วารสารวิชาการสาธารณสุข
ปีที่ 28 ฉบับที่ 2 มีนาคม - เมษายน 2562

Journal of Health Science
Vol. 28 No. 2, March - April 2019

นิพนธ์ต้นฉบับ ***Original article***

คุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล: กรณีศึกษาโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ปานทิพย์ ธิโนชัย วท.บ. (อนามัยสิ่งแวดล้อม)
มนทิรา เตี้ยเล็ก วท.บ. (อนามัยสิ่งแวดล้อม)
จิรา คงปราณ Ph.D. (Global Environmental Studies)
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

วันรับ: 18 ก.พ. 2561
วันแก้ไข: 5 มิ.ย. 2561
วันตอบรับ: 14 มิ.ย. 2561

บทคัดย่อ การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวางเพื่อประเมินคุณภาพอากาศในอาคารโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง ในพื้นที่ 5 แผนก โดยตรวจวัดมลภาวะอากาศภายในอาคารทางชีวภาพและภาวะสบายเชิงความร้อน ผลการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อรารวมซึ่งใช้วิธีเก็บตัวอย่างจุลชีพแขวนลอยโดยการดักเก็บด้วยเพลทเก็บตัวอย่าง จำนวน 78 ตัวอย่าง มีค่าระหว่าง 3-411 CFU/m^3 และ 0-289 CFU/m^3 ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินค่าแนะนำที่ยอมรับได้ตามที่กำหนดใน (ร่าง) ประกาศกรมอนามัย และประเทศสิงคโปร์ (กำหนดไว้ไม่เกิน 500 CFU/m^3) ทุกครั้งที่ตรวจวัด ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อรารวมตรวจพบสูงสุดในแผนกผู้ป่วยนอก (239 CFU/m^3 และ 111 CFU/m^3 ตามลำดับ) รองลงมาเป็นแผนกห้องคลอด แผนกอุบัติเหตุฉุกเฉิน แผนกอายุรกรรมชาย และแผนกทันตกรรมทั่วไป ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนคน (ผู้ป่วย ญาติ และเจ้าหน้าที่) ที่อยู่ในแผนกระหว่างการตรวจวัด สำหรับภาวะสบายเชิงความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศ มีค่าระหว่าง 21.9-30.6 ^{o}C 63.2 - 80.7% และ 0.02-0.51 เมตร/วินาที ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ไม่เป็นไปตามค่าแนะนำตาม (ร่าง) ประกาศกรมอนามัยเท่ากับร้อยละ 70.5 ร้อยละ 93.6 และร้อยละ 56.4 ของผลการตรวจวัดทั้งหมด ตามลำดับ โดยสาเหตุเกิดจากการออกแบบระบบระบายอากาศและปรับอากาศของอาคารไม่เหมาะสมต่อภาวะสบายเชิงความร้อนที่อาจส่งผลให้ผู้ที่ใช้บริการอาคารรู้สึกไม่สบาย อึดอัด และร้อนอบอ้าว ซึ่งควรได้รับการปรับปรุงโดยเฉพาะในแผนกอายุรกรรมชาย

***คำสำคัญ*: คุณภาพอากาศภายในอาคาร, แบคทีเรีย, เชื้อรา, ภาวะสบายเชิงความร้อน, โรงพยาบาล**

บทนำ

คนส่วนใหญ่ใช้ชีวิตอยู่ในอาคารมากถึงร้อยละ 90.0 ของเวลาในแต่ละวัน[1] คุณภาพอากาศภายในอาคารจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัยในอาคารนั้น มลพิษอากาศภายในอาคารเป็นสาเหตุการตายที่สำคัญของประชากรโลก โดยในปี 2012 มีผู้เสียชีวิตอันเนื่องมาจากมลพิษอากาศภายในอาคาร จำนวน 4.3 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 7.7 จากสาเหตุการตายทั้งหมด และเกือบทั้งหมดเป็นประชากรในประเทศที่มีรายได้ต่ำและปานกลาง[2] โรงพยาบาลเป็นอาคารสาธารณะสำคัญที่ใช้ดูแลรักษาผู้ป่วยซึ่งอาจเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรค อีกทั้งเป็นผู้รับที่มีร่างกายอ่อนแอเสี่ยงต่อการติดเชื้อแทรกซ้อนได้ง่าย

