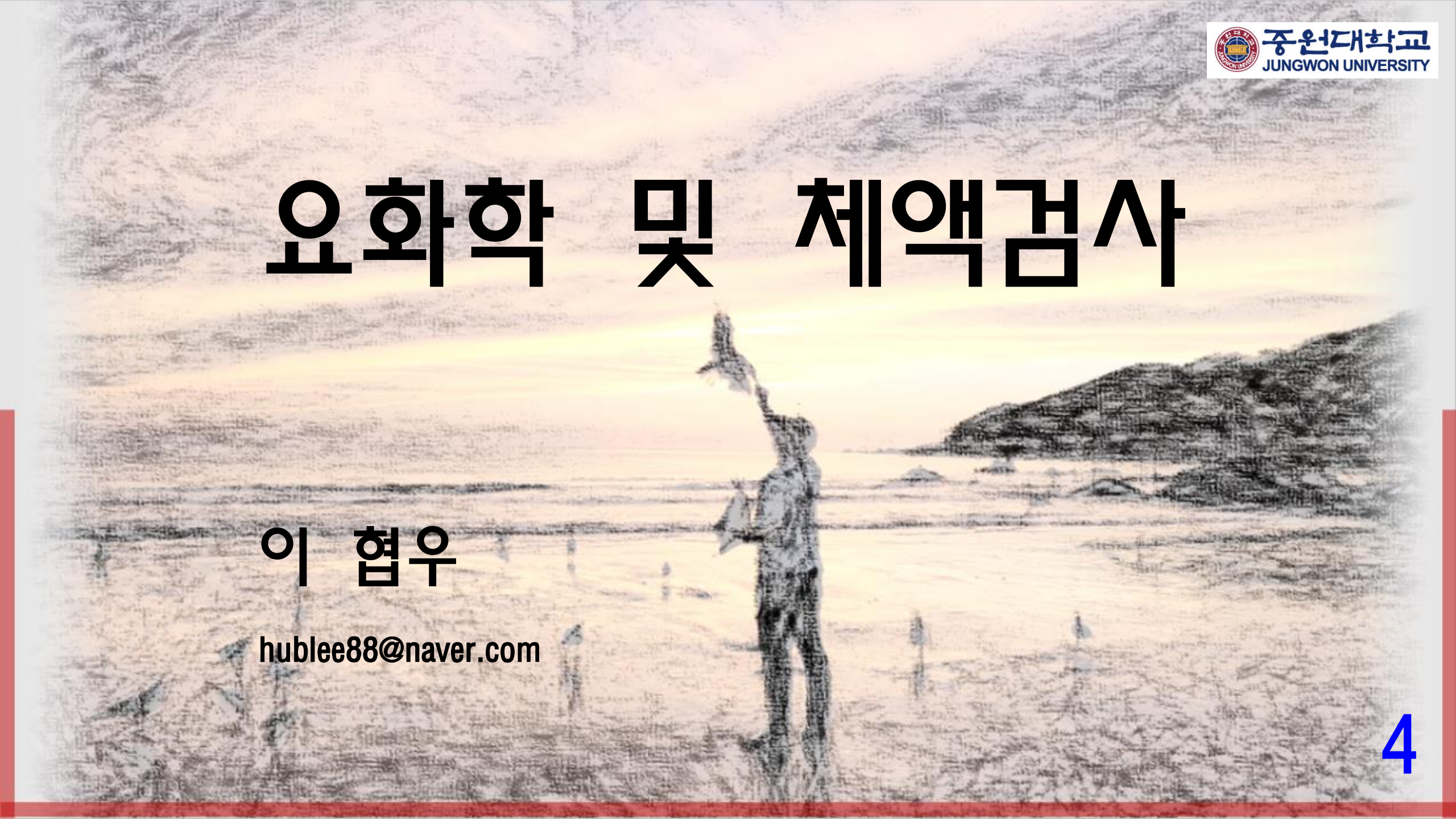


요화학 및 체액검사

이 협우

hublee88@naver.com

콩팥 기능 검사 ☞ 토리 여과율(GFR)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 토리 여과율(Glomerular Filtration Rate, GFR)
- 혈액으로부터 여과 가능한 물질을 제거(청소)하는 비율을 측정하는 시험
- 일반적으로 클리어런스 시험(clearance test)라고 함
  * 24시간 소변을 채취하는 동안 물질이 소변에서 안정
  * 혈장 농도가 일관성(변동성이 적은)
  * 가능한 체내에서 얻을 수 있고, 분석 가능할 것
  * 외인성 방법: 외부물질 주입을 필요
  * 내인성 방법: 체내에 존재하는 물질 검사
- 현재 사용 중
  * 크레아티닌(creatinine)
  * $ß_2$마이크로글로불린($ß_2$microglobulin)
  * 시스타틴 C(cystatin C)
- 과거에 사용(현재 사용 안함)
  * 요소 클리어런스: 변동성이 커서
  * 이눌린 클리어런스: 외인성 방법

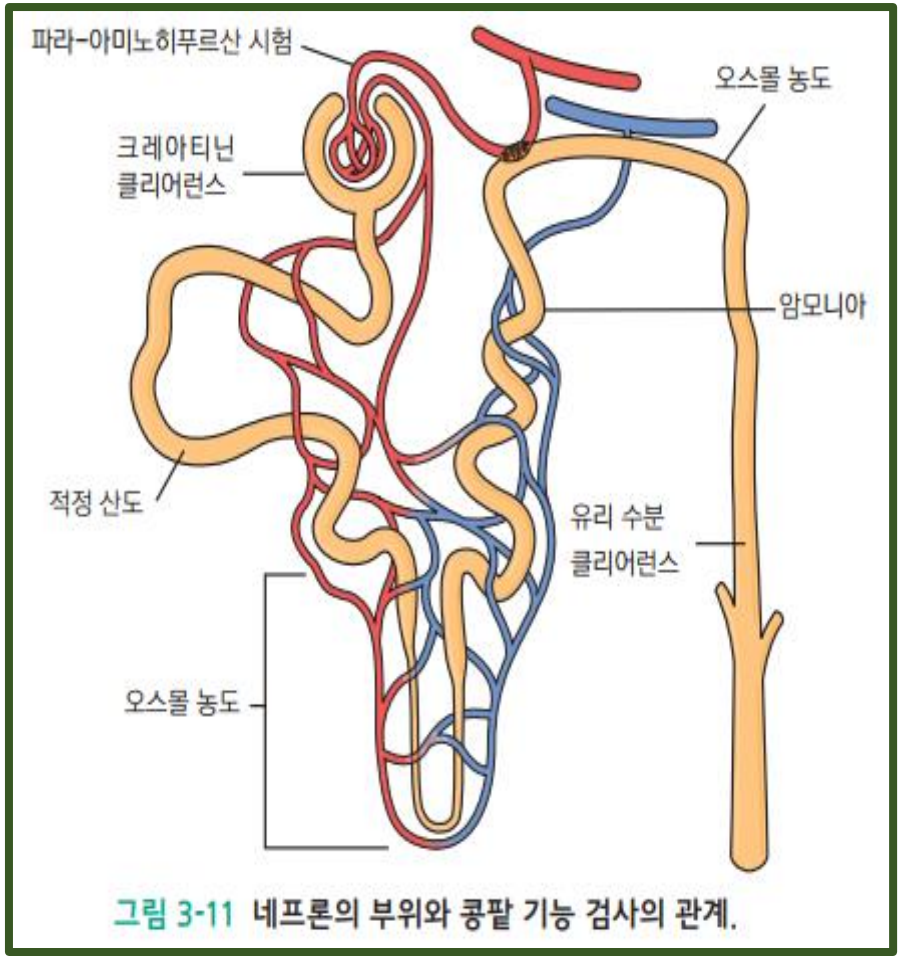


그림 3-11 네프론의 부위와 콩팥 기능 검사의 관계.

