สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ผลการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพภายในโรงพยาบาล

จากรายงานสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาบริเวณศาลาว่าการกรุงเทพมหานครในเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 25.5 - 33.9 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ย 78 % และความเร็วลมมีค่าเฉลี่ย 4.27 กม./ชม สำหรับเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เป็นช่วงฤดูแล้ง อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 26.7 - 33.9 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ย 74 % ความเร็วลมมีค่า เฉลี่ย 4.46 กม./ชม. พบว่า ทั้งอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทั้ง 2 ฤดูมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายงานสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาบริเวณศาลาว่าการกรุงเทพมหานคร

เดือน	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
	อุณหภูมิสูงสุด (°ซ)	อุณหภูมิต่ำสุด (°ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความเร็วลม (กม./ชม.)
กันยายน 2552 (n=30)	33±1	25±1	78±0	4.27±2.08
กุมภาพันธ์ 2553 (n=28)	33±1	27±1	74±3	4.46±1.64

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2553

ปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ ความเร็วลม และความหนาแน่นของคนภายในห้อง โดยผลการศึกษาดังตารางที่ 4.2 พบว่า

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่ระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 31±1 ถึง 33±3 °ซ, 61±12 ถึง 68±7 % ตามลำดับ ซึ่งห้องส่วนใหญ่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE 62.1-2007 ที่กำหนดไว้มีค่าอยู่ในช่วง 23 – 26 °ซ และ 30 - 60 % เนื่องจากเป็นห้องที่ไม่มีระบบปรับอากาศทำให้ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องได้ ทั้งนี้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องยังขึ้นกับสภาพภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาล ประกอบกับประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นส่งผลให้มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูง สำหรับห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมเป็นห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งานพบว่า ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานมีค่าอยู่ในช่วง 24±2 ถึง 27±2 °ซ แต่มีบางห้องที่มีค่าเกินมาตรฐาน เนื่องจากมีการเปิดหน้าต่างเพื่อระบายอากาศ

และกลิ่น เช่น ห้องรับประทานอาหารในฝ่ายการพยาบาล ห้องถ่ายเอกสารในฝ่ายบริหารงานทั่วไป เป็นต้น รวมทั้งมาตรการประหยัดพลังงานของโรงพยาบาล เช่น ลดเวลาในการเปิดเครื่องปรับอากาศหรือเปิดเมื่อจำเป็น เช่น ห้องพักแพทย์ชั้น 12 ห้องตรวจในแผนกผู้ป่วยนอก เป็นต้น และห้องที่อุณหภูมิมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานส่วนใหญ่จะอยู่ในฝ่ายงานบริการทางการแพทย์ซึ่งเป็นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ทำให้ต้องปรับอุณหภูมิภายในห้องให้ต่ำลงเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ยกเว้นห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกในกลุ่มสาธารณูปโภคพบว่า ห้องส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานมีค่าเท่ากับ 30±2°ซ เช่น ห้องพับผ้าเป็นห้องที่อยู่ภายในอาคารเปิดโล่ง และใกล้กับบริเวณห้องซักฟอกที่มีเครื่องทำความร้อน เช่น เครื่องอบผ้าและรีดผ้าด้วยไอน้ำ เป็นต้น ประกอบกับเจ้าหน้าที่ภายในห้องมีการเปิดประตูเข้า-ออกกันตลอดเวลา อาจจะส่งผลให้อุณหภูมิภายในห้องมีค่าสูง ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมและแบบแยก ส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานมีค่าอยู่ในช่วง 64±8 ถึง 72±8 % และ 54±12 ถึง 67±10 % ตามลำดับ เนื่องจากห้องปรับอากาศแบบรวมใช้ระบบปรับอากาศแบบชีลเลอร์ (Chiller Air Conditioner) ใช้น้ำเป็นตัวระบายความร้อนและหล่อเย็น อีกทั้งยังเป็นตัวกลางส่งความเย็นผ่านทางท่อลมสู่ภายในห้องต่างๆ ของอาคาร ประกอบกับบางห้องมีห้องน้ำภายในตัว เช่น ห้องรอคลอดชั้น 7 ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องมีค่าสูง ส่วนห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกซึ่งเป็นห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้นั้น ก็ยังมีค่าสูง ทั้งนี้อาจจะเกิดจากตัวควบคุมเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพลดลง ทำให้ไม่สามารถปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ได้ตามต้องการ ซึ่งที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ แผนกผู้ป่วยนอก (ห้องฉุกเฉิน แผนกอายุรกรรม ชั้น 2 แผนก สปสช ชั้น 2 แผนกสูตินรีเวชกรรม ชั้น 3) แผนกผู้ป่วยในเกือบทั้งหมด รวมถึงห้องพักแพทย์ และห้องประชุมซึ่งไม่มีการใช้งานในระหว่างที่ตรวจวัด

ความเร็วลมภายในห้องซึ่งทาง ASHRAE ได้ให้คำแนะนำค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนไหวอากาศในพื้นที่ที่มีคนอยู่ว่าไม่ควรเกิน 0.15 ม./วินาที ในฤดูหนาว และไม่ควรเกิน 0.25 ม./วินาที ในฤดูร้อน สำหรับคำแนะนำของประเทศสิงคโปร์ได้กำหนดค่าไว้ที่ไม่น้อยกว่า 0.25 ม./วินาที (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) ผลการศึกษาพบว่า ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.08±0.07 ถึง 0.12±0.17 ม./วินาที เช่น ห้องพักพยาบาลส่วนใหญ่เป็นห้องเปิดทำให้ลมจากภายนอกพัดเข้ามาภายในห้อง นอกจากนั้นยังมาจากการเปิดพัดลมติดเพดานและพัดลมตั้งโต๊ะทำให้ความเร็วลมภายในห้องมีค่าสูง เป็นต้น ส่วนความเร็วลมภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.01±0.03 ถึง 0.10±0.16 ม./วินาที พบว่าความเร็วลมในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกนั้นมีความเร็วลมในแต่ละห้องแตกต่างกันอาจจะขึ้นกับตำแหน่งเครื่องปรับอากาศที่ถูกออกแบบมาให้ลมพัดสู่ตัวผู้อยู่อาศัยโดยตรง ทำให้บางจุดภายในห้องมีความเร็วลมค่อนข้างต่ำ เช่น ฝ่ายบริการทางการแพทย์ที่มีค่าเฉลี่ยความเร็วลมต่ำที่สุด และแผนก

ผู้ป่วยในบางห้อง เป็นต้น และความเร็วลมในห้องปรับอากาศแบบรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.04±0.08 ถึง 0.07±0.05 ม./วินาที ซึ่งลมภายในห้องเกิดจากพัดลมของเครื่องปรับอากาศแบบรวมผ่านช่องอากาศในฝ้าเพดาน ส่วนบางห้องมีการติดตั้งพัดลมไว้ที่ฝาผนังส่งผลให้มีความเร็วลมภายในห้องมีค่าสูง เช่น ห้องรอคลอด ห้องพักฟื้น เป็นต้น

