

## 2011-2013년 카테터 유무에 따른 요로에서 분리된 효모의 양상

류재형, 김태형, 권오주<sup>1</sup>, 이미경<sup>1</sup>중앙대학교 의과대학 비뇨기과학교실, <sup>1</sup>진단검사의학교실

### Profiles of Yeast Isolated from Urinary Tracts with and without Catheter during 2011-2013

Jae Hyung Ryu, Tae-Hyoung Kim, Oh Joo Kweon<sup>1</sup>, Mi-Kyung Lee<sup>1</sup>Departments of Urology and <sup>1</sup>Laboratory Medicine, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** Indwelling urinary catheter is considered the most important risk factor for healthcare-associated urinary tract infection (UTI). The aim of the current study was to compare the prevalence of species distribution and susceptibilities of antifungals against clinical isolates of yeasts from funguria with and without urinary catheter.

**Materials and Methods:** We analyzed 45,839 urine specimens collected from patients between 2011 and 2013. Species identification and antifungal susceptibility test to amphotericin B, fluconazole, voriconazole, and flucytosine were performed using the VITEK 2 system (Biomérieux Inc.).

**Results:** A total of 1,048 (2.29%) urine specimens were yeast culture positive. The most frequent species was *Candida albicans* (49.0%), followed by *C. tropicalis* (18.6%), *C. glabrata* (12.2%), and *Trichosporon asahii* (7.2%). *C. tropicalis* was isolated more frequently in catheterized urine than in voided urine ( $p < 0.05$ ). For *C. albicans* and *C. glabrata*, frequencies of non-susceptible to fluconazole or voriconazole were higher in catheterized urine than in voided urine.

**Conclusions:** The results of this study suggest the possibility that urinary catheter may influence species distribution of yeast and antifungal susceptibilities. Further investigation is warranted to improve infection control strategies for health-care-associated UTI.

**Keywords:** Urinary tract infections; Urinary catheters; Yeasts; Microbial sensitivity tests

Received: 8 October, 2014

Revised: 17 October, 2014

Accepted: 20 October, 2014

Copyright © 2014, Korean Association of Urogenital Tract Infection and Inflammation. All rights reserved.  
© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Correspondence to:** Mi-Kyung Lee  
Department of Laboratory Medicine, Chung-Ang University Hospital, 102, Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 156-755, Korea  
Tel: +82-2-6299-2719, Fax: +82-2-6298-8630  
E-mail: cpworld@cau.ac.kr

## 서론

요로감염은 무증상 세균뇨, 신우신염, 방광염 등의 다양한

증상을 나타내는 질환으로, 최근 침습성 의료기술의 증가, 노인 인구의 증가, 항균제 사용과 내성균의 증가, 당뇨 등의 만성질환 및 면역저하 환자의 증가 등으로 인해 지속적으로

발생하고 있다.<sup>1,2</sup> 요로감염은 병원감염(hospital-acquired)의 40-45%를 차지하고 있으며, 항균제내성 세균의 전파와 의료관련(healthcare-associated) 패혈증의 주요 원인이 될 수 있다. 또한 병원감염에 의한 요로감염의 약 80%는 요로 카테터와 관련되고 있어, 카테터관련 요로감염(catheter-associated urinary tract infection, CAUTI)은 병원에서 발생하는 요로감염에서 가장 흔하고 중요하다.<sup>3</sup> CAUTI의 발생은 관외의 경로로 카테터 삽입 시 초기에 직접 균이 접종되거나 카테터 삽입 이후에 회음부에 있던 균이 카테터의 외부 표면을 통하여 상행하거나 또는 폐쇄배출체계(closed drainage system)의 기능상실이나 소변 수집낭(collection bag)의 오염으로 인해 소변이 방광으로 역류하여 발생하는 관내 경로로 설명되기도 한다.<sup>4</sup>

요로감염의 원인균은 지역이나 병원에 따라 차이는 있지만 장내세균이 가장 많으며, 특히 *Escherichia coli*가 가장 높은 빈도로 분리되는 것으로 알려져 있다. 그 외에도 *Enterococcus* species (spp.), *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus* spp. 및 칸디다종(*Candida* spp.) 등이 많이 분리되는 것으로 조사되었다.<sup>2,5,6</sup>