콩팥 기능 검사 ☞ 토리 여과율(GFR)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 크레아티닌 클리어런스 검사(creatinine clearance test)

- 분(min)당 깨끗해진 혈장의 양(GFR, mL/min, C) X 크레아티닌의 농도 mg(mg/dL, P)
  = 분당 소변량 mL(mL/min, V) X 소변의 dL당 크레아티닌의 농도 mg(mg/dL, U)

*

$$CP = UV, \text{ 그리고 } C = \frac{UV}{P}$$

- 체표면적($1.73m^2$ 로 가정)
- 노년층에서는 현저히 낮아짐

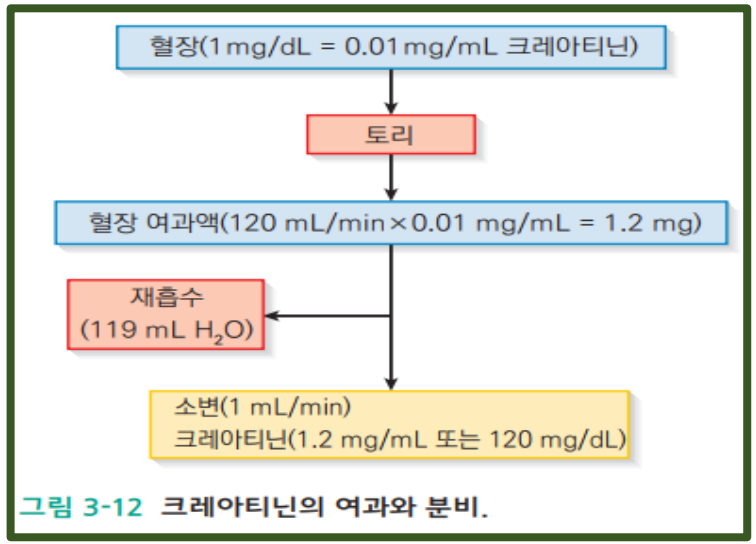


그림 3-12 크레아티닌의 여과와 분비.

←←

보 기

소변 크레아티닌 120 mg/dL(U), 혈장 크레아티닌 1.0 mg/dL(P), 24시간검체의 소변량 1,440 mL(V)일 때 사구체여과율은 다음과 같이 계산한다.

$$V = \frac{1{,}440 \text{ mL}}{60 \text{ min} \times 24 = 1{,}440 \text{ min}} = 1 \text{ mL/min}$$

$$C = \frac{120 \text{ mg/dL(U)} \times 1 \text{ mL/min(V)}}{1.0 \text{ mg/dL(P)}} = 120 \text{ mL/min}$$

콩팥 기능 검사 ☞ 토리 여과율(GFR)

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 추정(추산) 토리 여과율(estimated glomerular filtration rates, eGFR)

- 국립콩팥질환교육프로그램(National Kidney Disease Education Program, NKDEP) MDRD-IDMS-traceable 계산 공식 권고

$$eGFR = 175 \times \text{혈청 크레아티닌}^{-1.154} \times \text{연령}^{-0.203} \times 0.742$$

(환자가 여성일 경우) × 1.210(환자가 흑인일 경우)

● 시스타틴 C(cystatin C, 단백질)

- 분자량: 13,359 - 모든 유핵 세포에서 일정한 비율로 생성, 근육량의 영향 없음
- 토리에서 쉽게 여과되고 요세관 세포에 의해 재흡수 되어서 분해(절대 재분비되지 않음)
- 시스타틴 C의 혈청 농도는 GFR과 직접 관련
- 혈장 시스타틴 C와 크레아티닌 둘 다 측정하면 환자의 GFR 상태를 더 정확하게 보여줌

● β_2 마이크로글로불린(β_2 macroglobulin)

- 분자량: 11,800 - 일정한 비율로 사람 백혈구항원(human leukocyte antigen, HLA)에서 분리되어 토리 여과를 통해 혈장에서 빠르게 제거, 혈장 ↑ → GFR ↓

콩팥 기능 검사 ☞ 요세관 재흡수 검사

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 오스몰랄농도(osmolarity)

- 빙점 삼투압계
  * 빙점(어는점) 저하를 측정하여 오스몰랄 농도로 전환시키는 원리
  * 샘플을 약 -7℃로 과냉각 시키며 온도 민감성 프로브(probe, 탐침)로 빙점 측정
  * 물 1L에 용해되어 있는 비이온성 물질 1 mol(1,000 mOsm)이 빙점을 1.86 ℃ 낮추는 사실에 근거
  * 표준물질로 기지 농도의 NaCl 용액을 사용

- 증기압 삼투압계(vapor pressure osmometer)
  * 실제로 측정되는 것은 이슬점 (dew point, 수증기가 액체로 응축되는 온도)

콩팥 기능 검사 ☞ 요세관 분비 및 콩팥 혈류량 검사

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● PAH 시험(*p* – 아미노히푸르산, *p* – aminohippuric acid, PAH)
- 비여과물질의 요세관 분비와 신(콩팥)혈류량을 측정하는 검사
  * 콩팥을 통해 흐르는 혈액량을 정확하게 측정하려면 콩팥 조직과 접촉할 때마다 혈액에서 완전하게 제거되는 물질을 사용
  * 외인성 방법(물질)
  * 총 콩팥 혈류량: 약 1,200 mL/min, Hct = 40% ~ 55% 이면
  * 유효 콩팥 혈장류량의 정상 범위는 600～700 mL/min

● 적정 산도(pH)와 소변 암모니아
- 요세관에서의 수소 이온 분비와 먼쪽 곱슬 요세관 세포의 암모니아 생성 및 분비에 의존
- 정상인은 적정산(H^+), 인산 이온($H_2PO_4^-$), 또는 암모늄 이온(NH_4^+)의 형태로 약 70 mEq/day 산 배설
- 수시뇨(random urine)의 정상 pH는 4.5~8.0 으로 범위가 넓음
- 소변의 pH는 밤에 가장 낮음

요화학 및 체액검사 ☞ 소변 검사 개요

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

- 하루에 여과된 평균 혈장량은 약 170,000 mL
- 신체에 필요한 물과 여과된 물질이 재흡수 되고 매일 약 1,200 mL 정도만 소변으로 배설
- 소변은 정상적으로 물 95%와 용질(유기 및 무기 화학물질) 5%로 구성
- 소변에는 세포, 원주(cast), 결정(crystal), 점액(mucus) 및 세균같은 유형성분 포함 가능
- 유형성분의 증가는 질환의 지표
- 소변량은 콩팥이 배설하는 물(수분)의 양에 의존 항이뇨호르몬(antidiuretic hormone, ADH)의 분비 변동에 의존
- 글루코스(포도당) 또는 염과 같은 용해성 고형성분 증가로 배설되는 경우
- 정상적인 1일 소변량 감소 상태 핍뇨(oliguria)
- 소변이 나오지 않는 상태인 무뇨(anuria)

표 2-1 정상 소변의 주요 성분

구성 성분	참고사항
요소	소변에 가장 많은 주요 유기 성분. 단백질과 아미노산 대사의 산물
크레아티닌	근육에서 크레아틴의 대사 산물
요산	식품과 세포에서 핵산의 분해 산물
염화물	주요 무기 성분. 나트륨 및 다른 많은 무기질과 결합하여 존재함
나트륨	주로 염으로 존재, 섭취에 의해 변동함
인산염	혈액을 완충하기 위해 나트륨과 결합함
암모늄	혈액과 조직액의 산도를 조절함
칼슘	염화물, 황산염, 인산염과 결합함

TECHNICAL TIP 특정한 액체가 소변인지를 결정하고자 할 때는 검체의 요소와 크레아티닌을 측정한다. 이 물질들은 다른 체액보다 소변에 훨씬 더 고농도로 존재하기 때문에 두 물질을 측정하면 미지의 액체가 소변인지를 알 수 있다.

