

## 요 세포 검사의 진단적 가치; 액상세포검사와 고식적 방법의 비교

경희대학교 의과대학 병리학 교실, 비뇨기과학 교실

이 선 · 박 정 희 · 도 성 임 · 김 윤 화 · 이 주 희 · 장 성 구 · 박 용 구

### Diagnostic Value of Urine Cytology in 236 cases; a Comparison of Liquid-Based Preparation and Conventional Cytospin Method

Sun Lee, M.D., Jung Hee Park, M.D.,  
Sung Im Do, M.D., Youn Wha Kim, M.D.,  
Juhie Lee, M.D., Sung Gu Chang, M.D.,<sup>1</sup> and  
Yong Koo Park, M.D.

Department of Pathology and Urology,<sup>1</sup>  
Kyung Hee University College of Medicine,  
Seoul, Korea

논문접수 : 2007 년 7월 18일  
게재승인 : 2007 년 9월 13일

책임저자 : 이 선  
주 소 : (130-701) 서울시 동대문구 회기동 1번지  
경희대학교 의과대학 병리학 교실  
전 화 : 02-961-9104  
팩 스 : 02-960-2871  
E-mail address : leesun@khu.ac.kr

\* 본 연구는 2006년 6월 대한세포병리학회 연구비 보조로 이루어졌음.

Urine cytology is an important screening tool for urinary tract neoplasms. Liquid-based preparation methods, such as ThinPrep<sup>®</sup>, have been introduced for non-gynecological samples. We aimed to assess the diagnostic accuracy of liquid-based preparations in urine cytology by comparing the results of the conventional Cytospin preparation method for the same samples. A total of 236 cases subject to urine cytology were enrolled in this study from January 2005 to December 2005. All cases were subjected to cystoscopy and if a malignancy was suspected, a biopsy was performed. Urine cytology slides were made using the ThinPrep<sup>®</sup> preparation method and the conventional Cytospin and/or direct smear method from the individual samples. The results of urine cytology were compared with the final cystoscopic or histological diagnoses. We analyzed the sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy of both cytology preparation methods. A total of 236 slides made using the liquid based method were satisfactory for slide quality, whereas 5 slides (2.1%) prepared by conventional methods were unsatisfactory because of air-drying, a thick smear, or a bloody or inflammatory background. The ThinPrep<sup>®</sup> method showed 53.1% sensitivity, 92.6% specificity, a 92.6% positive predictive value, a 94.1% negative predictive value and 85.6% accuracy, while the conventional method showed 51% sensitivity, 98.4% specificity, a 92.6% positive predictive value, a 98.4% negative predictive value and 88.6% accuracy. Although the diagnostic values were equivalent between the use of the two methods, the quality of the cytology slides and the time consumed during the microscopic examination for a diagnosis were superior for the ThinPrep<sup>®</sup> method than for the conventional method. In conclusion, our limited studies have shown that the use of the liquid based preparation method is beneficial to improve the quality of slides and reduce the duration for a microscopic examination, but did not show better sensitivity, accuracy and predictive values.

(*Korean J Cytopathol* 2007;8(2):119-125)

**Key Words :** Urine, Cytology, Liquid-based cytology, ThinPrep<sup>®</sup>

## 서 론

요로상피세포암의 약 70%가 표재성 암종이며 약 50% 정도는 치료 후에도 재발 한다고 한다.<sup>1,3</sup> 요세포 검사는 요로상피세포암의 선별 검사 및 추적관찰에서 중요한 역할을 하는 검사법으로 사용되어 왔다. 요세포 검사의 예민도는 16~50%로 보고되고 있으며 이와 같이 예민도의 편차가 심한 이유는 검체를 처리하기까지 소요되는 시간, 검체를 처리하는 방법의 차이, 세포 병리사나 병리사의 주관적인 진단기준의 차이 등 여러 가지 요인이 있겠다.<sup>4</sup> 따라서 각 기관마다 요 세포 검사의 진단의 정확도를 높이기 위한 노력이 기울여지고 있다.