사람에서 정상 상재균으로 존재하는 칸디다종은 진균에 의한 요로감염의 가장 흔한 원인균이며, 대부분의 임상의들은 진균에 의한 요로감염을 칸디다종에 의한 요로감염으로 인식하고 있다.<sup>7</sup> 진균에 의한 요로감염의 빈도 증가도 광범위 항생제 투여, 요로 유치 카테터, 당뇨, 면역억제제 투여, 장기입원, 고령, 여성, 정맥내 카테터, 수술력 등의 위험인자와 관련이 있으며, 특히 광범위 항생제 투여나 지속적 요로 카테터 삽입 환자에서 요로감염의 위험이 높은 것으로 보고되었다.<sup>7,9</sup> 그러므로 요로감염의 원인균으로 지속적으로 분리되고 있고 특히 의료관련 요로감염의 주요 원인균으로 그 중요성이 증가하고 있는 소변 내 효모의 균종과 항진균제 내성양상은 지역이나 병원, 기간에 따라 차이가 있을 수 있으므로 그 양상을 감시하는 것이 중요하다. 이에 본 연구에서는 2011년부터 2013년까지 소변배양에서 분리된 효모의 양상을 분석하고자, 요로 카테터 유무에 따른 효모의 균종 분포와 항진균제 감수성 양상을 조사하였다.

## 대상 및 방법

2011년 1월부터 2013년 12월까지 중앙대학교병원 임상미생물 검사실에 의뢰된 소변배양 검체 45,839건을 대상으로 후향적으로 조사하였다.

채뇨는 자가 배뇨가 가능한 경우 아침 첫 요를 채취하는 것을 권장하고 중간뇨를 무균용기에 채취하도록 하였고(중간뇨), 요로 카테터를 사용할 경우 카테터 끝을 알코올로 닦은

후 멸균주사기로 채뇨하였다(카테터뇨).<sup>10</sup>

효모의 균종 동정은 발아관 시험 또는 VITEK 2 ID-YST 시스템(BioMérieux Inc., Hazelwood, MO, USA)을 이용하여 제조사의 지침에 따라 시행하였다. 항진균제 감수성 시험은 VITEK-2 시스템의 VITEK AST-YS01 (Biomérieux Inc.) 카드를 이용하여 시행하였으며, amphotericin B, fluconazole, voriconazole과 flucytosine의 4가지 약제를 시험하였다. 각 항진균제 감수성 검사 결과는 반응이 끝난 후 VITEK-2의 Advanced Expert System software version VT2-R03.01에 의해 자동 판독 후 출력되었으며, 최소억제농도(minimum inhibitory concentration, MIC)는 Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)의 기준에 따라 판정하였다.<sup>11,12</sup> 즉, amphotericin B에 대한 감수성과 내성은 MIC가 각각 1 µg/ml 이하와 2 µg/ml 이상으로 판정하였다. *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*의 fluconazole과 voriconazole에 대한 감수성은 MIC가 각각 2 µg/ml 이하와 0.12 µg/ml 이하, 약용량 의존 감수성(susceptible dose dependent, SDD)은 4 µg/ml와 0.25-0.5 µg/ml, 그리고 내성은 8 µg/ml 이상과 1 µg/ml 이상으로 판정하였고, 이외 효모의 fluconazole과 voriconazole에 대한 감수성은 MIC가 각각 8 µg/ml 이하와 0.5 µg/ml 이하, SDD는 16-32 µg/ml와 1 µg/ml, 그리고 내성은 64 µg/ml 이상과 2 µg/ml 이상으로 판정하였다.<sup>12</sup> Flucytosine의 경우는 MIC가 4 µg/ml 이하면 감수성, 8-16 µg/ml 사이면 중간 내성, 32 µg/ml 이상이면 내성으로 판정하였다.

