

〈報告〉

院内感染で判明したレジオネラ菌による給湯系汚染とその後の対応

磯目 賢一・中島 佳代・池町 真実・山崎 貴之
中浴 伸二・宮川 一也・永澤 浩志*Contamination of Hot Water Supply System by Legionella Bacterium Found in Nosocomial Infection and Subsequent Countermeasures*Kenichi ISOME, Kayo NAKASHIMA, Mami IKEMACHI, Takashi YAMASAKI,
Shinji NAKASAKO, Kazuya MIYAGAWA and Hiroshi EIZAWA

Kobe City Nishi-Kobe Medical Center Infection Control Office

(2019年10月10日受付・2020年1月6日受理)

要 旨

当院は築25年、地下1階、地上10階の鉄骨鉄筋コンクリート造で病床数475床の地域中核病院である。Evans症候群のためプレドニゾロン45mg/日にて入院加療中の70歳代女性が本剤投与開始9日目に発熱した。胸部X線写真上の浸潤影に加え尿中レジオネラ抗原検査が陽性となりレジオネラ肺炎と診断された。院内感染を疑い給水・給湯系の調査をしたところ、5～10階の病棟給水栓全てから*Legionella pneumophila* serogroup 1が検出され、患者喀痰から検出された菌の遺伝子型も一致した。院内感染事例として全ての給水栓で熱湯フラッシング、シャワーホースの消毒・交換、病棟のケア制限などを行った。フラッシング後に任意の82か所で培養施行したところ、分岐された配管に気付いてなかった1か所で持続的に菌が検出された。溜まり水となっていた配管を通るようにフラッシングを行ったところ陰性を確認できた。また転院・退院患者の追跡調査、病院職員の健康調査なども行ったが当該患者以外で新規患者を認めなかった。しかしその後の定期検査では使用頻度が少ない給水栓で再度レジオネラ菌が検出され、バイオフィーム形成による菌の残存によるものと考えられた。フラッシングで陰性化を確認した後もレジオネラ菌が一度検出された限りは配管内でのバイオフィーム形成を念頭においた長期的な対応が必要であり、この経験をもとに当院の対応マニュアルを作成した。

Key words : レジオネラ菌, 院内感染, 給湯, バイオフィーム

序 文

レジオネラ肺炎は1976年7月に米国フィラデルフィアでの在郷軍人集会における集団肺炎事例を契機に知られるようになった¹⁾。原因菌であるレジオネラ属菌は自然界に広く分布しており、水中や湿った土壤中などにアメーバ等の原虫類を宿主として存在し20～45℃で繁殖する²⁾。レジオネラ属菌で汚染された水源から発生したエアロゾルを吸入することでレジオネラ肺炎を発症し、免疫低下者で高い致死率を認め、院内感染として発症した際の死亡率は50%に及ぶ³⁾。免疫正常者であればポン

ティアック熱といわれるインフルエンザ様の症状で自然軽快する⁴⁾。病院や建築物のレジオネラ感染防止基準は1994年に作成されたが、その後改訂が重ねられ、現在はレジオネラ症防止指針が第4版まで刊行されている⁵⁾。レジオネラ除菌法は各種あるが、施設ごとの排水管構造、規模、管内レジオネラ汚染の程度などで左右され、国内に明確なガイドラインはない。院内感染の経験をもとに、水質管理や検査法、使用頻度が少ない箇所での定期フラッシングや撤去の方針、器具の洗浄などについて当院の指針を作成したためこれを報告する。

