

요검사: 요시험지봉 검사의 유용성과 한계

인제대학교 의과대학 상계백병원 진단검사의학과
한 태 희

Tae Hee Han, M.D., Ph.D.

Department of Laboratory Medicine, Inje University Sanggye Paik Hospital, Seoul, Korea

Corresponding Author: Tae Hee Han
Department of Laboratory Medicine, Inje University Sanggye Paik Hospital, Seoul, Korea
Tel: 02-950-1228, Fax: 02-950-1274
E-mail: taeheehan@paik.ac.kr

Received: 14 August 2013
Revised: 9 October 2013
Accepted: 9 October 2013

Urinalysis: The Usefulness and Limitations of Urine Dipstick Testing

The urinalysis is an essential part of the diagnostic work-up for kidney disease and other renal system disorders. The dipstick test allows rapid and simultaneous chemical analyses of urine, including factors such as pH, specific gravity, protein, glucose, ketones, occult blood, bilirubin, urobilinogen, nitrite, and leukocyte-esterase. The chemical reactions on dipstick are complicated and can be affected by oxidizing, reducing, and discoloring substances in the urine. Therefore, false positive and false negative results are common in dipstick testing. To obtain reliable results with the dipstick, it is necessary to collect urine cleanly and examine the urine carefully. It is mandatory to clearly understand the principles of dipstick testing to evaluate abnormal findings. If the urine dipstick results suggest hematuria, proteinuria, or urinary tract infection, microscopy of the urine should be performed to confirm the findings.

Key words: Urine Dipstick Testing

서론

소변은 채취가 용이하고 환자에게 주는 부담이 적으며 검사가 쉬운 장점이 있어 널리 손쉽게 시행되는 검사다[1]. 소변검사는 소변의 물리적 정상검사, 화학적 정상검사, 요침사 현미경검사 등 크게 세 영역으로 나눌 수 있다[2].

이중 소변의 화학적 정상 검사는 검사의 편리성 및 신속성 때문에 요시험지봉검사법(dipstick urinalysis)을 주로 이용하고 있다. 요시험지봉(urine dipstick)을 이용한 소변검사는 매우 간편하기 때문에 의원급 의료기관에서도 시행되기도 하고 심지어 일반인들이 검사를 직접 시행하기도 한다. 하지만 요검사는 소변의 채취 및 검사과정에 주의를 기울여야 할 점들이 뜻 밖에 많아 검사질관리가 쉽지 않고 오류가 발생할 가능성이 높다. 특히 요시험지봉검사는 수 십 가지의 화학반응(발색반응, 산화/환원반응)과 효소반응을 가느다란 플라스틱 판 위에 구현해 놓은 현대 화학의 결정체이다. 때문에 산화/환원 물질,

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/bync/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

소변 색을 변화시키는 약물과 식품 등 다양한 원인에 의해 영향을 받을 수 있어 해석에 주의해야 한다. 이 글에서 저자는 요시험지봉검사를 중심으로 검체 취급 시 주의할 점, 검사 시 주의할 점, 요시험지봉검사 해석 시 고려해야 할 위양성/위음성 반응을 중심으로 설명을 하겠다.

1. 검체 채취 및 보관

채뇨 협조가 어려운 유아의 경우 유아용채뇨백(adhesive perineal bag)을 이용한다. 배뇨하자마자 제거해서 검사를 의뢰해야 하고 60-90분 이내에 아이가 배뇨하지 않는 경우 배뇨백을 교환해야 한다[3]. 채뇨백 검체는 요시험지봉 검사에는 적합하나 오염율이 높아 소변배양에 이용할 수는 없다. 완벽하게 배뇨협조가 되면 성인과 마찬가지로 뚜껑이 있는 멸균된 소변통에 중간뇨를 받아 검사를 의뢰한다. 24시간뇨를 제외하면 소변은 즉시 검사실로 보내야 한다. 소변은 채뇨 후 시간이 경과되면서 이산화탄소가 소실되고 세균에 의해 요소가 암모니아로 분해되며 알카리성을 띄게 된다. 채뇨 후 한 시간 이내 검사를 신속히 시행하는 것이 바람직하며 검사가 지연되더라도 실온에 1-2시간 이상 방치되면 안 된다. 1시간 이내에 검사되지 않으면 4-6°C에 냉장 보관하여야 하고 필요에 따라 적절한 보존제를 사용하여야 한다[3]. 특히 24시간 소변의 경우 적절한 보존제 사용이 중요하다. 가끔 보존제를 소변채집 전에 용기에 넣어야 하는데 채집 중간 혹은 종료 시에 넣는 경우가 있는데 이 경우 측정하고자 하는 물질이 분해되어 위음성을 보일 수 있다[4].