통계적 분석은 Statcalc (Epi Info version 3.5.1, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA, USA)을 사용하여 chi-square 검증을 하였으며,  $p < 0.05$ 를 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

## 결 과

2011년부터 2013년까지 총 45,839건(중간뇨 31,799건과 카테터뇨 14,040건)의 소변배양이 의뢰되었고, 중간뇨의 134검체(134/31,799, 0.42%)와 카테터뇨의 914검체(914/14,040, 6.51%)에서 효모가 분리되어 총 1,048검체(1,048/45,839, 2.29%)에서 배양 양성결과를 나타내었다. 균종 분포는 *C. albicans*가 가장 많았고(514균주, 49.0%), *C. tropicalis* (195균주, 18.6%), *C. glabrata* (128균주, 12.2%), *Trichosporon asahii* (75균주, 7.2%)의 순으로 분리되었다(Table 1).

요로 카테터 유무에 따른 효모의 분리 비율은 *C. tropicalis*는 카테터뇨에서, *C. glabrata*는 중간뇨에서 통계적으로 유의하게 높은 빈도로 분리되었다( $p < 0.05$ ; Table 1). 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만 *C. albicans*와 *C. utilis*는 카테터뇨에 비해 중간뇨에서 더 많이 분리되었고 *T. asahii*,

*C. famata* 및 *C. parapsilosis*는 중간뇨에 비해 카테터뇨에서 더 많이 분리되었으며, 특히 *C. parapsilosis*는 중간뇨에서는 한 균주도 분리되지 않았다(Table 1).

총 1,048균주의 효모에 대한 amphotericin B, fluconazole, voriconazole과 flucytosine의 MIC는 각각  $\leq 0.25$ -2  $\mu\text{g/ml}$ ,  $\leq 1$ - $\geq 64$   $\mu\text{g/ml}$ ,  $\leq 0.12$ - $\geq 4$   $\mu\text{g/ml}$ ,  $\leq 0.12$ - $\geq 64$   $\mu\text{g/ml}$ 로 분포하였으며, 균종별로 차이를 보였다. Amphotericin B의

경우 *T. asahii* 4균주 및 *C. glabrata*와 *C. kefyr* 각각 1균주를 제외한 모든 균종에서 감수성이었다. Fluconazole에 대하여 SDD인 균주는 *C. albicans* 16균주, *C. krusei* 2균주 및 *C. tropicalis* 1균주였으며, 내성인 균주는 *C. albicans*와 *T. asahii*가 각각 2균주였다. Voriconazole에 대하여 SDD인 균주는 *C. glabrata* 6균주, *C. albicans*와 *T. asahii*가 각각 2균주였으며, 내성인 균주는 *C. albicans*와 *C. glabrata*가 각각 2균주였다. Flucytosine에 대해서는 *T. asahii* 6균주, *C. albicans* 3균주 및 *C. krusei* 1균주가 중간 내성을 보였고, *C. albicans* 8균주가 내성이었다(Tables 2, 3).

요로 카테터 유무에 따른 항진균제 감수성 결과는 일부 균종에서 차이를 보였다. 즉 *C. albicans*의 경우 중간뇨에서 분리된 균이 fluconazole과 voriconazole에 100% 감수성인데 비해, 카테터뇨에서 분리된 균은 fluconazole에 96.0%, voriconazole에 99.3%의 감수성률을 보였다. 또한 *C. glabrata*의 경우 중간뇨에서 분리된 균이 voriconazole에 100% 감수성인데 비해, 카테터뇨에서 분리된 균은 voriconazole에 94.3%의 감수성률을 보였다(Tables 2, 3).

## 고 찰

요로감염은 외래와 입원 환자 모두에서 일생을 통하여 가장 흔하게 나타나는 감염의 하나로, 2007년 미국에서 외래 환자의

**Table 1.** Species distribution of yeast isolates of urinary tract infections according to the specimen sampling technique