สำหรับความหนาแน่นของคนพบว่า ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกจะมีความหนาแน่นของคนมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.11±0.05 ถึง 0.97±1.10 คน/ตร.ม. เช่น แผนกผู้ป่วยนอกที่มีคนมาใช้บริการเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในระหว่างเวลาทำการจึงมีผู้ป่วยแออัด ส่งผลให้พื้นที่นี้มีความหนาแน่นของคนสูงกว่าห้องปรับอากาศแบบรวมและห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ตารางที่ 4.2 ปัจจัยทางกายภาพจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายในโรงพยาบาล

ระบบปรับอากาศ	กิจกรรม	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน			
		อุณหภูมิ (°ซ)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ความเร็วลม (ม/วินาที)	ความหนาแน่นของคน (คน/ ตร.ม.)
แบบแยก	1.บริหารงานทั่วไป (n=42)	26±2	57±8	0.10±0.16	0.19±0.15
	2.แผนกผู้ป่วยนอก (n=52)	26±1	65±5	0.07±0.08	0.97±1.10
	3.แผนกผู้ป่วยใน (n=24)	27±2	67±10	0.04±0.06	0.28±0.15
	4.บริการทางการแพทย์ (n=36)	24±2	59±6	0.01±0.03	0.25±0.16
	5.ห้องพักแพทย์ (n=8)	25±1	64±9	0.08±0.04	0.11±0.05
	6.สาธารณูปโภค (n=4)	30±2	54±7	0.05±0.06	0.13±0.12
แบบรวม	1.แผนกผู้ป่วยใน (n=8)	26±2	72±8	0.04±0.08	0.16±0.13
	2.ห้องพักแพทย์ (n=8)	26±2	64±8	0.07±0.05	0.16±0.08
ระบายอากาศแบบธรรมชาติ	1.แผนกผู้ป่วยใน (n=20)	31±1	66±5	0.09±0.11	0.35±0.12
	2.ห้องพักพยาบาล (n=32)	31±1	68±7	0.12±0.17	0.17±0.16
	3.สาธารณูปโภค (n=4)	33±3	61±12	0.08±0.07	0.05±0.03
ดาดฟ้า (n=2)		34±3	54±5	0.78±0.45	-

4.2 ผลการตรวจวัดอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศภายในโรงพยาบาล

การศึกษาอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ (Air Change Per Hour, ACH) ในการวัดอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจะทำการตรวจวัดเฉพาะห้องที่สามารถปิดประตูหน้าต่างได้เท่านั้น ทั้งนี้ในกรณีที่เป็นห้องเปิด ต่อกับห้องอื่นๆ ภายในชั้นเดียวกัน เช่น แผนกผู้ป่วยนอกที่ต่อกันกับแผนกอื่น จะไม่สามารถวัดอัตราแลกเปลี่ยนอากาศที่แท้จริงได้ หรือแผนกผู้ป่วยในที่เป็นห้องที่มีลักษณะเป็นห้องเปิด ก่อนทำการตรวจวัดการแลกเปลี่ยนอากาศจะต้องทำการปิดห้องก่อนปล่อยก๊าซเทรเซอร์เข้าไปในห้อง แล้วรอระยะเวลาที่ก๊าซลดลงตามมาตรฐาน ASTM E741 ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานพอสมควร เช่น ฝ่ายอายุรกรรมสามัญหญิง ชั้น 9 อายุรกรรมสามัญชาย ชั้น 14 เป็นต้น ดังนั้นการตรวจวัดแผนกผู้ป่วยในที่มีคนไข้จำนวนมากจะเป็นการรบกวนผู้ป่วยมากเกินไป จึงทำการตรวจวัดแลกเปลี่ยนอากาศเพียงบางห้องที่สามารถดำเนินการได้

4.2.1 อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศ

เมื่อพิจารณาตามลักษณะของประเภทห้องต่างๆ ที่มีระบบการระบายอากาศต่างชนิดกันพบว่า ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 8.42±4.11 ชม.$^{-1}$ ซึ่งสูงกว่าห้องแบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.81±2.34, 3.42±0.62 ชม.$^{-1}$ ตามลำดับ ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ห้องที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐานคือ 2 ชม.$^{-1}$ จำนวน 27 จุด จากทั้งหมด 99 จุด คิดเป็นร้อยละ 27 เป็นห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก เนื่องจากห้องส่วนใหญ่ไม่มีพัดลมระบายอากาศ หรือมีอาจไม่เพียงพอ ทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศมีค่าต่ำ

การเปรียบเทียบห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยอัตราแลกเปลี่ยนอากาศสูงกว่าห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.000$) เนื่องจากส่วนใหญ่จะเป็นห้องที่มีการเปิดประตู-หน้าต่าง ประกอบกับมีการเปิดพัดลมเพดานหรือพัดลมตั้งโต๊ะ ทำให้อากาศจากภายนอกสามารถเข้ามาภายในห้องและมีการแลกเปลี่ยนอากาศภายในห้องกับภายนอกห้องจึงทำให้มีค่าสูง เช่น ห้อง common room ชั้น 7 ส่วนห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมพบว่า อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.570$) เนื่องจากห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศส่วนใหญ่อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศมาจากการเปิด-ปิดประตู หรือการเดินเข้า-ออกของคนภายในห้อง ทำให้ค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศของห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมมีค่าใกล้เคียงกันสอดคล้องกับผลการศึกษาอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ของศรัญญู คำภาบุตร (2552) พบว่า ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงกว่าห้องที่ใช้ระบบปรับ

อากาศแบบแยกและแบบรวม ถึงแม้ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมในบางห้องจะมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศก็ตาม แต่อาจจะไม่เพียงพอกับการระบายอากาศในช่วงที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมาก เช่น บริหารงานทั่วไป แผนกผู้ป่วยนอก เป็นต้น จึงทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้การหมุนเวียนอากาศไม่เพียงพอ อาจทำให้เกิดการสะสมของกลิ่น ฝุ่นละออง เชื้อโรค และสารระคายเคืองต่างๆได้ อย่างไรก็ดี ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูง แต่กลับพบว่า มีความเข้มข้นฝุ่นละอองสูง ทั้งนี้อาจเกิดจากการพัดพาของลมเข้ามาในห้องได้ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจำแนกตามลักษณะระบบระบายอากาศภายในโรงพยาบาล

ระบบปรับอากาศ	ค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชั่วโมง$^{-1}$)
1. ปรับอากาศแบบแยก (n=62)	2.81±2.34
2. ปรับอากาศแบบรวม (n=5)	3.42±0.62
3. ระบายอากาศแบบธรรมชาติ (n=32)	8.42±4.11

4.2.2 อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายในโรงพยาบาล

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมพบว่า ห้องพักพยาบาลซึ่งมีการระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมอื่นๆ มีค่าเท่ากับ 8.42±4.11 ชม.$^{-1}$ ทั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจำแนกตามลักษณะกิจกรรมภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่า ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.113) และเมื่อพิจารณาถึงค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศในกิจกรรมห้องพักแพทย์ซึ่งมีทั้งระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมพบว่า ห้องระบบปรับอากาศแบบรวมมีค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงกว่าห้องระบบปรับอากาศแบบแยกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.002) เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบรวมมีการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกซึ่งผ่านการทำความสะอาดเข้ามาแทนที่อากาศภายในห้อง (ศรัญญู คำภาบุตร, 2552) ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายในโรงพยาบาล

ระบบปรับอากาศ	กิจกรรม		ค่าเฉลี่ยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($ชั่วโมง^{-1}$)
แบบแยก	1.บริหารงานทั่วไป	(n=22)	2.83±2.03
	2.แผนกผู้ป่วยนอก	(n=10)	3.82±2.53
	3.แผนกผู้ป่วยใน	(n=6)	2.26±1.08
	4.บริการทางการแพทย์	(n=12)	1.74±0.61
	5.ห้องพักแพทย์	(n=8)	2.61±0.86
	6.สาธารณูปโภค	(n=4)	5.57±6.68
แบบรวม	ห้องพักแพทย์	(n=5)	3.42±0.61
ระบายอากาศแบบธรรมชาติ	ห้องพักพยาบาล	(n=32)	8.42±4.11

4.3 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองภายในโรงพยาบาล

4.3.1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองจำแนกตามฤดูกาล บริเวณภายในอาคารโรงพยาบาล

ผลการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละออง ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) จากกิจกรรมต่างๆ ของโรงพยาบาลในภาพรวมแบ่งตามฤดูกาลพบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในฤดูฝน (กันยายน 2552) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18±7.8 มคก./ลบ.ม. และในฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ 2553) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.9±12.9 มคก./ลบ.ม. ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.9±6.4 มคก./ลบ.ม. และในฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.7±16.0 มคก./ลบ.ม. เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองในกิจกรรมต่างๆ ของโรงพยาบาลพบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองทั้งสองขนาดในฤดูแล้งจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.000$ และ $p=0.000$) ตามลำดับ ประกอบกับได้ทำการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองภายนอกอาคารก็พบว่า ฤดูแล้งมีความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงกว่าฤดูฝนด้วยเช่นกัน โดยในฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ 2553) ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ 88.3, 61.9 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ และในฤดูฝนมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน มีค่าเท่ากับ

23.1, 10.4 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.5 ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวัดคุณภาพฝุ่นละอองในบรรยากาศของสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ จากสถานีตรวจวัดบริเวณริมถนนกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดที่อยู่ใกล้กับโรงพยาบาลมากที่สุดพบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 จนถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศในโรงพยาบาลพบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองในบรรยากาศช่วงฤดูแล้งจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 95.9±28.2 มคก./ลบ.ม. ทั้งนี้พบว่า ฤดูกาลก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับความเข้มข้นฝุ่นละอองซึ่งฤดูฝนจะเป็นช่วงที่มีฝนตกบ่อยก็จะทำให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ลดลงด้วย (กฤตกรณ์ ประทุมวงษ์, 2540) ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน (PM 10 และPM 2.5) บริเวณภายในและภายนอกอาคารของโรงพยาบาล

พื้นที่	พารามิเตอร์	ฤดูฝน (กันยายน 2552)	ฤดูแล้ง (กุมภาพันธ์ 2553)
ภายในอาคาร	ค่าเฉลี่ย PM 10 (มคก./ลบ.ม.) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	18±7.8	31.9±12.9
	ค่าเฉลี่ย PM 2.5 (มคก./ลบ.ม.) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	8.9±6.4	19.7±16.0
ภายนอกอาคาร	PM 10 (มคก./ลบ.ม.)	23.1	88.3
	PM 2.5 (มคก./ลบ.ม.)	10.4	61.9

ตารางที่ 4.6 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จำแนกตามฤดูกาล บริเวณริมถนนสถานีตรวจวัดกระทรวงวิทยาศาตร์และเทคโนโลยี (พ.ค. 2552 - เม.ย. 2553)

ช่วงเวลา	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค. 2552)	ฤดูแล้ง (พ.ย. 2552-เม.ย. 2553)
ค่าเฉลี่ย PM 10 ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มคก./ลบ.ม.)	65.7±18.7	95.9±28.2

หมายเหตุ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 ไม่ได้มีการตรวจวัด

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, 2553

4.3.2 ความเข้มข้นฝุ่นละอองในอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศ

เมื่อพิจารณาตามลักษณะของห้องประเภทต่างๆ ที่มีระบบระบายอากาศต่างกัน พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดภายในห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 31.0±15.3 มคก./ลบ.ม. รองลงมาคือ ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมมีค่าเท่ากับ 25.3±18.3, 22.7±7.2 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดภายในห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 16.0±7.7 มคก./ลบม. รองลงมาคือ ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมและแบบแยกมีค่าเท่ากับ 14.3±7.2, 13.0±10.2 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองภายในห้องจำแนกตามระบบปรับอากาศพบว่า ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และ 2.5 ไมครอน สูงกว่าห้องที่มีการใช้ระบบปรับอากาศอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.010$ และ $p=0.030$) ตามลำดับ เนื่องจากเป็นห้องเปิด ฝุ่นละอองภายในห้องมาจากการพัดพาของลมจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องผ่านเข้าทางช่องห้อง เช่น ประตู หน้าต่าง และช่องเปิดระบายอากาศ เป็นต้น (ศรัญญู คำภาบุตร, 2552)

หากพิจารณาเฉพาะห้องที่มีการใช้ระบบปรับอากาศพบว่า ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.393$) เนื่องจากห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศ แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่พบภายในห้องส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ภายในห้องซึ่งทำให้เกิดการฟุ้งกระจายกลับของฝุ่นละออง เช่น การเดินเข้า-ออกของเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์และญาติผู้ป่วย การเปิดพัดลม หรือเครื่องปรับอากาศ (Abt และคณะ, 1999 อ้างถึงในปุญญานิช บริเวธานันท์, 2549) ทำให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวมมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกและแบบรวม ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.456$) และการพิจารณาสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนต่อฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน จำแนกตามระบบปรับอากาศพบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.52±0.09 ถึง 0.62±0.12 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าภายนอกอาคารทั่วไปเนื่องจากในบรรยากาศทั่วไปของกรุงเทพมหานครโดยมีสัดส่วน PM 2.5/PM 10 มีค่าเท่ากับ 0.60-0.74 เนื่องจากการปิดกั้นของอาคารทำให้ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ที่มีแหล่งกำเนิดจากภายนอกอาคารเป็นส่วนใหญ่สามารถแพร่กระจายเข้ามาภายในอาคารได้น้อย (สมานชัย เลิศกมลวิทย์, 2543 อ้างถึงในศรัญญู คำภาบุตร, 2552) ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน (PM 10 และPM 2.5) ภายในโรงพยาบาลจำแนกตามระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละออง ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มคก./ลบม.)		ค่าเฉลี่ยสัดส่วน ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	PM 10	PM 2.5	PM 2.5/PM 10
1. แบบแยก (n=166)	24.5±16.6	12.6±8.8	0.52±0.14
2. แบบรวม (n=16)	22.7±7.2	14.3±7.0	0.62±0.12
3. ระบายอากาศแบบธรรมชาติ (n=56)	31.0±15.3	16.0±7.7	0.52±0.09