2. 요시험지봉검사

요시험지봉은 시약이 함유된 패드를 붙인 얇은 플라스틱 판이다. 사용목적에 따라 다양한 화학적 성상의 검사할 수 있다. 검사항목이나 검사항목의 순서는 제조사마다 다르지만 당, 단백, 케톤, 잠혈, 빌리루빈, 우로빌리노겐, 아질산염, 백혈구, pH, 비중 등을 간편하게 한번에 검사할 수 있다. 요시험지봉을 이용한 검사는 검사가 간편하고 신속하며(검사 반응이 1-2 분 이내에 끝난다.) 수가가 저렴하며 비교적 검사의 민감도가 높은 장점이 있다[5, 6].

하지만 요시험지봉검사는 산화제, 환원제, 소변색을 변화시키는 약물 등의 영향을 받을 수 있다. 예를 들어 검사 전날 비타민C가 다량 함유된 음식물이나 약물을 먹게 되면 소변으로 배설된 비타민C의 강력한 환원력으로 당, 잠혈, 빌리루빈 검사에서 위음성으로 나타날 수 있고 acetylc-

stein을 복용하면 소변이 붉은색을 띄게 되는데 이 경우 아질산염검사에서 위양성 반응이 나타날 수 있다[1]. 요시험지봉검사에서 위음성과 위양성이 나타날 수 있는 여러 원인은 Table 1에 정리하였다[1, 2, 5-10].

1) 검사 전 주의점

요시험지봉의 패드에 있는 시약이 열, 직사광선, 습기, 휘발성 시약(염산, 암모니아, 유기용제, 소독제)에 취약하므로 마개를 꼭 단아서 열과 직사광선의 영향을 받지 않는 곳에 보관하여야 한다. 냉장고에 보관해도 안되며 보관하는 장소의 온도가 30°C가 넘지 말아야 한다[6, 8]. 시약병은 차광이 되며 건조제가 들어 있어 시험지봉을 잘 보관할 수 있도록 되어있다. 하지만 개봉한 후 검사에 필요한 요시험지봉만 꺼내고 즉시 뚜껑을 단단히 단아야 한다. 한번 시약병에서 꺼낸 요시험지봉과 반응부에 손이 닿은 요시험지봉은 다시 시약병에 넣으면 안 된다. 다른 종류의 요시험지봉 혹은 같은 종류지만 다른 시약병에서 꺼낸 요시험지봉을 동일용기에 보관해서도 안 된다[3, 4]. 요시험지봉의 패드의 색이 용기에 인쇄되어 있는 비색표와 비교하여 다르거나 사용기한을 넘기면 시험지봉을 반드시 폐기하여야 한다. 부실한 시약 관리는 위양성/위음성반응의 원인이 될 수 있으니 관리에 주의해야 한다[6, 9, 10].

2) 요시험지봉검사 중 주의점

소변에 요시험지봉을 잘 혼합된 소변에 완전히 담근 후 잠시 후(1초 이내) 빼어 내는데 소변컵 벽을 따라 요시험지봉을 서서히 잡아당기면서 여분의 소변을 제거하고 그래도 소변이 남은 경우 여과지 등을 이용하여 여분의 소변을 제거해야 한다. 이후 제조회사가 제시한 반응시간(보통 1-2분)이 경과한 후 제조사가 제공한 비색표와 대조하거나 판독기를 이용하여 반응정도를 판정한다[8, 9]. 육안으로 판독하는 경우 판독하는 장소의 명암이 아주 중요하다. 조도는 1,000룩스 정도의 백색 등이 적절하다[3]. 너무 어두우면 색이 진하게 보이고 너무 밝으면 색이 옅게 보여 판독에 오류가 발생할 수 있다. 만약에 소변이 검사 전 잘 혼합되지 않으면 가리얏은 백혈구나 적혈구를 검출하지 못해 위음성이 나올 수 있고, 요시험지봉을 요에 오래 담그면 시약이 용출되어 올바른 검사결과를 얻지 못하며, 여분의 소변이 제거되지 않으면 패드의 시약이 주변의 패드로 흘러 들어가 검사결과를 왜곡할 수 있다. 때문에 검사 전 소변을 충분히 혼합하고(채취 후 바로 검사하면 혼합할 필요가 없다) 요시험지봉을 소변에서 빼낸 후 여과지 등으로 여분의 소변을 잘 제거해 주어야 한다[3]. 최근에는 이런 전 과정이 자동화된 기기들이 보급되어 검사의 신속성 및 객관성이 보다 향상되었다. .