요화학 및 체액검사 ☞ 소변 검사 개요

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 검체 채취(채뇨)
- 생물학적 위험물질(biohazardous substance), 검체를 취급할 때 항상 장갑
- 깨끗하고 완전 건조된 새지 않는 용기, 용량은 3L, 2L, 1L, 500mL, 120mL, 50mL 등
- 미생물 검사와 채취 후 2시간 이상 검사 지연 될 검체는 밀폐할 수 있는 무균 용기
- 모든 검체라벨에는 환자 이름, 등록번호, 채취 일자와 시간, 환자연령, 처방의사 이름 기록
- 검사의뢰서(검체 채취방법, 종류, 간섭 가능성 있는 투여약물 및 환자 임상정보)와 라벨확인

● 검체 거부
- 라벨 기록이나 검체 채취가 부적당하면 검사실에서 검체 접수를 거부
  * 용기에 라벨이 없음
  * 라벨과 검사의뢰서의 내용이 일치하지 않음
  * 검체에 화장지나 대변이나 이물질 포함
  * 검체의 양 부족
  * 용기의 표면이 오염
  * 검체 수송이 부적당
- 검체를 거부한 상황에 대해 상세히 기록, 조치나 대책 확인 후, 책임자 확인 후 폐기

요화학 및 체액검사 ☞ 소변 검사 개요

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 검체 취급
- 소변 성분은 체내 뿐만 아니라 체외에서도 쉽게 변함, 채취 후에도 정확하게 취급
- 보관은 2~8℃
  세균증식과 대사 감소
- 검사 전에는 실온

표 2-2 보존 처리를 하지 않은 소변의 변화

분석 항목	변 화	원 인
색깔	변색 / 검어짐	대사물질의 산화 또는 환원
투명도	감소	세균 증식 및 무정형 물질의 침전
냄새	증가	세균 증식에 의해 요소로부터 암모니아 생성
pH	증가	유리에이스(urease)를 생성하는 세균에 의해 요소가 분해되어 암모니아(염기)가 생성됨 / CO_2의 상실
글루코스	감소	해당 및 세균 사용
케톤체	감소	휘발 및 세균 대사
빌리루빈	감소	빛에의 노출 / 빛에 의해 빌리버딘(biliverdin)으로 산화
우로빌리노젠	감소	우로빌린(urobilin)으로 산화
아질산염	증가	질산-환원성 세균의 증식
적혈구, 백혈구 및 원주	감소	묽은 알칼리성 소변에서 붕괴
세균	증가	증식
트리코모나스	감소	운동성 상실, 사멸

요화학 및 체액검사 ☞ 소변 검사 개요

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 검체 취급

- 소변 성분은 체내 뿐만 아니라 체외에서도 쉽게 변함, 채취 후에도 정확하게 취급
- 검체(소변)의 보존

* 살균성

* 유레아제(urease) 작용 억제

* 화학적 검사를 간섭하지 않는 것

* 요구된 검사에 가장 적합한 보존제

표 2-3 소변 보존제

방부제	장 점	단 점	참 고 사 항
냉장법 (Refrigeration)	화학적 검사를 간섭하지 않는다.	무정형 인산염과 무정형 요산염을 침전시킨다.	24시간 동안 세균 증식을 억제한다.
붕산 (Boric acid)	세균 증식과 대사를 억제한다.	약물과 호르몬 분석을 간섭한다.	pH를 약 6.0으로 유지시킨다. 배양을 목적으로 수송할 때 사용될 수 있다.
포말린 (Formalin)	우수한 침사 보존제이다.	글루코스, 혈액, 백혈구 에스터레이스, 구리 환원의 화학적 검사를 간섭한다.	세포와 원주를 보존하려면 포말린으로 검체 용기를 헹군다.
플루오린화나트륨 (Sodium fluoride)	약물 분석에 좋은 보존제이다.	글루코스, 혈액 및 백혈구 에스터레이스에 대한 시험지 검사를 간섭한다.	
상품화된 보존용 정제 (Commercial preservative tablet)	냉장 보존이 불가능할 때 편리하다. 간섭을 최소화하기 위해 농도를 조절하였다.	원하는 검사에 효과가 있는지 정제 성분을 검토한다.	
Urine Collection Kits (Becton, Dickinson, Rutherford, NJ)	소변 컵, 스트로, 배양(culture) 및 민감도(sensitivity)(C&S) 보존 시험관, 또는 UA 시험관		
Light gray and gray C&S tube	48시간 동안 실온에서 샘플 안정; 세균 증식과 대사를 방해한다.	만일 소변량이 최소량 이하면 사용하지 않는다.	보존제는 붕산, 붕산나트륨, 폼산나트륨(sodium formate)이다. pH를 약 6.0으로 유지시킨다.
Yellow UA Plus tube	자동분석기에 사용한다.	2시간 이내에 냉장고에 넣어야 한다.	보존제는 없다. 원저 시험관 또는 원심관
Cherry red/yellow Preservative Plus tube	실온에서 72시간 동안 안정하다. 장비 – 호환성	최소 눈금까지 채워야 한다. 만일 검체가 빛에 노출되면 빌리루빈과 우로빌리노젠이 감소할 수 있다.	보존제는 프로피온산나트륨, 에틸 파라벤, 클로르헥시딘이다. 원저 시험관 또는 원심관

소변 검사 개요 ☞ 검체의 종류

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

표 2-4 소변 검체의 종류

검체의 종류	목 적
수시	일상 선별 검사
아침 첫 번째	일상 선별 검사 임신 진단 검사 기립성 단백질
24시간(시간)	정량 화학 검사
중간뇨 청결-채취	일상 선별 검사, 세균 배양
카테터 채취	세균 배양
두덩위(치골상부) 흡인 검체	세균 배양을 위한 방광 소변 세포검사
3분배 채취	전립샘 감염

아침 첫 번째 검체

이상적인 선별 검사용 검체는 환자가 검사실(채뇨실)에 와서 채취한 것이다. 그것은 또한 임신 검사의 위음성을 방지하고, 기립성 단백뇨(orthostatic proteinuria)를 평가하는 데 필수적이다.

아침 첫 번째 검체(아침 첫 소변)는 농축 검체이다. 따라서 묽은 수시 검체(dilute random specimen)에서는 잘 나타나지 않던 화학물질의 검출과 유형성분의 관찰이 가능하다. 환자는 아침에 잠에서 깨어난 후 즉시 검체를 채취하여 2시간 이내에 검사실로 가지고 와야 한다.

HISTORICAL NOTE

당부하시험 검체

당부하 검체(glucose tolerance specimen)는 대개 당부하 시험(glucose tolerance test, GTT) 동안 혈액 시료와 함께 채취된다. 검체의 수는 검사 방법상의 전체 시간과 채취 간격의 시간에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로 GTT에서는 공복, 30분, 1시간, 2시간, 3시간 검체를 필요로 하고, 경우에 따라서는 4시간, 5시간, 6시간 검체가 필요할 때도 있다. 소변에서는 글루코스와 케톤체를 검사하며, 이 결과들을 혈액 검사 결과와 함께 해석하면 환자가 일정량의 글루코스를 대사하는 능력이 있는지를 평가하는 데 도움이 된다. 이 결과는 혈액에 대한 콩팥 역치(renal threshold)와 상관이 있다.