จึงต้องมีการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพอากาศในอาคารเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของทั้งผู้รับและผู้ให้บริการในโรงพยาบาล ผลการศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาล 9 แห่งในประเทศไทย[3] โดยเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคม – กันยายน 2556 พบว่า แบคทีเรียและเชื้อรามีปริมาณเกินเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 50.0 และร้อยละ 25.8 ตามลำดับ โดยที่ในห้องคลอดเกินมาตรฐานทุกห้อง นอกจากนี้ มีดัชนีอื่น ๆ ที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ อุณหภูมิ (เกินค่ามาตรฐานร้อยละ 87.7) ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ 43.5) ฟอร์มัลดีไฮด์ (ร้อยละ 19.5) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละ 15.6) และฝุ่นละออง (ร้อยละ 15.6) ผลการศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศในโรงพยาบาลชุมชนขนาดที่แตกต่างกัน[4] โดยตรวจวัดวันจันทร์เวลา 9.00-13.30 น. ในช่วงเดือนธันวาคม 2553 – เดือนกุมภาพันธ์ 2554 พบว่า โรงพยาบาลขนาด 120 เตียง มีปริมาณจุลินทรีย์สูงสุด (456 CFU/m^3) รองลงมาเป็นโรงพยาบาลขนาด 30 เตียง (437 CFU/m^3) และขนาด 90 เตียง (393 CFU/m^3) ตามลำดับ โดยจุดที่พบเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดในโรงพยาบาลขนาด 120 เตียงและ 90 เตียง คือ หอผู้ป่วยนอก ส่วนโรงพยาบาลขนาด 30 เตียง พบสูงสุดที่คลินิกวัณโรค และการศึกษาจุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องทันตกรรมของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จำนวน 17 แห่ง ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยเก็บตัวอย่างในวันจันทร์ – วันศุกร์ เวลา 09.00-12.30 น.พบว่า การให้บริการทันตกรรมประเภทอุดฟันและขูดหินปูนมีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศที่สูงขึ้น[5] ในปี 2559 สำนักสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย ได้จัดทำร่างประกาศเกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งรวมอาคารโรงพยาบาลด้วย[6] อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลในประเทศไทยยังมีจำกัด งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดมลภาวะอากาศภายในอาคารทางชีวภาพ ได้แก่ แบคทีเรีย และเชื้อรา และตรวจวัดภาวะสบายเชิงความร้อน (thermal comfort) ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศ เพื่อประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล รวมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง เพื่อประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาลชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช

แผนการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างอากาศเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ระหว่างวันที่ 21 กันยายน-11 ตุลาคม 2558 ในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง โดยเลือกตัวแทนแผนกจากลักษณะกิจกรรมการให้บริการทางการแพทย์ ขนาดพื้นที่ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของจุลินทรีย์ในอากาศ ระบบระบายอากาศและปรับอากาศ และจำนวนผู้ใช้บริการที่แตกต่างกันไป ในพื้นที่ 5 แผนก (ตารางที่ 1) ได้แก่ แผนกผู้ป่วยนอก แผนกอุบัติเหตุฉุกเฉิน แผนกทันตกรรม แผนกห้องคลอด (ห้องพักฟื้นหลังคลอด) และแผนกอายุรกรรมชาย โดยตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างอากาศกำหนดไว้บริเวณกลางห้อง ยกเว้นแผนกทันตกรรมที่วางเครื่องมือเก็บตัวอย่างไว้บริเวณด้านข้างห้องห่างจากผนังห้องประมาณ 0.5 เมตร เพื่อไม่ให้ขัดขวางการปฏิบัติงานและการใช้พื้นที่ของเจ้าหน้าที่ โดยกำหนดแผนกละ 1 ตำแหน่ง ยกเว้นแผนกผู้ป่วยนอกเนื่องจากมีขนาดพื้นที่มากที่สุด จึงกำหนดจุดเก็บ 2 ตำแหน่ง (แบ่งพื้นที่แผนกออกเป็น 4 ส่วน และเก็บตรงกลางของสองส่วนของฝั่งตรงข้าม) จุดเก็บตัวอย่างอากาศสูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร การเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพอากาศจำแนกตามแผนกดำเนินการต่อเนื่อง 3 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน ครอบคลุมวันธรรมดาและวันหยุด ได้แก่ วันจันทร์ วันพฤหัสบดี และวันอาทิตย์ โดยเก็บวันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที ในช่วงเช้าเวลาเดียวกันของแต่ละแผนก โดยแผนกผู้ป่วยนอกเก็บตัวอย่างระหว่างเวลา 8.30-9.00 น. แผนกอุบัติเหตุฉุกเฉินและแผนกทันตกรรมระหว่างเวลา 9.15-9.45 น.