3) 요시험지붕 검사 항목들

요시험지붕검사에서 각각 항목들의 검사 방법의 원리는 제조사별로 차이가 없으나 지시약이나발색제가 약간의 다른 경우가 있고 검출 민감도에도 다소 차이가 발생한다., 요 시험지붕검사의 검사원리, 검출민감도, 참고치를 Table 2에 정리하였다[6, 9, 10].

〈요비중〉

요비중은 요삼투압과 더불어 요의 희석 농축 능력을 평가하는 검사이다. 참고치는 1.003-1.030이다[1-3]. 용질의 농도에 비례하는 삼투압이 용질의 질량에 비례하는 요비중보다 요의 희석 및 농축 능력을 평가하는데 더 좋은 지표이다[1]. 하지만 요비중은 요삼투압에 비해 간단히 바로 측정할 수 있어 임상적으로 유용한 검사이다.

Table 1. Causes of False-positive and False-Negative Dipstick Urinalysis Results

	False positive	False negative
protein	alkaline urine (pH >9.0)	other proteins except albumin
	amonium compounds	
	polyvinyl-pyrrolidone (PVP)	
	iodinated radiocontrast agent	
bilirubin	sulpyrine, L-mepromazine	ascorbic acid (>25 mg/dL)
	chloropromazine, mefenamic acid	nitrite in excess
urobillinogen	Sulfa, PAS, sulfonyleurea	azo-dye, riboflavin, formaline
	phenothiazine, L-dopa	nitrite in excess
	salicylamide, procaine	long exposure in light
occult blood	Antipyrine	ascorbic acid (>10 mg/dL)
	Hypochlorite	
	peroxidase (+) bacteria (UTI)	
	myoglobulinuria	
	Porphyria	
glucose	drugs (chloroquine)	ascorbic acid (>50 mg/dL)
	hydrogen peroxide	
	Hypochlorite	
ketone	L-dopa, captopril	L-dopa
	cephem derivatives	
	acetylcystein, phthalein	
nitrite	phenazopyridine	ascorbic acid (>20 mg/dL)
	dipstick exposed to air	
leukocyte-esterase	vaginal secretion	ascorbic acid
	Trichomonas, Chlamydia	
	tuberculosis, corticosteroid	
	imipenem, meropenem,	
	clavulanic acid, nitrofurantoin	

Table 2. Summary of Measurement Principle, Detection Range, and Reference Range in Dipstick Testing

	Principle [7]	detection sensitivity [7]	Reference range
pH	pH indicator	5-9	5-7
specific gravity	cation extraction	1.000-1.030	1.005-1.030
protein	protein-error reaction	5-30 mg/dL	Neg (<2 mg/dL)
bilirubin	azo-coupling reaction	0.2-1.0 mg/dL	Neg (0.2 mg/dL)
urobillinogen	azo-coupling reaction	0.2-1.0 mg/dL	±~1+ (0.1-1 mg/dL)
blood	hemoglobin pseudoperoxidase activity	5-10 RBCs/μL	Neg (< 5RBC/μL)
glucose	glucose oxidase method	40-150 mg/dL	Neg (<30 mg/dL)
ketone (acetoacetic acid)	Sodium nitroprusside method	2.5-10 mg/dL	Neg (< 5 mg/dL)
nitrite	Griess reaction	0.05-0.5 mg/dL	Neg
leukocyte	leukocyte esterase activity	25-500 WBCs/μL	Neg (< 10 WBCs/μL)

