



임상 검체에서 분리된 그람 다양성 세균 *Paenibacillus urinalis* 5예와 *Paenibacillus* 균종의 임상적 의의

Five Cases of the Gram Variable Bacterium *Paenibacillus urinalis* Isolated from Clinical Specimens and its Clinical Significance

구현정* · 김영진* · 류지윤 · 조선영 · 이희주

Hyunjung Gu, M.D.*, Young Jin Kim, M.D.*, Jiyun Ryu, M.D., Sun Young Cho, M.D., Hee Joo Lee, M.D.

경희대학교 의과대학 진단검사의학과

Department of Laboratory Medicine, School of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Paenibacillus urinalis was first isolated from the urine of a woman in 2008, and was reported to be a contaminant. Here, we report 5 cases of *P. urinalis* isolated over 5 months at a tertiary hospital. Using an API kit, 4 cases were classified as *Cellulomonas* species. Owing to the low reliability of API kit results and Gram stain results indicating gram variable bacilli for few specimens, MALDI-TOF MS and 16S rRNA gene sequencing were performed for identification. The last case showed Gram variable bacilli, and therefore, based on previous experience, 16S rRNA gene base sequence analysis was carried out without an additional API kit. All isolated strains were confirmed to be *P. urinalis*, and were judged to be contaminants. As for Gram variable bacteria, the use of current biochemical identification systems may lead to misidentification as other bacteria, which may cause unnecessary or improper use of antibiotics. Moreover, whereas most of the *Paenibacillus* species are reported to be contaminants, some of them are being reported as sources of infection. Therefore, more accurate identification will be necessary in the future. Accordingly, it is expected that accurate identification of this genus will help clinical physicians make decisions regarding appropriate treatment and use of antibiotics.

Key Words: *Paenibacillus urinalis*, *Paenibacillus* species, Gram variable organism, MALDI-TOF MS, 16S rRNA sequencing

진단 도구의 발달에 힘입어 임상미생물 검사실에서는 과거에 비해 매우 다양한 미생물 종들이 동정되고 있다. *Paenibacillus* 균속은 1993년에 새롭게 분류되었으며, 토양과 대변에서 흔히 발견된다[1]. 과거 *Paenibacillus* 균은 생화학적 기반의 동정 방법으로는 거의 동정되지 않았다. 그러나 최근 Matrix-assisted laser desorption ionization time of flight mass spectroscopy (MALDI-TOF MS) 나 염기서열분석기와 같이 해상도 높은 검사 방법이 검사실에 도

입 됨에 따라 이 균종들이 종종 동정이 되기 시작하였다. *Paenibacillus* 균속에 의한 인체감염은 *P. polymyxa*에 의한 혈액 감염 [2]과 CSF shunt valve에서 검출된 *P. turicensis*를 포함한 [3] 소수의 증례가 보고된 바 있지만 아직까지는 그들의 병원성은 명확하게 알려져 있지 않았고, 임상 검체에서 분리된 증례 보고 역시 드물다.

*Paenibacillus urinalis*는 2008년 한 여성의 소변에서 처음으로 분리 동정되며 새롭게 보고된 균종이며, 임상적으로는 오염균으로 간주되었다. 앞선 보고에 의하면 *P. urinalis*는 중심정맥관 needle connector의 바이오 필름이나 위장관 생검 표본에서 관찰된 사례가 있다[4]. 한국에서의 문헌보고는 2011년 혈액배양 통계 데이터 보고서에서 처음 보고된 적이 있는데 한 명의 여성 환자에게서 분리된 것이었으며, 해당 환자의 임상 정보는 기술되어 있지 않았다 [5]. *P. urinalis*는 그람 다양성 세균이며 현재 검사실에서 통상적으로 사용하는 생화학적 방법으로는 동정되기 어렵다. 또한 임상적으로 중요하다고 알려진 균종에 대한 동정을 우선시 하는 임상 검사실의 특성상 임상 검체에서 *P. urinalis*의 분리 빈도는 실제 보고되는 것과는 차이가 있을 것으로 예상할 수 있다. 이 보고에서는 5개월 동안 우리 검사실에서 분리 동정된 *P. urinalis* 다섯 증례

Corresponding author: Hee Joo Lee

Department of Laboratory Medicine, School of Medicine, Kyung Hee University, 23 Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea
Tel: +82-2-958-8672, Fax: +82-2-958-8609, E-mail: leehejo@khmc.or.kr

*The first two authors contributed equally to this work.