Organisms (isolates no.)	Isolates, n (%)		p-value
	Voided urine	Catheterized urine	
<i>Candida albicans</i> (514)	73 (55.3)	441 (48.2)	0.178
<i>C. tropicalis</i> (195)	15 (11.4)	180 (19.7)	0.018*
<i>C. glabrata</i> (128)	24 (18.2)	104 (11.4)	0.031*
<i>Trichosporon asahii</i> (75)	9 (6.8)	66 (7.2)	0.832
<i>C. famata</i> (51)	4 (3.0)	47 (5.1)	0.278
<i>C. utilis</i> (43)	6 (4.5)	37 (4.0)	0.815
<i>C. parapsilosis</i> (22)	0 (0.0)	22 (2.4)	0.069
<i>Cryptococcus laurentii</i> (8)	0 (0.0)	8 (0.9)	0.277
<i>C. lusitanae</i> (5)	1 (0.8)	4 (0.4)	0.628
<i>C. krusei</i> (3)	1 (0.8)	2 (0.2)	0.286
<i>C. guilliermondii</i> (1)	0 (0.0)	1 (0.1)	
<i>C. kefyr</i> (1)	0 (0.0)	1 (0.1)	
Unidentified (2)	1 (0.8)	1 (0.1)	
Total (1,048)	134 (100)	914 (100)	

\*p<0.05.

**Table 2.** Antifungal susceptibilities of 134 yeast isolates from voided urine specimens

Species (isolates no.)	Antifungal agent	MIC ( $\mu\text{g/ml}$ )			MICs by category (%)		
		Range	MIC <sub>50</sub>	MIC <sub>90</sub>	S	SDD/I <sup>a</sup>	R
<i>Candida albicans</i> (73)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -1	0.5	1	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$ -2	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$ - $\geq 64$	$\leq 1$	$\leq 1$	94.6	2.7	2.7
<i>C. tropicalis</i> (15)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -0.5	0.25	0.25	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
<i>C. glabrata</i> (24)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -1	0.5	0.5	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	2- $\geq 16$	8	16	100.0	0.0	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$ -1	0.12	0.25	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
<i>Trichosporon asahii</i> (9)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -2	0.5	2	88.9	0.0	11.1
	Fluconazole	2- $\geq 64$	2	$\geq 64$	88.9	0.0	11.1
	Voriconazole	$\leq 0.12$ -1	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$ -8	$\leq 1$	4	88.9	11.1	0.0
Others (13)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -0.5	0.25	0.5	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$ -16	$\leq 1$	$\leq 1$	92.3	7.7	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$ -16	$\leq 1$	$\leq 1$	92.3	7.7	0.0
Total (134)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -2	$\leq 0.5$	1	99.3	0.0	0.7
	Fluconazole	$\leq 0.25$ - $\geq 64$	$\leq 1$	$\leq 1$	98.6	0.7	0.7
	Voriconazole	$\leq 0.12$ -1	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$ - $\geq 64$	$\leq 1$	$\leq 1$	95.5	3.0	1.5

MIC: minimum inhibitory concentration, S: susceptible, SDD: susceptible dose dependent, I: intermediate, R: resistant.

<sup>a</sup>:For flucytosine, the available data do not permit the MIC results to be clearly categorized as either "susceptible" or "resistant".