24시간 검체

소변 중의 화학물질은 그 존재 유무를 보고하기 보다는 오히려 정확한 양을 측정해야 하는 경우가 자주 있다. 정확한 정량적 결과를 산출하려면 일정한 시간 동안 채취한 **시간 검체**(timed specimen)로 측정해야 한다. 측정 대상이 되는 물질이 운동, 음식물 및 신체 대사와 같은 하루 중의 활동에 의해 변동이 있을 때는 24시간 검체가 필요하다. 만일 특정한 물질의 소변 농도가 일정하면, 검체 채취 기간이 더 짧아질 수 있다. 짧은 채취 기간 동안 환자가 적당한 수화 상태(hydrated condition)를 유지할 수 있도록 수분을 공급해주어야 한다. 환자가 시간 검체를 잘 채취할 수 있도록 환자에게 채취 방법을 정확하게 알려주어야 한다.

정확한 시간 검체를 얻으려면 채취 기간에서 시작할 때와 끝날 때 방광을 완전히 비워야 한다.

특정한 시간 동안에 배설된 물질의 농도를 그 시간 동안에 생성된 소변량에 맞추어 계산해야 한다. 채취 기간이 시작되기 전에 형성된 소변을 포함시키거나 채취 기간이 끝나는 시점에서 형성된 소변을 포함시키지 않으면 부정확한 결과가 나온다.

검사실에 24시간 검체가 도착하면 그 즉시 철저히 혼합하고, 양을 정확히 측정하여 기록한다. 만일 검사에 일정량이 소요되었으면, 재검사나 추가 검사를 하는데 지장이 없도록 적당하게 검체를 남겨둔다. 만일 검체를 두 개의 용기에 채취했다면, 두 용기에 있던 검체를 합치고, 철저히 혼합한 후, 검사에 사용될 일정량을 취한다. 장시간에 걸쳐 검체를 채취할 때는 검체 보존이 중요한 문제로 대두된다. 모든 검체는 채취 기간 동안 냉장고에 보관하거나 얼음통에 보관해야 하며, 또한 여기에 화학 보존제를 첨가해야 하는 경우도 있다. 선택된 보존제는 환자에게 독성이 없어야 하고, 수행될 검사를 간섭하지 말아야 한다.

PROCEDURE 2-1

24시간 검체 채취법

- 채취 방법이 적힌 설명서를 환자에게 제공한다.
- 적당한 채뇨 용기와 보존제를 제공한다.
- 첫날 오전 7시에 배뇨하고 검체를 버린다. 그 다음 24시간 동안 소변을 용기에 수집한다.
- 다음 날 오전 7시에 배설한 소변까지 모두 용기에 수집한다.
- 검사실에 도착할 때까지 전체 24시간 검체를 철저히 혼합하고, 양을 정확히 측정하여 기록한다.

TECHNICAL TIP 채취 기간 시작 전에 형성된 소변의 첨가는 위양성으로 될 것이고, 채취 기간 끝에 생성된 것을 포함시키는데 실패하면 위음성으로 될 것이다.

카테터 검체

이 검체는 가늘고 긴 관으로 된 카테터(catheter)를 요도를 통해 방광 속으로 삽입하여 무균 상태에서 채취한다. **카테터 검체**(catheterized specimen)를 가장 많이 필요로 하는 검사는 세균 배양이다.

중간뇨 청결-채취 검체

카테터 검체의 대체 검체로서 **중간뇨 청결-채취 검체**(midstream clean-catch specimen), 즉 중간뇨(midstream urine)는 세균 배양과 일상적인 소변 검사에 이용되는데, 카테터 검체를 얻는 과정에서 생길 수 있는 상해가 없으므로 보다 안전하게 검체를 얻을 수 있다. 중간뇨 청결-채취 검체는 상피 세포와 세균의 오염이 덜하며, 소변 일상 검사의 대표적인 검체라고 볼 수 있다.

환자에게는 요도 입구 부위를 닦는 세정제, 무균용기 그리고 세정 및 배뇨의 방법을 담은 지침서가 제공된다. 헥사클로로펜(hexachlorophene)이나 포비돈-아이오딘(povidone-iodine) 같은 강력한 살균제를 세정제로서 사용해서는 안 되며 자극적이지 않은 소독된 타월을 사용하여 닦는다.

두덩위(치골상부) 흡인 검체

때때로 주사기 바늘을 복부를 통해 방광 속으로 삽입하여 소변을 채취하기도 한다. 방광은 정상 상태에서는 무균성이기 때문에 **두덩위(치골상부) 흡인 검체**(suprapubic aspiration specimen)는 완전히 외부 오염이 없는 세균 배양을 하기 위해 사용된다. 이 검체는 또한 세포 검사용으로도 사용될 수 있다.

TECHNICAL TIP 일상 소변 검사와 배양 검사를 위해 카테터뇨나 중간뇨 채취가 요구될 때, 배양은 검체의 오염을 방지하기 위하여 첫 번째로 수행될 것이다. 채취 수송 키트도 사용될 수 있다.

PROCEDURE 2-2

청결 검체 채취: 여성 청결 방법

1. 손을 씻는다.
2. 용기 안쪽을 만지지 말고 뚜껑을 연다.
3. 음순을 벌린다.
4. 소독된 작은 종이 수건을 요도구 앞뒤로 움직이며 닦는다.
5. 음순을 잡고 변기에 배뇨를 시작한다.
6. 배뇨를 잠시 멈추고 무균 용기에 배뇨한다. 이때 용기의 안쪽을 만지면 안 된다. 용기를 생식기 부위에 닿게 한다.
7. 변기에 나머지를 모두 배뇨한다.
8. 뚜껑을 닫는다. 이때 뚜껑은 바깥쪽만 잡아야 한다.
9. 이름과 채뇨 시간을 기록한다. 검체 용기는 지정된 장소에 놓는다.

PROCEDURE 2-3

청결 검체 채취: 남성 청결 방법

1. 손을 씻는다.
2. 용기 안쪽을 만지지 말고 뚜껑을 연다.
3. 소독된 작은 종이 수건으로 음경의 끝을 닦는다. 만일 포경 상태가 아니면 음경 꺼풀을 뒤로 밀어서 소변이 묻지 않게 한다.
4. 변기에 배뇨한다. 필요하면 음경 꺼풀을 뒤로 밀은 상태로 유지시킨다.
5. 배뇨를 잠시 멈추고 무균 용기에 배뇨한다. 이때 용기의 안쪽을 만지면 안 된다.
6. 변기에 나머지 소변을 모두 배설한다.
7. 검체 뚜껑을 닫는다. 이때 뚜껑과 용기는 바깥쪽만 잡는다.
8. 용기의 라벨에 이름과 채뇨 시간을 기록한다. 검체 용기는 지정된 장소에 놓는다.

전립샘염 검체

3분배 채취 검체

중간뇨 청결-채취법과 유사하게 3분배 채취 검체(three-glass collection specimen)는 전립샘 감염을 결정하는 데 사용되고 있다. 이 채취법에서는 처음에 배뇨된 소변을 버

소변 검사 개요 ☞ 검체의 종류

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

리지 않고 무균 용기에 채취한다. 그 다음에는 배뇨를 잠시 멈추고 다른 하나의 무균 용기에 중간뇨를 채취한다. 일정량을 채취한 후 배뇨를 잠시 멈추고, 전립샘을 마사지 하여 남아있는 소변에 전립샘액이 포함되도록 하여 3번째의 무균 용기에 채취한다.