Received: April 18, 2017

Revision received: May 19, 2017

Accepted: May 24, 2017

This article is available from <http://www.labmedonline.org>

© 2017, Laboratory Medicine Online

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Characteristics of patients with isolation of *P. urinalis* in 2016

Case	Sex	Age	Admitted for	Specimen	Numbers of blood culture bottle set	Numbers of positive bottles	Identification results by API kits (%)	Procalcitonin (ng/mL) (at first day/ after 2 days)	CRP (mg/L) (at first day/ after 2 days)	WBC ($10^3/\mu\text{L}$) (at first day/ after 2 days)
1	M	46	Intracranial hemorrhage	Blood	2	1	<i>Cellulomonas</i> spp.*	0.319 -	8.80 6.31	6.86 5.14
2	F	58	Osteosarcoma	Blood from chemoport	2	1	<i>Cellulomonas</i> spp.*	0.895 0.427	2.74 3.01	3.01 3.76
3	M	21	Intervertebral disc disorders	Blood	2	1	<i>Cellulomonas</i> spp. (99.5)	- -	0.8 1.39	4.33 3.03
4	F	48	Subarachnoid hemorrhage	CSF	Not used [†]	Not used [†]	<i>Cellulomonas</i> spp. (99.8)	0.057 -	0.7 0.54	6.37 5.39
5	M	76	Aspiration pneumonia	Blood	2	1	Not tested [†]	0.166 -	13.85 10.36	22.15 8.48

Reference range: Procalcitonin ~0.046 ng/mL; CRP, ~0.30 mg/L; WBC, 4.0-10.0 $\times 10^3/\mu\text{L}$.

*Presented as an unacceptable profile; [†]Culture performed using blood agar, chocolate agar, and thioglycolate broth; [†]As for the 5th case, as Gram variable bacilli were observed on the Gram stain, 16S rRNA gene capillary sequencing was carried out immediately without an API kit test, based on experience.

를 임상적 특징과 함께 보고하고자 한다.

2016년 7월부터 11월까지 총 5명의 환자에서 분리되었으며, 이들은 1개의 뇌척수액과 4개의 혈액배양에서 분리되었다(Table 1). 해당 기간 동안 동 기관에서 시행된 혈액배양 건수는 총 7,413건이었다.

증례 1

46세 남자 환자가 뇌 내 출혈로 입원하여 뇌 내 압력 감압술을 시행 받았다. 체외 뇌실 배액 도관(external ventricular drainage catheter)이 삽입되었으며 2일 후 제거되었다. 환자는 입원하여 재활치료를 받던 중 2달 후 미열이 발생하였고 이에 따라 혈액 배양을 시행하였다. 경험적 항균제 치료는 시행하지 않았다.

증례 2

골육종 진단을 받고 일주일에 2회의 병합 화학요법을 시행 받던 58세 여자환자가 호중구 감소증과 Extended-spectrum beta-lactamases 생성 *Escherichia coli*에 의한 요로감염으로 입원하여 meropenem으로 치료를 시작하였다. 환자는 화학요법을 받기 위해 위쇄골하정맥에 항암치료용 chemoport를 삽입하고 있었다. 환자는 호중구 감소증 치료로 과립구집락 자극인자(G-CSF) 치료를 받았다. 입원 20일 후 38.1°C의 발열과 오한이 발생하였으며, chemoport가 감염원으로 의심되었다. 확인을 위하여 혈액배양과 함께 chemoport를 통한 혈액 검체를 채취하였다. 혈액배양검사 당일의 혈중 procalcitonin은 0.895 ng/mL이었고 전혈구 검사상 총 백혈구 수는 $3.01 \times 10^3/\mu\text{L}$ 이었다. 경험적 항균제로 반코마이신이 추가되었다. 3일 뒤 증상이 호전되었으나 앞선 배양 결과 그람 양성 간균으로 보고되어 chemoport를 제거하고 tip 배양을 시행하였으나 4일 후 배양 음성 결과가 보고됨과 동시에 항균제 치료를 중단하였

다. 배양 6일째 피부 홍반과 함께 호산구가 증가하고(총 백혈구의 10%) 비정형 림프구가 관찰되며 AST가 상승소견을 보여 환자의 발열 원인은 호중구 감소성 발열과 drug reaction with eosinophilia and systemic symptoms (DRESS) syndrome (RegiSCAR score 5)으로 판단되어 스테로이드 치료를 시작하였다.