4.3.3 ความเข้มข้นฝุ่นละอองในอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรม

เมื่อจำแนกตามระบบระบายอากาศและลักษณะกิจกรรมพบว่า ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบสูงสุดที่ฝ่ายสาธาณูปโภคมีค่าเท่ากับ 48.5±37.5 มคก./ลบ.ม. ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมและห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบสูงสุดที่แผนกผู้ป่วยในเช่นกันมีค่าเท่ากับ 26.7±7.3, 33.6±12.2 มคก./ลบ.ม. ตามลำดับ สำหรับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนพบว่า ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีค่าเฉลี่ยสูงสุดพบที่สาธารณูปโภคมีค่าเท่ากับ 18.6±6.4 มคก./ลบ.ม. ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวม และห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน พบสูงสุดที่แผนกผู้ป่วยในมีค่าเท่ากับ 16.6±8.1, 17.2±6.5 มคก./ลบ.ม.) ตามลำดับ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน จำแนกตามลักษณะกิจกรรมในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน ภายในห้องแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.001$ และ $p=0.001$) ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะของกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในห้อง เช่น การเดินเข้า-ออกเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์และญาติผู้ป่วย การจัดประชุม/สัมมนา การนั่งรอตรวจโรคในแผนกผู้ป่วยนอก และการพับผ้าในแผนกซักฟอก เป็นต้น แตกต่างกันตามลักษณะของประเภทงานส่งให้ผลความเข้มข้นฝุ่นละอองทั้ง 2 ขนาด ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกแตกต่างกัน

ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบว่า แผนกผู้ป่วยในมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนสูงกว่าห้องพักแพทย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น

ร้อยละ 95 (p=0.023) เนื่องจากลักษณะกิจกรรมส่งผลต่อการฟุ้งกระจายของฝุ่น เช่น การรับ-ส่งผู้ป่วยในแผนกผ่าตัดและห้องคลอด การเดินเข้า-ออกเจ้าหน้าที่ทางการแพทย์และญาติผู้ป่วย เป็นต้น สำหรับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน พบว่า ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.188) เนื่องจากไม่มีแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนภายในห้อง

ห้องที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน ในแต่ละกิจกรรมไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.401 และp=0.418) ตามลำดับ เนื่องจากเป็นห้องเปิด ทำให้ฝุ่นจากภายนอกพัดเข้ามาภายในห้อง ทำให้ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอนภายในห้องมีค่าใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน (PM 10 และ PM 2.5) จำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายในโรงพยาบาล

ระบบปรับอากาศ	กิจกรรม	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละออง ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มคก./ลบม.)		ค่าเฉลี่ยสัดส่วน ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
		(PM10)	(PM 2.5)	(PM10/PM2.5)
แบบแยก	1.บริหารงานทั่วไป (n=42)	20.2±15.0	11.4±8.2	0.55±0.11
	2.แผนกผู้ป่วยนอก (n=52)	32.2±15.4	15.3±8.0	0.48±0.11
	3.แผนกผู้ป่วยใน (n=24)	24.4±15.6	15.5±12.8	0.59±0.15
	4.บริการทางการแพทย์ (n=36)	18.0±12.7	8.1±5.2	0.51±0.16
	5.ห้องพักแพทย์ (n=8)	15.8±6.7	9.1±5.4	0.55±0.11
	6.สาธารณูปโภค (n=4)	48.5±37.5	18.6±6.4	0.47±0.18
แบบรวม	1.แผนกผู้ป่วยใน (n=8)	26.7±7.3	16.6±8.1	0.61±0.20
	2.ห้องพักแพทย์ (n=8)	18.8±4.7	11.8±5.2	0.63±0.24
ระบายอากาศแบบธรรมชาติ	1.แผนกผู้ป่วยใน (n=20)	33.6±12.2	17.2±6.5	0.52±0.11
	2.ห้องพักพยาบาล (n=32)	29.6±17.4	15.4±8.3	0.53±0.08
	3.สาธารณูปโภค (n=4)	29.6±12.3	15.7±9.6	0.49±0.12

4.4 ผลการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศภายในโรงพยาบาล

4.4.1 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศ

เมื่อพิจารณาตามลักษณะของประเภทห้องต่างๆ ที่มีระบบระบายอากาศต่างชนิดกันพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 579±542 โคโลนี/ลบ.ม. รองลงมาคือ ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 368±233 โคโลนี/ลบ.ม. และห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 341±282 โคโลนี/ลบ.ม.

การเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศพบว่า ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศมากกว่าห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมและห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.001$) และเมื่อพิจารณาเฉพาะภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศพบว่า ปริมาณแบคทีเรียภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีค่ามากกว่าห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.009$) เนื่องจากห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีความหนาแน่นของคนภายในห้องมากที่สุดซึ่งแบคทีเรียอาจจะมาจากคน เช่น การไอ จาม เป็นต้น ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ	ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (โคโลนี/ลบม.)
1. แบบแยก (n=166)	579±542
2. แบบรวม (n=15)	341±282
3. ระบายอากาศแบบธรรมชาติ (n=56)	368±233

4.4.2 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรม

เมื่อจำแนกตามระบบระบายอากาศและลักษณะกิจกรรมพบว่า ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศมีค่าเฉลี่ยสูงสุดพบที่แผนกผู้ป่วยนอกมีค่าเท่ากับ 940±618 โคโลนี/ลบ.ม. ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดพบที่ห้องพักแพทย์มีค่าเท่ากับ 403±309 โคโลนี/ลบ.ม. ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยสูงสุดพบที่

ห้องพักพยาบาลมีค่าเท่ากับ 407±275 โคโลนี/ลบม. และภายนอกอาคารมีค่าเฉลี่ยน้อยสุดมีค่าเท่ากับ 142±13 โคโลนี/ลบม.

การเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศจำแนกตามลักษณะกิจกรรมในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่า แผนกผู้ป่วยนอกมีค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศมากกว่ากิจกรรมอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.001) เนื่องจากแผนกผู้ป่วยนอกมีสภาพแวดล้อมที่มีกิจกรรมพลุกพล่าน จะมีปริมาณแบคทีเรียมากกว่าสภาพแวดล้อมที่มีกิจกรรมน้อยกว่า (กนกรัตน์ ศิริพานิชกร, 2541 อ้างถึงในฆริกา คุ้มไทย, 2545) ซึ่งปริมาณแบคทีเรียที่พบในอากาศส่วนหนึ่งมาจากร่างกายของคน เช่น แบคทีเรียที่มาจากลมหายใจ การไอ การจามและผิวหนัง เป็นต้น (ทวี จิตไมตรี, 2529 อ้างถึงในกฤษณียา ศังขจันทรานนท์, 2548)

ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศไม่แตกกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.243) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ห้องพักแพทย์มีค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศมากกว่าแผนกผู้ป่วยในเนื่องจากลักษณะการใช้ห้องเป็นห้องพักหลังเวลาเสร็จจากการลงเวรตรวจ ภายในห้องจะมีสิ่งของหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ จำนวนมาก ทำให้อาจเป็นแหล่งสะสมของปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศได้ ต่างกับแผนกผู้ป่วยในที่มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เช่น ห้องคลอดชั้น 7 ห้องพักฟื้น

ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.296) เนื่องจากเป็นห้องเปิด ฝุ่นละอองภายในห้องที่พบส่วนใหญ่เป็นฝุ่นดินที่มาจากการพัดพาของลมจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้อง ซึ่งพื้นผิวดินจัดเป็นแหล่งใหญ่ที่สุดของแบคทีเรียในอากาศ รวมทั้งพื้นผิวอื่นๆ เช่น อาคาร บ้านเรือน เป็นต้น เพราะแบคทีเรียจะเกาะติดกับฝุ่นละอองที่ปลิวฟุ้งขึ้นไปจากพื้นผิวเหล่านี้ (ทวี จิตไมตรี, 2529 อ้างถึงในกฤษณียา ศังขจันทรานนท์, 2548) ส่งผลทำให้ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศมีค่าใกล้เคียงกันดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายในโรงพยาบาล

ระบบปรับอากาศ	กิจกรรม	ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (โคโลนี/ลบ.ม.)
แบบแยก	1.บริหารงานทั่วไป (n=42)	382±349
	2.แผนกผู้ป่วยนอก (n=52)	940±618
	3.แผนกผู้ป่วยใน (n=24)	328±355
	4.บริการทางการแพทย์ (n=36)	460±431
	5.ห้องพักแพทย์ (n=8)	777±775
	6.สาธารณูปโภค (n=4)	598±564
แบบรวม	1.แผนกผู้ป่วยใน (n=8)	287±265
	2.ห้องพักแพทย์ (n=7)	403±309*
ระบายอากาศแบบธรรมชาติ	1.แผนกผู้ป่วยใน (n=20)	308±153
	2.ห้องพักพยาบาล (n=32)	407±275
	3.สาธารณูปโภค (n=4)	350±157
ภายนอกอาคาร (n=2)		142±13

หมายเหตุ* เนื่องจากปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศภายในห้องนายแพทย์ 1 มีค่าสูง เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงได้ทำการตัดข้อมูลในเดือนกันยายน 2552

4.5 ผลการศึกษาชนิดเชื้อแบคทีเรียในโรงพยาบาล

การศึกษาชนิดของเชื้อแบคทีเรียในกิจกรรมของโรงพยาบาลได้เลือกทำเฉพาะห้องที่มีปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศที่สูงสุดในช่วงฝน เดือนกันยายน 2552 แต่ละห้องของกลุ่มกิจกรรม จำนวน 34 ห้อง และบริเวณดาดฟ้า 1 จุด รวมทั้งหมด 35 ห้อง มาวิเคราะห์แยกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

4.5.1 ชนิดเชื้อแบคทีเรียตามลักษณะระบบปรับอากาศ

การศึกษากลุ่มของเชื้อแบคทีเรียจำแนกตามลักษณะระบบปรับอากาศพบว่ากลุ่มแบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกทรงกลม คือ γ-hemolysis gram-positive cocci มีจำนวนอยู่ในช่วง 25-47 โคโลนี/ลบ.ม. รองลงมาคือ γ-hemolysis gram-negative cocci มีจำนวนอยู่ในช่วง 4-25 โคโลนี./ลบ.ม. β-hemolysis gram-positive cocci มีจำนวนอยู่ในช่วง 9-18 โคโลนี/ ลบ.ม.

และ α-hemolysis gram-positive cocci มีจำนวนอยู่ในช่วง 4-14 โคโลนี/ลบม. นอกจากนี้ยังตรวจพบเชื้อแบคทีเรียพวกทรงแท่ง 2 พวก คือ β-hemolysis gram-positive bacilli มีจำนวนอยู่ในช่วง 6-7 โคโลนี/ลบ.ม. และ β-hemolysis gram-negative bacilli มีจำนวนอยู่ในช่วง 2-5 โคโลนี/ลบ.ม. และเมื่อพิจารณาระบบปรับอากาศทั้งสามประเภทจะพบเชื้อแบคทีเรียชนิด γ-hemolysis gram+ve cocci มากที่สุด ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวกทรงกลมที่พบได้บ่อยได้แก่ *Staphylococcus* มีลักษณะเป็นทรงกลมติดกันคล้ายพวงองุ่น เป็นเชื้อที่มีความสำคัญในทางการแพทย์ จะก่อให้เกิดโรคติดเชื้อที่มีลักษณะของการอักเสบแบบมีหนอง เช่น เกิดฝีตามผิวหนัง เยื่อหุ้มสมองอักเสบ และปอดอักเสบ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงพยาบาลที่มีบุคคลากรและผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก จะพบเชื้อ *Staphylococcus* กระจายอยู่ทั่วไป (สุภาภรณ์ พัวเพิ่มพูนศิริ, 2527 อ้างถึงในกฤษณียา ศังขจันทรานนท์, 2548) และเชื้อแบคทีเรียชนิด β-hemolysis gram-ve bacilli พบน้อยที่สุด ซึ่งแบคทีเรียในกลุ่มนี้จะติดสีแกรมลบ รูปแท่ง ไม่สร้างสปอร์ เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae เป็นแบคทีเรียที่พบได้บ่อยที่สุดมาจากสิ่งตรวจของผู้ป่วย เชื้อในกลุ่มนี้บางพวกเป็นแบคทีเรียประจำถิ่นอยู่ในลำไส้ใหญ่ของคนและสัตว์ และพบได้ทั่วไปทั้งในน้ำ ดิน และตามพืชผักผลไม้ต่างๆ เชื้อเหล่านี้ได้แก่ *E.coil, Klebsiella spp.*และ *Enterobacter spp.* เป็นต้น ก่อให้เกิดโรคติดเชื้อในคน เช่น Salmonella และ Shigella ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารที่สำคัญที่สุดได้แก่ โรคอุจจาระร่วง และเชื้อ *Klebsiella Pneumoniae* ทำให้เกิดโรคติดเชื้อของระบบหายใจ (อรุณวดี ชนะวงค์, 2538 อ้างถึงในกฤษณียา ศังขจันทรานนท์, 2548) ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 กลุ่มเชื้อแบคทีเรียตามจำแนกตามลักษณะประเภทการระบายอากาศ

ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (โคโลนี/ลบ.ม.)	ระบบปรับอากาศ		
	แบบแยก (n =24)	แบบรวม (n =1)	ระบายอากาศแบบธรรมชาติ (n= 10)
α - hemolysis gram+ve cocci	11±11	4	14±6
β - hemolysis gram+ve cocci	18±15	9	17±9
β -hemolysis gram-ve bacilli	5±3	2	4±3
γ - hemolysis gram+ve cocci	47±26	25	47±34
γ - hemolysis gram+ve cocci	25±16	4	25±19
γ - hemolysis gram+ve bacilli	6±4	7	7±6