모든 검체에 대해 정량적 배양을 실시하고, 첫 번째와 세 번째 검체에 대해서는 현미경 검사를 실시한다. 전립샘 감염 시에는 세 번째 검체의 고배율(high power field, hpf) 당 백혈구 수와 세균 수가 첫 번째 검체보다 10배나 더 많이 검출된다. 또한 지질을 포함하고 있는 대식 세포가 존재하기도 한다. 두 번째 검체는 방광과 콩팥 감염을 알아보는 지표로서 이용된다. 만일 두 번째 소변의 감염 검사가 양성이면, 감염된 소변이 검체를 오염시킨 것이기 때문에 세 번째 검체의 검사 결과는 유효하지 못하다.

마사지 전후 검사 (Pre-and Post-Massage Test, PPMT)

PPMT에서는 청결-채취 중간뇨 검체가 채취된다. 두 번째 소변은 전립샘을 마사지한 후 채취한다. 마사지 후의 세균 수가 마사지 전보다 10배 이상이 많으면 유의한 세균뇨(bacteriuria)를 가리킨다.

소아 검체

배뇨를 혼자 자의적으로 하지 못하는 영유아의 검체, 즉 소아 검체(pediatric specimen)를 채취하는 일은 쉽지 않다. 먼저 남자 아이와 여자 아이의 생식기 부위에 부드럽고 깨끗한 플라스틱백을 부착시켜 검체를 채취하는 방법들이 일반적으로 시도되고 있다.

HISTORICAL NOTE

전립샘염을 위한 Stamey-Mears 검사

4분배법은 세균 배양용의 처음 배뇨된 요(VB1), 중간뇨(VB2), 압박에 의해 짜낸 전립샘 분비물(expressed prostatic secretion, EPS) 및 전립샘 마사지 후 요 검체(VB3)로 구성된다. 요도 감염이나 염증은 VB1으로 검사하고, 방광 감염은 VB2로 검사한다. 전립샘 분비물은 배양 검사와 백혈구 검사용으로 사용된다. 고배율 시야당 10-20개의 백혈구가 관찰되면 비정상이다.

무균 검체는 두덩위(치골상부) 흡인법이나 카테터법으로 얻을 수 있다. 배양용 검체는 청결-채취 세정법과 멸균 채취백을 사용하여 얻을 수 있다. 검체 채취 과정에서 백 안쪽을 만지지 않도록 주의해야 한다. 정량 검사를 하려면 과다한 소변이 큰 용기에 옮겨지도록 채취백에 관을 연결시켜 채취한다.

약물 검사용 검체 채취

약물 검사 프로그램에서 가장 취약한 부분이 소변 검체를 채취하는 과정이다. 검사 결과가 검체를 제출한 특정인의 것이라는 것을 입증하는 데 필요한 것이 정확한 채취 과정과 서류이다. 증거물 보관의 연속성(chain of custody, COC)은 검체 채취부터 검사 결과에 대한 서류를 발급하기까지 계속해서 문서화를 해나가는 과정이다. COC는 약물 검사의 모든 단계를 문서화하고 서류를 모든 과정마다 동반시켜야 하는 표준화된 양식이다.

약물 검사용 소변 검체의 경우는 바꿔치기나, 혼합이나, 희석이 결코 없었다는 것을 입증할 수 있는 자료가 있어야 법적 증거물로서 효력이 있다. 따라서 검체를 취급하는 모든 사람들은(채취 담당자, 검사 담당자 등) 이 점을 유념해야 한다. 허가받지 않은 사람은 누구도 검체에 접근할 수 없다. 검체를 취급하는 사람은 검사기관에 소속된 사람임을 확인할 수 있는 사진이 붙은 신분증을 부착해야 한다.

소변 검체 채취는 증인이 입회할 수도 있고 입회하지 않을 수도 있다. 만일 피검자가 검체를 변동시키거나 바꿔치기를 할지도 모른다는 의심이 가면 증인이 입회해야 한다. 만일 증인의 입회 하에 검체를 채취하라는 지시가 내려지면, 동성 채취자가 소변 30~45 mL를 채취하는 것을 감시해야 한다. 증인 입회 하에 채취한 것이든 증인 없이 채취한 것이든 소변은 즉시 채취 담당자에게 넘겨진다.

검체에 다른 것을 타지 않았는지 보기 위해 채취 4분 이내에 온도를 측정한다. 온도는 32.5℃~37.7℃에 있어야 한다. 만일 검체의 온도가 이 범위 안에 있지 않으면 온도를 기록하고 책임자에게 즉시 보고한다. 이러한 온도를 벗어난 검체는 오염이 되었을 수도 있다는 것을 가리킨다. 이 경우는 가능한 한 빨리 검체를 다시 채취해야 한다. 오염의 징후를 확인하기 위해 소변의 색깔도 조사한다. 별다른 문제가 없이 채취된 검체는 검사지침에 따라 라벨에 기록하고 포장하여 수송한다.

TECHNICAL TIP 필요한 만큼의 샘플이 채취될 때까지 매 15분마다 담고 있는 백을 점검하라.

PROCEDURE 2-4

약물 검사용 검체(소변) 채취 방법

1. 채취자는 손을 씻고 장갑을 낀다.
2. 채취자는 화장실 물에 청색 염료를 넣어 검체에 물을 넣지 못하게 한다.
3. 채취자는 변기 뚜껑과 수도 꼭지에 테이핑을 하여 물을 사용하지 못하게 한다.
4. 피검자에게 사진이 붙은 신분증을 제공한다.
5. 채취자는 관리연속성(COC)중 1단계를 완성하고 양식에 피검자의 사인을 받는다.
6. 피검자가 몰래 감추고 있는 물질에 의해 소변이 오염되는 것을 방지하기 위해 코트, 서류가방, 지갑 등 소지품을 채취 구역 바깥에 놓는다.
7. 피검자는 자신의 손을 씻고 검체 컵을 받는다.
8. 채취자는 화장실에 남아 있는다. 만일 참관을 요청하지 않으면 칸막이 바깥에서 허락받지 않고 물을 사용하는지 소리를 잘 들어야 한다.
9. 피검자는 채취자에게 검체 컵을 건네준다.
10. 채취자는 소변 색깔과 필요한 양(30~45 mL)에 이상이 없는지 체크한다.
11. 채취자는 검체 컵에 온도계를 넣어서 소변 온도가 32.5~37.7℃에 있는지 체크한다. 채취자는 COC 문서에 온도를 기록한다(COC 2단계). 만일 검체 온도가 범위를 벗어나면 희석이나 불순물을 섞었을 것으로 간주하여 새로운 검체를 채취한다. 그리고 책임자에게 그 사실을 통지한다.
12. 항상 검체는 피검자와 채취자의 시야 안에 있어야 한다.
13. 피검자가 지켜보는 가운데, 채취자는 COC 양식으로부터 검체 신분증명서를 떼어내서 뚜껑이 있는 병에 놓고 뚜껑 양쪽을 덮는다.
14. 피검자는 검체 병 봉인에 사인을 한다.
15. 봉인에 날짜와 시간을 기록한다.
16. 피검자는 COC 양식상 4단계를 마친다.
17. 채취자는 COC 양식상 5단계를 마친다.
18. 검체가 취급되고, 운반되고, 저장될 때마다 해당 검사자의 신분을 기록하고, 매번 날짜와 변동 목적을 기록한다.
19. 채취자는 검체병과 COC 양식의 검사 복사본을 뒤기 위해 검사실-특수 지침에 따른다.
20. 채취자는 해당 직원에게 COC 복사본을 배포한다.

