

중심정맥관 관련 *Tsukamurella pulmonis* 균혈증 1예

심효은¹ · 성흥섭¹ · 백승미¹ · 남궁승¹ · 김미나¹ · 김용균² · 이규형²

울산의대 서울아산병원 진단검사의학과¹, 내과²

A Case of Catheter-Related Bacteremia of *Tsukamurella pulmonis*

Hyoeun Eun Shim, M.D.¹, Heungsung Sung, M.D.¹, Seung Mi Baek, M.T.¹, Seung Namgung, M.T.¹, Mi-Na Kim, M.D.¹,
Yong Gyun Kim, M.D.², and Gyu Hyung Lee, M.D.²

Departments of Laboratory Medicine¹ and Internal Medicine², University of Ulsan College of Medicine and Asan Medical Center, Seoul, Korea

Tsukamurella pulmonis is an aerobic actinomycete. We report a catheter-related bacteremia of *T. pulmonis*. A 39 yr-old male with ALL was hospitalized to receive bone marrow transplantation (BMT). Although the patient developed a high fever at the 7th hospital day (HD), it subsided with vancomycin treatment, and he received BMT at 9th HD. Fever resurged at 16th HD despite sustained treatment with vancomycin, meropenem, and amphotericin B, but subsided with removal of Hickman catheter (HC) at 19th HD. Three sets of blood cultures comprising one from the HC and two from venipunctures were taken at 7th, 16th, and 19th HD, and the distal tip of the HC was also cultured. The aerobic vials of all 3 HC-withdrawn blood cultures and one peripheral blood culture taken at 19HD and the HC tip culture grew long, straight, thin gram-positive rods that were positive on modified Kinyoun stain. This organism showed tiny, rough, grey colonies after 3-day incubation and grew to large flat colonies when incubation was extended. It was catalase-positive, urease-positive, and alkaline-slant/alkaline-deep on triple sugar iron agar, and hydrolyzed hypoxanthine. The sequence of 1,296 base pairs of 16S rRNA of this organism showed a 100.0% homology with the published sequence of *T. pulmonis* DSM 44142^T. To our knowledge, this is the first report of *T. pulmonis* bacteremia in Korea. (*Korean J Lab Med* 2009;29:41-7)

Key Words : *Tsukamurella pulmonis*, Bacteremia, Hickman catheter, 16S rRNA

서론

Tsukamurella 속은 *Nocardia*, *Gordonia*, *Streptomyces*, *Rhodococcus*, *Corynebacterium*, *Mycobacterium* 속과 함께 호기성 actinomycetes에 속한다. *Tsukamurella* 속은 1971년

Tsukamura 등이 보고한 *Tsukamurella paurometabola*가 첫 균종으로 현재는 8개의 종이 있다[1]. *Tsukamurella* 속은 약한 항산성을 띄며 운동성이 없고, 아포와 균사를 형성하지 않는 그람양성 막대균이다. 절대호기성인 이 균종은 토양이나 절지동물에서 발견되며, 면역억제 상태나 결핵과 같은 만성 폐감염 시 병원소로 작용할 수 있다[2]. *Tsukamurella* 속에 의한 인체 감염은 드물게 보고되는데 만성 폐감염, 피하 농양과 괴사성 침출윤활막염[3], 뇌수막염[4], 복막염, 균혈증, 중심정맥관 관련 균혈증[5, 6] 등이 있다. 국내에서 1997년 *Tsukamurella incheonensis* 균혈증이 유일하게 보고된 바 있다[7]. 저자는 골수이식을 받은 급성림프성 백혈병 환자에서 *Tsukamurella*

Received : October 28, 2008 Manuscript No : KJLM2186
Revision received : January 5, 2008
Accepted : January 9, 2008
Corresponding author : Mi-Na Kim, M.D.
Department of Laboratory Medicine, University of Ulsan College of Medicine and Asan Medical Center, 388-1 Pungnap-2dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel : +82-2-3010-4511, Fax : +82-2-478-0884
E-mail : mnkim@amc.seoul.kr

*pulmonis*에 의해 중심정맥관 관련 혈행성 감염을 일으킨 증례를 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

증례

39세 급성림프성 백혈병 환자가 골수이식을 위해 입원하였다.