액상 단층세포 슬라이드 제작법(이후 액상세포검사로 약함)이 개발된 후 자궁경부 세포검사는 물론 비부인과 검체에서도 활용하고 있다. 액상세포검사는 기관별의 편차를 줄일 수 있는 방법으로 검사방법과 진단기준을 표준화할 수 있다. 낮은 세포밀도, 도말 과정 중 세포가 건조되거나 변성 또는 중첩되는 것, 혈액이나 염증세포에 이상세포가 가려지는 것과 같은 오류를 줄임으로써 부적절 검체로 인한 진단의 오류를 막을 수 있고 이로 인한 재검사를 방지함으로써 진단 소요 일수를 줄여서 의료비를 감소시키는 효과를 기대할 수 있다. 동시에 액상세포검사가 지닌 문제점도 제기된다. 액상세포검사는 고정액에 따른 세포의 형태 변형, 종양 배경의 소실등과 같은 소견을 보여 기존의 세포도말방법에 익숙한 세포병리사나 병리의사에게 위양성, 위음성률을 높일 가능성이 있다. 또한 의료비 증가와 같은 단점을 안고 있다. 그럼에도 불구하고 많은 논문들이 부인과 검체의 액상세포검사의 장점을 발표하였는데 비부인과 검체에서도 액상세포검사가 증가하고 있는 실정으로서 요 세포 검사의 액상세포검사의 유용성을 검증할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 요로상피세포암 진단 과정에서 통상의 방법을 이용한 요 세포 검사와 액상세포검사의 민감도, 특이도, 양성 예측률, 음성 예측률, 정확도를 분석함으로써 두 가지 검사법을 비교분석하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 대상

2005년 1월부터 2005년 12월까지 경희의료원에서 요

로상피세포암을 의심하여 방광경검사를 시행한 236 증례를 대상으로 하였다. 66례는 배설요(voided urine), 32례는 요로삽관(catheterized urine)으로 136은 방광세척(bladder washing)으로 채취되었다. 의뢰된 요 검체는 동시에 두 가지 방법을 사용하여 요 세포 슬라이드를 제작하였다. 첫 번째는 Shandon Cytospin<sup>®</sup> 2 (Thermo Electron Corp., Waltham, MA)를 이용한 고식적인 세포원침방법을 사용하였고 두 번째는 액상세포검사 중에서 ThinPrep<sup>®</sup> (Cytoc Corp., Boxborough, MA) 방법을 이용하였다. 236예는 모두 방광경 검사로 병변을 확인하였고 방광경에서 병변이 관찰된 경우 조직 생검을 시행하였고(62례) 그 결과를 양성과 악성으로 분류하였다. 방광경에서 병변이 확인되지 않은 경우에는 조직 생검을 실시하지 않았어도 양성으로 간주하였다(174례).

### 2. 슬라이드 제작 및 판독

액상세포검사용 슬라이드는 ThinPrep<sup>®</sup>에서 제공하는 키트와 시약, 기구를 이용하여 제작 방법에 따라 1장씩 만들었다. 제작과정은 요검체를 원심침전하여 얻은 침전액에 PreservCyt<sup>®</sup> 용액 30ml을 넣어 10분 이상 고정된 후 ThinPrep<sup>®</sup> 2000 processor에 넣어 슬라이드에 부착시켰다. 고식적 세포검사는 Thermo Shandon Cytospin<sup>®</sup> 2를 이용하였고, 2000rpm으로 5분간 원심 침전 한 후 상층액을 버리고 침전액을 0.5ml의 슬라이드 chamber에 담아서 150rpm으로 3분간 원심 침전하여 슬라이드에 세포를 부착시켰다. 세포의 양이 적은 경우는 그 슬라이드를 95% 알코올에 고정하여 사용하였고 첫 원심 침전에서 침전물의 양이 많은 21례에서는 직접 도말 슬라이드 4장을 제작하여 사용하였다. 모든 슬라이드는 Papanicolaou 염색을 시행하였다.