요화학 및 체액검사 ☞소변 검사법 메뉴얼

중원대학교 JUNGWON UNIVERSITY

● 검사지침서
- CLSI(Clinical and Laboratory Standards Institute)의 지침, 수행되는 모든 검사법
- 검사소요시간((Turn Around Time, TAT) 관리
- 참조하기 쉬운 곳에 비치

- 검사 전 변동(에러) 인자
  * 검체 채취 및 취급
- 검사 중 변동(에러) 인자
  * 시약
  * 기기 및 장비
  * 검사 방법
  * 정도관리(내부, 외부)
- 검사 후 변동(에러) 인자
  * 결과 보고
  * 결과 해석

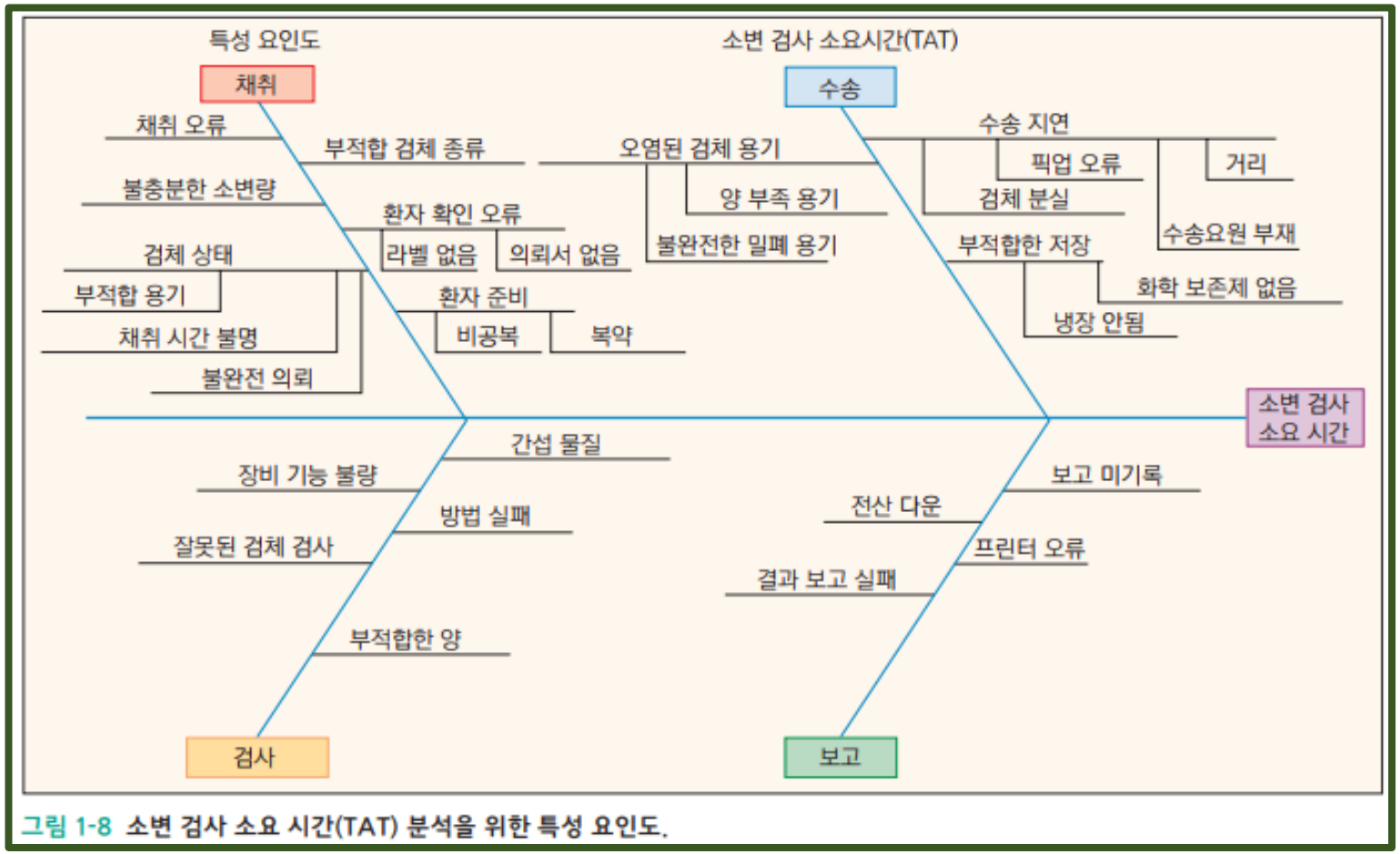


그림 1-8 소변 검사 소요 시간(TAT) 분석을 위한 특성 요인도.