Ciprofloxacin, fluconazole, acyclovir 등으로 예방적 항생제 치료를 받고 있던 중 입원 7일째 열이 발생하여 vancomycin을 추가한 후 증상이 호전되어 9일째 골수이식을 받았다. 입원 16일째 고열이 다시 발생하여 vancomycin, meropenem과 amphotericin B를 3일간 투여하였으나 발열이 계속되어 입원 19일째 Hickman 카테터를 제거하였다. 20일째부터는 더 이상의 발열

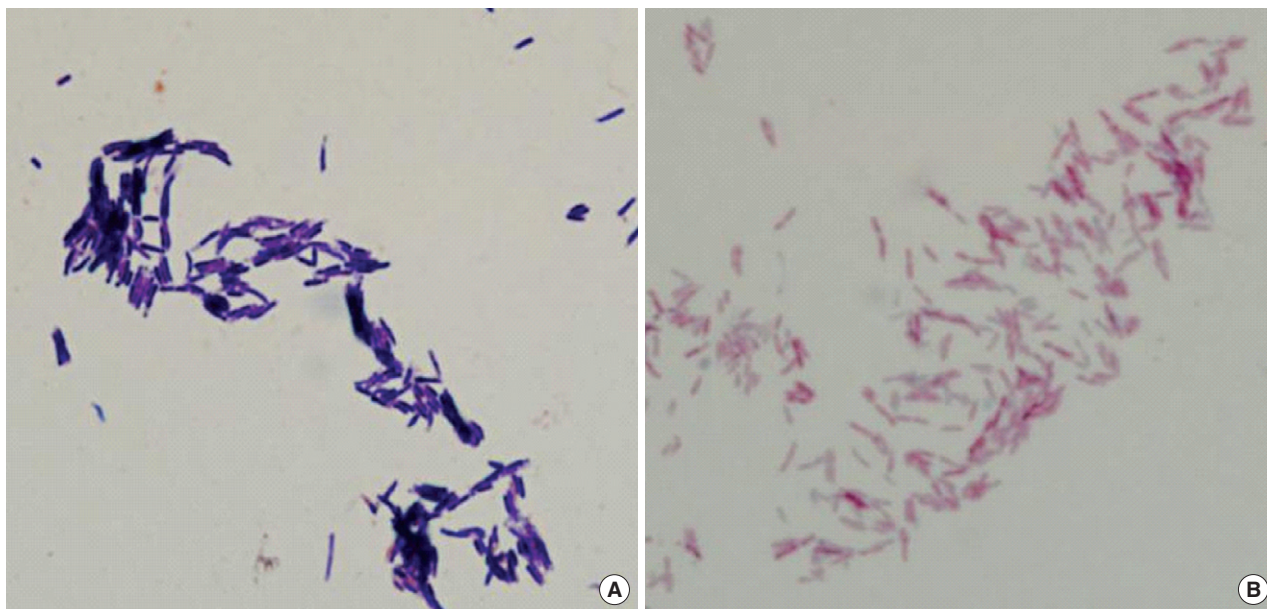


Fig. 1. Microscopy of the colonies showing long, thin, straight Gram-positive rods on Gram stain (A) and acid-fastness on modified Kinyoun stain (B).



Fig. 2. *Tsukamurella pulmonis* cultures grown on sheep blood agar at 35°C in ambient air showing dry, velvety, grey-tan colonies at day 3 (A) and yellowish granules on the top of flat colonies with fringed edges at day 6 (B).

은 없었고 14일 동안 vancomycin 치료 후 34일째 퇴원하였다. 입원 7일, 16일, 17일과 19일째 말초정맥과 카테터에서 채취한 2세트와 1세트의 혈액배양은 각각 Bactec Plus Aerobic/F 병과 Lytic/10, Anaerobic/F (Becton Dickinson, Sparks, MD, USA) 병에 접종하여 배양하였고, 입원 19일째 제거한 Hickman 카테터의 말단 5 cm을 혈액한천배지에 굴러서 반정량 배양하였다. 카테터를 통해 채혈된 혈액배양의 호기성 병에서 모두 14.5–34.8시간 후에 그람양성 막대균이 검출되었으며, 말초혈액 호기성병에서는 19일째 채취한 혈액배양의 호기성병에서만 47.7시간 후 동일한 균이 검출되었다. 균은 그람염색상 $0.8 \times 5 \mu\text{m}$ 의 길고 반듯한 그람양성 막대균이었고, Ziehl-Neelsen 염색에서 음성, 변법 Kinyoun 염색에서 양성이었다(Fig. 1). 혈액한천배지에서 24시간 배양 후에는 집락을 관찰하기 어려웠고, 3일간 배양 후 1 mm 직경, 비용혈성 회색의 거친 집락을 형성하였다. 배양을 6일까지 연장했을 때 집락은 3–4 mm까지 커지고 회색의 불규칙하고, 편평한 변연부와 노란색 과립상의 중앙부로 구성된 집락들이 관찰되었다(Fig. 2). 변연부를 현미경으로 관찰했을 때 영양팡이실(vegetative hyphae)로 구성되어 있었고, 공