**Table 3.** Antifungal susceptibilities of 914 yeast isolates from catheterized urine specimens

Species (isolates no.)	Antifungal agent	MIC ( $\mu\text{g/ml}$ )			MICs by category (%)		
		Range	MIC <sub>50</sub>	MIC <sub>90</sub>	S	SDD/I <sup>a</sup>	R
<i>Candida albicans</i> (441)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -1	0.5	1	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$ -16	$\leq 1$	$\leq 1$	96.0	3.6	0.4
	Voriconazole	$\leq 0.12$ -4	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	99.3	0.2	0.5
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$ - $\geq 64$	$\leq 1$	$\leq 1$	98.2	0.2	1.6
<i>C. tropicalis</i> (180)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -1	$\leq 0.2$	0.5	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$ -4	$\leq 1$	$\leq 1$	99.4	0.6	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
<i>C. glabrata</i> (104)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -2	0.5	1	99.0	0.0	1.0
	Fluconazole	$\leq 1$ - $\geq 16$	8	16	100.0	0.0	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$ -4	$\leq 0.12$	0.25	94.3	3.8	1.9
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
<i>Trichosporon asahii</i> (66)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -2	0.5	1	95.5	0.0	4.5
	Fluconazole	$\leq 1$ - $\geq 64$	2	4	98.5	0.0	1.5
	Voriconazole	$\leq 0.12$ -1	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	98.5	1.5	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 0.12$ -8	2	4	93.9	6.1	0.0
<i>C. famata</i> (47)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -1	$\leq 0.25$	0.5	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$ -4	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
<i>C. utilis</i> (37)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -0.5	$\leq 0.25$	0.5	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
<i>C. parapsilosis</i> (22)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -1	$\leq 0.25$	1	100.0	0.0	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$ -2	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$	100.0	0.0	0.0
Others (17)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -2	$\leq 0.25$	1	94.1	5.9	0.0
	Fluconazole	$\leq 1$ -16	$\leq 1$	2	94.1	5.9	0.0
	Voriconazole	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	100.0	0.0	0.0
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$ -8	$\leq 1$	$\leq 1$	88.2	11.8	0.0
Total (914)	Amphotericin B	$\leq 0.25$ -2	$\leq 0.25$	0.5	99.6	0.0	0.4
	Fluconazole	$\leq 1$ - $\geq 64$	$\leq 1$	2	99.3	0.4	0.3
	Voriconazole	$\leq 0.12$ -4	$\leq 0.12$	$\leq 0.12$	98.9	0.7	0.4
	Flucytosine <sup>a</sup>	$\leq 1$ - $\geq 64$	$\leq 1$	$\leq 1$	98.6	0.7	0.7

MIC: minimum inhibitory concentration, S: susceptible, SDD: susceptible dose dependent, I: intermediate, R: resistant.

<sup>a</sup>:For flucytosine, the available data do not permit the MIC results to be clearly categorized as either "susceptible" or "resistant".

0.9%가 요로감염으로 병원을 방문한 것으로 조사되었다.<sup>13</sup> 또한 2004년 스위스의 증상이 있는 입원환자를 대상으로 한 연구에서는 외래 환자에 비해 훨씬 높은 빈도로 요로감염이 발생하였으며, 24시간 이상 카테터를 삽입하고 있는 환자에서는 3.7%, 카테터를 하지 않은 환자에서는 0.9%에서 요로감염이 발생한 것으로 보고되었다.<sup>14</sup> 최근 국내의 중환자실에 대한 전국병원감염감시체계 결과보고에서는 요로감염이 병원감염의 53%를 차지하였고 이들 요로감염의 99%가 요로 카테터와 관련이 있으며, 이들 환자들로부터 분리된 균주의 44.2%가 진균임을 보고한 바 있다.<sup>15</sup> 그러나 아직까지는 국내에서 요로감염에 대한 병원과 지역에 따른 역학 정보, 특히 진균의 균종 분포나 항진균제 감수성 양상에 관한 자료가 부족한 상태이다. 이에 본 연구에서는 2011년부터 2013년까지 요로 카테터 유무에 따른 소변 분리 효모의 균종 분포와 항진균제 감수성 양상을 조사함으로 소변 배양에서 분리된 효모의 양상을 분석하고자 하였다.

본 연구에서는 총 45,839건의 소변검체 중 2.29%에서 효모가 분리되었고, 카테터뇨에서의 분리율(6.51%)이 중간뇨에서의 분리율(0.42%)보다 훨씬 높았다. 이는 진균에 의한 의료관련 감염의 독립적 위험인자중의 하나인 유치 요로 카테터의 영향으로 생각할 수 있으며, 최근의 조사에 의하면 유럽 66개 병원 환자의 17.5%,<sup>16</sup> 미국 183개 병원 환자의 23.6%가 요로 카테터를 삽입하고 있는 것으로 나타나<sup>17</sup> 유치 요로 카테터의 효과적인 관리가 의료관련 요로감염을 예방하고 조절하는데 매우 중요할 것으로 생각되었다.