แผนกห้องคลอดและแผนกอายุรกรรมชายระหว่างเวลา 10.00–10.30 น. รวมทั้งหมด 54 ตัวอย่าง สำหรับแผนกอายุรกรรมชาย ซึ่งผลการตรวจวัดในสัปดาห์แรกพบปริมาณจุลินทรีย์สูงสุด จึงกำหนดเก็บตัวอย่างอากาศเพิ่มเติมในวันธรรมดา (วันอังคาร) ของสัปดาห์ที่ 2 และ 3 โดยตรวจวัดทุกชั่วโมงตั้งแต่เวลา 08.00–20.00 น. รวม 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยชั่วโมงแรกเริ่มตรวจวัดในช่วงเวลา 08.30–09.00 น. และตัวอย่างสุดท้ายตรวจวัดในช่วงเวลา 19.30–20.00 น. รวมจำนวน 24 ตัวอย่าง ดังนั้นมีจำนวนตัวอย่างอากาศทั้งหมดสำหรับวิเคราะห์แบคทีเรียรวมและเชื้อรารวมอย่างละ 78 ตัวอย่าง โดยตรวจวัดค่าความชื้น อุณหภูมิ และการเคลื่อนที่ของอากาศทุกครั้งในระหว่างการเก็บตัวอย่างอนุภาคแบคทีเรียและเชื้อราร วมทั้งบันทึกกิจกรรมที่เกิดขึ้น สภาพอากาศ การทำความสะอาด และนับจำนวนคนที่อยู่ในแผนกระหว่างการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ป่วย เจ้าหน้าที่ และญาติ ยกเว้นแผนกผู้ป่วยนอกที่ใช้วิธีประมาณการจำนวนคนที่เข้ามาใช้บริการ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณแบคทีเรียรวม ปริมาณเชื้อราร วม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และร้อยละ และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร และทดสอบความแตกต่างของดัชนีคุณภาพอากาศในอาคารจำแนกตามตำแหน่งและช่วงเวลาตรวจวัด โดยใช้การแจกแจง t-test (ตารางที่ 1)

วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

สำหรับแบคทีเรียรวมและเชื้อราร วม เก็บตัวอย่างอากาศแบบ active sampling ด้วยวิธีเก็บตัวอย่างจุลชีพแขวนลอยโดยการดักเก็บด้วยเพลทเก็บตัวอย่าง (impactor method) โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศ (microflow alpha, aquaria) ที่อัตราการไหลของอากาศ 30 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที คิดเป็นปริมาตรอากาศ 0.9 m^3 ต่อ 1 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างอนุภาคแบคทีเรียในอากาศลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งชนิด Plate Count Agar (PCA) ที่เตรียมไว้ในจานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 mm จากนั้นนำไปบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C ในตู้บ่มเชื้อ (Incubator) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Colony Forming Unit: CFU) สำหรับอนุภาคเชื้อราร วมในอากาศเก็บตัวอย่างลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งชนิด sabouraud dextrose agar (SDA) จากนั้นบ่มเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 25° C ในตู้บ่มเชื้อ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนับจำนวนโคโลนี ปริมาณอนุภาคของแบคทีเรียรวมและเชื้อราร วมในอากาศคำนวณในหน่วยจำนวนโคโลนีต่อปริมาตรอากาศ (CFU/m^3) ส่วนดัชนีบ่งชี้ภาวะสบายเชิงความร้อน ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ และการเคลื่อนที่ของอากาศในอาคาร ตรวจวัดโดยใช้เครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Kimo Ami 300) ซึ่งอ่านค่าโดยตรงจากเครื่องมือในช่วงเวลาที่ตรวจวัด การควบคุมคุณภาพการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง ได้แก่ การสอบเทียบความเที่ยงของอัตราการดูดอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศที่อัตราการไหลขณะเก็บตัวอย่างก่อนนำไปใช้เก็บตัวอย่างจริง สำหรับอาหารเลี้ยงเชื้อและจานเพาะเชื้อทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121° C ความดัน 15 ปอนด์ จากนั้นนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมมาบ่มเพื่อทดสอบการปราศจากเชื้อ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อนนำไปใช้เก็บตัวอย่างจริง และควบคุมคุณภาพในภาคสนามด้วยการทำ field blank โดยนำจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และ SDA ที่ไม่ได้ใช้เก็บตัวอย่างอากาศไปที่โรงพยาบาลทุกวัน อย่างละ 1 จาน และดำเนินการกับ field blank เช่นเดียวกับตัวอย่าง (sample) ยกเว้นไม่ติดตั้งกับเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนระหว่างการเก็บตัวอย่างในภาคสนามและการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบไม่พบเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราขึ้นบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งที่เตรียมไว้ก่อนไปเก็บตัวอย่างและใน field blank

ผลการศึกษา

1) คุณภาพอากาศภายในอาคารเปรียบเทียบมาตรฐาน

ผลการประเมินมลภาวะอากาศภายในอาคารทางชีวภาพ พบว่า ผลการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศในอาคารโรงพยาบาลทั้งหมด 78 ตัวอย่าง (ตารางที่ 2) มีค่าระหว่าง 3-411 CFU/m^3 (เฉลี่ย 198 CFU/m^3) ซึ่งสูงกว่าปริมาณเชื้อราวมที่มีค่าระหว่าง 0-289 CFU/m^3 (เฉลี่ย 69 CFU/m^3) เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศสิงคโปร์[7] และ (ร่าง) ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร[6] ที่กำหนดไว้สำหรับปริมาณแบคทีเรียรวมไม่เกิน 500 CFU/m^3 และเชื้อราวมไม่เกิน 500 CFU/m^3 นั้น พบว่า ผลการตรวจวัดทุกตัวอย่างในโรงพยาบาลแห่งนี้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