기팡이실(aerial hyphae)은 관찰되지 않았다. 카테터 끝 배양에서, 혈액한천 배지에서 같은 형태의 집락이 100개 이상 자랐다. Catalase 양성, 운동성 음성, triple sugar iron 한천 배지에 접종 시 염기성 사면/염기성 고층의 반응으로 *Corynebacterium* spp.로 동정하였다. 첫 번째 혈액배양은 2세트 중 카테터를 통해 채취한 호기성 1병에서만 coryneform 그람양성 막대균이 자랐기 때문에 더 이상의 종 동정을 실시하지 않고, *Corynebacterium* spp.로 보고되었다. 이후 반복적으로 동일한 균이 분리되어 종 동정을 위해 16S rRNA 유전자 염기서열 분석을 실시하였다. 순수 분리된 집락에서 GenElute Bacterial Genomic DNA 키트(Sigma, St. Louis, MO, USA)로 DNA를 추출한 후 16S rRNA의 8–806번째 염기와 515–1,390번째 염기 부위를 각각 증폭하였다. 시발체의 염기서열은 8FPL 5′-AGT-TTGATCCTGGCTCAG-3′, 806R 5′-GGACTACCAGGGT-ATCTAAT-3′, 515FPL 5′-TGCCAGCAGCCGCGGTAA-3′, 13B5′-AGGCCCGGGAACGTATTTCAC-3′이었으며, PCR 조건은 기존 문헌을 따랐다[8]. 증폭 산물은 Power Gel Extraction kit (TaKaRa Bio Inc., Shiga, Japan)로 정제한 후 마크

