Original Article

ความชุกของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า และลักษณะการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งในสถานที่บางแห่ง กรุงเทพมหานคร

พิพัฒน์ ลักษมีจรัลกุล[1]*
สุมาวดี กรเกริกเกียรติ[2]
ดุสิต สุจิรารัตน์[3]
ชญาภรณ์ ศรัณพฤฒิ[1]

Prevalence of *Legionella pneumophila* Contamination and Maintenance Characteristics of Cooling Towers in Selected Areas of Bangkok.

Pipat Luksamijarulkul[1], Sumawadee Kornkrerkkiat[2], Dusit Sujirarat[3], Chayaporn Saranpuetti[1]

[1]Department of Microbiology, Faculty of Public Health,

[2]Program in Infectious Diseases and Epidemiology, Faculty of Graduate Studies/ Public Health, [3]Department of Epidemiology, Faculty of Public Health, Mahidol University, Bangkok, 10400, Thailand.

*E-mail: pipat.luk@mahidol.ac.th

Songkla Med J 2014;32(1):1-10

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และบริษัทสแควร์คูลลิ่งทาวเวอร์จำกัด ทุน สกว. - อุตสาหกรรม (Window I) ประจำปี 2554

[1]ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ [2]สาขาวิชาโรคติดเชื้อและวิทยาการระบาด คณะสาธารณสุขศาสตร์/คณะบัณฑิตวิทยาลัย [3]ภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

รับต้นฉบับวันที่ 8 พฤษภาคม 2556 รับลงตีพิมพ์วันที่ 18 สิงหาคม 2556

บทคัดย่อ:

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาความชุกของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า (*Legionella pneumophila*) ในคูลลิ่งทาวเวอร์ และการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งในสถานที่บางแห่งในกรุงเทพมหานคร

วัสดุและวิธีการ: เป็นการศึกษาภาคตัดขวาง โดยสำรวจการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า และลักษณะการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์จำนวน 72 คูลลิ่งทาวเวอร์ จากโรงพยาบาล 4 แห่ง (21 คูลลิ่งทาวเวอร์) ห้างสรรพสินค้า 7 แห่ง (35 คูลลิ่งทาวเวอร์) และโรงแรม 3 แห่ง (16 คูลลิ่งทาวเวอร์) ในกรุงเทพมหานคร แต่ละคูลลิ่งทาวเวอร์จะได้รับการเก็บตัวอย่างน้ำ 2-3 ตัวอย่าง เพื่อตรวจโดยวิธีเพาะเชื้อ และยืนยันผลด้วยวิธี Real-time Polymerase Chain Reaction (PCR) สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและการดูแลรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ จะสอบถามจากเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่ดูแลบำรุงรักษาโดยตรงของแต่ละสถานที่

ผลการศึกษา: พบว่า ร้อยละ 71.4-87.5 ของคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษาในแต่ละสถานที่ เป็นชนิด Cross-flow และร้อยละ 81-100 มีความถี่ของการดูแลรักษาอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง ร้อยละ 50-80.9 ไม่มีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า สำหรับความชุกของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า โดยรวมพบร้อยละ 27.8 โดยคูลลิ่งทาวเวอร์ในโรงพยาบาลมีการปนเปื้อนสูงสุด (ร้อยละ 42.9) คูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีขนาด <500 ตัน ระยะเวลาการใช้งาน ≥5 ปี ความถี่ของการดูแลบำรุงรักษา <2 ครั้ง/ปี พบการปนเปื้อนเชื้อมากกว่า อย่างไรก็ตาม คูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อส่วนใหญ่ไม่มีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า

สรุป: แม้ว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ส่วนใหญ่ได้รับการดูแลรักษา แต่ไม่ได้ใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า ทำให้ยังตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า ในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นคูลลิ่งทาวเวอร์จึงควรได้รับการดูแลรักษาควบคู่กับการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า

คำสำคัญ: คูลลิ่งทาวเวอร์, เชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า, ลักษณะการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์

Abstract:

Objective: To investigate the prevalence of *L. pneumophila* contamination and maintenance characteristics of cooling towers setting in selected places, Bangkok.

Material and Method: A cross-sectional survey of 72 cooling towers from 4 hospitals (21 cooling towers), 7 department stores (35 cooling towers), 3 hotels (16 cooling towers) in Bangkok for *L. pneumophila* contamination and maintenance characteristics was carried out. Two or three water samples were collected from the studied cooling towers to culture for *Legionella* spp. and confirmed by real-time Polymerase Chain Reaction (PCR). Data for maintenance characteristics of studied cooling towers were collected from officers who were responsible for cooling tower maintenance.