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

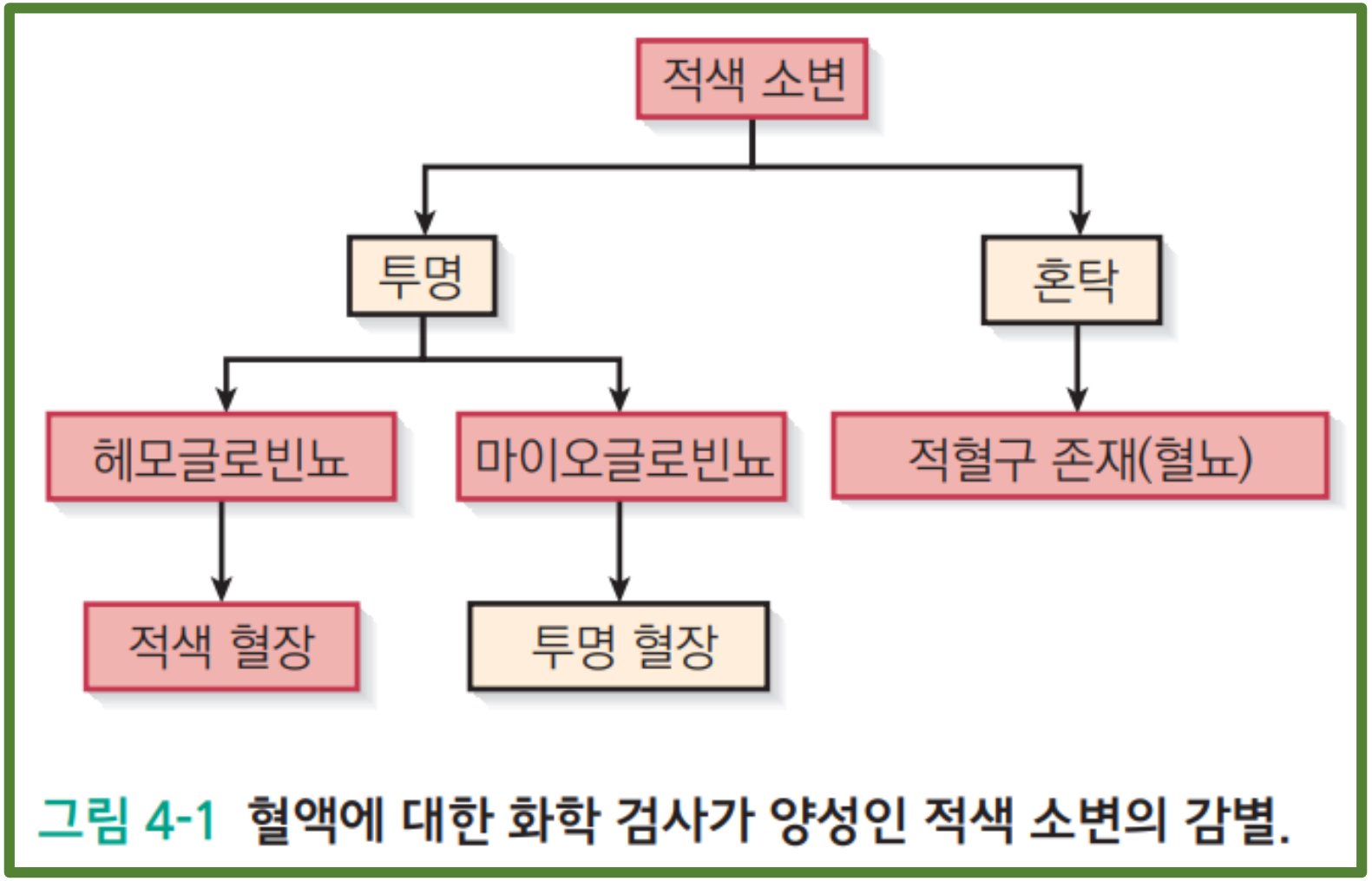


그림 4-1 혈액에 대한 화학 검사가 양성인 적색 소변의 감별.

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, CLSI 추천하지 않음
  - 굴절계법: 굴절 지수 원리
  - 오스몰랄농도: 입자 수에 의한 총괄성의 변화
  - 시험지법: 이온의 존재에 의한 다가전해질의 pKa 변화

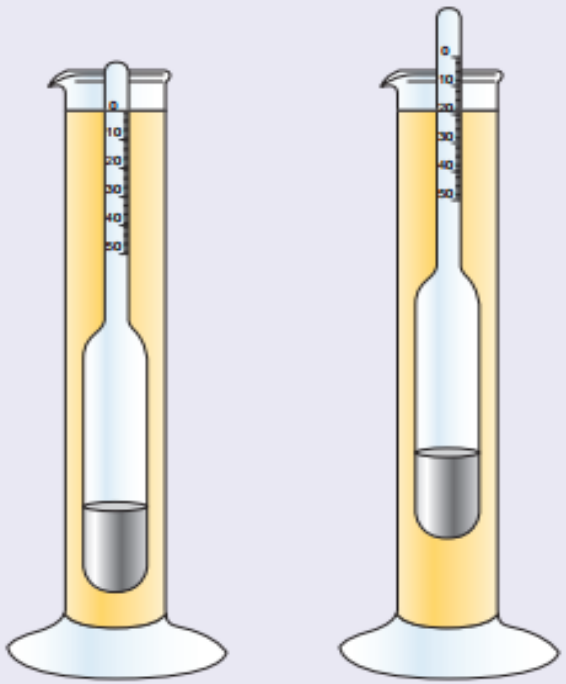
소변의 물리적 검사 ☞ 비중 측정

● 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.

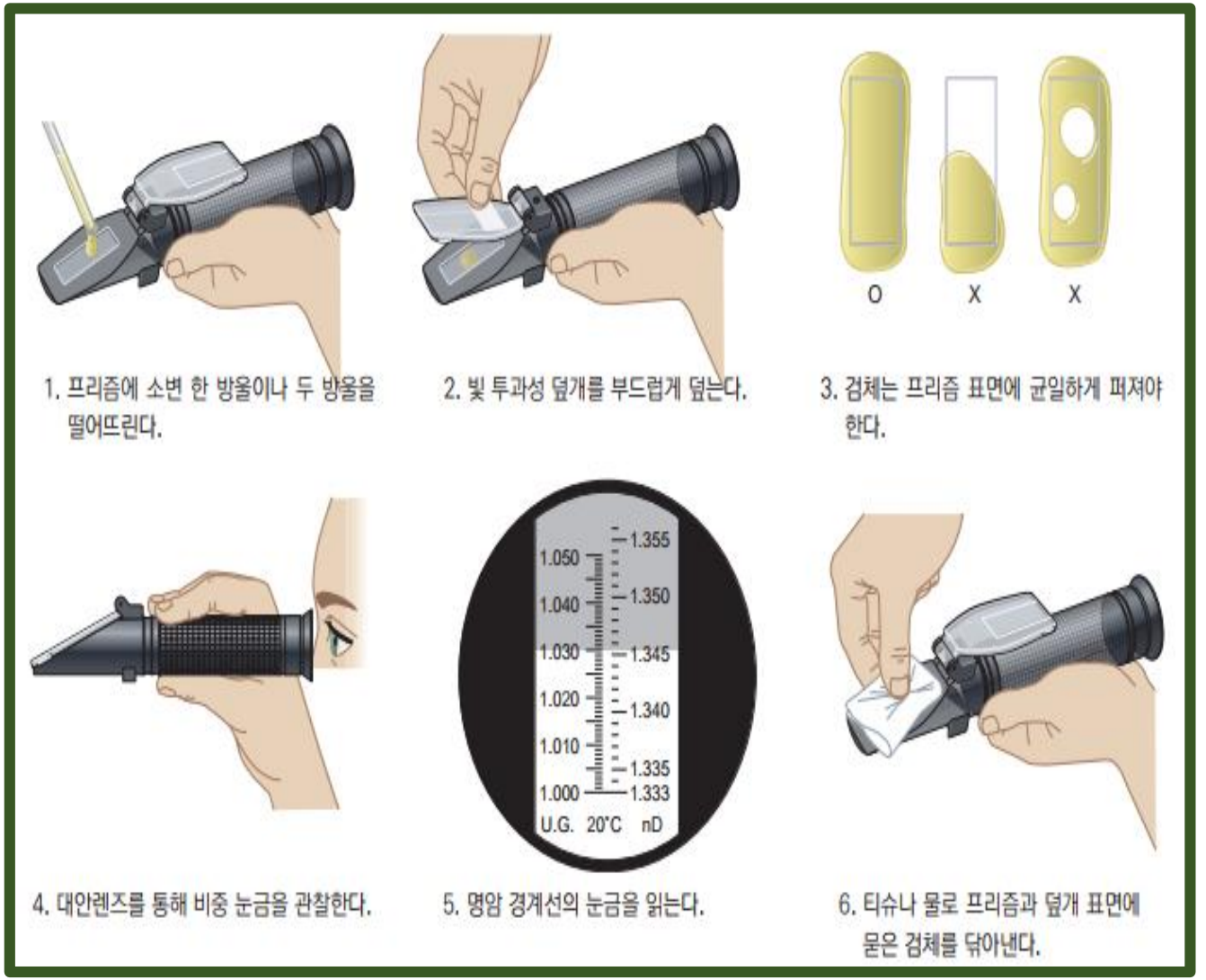


요비중계법(urinometry)은 최근에 이용되고 있는 다른 방법들보다 정확성이 떨어지며, 미국의 임상검사표준화협회(Clinical and Laboratory Standards Institute, CLSI)에서 추천하지 않는 방법이다.

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



1. 프리즘에 소변 한 방울이나 두 방울을 떨어뜨린다.
2. 빛 투과성 덮개를 부드럽게 덮는다.
3. 검체는 프리즘 표면에 균일하게 퍼져야 한다.
4. 대안렌즈를 통해 비중 눈금을 관찰한다.
5. 명암 경계선의 눈금을 읽는다.
6. 티슈나 물로 프리즘과 덮개 표면에 묻은 검체를 닦아낸다.