요비중은 요시험지붕법 혹은 굴절법을 이용하여 측정한다. 두 방법 모두 장 단점이 있다. 굴절법은 비중 1.040까지 측정가능하고 요시험지붕법은 1.030까지 측정이 가능하여 굴절법이 측정범위에서는 우수하다[3]. 하지만 굴절법은 분자량이 큰 당이나 단백질의 영향을 받아 당, 알부민, 조영제, mannitol, carbenicillin 등이 소변으로 다량 배설되는 경우 요비중은 크게 증가할 수 있다. 이런 경우 요단백 1 g/dL에 비중을 0.003을 감하고 요당(urine glucose) 1 g/dL에 비중 0.004를 감하여 비중을 보정하여야 한다[4]. 요시험지붕법은 이런 고분자화합물의 영향을 굴절법보다 적게 받는다. 소변이 pH 6.5보다 낮은 경우 요시험지붕의 지시약에 영향을 미쳐 비중이 낮게 측정될 수 있다.

굴절법에서 비중이 비정상적으로 높게 나온 경우 우선 요시험지붕법으로 재검하고 요삼투압을 측정하여 결과를 확인하여야 한다[4]. 최근 이용되는 소변검사 자동화기기 중에는 요시험지붕법이 아닌 굴절법을 이용하여 요비중을 측정하는 경우도 있다. 이 경우 요비중이 비정상적으로 높은 경우 요시험지붕검사로 재검하고 요삼투압을 측정한 후 그 결과를 검사결과에 첨부하는 것이 바람직하다[4].

〈pH〉

Methyl red와 bromothymol blue를 지시약으로 이용하여 pH 5.0부터 pH 9.0까지 측정한다. 제조사에 따라 0.5 혹은 1.0 단위로 보고된다. 더 정확한 pH측정은 pH meter를 이용해야 한다. 과량의 소변을 묻히고 제거하지 않은 경우 주변의 시약들이 pH에 영향을 미칠 수 있으므로 pH검사의 경우 특히 여분의 소변을 잘 제거해야 한다. 요를 장시간 방치하여 세균이 증식하면 요소가 분해되어 암모니아가 되어 알칼리성 뇨로 바뀔 수 있다. 이런 경우 pH의 진단적 가치는 없어진다[6, 8, 9].

〈요단백〉

요시험지붕 단백질검사는 pH 지시약이 단백질의 아미노기에 수소이온을 잃고 색이 변화하는 원리(Protein-error reaction)를 이용하여 단백질을 검출한다. pH 3을 유지하도록 완충제가 들어있어 단백질이 없을 경우 오렌지색을 띄고 단백질이 있게 되면 녹색-청색을 띄게 된다. 이 방법은 신속하고 간편한 방법이지만 몇 가지 단점도 있다. 우선 알부민은 잘 검출하나 글로블린, 벡스존스단백 등은 존재하더라도 잘 검출하지 못하는 한계가 있다. 알부민을 포함한 모든 단백을 검출하기 위해서는 sulfosalicylic acid 법, pyrogallol red 발색법 등을 이용해야 한다. 요단백은 소변량이 많아 희석이 되면 위음성반응을 보일 수 있어 요단백과 요비중을 연관지어 해석해야 한다[6-9].

소변이 강한 알칼리(pH >9.0)인 경우 단백질검사 패드의

완충제를 중화시켜 위양성반응을 보일 수 있다. 방부제나 세척제의 암모늄화합물에 오염된 소변컵을 이용하는 경우 혹은 시험지붕을 소변을 오래 담가둔 경우도 같은 이유로 위양성반응을 보일 수 있다. 소변이 강한 알칼리인 경우 acetic acid 등으로 산도를 보정한 후 다시 검사해야 한다.

〈요빌리루빈〉

빌리루빈은 폐쇄황달과 간성황달을 초기 진단하는데 중요하고 용혈황달과 폐쇄황달의 감별진단에도 중요하다. 빌리루빈이 요시험지붕의 diazonium염과 반응하여 갈색이 되는 반응을 이용해서 측정한다(diazo coupling reaction). 소변이 빛에 오래 노출되면 빌리루빈이 빌리페르딘으로 변하여 위음성이 될 수 있어 검체 보관에 주의해야 한다. 1시간 이내의 신선뇨를 이용해야 한다. Azo색소계 약물 riboflavin 같은 약물로 인한 착색뇨에서 위음성이 된다. Chlorpromazine계 약물에 위양성을 나타낸다. 요빌리루빈을 확인하기 위해서 Icotest를 실시할 수 있다. Icotest도 diazo coupling reaction을 이용하나 보다 민감하고 확진검사로 이용하고 있다[6].