สำหรับภาวะสบายเชิงความร้อน (ตารางที่ 2) ผลการตรวจวัดอุณหภูมิในอาคารโรงพยาบาลมีค่าระหว่าง 21.9-30.6 ^{o}C เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมภายในอาคารที่กำหนดใน (ร่าง) ประกาศกรมอนามัยไว้ระหว่าง 24.0-26.0 ^{o}C พบว่า โรงพยาบาลแห่งนี้มีอุณหภูมิไม่เหมาะสมร้อยละ 70.5 ของผลการตรวจวัดทั้งหมด โดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 61.5) มีอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนด สำหรับผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์มีค่าระหว่างร้อยละ 63.2-80.7 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่เหมาะสมภายในอาคารที่กำหนดใน (ร่าง) ประกาศกรมอนามัยไว้ระหว่างร้อยละ 50.0-65.0 พบว่า โรงพยาบาลแห่งนี้มีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินเกณฑ์เหมาะสมร้อยละ 93.6 ของผลการตรวจวัดทั้งหมด สำหรับผลการตรวจวัดการเคลื่อนที่ของอากาศมีค่าระหว่าง 0.02-0.51 เมตร/วินาที เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการเคลื่อนที่ของอากาศที่เหมาะสมภายในอาคารที่กำหนดใน (ร่าง) ประกาศกรมอนามัยไว้ระหว่าง 0.10-0.30 เมตร/วินาที พบว่า การเคลื่อนของอากาศในอาคารโรงพยาบาลแห่งนี้มีค่าไม่เหมาะสมร้อยละ 56.4 ของผลการตรวจวัดทั้งหมด ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 48.7) มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม

2) คุณภาพอากาศภายในอาคารจำแนกตามแผนก

ข้อมูลของแผนก ได้แก่ กิจกรรมหลัก ขนาดพื้นที่ รูปแบบการระบายอากาศ ระบบปรับอากาศ การทำความสะอาด และจำนวนคนในแผนกระหว่างช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง แสดงในตารางที่ 1 โดยแผนกผู้ป่วยนอกมีขนาดพื้นที่ใหญ่สุด และจำนวนคนที่อยู่ในแผนกสูงสุด และ

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของแผนก และจำนวนผู้ใช้บริการระหว่างการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ข้อมูล	แผนก ผู้ป่วยนอก	แผนก อุบัติเหตุฉุกเฉิน	แผนก ทันตกรรมทั่วไป	แผนก ห้องคลอด	แผนก อายุรกรรมชาย
กิจกรรมหลัก	ผู้ป่วยรอตรวจ ซักประวัติ รับยา	ทำแผล ล้างแผล พ่นยา	อุดฟัน ถอนฟัน ขูดหินปูน	ผู้ป่วยหลังคลอด นอนพักฟื้น	ผู้ป่วยชาย นอนพักฟื้น
ขนาด (m^2)	587	368	42	63	266
รูปแบบการระบายอากาศ	วิธีกล (ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ)	แบบธรรมชาติ (ช่องเปิดอาคาร)	วิธีกล (ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ)	วิธีกล (ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ)	แบบธรรมชาติ (ช่องเปิดอาคาร)
ระบบปรับอากาศ	มี	มี	มี	มี	ไม่มี
การทำความสะอาด	ใช้น้ำยาดับกลิ่น ฆ่าเชื้อทุก 30 นาที	ใช้น้ำยาดับกลิ่น ฆ่าเชื้อ 10 ครั้ง/วัน	ใช้น้ำยาดับกลิ่น ฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง/วัน	ใช้น้ำยาดับกลิ่น ฆ่าเชื้อ 1 ครั้ง/วัน	ใช้น้ำยาดับกลิ่น ฆ่าเชื้อ 4 ครั้ง/วัน
จำนวนคน	50-350	17-38	3-9	20-88	14-35
จำนวนผู้ป่วย		5-13	0-4	7-40	1-7

ความถี่การทำความสะอาดในแต่ละวันมากที่สุด ทุกแผนกใช้ระบบปรับอากาศยกเว้นแผนกอายุรกรรมชาย ในขณะที่แผนกผู้ป่วยนอก แผนกทันตกรรม และแผนกห้องคลอดติดตั้งพัดลมดูดอากาศ ส่วนแผนกอุบัติเหตุฉุกเฉินและแผนกอายุรกรรมชายมีการระบายอากาศแบบธรรมชาติผ่านช่องเปิดต่าง ๆ ภายในอาคาร เช่น ประตู หน้าต่าง เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวมในแต่ละแผนก (ตารางที่ 2) พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียรวมตรวจพบสูงสุดในแผนกผู้ป่วยนอก (239 CFU/m^3) รองลงมา คือ แผนกห้องคลอด (216 CFU/m^3) แผนกอุบัติเหตุฉุกเฉิน (184 CFU/m^3) แผนกอายุรกรรมชาย (179 CFU/m^3) และแผนกทันตกรรมทั่วไป (105 CFU/m^3) ตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อราวมในแต่ละแผนกเรียงลำดับจากสูงสุดไปต่ำสุด คือ แผนกผู้ป่วยนอก (111 CFU/m^3) แผนกห้องคลอด (89 CFU/m^3) แผนกอุบัติเหตุฉุกเฉิน (44 CFU/m^3) แผนกอายุรกรรมชาย (28 CFU/m^3) และแผนกทันตกรรมทั่วไป (23 CFU/m^3) ตามลำดับ ซึ่งการเรียงลำดับมีลักษณะเช่นเดียวกันกับปริมาณแบคทีเรียโดยมีปริมาณเชื้อราวมน้อยกว่าแบคทีเรียรวมในทุกแผนก และพบว่าปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวมแปรผันตามจำนวนคนหรือจำนวนผู้ป่วยที่อยู่ในแผนก โดยเรียงตามลำดับจำนวนคนมากสุดไปน้อยสุด คือ แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องคลอด แผนกอุบัติเหตุฉุกเฉิน