증례 3

군 복무중인 21세 남자환자가 허리 통증으로 내원하였다. 환자는 침술을 받았으며 그 외에는 비 침습적인 치료를 받았다. 입원 1주일 후, 환자는 코막힘을 주소로 이비인후과 진료를 받았으며 촬영한 X-ray상 상악동염 소견을 보였고 진료 후 39°C의 발열이 발생하였다. 환자의 발열원인을 확인하기 위하여 혈액배양을 시행하였고, moxifloxacin을 이용한 경험적 항균제 치료를 받았고 발열은 다음날 해소되었다.

증례 4

48세 여자 환자가 거미막밑출혈로 입원하였다. 뇌혈관조영술(transfemoral cerebral angiography, TFCA)을 시행하며 요추 도관(lumbar catheter)이 삽입되었고 이후 1일 후 도관은 제거되었다. 입원 1주일 후부터 환자는 발열(38.0°C)이 있었으며, 발열 원인의 확인을 위하여 뇌척수액 배양검사가 시행되었다. 환자는 경험적 항균제(ceftriaxone/tazobactam) 치료를 받았으며 발열은 항균제 치료 1일 후 호전되었다.

증례 5

76세 남자환자가 흡인성 폐렴으로 입원하였다. 그는 반복되는

뇌수막종으로 인한 여러 번의 수술력을 가지고 있었으며 이로 인하여 요양병원에 장기입원 중이었다. 환자는 내원 당시 38.3°C의 발열을 보였으며 전혈구 검사상 총 백혈구수는 $22.15 \times 10^3/\mu\text{L}$ 이었고 C-reactive protein (CRP)은 13.85 mg/L이었다. 혈액배양검사 시행 후 경험적 항균제(piperacillin/tazobactam, levofloxacin) 치료를 시작하였다.

모든 혈액 배양은 호기성 및 혐기성 배양병(BD BACTEC Plus Aerobic/F, BD BACTEC lytic/10 Anaerobic/F culture vials, Becton Dickinson, Sparks, MD, USA)에 담겨 자동 혈액 배양기(BD BACTEC FX instrument, Becton Dickinson)에서 배양되었다. 배양된 균주는 혈액우무배지(blood agar plate)와 MacConkey 배지에 접종되었다. 5% CO₂, 37°C 조건 하에서 24시간 동안 배양하였고, 혈액우무배지에 1–3 mm 가량의 비용혈성(non-hemolytic), 원형, 회색을 띄는 집락을 확인할 수 있었으며(Fig. 1A), MacConkey 배지에서는 집락이 관찰되지 않았다. Catalase는 양성이었으며 oxidase는 음성을 나타내었다. 뇌척수액 배양은 각각 혈액우무배지, chocolate 배지, thioglycolate broth에 시행되었으며, 역시 혈액우무배지에 혈액배양 검체에서 배양된 것과 동일한 집락이 관찰되었다. 그람 염색상 모두 직선형의 막대 모양인 그람 염색 다양성 간균(Gram-variable bacilli)을 보였으며, 포자 형성(spore forming)의 특징을 나타냈다(Fig. 1B). 네 개의 균주들(증례 1-4)은 검사실에서 사용하는 API coryne v4.0 kit (BioMerieux SA, Marcy-l'etoile, France; Lot No. 833022401)를 이용하였을 때 모두 *Cellulomonas* 균속으로 동정되었으나 각각의 신뢰도는 증례 1과 2의 경우 unacceptable profile이었고 증례 3과 4의 경우 각각 99.5%, 99.8%이었다. 증례 5