환자의 임상정보를 모르는 상태에서 1명의 세포병리사와 1명의 병리의사가 판독하였으며 각각의 슬라이드를 독립적으로 관찰하여 적합성 판정과 진단을 하였고 진단은 양성, 이상세포, 악성 세 가지로 분류하였다. 세포병리사와 병리의사의 의견차이가 있는 경우 서로 상의한 후 진단을 결정하였다. 최종검사결과는 방광경검사 결과와 조직 생검 결과를 종합하여 판단하였다. 방광경만 시행하여 병변이 없다고 진단한 경우(186례)는 조직 생검을 하지 않았어도 양성으로 간주하였고 조직검사를 한 경우는(62례) 양성/악성 두 가지로 분류하였다. 고식적 방법과 액상세포검사 결과를 최종진단과 비교하여 검사방법의 예민도, 특이도,

양성 예측률, 음성 예측률, 정확도, 위양성, 위음성률을 분석하였다.

## 결 과

액상세포검사법으로 제작된 슬라이드는 세포의 중첩, 건조, 혈액이나 염증으로 인한 영향을 받지 않았고 슬라이드마다 비슷한 정도의 질을 보여주었다. 고식적 방법으로

제작된 슬라이드는 세포 건조, 중첩, 염증으로 인한 부적절한 검체가 5례 (2.1%) 있었고 (Fig. 1) 슬라이드마다 고정 상태 및 세포변형 상태의 편차가 있었다(Table 1). 고식적 방법으로 제작된 슬라이드는 직접도말의 경우 4장의 슬라이드와 낮은 세포 밀도, 넓은 면적을 관찰하는데 시간이 많이 소요되었고 원심침전방법은 면적은 작으나 경우에 따라서는 여전히 세포밀도가 낮은 단점이 있었다. 반면 액상세포검사는 1장의 슬라이드의 직경 22mm의 면적을 관독하기 때문에 직접도말 슬라이드에 비해 관독시간이 단축되었