〈요우로빌리노겐〉

우로빌리노겐이 요시험지붕의 diazonium염과 반응하여 적색이 된다(diazo coupling reaction). 소변이 빛에 오래 노출되면 우로빌리노겐이 urobilin으로 변하여 위음성이 될 수 있어 검체 보관에 주의해야 한다. 1시간 이내의 신선뇨를 이용해야 한다.

비타민 C 혹은 아질산염이 소변에 다량있는 경우 위음성을 보이고 PAS나 sulfonamide계 약물에 위양성 반응을 나타낸다[4-9].

〈요당〉

요시험지붕 당검사는 glucose oxidase법을 이용한다. 소변의 포도당과 산소를 glucose oxidase를 이용하여 산화시켜 과산화수소를 발생시키고 이 과산화수소와 발색제를 반응시켜 포도당을 측정한다. 효소반응이기 때문에 제조사에서 정해진 시간(30초 혹은 60초)에 측정해야 하며 시간이 경과한 후 측정하면 반응이 더 진행되면서 더 높은 값이 나올 수 있다. 효소반응이기 때문에 온도의 영향을 받는데 소변이 냉장되었다면 실온에 꺼내 놓았다가 측정해야 한다[9, 10].

Glucose oxidase법은 포도당에 특이적 검사이지만 소변컵이 과산화수소, 차아염소산 등의 산화제에 오염된 경우 위양성반응을 보이고 비타민C 같은 항산화제가 소변에 존재하는 경우, NaF를 보존제로 사용한 경우도 위음성반응을 보일 수 있다[4-9].

베네딕트 검사(Benedict's test)는 소변에 환원물질이 있

는지를 확인하는 검사로 청색의 황산구리가 환원물질을 만나 환원되면서 황적색의 산화구리가 되는 원리를 이용한다. 요당검사 음성이면서 베네딕트 양성인 경우 포도당 이외의 환원당(galactose, lactose, fructose, maltose)이 소변에 존재할 가능성을 고려해야 한다[6].

〈케톤체〉

케톤체는 혈액내 2-4 mg/dL 존재하며 사람에 따라 상당한 차이가 있으나 2%의 acetone, 20%의 acetoacetic acid, 78%의 β -hydroxybutyric acid로 구성된다[5]. 요시험지붕 검사는 앞의 두 가지를 측정한다[2]. Acetone은 기화되기 쉬워 호기로 배출되고 β -hydroxybutyric acid는 세뇨관에서 재흡수가 용이하다. 따라서 요로 배출되는 케톤체는 주로 acetoacetic acid이다. 케톤체는 휘발성이 있고 잘 분해되기 때문에 배뇨 후 즉시 검사하는 것이 바람직하고 2 시간 이내에 검사해야 한다[2, 4]. Levodopa, cephem계 약물, SH기(-SH)가 함유된 약물(cystein)을 대량 투여한 후 위양성이 나타날 수 있다[4, 5].

〈잠혈반응검사〉

잠혈반응검사는 혈액소의 가성과산화효소 활성도를 이용하여 요시험지붕의 과산화수소를 분해하면 나온 산소로 색소를 산화시켜 발색반응을 일으킨다[2]. 때문에 적혈구, 혈액소, 마이오글로블린이 존재할 경우 모두 양성반응을 보인다. 잠혈반응 검사는 적혈구 존재 유무에 따라 반응 패턴이 다르다. 소변의 적혈구는 검사 패드에서 용혈되면서 혈액색을 방출하고 이 혈액색소가 시약과 반응하기 때문에 황색 바탕 위에 녹색 반점들이 관찰되고 소변의 혈액소(혹은 마이오글로블린)가 반응하는 경우 패드가 균일하게 녹색-청색으로 변화한다[6, 9, 10].

잠혈반응에서 양성이고 오검경검사에서 적혈구가 관찰되지 않는 경우 혈액소뇨, 마이오글로블린뇨, 장시간 방치하여 적혈구가 용혈된 경우, 위양성 반응 등을 감별해야 한다.