는 앞 증례들과의 시간적 간격상, 경험적으로 API kit를 생략하고 그람 염색 후 바로 MALDI-TOF MS와 16S rRNA sequence를 시행하였다. 그람 염색상이 *Cellulomonas* 균속과 상이 하였으므로 추가 동정을 시행하였다. MALDI-TOF MS에서 검체 전처리하는 직접법(direct method)을 이용하였고 IVD MALDI Biotyper software 2.3 및 IVD 6,763 Library 6.0 version를 이용한 MALDI-TOF MS (Bruker Daltonik GmbH, Leipzig, Germany)를 이용하였다. 그 결과 모든 균주는 *P. urinalis*로 동정 되었다(cutoff score range: 2.056–2.155). 16S rRNA gene 염기서열 분석에서 PCR primer에는 27F 5' (AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG) 3'와 1492R 5' (TAC GGY TAC CTT GTT ACG ACT T) 3'를 사용하였고, Sequencing primer에는 785F 5' (GGA TTA GAT ACC CTG GTA) 3'와 907R 5' (CCG TCA ATT CMT TTR AGT TT) 3'를 사용하여 균주당 1,401–1,403개의 염기서열 정보를 얻을 수 있었으며 BLAST (the GenBank Basic Local Alignment Search Tool)를 이용하여 분석한 결과 모두 *P. urinalis* (GenBank accession no. NR_044178.1)에 대하여 99.5–99.9%의 일치율을 보였다. 차순위 동정으로 *Paenibacillus provencensis* (GenBank accession no. NR_044179.1)에 대하여 97.9–98.1%의 일치율을 보여 다섯 환자의 균주는 모두 *P. urinalis*로 최종 동정되었다. 본 증례에서 분리한 다섯 균주와 임상검체에서 분리가 보고된 적이 있는 다른 *Paenibacillus* 균속의 관계를 16S rRNA를 이용하여 MEGA5 프로그램으로 계통분석을 수행하였으며(Fig. 2)[6], 그 결과 다섯 균주 모두 *P. urinalis*와 가장 가까운 결과를 보여주었다.

*P. urinalis*는 최초 임상 증례에서 음성 간균으로 보고가 되었으나[1], 실제로는 그람 양성 균의 세포벽 구조를 가지고 있다[7]. 그러

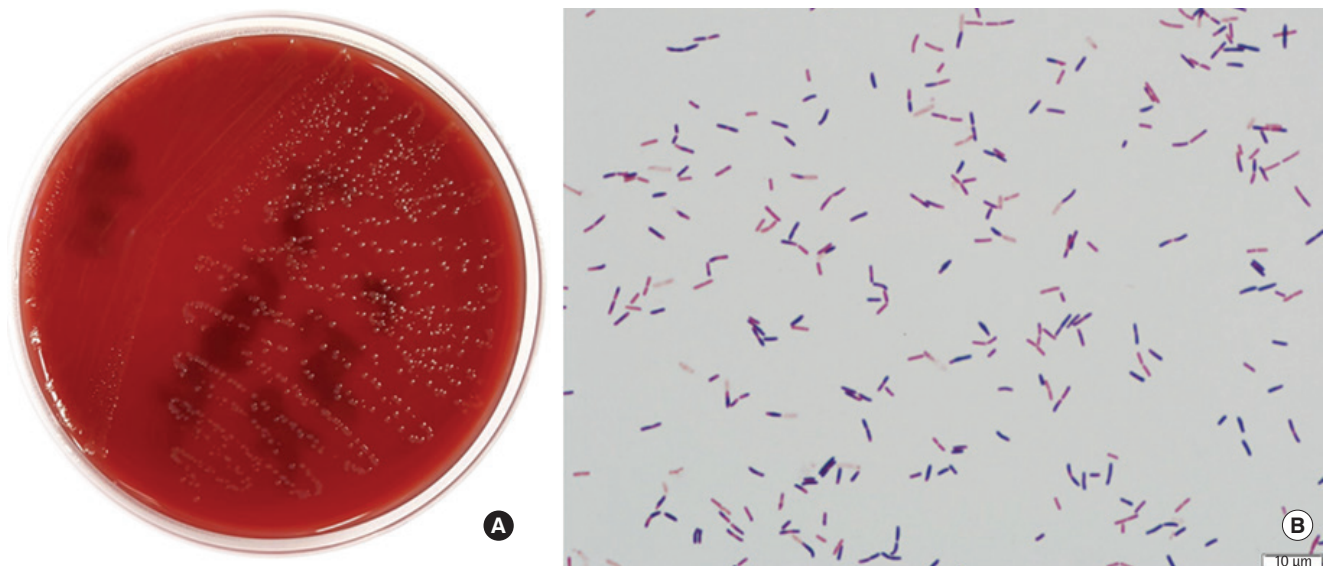


Fig. 1. (A) Blood agar plate after a 24-hour incubation at 37°C, 5% CO₂; Colonies are non-hemolytic, circular, greyish, smooth and 1–3 mm in diameter, (B) Gram stain of the clinical isolate shows Gram variable rods.