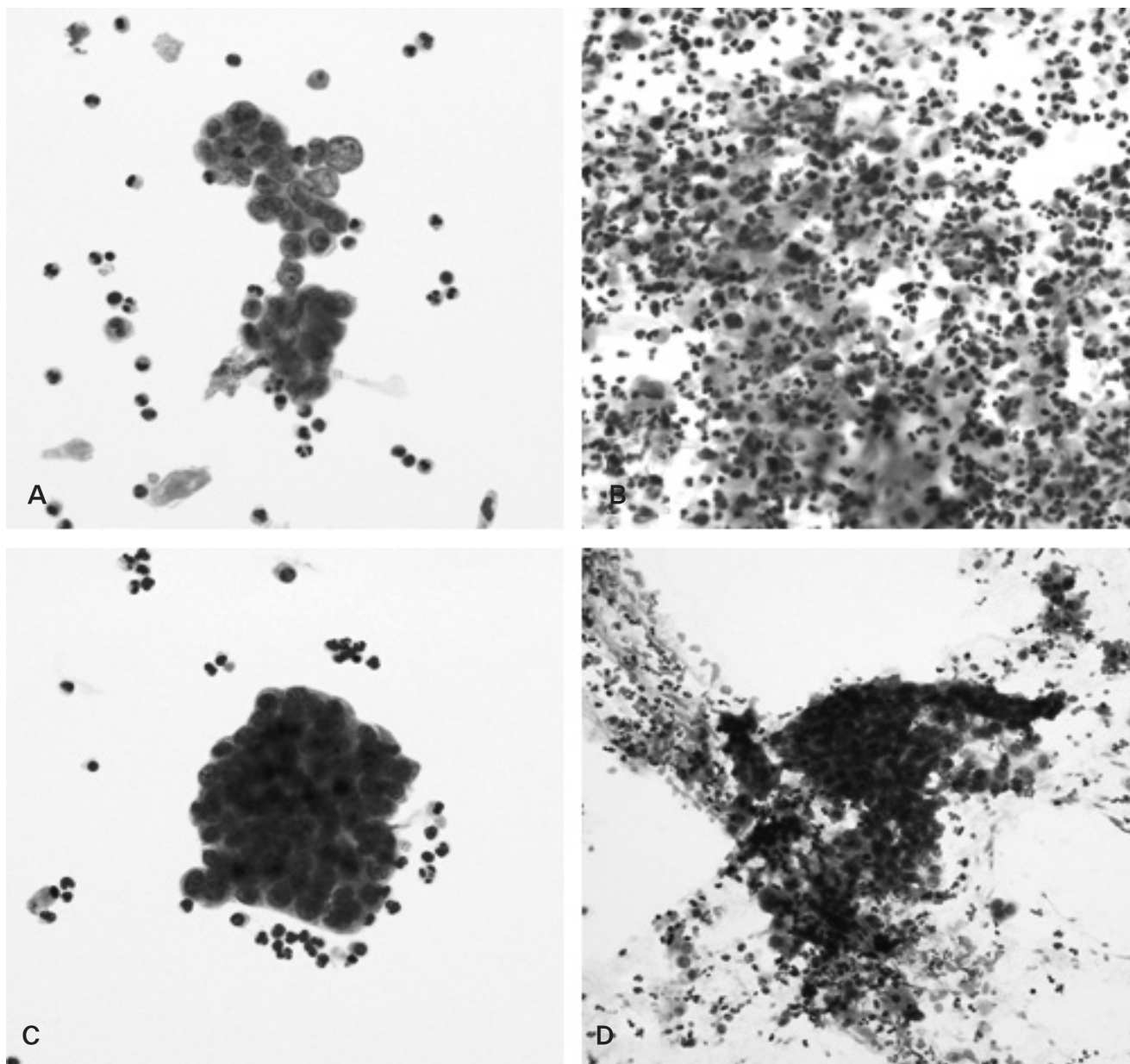


Fig. 1. Pitfalls of conventional cytology with urine sample compared to liquid based cytology. A shows malignant cells in ThinPrep<sup>®</sup> but B shows masking malignant cells by inflammatory cells in direct smear from the same sample of A. C shows three dimensional cell cluster of malignant cells but D shows difficulty in interpretation by thick smear from the same sample of C. (Papanicolaou).

**Table 1.** Specimen adequacy of urine cytology using liquid based preparation and conventional method.

Diagnostic Category	ThinPrep <sup>®</sup>	Conventional method
Satisfactory	236	231
Unsatisfactory	0	5
dry smear	0	3
thick smear	0	1
obscuration by inflammation	0	1

으며 효과적인 세포밀도를 보여주었다.

액상세포검사 결과에서 “악성 세포 양성”은 28예, “음성”은 196예, “이상세포”는 12예였으며 고식적 요세포 검사 결과는 “악성 세포 양성” 27예, “음성” 205예, “이상세포” 4예였다. 조직생검으로 최종 진단된 경우는 총 62예로 그중 49예는 악성병변으로 진단되었고 13예는 양성병변으로 진단되었다. 나머지 174예는 조직검사는 시행하지 않았고 방광경검사로 양성병변으로 진단되었다 (Table 2).

위의 결과로 예민도, 특이도, 양성 예측률, 음성 예측률을 계산하였으며 “이상세포”는 제외하여 계상하였다. 액상 세포검사의 예민도, 특이도, 양성 예측률, 음성 예측률은 53.1%, 94.1%, 92.6%, 94.1%였으며 고식적 검사에서는 순

서대로 51%, 98.4%, 92.6%, 98.4%였다 (Table 2). 두 가지 검사 중에서 예민도는 액상세포검사에서 높았고 특이도와 음성 예측률은 고식적 검사에서 더 높았으며 양성 예측률은 두 가지 검사에서 같은 수치를 보였다. 그러나 두 검사 간의 결과는 2%에서 4% 차이로 매우 근소한 차이였고 카파값은 0.84였다(Kappa statistics, SPSS software 12.0). 액상세포검사에서 최종결과와 불일치하는 예는 34예로 그 중의 20예(59%)에서 위음성을 보였고 2예 (6%)에서 위양성을 보이고 나머지 12예에서는 이상세포로 진단되었다. 고식적 세포검사 결과 중에서는 27예에서 최종결과와 불일치하였고 그 중의 21예(78%)가 위음성을, 2예(7.4%)가 위양성을 보였고 4예에서 이상세포로 진단되었다. 결국 7.1%, 7.7%에서 과도하게 진단되었고(overdiagnosis), 10.2%, 10.0%에서 약하게 (underdiagnosis) 진단되었다.