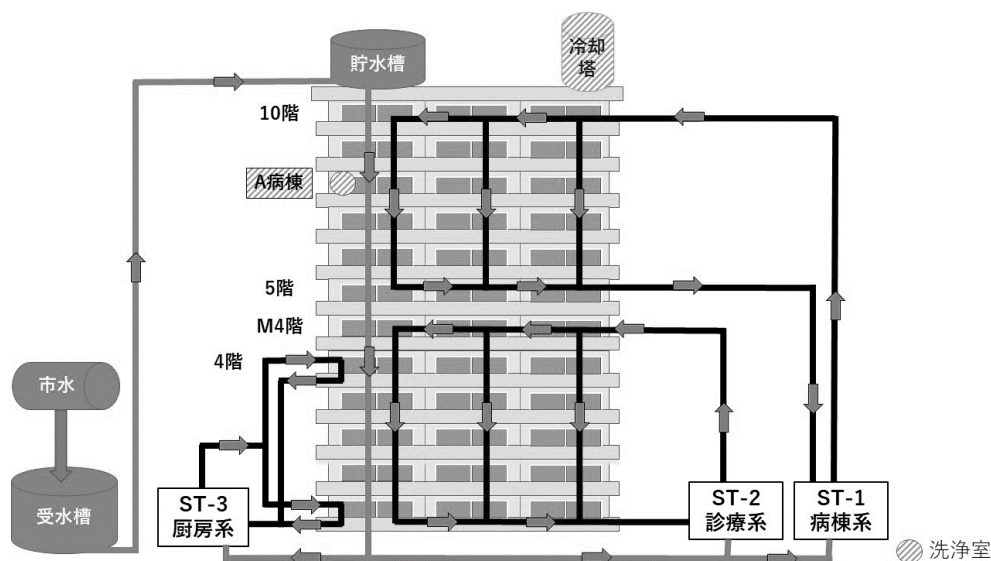


図1 配管の概略図

対象と方法

1. 症例およびレジオネラ感染症の原因調査

患者は70歳代女性で汎血球減少、多発脳梗塞で2018年11月よりA病棟（免疫血液疾患病棟）に入院していた。Evans症候群の診断で2019年1月よりプレドニゾロン45mg/日による治療が行われた。本剤投与後9日目に発熱を認め、尿所見から尿路感染症が疑われセフトラゾールNaを開始された。翌日には酸素需要を認めたため胸部X線検査にて浸潤影を確認、医療関連肺炎の診断がなされ、抗生剤はピペラシリン・タゾバクタムへと変更となった。同日行われた尿中レジオネラ抗原検査（Binax NOW®レジオネラ）の結果が陽性であることが判明し、レジオネラ肺炎と診断されレボフロキサシンが追加投与された。しかしその後も肺炎の改善なく発症から7日後に死亡した。院内感染を疑い、まず冷却塔の調査を行った。さらに患者のシャワー室利用歴や持ち込みの加湿器など、エアロゾルを発生する器具を確認したが該当するものはなかった。病棟洗浄室の水道水を用いたベッド上での洗髪歴が判明したため、給水・給湯系の調査およびレジオネラ属菌培養検査を行った。

(1) レジオネラ属菌培養検査の対象

当院は築25年の鉄骨鉄筋コンクリート造で本館（地下1階、地上10階）、西館（地上3階）から成る。給水は市水を使用しており冷水系は地下から屋上の高置水槽までくみ上げ自然落下により各フロアへ供給している。一方給湯系は地下にST1～3までの貯湯槽を有し、ST1が5～10階の病棟系、ST2が1～4階の診療系、ST3が1階と4階の厨房系に供給している（図1）。感染源探索としてA病棟洗浄室の水道水から培養検査を提出した（消毒13日前）。冷却塔は屋上に4基あり、2018年12

月以降いずれも使用されていなかったが、2基より採水を行った（消毒14日前）。

(2) レジオネラ属菌分離方法

採水した500mLの検水をアドバンテック社製ポリカーボネートタイプフィルター（ポアサイズ0.2μm）を使用して、ろ過濃縮を行った。フィルターの洗い出しは、5mLの滅菌蒸留水を用い5分間ボルテックスすることで行った（100倍濃縮）。100倍濃縮液に対して、前処置として、熱処理法（50℃、20分間加熱）と酸処理（等量のpH 2.2緩衝液で4分間処理）を行い、GVPC寒天培地に200μLを塗布し、36±1℃で7日間培養した。レジオネラ様集落を釣菌し、L-システインの要求性試験によりレジオネラ属菌を同定した。血清型はレジオネラ免疫血清（デンカ生研）を用いて決定した⁶⁾。

2. 給湯系の消毒方法とその他の対応

院内感染判明後、貯湯槽水温を70℃に上げて病棟系351か所の給湯栓を60℃以上3分間以上3日間フラッシング（60℃まで上昇しない場合15分間フラッシング）の加温殺菌⁷⁾を行った。3日間のフラッシング後、共用ホースは0.1%次亜塩素酸ナトリウムで1時間の消毒を行った。その5日後には病院全てのシャワーホース・ヘッドの交換を行った。熱湯フラッシングを行っている3日間、全病棟でシャワー・浴室の利用中止、ケア制限（洗髪中止、陰部洗浄は蒸留水使用）を行った。除菌後の陰性確認のため培養検査を行い、陽性個所については再度のフラッシングと分岐する末端配管での再検査を陰性確認出来るまで繰り返し行うこととした。また、給湯系を70℃に上げたことで生じる熱傷のリスクに対し、ポスターを作製し注意喚起を行った。