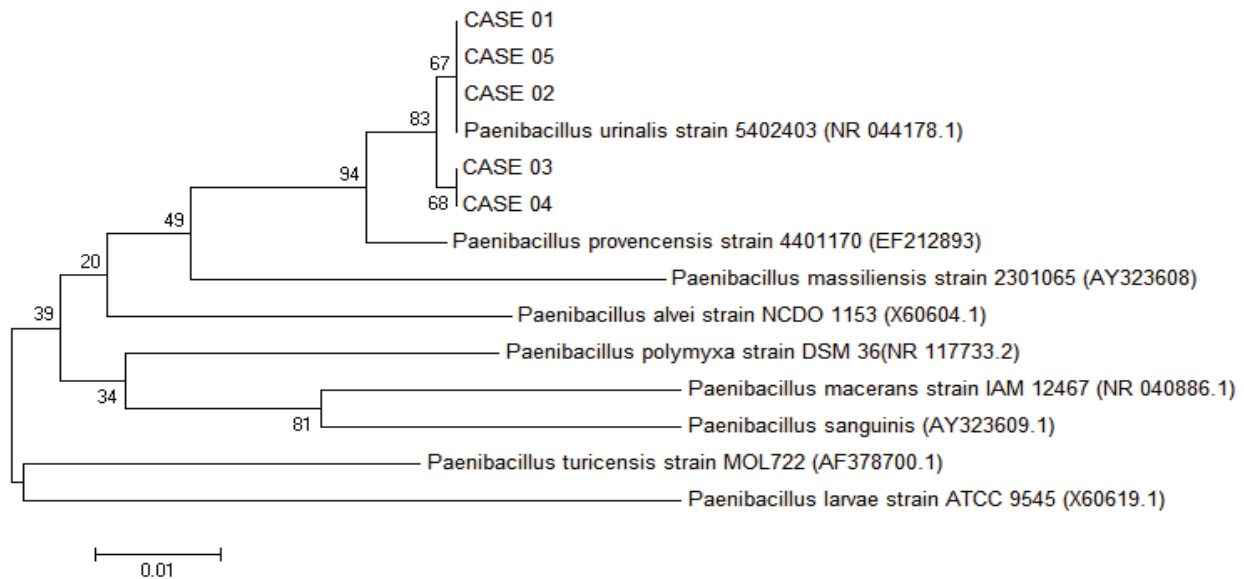


Fig. 2. The neighbor-joining phylogenetic tree based on 16S rRNA sequences showing the phylogenetic position of the isolates from the studied cases and related *Paenibacillus* species. Bootstrap tests (1,000 replicates) are shown adjacent to the branches. The scale bar length of 0.01 indicates 1% sequence distance.

나 그람 염색상이 강하지 않아 염색 다양성 간균으로 보고될 수 있으며(Fig. 1B), 혈액배양 양성 시 우선 시행하는 그람 염색에서 그람 음성 균으로 보고하여 불필요한 항균제 치료를 야기할 위험 또한 가지고 있다. 그람 염색 양상에 따라 동정에 사용하는 생화학 동정 kit의 종류를 선택하는 검사실에서는 이러한 특징이 균 동정에 혼란을 초래할 가능성이 있다. *Paenibacillus*에 속한 종은 그 종류에 따라 그람 음성, 양성, 다양성으로 나타날 수 있으므로[8], MALDI-TOF MS를 이용한 동정 결과와 그람 염색 결과를 맞추어 확인할 때 종별 그람 염색상을 정확히 파악하고 있어야 할 것이다.

최근 MALDI-TOF MS가 임상미생물 검사실에 정규검사법으로 도입되면서 *P. urinalis*는 과거보다 자주 동정될 수 있다. *P. polymyxa*, *P. larvae* 그리고 *P. turicensis*와 같이 동일 genus에 의한 인체 감염 사례 등이 보고되고 있으나[2, 3, 9, 10], 사람에서 감염의 원인균으로 증명된 *P. urinalis* 증례는 아직까지 보고된 바가 없으며 우리의 증례도 대부분 오염균으로 간주된다.