소변배양에서 분리된 효모의 균종은 *C. albicans*가 가장 많았고(49.0%) 그 다음으로 *C. tropicalis* (18.6%), *C. glabrata* (12.2%), *T. asahii* (7.2%)의 순으로 분리되었다. 요로에서 분리된 칸디다종의 균종 분포는 대부분의 연구에서 *C. albicans*를 가장 많은 원인균으로 보고하였으며,<sup>6,8,9,15,18</sup> 일부 연구에서는 *C. tropicalis*가 가장 흔히 분리되는 것으로 보고하기도 하였다.<sup>19,20</sup> 또한 본 연구에서 5번째로 많이 분리된 *C.*

*famata*는 치즈, 음식물, 환경 등에 존재하며 사람에서는 약 0.2-2%의 빈도로 분리되고 있는 비교적 흔하지 않은 균으로 알려져 있다.<sup>18,21</sup> 그러나 최근 자동화장비를 사용한 효모의 균종동정에서 일부 칸디다 균종이 *C. famata*로 잘못 동정되고 있음이 보고되어, 실제 *C. famata*의 분리빈도는 더 낮을 것으로 생각되고 있다.<sup>21</sup> 즉 다국가 다기관 감시연구를 통해 수집한 *C. famata* 33균주를 염기순서 분석 등의 여러 가지 방법으로 다시 동정하였을 때 *C. famata*로 동정된 균주는 없었고 *C. guilliermondii* (19균주), *C. parapsilosis* (14균주), *C. orthopsilosis* (1균주), *C. metapsilosis* (1균주)로 각각 최종 동정되었다.<sup>21</sup> 그러므로 본 연구에서 분리 동정된 *C. famata*도 다른 칸디다종일 가능성이 높으며, 정확한 균종 분포 확인을 위하여 추후 보관된 균주를 대상으로 추가적인 방법으로 확인할 필요가 있겠다.

한편 요로 카테터 유무에 따른 효모의 분리율을 조사한 결과, 중간뇨에 비해 요로 카테터에서 채취한 소변에서 *C. albicans*와 *C. glabrata*를 제외한 대부분의 효모가 상대적으로 더 높은 빈도로 분리되었고, 특히 *C. tropicalis* 분리율이 통계적으로 유의하게 높았으며( $p < 0.05$ ) *C. parapsilosis*는 중간뇨에서는 한 균주도 분리되지 않았다. 반대로 *C. albicans*와 *C. glabrata*는 카테터뇨보다 중간뇨에서 더 높은 비율로 분리되었고, 특히 *C. glabrata*는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 이는 *C. tropicalis*가 다른 균종에 비해 강한 biofilm 형성능<sup>22</sup>과 요로 카테터 표면에 대한 부착능<sup>23</sup>을 가진 것과 관련이 있을 것으로 추측할 수 있다. 칸디다 균종분포의 변화는 조사기간, 지역 및 병원에 따라 발생할 수 있으며, 특히 이전 항진균제에 노출 유무가 주요 인자로 생각되고 있다. 또한 항진균제 노출 이외에도 면역억제, 미숙, 중증 질환, 광범위 항생제 치료, 고령 등의 다양한 인자들이 칸디다 균종분포를 변화시킬 수 있는 것으로 알려져 있어,<sup>24</sup> 본 연구에서 나타난 중간뇨와 카테터뇨에서 효모의 균종분포 차이를 정확하게 분석하기 위해서는 항진균제나 광범위 항생제 투여 등과 같은 균종분포에 영향을 줄 수 있는 인자들에 대한 조사와 장기간에 걸친 효모의 균종분포에 대한 감시가 필요할 것으로 사료되었다.

효모에 대한 항진균제 감수성검사는 표준화된 검사법이 개발되어 있고 일부 균종에 대해서는 판독기준도 제시되어 있다. 현재 칸디다종에 대한 항진균제 감수성 검사의 판독기준은 임상적으로 항진균제 치료 효과를 예측하는 데 중요한 정보가 되고 있으며, 항진균제 감수성 결과가 항진균제 치료에 대한 의사결정에서의 역할이 증가하면서 최근에는 좀 더 신속하게 결과를 보고하는 방법과 칸디다에 사용하는 전신성 항진균제에 대한 종특이 기준도 제시되어 있다.<sup>12,25</sup> 본 연구에서 소변 분리 효모의 amphotericin B, fluconazole, voriconazole과 flucytosine에 대한 항진균제 감수성 결과는 지금까지 알려