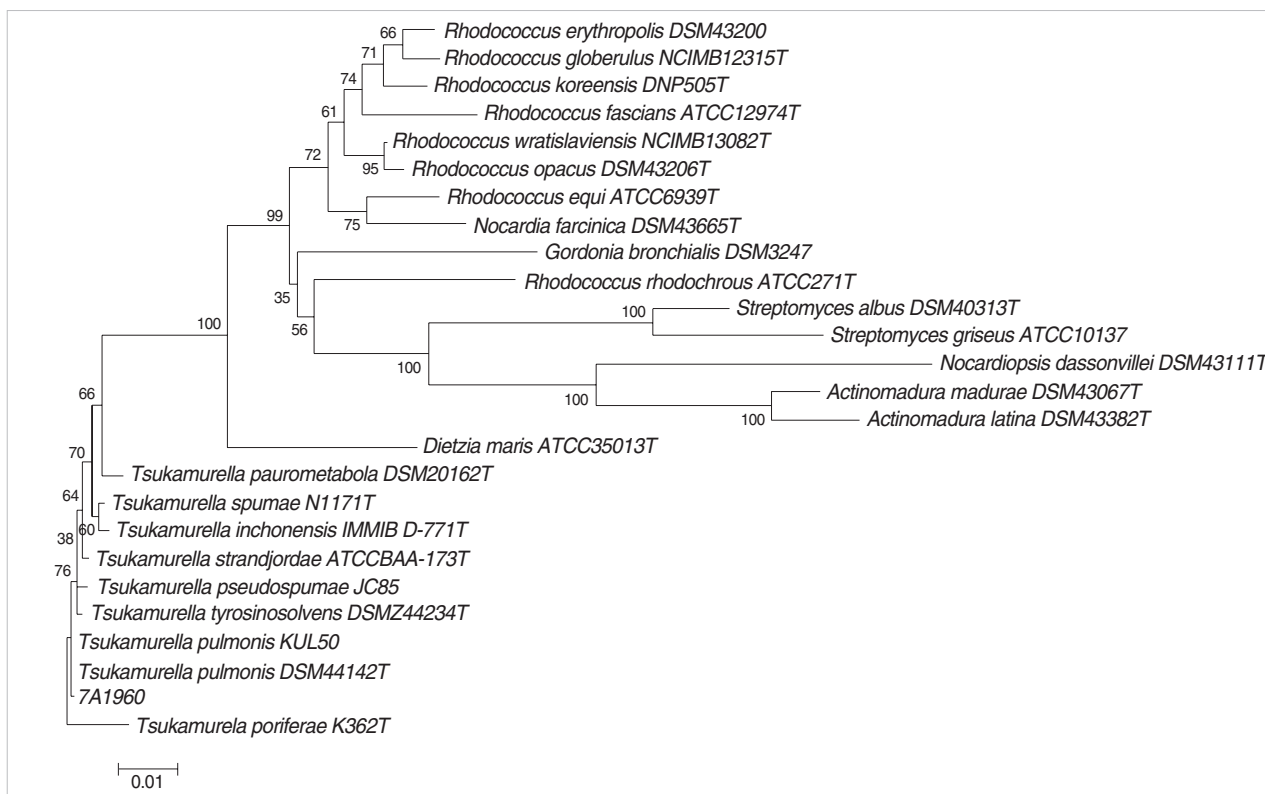


Fig. 3. Unrooted tree showing the phylogenetic relationships of the isolate of this study, 7A1960, and closely related Gram-positive bacteria. The tree was constructed by neighbour joining method using the Kimura two-parameter model and bootstrap values were calculated from 1,000 trees. The scale bar indicates the estimated number of substitutions per 100 nucleotides.

로젠(Seoul, Korea)에 염기서열 분석을 의뢰하였다. 16S rRNA 염기서열 BLAST database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/>)에서 검색한 결과 *T. pulmonis* DSM 44142^T (GenBank accession no. X92981)와 1,296 bp 전체가 100.0% 일치하였다. 다음으로는 *Tsukamurella tyrosinosolvens* DSM 44234^T와 99.7% 일치하였고, *Tsukamurella strandjordae* ATCCBAA-173^T와 99.5%, *Tsukamurella pseudospumae* JC85주와 99.5%, *T. inchoensis* ATCC700082^T와 99.3%의 일치도를 보여, Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) MM-18 [9]의 지침에 따라 판독하면 “*T. pulmonis*. 염기서열의 유사성 때문에 *T. tyrosinosolvens*의 가능성을 배제하지 못함”이었다. 유사한 염기서열을 갖는 24종의 염기서열을 대상으로 MEGA software (ver. 4.0) 프로그램을 이용하여 neighbour-joining 방법으로 계통발생학적 분석을 시행하였다(Fig. 3).

이 분리주는 24℃, 30℃, 37℃에서 자라고 45℃에서는 자라지 않았다. 생화학적 균종감별을 위해 Christensen's urea agar 검사, API Coryne (BioMerieux Sa., Marcy-l'Etoile, France), API 20C Aux (BioMerieux Sa.), RapID CB plus (Remel, Lenexa, KS, USA) 등을 이용하여 검사하였다. 각 키트 검사의 bionumber는 API 20C Aux에서 2일째 판독 시 2040000, 3일째 6042160로 각각 *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida zeylanoides*에 해당하는 생화학적 성상을 보였고, API Coryne 판독결과는 1일째 0040004, 2일째 2150004로 *Rhodococcus* spp.로 동정되었다. RapID CB plus는 4시간 배양 후 판독 시 4627511로 *Rhodococcus equi*로 동정되었다. 여러 가지 키트 결과를 종합하면 API 20C AUX에서 glucose, galactose, N-acetyl galactosamine, trehalose, sucrose, sorbitol을, API Coryne에서 esculin을, RapID CB plus에서 ribose를, API NE에서 mannitol과 gluconate를 분해하고, arabinose, maltose, citrate, gelatin, inositol, rhamnose 등은 분해하지 않았다. Urease는 API Coryne, RapID CB plus 검사에서는 음성이었지만, Christensen's urea agar에서는 배양 5일째 양성반응을 보였으며, nitrate reductase 음성, ONPG, pyrazinamidase 양성, alkaline phosphatase 양성, β -glucosidase 양성, β -galactosidase는 음성이었다(Table 1). Casein, tyrosine, xanthine 가수분해는 음성이었으며, hypoxanthine 가수분해는 양성이었다. 이상의 반응결과는 기존에 보고된 *T. pulmonis*에 일치하는 결과였다(Table 1).