두 가지 방법 사이에 서로 다르게 진단된 예를 비교해보면 9예에서 액상세포검사는 “이상세포”로 진단하고 고식적 세포검사는 “악성 세포 음성”으로 진단하였으나 최종적으로 8예는 양성 병변으로 1예는 악성 병변으로 진단되었다. 1예는 액상세포검사서 “악성 세포”, 고식적 세포검사는 “이상세포”로 진단하였고 최종적으로 악성 병변으로 진단되었다(Table 3). 8례에서는 액상세포검사서 “이상세포”로, 고식적 세포검사에서는 “음성”으로 진단되었다.

**Table 2.** Cytologic diagnosis of urine samples using liquid based preparation and conventional method; comparison with final histologic or cystoscopic diagnosis and comparison of sensitivity, specificity, and diagnostic accuracy.

Final diagnosis	Cytologic Preparation Methods						Total
	ThinPrep <sup>®</sup>			Conventional preparation			
	Benign	Malignant	Atypical	Benign	Malignant	Atypical	
Benign	176	2	9	184	2	1	187
Malignant	20	26	3	21	25	3	49
Total	196	28	11	49	27	4	236
Sensitivity	53.1%			51.0%			
Specificity	94.1%			98.4%			
PPV	92.6%			92.6%			
NPV	94.1%			98.4%			
False positivity	7.1%			7.7%			
False negativity	10.2%			10.0%			
Accuracy	85.6%			88.6%			
Kappa value*	0.84						

TP, ThinPrep<sup>®</sup>; CP, Conventional preparation; PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value