Results: Most (71.4-87.5%) cooling tower models were cross-flow types, and most (81-100%) received the maintenance ≥2 times/year. About 50-80.9% were not added with biocide or ozone to inhibit the growth of *Legionella* spp. Totally, 27.8% of cooling towers were contaminated with *L. pneumophila.* The cooling towers in hospitals had the highest contamination (42.9%). Cooling towers with size <500 tons, use duration ≥5 years, and maintenance frequency <2 times/year had higher contamination. However, most contaminated cooling towers did not receive any biocides.

Conclusion: Although most cooling towers received frequent maintenance, most of those that were contaminated with *L. pneumophila* were not treated with biocides. The use of biocides should be considered during cooling tower maintenance.

Keywords: cooling tower, *Legionella pneumophila*, maintenance characteristics

บทนำ

ลีจิโอแนลล่า (*Legionella* spp.) เป็นแบคทีเรียรูปแท่ง มีขนาดกว้าง 0.3-0.9 ไมครอน และยาว 1.5-5.0 ไมครอน ย้อมสีแกรมติดสีแดง สามารถสร้างเฟลก-เจลลาเพื่อใช้ในการเคลื่อนไหวได้ พบในสิ่งแวดล้อมที่มีความชื้นสูง และเจริญได้ดีในภาวะที่มีอุณหภูมิระหว่าง 25-42 °ซ.[1,2] พบได้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น ลำธาร หนองน้ำ บ่อน้ำพุร้อน และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น คูลลิ่งทาวเวอร์ (Cooling tower) ฝักบัว และน้ำพุประดับ เป็นต้น[3] ในธรรมชาติเชื้อลีจิโอแนลล่าไม่สามารถเจริญโดยลำพัง จำเป็นต้องอาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ อมีบาเสรี (Free living amoeba) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน[4,5] ปัจจุบันมีการรายงานชนิดของเชื้อลีจิโอเนลล่ามากกว่า 50 ชนิด (สปีชีส์) ชนิดที่ก่อโรคในคนมีประมาณ 20 ชนิด ในจำนวนนี้ชนิดที่เป็นสาเหตุของโรคและทำให้เกิดการระบาดได้บ่อย คือ ลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า (*Legionella pneumophila*)[6,7] การติดเชื้อในคน คาดว่าเกิดจากการหายใจเอาฝอยละอองน้ำจากแหล่งกักเก็บน้ำที่มีเชื้อนี้ปนเปื้อนอยู่ โดยมีแหล่งแพร่เชื้อที่สำคัญ คือ คูลลิ่งทาวเวอร์หรือหอผึ่งเย็น[8-10] ซึ่งประกอบด้วยถังขนาดต่างๆ ที่ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากน้ำที่รับมาจากหน่วยควบแน่นของเครื่องปรับอากาศ โดยการผึ่งน้ำด้วยกระแสลมที่ดูดผ่านเข้ามาในถัง และเป่าออกไปด้วยแรงพัดลมทางช่องยอดถัง ดังนั้นระบบคูลลิ่งทาวเวอร์จึงควรได้รับการทำความสะอาด และการบำรุงรักษาเป็นประจำ เพื่อลดความเสี่ยงด้านสุขภาพต่อผู้อยู่อาศัยในอาคารให้น้อยที่สุด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความชุกของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า ในคูลลิ่งทาวเวอร์ และลักษณะการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งในสถานที่บางแห่งในกรุงเทพมหานคร

วัสดุและวิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวางเพื่อสำรวจความชุกของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า และลักษณะการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งอยู่ในสถานที่หลายแห่งในกรุงเทพมหานคร คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษาทั้งหมดจำนวน 72 คูลลิ่งทาวเวอร์ จากโรงพยาบาล 4 แห่ง (21 คูลลิ่งทาวเวอร์) ห้างสรรพสินค้า 7 แห่ง (35 คูลลิ่งทาวเวอร์) และโรงแรม 3 แห่ง (16 คูลลิ่งทาวเวอร์) การเลือกสถานที่ที่ติดตั้งคูลลิ่งทาวเวอร์เป็นไปตามความสมัครใจของเจ้าของสถานที่ หรือผู้บริหารที่ต้องการเข้าร่วมโครงการ (ตารางที่ 1)