이 분리주를 Mueller-Hinton 한천에서 E-test strip (Biodisk, Solna, Sweden)을 사용하여 항균제감수성검사를 하였다. 최소 억제농도는 amikacin 1.0 μ g/mL, ceftriaxone 1.5 μ g/mL,

Table 1. Physiological and biochemical characteristics of the isolate of this study as compared to the biochemical reactions of published type strains [16]

Characteristic	The isolate of this study	<i>T. pulmonis</i> DSM 44142 ^T	<i>T. inchoensis</i> DSM 44067 ^T	<i>T. pauro-metabola</i> DSM 20162 ^T	<i>T. tyrosinosolvens</i> DSM 44234 ^T
Utilization of					
D-glucose	+	+	+	+	+
Arabinose	- [†]	-	-	-	-
D-mannitol	+	+	+	-	+
D-maltose	- [‡]	-	-	+	+
Gluconate	+	+	+	+	+
Citrate	- [†]	-	+	-	+
Gelatin	- [‡]	-	-	-	-
Sucrose	+	+	+	+	+
Inositol	- [†]	-	+	+	+
Sorbitol	+	+	+	-	+
Rhamnose	- [†]	-	-	-	-
Presence of					
Urease	+	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+	+
Nitrate reductase	- [‡]	-	-	-	-
β -Glucosidase	+	+	+	+	+
β -Galactosidase	- [‡]	+	+	+	+
Growth at					
24°C	+	+	+	+	+
31°C	+	+	+	+	+
37°C	+	+	+	+	+
45°C	-	-	+	-	-
Hydrolysis of					
Hypoxanthine	+	-/+	+	-	+
Tyrosine	-	-	-	-	+
Xanthine	-	-	-	-	+
Casein	-	-	-	-	-
Esculin	+	+	+	+	+

Tested by *API 20C Aux, [†]API E, [‡]API NE, [§]Christensen's urea agar, [¶]API Coryne, [¶]RapID CB Plus.

ciprofloxacin 0.125 μ g/mL, imipenem 0.5 μ g/mL, gentamicin 4 μ g/mL, cefotaxime 1.0 μ g/mL, cefepime 1.5 μ g/mL, linezolid 0.5 μ g/mL, penicillin >32 μ g/mL, meropenem 0.5 μ g/mL, vancomycin 4 μ g/mL로 CLSI의 호기성 actinomycetes 감수성기준[10]에 의해 판독 시 모든 항균제에 감수성을 보였다.

고 찰

2007년 CLSI 혈액배양 지침[11]에서 중심정맥관 관련 균혈증을 진단하는 기준으로 말초혈액에서 배양된 균과 동일한 균이 카테터 말단부 배양에서 집락이 15개 이상 자란 경우와 중심정맥관에서 채혈된 혈액과 말초혈관에서 채혈된 혈액 배양결과

검출시간이 2시간 이상 차이가 난 경우를 권장하고 있다. 본 증례는 입원 19일째 쌍으로 실시한 말초혈액배양과 카테터를 통해 채혈한 혈액배양에서 각각 47.7시간, 25.1시간만에 *T. pulmonis*가 검출되었고, 카테터 말단부 배양에서도 *T. pulmonis*가 100개 이상 자라서 *T. pulmonis*에 의한 중심정맥관 관련 균혈증으로 진단할 수 있었다. 지금까지 보고된 문헌에 의하면 *Tsukamurella* spp.는 정상적인 사람에서는 비병원성이고, 면역억제상태의 환자들에서 병원성 균으로 작용할 수 있으나, 이 경우도 대부분 집락화한 상태이거나 검사실 오염균으로 출현한다[12]. 하지만, 혈액에서 검출될 때는 대부분 혈액배양에서 단독으로 검출되어 균혈증의 원인이 될 수 있음이 알려져 있다[13]. 본 증례 역시 골수이식을 받은 급성림프성 백혈병 환자에서 발생하여 면역저하 환자였으며, 중심정맥관을 가지고 있어서 *Tsukamurella* spp.에 의한 균혈증의 위험요인을 갖추고 있었다. 국내에서 *Tsukamurella* spp.에 의한 감염은 1991년 염산을 마신 환자에서 발생한 *T. inchonensis*에 의한 균혈증이 유일한 보고이다[7]. *Tsukamurella* spp.는 산에 대한 저항성이 있기 때문에 염산에서 균이 살아 남아서 손상된 점막을 통해 침입했을 가능성을 배제할 수 없지만, 쇄골하정맥관을 가지고 있던 환자였기 때문에 카테터 관련 균혈증의 가능성이 더 높다고 하였다. 외국에서 1990년대 초 보고된 *T. paurometabola*에 의한 균혈증 4예 모두 카테터와 관련이 있었고, 이 중 3명은 호중구감소가 있는 면역억제 환자였으며[6], 2002년 *Tsukamurella* spp.에 의한 균혈증 6예를 모아서 보고한 논문에서도 모두 중심정맥관을 가지고 있었고, 5명은 악성종양과 골수이식 등으로 면역억제된 환자였다[13]. 따라서 중심정맥관, 면역억제상태 등이 *Tsukamurella* spp. 균혈증의 대표적인 위험요인이며, 유치도자를 가진 면역억제 환자의 혈액에서 그람양성 간균이 검출되었을 때 균혈증의 원인으로 감별해야 할 것이다.