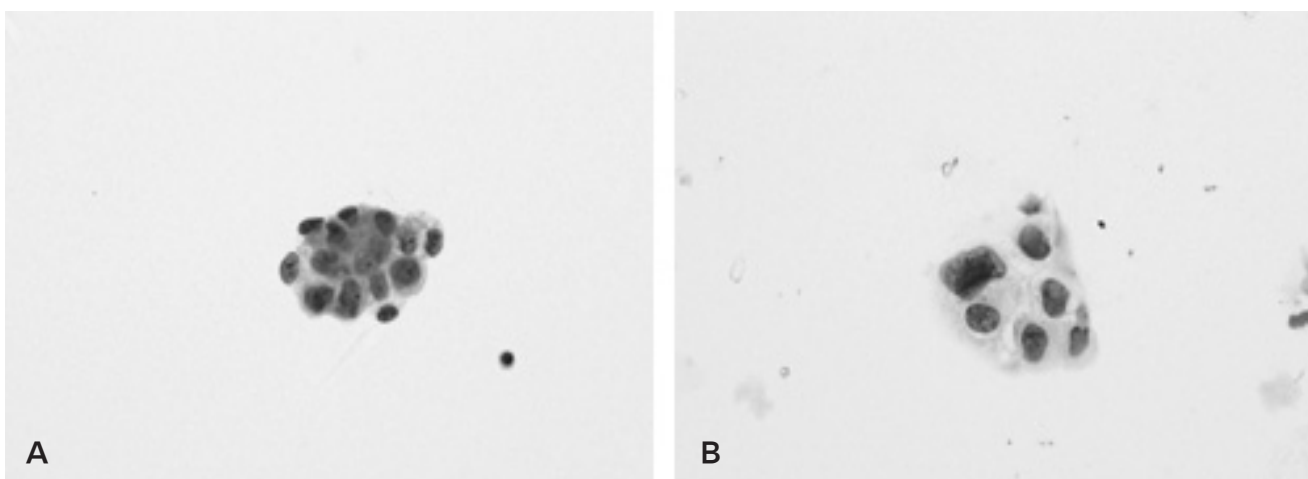
\* analyzed by Kappa statistics

**Table 3.** The result of samples showing diagnostic discrepancy between ThinPrep<sup>®</sup> and conventional method.

Sample	TP	CP	Final diagnosis	Cause of discrepancy
washing	atypical	negative	benign	over-interpretation in TP
washing	positive	atypical	malignant	masking by thick smear in CP
washing	atypical	negative	benign	over-interpretation in TP
catheterized	atypical	negative	benign	over-interpretation in TP
washing	atypical	negative	benign	over-interpretation in TP
catheterized	atypical	negative	malignant	false negativity in CP
washing	atypical	negative	benign	over-interpretation in TP
voided	atypical	negative	benign*	false negativity in CP
washing	atypical	negative	benign	over-interpretation in TP
voided	atypical	negative	benign*	false negativity in CP

TP, ThinPrep<sup>®</sup>; CP, Conventional preparation

\*Initial cystoscopic diagnosis was benign, but follow-up cystoscopic biopsy after several months showed low grade papillary urothelial carcinoma.



**Fig. 2.** Altered cytologic features of urothelial cells in liquid based cytology compared with Cytospin method. Urine cytology using liquid-based preparation (A) was diagnosed as “atypical cells”. Cytology using Cytospin method (B) of the same urine sample of A was diagnosed as no malignant cells”. Note cell shrinkage and increased nucleus/cytoplasm ratio in A. (Papanicolaou).

그 중 2례에서는 요 세포검사 당시에 시행한 방광경에서는 양성병변으로 판정되었으나 그 후 추적 생검에서 저등급 요로상피세포암이 관찰되었다. 나머지 6례는 양성 염증성 병변으로 판정되었다. 이들 세포 슬라이드를 재검토하였을 때, 액상세포검사에서는 핵/세포질 비율이 높아진 작은 세포군집이 관찰되었으나 고식적 슬라이드에서는 “반응성 변화”로 관찰되었다 (Fig. 2).

## 고 찰

요로상피세포암은 70% 정도가 표재성 암에 해당하며 종양을 제거하여도 약 반수에서 종양이 재발하기 때문에 초기 암과 재발 암을 조기에 발견하는 것은 요로상피세포암의 치료에 중요한 과제이다.<sup>5</sup> 요 세포검사는 요로상피세포암의 선별검사로 가장 보편적으로 사용되는 방법으로 이를 위한 고가의 장비가 필요하지 않고 처리과정이 비교적 단순하며 검체의 채취도 간단하기 때문이다. 그러나 요세

포 검사의 예민도는 평균 50% 정도로 낮은 편이다. 예민도가 떨어지는 원인으로는 탈락된 소수의 이상세포가 슬라이드 제작과정 중에 소실되거나 건조 또는 변성되는 제작상의 문제와 저등급 요로상피세포암을 반응성 변화로 혼동하여 생기는 판독상의 문제로 볼 수 있다. 제작상 문제를 줄이기 위하여 다양한 세포원심침강법, 여과방법 및 고정액이 개발되었다.<sup>6,7</sup> 액상세포검사법도 이 중의 하나로 개발되었고 세포밀도를 높이고 불순물, 적혈구, 결정체 등의 이상세포 관찰을 방해하는 배경을 깨끗하게 한다고 보고되었다.<sup>7-10</sup>

액상세포검사에 대한 반대의 의견도 제시되었다. Nassar 등은 요세포 검사에서 원심세포침전법이 액상세포 검사보다 세포 모양과 구조를 유지하는 데 있어서 더 우월하다고 보고하였고<sup>11</sup> Piaton 등은 고식적 원심세포침전법이 비용 면에서 100% 정도 더 저렴하고 슬라이드의 질이 우수하여 ThinPrep<sup>®</sup> 방법에 비해서 더 적절한 검사법이라고 보고하였다.<sup>12,13</sup> Zardawi 등도 원심침전 방법이 액상세포검사법보다 슬라이드 제작 및 진단에 소요되는 시간이 짧고 비용이 적게 들지만 슬라이드의 질적인 면에서는 차이가 없어서 원심침전법이 더 유용한 방법이라고 보고하였다.<sup>14</sup>