차아염소산, 과산화수소등 산화제에 오염된 경우, peroxidase양성 세균에 의한 요로감염(urinary tract infection)의 경우 위양성 반응이 나타난다[3]. 소변을 적갈색으로 만드는 약물(chloroquine, iron, isoniazid, , metronidazole, nitrofurantoin, rifampin, salicylates, sulfa drugs)들도 위양성반응을 나타낼 수 있다[6]. 시험지붕을 장시간 공기 중에 노출한 경우도 공기 중 산소와 시약이 반응하여 위양성 반응이 나타날 수 있다. 요비중이 높거나, 요단백, 비타민C가 소변에 많은 경우, 요로감염으로 아질산염이 증가할 경우 위음성이 나타날 수 있다[4-12].

〈아질산염〉

음식물에 함유된 질산염이 소변으로 배설되면 세균의

아질산환원효소가 질산염을 아질산염으로 환원하면서 diazonium염을 붉은색을 띄게 된다(Griess reaction). 발색의 정도와 소변배양검사에서 세균수는 비례하지 않는다. 패드의 일부분만 핑크색이 되거나 핑크 반점이 있는 경우 양성으로 판독하지 않는다[6].

요시험지붕 검사에서 양성이 나오려면 10^5 /mL 이상의 세균이 있어야 하고 질산염이 아질산염으로 전환될 충분한 시간이 있어야 한다. 때문에 아질산염검사에는 아침 첫뇨가 이상적 검체다. 요가 방광에 4시간 이상 저류되지 않아 질산염이 아질산염으로 환원될 시간이 충분하지 않는 경우, 구토나 심한 기아 상태로 질산염이 포함된 식사를 하지 못한 경우, 아질산환원효소가 결핍된 세균(Gram positive cocci, Pseudomonas, Enterococci), 클라미디아, 트리코모나스, 효모에 감염된 경우 위음성을 보일 수 있다[1, 4]. 이 밖에도 소변이 산성인 경우, 다량의 비타민C가 소변에 있는 경우 위음성반응을 보인다. 소변을 붉게 만드는 약물을 복용한 경우 위양성 반응을 보일 수 있다. 특히 아질산염 검사시약은 공기와 접촉하여 위양성반응을 보일 수 있어 밀폐용기에 잘 보관해야 한다[9, 10].

아질산염검사의 요로감염 음성예측률(negative predictive value)은 96-99%로 높지만 요로감염 양성예측률(positive predictive value)은 34-70%로 낮다. 때문에 요로감염을 확진 하는데 소변배양검사가 필수적이다[6, 10-12].

〈백혈구-에스테라제〉

백혈구-에스테라제 검사는 아질산염과 같이 요로감염의 선별검사로 이용된다. 백혈구-에스테라제의 발색 정도와 요검경검사에서 백혈수는 비례하지 않는다.

요시험지붕 백혈구검사는 백혈구의 호아주르과립(azurophil granule)에 있는 에스테라제를 이용하여 검사한다. 요시험지붕 패드의 pyrrol amino acid ester를 에스테라제가 분해하여 나온 pyrrol이 diazonium염과 반응하여 자색을 띄게 된다[2]. 단핵구와 과립구에는 에스테라제가 있지만 림프구, 요로 상피세포, 세균 등에는 에스테라제 활성이 없다. 이 검사는 백혈구가 파괴되더라도 검사가능하며 요중에 백혈구가 10개/ μ L 이상 존재하는 경우 검출된다. 요비중, 요당, 요단백이 높은 경우, 비타민C, 약물(cephalexin, nitrofurantoin, gentamicin, tetracycline)에 의해 반응이 저해되어 위음성이 나올 수 있다. 백혈구-에스테라제는 특이도가 높지 않은 검사인데 트리코모나스감염, 클라미디아 감염, 결핵, 바이러스성감염, 스테로이드사용 등에서 위양-반응이 나올 수 있다[5].

백혈구-에스테라제 검사도 아질산염 검사와 마찬가지로 요로감염 음성예측률이 높고 양성예측률이 낮은 검사이다

[6, 10-12].

3. 요검경검사(urine microscopy)

소변에는 적혈구, 백혈구, 상피세포, 세균 등 유기성분과 무기성분인 각종 염류와 결정이 존재하므로 현미경으로 이를 관찰하여 비뇨기계 질환의 진단 및 경과 관찰에 이용한다. 요검경검사의 모든 부분을 다루기는 너무 방대하여 검사방법과 혈뇨, 요로감염과 관련된 적혈구, 백혈구를 중심으로 간략하게 기술하겠다. 요시험지붕검사에서 지속적으로 잠혈반응 양성인 경우, 지속적으로 단백뇨가 관찰될 경우, 아질산염/백혈구-에스테라제 양성으로 요로감염이 의심되는 경우 요검경검사를 실시해야 한다[11, 12].