表1 患者喀痰，冷却塔，洗浄室から検出された *L.pneumophila* の遺伝子解析結果

	血清群	遺伝子型							シーケンスタイプ (ST)
		<i>flaA</i>	<i>pliE</i>	<i>asd</i>	<i>mip</i>	<i>mompS</i>	<i>proA</i>	<i>neuA</i>	
患者喀痰	1	1	1	4	3	1	1	1	1
冷却塔	1	1	1	4	3	1	1	1	1
洗浄室	1	1	1	4	3	1	1	1	1

表2 給水系・給湯系での培養結果

検体採取場所		レジオネラ菌
給水系	屋上貯水槽	—
	地下配管	—
給湯系	A病棟 汚水槽	—
	A病棟 洗浄室1 シャワー	+
	洗浄室1 流し	+
	洗浄室2 流し	+
	シャワー室1	+
	シャワー室2	+
	ナースコーナー	+
	ミニキッチン	+
	処置室シンク右	+
	処置室シンク左	+
	個室1	+
	個室2	+
	B病棟 洗浄室1 流し	+
	C病棟 洗浄室1 流し	+
	D病棟 洗浄室1 流し	+
	E病棟 洗浄室1 流し	+
	F病棟 洗浄室1 流し	+
	G病棟 洗浄室1 流し	+
	H病棟 洗浄室1 流し	+
	I病棟 洗浄室1 流し	+
	J病棟 洗浄室1 流し	+
K病棟 洗浄室1 流し	+	
ICU 洗浄室1 流し	+	
手術室 洗浄室2 流し	+	

3. レジオネラ症検査法と当該患者以外のレジオネラ症患者の検索

当院では診断に尿中レジオネラ抗原検査 (Binax NOW®レジオネラ) を使用している。除菌が確定できるまで時間外・土日の間も検査可能とした。レジオネラ菌の潜伏期間は2~10日間であるため、当該患者の発生した日より10日ほど遡った1月20日から熱湯消毒を開始した日の翌日までの期間で、日和見感染の危険が高い血液疾患・免疫抑制剤使用患者のピックアップを行った。さらに職員内でのポンティアック熱発症者を確認するため、全職員に対して健康チェックを行った。

結 果

1. 感染源の同定

患者喀痰，冷却塔水，洗浄室の水検体から *L. pneumo-*

phila serogroup 1 が検出され遺伝子型も一致した (表1)。院内感染確定事例として給水系3か所 (屋上貯水槽，A病棟汚水槽，地下配管)，給湯系は同じ貯湯槽を使用している5~10階までの病棟系末端24か所の培養検査を提出したところ，24か所全てで *L. pneumophila* serogroup 1 が検出された (表2)。

2. レジオネラ菌対策とその効果

・給水系のレジオネラ菌対策

当院の貯水槽は1回/年の清掃と1回/週の残留塩素濃度確認を行っている。患者発生から遡っても塩素濃度は0.2~0.4 ppm を維持していた。

・給湯系のレジオネラ菌対策と原因調査

貯湯槽のうちST2, ST3は60℃を維持していたが，ST1の温度が50℃と低温を示しており，レジオネラ菌検出の原因と判断した。

3. 加温殺菌の結果と陽性時の対応

・加温殺菌の効果

院内感染の判明当初には，緊急対応として加温殺菌を選択し病棟系のすべての蛇口・シャワーで60℃以上 (60℃まで上昇しない場合15分間) のフラッシングを施行した。3日間のフラッシング後に病院全体で82か所の培養検査を施行したところ，2か所で陽性を認めた。1か所は診療系末端の看護師仮眠室であったが，同系列の末端からはレジオネラ菌は検出されず侵入経路は不明であった。同部位は次のフラッシング後に陰性を確認できた。他の1か所は病棟系末端のシットバス浴室シャワーであったが，さらに3日間のフラッシングを行った後の培養でも菌が検出された。