본 연구에서는 51%, 53%의 예민도를 나타내었고 두 가지 방법 사이의 주목할 만한 예민도의 차이가 없었다. 특이도, 양성 예측률, 음성 예측률 모두 90% 이상의 성적을 보였으며 이 역시 두 검사 사이에 차이가 없었다. 이 결과는 두 방법 사이에 예민도, 특이도, 정확도 등의 숫자상의 차이가 없음을 보여준다. 그러나 두 방법으로 제작한 슬라이드의 질적인 차이와 숫자, 면적에 따른 소요시간을 고려하면 액상세포검사가 고전적 방법보다 우월하였다. 고전적 방법 중에서 직접도말을 한 것은 21례에 불과했지만 직접도말을 한 경우는 여러 장을 검경해야했고 1장의 면적도 액상세포검사보다 평균적으로 넓기 때문에 결과적으로 같은 결과를 도출해내더라도 소요되는 시간은 2배 이상이다. 또한 심한 염증이나 혈뇨가 동반된 경우 적혈구, 염증세포로 이상세포가 가려져 이상세포를 구별해내는 데에도 시간이 많이 소요되었다. 따라서 액상세포검사는 부적절검체의 기회를 줄이고 판독시간을 감소시킬 수 있고 여분의 세포를 이용하여 종양표지자 검사나 유전자 검사 등의 부수적인 검사를 병행할 수 있다는 장점을 기대할 수 있으나 예민도를 높이지는 못하였다.

악성 세포를 반응성 요로상피세포와 구별해낼 때 고정

이 잘 된 경우 고식적 방법이 더 쉽고 액상세포검사가 오히려 어렵다는 견해도 있다.<sup>11</sup> 고식적 방법의 경우 악성 세포는 흔히 군집 혹은 유두상 구조를 유지하는데 반하여 ThinPrep<sup>®</sup>에서는 악성 세포가 날개로 흩어지는 경향이 있고 세포가 수축되면서 작아지기 때문에 한눈에 악성 세포로 알아보기나 반응성 세포와 구별하기가 조금 더 어렵기 때문이다. 다시 말해 고식적 방법이 “악성 세포 음성”과 “이상세포”를 구별하기가 더 쉽다고 설명하였다. 본 연구에서도 ThinPrep<sup>®</sup>에서는 “이상세포”가 12례였고 그중 9례(75%)가 최종적으로 양성 병변으로 확인되었다. 반면 고식적 방법에서는 “이상세포”가 4례였고 그 중 2례 (25%)가 양성 병변으로 확인되었다. 액상세포검사로 요세포를 판독할 경우 고식적 방법보다 엄격한 진단기준을 적용하여 “이상세포”의 진단율을 줄임으로써 불필요한 재검이나 추적관찰을 감소시킬 필요가 있겠다.

액상세포검사가 비용 효과 면에서 고가라는 단점이 있지만 선별검사에서 비정형세포가 관찰되었거나 혹은 세포 불충분인 경우의 재검 시에는 액상세포검사 방법이 재검을 줄임으로써 환자의 총체적인 비용 효과를 높일 수 있다는 의견도 제시되었다.<sup>15</sup> 박 등의 액상요세포검사와 일반 요세포검사의 비교연구에서도 방광암 진단에 있어서 두 검사방법 사이에 뚜렷한 예민도의 차이를 보이지 않았으나 병기 Ta, 분화도2, 크기 3cm 이하와 단발성 방광암에서는 액상세포검사가 유의하게 민감도가 높았다.<sup>16</sup> 이 같은 결과는 액상 세포검사가 초기병변 혹은 재검이 필요한 경우 등으로 제한하여 사용한다면 진단의 정확도를 높이는 동시에 비용 효과를 높일 수 있다고 생각한다.