แต่ละคูลลิ่งทาวเวอร์จะได้รับการเก็บตัวอย่างน้ำ 2-3 ตัวอย่าง ขั้นตอนการเก็บจะเก็บโดยวิธี sterile technique ในขวดพลาสติกที่ปราศจากเชื้อปริมาตรประมาณ 2 ลิตร เพื่อใช้ตรวจทางห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาโดยวิธีเพาะเชื้อ และยืนยันผลโดยวิธี Real-time PCR วิธีการโดยสังเขป ดังนี้ นำตัวอย่างน้ำมาปรับสภาวะด้วย 0.5 มิลลิลิตร 0.1 N $Na_2S_2O_3$ แล้วนำมาทำให้เข้มข้นโดยการกรองผ่านกระดาษกรองชนิด cellulose nitrate filter ขนาดรู 0.45 ไมโครเมตร ตามวิธีของ Yaradou และคณะ (พ.ศ. 2550)[11] นำกระดาษกรองที่กรองเอาเชื้อไว้มาเจือจางและนำไปสั่นสะเทือนให้เชื้อหลุดออกจากแผ่นกระดาษกรองประมาณ 2 นาที เติม 0.2 M HCl pH 2.2 ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที จากนั้น

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษา จำแนกตามสถานที่ติดตั้ง (n=72 คูลลิ่งทาวเวอร์)

สถานที่	จำนวน (ร้อยละ) ของคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษา
โรงพยาบาล (H)	21 (29.2)
H1	6
H2	3
H3	6
H4	6
ห้างสรรพสินค้า (D)	35 (48.6)
D1	4
D2	6
D3	8
D4	2
D5	6
D6	4
D7	5
โรงแรม (Ho)	16 (22.2)
Ho1	6
Ho2	2
Ho3	8
รวมทั้งสิ้น	72 (100.0)

ดูดมา 100 ไมโครลิตร มาเพาะเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะกับเชื้อลีจิโอแนลล่า (MBCYE media) บ่มที่ 35-37 °ซ. นาน 7 วัน นำโคโลนีสีเทาขาวเป็นมันแวววาวไป subculture ต่อ บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะ BCYE และ BCYE ที่ไม่มี L-cysteine นำโคโลนีที่ได้ไปย้อมสีแกรม ติดสีแดง วินิจฉัยเชื้อว่าเป็นลีจิโอแนลล่า นำตัวอย่างน้ำที่ให้ผลบวกเพาะเชื้อลีจิโอแนลล่า ตรวจยืนยันผลด้วยวิธี Real-time PCR (SYBR Green I) โดยตรวจหา 16S rRNA gene และ mip gene ซึ่งจำเพาะกับเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า[11,12] ตามวิธีของ Yaradou และคณะ (พ.ศ. 2550)[11] สำหรับการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ เช่น ชนิดหรือแบบ ขนาดหรือความจุของคูลลิ่งทาวเวอร์ ระยะเวลาการใช้งาน ความถี่ของการดูแลบำรุงรักษา และการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า เป็นต้น ใช้วิธีการจดบันทึกข้อมูลและสอบถามจากเจ้าหน้าที่ที่มีหน้าที่ดูแลบำรุงรักษาโดยตรงของแต่ละสถานที่

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง "ปัจจัยทำนายการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่าในน้ำหล่อคูลลิ่งทาวเวอร์" ซึ่งผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในลักษณะเป็นโครงการที่ได้รับการยกเว้น (Exempted project)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจะนำมาวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ และใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ จำนวน ร้อยละ เป็นต้น เพื่อพรรณนาลักษณะการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์และความชุกของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่าในคูลลิ่งทาวเวอร์

ผลการศึกษา

ลักษณะทางกายภาพและการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์

ลักษณะทางกายภาพของคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษาทั้งหมด 72 คูลลิ่งทาวเวอร์ ที่ติดตั้งอยู่ในโรงพยาบาล 4 แห่ง ห้างสรรพสินค้า 7 แห่ง และโรงแรม 3 แห่ง พบว่า ร้อยละ 71.4-87.5 เป็นคูลลิ่งทาวเวอร์ชนิด Cross-flow เมื่อจำแนกตามขนาดของคูลลิ่งทาวเวอร์ พบว่า คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งที่โรงพยาบาล ร้อยละ 57.1

และคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งที่ห้างสรรพสินค้า ร้อยละ 54.3 มีขนาดความจุ <500 ตัน ในขณะที่คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งตามโรงแรมมีขนาดความจุ <500 ตัน ร้อยละ 12.5 สำหรับระยะเวลาการใช้งาน พบว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งที่ห้างสรรพสินค้า ร้อยละ 100 มีระยะเวลาการใช้งานมานานกว่า 5 ปี ในขณะที่คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งตามโรงแรมและโรงพยาบาลมีระยะเวลาการใช้งานนานกว่า 5 ปี เพียงร้อยละ 62.5 และ 57.1 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

เมื่อศึกษาถึงลักษณะการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ พบว่า ร้อยละ 81-100 ของคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษาในแต่ละสถานที่ มีความถี่ของการดูแลบำรุงรักษาอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง อย่างไรก็ตาม ส่วนใหญ่ไม่มีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า (ร้อยละ 50-80.9) ทั้งนี้พบว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งใช้งานตามโรงแรมมีการใช้สารยับยั้งการเจริญของเชื้อ (Biocide) หรือการใช้ Ozone เพื่อควบคุมเชื้อในสัดส่วนสูงสุด คือ ร้อยละ 50 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษา: นำเสนอจำนวน (ร้อยละ) จำแนกตามสถานที่ตั้ง

สถานที่ตั้ง	แบบของคูลลิ่งทาวเวอร์		ขนาด (ตัน)		ระยะเวลาที่ติดตั้งใช้งาน (ปี)	
คูลลิ่งทาวเวอร์	Counter-flow	Cross-flow	<500	≥500	<5	≥5
โรงพยาบาล (n=21)	6 (28.6)	15 (71.4)	12 (57.1)	9 (42.9)	9 (42.9)	12 (57.1)
H1	6	0	0	6	0	6
H2	0	3	0	3	3	0
H3	0	6	6	0	0	6
H4	0	6	6	0	6	0
ห้างสรรพสินค้า (n=35)	8 (22.9)	27 (77.1)	19 (54.3)	16 (45.7)	0 (0.0)	35 (100.0)
D1	0	4	0	4	0	4
D2	6	0	6	0	0	6
D3	0	8	8	0	0	8
D4	2	0	0	2	0	2
D5	0	6	0	6	0	6
D6	0	4	0	4	0	4
D7	0	5	5	0	0	5
โรงแรม (n=16)	2 (12.5)	14 (87.5)	2 (12.5)	14 (85.5)	6 (37.5)	10 (62.5)
Ho1	0	6	0	6	6	0
Ho2	2	0	2	0	0	2
Ho3	0	8	0	8	0	8
รวมทั้งสิ้น (n=72)	16 (22.2)	56 (77.8)	33 (45.8)	39 (54.2)	15 (20.8)	57 (79.2)

ตารางที่ 3 จำนวน (ร้อยละ) ของคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษา จำแนกตามลักษณะหรือวิธีการดูแลบำรุงรักษา

สถานที่ตั้งคูลลิ่งทาวเวอร์	ความถี่ของการดูแลรักษา (ครั้ง/ปี)		การใช้สารยับยั้งเชื้อลีจิโอแนลล่า		
	0–1	≥2	Biocide	Ozone	ไม่ใช้
โรงพยาบาล (n=21)	**4 (19.0)**	**17 (81.0)**	**1 (4.8)**	**3 (14.3)**	**17 (80.9)**
H1 (6)	2	4	1	0	5
H2 (3)	2	1	0	3	0
H3 (6)	0	6	0	0	6
H4 (6)	0	6	0	0	6
ห้างสรรพสินค้า (n=35)	**0 (0.0)**	**35 (100.0)**	**8 (22.9)**	**0 (0.0)**	**27 (77.1)**
D1 (4)	0	4	0	0	4
D2 (6)	0	6	6	0	0
D3 (8)	0	8	0	0	8
D4 (2)	0	2	2	0	0
D5 (6)	0	6	0	0	6
D6 (4)	0	4	0	0	4
D7 (5)	0	5	0	0	5
โรงแรม (n=16)	**0 (0.0)**	**16 (100.0)**	**2 (12.5)**	**6 (37.5)**	**8 (50.0)**
Ho1 (6)	0	6	0	6	0
Ho2 (2)	0	2	2	0	0
Ho3 (8)	0	8	0	0	8
รวมทั้งสิ้น (n=72)	**4 (5.6)**	**68 (94.4)**	**11 (15.3)**	**9 (12.5)**	**52 (72.2)**

ความชุกการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า ในคูลลิ่งทาวเวอร์

ผลการตรวจการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า ในคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษา 72 คูลลิ่งทาวเวอร์ พบว่า ความชุกของการปนเปื้อนเชื้อ ร้อยละ 27.8 (20/72 คูลลิ่งทาวเวอร์) โดยจำแนกตามสถานที่ตั้งดังนี้ คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งใช้งานในโรงพยาบาล มีการปนเปื้อนเชื้อสูงสุดรวม 9 คูลลิ่งทาวเวอร์ (ร้อยละ 42.9) โดยจำนวน 1 คูลลิ่งทาวเวอร์ มีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า เป็นสารคลอรีน แต่ปริมาณคลอรีนอิสระที่ตรวจพบในน้ำมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ 0.2 ppm อีก 8 คูลลิ่งทาวเวอร์ ไม่มีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ สำหรับคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งใช้งานในห้างสรรพสินค้า ตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อจำนวน 9 คูลลิ่งทาวเวอร์ เช่นกัน (ร้อยละ 25.7) โดยคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ตรวจพบเชื้อทั้งหมดไม่มีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า สุดท้ายคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งใช้งานในโรงแรมตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อจำนวน 2 คูลลิ่งทาวเวอร์ (ร้อยละ 12.5) ทั้ง 2 คูลลิ่งทาวเวอร์มีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า เป็นสารคลอรีน แต่ปริมาณคลอรีนอิสระที่ตรวจพบในน้ำมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (ตารางที่ 4) เมื่อจำแนกการปนเปื้อนเชื้อตามขนาด ระยะเวลาการใช้งาน และความถี่ของการดูแลคูลลิ่งทาวเวอร์ พบว่า คูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีขนาด <500 ตัน พบการปนเปื้อนเชื้อร้อยละ 39.4 สูงกว่าการปนเปื้อน

ในคูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีขนาด ≥500 ตัน ซึ่งพบร้อยละ 17.9 เช่นเดียวกันการปนเปื้อนเชื้อในคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ใช้งานมานาน ≥5 ปี พบร้อยละ 33.3 ในขณะที่พบเพียงร้อยละ 6.7 ในคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ใช้งาน <5 ปี นอกจากนี้คูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีความถี่ของการดูแล <2 ครั้ง/ปี พบการปนเปื้อนร้อยละ 75 ในขณะที่คูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีความถี่ของการดูแล ≥2 ครั้ง/ปี พบการปนเปื้อนร้อยละ 25 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 ความชุกของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า ในคูลลิ่งทาวเวอร์ จำแนกตามสถานที่ตั้ง

สถานที่ตั้ง คูลลิ่งทาวเวอร์	จำนวน คูลลิ่งทาวเวอร์	จำนวน (ร้อยละ) ของ คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ตรวจพบ เชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า*	หมายเหตุ การใช้สาร Biocide หรือ Ozone ในคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ตรวจพบเชื้อ
โรงพยาบาล	**21**	**9 (42.9)**	
H1	6	1 (16.7)	ใช้ Biocide พวกคลอรีน แต่ค่า residual free chlorine <0.2 ppm
H2	3	0 (0.0)	ใช้ระบบ Ozone
H3	6	6 (100.0)	ไม่ได้ใช้สาร Biocide ยับยั้งเชื้อ
H4	6	2 (33.3)	ไม่ได้ใช้สาร Biocide ยับยั้งเชื้อ
ห้างสรรพสินค้า	**35**	**9 (25.7)**	
D1	4	2 (50.0)	ไม่ได้ใช้สาร Biocide ยับยั้งเชื้อ
D2	6	1 (16.7)	ไม่ได้ใช้สาร Biocide ยับยั้งเชื้อ
D3	8	2 (25.0)	ไม่ได้ใช้สาร Biocide ยับยั้งเชื้อ
D4	2	0 (0.0)	ใช้ Biocide สารคลอรีน*
D5	6	0 (0.0)	ไม่ได้ใช้สาร Biocide ยับยั้งเชื้อ
D6	4	1 (25.0)	ไม่ได้ใช้สาร Biocide ยับยั้งเชื้อ
D7	5	3 (60.0)	ไม่ได้ใช้สาร Biocide ยับยั้งเชื้อ
โรงแรม	**16**	**2 (12.5)**	
Ho1	6	0 (0.0)	ใช้ระบบ Ozone
Ho2	2	0 (0.0)	ใช้ Biocide สารคลอรีน**
Ho3	8	2 (25.0)	ใช้ Biocide สารคลอรีน แต่ค่า residual free chlorine <0.2 ppm
รวมทั้งสิ้น	**72**	**20 (27.8)**	