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

● 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

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	1.7×10^9 mmHg 상승



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

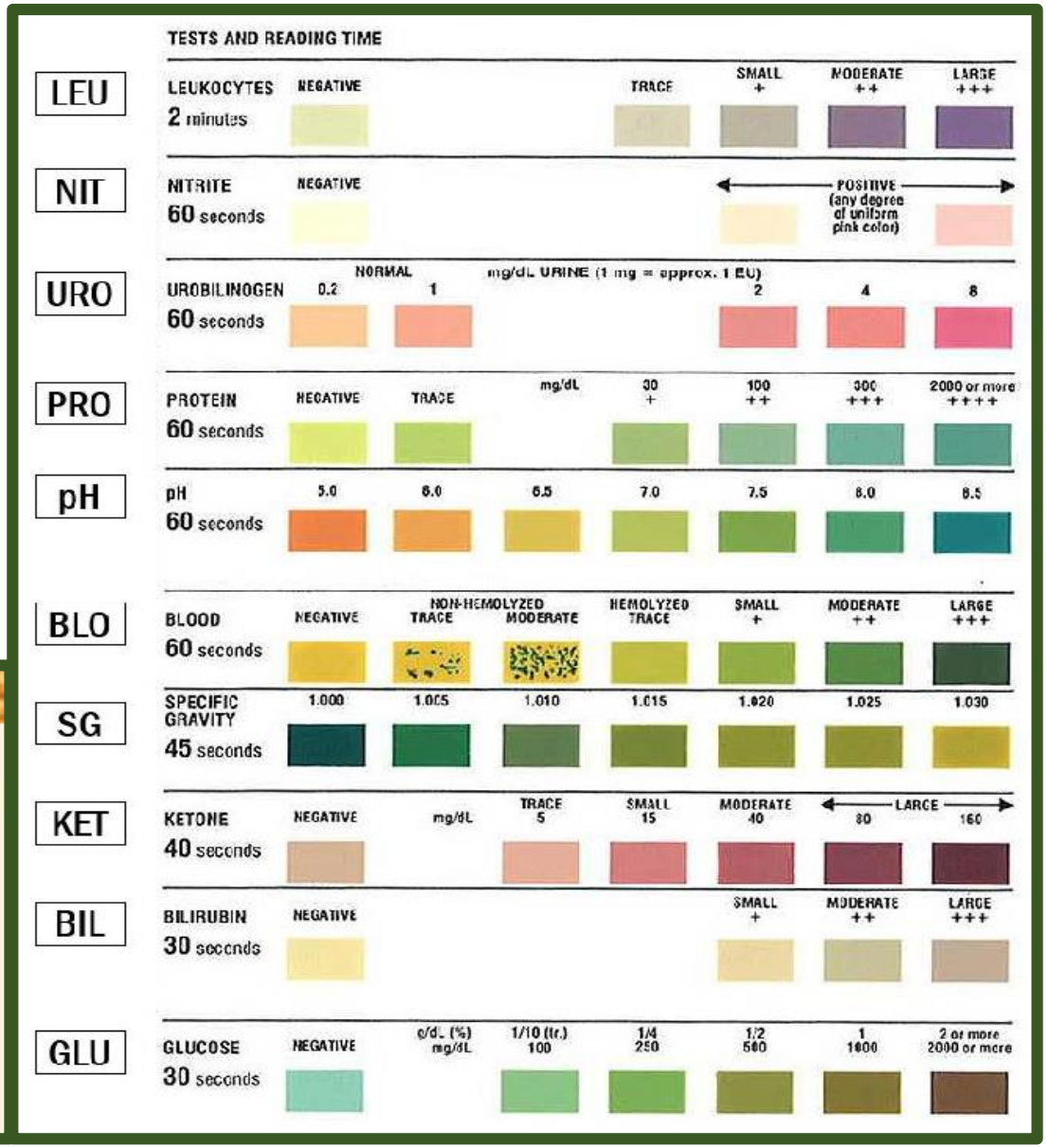
● 소변의 냄새(odor)
- 임상적 의의 거의 없음
- 암모니아 냄새: 오래 방치, 요소가 분해되어 암모니아 생성
- 심한 당뇨병에서 **케톤체**가 증가 → **달콤한 과일 향**

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(에스터라제)는 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.

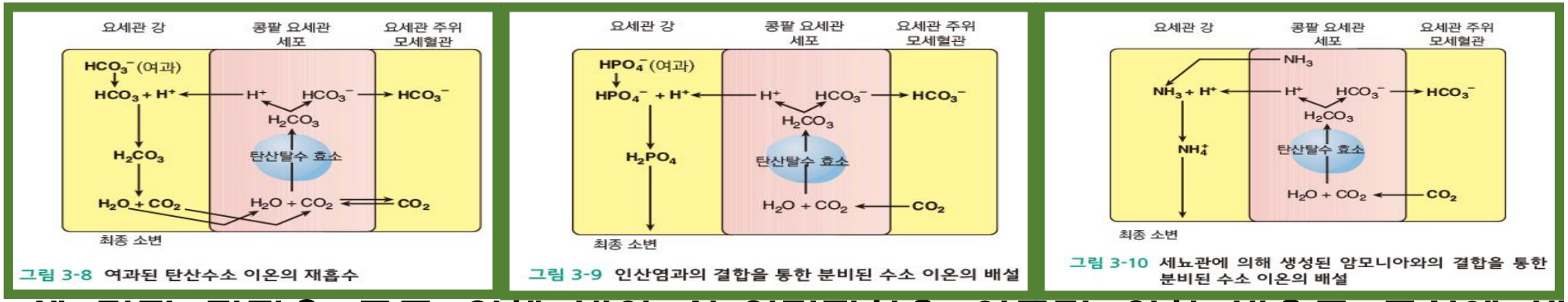


그림 3-8 여과된 탄산수소 이온의 재흡수

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 없음

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

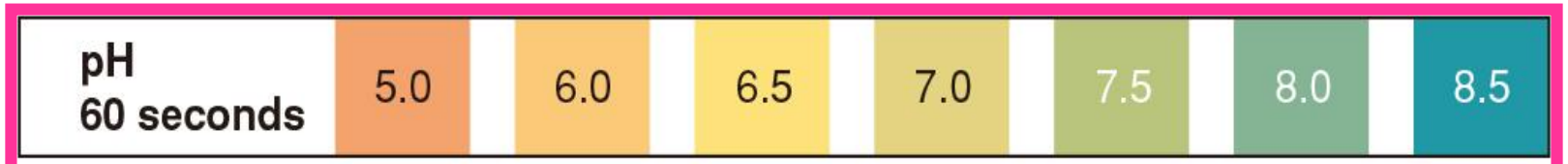
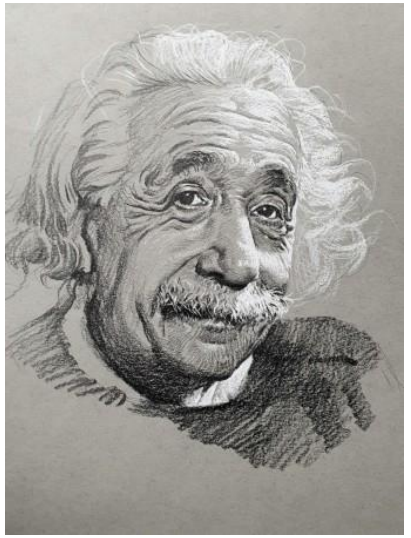


Figure 8-6. pH color chart. Note: This chart is for color demonstration only and should not be used for interpreting reagent strip reactions for diagnostic testing. (Modified from Siemens Healthcare Diagnostics Inc. Tarrytown, NY; 2010).



Insanity –

Doing The Same Thing

Over And Over again

And

Expecting Different Results