・加温殺菌後レジオネラ菌陽性給水栓での対応

持続的に菌が検出された原因として，同末端付近に当初気付かれておらず，フラッシングがされていなかった蛇口が上部にあり，溜まり水となっていたため除菌が来ていなかったことが考えられた。上部の蛇口のフラッシングも行ったところレジオネラ菌の陰性を確認できた (図2)。これにより溜まり水がある部位では一部分だけのフラッシングでは不十分であり，全ての配管の中を通るように殺菌を行わなければレジオネラ菌の除菌は出来ないことを確認した。

・定期培養検査における陽性時の対応

さらに1か月後に行った定期培養で病棟系末端の個室



図2 蛇口に気付かれず溜まり水となっていた配管

のシャワー1部屋で再度レジオネラ菌を検出したため、同じ配管の分枝で同時に3日間のフラッシングを行ったところ、レジオネラ菌の陰性化を確認できた。

4. 当該患者以外のレジオネラ症患者検索

当該患者の入院していた免疫血液疾患病棟では日和見感染リスクが高い易感染者が多いと考えたため、同病棟で当該患者以外のレジオネラ症患者検索を行った。レジオネラ症の潜伏期間を考慮し発端患者の発熱から10日前を起点とし、フラッシングを開始した翌日までの入院患者148名を対象とした。免疫抑制剤使用者は102名おり、そのうち洗髪・シャワー浴使用者が62名いたが、肺炎を疑う所見を認めたのは5名であり尿中レジオネラ抗原検査を施行し陰性を確認した。退院患者が108名おり、そのうち23名は退院後診察前であったためカルテフォローと主治医へフォローを依頼した。3名は次回外来受診までの期間が10日以上空いていたため主治医に電話連絡での健康確認を依頼した。転院患者が70名おり、のべ43施設へ電話連絡し肺炎症状など健康状態の確認と注意喚起を行った。転院後に呼吸状態が悪化した患者が1名おり、当院へ再度転院となったがレジオネラ肺炎は否定された。易感染者以外でも同月中の肺炎患者には積極的なレジオネラ検査を行うことと、入院患者のみならず退院患者の診察でもレジオネラ症を疑う所見があれば積極的な検査を促したが、発端患者以外での患者発生は認めなかった。

5. 職員の健康確認

病院職員もポンティアック熱を発症している可能性を考え、熱湯消毒後より44部署1000名超の全職員に対して健康チェックを行った。原因が明確になっていない発熱・咳嗽・頭痛・筋肉痛・胸部違和感・目の灼熱感の有無についてアンケートを行ったところ、7名から咳嗽、咽頭痛、関節痛等の訴えがあったが6名は自然軽快した。うち1名で尿検査を施行したが陰性であり、職員でのレ

ジオネラ感染はないものと判断した。

考 察

当該患者は2か月間の長期入院中であり、外泊歴もなく原疾患と副腎皮質ステロイド治療による免疫抑制状態時に院内で感染が成立したものと考えられた。今回の事例は院内感染であったが他に患者は認めず、アウトブレイクではなく単発例であった。通常感染源としてはエアロゾルを発生するシャワー、加湿器、冷却塔等を疑うが、本症例はいずれも使用歴がなくベッド上での洗髪行為が唯一エアロゾルを発生させるものであった。これまでに当院で発生した院内感染としてのレジオネラ肺炎は本症例のみであった。レジオネラ感染症は易感染者で発症し、有効な抗菌薬が投与された場合でも死亡率は50~60%とされる⁸⁾。本症例も発熱後2日目には診断し有効な抗菌薬が開始されたが死亡に至った。

レジオネラ症の感染防止の観点から、給湯管理は重要である。我が国のホテルや病院などの給湯設備では給湯温度が60℃以上と高く保持されているが、環境保全や省エネルギーの観点から給湯温度を下げる傾向にあるとされる⁹⁾。当院の特徴としては、2012年より入院患者の熱傷対策のため給湯温度が下げられていたため、配管の末端ではさらに温度が低下してしまい結果として配管内で菌が発生してしまったものと考えられた。レジオネラ菌の殺菌処理方法は殺菌剤による消毒や加温殺菌、紫外線殺菌、銀・銅イオン殺菌などがあり、殺菌剤には酸性殺菌剤（遊離塩素剤、モノクロラミン、臭素剤、二酸化塩素、オゾン、過酸化水素、過酢酸）や有機系殺菌剤などがある⁵⁾。当院では加温殺菌を選択し、ほとんどの箇所は問題なく陰性化した。溜まり水となっていた箇所では繰り返し陽性を認め、一部の個室では陰性化後の定期培養で再度陽性を認めた。定期培養でレジオネラ菌が検出された部屋は使用されていたが、患者は寝たきりで面会もほとんどなく、シャワーはほぼ使用されていなかった。これより一旦陰性化した場所でも定期的な使用がなければ陽性化する可能性が示唆されたため今後も注意が必要である。