호기성 actinomycetes를 중 수준까지 감별해야 할 필요성은 정립되어 있지 않다. 하지만, 본 증례와 같이 임상적으로 심각한 감염을 일으켰을 때는 적절한 항균제 치료를 위해 균종 동정이 필요하다. 본 증례에서 분리된 균은 16S rRNA 염기서열 분석에서 *T. pulmonis*와 100% 일치하여 *T. pulmonis*일 가능성이 가장 높다고 생각하고 추가적인 검사로 확인 동정하였다. 호기성 actinomycetes의 동정에는 염기서열분석과 가스크로마토그래피를 이용한 단쇄지방산 분석, 고속 액체크로마토그래피법을 이용한 mycolic acid 분석이 전통적으로 사용되었고 최근에는 16S rRNA 염기서열분석이 가장 우수한 능력을 보인다[1]. 하지만, 이들 방법도 *Tsukamurella* spp.를 중 수준까지 감별하는데 한계가 있다[14]. 호기성 actionomycetes 균종 감별에 사

용하는 mycolic acid 분석 또한 *Tsukamurella wratislaviensis*를 제외한 모든 *Tsukamurella* spp.가 거의 동일한 양상을 보여서 종 동정에 유용하지 않다[15]. *T. pulmonis*는 *T. paurometabola*, *T. inchonensis*와 16S rRNA 염기서열 상동성이 99% 이상으로 매우 높기 때문에 16S rRNA 염기서열 분석만으로 이들 균종을 확실히 감별하기는 어렵다[9]. 특히 16S rRNA 염기서열을 500 bp 정도만 분석하는 MicroSeq (Perkin-Elmer Applied Biosystems Division, Foster City, CA, USA) database를 이용하면 이들 세 균종은 100% 동일한 결과를 얻는다[15]. 따라서 16S rRNA 염기서열분석을 할 때 500 bp만 분석하기보다는 전체 길이를 분석하고, GenBank 검색을 하는 것이 필요하다.

*T. pulmonis*는 폐결핵 환자의 객담에서 처음 분리되어 생화학적 성상, mycolic acid의 분석, 16S rRNA 상동성 분석 결과 *Tsukamurella* 속으로 분류되었다[16]. *Tsukamurella* spp.는 그람양성 막대균으로 catalase 양성, 절대호기성이기 때문에 본 증례에서처럼 *Corynebacterium* spp.로 잘못 동정되어, 오염균 취급을 받는 경우가 발생한다[13]. *Tsukamurella*는 항산성이 있어서 *Nocardia* spp.나 신속성장 미코박테리아 종으로 오인되기도 하지만[7], 미코박테리아와 달리 변법 항산성에만 양성이고 *Nocardia* spp.와 달리 집락이 자라면 편평해지고 urease 반응이 느린 점 등의 차이가 있다. *Tsukamurella* spp.는 lysozyme 내성, 68℃ 내열성 catalase, 5일째 Tween 80 가수분해, urease 양성, pyrazinamidase 양성, 철분 섭취, 1주일째 5% NaCl 내성, 2주째 nitrate 환원능 음성, 3, 14일째 aryl-sulfatase 음성 등의 특징으로 다른 호기성 actinomycetes인 *Nocardia* spp., *Rhodococcus* spp., *Gordonia* spp., 신속성장 미코박테리아 등과 감별이 되지만[16], 임상검사실에서는 일상적으로 이루어지지 않은 검사들이고, 오랜 시간이 걸려서 실제 이용하기는 어렵다. 상품화된 여러 가지 동정 키트를 이용해서 생화학적 검사를 시도한 연구들이 있는데 본 증례에서 Christensen's urea agar 검사, API Coryne, API 20C Aux, RapID CB plus 등이 종동정에 유용하였다. API 50CH이나 biotype-100 strip을 이용하여 더 많은 종류의 당검사를 하여 종동정을 시도한 연구도 있다[15, 17]. *T. pulmonis*는 *T. paurometabola*와 달리 hypoxanthine을 가수분해하고, *T. inchonensis*와 비교했을 때, maltose, cellobiose, melezitose, inositol과 citrate의 탄소를 이용하지 못하는 점과 45℃에서 자라지 못하는 점으로 구별될 수 있다[16]. 본 증례에서 분리된 균은 β -galactosidase가 음성인 점을 제외하고는 *T. pulmonis* DSM 44142^T strain의 생화학적 성상과 일치하였다. β -galactosidase는 *Tsukamurella* spp.에 일반적으로 존재한다고 하지만, 50%에

