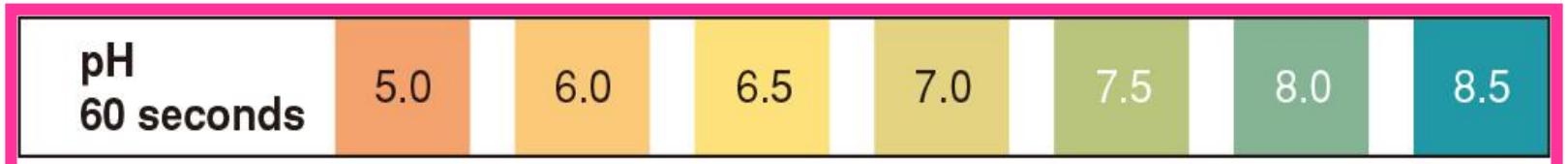



**Figure 8-6.** pH color chart. Note: This chart is for color demonstration only and should not be used for interpreting reagent strip reactions for diagnostic testing. (Modified from Siemens Healthcare Diagnostics Inc. Tarrytown, NY; 2010).

If you cannot fly then run,

If you cannot run, then walk,

And, if you cannot walk, then crawl,

but whatever you do,

you have to keep moving forward.