* ผลบวกทั้งการเพาะเชื้อ และ real-time PCR

** Residual free chlorine ≥0.2 ppm

ตารางที่ 5 ความชุกของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า ในคูลลิ่งทาวเวอร์ จำแนกตามขนาด ระยะเวลาการใช้งาน และความถี่ของการดูแลคูลลิ่งทาวเวอร์

ลักษณะและการดูแลคูลลิ่งทาวเวอร์	จำนวนคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษา	จำนวน (ร้อยละ) คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ตรวจพบเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า*
ขนาดของคูลลิ่งทาวเวอร์ (ตัน)		
<500	33	13 (39.4)
≥500	39	7 (17.9)
ระยะเวลาการใช้งาน (ปี)		
<5	15	1 (6.7)
≥5	57	19 (33.3)
ความถี่ของการดูแลคูลลิ่งทาวเวอร์ (ครั้ง/ปี)		
<2	4	3 (75.0)
≥2	68	17 (25.0)

*ผลบวกทั้งการเพาะเชื้อ และ real-time PCR

วิจารณ์

ในช่วงเกือบ 20 ปีที่ผ่านมา มีรายงานการระบาดของโรคติดเชื้อลีจิโอแนลล่าจากหลายประเทศ ส่วนใหญ่พบว่า คูลลิ่งทาวเวอร์หรือหอผึ่งเย็นของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่มักเป็นแหล่งของเชื้อที่เป็นสาเหตุ[8-10] การศึกษานี้ได้สำรวจลักษณะทางกายภาพของคูลลิ่งทาวเวอร์จำนวน 72 คูลลิ่งทาวเวอร์ ที่ติดตั้งอยู่ในโรงพยาบาล 4 แห่ง ห้างสรรพสินค้า 7 แห่ง และโรงแรม 3 แห่ง พบว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ 77.8 เป็นชนิด Cross-flow type ซึ่งรายงานการวิจัยบางรายงานพบว่า คูลลิ่งทาวเวอร์ชนิด Cross-flow type อาจเพิ่มโอกาสให้เกิดการสะสมของแบคทีเรียมากกว่าชนิด Counter-flow type เนื่องจากแบบ Cross-flow type อากาศมีการเคลื่อนที่เป็นแนวราบตัดกับการเคลื่อนที่ของน้ำที่หล่อคูลลิ่งทาวเวอร์ที่จะไหลจากบนลงล่าง ส่วนชนิด Counter-flow type อากาศมีการเคลื่อนที่ผ่านระบบท่อแบบแนวดิ่งสวนทางกับการเคลื่อนที่ของน้ำที่ไหลลง โอกาสสะสมตะกอนต่างๆของแบบ Cross-flow type จะมากกว่า[10] อย่างไรก็ดีในประเด็นดังกล่าวยังต้องการการศึกษาวิจัยให้ชัดเจนมากขึ้น

ประมาณเกือบครึ่งหนึ่งของจำนวนคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษามีความจุ <500 ตัน โดยคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งที่โรงแรมส่วนใหญ่ มีความจุ ≥500 ตัน รายงานการศึกษาในต่างประเทศ พบว่า ปริมาตรความจุของน้ำหล่อคูลลิ่งทาวเวอร์อาจมีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อหรือการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่าได้ เนื่องจากปริมาณน้ำมากจะช่วยเจือจางสารอาหารหรือตะกอน ตลอดจนสาหร่ายและตะไคร่น้ำซึ่งเป็นแหล่งสะสมเชื้อในคูลลิ่งทาวเวอร์ นอกจากนี้การระบาดมักเกิดขึ้นกับอาคารที่มีการใช้คูลลิ่งทาวเวอร์ขนาดความจุน้อย[10,13] ข้อมูลจากการศึกษานี้สนับสนุน ซึ่งพบว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีความจุ <500 ตัน ตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อมากกว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีความจุ ≥500 ตัน (ร้อยละ 39.4 และร้อยละ 17.9 ตามลำดับ) นอกจากนี้คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งที่โรงแรมมีสัดส่วนของการตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่าน้อยกว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งที่โรงพยาบาลและ

ห้างสรรพสินค้า ซึ่งมีคูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีความจุน้อยในสัดส่วนที่มากกว่า