서 음성이었다는 보고가 있어서 균주 간의 생화학적 반응의 차이가 있는 것으로 추정된다[15]. API 20C Aux와 RapID CB plus를 이용한 동정 결과를 이전 보고와 비교했을 때[15] 3일째 판독 결과가 bionumber 6042160으로 동일한 결과를 보였고, RapID CB Plus 동정결과는 4627511로서 이전 보고된 0627511과는 ribose를 분해한 점만이 달랐다. 따라서 *Tsukamurella* spp.를 종 동정하기 위해서는 염기서열 분석과 함께 urease, 45℃에서 성장능, hypoxanthine 등 아미노산 분해능에 대한 수기검사가 필요하고, API 20C Aux, API Coryne, Rapid ID CB Plus 등 키트로 생화학적 반응을 검사하는 것이 유용할 것이다.

Tsukamurella spp.의 병원성과 항균제감수성에 대한 자료는 부족한 편이다. 기존 문헌[15]에서 *T. paurometabola*는 imipenem MIC >32 µg/mL의 고도내성을 보이는 반면 다른 종은 1 µg/mL 이하로 감수성이 있고, *T. wratislaviensis*는 cefoxitin 감수성이지만, 다른 균들은 고도내성이라고 한다. *T. pulmonis*는 다른 *Tsukamurella* spp.와는 달리 gentamicin에 중등도 내성인 균주가 있다고 보고된 바 있는데[15], 당시 연구는 판독 기준을 *Staphylococcus* spp., *Enterobacteriaceae*에 대한 기준을 준용했기 때문에 본 증례의 균주가 MIC 4 µg/mL인 것과 유사한 결과였을 것으로 추정된다. 따라서 아직 효과적인 표준적인 항균제 치료지침이 없고, 항균제감수성을 예측할 수 없기 때문에 심각한 감염의 원인이라면 항균제감수성 검사가 필요할 것으로 생각된다.

본 증례는 경험적으로 vancomycin, meropenem으로 치료했지만, 수일간 발열이 지속되었다. 본 증례에서 분리된 균의 MIC가 meropenem에 0.5 µg/mL, vancomycin에 4 µg/mL로 두 가지 항균제에 감수성으로 판단됨에도 항균제치료에 반응하지 않았고 카테터를 제거한 후 열이 조절되었다. 이전 연구에서도 vancomycin으로 3일간 치료해도 발열이 지속되었던 환자가 중심정맥관을 제거하여 치료되었고, 이 연구에서 다른 5명의 *Tsukamurella* spp. 균혈증 환자들 모두 항균제 치료와 중심정맥관 제거를 병용하여 치료를 하였다[13]. 카테터를 제거하지 않았을 때 1개월까지도 균혈증이 지속된 예가 있어서[13]. *Tsukamurella* spp.에 의한 중심정맥관 관련 균혈증이 발생했을 때는 카테터를 제거해야 할 것으로 생각된다.

이 증례는 *T. pulmonis*에 의한 균혈증의 국내 첫 보고이다. 골수이식을 받은 백혈병 환자에서 중심정맥관 관련 균혈증으로 발생하였으며, 중심정맥관을 제거하여 치유되었다. 면역저하 환자에서 중심정맥관 관련 그람양성 막대균에 의한 균혈증이 발생했을 때 *Tsukamurella* spp.도 균종 감별에 고려해야 할 것이다.

요 약

*Tsukamurella pulmonis*는 호기성 actinomycetes에 속한다. 저자들은 *T. pulmonis* 균혈증 1예를 경험하여 보고하고자 한다. 급성림프성 백혈병인 39세 남자가 입원 9일째 골수 이식을 받았다. 7일째 고열이 발생하여 vancomycin을 추가한 후 열이 해소되었으나 vancomycin, meropenem, amphotericin B 치료를 계속하였는데도 16일째 고열이 재발하여 19일째 Hickman 카테터(HC)를 제거하였다. 7, 16, 19일째 각각 HC를 통해 채혈한 혈액 한 쌍과 말초 혈관의 혈액 두 쌍 등 3쌍씩 혈액배양을 실시하였고, 제거했던 HC의 말단부도 배양하였다. HC로 채취한 혈액배양의 모든 호기성 병과 말초혈관에서 얻은 혈액 한 병, HC 말단부 배양에서 길고, 가는 반듯한 그람양성 막대균이 분리되었고, 변법 Kinyoun 염색에 양성이었다. 배양 3일째에 작고 비용혈성의 회색의 거친 집락이 자랐고, 배양을 연장하면 집락이 크고 납작해졌다. 균은 catalase, urease 양성이었으며 triple sugar iron 한천배지에서 알칼리 사면/알칼리 고층반응을 보이고, hypoxanthine을 분해하였다. 1,296 bp의 16S rRNA 염기서열 분석결과 *T. pulmonis* DSM 44142^T과 100% 일치하였다. 본 증례는 *T. pulmonis*에 의한 국내 첫 균혈증 보고이다.