1) 검사법

원침관에 10 mL의 소변을 넣고 450-500 g에서 5분 간 원침한 후 상청액을 버리고 남은 양이 0.5-1 mL (10-20배 농축) 되게 한 후 가볍게 흔들어 잘 섞어준다. 이렇게 만들어진 요 농축액 1방울을 슬라이드에 떨어뜨리고 염색하지 않은 상태에서 현미경으로 관찰한다. 필요한 경우 초생체 염색을 실시한다. 우선 저배율(100배, low power field)에서 전체적으로 관찰한 후 고배율(400배, high power field)에서 10시간 이상을 관찰한 후 세포(적혈구, 백혈구, 상피세포) 수의 평균을 구하고 세균 유무를 관찰한다[1, 2]. 최근에는 요검경검사가 가능한 자동화 장비들이 이용되고 있는데 유세포분석법 혹은 영상분석법을 이용하여 분석하고 있다. 채뇨 1시간 이내에 신속히 검사해야 하며 검사 2시간이 지나면 세포성분을 관찰하기 어려워진다[3].

2) 임상적의의

적혈구가 고배율에서 2개 이하일 때 정상으로 판단한다. 잠혈반응 양성일 때 요검경검사가 혈뇨를 확인하는데 매우 중요하다. 육안으로 혈뇨가 관찰되지 않고 잠혈반응 양성이지만 요비중이 낮고 적혈구가 관찰되지 않으면 소변에서 적혈구가 용혈되었을 가능성을 고려해야 한다. 육안으로 혈뇨가 의심되고 잠혈반응 강양성이지만 요검경에서 적혈구가 적게 관찰되면 혈관내용혈이나 마이오글로불린뇨를 의심해야 한다. 요검경은 혈뇨의 원인을 확인하는데도 유용한데 이형적혈구와 적혈구원주가 관찰되면 혈뇨의 원인이 사구체질환일 가능성이 높고 이형적혈구와 원주가 관찰되지 않고 동형적혈구만 관찰되면 하부요로의 출혈을 의심해야 한다.

백혈구는 고배율에서 3개 이하 일때 정상으로 판단한다. 요검경에서 백혈구가 관찰되면 요로감염을 의심할 수 있지만 특이적 소견은 아니다. 발열, 사구체신염, 기타 염증성

질환에서도 백혈구가 관찰될 수 있다. 요로감염을 확인하기 위해서는 요배양검사가 필수적이다.

무증상의 환자의 소변에서 세균이 관찰되는 경우 오염의 가능성이 높으며 요검경검사를 위해 소변을 농축하는 과정에서 오염된 세균들이 더 잘 관찰될 수 있다. 원칙하지 않은 소변에서 세균이 관찰될 경우 유의한 결과일 가능성이 높다.

4. 요검사 중 발생할 수 있는 오류

1) 검사 전날에 비타민C가 함유된 음식물이나 약물을 많이 섭취한다.

소변에 비타민C가 있으면 비타민C의 환원력에 의해 잠혈반응, 아질산염, 당검사에서 위음성 반응이 나타날 수 있다. 비타민 C에 의한 위음성반응이 의심되는 경우 비타민C 요시험지붕을 이용하여 소변에 비타민C가 존재하는지 간단히 확인할 수 있다. 이런 경우 비타민C 복용 후 최소 10시간 이후 소변으로 재검해야 한다[7].

2) 소변검체를 -20°C에 보관한다.

알부민은 -20°C에 보존하면 농도가 감소한다[5]. 당장 검사할 수 없는 경우 냉장보관하며 부득이 장기간 보관할 경우 -80°C에 보존한다.

3) β 2-microglobulin 측정용 24시간소변을 산성으로 보관한다.

소변이 산성노이면 β 2-microglobulin이 변성 분해된다. 때문에 pH 6.0 이상에서 냉장보관하여야 한다.

4) 소변백의 소변이나 24시간 소변으로 요검경검사를 의뢰한다.

요검경검사에는 채취 한 시간 이내의 검체를 이용한다.

5) 포르말린이 첨가된 요검체로 요시험지붕 검사를 실시한다.