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงพยาบาล

แผนก	จำนวนตัวอย่าง	ผลการตรวจวัด: ค่าต่ำสุด-สูงสุด (ค่าเฉลี่ย±SD)				
		แบคทีเรียรวม (CFU/m3)	เชื้อราวม (CFU/m3)	อุณหภูมิ (oC)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	การเคลื่อนที่ของอากาศ (เมตร/วินาที)
ผู้ป่วยนอก	18	3-382 (239±87)	0-276 (111±81)	24.9-26.9 (26.0±0.6)	68.5-71.9 (70.5±0.9)	0.04-0.18 (0.10±0.04)
อุบัติเหตุฉุกเฉิน	9	10-389 (184±114)	0-160 (44±48)	25.1-27.3 (26.0±0.6)	69.6-74.7 (72.3±1.9)	0.05-0.15 (0.09±0.04)
ทันตกรรมทั่วไป	9	10-278 (105±87)	0-73 (23±24)	21.9-24.7 (23.2±1.0)	63.8-70.6 (67.8±2.2)	0.13-0.51 (0.31±0.14)
ห้องคลอด	9	26-411 (216±113)	0-289 (89±95)	24.8-26.7 (25.8±0.6)	63.9-74.6 (69.8±3.4)	0.02-0.14 (0.09±0.04)
อายุรกรรมชาย	9	33-317 (179±90)	0-58 (28±19)	27.9-29.3 (28.5±0.5)	63.2-79.1 (71.7±5.0)	0.02-0.34 (0.12±0.09)
อายุรกรรมชาย*	24	11-337 (209±77)	13-194 (72±42)	27.7-30.6 (29.1±0.8)	64.3-80.7 (72.3±4.8)	0.03-0.32 (0.10±0.07)
รวม	78	3-411 (198±96)	0-289 (69±65)	21.9-30.6 (26.9±2.1)	63.2-80.7 (71.0±3.4)	0.02-0.51 (0.12±0.10)
ค่ามาตรฐาน1		<500	<500	22.5-25.5	≤70	≤0.25
ค่ามาตรฐาน2		<500	<500	24.0-26.0	50-60%	0.10-0.30

* เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความผันแปรของปริมาณจุลินทรีย์ในช่วงเวลาของวัน

1. มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของประเทศสิงคโปร์

2. (ร่าง) ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร

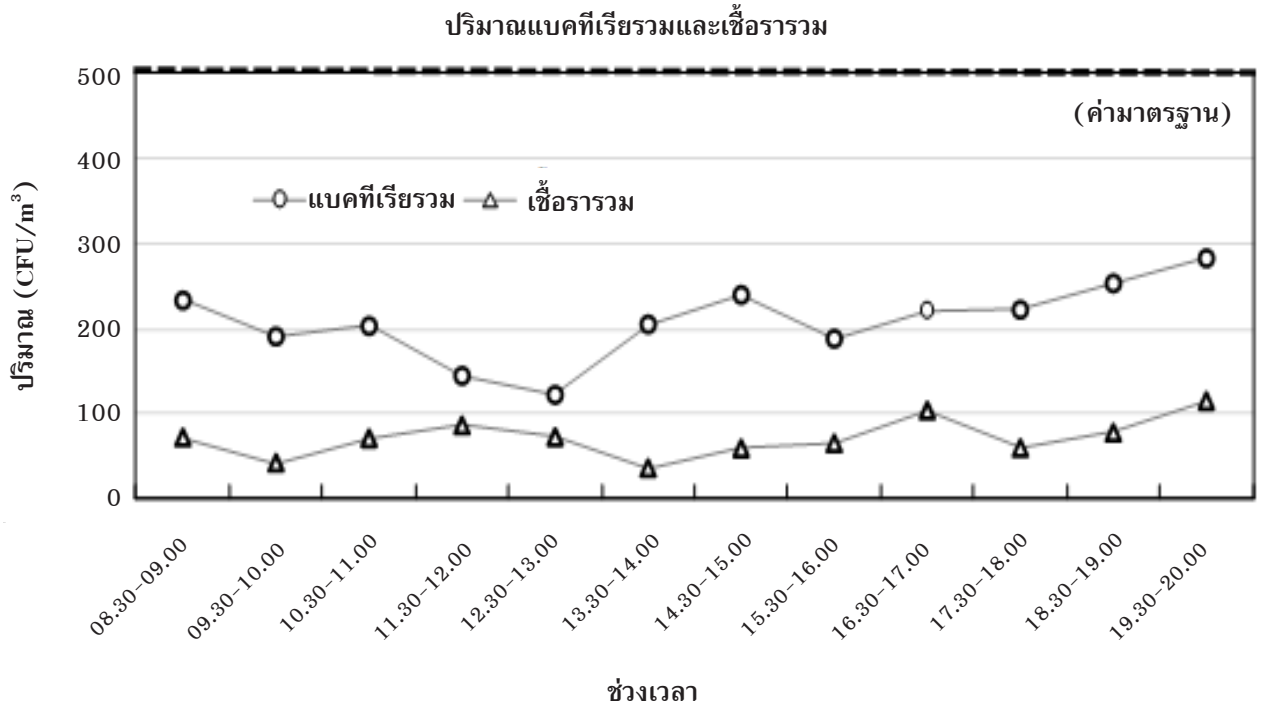
แผนกอายุรกรรมชาย และแผนกทันตกรรมทั่วไป ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ทั้งนี้ ค่าสูงสุดของทั้งปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวมในระยะเวลาการตรวจวัด 3 สัปดาห์ตรวจพบที่แผนกห้องคลอด