진 균종별 항진균제 감수성 결과와 유사하였다. 요로 카테터 유무에 따른 항진균제 감수성은 일부 균종에서 차이를 보였는데, 카테터뇨에서 분리된 *C. albicans*와 *C. glabrata*의 fluconazole 또는 voriconazole 비감수성 비율이 중간뇨에서 분리된 균에 비해 높게 나타났다. 이는 요로 카테터를 삽입하고 있는 환자들이 대부분 중증 환자이거나 수술 등의 침습성 시술 또는 항진균제 치료를 받았을 가능성이 높아, 중간뇨에 비해 카테터뇨에서 분리된 균이 fluconazole과 voriconazole에 대한 비감수성 비율이 높아졌을 것으로 추측된다. 그러므로 요로 카테터 유무가 효모의 균종 분포와 항진균제 감수성 양상에 영향을 줄 가능성이 있으므로, 요로 카테터 등의 요로감염의 위험인자와 관련한 환자의 임상 양상, 역학 정보, 이들에게서 분리되는 효모의 균종 분포 및 항진균제 감수성 양상에 대한 지속적인 감시가 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

요로감염은 의료관련 감염에서 매우 중요하며, 특히 CAUTI는 병원에서 발생하는 요로감염에서 가장 흔하고 중요하다. 진균에 의한 요로감염은 흔히 칸디다종에 의한 요로감염으로 인식되고 있으며, 최근 이들 감염의 빈도가 지속적으로 증가하고 있다. 본 연구에서는 2011년부터 2013년까지 소변배양에서 분리된 효모 중 *C. albicans*가 가장 많았고(49.0%), 요로 카테터 유무에 따른 효모의 분리 비율은 *C. tropicalis* 카테터뇨에서, *C. glabrata*는 중간뇨에서 통계적으로 유의하게 높은 빈도로 분리되었다. 요로 카테터 유무에 따른 항진균제 감수성은 카테터뇨에서 분리된 *C. albicans*와 *C. glabrata*의 fluconazole 또는 voriconazole 비감수성 비율이 중간뇨에서 분리된 균에 비해 높게 나타났다. 그러므로 의료관련 감염을 감소시키기 위한 전략을 향상시키기 위해서는 CAUTI를 조절하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 요로 카테터를 삽입하고 있는 환자의 임상 양상, 역학 정보, 이들에게서 분리되는 효모의 균종 분포 및 항진균제 감수성 양상 등에 대한 지속적인 감시가 필요할 것으로 생각된다.

## CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## REFERENCES

1. Foxman B. Urinary tract infection syndromes: occurrence, recurrence, bacteriology, risk factors, and disease burden. *Infect Dis Clin North Am* 2014;28:1-13.