혈액 배양을 시행한 증례 1, 2, 3과 5에서는 2쌍의 배양 병 중 1쌍에서만 *P. urinalis*가 검출되었고 각 환자의 임상 양상에 따라 오염균의 가능성이 높다고 판단하였다(Table 1). 증례 1의 경우 혈액배양 이후 경험적 항균제 치료를 시행하지 않았음에도 불구하고 염증 지표는 호전되는 양상을 보였으며 추후 혈액배양 결과는 음성이었다. 다섯 증례 중 procalcitonin이 0.895 ng/mL로 가장 높은 수치를 보였던 증례 2의 경우 발열의 원인이 호중구 감소성 발열과 DRESS 증후군으로 판단되었고 chemoport 배양은 음성인 반면 chemoport에서 채혈한 혈액배양만 양성이어서 감염의 원인균일

가능성은 낮을 것으로 판단하였다. 증례 3에서는 환자에게 어떠한 의료기도 삽입되어 있지 않았으며 면역능이 정상인 군 복무자이었고 침술 외에는 비침습적인 치료만 받아 오염균으로 간주하였다. 증례 5에서는 백혈구증가증과 CRP의 상승이 관찰되었으나, 이는 *P. urinalis* 감염에 의한 것이라기 보다는 환자의 기저질환인 흡인성 폐렴이 원인인 것으로 판단하였다. 뇌척수액을 배양한 증례 4에서는 발열이 항균제 치료에도 불구하고 1주일 가량 지속되었으나 3일 뒤 시행한 혈액배양 결과가 음성이었고, procalcitonin의 상승이 현저하지 않았으며(0.057 ng/mL) CRP (0.7 mg/L)와 백혈구 수치($6.37 \times 10^3/\mu\text{L}$)가 유의하게 높지 않으므로 오염균의 가능성이 높다고 판단하였다.

5개월 동안 발견된 5건의 *P. urinalis* 사이의 물리적인 연관성을 찾아 보았으나, 환자들은 같은 시기에 같은 병동에 입원한 경우는 없었으며 채혈자 또한 달라 연결점은 찾지 못하였다. *P. urinalis*가 생화학적 동정 시스템에서 분리되기 어려운 부분이나 다양한 그람 염색 양상으로 판독될 가능성이 높은 특징들로 볼 때 충분히 이전에도 분리되었지만 정확하게 동정이 되지 않았을 가능성이 추정된다. 하지만 이 증례는 균종이 출현한 시기적 접근성 등을 미루어 짐작컨대 병원 내 환경 오염이나 검사실 내 오염을 완전히 배제할 수는 없다고 판단된다. 이러한 부분은 차후 환경배양이나, 지속적인 그람 다양성 염색결과를 보이는 검체들을 추적관찰하고 상기 증례들처럼 다른 기법을 이용한 동정을 통해 보다 정확한 이유를 판단할 수 있을 것이라 생각된다.

다양한 *Paenibacillus* 균속에 의한 인체감염이 보고되고 있는

가운데 *P. urinalis*의 인체 감염 사례는 현재까지 보고된 바 없다. 현재의 보고 증례에서도 역시 면역저하자가 일부 포함되어 있지만 *P. urinalis*가 감염증의 원인균으로 판단되지 않았다. 하지만 처음 보고된 그람 음성 *Cellulomonas* 균종의 경우 드물지만 병원균으로 보고된 케이스가 있으므로[9], 우리의 증례에서도 1예를 제외하고 모든 증례에서 임상에서는 바로 경험적 항균제를 사용한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 정확한 동정이 수반되지 않는 항균제의 사용은 내성 균주의 출현 및 불필요한 항균제 사용으로 인한 환자의 비용, 치료기간 증가, 약제로 인한 부작용 등을 유발할 수 있다. 또한 *Paenibacillus* 균속 자체도 대부분 오염균으로 알려져 있지만, 몇몇 균종에 대해서는 이에 의한 감염이 보고된 바 있으므로[2, 3, 10, 11], 정확한 균종의 분리가 임상적인 치료 선택에 있어 매우 중요한 시작점이 될 수 있을 것이다.