포르말린은 세포검사용으로 소변을 보존하기 위해서 사용한다. 포르말린은 강한 환원력이 있어 요시험지붕 검사에 이용할 수 없다.

6) 심한혈뇨인 경우 요시험지붕 검사를 그대로 시행한다.

심한혈뇨인 경우 요시험지붕의 패드가 착색되어 여러 검사에서 위음성/위양성이 나타날 수 있다. 이런 경우 원침을 실시하여 상청액으로 검사하여 오류를 방지할 수 있다. 일부회사의 요시험지붕에는 blank pad가 있어 혈뇨에 의한 착색을 보정하기도 한다.

7) 강한 알카리 뇨로 시행한 요단백 결과를 그대로 보고한다.

소변이 강한 알카리(pH >9.0)일 경우 요시험지붕을 이용

한 요단백에서 위양성이 나올 수 있기 때문에 pH를 보정한 후 다시 검사한다.

8) 정량검사용 소변을 무조건 원심하여 상청액으로 검사한다.

소변이 혼탁한 경우 원심하여 상층으로 검사하는 경우가 있다. 요당이나 요단백의 경우 이런 과정을 거쳐도 검사결과에 차이가 없지만 amylase는 요산염과 결합하여 가라앉기 때문에 낮은 결과를 얻게 되고 세뇨관 상피세포에 존재하는 ALP, gamma-GT의 경우도 낮은 결과를 얻게 된다[5].

요약

소변검사는 신장질환과 기타전신질환의 진단에 매우 중요한 검사이다. 요시험지붕검사를 이용하면 짧은 시간에 소변의 여러 가지 화학 성분(pH, 비중, 단백, 당, 케톤체, 잠혈, 빌리루빈, 우로빌리노겐, 아질산염, 백혈구-에스테라제)을 동시에 검사할 수 있다. 요시험지붕검사는 관련된 화학 반응이 복잡하여 소변에 존재하는 산화물질, 환원물질, 착색물질의 영향을 받을 수 있어 위양성 위음성 반응이 흔히 발생한다. 요시험지붕검사로 신뢰할 수 있는 결과를 얻기 위해서는 검체를 깨끗하게 채집하고 주의를 기울여 검사해야 하며 요시험지붕검사 결과를 제대로 이용하기 위해서는 검사의 원리를 잘 이해할 필요가 있다. 요시험지붕검사에서 혈뇨, 단백뇨, 요로감염이 의심되면 확진을 위해 요검정검사를 실시하여야 한다.

References

- 1) McPherson RA, Thretee GA, Pincus MR. Basic examination of the urine. In: Henry JB, ed. Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods. 22th ed. Philadelphia: WB Saunders, 2011:446-79.
- 2) Kim KD, Rheem I. Urinalysis and body fluid analysis. In: Korean Society for Laboratory Medicine, ed. Laboratory Medicine. 4th ed. Seoul: E*PUBLIC, 2009;421-44.
- 3) Urinalysis and Collection, Transportation, and Preservation of Urine Specimens; Approved Guideline 2nd Ed. NCCLS Guideline GP16-A2.
- 4) Voswinkel P. A marvel of colors and ingredients. The story of urine test strip. Kidney Int 1994;47 (Suppl):S3-7.
- 5) Moon HR, editor. Handbook of Clinical Laboratory Tests. Seoul: Korea Medical Press, 2013;327-38.
- 6) Green Cross Labs, editor. Laboratory Medicine. Seoul: Medrang-Inforang, 2006;51-68.
- 7) Ringsrud KM, Linne JJ editors. Urinalysis and Body Fluids: A Colortext and Atlas. Maryland Heights: Mosby, 1995:73.
- 8) Simerville JA, Maxted WC, Pahira JJ. Urinalysis: a comprehensive review. Am Fam Physician 2005;71:1153-62.
- 9) Chemstrip 2GP, 2LN, 0,10 with SG Package Insert. www.poc.roche.com/en_US/pdf/Chemstrip_2_GP_2LN_9_1_with_SG_package_insert.pdf
- 10) Aution sticks Insert. www.arkray.co.jp/english/products/pdf/aution_sticks.pdf
- 11) McTaggart SJ. Childhood urinary conditions. Aust Fam Physician 2005;34:937-41.
- 12) Patel HP. The abnormal urinalysis. Pediatr Clin N Am 2006; 53:325-37.