4.5.2 ชนิดเชื้อแบคทีเรียจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรม

การศึกษาชนิดเชื้อแบคทีเรียจำแนกตามลักษณะระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมพบว่า กลุ่ม γ-hemolysis มีจำนวนมากสุดในทุกกิจกรรมและภายนอกอาคาร ซึ่งห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบมากที่สุดที่สาธาณูปโภคมีจำนวนอยู่ในช่วง 35-135 โคโลนี/ลบ.ม. รองลงมาคือ กลุ่ม β-hemolysis มีจำนวนมากที่สุดภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบที่แผนกผู้ป่วยนอกมีจำนวนอยู่ในช่วง 15-51 โคโลนี/ลบ.ม. และกลุ่ม α-hemolysis มีจำนวนมากสุดภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกที่แผนกผู้ป่วยนอกมีจำนวนอยู่ในช่วง 2-16 โคโลนี/ลบม. ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรมภายในโรงพยาบาล

ระบบปรับอากาศ	กิจกรรม	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อแบคทีเรีย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (โคโลนี./ลบม.)							
		จำนวนโคโลนีรวม (TSA)	จำนวนโคโลนีรวม (BA)	จำนวนโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Blood Ager)					
				α - hemolysis	β - hemolysis		γ - hemolysis		
				gram+ve cocci	gram+ve cocci	gram-ve bacilli	gram+ve cocci	gram-ve cocci	gram+ve bacilli
แบบแยก	1.บริหารงานทั่วไป (n=5)	786±731	488±84	4±7	10±5	3±2	40±30	23±17	6±4
	2.แผนกผู้ป่วยนอก (n=8)	1337±880	1165±146	16±14	33±18	6±4	54±27	29±17	7±4
	3.แผนกผู้ป่วยใน (n=3)	445±403	337±68	9±3	12±5	4±4	64±35	28±26	8±6
	4.บริการทางการแพทย์ (n=5)	800±749	465±69	15±11	13±14	4±2	38±20	20±13	5±3
	5.ห้องพักแพทย์ (n=1)	73	51	2	4	2	25	14	4
	6.สาธารณูปโภค (n=2)	236±4	125±16	4±4	15±5	3±1	47±37	27±21	7±5
แบบรวม	ห้องพักแพทย์ (n=1)	170	61	4	9	2	25	14	7
ระบายอากาศแบบธรรมชาติ	1.แผนกผู้ป่วยใน (n=3)	272±53	217±24	11±5	14±2	4±3	25±13	14±7	4±7
	2.ห้องพักพยาบาล (n=4)	448±198	429±59	14±6	18±13	4±4	45±25	22±18	5±4
	3.สาธารณูปโภค (n=2)	474±24	377±61	16±10	18±13	5±5	86±49	49±18	14±8
ดาดฟ้า (n=1)		160	28	4	5	2	11	4	2

จากผลการศึกษาชนิดเชื้อแบคทีเรียในโรงพยาบาลดังตารางที่ 4.11 และ 4.12 เมื่อพิจารณาตามระบบปรับอากาศทั้ง 3 ประเภทพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA จะมีปริมาณสูงกว่าแบคทีเรียในกลุ่มย่อยสลายเม็ดเลือดแดงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BA ซึ่งห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแยกจะพบปริมาณแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA มากที่สุด รองลงมาคือ ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ และห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบน้อยที่สุด ทั้งนี้จำนวนแบคทีเรียรวมในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อเลี้ยง TSA จะเป็นแบคทีเรียรวมในอากาศ ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่าปริมาณโคโลนีมากนั้นจะทำให้ก่อโรคได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อเติมเพื่อหากลุ่มแบคทีเรียที่คาดว่าจะก่อให้เกิดโรคในแบคทีเรียที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BA ซึ่งเป็นปฏิกิริยาย่อยสลายเม็ดเลือด (Hemolysis)

เมื่อพิจารณาตามลักษณะกิจกรรมพบว่า กิจกรรมภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกจะมีปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA และแบคทีเรียในกลุ่มย่อยสลายเม็ดเลือดแดงในกลุ่มของ β-hemolysis และ α-hemolysis มีปริมาณแบคทีเรียมากกว่ากิจกรรมภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศรวมและห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ พบในแผนกผู้ป่วยนอกมากที่สุดมีเฉลี่ยค่า 1337±880, 33±18 และ16±14 โคโลนี/ลบม. ตามลำดับ เนื่องจากมีคนมาใช้บริการเป็นจำนวนมากมีความหนาแน่นของคนสูงมีค่าเฉลี่ย 0.97±1.10 คน/ตร.ม. ซึ่งปริมาณแบคทีเรียที่พบในอากาศส่วนหนึ่งมาจากร่างกายของคน เช่น แบคทีเรียที่มาจากลมหายใจ การไอ การจามและผิวหนัง เป็นต้น (ทวี จิตไมตรี, 2529 อ้างถึงในกฤษณียา ศังขจันทรานนท์, 2548) ส่งผลให้แผนกผู้ป่วยนอกเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อและติดเชื้อสูง ทั้งนี้จำนวนแบคทีเรียในกลุ่มย่อยสลายเม็ดเลือดแดงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ BA จะเป็นตัวบ่งชี้แบคทีเรียที่เป็นกลุ่มก่อโรค เช่น *Staphylococcus* ในกลุ่มของ β-hemolysis เป็นเชื้อที่มีความสำคัญในการก่อโรคในคน ทนต่อความร้อน และความแห้งได้ดี อาศัยอยู่ในบริเวณทางเดินหายใจส่วนต้น ผิวหนัง ลำไส้ หรือตามเสื้อผ้า สิ่งของต่างๆ เป็นเชื้อที่สามารถปนเปื้อนจากบุคคลหนึ่งไปยังบุคคลหนึ่งได้โดยการสัมผัสโดยตรงหรือทางอากาศ โรคที่เกิดจากการติดเชื้อ *Staphylococcus aureus* เช่น การเกิดฝีหนอง การติดเชื้อที่บาดแผล แผลพุพอง ติดเชื้อที่ระยะทางเดินหายใจ เป็นต้น *Streptococcus* ในกลุ่มของ α-hemolysis เป็นเชื้อที่พบได้ทั่วไปทั้งในสิ่งแวดล้อม อาหาร น้ำ ฝุ่นละออง ในลำคอหรือทางเดินหายใจ ลำไส้คนและสัตว์ โรคที่เกิดจากการติดเชื้อ *Streptococcus Pneumoniae* เช่น โรคปอดอักเสบในระบบทางเดินหายใจ (จุฑามาศ เทพชัยศรี, 2542) และ *Entertococcus* ในกลุ่มของγ-hemolysis จะเป็น Non hemolytic Sterptococci เช่น *Enterococcus faecium* พบในกิจกรรมสาธาณูปโภคมากที่สุดบริเวณโรงครัวซึ่งเป็นห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติมีค่า 121 โคโลนี/ลบ.ม. ทั้งนี้แบคทีเรียจะก่อเกิดโรคนั้นหรือไม่ขึ้นกับสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล เช่น ระบบภูมิคุ้มกันบกพร่องหรือมีบาดแผล ส่งผลอาจทำให้เชื้อแบคทีเรียก่อโรคฉวยโอกาสได้