참고문헌

1. Conville PS and Witebsky FG. *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Gordonia*, *Actinomyces*, *Streptomyces*, and Other Aerobic Actinomycetes. In: Murray PR, Baron EJ, et al. eds. Manual of clinical microbiology, 9th ed. Washington DC:ASM Press 2007:519-26.
2. Tsukamura M and Kawakami K. Lung infection caused by *Gordonia aurantiaca* (*Rhodococcus aurantiacus*). J Clin Microbiol 1982;16:604-7.
3. Tsukamura M, Hikosaka K, Nishimura K, Hara S. Severe progressive subcutaneous abscesses and necrotizing tenosynovitis caused by *Rhodococcus aurantiacus*. J Clin Microbiol 1988;26:201-5.
4. Prinz G, Ban E, Fekete S, Szabo Z. Meningitis caused by *Gordonia aurantiaca* (*Rhodococcus aurantiacus*). J Clin Microbiol 1985;22:472-4.
5. Lai KK. A cancer patient with central venous catheter-related sepsis caused by *Tsukamurella paurometabolum* (*Gordonia aurantiaca*). Clin Infect Dis 1993;17:285-7.
6. Shapiro CL, Haft RF, Gantz NM, Doern GV, Christenson JC, O'Brien R, et al. *Tsukamurella paurometabolum*: a novel pathogen causing catheter-related bacteremia in patients with cancer. Clin Infect Dis 1992;14:200-3.

7. Chong Y, Lee K, Chon CY, Kim MJ, Kwon OH, Lee HJ. *Tsukamurella incheonensis* bacteremia in a patient who ingested Hydrochloric acid. Clin Infect Dis 1997;24:1267-8.
8. Relman DA. Universal bacterial 16S rRNA amplification and sequencing. In: Persing DH, Smith TF, et al. eds. Diagnostic molecular microbiology principles and applications. 1st ed. Washington DC: ASM Press 1993;489-95.
9. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Interpretive criteria for identification of bacteria and fungi by DNA target sequencing; approved guideline. NCCLS document MM18-A. Wayne, Pa: Clinical and Laboratory Standards Institute 2008.
10. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Susceptibility testing of *Mycobacteria*, *Nocardiae*, and other aerobic *Actinomyces*; approved standard. NCCLS document M24-A. Wayne, Pa: Clinical and Laboratory Standards Institute 2003.
11. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Principles and procedures for blood cultures; approved guideline. NCCLS document M47-A. Wayne, Pa: Clinical and Laboratory Standards Institute 2007.
12. Auerbach SB, McNeil MM, Brown JM, Lasker BA, Jarvis WR. Outbreak of pseudoinfection with *Tsukamurella paurometabolum* traced to laboratory contamination: efficacy of joint epidemiological and laboratory investigation. Clin Infect Dis 1992;14:1015-22.
13. Schwartz MA, Tabet SR, Collier AC, Wallis CK, Carlson LC, Nguyen TT, et al. Central venous catheter-related bacteremia due to *Tsukamurella* species in the immunocompromised host: a case series and review of the literature. Clin Infect Dis 2002;35:e72-7.
14. McNeil MM and Brown JM. The medically important aerobic *Actinomyces*: epidemiology and microbiology. Clin Microbiol Rev 1994;7:357-417.
15. Kattar MM, Cookson BT, Carlson LD, Stiglich SK, Schwartz MA, Nguyen TT, et al. *Tsukamurella strandjordae* sp. nov., a proposed new species causing sepsis. J Clin Microbiol 2001;39:1467-76.
16. Yassin AF, Rainey FA, Brzezinka H, Burghardt J, Rifai M, Seifert P, et al. *Tsukamurella pulmonis* sp. nov. Int J Syst Bacteriol 1996;46:429-36.
17. Bizet C, Barreau C, Harmant C, Nowakowski M, Pietfroid A. Identification of *Rhodococcus*, *Gordona* and *Dietzia* species using carbon source utilization tests ("Biotype-100" strips). Res Microbiol 1997; 148:799-809.