สำหรับดัชนีภาวะสบายเชิงความร้อน พบว่า ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในแผนกทันตกรรมทั่วไป (23.2°C) มีค่าต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับแผนกอื่น ๆ ในขณะที่แผนกอายุรกรรมชายมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด (28.5° C) ส่วนค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันทั้ง 5 แผนก โดยค่าสูงสุดตรวจพบในแผนกอายุรกรรมชายและมีช่วงค่าความชื้นกว้างมากที่สุดทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นแผนกที่ไม่มีระบบปรับอากาศ ความชื้นในอาคารจึงแปรผันตามความชื้นในบรรยากาศทั่วไป สำหรับค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่ของอากาศพบสูงสุดในแผนกทันตกรรมทั่วไป (0.31 เมตร/วินาที) โดยในแผนกทันตกรรมทั่วไปและอายุรกรรมชายมีช่วงค่าการเคลื่อนที่ของอากาศค่อนข้างกว้าง ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากแผนกทันตกรรมทั่วไปเปิดใช้กำลังลมจากระบบปรับอากาศค่อนข้างแรงซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิภายในแผนกค่อนข้างต่ำด้วย ส่วนแผนกอายุกรรมชาย การเคลื่อนที่ของอากาศในอาคารขึ้นอยู่กับลมจากภายนอกรวมทั้งการเปิดใช้พัดลมของผู้ป่วย สำหรับประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น การเคลื่อนที่ของอากาศในอาคารหรืออัตราความเร็วลม 1 เมตร/วินาที เป็นความเร็วลมที่รู้สึกสบาย แต่ถ้ามากกว่า 1.5 เมตร/วินาที จะรู้สึกว่าถูกรบกวน[8] ซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ของอากาศในแผนกใดเกินค่าดังกล่าว ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของดัชนีคุณภาพอากาศในแผนกผู้ป่วยนอก จำแนกตามจุดเก็บตัวอย่าง 2 ตำแหน่ง พบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวม ปริมาณเชื้อราวม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศ ไม่มีความแตกต่างกัน

3. ปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวมจำแนกตามช่วงเวลา

ผลการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียรวมในแผนกอายุรกรรมชายในระยะเวลา 12 ชั่วโมงต่อเนื่องตั้งแต่เวลา 08.00-20.00 น. จำนวน 2 วัน แสดงในภาพที่ 1 โดยปริมาณแบคทีเรียมีค่าสูงในช่วงเช้าตั้งแต่เริ่มตรวจวัดและค่อย ๆ ลดลงต่ำสุดในช่วงเวลา 12.30-13.00 น.

ภาพที่ 1 ปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวมในแผนกอายุรกรรมชายจำแนกตามช่วงเวลาของวัน



(123 CFU/m^3) จากนั้นมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในช่วง 14.30-15.30 น. (240 CFU/m^3) ก่อนจะลดลงอีกครั้งและเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วง 19.30-20.00 น. (283 CFU/m^3) ส่วนเชื้อราวมพบปริมาณสูง 3 ช่วง คือ ระหว่างเวลา 11.30-12.00 น. (87 CFU/m^3) ช่วง 16.30-17.00 น. (104 CFU/m^3) และสูงสุดในช่วง 19.30-20.00 น. (116 CFU/m^3) โดยสรุปทั้งปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวมมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 19.30-20.00 น. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพอากาศในโรงพยาบาลจำแนกตามวันธรรมดาและวันหยุด พบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศ ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ปริมาณเชื้อราวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยในวันธรรมดาและวันหยุดเท่ากับ 83 CFU/m^3 และ 38 CFU/m^3 ตามลำดับ