4.6 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นฝุ่นละออง

4.6.1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองและความหนาแน่นของคนภายในห้อง

จากผลการศึกษาพบว่า ไม่พบความสัมพันธ์กันระหว่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน กับความหนาแน่นของคนภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก แบบรวม และห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.215 p=0.123 และ p=0.401ตามลำดับ) เนื่องจากฝุ่นจากภายนอกอาคารถูกพัดพาเข้าสู่ภายในอาคาร รวมทั้งฝุ่นที่อาจติดมากับเสื้อผ้า รองเท้าของคนที่เข้ามาภายในอาคาร แต่ทางโรงพยาบาลได้มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ทำให้สามารถลดระดับความเข้มข้นฝุ่นละอองลงได้ ซึ่งจากการศึกษาของ Wang และคณะ(2006) พบว่า ห้องฉุกเฉินเป็นห้องที่มีความถี่ในการทำความสะอาดมากกว่าบริเวณที่อื่น จึงพบปริมาณฝุ่นละอองน้อยกว่าที่อื่นๆ

ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน กับความหนาแน่นของคนภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก แบบรวม และห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.081 p=0.289 และ p=0.393 ตามลำดับ)

4.6.2 ความเข้มข้นฝุ่นละอองและความเร็วลมภายในห้อง

ความเร็วลม เป็นสิ่งที่แสดงถึงการแทนที่ของอากาศ โดยการนำพาหรือการระบายอากาศ เช่น การพัดพาฝุ่นละอองภายนอกเข้ามาภายในอาคาร หรือพัดฝุ่นละอองจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง และยังทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองภายในห้อง เป็นต้น พบว่า ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน กับความเร็วลมไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.213 และ p=0.220)

ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน กับความเร็วลมไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.084 และ p=0.170)

ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน กับความเร็วลมไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.977 และ p=0.883)

4.6.3 ความเข้มข้นฝุ่นละอองและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ

อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพอากาศภายในอาคารได้อีกทางหนึ่ง คือ ถ้าการระบายอากาศไม่เพียงพออาจจะส่งผลทำให้เกิดการสะสมของมลพิษได้ ทั้งนี้ยังขึ้นกับลักษณะของห้อง ชนิดการระบายอากาศ และกิจกรรมของคนภายในห้อง เช่น การเปิด-ปิดประตูและหน้าต่าง เป็นต้น

ผลการศึกษาฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน กับอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก แบบรวม และห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.879$ $p=0.262$ และ $p=0.161$) ตามลำดับ

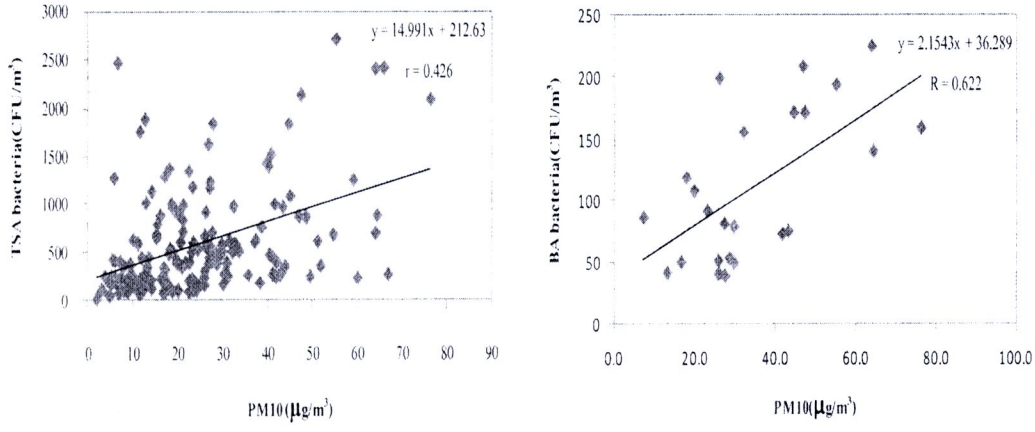
ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน กับอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก แบบรวม และห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.670$ $p=0.959$ และ $p=0.112$) ตามลำดับ

4.7 ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ

4.7.1 ปริมาณแบคทีเรียและความเข้มข้นฝุ่นละอองภายในห้อง

แบคทีเรียในอากาศมีที่มาจากแหล่งต่างๆ กัน จะอยู่ในอากาศได้นานและแพร่กระจายไปได้ไกลมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นกับตัวนำพา เช่น ขนาดของอนุภาคฝุ่นละอองที่แบคทีเรียเกาะอยู่ ถ้าขนาดเล็กและเบาจะสามารถล่องลอยอยู่ในอากาศได้นาน เนื่องจากแบคทีเรียไม่สามารถเคลื่อนที่ด้วยตัวเอง (ทวี จิตไมตรี, 2529 อ้างถึงในกฤษณียา ศังขจันทรานนท์, 2548) ผลการศึกษาภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่า ปริมาณของแบคทีเรียรวมในอากาศ มีความสัมพันธ์แบบผันตรงกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.000$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง ($r=0.426$) และปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มย่อยสลายเม็ดเลือดแดงมีความสัมพันธ์แบบผันตรงกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.001$) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างสูง ($r=0.622$) ดังรูปที่ 4.1 สอดคล้องกับการศึกษาของ Katerina และJitka (2003) พบว่าอนุภาคฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่า 0.1, 0.5 ไมครอน มีความสัมพันธ์กับแบคทีเรีย ซึ่งเชื้อแบคทีเรียใน

อากาศจะเคลื่อนที่ไปในอากาศโดยการเกาะติดไปกับฝุ่นละออง ละอองไอ และสารแขวนลอยในอากาศ (ทวี จิตไมตรี, 2529 อ้างถึงในกฤษณียา ศังขจันทรานนท์, 2548)



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและแบคทีเรียกลุ่มย่อยสลายเม็ดเลือดแดงกับความเข้มข้นฝุ่นละอองภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก

ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนกับปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มย่อยสลายเม็ดเลือดแดงไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (p=0.117 และ p=0.209)

ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบว่า ปริมาณของแบคทีเรียรวมในอากาศกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน ไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.264 และ p=0.151)

ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า ปริมาณของแบคทีเรียรวมในอากาศกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน ไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.171 และ p=0.515)

4.7.2 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและความหนาแน่นของคนภายในห้อง

ความหนาแน่นของคนภายในห้องเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ ซึ่งคนภายในห้องอาจเป็นแหล่งกำเนิดของจุลินทรีย์ในอากาศได้ เช่น การไอ การจาม และผิวหนัง (Obbard และLim, 2002 อ้างถึงในศรัญญู คำภาบุตร, 2552) เป็นต้น ผลการศึกษาภายในห้องที่ใช้ระบบ

ปรับอากาศแบบแยกพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับความหนาแน่นของคนภายในห้องไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.501)

ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับความหนาแน่นของคนภายในห้องไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.689)

ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับความหนาแน่นของคนภายในห้องไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.892)