レジオネラ菌の消毒としてバイオフィーム対策も重要である。バイオフィーム中ではアメーバ類等の原生動物へ寄生することで菌が生存しており、アメーバ内で増殖しアメーバを殺すことで水中に出現する¹⁰⁾。そのためバイオフィームの除去と生成の抑制が必要である。バイオフィーム除去について、貯湯槽内の清掃は本事例発生前と変わらず1回/年続けることとしたが、2012年からST1が低温になっていたことから配管内にもバイオフィームが広く浸食していることが想像された。バイオフィームを配管壁から剥離させるには発泡剤の使用が有効とされるが、当院の給湯配管は銅製であり塩素系薬剤は腐食

表3 管理指針

水質管理	塩素濃度：0.2～0.4ppmを維持して1回/週測定
水質検査	湯温管理：貯湯槽60度以上、末端55度以上を維持 全蛇口から病棟・遠位端・末端温度を考慮し毎月定期検査 ※陽性時は同じ配管末端でフラッシング3日間と追加検査
定期フラッシング	清掃業者：個室・浴室・特浴室・洗髪室・手術室 施設課：病棟食堂・洗濯室・個室手洗い・シンク
シャワーヘッド・ホース	2回/年の洗浄・消毒
使用頻度の極めて少ない場所	撤去
ウォーターフィルター	フラッシングでも除菌できない場合に再度検討

の点から使用し難いこと、酸素系薬剤についても給湯系を一時的に使用停止することが病院機能的に困難であること等から発泡剤の使用は見送った。水中に浮遊性のレジオネラ菌が存在するとバイオフィーム対策を行った後でも、再度徐々にバイオフィームが生成される。そのため浮遊性細菌の対策を継続的に行う必要があり、殺菌剤の添加や水の加温、紫外線照射などを行う。当院の対策としては全ての蛇口の使用頻度を再確認し、使用頻度が高い場所は自然にフラッシングが出来ているものとしたが個室シャワー・浴室・特浴室・洗髪台・手術室では毎日の清掃時にフラッシング、使用頻度が少ない箇所では施設課に依頼し1回/週の定期フラッシングを続けることとした(表3)。さらに極めて使用頻度の低い箇所では蛇口を撤去する方針とした。配管の残留塩素濃度は0.1ppm以上を保持するようにすることとされるが¹¹⁾、残留塩素濃度が0.2ppm以下でもレジオネラ属菌が検出されたという報告があり¹²⁾、当院では0.2～0.4ppmの塩素濃度を維持しながら1回/週の計測を続けていくこととした。その上で監視培養も毎月行い、全て陰性が続くようであれば培養検体数を徐々に減らしていく方針とした。またレジオネラ属菌を除去できなかった場合の手段としてウォーターフィルター導入を検討した。部分的な使用でも細菌除去の手段としてウォーターフィルターの有用性が示されているが¹³⁾、フラッシングで除菌できていることやフィルター自体のコストが高いことなどから、当院での使用については今後のレジオネラ菌の検出状況をみて考慮することとした。

レジオネラ菌が検出された場合の対応について、短期的な殺菌方法についての資料は散見されるが、我が国で実現可能な、長期的な経過と方針についての明確なガイドラインはない。今回の事例を通して手探りながら段階を踏みつつ、一つ一つの問題点に対処した。一般市中病院におけるレジオネラ菌対策について、レジオネラ肺炎患者発生からその後の管理について同様の状況に苦しむ