현재 검사실에서 주로 사용하는 그람 염색이나 생화학적 동정 시스템 하에서 그람 다양성 균종이 그람 음성으로 보일 수 있는 염색상 모호함이나 이에 따라 올바른 생화학적 동정 방법이 적절하게 적용되지 않을 가능성이 충분히 있을 수 있다. 따라서 이러한 이유로 발생할 수 있는 잘못된 미생물 동정 결과와 이로 인한 부적절한 항생제 사용을 방지하기 위하여 적절한 검사기법을 이용한 *Paenibacillus* 균속의 정확한 동정과 보고는 검사실과 임상에서 모두 중요한 문제이며, 이는 향후 임상에서 환자의 효과적인 항균제 치료에 큰 도움이 될 것으로 생각한다.

요 약

*Paenibacillus urinalis*는 2008년 한 여성의 소변에서 처음으로 분리되었으며, 오염균으로 보고되었다. 우리는 3차 의료기관에서 5달 동안 분리된 5예의 *P. urinalis*에 대하여 보고하는 바이다. 4개의 증례는 API kit를 이용 시, *Cellulomonas* 균속으로 분류되었다. 이 중 일부 검체에서 API kit 결과의 신뢰도가 떨어지고 그람 염색이 그람 다양성 세균으로 보이는 특이점을 보여, 정확한 동정을 위하여 MALDI-TOF MS와 16S rRNA gene sequencing을 시행하였다. 마지막 1예는 그람 다양성 간균으로 이전의 경험에 비추어 추가적인 API kit 시행 없이 16S rRNA gene 염기서열분석을 시행하였다. 모든 분리 균주들은 *P. urinalis*로 확인되었고 환자들의 임상적 정보를 통해 모두 오염균으로 판단하였다. 그람 다양성 세균의 경우 현재 생화학적 동정 시스템을 이용할 경우 다른 균으로 잘못 동정되어 불필요하거나 잘못된 항균제의 사용이 야기될 수 있다. 또한 대부분의 *Paenibacillus* 균속은 오염균으로 알려져 있지만, 현재 일부 종들은 감염원으로 보고되고 있기 때문에 앞으로 정확한 동정이 필요하다. 따라서 이 균속에 대한 정확한 동정이 임상 의사의

치료 결정 및 올바른 항균제 사용에 도움을 줄 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Roux V, Fenner L, Raoult D. *Paenibacillus provencensis* sp. nov., isolated from human cerebrospinal fluid, and *Paenibacillus urinalis* sp. nov., isolated from human urine. *Int J Syst Evol Microbiol* 2008;58:682-7.
2. Nasu Y, Nosaka Y, Otsuka Y, Tsuruga T, Nakajima M, Watanabe Y, et al. A case of *Paenibacillus polymyxa* bacteremia in a patient with cerebral infarction. *Kansenshogaku Zasshi* 2003;77:844-8.
3. Bosshard PP, Zbinden R, Altwegg M. *Paenibacillus turicensis* sp. nov., a novel bacterium harbouring heterogeneities between 16S rRNA genes. *Int J Syst Evol Microbiol* 2002;52:2241-9.
4. Khosravi Y, Dieye Y, Poh BH, Ng CG, Loke MF, Goh KL, et al. Culturable bacterial microbiota of the stomach of *Helicobacter pylori* positive and negative gastric disease patients. *Scientific World Journal* 2014; 2014:610421.
5. Yu W, Lee K, Hwang K. "Resource Development of Unidentified Human Pathogens using Automated Identification Systems", Korean Centers for Disease Control and Prevention, PUBLIC HEALTH WEEKLY REPORT, 2015;42:990-7.
6. Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol Evol* 2011;28:2731-9.
7. Priest FG. *Paenibacillus*. In: Whitman WB, ed. *Bergey's manual of systematics of archaea and bacteria* 2015. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2015:1-40.
8. Grady EN, MacDonald J, Liu L, Richman A, Yuan ZC. Current knowledge and perspective of *Paenibacillus*: a review. *Microb Cell Fact* 2016; 15:203.
9. Salas NM, Prevost M, Hofinger D, Fleming H. *Cellulomonas*, an emerging pathogen: a case report and review of the literature. *Scand J Infect Dis* 2014;46:73-5.
10. Rieg S, Martin Bauer T, Peyerl-Hoffmann G, Held J, Ritter W, Wagner D, et al. *Paenibacillus larvae* Bacteremia in injection drug users. *Emerg Infect Dis* 2010;16:487-9.
11. Quénard F, Aubry C, Palmieri M, Edouard S, Parola P, Lagier JC. First case of bone infection caused by *Paenibacillus turicensis*. *New Microbes New Infect* 2016;11:45-6.