4.7.3 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและความเร็วลมภายในห้อง

ความเร็วลมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ เนื่องจากลมภายในห้องทำให้เกิดการพัดพาเอาแบคทีเรียไปยังบริเวณอื่น (ศรัญญู คำภาบุตร, 2552) ผลการศึกษาภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับความเร็วลมไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.342)

ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับความเร็วลมไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.557)

ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับความเร็วลมไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.794)

4.7.4 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศและอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ

จากผลการศึกษาปริมาณของแบคทีเรียรวมในอากาศกับอัตราแลกเปลี่ยนอากาศภายในห้องที่ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่า ไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0276)

ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับอัตราแลกเปลี่ยนอากาศไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.587)

ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับอัตราแลกเปลี่ยนอากาศไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P=0.369)

4.7.5 ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ อุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ภายในห้อง

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณของปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศมีผลต่อสภาวะในการเจริญเติบโตของแบคทีเรียภายในห้องและความชื้นสัมพัทธ์ มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของแบคทีเรียเนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์จะมีผลต่อการสูญเสียน้ำในเซลล์ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแบคทีเรีย (จุฑามาศ เทพชัยศรี, 2542) ผลการศึกษาภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่าปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.540$ และ $p=0.342$)

ห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่พบความสัมพันธ์กันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.148$ และ $p=0.744$)

ห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่า ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่พบความสัมพันธ์ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.497$ และ $p= 0.191$)

จากผลการศึกษาห้องทั้งสามประเภทพบว่า ปริมาณของแบคทีเรียรวมในอากาศไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ สอดคล้องกับผลการศึกษาของศรัญญู คำภาบุตร (2552) ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับปริมาณแบคทีเรีย

สรุป ผลการศึกษาคุณภาพอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศพบว่า ห้องที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสูงกว่าห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.000$) และมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน สูงกว่าห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.010$ และ $p=0.030$) ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีมากกว่าห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติและห้องที่ปรับอากาศแบบรวมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.001$) และปริมาณแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 541±480 โคโลนี/ลบม.ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สรุปพารามิเตอร์ด้านคุณภาพอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศ	ACH ต่อชั่วโมง	PM 10 มคก./ลบ.ม.	PM 2.5 มคก./ลบ.ม.	ปริมาณแบคทีเรียรวม (โคโลนี/ลบม.)	ปริมาณแบคทีเรียย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (โคโลนี/ลบม.)
แบบแยก	2.81±2.34 (n=62)	24.5±16.6 (n=166)	12.6±8.8 (n=166)	579±219 (n=166)	541±480 (n=24)
แบบรวม	3.42±0.62 (n=5)	22.7±7.2 (n=16)	14.3±7.0 (n=16)	341±282 (n=15)	10±8 (n=1)
ระบายอากาศแบบธรรมชาติ	8.42±4.11 (n=32)	24.6±15.0 (n=56)	16.0±7.7 (n=56)	368±233 (n=56)	186±159 (n=10)

ผลการศึกษาคุณภาพอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรม (ตารางที่ 4.14) ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่า ลักษณะกิจกรรมที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน และปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.001, p=0.001 และ p=0.001 ตามลำดับ) โดยปริมาณแบคทีเรียย่อยสลายเม็ดเลือดแดงพบที่แผนกผู้ป่วยนอกมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1,165±146 โคโลนี/ลบม.ส่วนห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบรวม พบว่า แผนกผู้ป่วยในมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนสูงกว่าห้องพักแพทย์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.023) และห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติพบว่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 และ 2.5 ไมครอน และปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศ ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p=0.401, p=0.418 และ p=0.296 ตามลำดับ)

ตารางที่ 4.14 สรุปพารามิเตอร์ด้านคุณภาพอากาศจำแนกตามระบบปรับอากาศและลักษณะกิจกรรม

ระบบปรับอากาศ	กิจกรรม	ACH ต่อ ชม$^{-1}$	PM 10 มคก./ลบ.ม.	PM 2.5 มคก./ลบ.ม.	ปริมาณแบคทีเรียรวม (โคโลนี/ลบม.)	ปริมาณแบคทีเรียย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (โคโลนี/ลบม.)
แบบแยก	บริหารงานทั่วไป	2.83±2.03 (n=22)	20.2±15.0 (n=42)	11.4±8.2 (n=42)	382±349 (n=42)	488±84 (n=5)
	ผู้ป่วยนอก	3.82±2.53 (n=10)	32.2±15.4 (n=52)	15.3±8.0 (n=52)	940±618 (n=50)	1165±146 (n=8)
	ผู้ป่วยใน	2.26±1.08 (n=6)	24.4±15.6 (n=26)	15.5±12.8 (n=26)	328±355 (n=26)	337±68 (n=3)
	บริการทางการแพทย์	1.74±0.61 (n=12)	18.0±12.7 (n=36)	8.1±5.2 (n=36)	460±431 (n=36)	465±69 (n=5)
	ห้องพักแพทย์	2.61±0.86 (n=8)	15.8±6.7 (n=8)	9.1±5.4 (n=8)	777±775 (n=8)	51 (n=1)
	สาธารณูปโภค	5.57±5.99 (n=4)	48.5±37.5 (n=4)	18.6±6.4 (n=4)	598±564 (n=4)	125±16 (n=2)
แบบรวม	ผู้ป่วยใน	NA	26.7±7.3 (n=8)	16.6±8.1 (n=8)	287±265 (n=8)	NA (n=1)
	ห้องพักแพทย์	3.42±0.61 (n=5)	18.8±4.7 (n=8)	11.8±5.2 (n=8)	403±309 (n=8)	61 (n=1)
ระบายอากาศแบบธรรมชาติ	ผู้ป่วยใน	NA	33.6±12.2 (n=20)	17.2±6.5 (n=20)	308±153 (n=20)	217±24 (n=20)
	ห้องพักพยาบาล	10.19±6.07 (n=32)	29.6±17.4 (n=32)	15.4±8.3 (n=32)	407±275 (n=32)	429±59 (n=4)
	สาธารณูปโภค	NA	29.6±12.3 (n=4)	15.7±9.6 (n=4)	350±157 (n=4)	377±61 (n=2)

หมายเหตุ NA = ไม่ได้ทำการตรวจวัด

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองและปริมาณแบคทีเรียกับ ความหนาแน่นของคน อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ ความเร็วลม อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก แบบรวม และห้องที่ระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแบคทีเรียและความเข้มข้นฝุ่นละอองภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยกพบว่า ปริมาณของแบคทีเรียรวมในอากาศกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.000$) และปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มย่อยสลายเม็ดเลือดแดงกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.001$)

ตารางที่ 4.15 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแบคทีเรียภายในห้องที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแยก

พารามิเตอร์	ความสัมพันธ์	p-value	r
- ปริมาณของแบคทีเรียรวมในอากาศ (n=166) - ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (n=166)	สัมพันธ์แบบผันตรง	0.000	0.426
- ปริมาณของแบคทีเรียย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (n=24) - ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (n=24)	สัมพันธ์แบบผันตรง	0.001	0.622