施設での一助になれば幸いである。

利益相反自己申告：申告すべきものなし。

文 献

- Fraser DW, Tsai TR, Orenstein W, Parkin WE, Beecham HJ, Sharrar RG, *et al.*: Legionnaires' disease: description of an epidemic of pneumonia. *N Engl J Med* 1977; 297: 1189-97.
- 我が国のレジオネラ症の発生动向調査における概要 2007.1.1～2016.12.31 : <https://www.niid.go.jp/niid/ja/legionella-m/legionella-idwrs/7638-legionella-20171030.html> : 2019年9月24日現在.
- 荒川迪生, 稲松孝思, 江崎孝行, 大井田隆, 斎藤 厚, 副島林造, 他: 本邦レジオネラ肺炎患者について—1979年から1992年まで—. *環境感染誌* 1993; 8(2): 1-10.
- Tossa P, Deloge-Abarkan M, Zmirou-Navier D, Hartemann P, Mathieu L: Pontiac fever: an operational definition for epidemiological studies. *BMC Public Health* 2006; 6: 112-21.
- 公益財団法人 日本建築衛生管理教育センター: レジオネラ症防止指針第4版.
- 国立感染症研究所: 病原体検出マニュアル レジオネラ症 : https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/legionella_2012.pdf
- 小出道夫, 藤田次郎: レジオネラによる院内感染と感染防止対策. *環境感染誌* 2009; 24(1): 1-8.
- Edelstein PH: Antimicrobial chemotherapy for Legionnaires' disease: A review. *Clin Infect Dis* 1995; 21 (suppl3): s265-76.
- 古畑勝則: 水環境におけるレジオネラ属菌の汚染と制御. *日本食品微生物学会雑誌* 1998; 15(1): 1-9.
- 石井管次: アメーバの生息環境とレジオネラ感染症. *生活衛生* 2003; 47(6): 320-7.
- 建築物衛生法「建築物環境衛生管理基準」.
- 大屋日登美, 鈴木美雪, 政岡智佳, 中嶋直樹, 古川一郎, 前川純子, 他: 医療機関の給水設備におけるレジオネラ属菌の汚染実態. *感染症誌* 2018; 92: 678-85.
- Trautmann M, Halder S, Hoegel J, Royer H, Haller M: Point of use water filtration reduces endemic *Pseudomonas aeruginosa* infections on a surgical intensive care unit. *Am J Infect Control* 2008; 36(6): 421-9.

〔連絡先〕〒651-2273 神戸市西区梶台 5-7-1
神戸市立西神戸医療センター感染対策室 磯目賢一
E-mail: ken-ime@mail.goo.ne.jp

Contamination of Hot Water Supply System by Legionella Bacterium Found in Nosocomial Infection and Subsequent Countermeasures

Kenichi ISOME, Kayo NAKASHIMA, Mami IKEMACHI, Takashi YAMASAKI,
Shinji NAKASAKO, Kazuya MIYAGAWA and Hiroshi EIZAWA

Kobe City Nishi-Kobe Medical Center Infection Control Office

Abstract

Our hospital is a regional core hospital with 475 beds, and the 25-year-old building is a steel reinforced concrete structure with 1 floor underground and 10 floors above ground. A 79-year-old woman who had been treated with prednisolone 45 mg/day for Evans syndrome had a high fever on day 9 after prednisolone administration. She was diagnosed with *Legionella* pneumonia based on a lung consolidation on her chest X-ray with a positive urinary antigen for *Legionella*. Upon investigation of the water supply and hot water supply system on the suspicion of nosocomial *Legionella* infection, *Legionella pneumophila* serogroup 1 was detected in the hot water supply systems of all the wards on the 5th-10th floors. We then genotyped the *Legionella* from the patient and confirmed that the strain was the same as the *L. pneumophila* detected from the water supply system. To eliminate the nosocomial *Legionella* infections, we conducted hot water flushing and shower hose disinfection and replacement of all hot water taps and revised ward care restrictions. Then, we performed *Legionella* culture at 82 randomly selected locations after flushing and confirmed the absence of *L. pneumophila*, except one location where it was continuously detected due to the branched pipes that were not recognized and the flushing was not enough. We finally confirmed the absence of *L. pneumophila* after the flushing was carried throughout the pipes with the stagnated water. We also conducted follow-up surveys of patients who were discharged or transferred to other hospitals and health surveys for hospital staff. There was no new patient other than our patient; however, during the inspection to regularly monitor the *Legionella* contamination in the water supply system, *L. pneumophila* was detected again in a hot water tap that was used less frequently, which could be due to a contamination from biofilm. Our experience suggests that once *L. pneumophila* is detected from the water supply system, it is necessary to manage a long-term plan to eliminate the contamination that could persist due to biofilm formation in the pipes. Based on the experience, we established a manual for our hospital.

Key words: *Legionella*, nosocomial infections, hot water supply system, biofilm