## 결 론

본 연구는 236례를 대상으로 두 가지 방법의 요 세포 검사를 동시에 실시하였고 각각의 결과를 방광경 검사와 조직 검사에서 얻은 최종 결과와 비교하여 예민도 등의 진단의 정확도를 비교 평가하였다. 비록 악성 병변을 진단하는데 있어서 액상세포검사가 고식적 방법에 비해서 월등히 높은 예민도, 특이도 및 정확도를 보이지는 않았지만 슬라이드의 질을 향상시키고 부적절검체로 인한 재검 기회를 줄일 수 있으며 진단 시간을 단축시키고 여분의 세포로 부수적인 검사를 할 수 있는 장점이 있었다. 본 연구에서는 슬라이드의 질, 현미경 검색 시 소요된 시간 등에 대한 객

관적인 평가가 이루어지지 않은 제한점이 있어서 향후 더욱 많은 양의 검체를 대상으로 슬라이드 결과 소요 시간에 대한 평가가 필요하다고 생각한다.

## 참 고 문 헌

1. Koch M, Hill GB, McPhee MS. Factors affecting recurrence rates in superficial bladder cancer. *J Natl Cancer Inst* 1986;76:1025-9.
2. Malmstrom PU, Busch C, Norlen BJ. Recurrence, progression and survival in bladder cancer. A retrospective analysis of 232 patients with greater than or equal to 5-year follow-up. *Scand J Urol Nephrol* 1987;21:185-95.
3. Stein JP, Grossfeld GD, Ginsberg DA, et al. Prognostic markers in bladder cancer: a contemporary review of the literature. *J Urol* 1998;160:645-59.
4. Lokeshwar VB, Soloway MS. Current bladder tumor tests: does their projected utility fulfill clinical necessity? *J Urol* 2001;165:1067-77.
5. Saad A, Hanbury DC, McNicholas TA, Boustead GB, Woodman AC. The early detection and diagnosis of bladder cancer: a critical review of the options. *Eur Urol* 2001;39:619-33.
6. Albright CD, Frost JK: Centrifugal separation of carcinoma or atypical cells in voided urine. *Virchows Arch B Cell Pathol* 1992;62:45-53.
7. Wright RG, Halford JA: Evaluation of thin-layer methods in urine cytology. *Cytopathology* 2001;12:306-13.
8. Pondo A, Cobbs BC, Gupta PK: Use of ThinPrep® in urine cytology (Abstract). *Acta Cytol* 1992; 37:584.
9. Papillo JL, Lapen D: Cell yield, ThinPrep® vs. cytocentrifuge. *Acta Cytol* 1992;38:33-6.
10. Anagnostopoulou I, Spathi H, Rammou-Kinnia R, Karakitsos P, Gianni I, Georgoulakis J, Kittas C: Comparative study of ThinPrep® and conventional voided urine cytology (Abstract). *Cytopathology* 2000;11:373.
11. Nassar H, Ali-Fehmi R, Madan S. Use of ThinPrep® mono-layer technique and cytospin preparation in urine cytology; a comparative analysis. *Diagn Cytopathol* 2003;28:115-8.
12. Piaton E, Hutin K, Faynel J, Ranchin MC, Cottier M. Cost efficiency analysis of modern cytocentrifugation methods versus liquid based (Cytoc ThinPrep®) processing of urinary samples. *J Clin Pathol* 2004;57:1208-12.
13. Piaton E, Faynel J, Hutin K, Ranchin MC, Cottier M. Conventional liquid-based techniques versus Cytoc ThinPrep® processing of urinary samples; a qualitative approach. *BMC Clin Pathol* 2005;6:5-9.
14. Zardawi IM, Duncan J. Evaluation of a centrifuge method and thin-layer preparation in urine cytology. *Acta Cytol* 2003;46:1038-42.
15. Hong SW, Kim HK, Pyo JY, Lee Y, Jung WH, Kim SH. Comparison of effectiveness between the ThinPrep® and the Cytospin preparation of the repeated urine cytology. *Korean J Cytopathol* 2007;18:55-61.
16. Park YW, Chung JH, Lee HM. A comparison of the availability of the urine ThinPrep® and urine cytology in the diagnosis of bladder cancer. *Korean J Urol* 2003;44:734-8.