เมื่อพิจารณาระยะเวลาการใช้งานและการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ พบว่า คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ศึกษาส่วนใหญ่มีระยะเวลาใช้งาน ≥5 ปี รายงานการวิจัยในต่างประเทศพบว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่ติดตั้งมานานจะมีตะกอน ตะกรันสะสมมากขึ้นตามระยะเวลาที่ใช้งาน รวมทั้งมีปริมาณสาหร่ายและตะไคร่มากขึ้น ซึ่งอาจเป็นแหล่งอาหารของเชื้อลีจิโอแนลล่าได้[14] การศึกษานี้พบเช่นกัน คูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีระยะเวลาการใช้งานนาน ≥5 ปี ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อมากกว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีระยะเวลาการใช้งาน <5 ปี (ร้อยละ 33.3 และร้อยละ 6.7 ตามลำดับ) นอกจากนี้หากมีการดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์บ่อยจะลดโอกาสการสะสมของตะกอน ตะกรัน สาหร่าย และตะไคร่ ได้ การศึกษานี้พบว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีการดูแลทำความสะอาดตั้งแต่ปีละ 2 ครั้งขึ้นไป จะตรวจพบเชื้อปนเปื้อนน้อยกว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีการดูแลทำความความสะอาดน้อยกว่าปีละ 2 ครั้ง (ร้อยละ 25 และร้อยละ 75 ตามลำดับ) และหากมีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า (Biocide หรือ Ozone) จะยิ่งลดโอกาสปนเปื้อนเชื้อได้ สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่าที่มีผู้นิยมใช้ ได้แก่ สารกลุ่มคลอรีน และโบรไมด์ รวมทั้งการใช้ Ozone ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพดี[10,15-17] การศึกษานี้ก็พบเช่นกัน คูลลิ่งทาวเวอร์ที่ตรวจพบเชื้อลีจิโอแนลล่าเกือบทั้งหมดไม่มีการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า (Biocide และหรือ Ozone) มีเพียงสัดส่วนเล็กน้อยที่ตรวจพบเชื้อในคูลลิ่งทาวเวอร์ที่มีการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อ แต่เมื่อตรวจดูค่า Free chlorine residue พบว่ามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่แนะนำไว้ที่ 0.2 ppm.[14] อย่างไรก็ดีมีรายงานการวิจัยที่พบว่าแม้ในน้ำหล่อคูลลิ่งทาวเวอร์จะมีค่า Free chlorine residue >0.2 ppm ก็ยังมีโอกาสตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่าได้บ้าง ทั้งนี้อาจเกิดจากเชื้อมีการปรับตัวและสร้างเป็นแผ่นบางๆ ปกคลุมผิวนอก (Bio-film) ทำให้ทนต่อสารยับยั้งการเจริญเติบโต[14]

อย่างไรก็ดีการศึกษานี้อาจมีข้อจำกัดอยู่บ้าง เช่น สถานที่ที่เข้าร่วมโครงการเป็นไปตามความสมัครใจ ไม่มีการสุ่มตัวอย่าง ดังนั้นผลการศึกษาที่ได้จึงเป็นเพียงกรณีศึกษา อาจไม่ใช่สถานการณ์การปนเปื้อนเชื้อตามสภาพทั่วไป การเฝ้าระวังความเสี่ยงจากการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า ในคูลลิ่งทาวเวอร์และปัจจัยสำคัญในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ รวมทั้งปัจจัยด้านภาวะสุขภาพของผู้ที่อาศัยอยู่ในอาคารที่อาจมีผลต่อการเกิดโรค ยังเป็นประเด็นปัญหาการวิจัยที่สำคัญ โดยเฉพาะผลกระทบต่อนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศ ซึ่งเป็นลูกค้ากลุ่มเป้าหมายในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นการพัฒนาผู้ประกอบการให้เห็นความสำคัญของการดูแลรักษาความสะอาดของคูลลิ่งทาวเวอร์อย่างถูกต้อง ดำเนินการบำรุงรักษาระบบหอผึ่งเย็นหรือคูลลิ่งทาวเวอร์ตามแผนการบำรุงรักษาเพื่อเป็นการป้องกันการเพิ่มจำนวนของเชื้อลีจิโอแนลล่า และการใช้สารเคมีที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การป้องกันการเกิดขึ้นของตะกรัน ตะกอน และสาหร่าย ซึ่งอาจไปลดประสิทธิภาพของวิธีการบำบัดน้ำ รวมทั้งการสุ่มตัวอย่างน้ำจากคูลลิ่งทาวเวอร์เพื่อตรวจหาเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า และการพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนให้รวดเร็ว แม่นยำ ตลอดจนการหาปัจจัยที่สามารถทำนายความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อ เป็นมาตรการสำคัญในการการเฝ้าระวังและนำไปสู่การลดความเสี่ยงของการระบาดของโรค ล้วนเป็นประเด็นที่ควรศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง

สรุป

แม้ว่าคูลลิ่งทาวเวอร์ส่วนใหญ่ได้รับการดูแลรักษา แต่ไม่ได้ใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า ทำให้ยังตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า นิวโมฟิล่า ในสัดส่วนที่ค่อนข้างสูง ร้อยละ 27.8 ดังนั้นคูลลิ่งทาวเวอร์จึงควรได้รับการดูแลรักษาควบคู่กับการใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อลีจิโอแนลล่า เพื่อลดโอกาสของการปนเปื้อนเชื้อลีจิโอแนลล่า

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหารของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่อนุญาตให้เข้าไปศึกษาวิจัย และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานดูแลบำรุงรักษาคูลลิ่งทาวเวอร์ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และบริษัทสแควร์คูลลิ่งทาวเวอร์ จำกัด ที่อนุมัติทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัย ทุน สกว. - อุตสาหกรรม (Window I) ประจำปี 2554

เอกสารอ้างอิง

1. Fliermans CB, Cherry WB, Orrison LH, et al. Ecological distribution of *Legionella pneumophila*. Appl Environ Microbiol 1981; 41: 9 - 16.
2. Ogawa M, Takade A, Miyamoto H, et al. Morphological variety of intracellular microcolonies of Legionella species in Vero cells. Microbiol Immunol 2001; 45: 557 - 62.
3. Stojek NM, Dutkiewicz J. Legionella and other gram-negative bacteria in potable water from various rural and urban sources. Ann Agric Environ Med 2006; 13: 323 - 35.
4. Nacapunchai D, Lamom C, Ruangsittichai C, et al. Isolation of free-living amebae from soil and water resources in Thailand. J Trop Med Parasitol 1999; 22: 22 - 6.
5. Barbaree JM, Fields BS, Feeley JC, et al. Isolation of protozoa from water associated with a legionellosis outbreak and demonstration of intracellular multiplication of *Legionella pneumophila*. Appl Environ Microbiol 1986; 51: 422 - 4.
6. Bonson RF, Fields BS. Classification of the genus Legionella. Semin Respir Infect 1998; 13: 90 - 9.
7. Yu VL, Plouffe JF, Pastoris MC, et al. Distribution of Legionella species and serogroups isolated by culture in patients with sporadic community-acquired Legionellosis: an international collaborative survey. J Infect Dis 2002; 186: 127 - 8.
8. Nguyen TM, Lief D, Jarraud S, et al. A community-wide outbreak of legionnaire's disease linked to industrial cooling towers how far can contaminated aerosols spread? J Infect Dis 2006; 193: 102 - 11.
9. Lin H, Xu B, Chen Y, et al. Legionella pollution in cooling tower water of air-conditioning systems in Shanghai, China. J Appl Microbiol 2008; 106: 606 - 12.
10. Bentham RH, Broadbent CR. A model for autumn outbreaks of Legionnaires' disease associated with cooling towers, linked to system operation and size. Epidemiol Infect 1993; 111: 287 - 95.
11. Yaradou DF, Hallier-Soulier S, Moreau S, et al. Integrated real-time PCR for detection and monitoring of *Legionella pneumophila* in water systems. Appl Environ Microbiol 2007; 73: 1452 - 6.
12. Joly P, Falconnet PA, Andre J, et al. Quantitative real-time *Legionella* PCR for environmental water samples: data interpretation. Appl Environ Microbiol 2006; 72: 2801 - 8.
13. Bastram J, Chartler Y, Lee JV, et al. Legionella and the prevention of legionellosis. Geneva: World Health Organization: 2007.
14. Broadbent CR. Guidance for the Control of Legionella. National Environmental Health Forum Monographs Water Series No 1. Rundle Mall Australia: National Environmental Health Forum; 1996.
15. Carducci A, Verani M, Battistini R. Legionella in industrial cooling towers: monitoring and control strategies. Lett Appl Microbiol 2010; 50: 24 - 9.
16. Kima BR, Andersona JE, Muellera SA, et al. Literature review-efficacy of various disinfectants against Legionella in water systems. Water Res 2002; 36: 4433 - 44.
17. Zhang Z, McCann C, Stout JE, et al. Safety and efficacy of chlorine dioxide for Legionella control in a hospital water system. Infect Control Hosp Epidemiol 2007; 28: 1009 - 12.