2. Jeong JY, Son JH, Kim JI, Jang SH. Changes of causative organisms and antibiotic sensitivity of urinary tract infection in the Southern area of Kyoung-gi Do for recent 4 years. *Korean J Urogenit Tract Infect Inflamm* 2010;5:167-75.
3. Burke JP, Pombo DJ. Healthcare-associated urinary tract infections. In: Mayhall CG, ed. *Hospital epidemiology and infection control*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2012:270-85.
4. Tambyah PA, Halvorson KT, Maki DG. A prospective study of pathogenesis of catheter-associated urinary tract infections. *Mayo Clin Proc* 1999;74:131-6.
5. Nam HJ, Jeong SC, Yi JJ, Lee SD. The difference of microorganism and antibiotics resistance between adults and children with urinary tract infection. *Korean J Urogenit Tract Infect Inflamm* 2012;7:136-41.
6. Oh E, Lee H, Lim HS, Park Y. Epidemiology and resistance patterns of bacterial pathogens in urinary tract infections in the Northern Gyeonggi-do Area during 2007-2011. *Lab Med Online* 2013;3:34-9.
7. Sobel JD. Fungal infections of the genitourinary tract. In: Anaissie EJ, McGinnis MR, Pfaller MA, eds. *Clinical mycology*. 2nd ed. Churchill Livingstone, 2009:547-59.
8. Kobayashi CC, de Fernandes OF, Miranda KC, de Sousa ED, Silva Mdo R. Candiduria in hospital patients: a study prospective. *Mycopathologia* 2004;158:49-52.
9. Kauffman CA. Candiduria. *Clin Infect Dis* 2005;41(Suppl 6): S371-6.
10. Baron EJ, Thomson Jr RB. Specimen collection, transport, and processing: Bacteriology. In: Versalovic J, Carroll KC, Funke G, Jorgensen JH, Landry ML, Warnock DW, eds. *Manual of Clinical Microbiology*. 10th ed. Washington: ASM Press, 2011:228-71.
11. Clinical and Laboratory Standards Institute. Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts. Approved standard. 3rd ed. CLSI document M27-A3. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2008.
12. Clinical and Laboratory Standards Institute. Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing of yeasts. Fourth informational supplement. CLSI document M27-S4. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2012.
13. Schappert SM, Rechtsteiner EA. Ambulatory medical care utilization estimates for 2007. *Vital Health Stat* 13 2011;(169): 1-38.
14. Uckay I, Sax H, Gayet-Ageron A, Ruef C, Muhlemann K, Troillet N, et al; Swiss-NOSO network. High proportion of healthcare-associated urinary tract infection in the absence of prior exposure to urinary catheter: a cross-sectional study. *Antimicrob Resist Infect Control* 2013;2:5.
15. Jeon MH, Park WB, Kim SR, Chun HK, Han SH, Bang JH, et al. Korean nosocomial infections surveillance system, intensive care unit module report: data summary from July 2010 through June 2011. *Korean J Nosocomial Infect Control* 2012;17:28-39.
16. Zarb P, Coignard B, Giskeviciene J, Muller A, Vankerckhoven V, Weist K, et al; National Contact Points for the ECDC pilot point prevalence survey; Hospital Contact Points for the ECDC pilot point prevalence survey. The European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) pilot point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use. *Euro Surveill* 2012;17. pii: 20316.
17. Magill SS, Edwards JR, Bamberg W, Beldavs ZG, Dumyati G, Kainer MA, et al; Emerging Infections Program Healthcare-Associated Infections and Antimicrobial Use Prevalence Survey Team. Multistate point-prevalence survey of health care-associated infections. *N Engl J Med* 2014;370:1198-208.
18. Pfaller MA, Diekema DJ, Gibbs DL, Newell VA, Meis JF, Gould IM, et al; Global Antifungal Surveillance Study. Results from the ARTEMIS DISK Global Antifungal Surveillance study, 1997 to 2005: an 8.5-year analysis of susceptibilities of *Candida* species and other yeast species to fluconazole and voriconazole determined by CLSI standardized disk diffusion testing. *J Clin Microbiol* 2007;45:1735-45.
19. Paul N, Mathai E, Abraham OC, Mathai D. Emerging microbiological trends in Candiduria. *Clin Infect Dis* 2004;39:1743-4.
20. Jain M, Dogra V, Mishra B, Thakur A, Loomba PS, Bhargava A. Candiduria in catheterized intensive care unit patients: emerging microbiological trends. *Indian J Pathol Microbiol* 2011;54: 552-5.
21. Castanheira M, Woosley LN, Diekema DJ, Jones RN, Pfaller MA. *Candida guilliermondii* and other species of *Candida* misidentified as *Candida famata*: assessment by Vitek 2, DNA sequencing analysis, and matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry in two global antifungal surveillance programs. *J Clin Microbiol* 2013;51: 117-24.
22. Mohandas V, Ballal M. Distribution of *Candida* species in different clinical samples and their virulence: biofilm formation, proteinase and phospholipase production: a study on hospitalized patients in southern India. *J Glob Infect Dis* 2011;3:4-8.
23. Camacho DP, Gasparetto A, Svidzinski TI. The effect of chlorhexidine and gentian violet on the adherence of *Candida* spp. to urinary catheters. *Mycopathologia* 2007;163:261-6.
24. Pfaller MA, Diekema DJ. Epidemiology of invasive candidiasis: a persistent public health problem. *Clin Microbiol Rev* 2007; 20:133-63.
25. Pfaller MA. Antifungal drug resistance: mechanisms, epidemiology, and consequences for treatment. *Am J Med* 2012;125(1 Suppl):S3-13.