วิจารณ์

ผลการศึกษาปริมาณแบคทีเรียรวมและเชื้อราวมในอากาศในอาคารโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียงแห่งนี้ มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารที่กำหนดไว้โดยกรมอนามัยและประเทศสิงคโปร์ในทุกแผนกและทุกครั้งที่ตรวจวัด ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียงแห่งหนึ่งในปี 2555[4] ที่มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานและตรวจพบปริมาณสูงในแผนกผู้ป่วยนอกเช่นเดียวกัน แต่ไม่สอดคล้องกับผลการศึกษาในโรงพยาบาล 9 แห่งของประเทศไทยในปี 2556 [3] ที่พบปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราเกินเกณฑ์มาตรฐานถึงร้อยละ 50.0 และร้อยละ 25.8 ตามลำดับ ทั้งนี้ อาจขึ้นกับระยะเวลาการเปิดดำเนินการของโรงพยาบาลแต่ละแห่ง และจำนวนผู้ใช้บริการที่แตกต่างกันไป ซึ่งโรงพยาบาลที่เปิดดำเนินการมาเป็นระยะเวลานานถ้าไม่ได้ดูแลรักษาระบบระบายอากาศให้มีประสิทธิภาพ และการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสม ในขณะที่จำนวนผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้นก็อาจส่งผลต่อปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศได้ โดยโรงพยาบาลที่ทำการศึกษามีการออกแบบการระบายอากาศโดยควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศจากพื้นที่ที่มีความสะอาดมากไปยังบริเวณที่มีความสะอาดน้อยกว่า และมีการดูแลรักษาระบบปรับอากาศ และระบบระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งควบคุมการทำความสะอาดพื้นอาคารโดยใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรค ซึ่งพนักงานทำความสะอาดต้องผ่านการอบรม และมีหัวหน้าแม่บ้านและหัวหน้าหน่วยคอยตรวจสอบการทำความสะอาด ทำให้ผลการตรวจวัดปริมาณจุลินทรีย์ในอาคารอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด อย่างไรก็ตาม โรงพยาบาลแห่งนี้ควรมีการเฝ้าระวังปริมาณจุลินทรีย์ในแผนกห้องคลอดที่พบค่าตรวจวัดสูงสุด และในแผนกผู้ป่วยนอกที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์สูงสุด นอกจากนี้ ผลการศึกษาตรวจพบปริมาณเชื้อราสูงเกิน 50 CFU/m^3 ในทุกแผนก ซึ่งเป็นระดับที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้มีการตรวจสอบจุลินทรีย์ชนิดที่เป็นเชื้อก่อโรค[9] สำหรับผลการตรวจวัดดัชนีภาวะสบายเชิงความร้อนพบว่าส่วนใหญ่มีค่าไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในโรงพยาบาล 9 แห่งในประเทศไทย[3] ที่พบปัญหาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอาคารโรงพยาบาลเช่นเดียวกัน โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นที่สูงเกินไป รวมทั้งการเคลื่อนที่ของอากาศต่ำเกินไปในโรงพยาบาลจะส่งผลทำให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกไม่สบาย ร้อน อบอ้าว และอึดอัด นอกจากนี้ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเกินไปเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของจุลินทรีย์ โดยถ้าความชื้นสัมพัทธ์เกินร้อยละ 70.0 จะเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา[8] โดยเฉพาะในแผนกอายุรกรรมชายที่พบค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงถึงร้อยละ 80.7 ผลการศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่แผนกประชาสัมพันธ์ของโรงพยาบาลในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้[10] ระหว่างเวลา 8.00-24.00 น. พบว่า การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในโรงพยาบาลสูงขึ้นตามจำนวนผู้มาใช้บริการโดยในช่วงเวลากลางคืนปริมาณจุลินทรีย์ลดลงเนื่องจากจำนวนผู้ใช้

บริการลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยนี้ที่ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์สูงสุดในแผนกผู้ป่วยนอกซึ่งมีจำนวนผู้ใช้บริการสูงสุด อย่างไรก็ตาม ผลจากงานวิจัยนี้พบปริมาณจุลินทรีย์สูงขึ้นในช่วงเวลากลางคืน โดยมีค่าสูงสุดในช่วงเก็บตัวอย่างสุดท้ายของการตรวจวัดระหว่างเวลา 19.30-20.00 น. ซึ่งควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมช่วงเวลากลางคืน ในระยะเวลาที่ต่อเนื่องมากขึ้น เพื่อช่วยอธิบายการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ในรอบวันได้ชัดเจนมากขึ้น ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่า ในช่วงเวลากลางคืนในแผนกอายุรกรรมชายยังคงมีผู้ป่วยและญาติอยู่ในแผนก แต่ไม่มีกิจกรรมการทำความสะอาดแผนกในช่วงเวลากลางคืน โดยสรุป โรงพยาบาลแห่งนี้ไม่มีปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารทางชีวภาพ ทั้งด้านแบคทีเรียรวมและเชื้อรารวม แต่พบปัญหาทางด้านดัชนีภาวะสบายเชิงความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเคลื่อนที่ของอากาศที่อาจมีผลต่อความรู้สึกสบายของผู้ใช้อาคาร ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าไม่เป็นไปตามค่าแนะนำที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะในแผนกอายุรกรรมชายที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง และการเคลื่อนที่ของอากาศน้อยอาจส่งผลให้ผู้ที่อยู่อาศัยในแผนกรู้สึกไม่สบาย อึดอัด และร้อนอบอ้าว จึงควรปรับปรุงระบบระบายอากาศและปรับอากาศให้เหมาะสมต่อภาวะสบายเชิงความร้อนของผู้ใช้บริการในแผนก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโรงพยาบาลและเจ้าหน้าที่ในการอนุเคราะห์การเก็บตัวอย่าง และมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ในการสนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการวิทยาศาสตร์อนามัย-สิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

1. Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P, et al. The national human activity pattern survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. Journal Of Exposure Analysis And Environmental Epidemiology 2001;11:231.
2. World Health Organization. Burden of disease from household air pollution for 2012 [Internet]. 2014 [cited 2018 Jan 7]. Available from: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/HAP_BoD_results_March2014.pdf?ua=1
3. ปรียะดา โชควิญญู, ชไมพร เป็นสุข, วันทนา ปวีณกิตติพร. การศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลและโรงแรมในประเทศไทย. วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม 2557;16:51-66.
4. ศิริพร ศรีเทวิณ, กาญจนา นาถะพินธุ. การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศในโรงพยาบาลขนาดที่แตกต่างกัน. วารสารวิจัย มข (ฉบับบัณฑิตศึกษา) 2555;12:91-101.
5. เด่นชัย กวยทอง, กาญจนา นาถะพินธุ. จุลินทรีย์ในอากาศภายในห้องทันตกรรมของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) 2559;16:81-91.
6. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับเจ้าหน้าที่ [อินเทอร์เน็ต]. นนทบุรี: 2559 [สืบค้นเมื่อ 17 ม.ค. 2561]. แหล่งข้อมูล: http://env.anamai.moph.go.th/ewtadmin/ewt/env/ewt_dl_link.php?nid=824
7. Institute of Environmental Epidermiology, Ministry of the Environment Singapore. Guidelines for good indoor air quality in office premises 1996 [Internet]. 2014 [cited 2018 Jan 7]. Available from: https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/NEA_Office_IAQ_Guidelines.pdf
8. สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร. การส่งเสริมคุณภาพอากาศในอาคาร. กรุงเทพมหานคร: ยูเนียนอุลตร้าไวโอเร็ต; 2553.
9. World Health Organization. Indoor air quality: biological contaminants. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen; 1988.
10. Park D-U, Yeom J-K, Lee WJ, Lee K-M. Assessment of the levels of airborne bacteria, gram-negative bacteria, and fungi in hospital lobbies. International Journal of Environmental Research and Public Health 2013;10:541-55.

Abstract: Indoor Air Quality in Hospital: a Case Study for a Community Hospital in Nakhon Si Thammarat Province

Parntip Tinochai, B.Sc. (Environmental Health); Monthira Tealek, B.Sc. (Environmental Health); Jira Kongpran, Ph.D. (Global Environmental Studies)

Department of Environmental Health and Technology, School of Public Health, Walailak University, Thailand

Journal of Health Science 2019;28:325-33.

The objective of this study was to assess indoor air quality in 5 departments of a 120-bed community hospital building in Nakhon Si Thammarat Province. It was performed by measuring biological air pollutants and thermal comfort. A total of 78 samples were collected for detecting airborne bacteria and fungi. It was found that the total bacteria and fungi counts ranged between 3-411 CFU/m^3 and 0-289 CFU/m^3, respectively. All measurements did not exceed the recommended values in the (draft) notification of the Department of Health of Thailand and the Singapore's guideline which specified the level of not exceeding 500 CFU/m^3. The average of the total bacteria and fungi counts was highest in outpatient department (239 CFU/m^3 and 111 CFU/m^3, respectively), followed by labour room, emergency department, male medicine department and department of dentistry, respectively. These results were consistent with the number of people (patients, relatives and hospital staff) in the departments during the measurement. The measurement of thermal comfort which included temperature, relative humidity and the movement of air revealed the range between 21.9-30.6 ^{o}C, 63.2-80.7% and 0.02-0.51 m/s, respectively. Comparing to the (draft) notification of the Department of Health, 70.5%, 93.6% and 56.4% of the measurement outcomes, respectively, were not in line with the national recommended levels. These conditions had resulted in uncomfortable feeling among the people in the buildings due to unsuitable design of air ventilation and air conditioning system. Thus, the system should be improved, especially in the male medicine department.

Keywords: indoor air quality, bacteria, fungi, thermal comfort, hospital